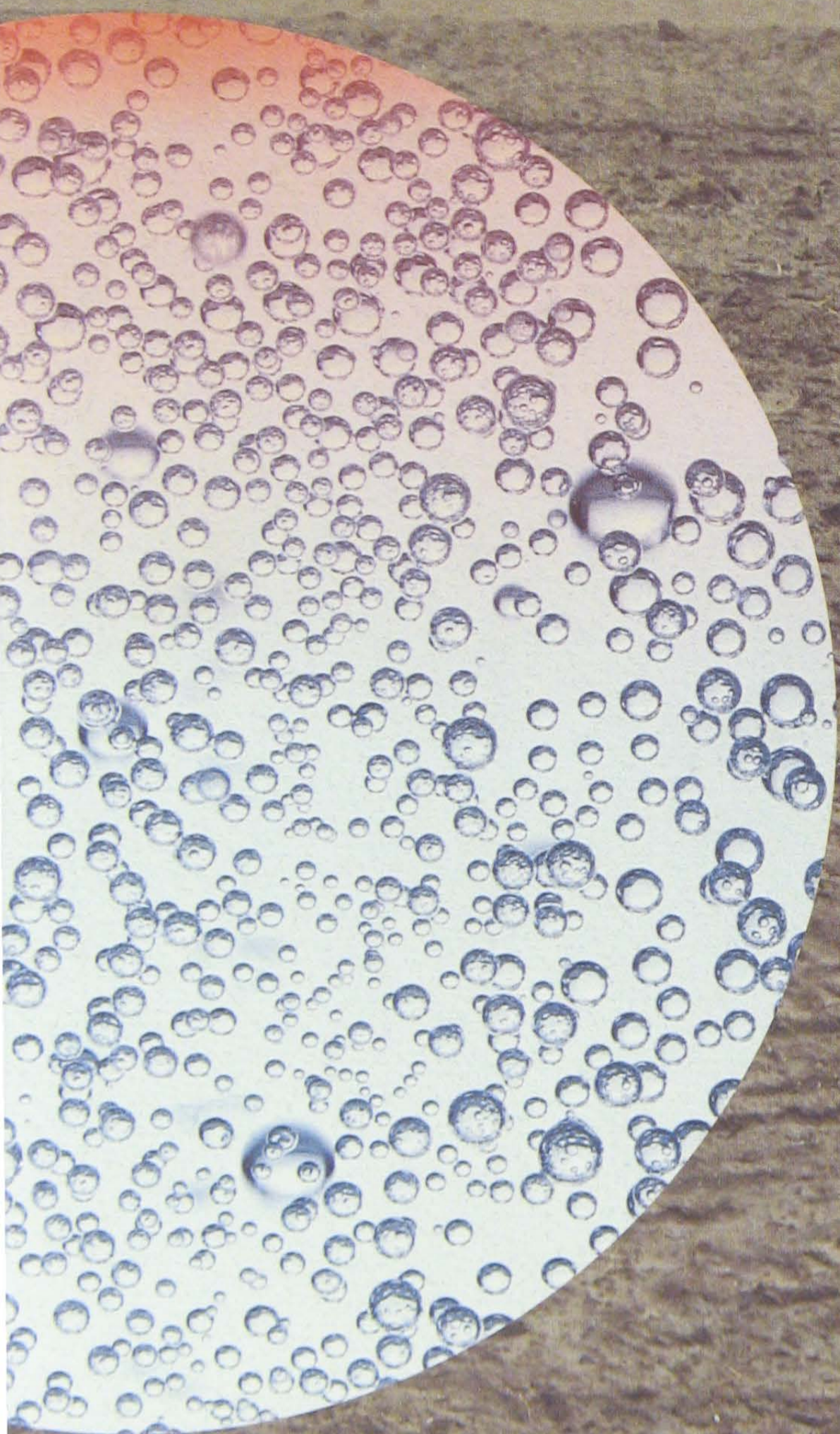


GRUNDVANDSOVERVÅGNING

1997



DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE
MILJØ- OG ENERGIMINISTERIET




G E U S

GRUNDEVANDSOVERVÅGNING 1997

Særudgivelse

Redaktør: Jens Stockmarr

Tegning: Forfattere og Annabeth Andersen

Omslag og foto: Peter Moors

Oplag: 800 eks.

Dato: 1. december 1997

ISBN 87-7871-034-0

Pris: 125,- eks. moms

© **Miljø- og Energiministeriet**

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, GEUS

Thoravej 8, DK-2400 København NV

Telefon: 38 14 20 00

Telefax: 38 14 20 50

I kommission hos:

Geografforlaget Aps

Ekspedition: Fruerhøjvej 43, 5464 Brenderup

Telefon: 64 44 16 83

Telefax: 64 44 16 97

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING	7
ENGLISH SUMMARY	9
INDLEDNING	11
GRUNDVANDETS HOVEDBESTANDDELE	13
Nitrat	13
Udviklingen i grundvandets indhold af nitrat	13
Amternes status over grundvandets indhold af nitrat	18
Sammenfatning om nitrat	20
Fosfor	20
Udviklingen i grundvandets indhold af fosfor	20
Amternes status over grundvandets indhold af fosfor	21
Sammenfatning for fosfor	22
Forsuring af grundvandet	22
Naturlig forsuring	22
Menneskeskabt (antropogen) forsuring	22
Forsuringsfront	23
pH i nedbør og grundvand	24
Alkalinitet	24
Forsuring og grundvandskvalitet i grundvandshovedklasse A - F	24
Amternes status over grundvandets forsuring	28
Forsuring samt dens følgerkning	30
UORGANISKE SPORSTOFFER	33
Overvågningsfiltre	33
Overskridelser af grænseværdien for drikkevand i 1990-1996.	34
Vandværkernes boringskontrol	35
Overskridelser af grænseværdien for drikkevand 1990 - 1996.	36
ORGANISKE MIKROFORURENINGER	39
Overvågningsfiltre	39
Organiske mikroforureninger i vandværkernes indvindingsboringer	44
Sammenfatning om organiske mikroforureninger	47

PESTICIDER OG NEDBRYDNINGSPRODUKTER	49
Data og databearbejdning	49
Pesticider i grundvandsovervågningen	49
Pesticidundersøgelser i Landovervågningsoplandene	53
Interview om pesticidanvendelsen	53
Pesticidfund og arealanvendelse	54
Pesticider i vandværkernes boringskontrol.	56
Pesticidernes forekomstmåde	60
Udvidede analyseprogrammer	63
Sammendrag	65
VANDINDVINDING	67
Forsyningsstruktur og vandindvinding i 1996	67
Grundvandspejlinger	69
Almene vandværker og forsyningsstruktur	72
LITTERATUR	75
BILAG	77

Forord

Nærværende rapport præsenterer resultater baseret på data indsamlet af amterne og amternes årlige rapporter, der udføres som en del af den nationale grundvandsovervågning, som er etableret for bl.a. at følge konsekvenserne af Vandmiljøplanens tiltag for at nedbringe udvaskningen af kvælstof og fosfor til vandmiljøet. Endvidere bygger nærværende rapport på resultaterne af vandværkernes boringskontrol og drikkevandskontrol, der indsamles af kommunerne og videreformidles til amterne, hvor de indgår i amternes rapportering og dataindberetning til fagdatacentret for grundvand ved Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS).

Omfanget af analyseprogrammet og rapporteringerne er fastlagt af 'Aftaleudvalget for Vandmiljøplanens overvågningsprogram', der består af repræsentanter for amter, hovedstads-kommuner, GEUS, Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) og Miljøstyrelsen.

Rapporten er en faglig rapport og målgrupperne er regeringen, Folketinget og offentligheden samt Miljøstyrelsen, der har ansvaret for den samlede rapportering af Vandmiljøplanens overvågningsprogram.

De indrapporterede data og amternes rapporter danner grundlag for denne rapport, som præsenterer indlæg fra medarbejdere ved GEUS, der har de pågældende fagområder som deres arbejdsområde:

Hovedkomponenter	Per Nyegaard, Per Rasmussen Vibeke Ernstsén og Carsten Langtofte Larsen
Uorganiske Sporstoffer	Carsten Langtofte Larsen
Organiske mikroforureninger	Walter Brüsch
Pesticider og nedbrydningsprodukter	Walter Brüsch og Per Rasmussen
Vandindvinding	Hans Jørgen Henriksen og Per Rasmussen

Projektgruppen, der står bag databearbejdningen og rapporten, består endvidere af Poul Merkelsen, Bruno Haldbæk, Birgit Pedersen, Frants von Platen, Annabeth Andersen og Jens Stockmarr.

En foreløbig version af rapporten har været udsendt til kommentering i amterne, Københavns og Frederiksberg Kommune og Miljøstyrelsen. De modtagne kommentarer er i det væsentligste blevet anvendt i forbindelse med udarbejdelsen af den endelige rapport.

Sammenfatning

Grundvandsovervågningen bygger på oplysninger fra grundvandsovervågningsområder, landovervågningsoplande og vandværkernes boringskontrol, som tilsammen giver os et billede af den kvalitativt væsentligste viden om grundvandets kemi og forureningstilstand.

60% af overvågningsboringerne liniemoniterende filtre og 64% af vandforsyningsboringerne, indeholder ikke **nitrat** (≤ 1 mg/l nitrat). 25% af overvågningsfiltrene indeholder mere nitrat end den vejledende værdi for nitrat i drikkevand på 25 mg/l. Tilsvarende indeholder ca 10% af vandforsyningsboringerne nitratkoncentrationer over 25 mg/l. Det lavere tal for vandforsyningsboringer skyldes antagelig at mange vandforsyningsboringer med højt nitratindehold er blevet lukket.

Tidsserieanalyser af de nitratbelastede filtre viser, at der i overvågningsområderne er et mindre antal filtre (43), med et faldende nitratindehold i grundvandet inden for de sidste 2 til 3 år. Tilsvarende viser 29 filtre et forøget nitratindehold. Vurderingen er fortsat, at der ikke er nogen generel ændring i grundvandets nitratindehold. Dette gælder også det øverste og mest terrænnære grundvand, hvor det må forventes, at en eventuel gunstig effekt af Vandmiljøplanens tiltag til begrænsning af nitratudvaskningen først måtte kunne spores. Nitratindeholdet i vandværkernes indvindingsboringer har ikke ændret sig meget gennem de sidste år.

Mange steder i landet er der et geologisk betinget **fosfor**indehold, der er over grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg/l. De relative høje fosforindehold afstedkommer dog sjældent problemer med drikkevandskvaliteten, da fosfor normalt vil udfældes under grundvandets iltning på vandværkerne. I enkelte terrænnære filtre i overvågningsområderne er der et højt fosforindehold som sandsynligvis skyldes overfladeforurening. Trods lokale variationer i grundvandets fosforindehold gennem overvågningsperioden 1990 - 1996 er den generelle vurdering, at der ikke er nogen væsentlig ændring i grundvandets fosforindehold.

Der foregår en naturlig **forsuring** af grundvandet, der især skyldes produktion af kuldioxid i rodzonen som følge af mikrobiologisk aktivitet og rodånding. Øget atmosfærisk deposition af syre fra svovl- og kvælstofforbindelser, fremkommet ved afbrænding af fossile brændstoffer, øger forsuringen af de øverste jordlag, men er dog kun en beskedent del i forhold til den naturlige forsuring. Tilførsel af kvælstofgødning, der omdannes til nitrat, bidrager yderligere til forsuringen, især på sandede jorder. Endelig afstedkommer sænkning af grundvandsspejlet, at luftens ilt får adgang til de tidligere vandmættede jordlag, hvorved pyrit iltes under dannelse af sulfat og brintioner, der bidrager til forsuring af jordlagene.

De naturlige processer har medført forsuring i de øvre grundvandsmagasiner i Vestjylland og i mindre grad i østlige og nordlige dele af Jylland. De heraf følgende meget lave pH-værdier har ført til en betydelig mobilitet af aluminium, zink, nikkel og cadmium. I den resterende del af landet er den gennemsnitlige pH tæt på 7,5 og der er ingen forsuring.

Nikkel og **Zink** er fundet i grundvandet i koncentrationen der overskrider det højst tilladelige for drikkevand i henholdsvis 4 og 5% af overvågningsfiltrene. **Aluminium** er fundet i koncentrationer over det højst tilladte for drikkevand i 12 % af overvågningsfiltrene, men det kan ikke udelukkes, at en del af de høje værdier skyldes forurening af vandprøverne med fint sediment. **Cadmium** er fundet over grænseværdien for drikkevand (5 µg/l) i 6 filtre.

Analyse for zink og cadmium indgår normalt ikke i vandværkernes boringskontrol. I vandværker med vandbehandling må det antages, at disse og andre uorganiske sporstoffer i væsentlig grad tilbageholdes i okkerslammet i vandværkernes sandfiltre.

Organiske mikroforureninger (klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler) er fundet i 10-20% af overvågningsfiltrene. De klorerede kulbrinter er fundet med de største koncentrationer i de øvre dele af magasinerne, mens indholdet af de to andre grupper er mindre, men til gengæld lige meget i alle dybder af magasinerne. Anioniske detergenter er fundet næsten alle overvågningsfiltre (over 80%).

De 8 **pesticider**, der indgår i grundvandsovervågningen, er fundet i godt 12% af de analyserede ca. 1.000 filtre, og grænseværdien for drikkevand er overskredet i knap 4%. Der er fundet pesticider ned til 60-70 meters dybde. I vandværkernes boringskontrol er der fundet pesticider i godt 11% af de 3.400 undersøgte borer, og grænseværdien for drikkevand er overskredet i 5%. Disse borer er i hovedsagen analyseret for de 8 pesticider der indgår i grundvandsovervågningen

Nogle amter har analyseret vandprøver fra overvågningsboringerne for flere end de 8 pesticider. Der er således indberettet oplysninger om 517 filtre med udvidede analyseprogrammer. Resultaterne heraf viser forekomst af 35 pesticider, heraf 22 i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand. Pesticiderne er fundet i godt 22% af de undersøgte filtre og overskrider grænseværdien for drikkevand i knap 13%. Filtrene er repræsentative for grundvandsovervågningsboringerne, og der er derfor grund til at antage, at den kommende udvidelse af grundvandsovervågningen til ca. 50 pesticider og nedbrydningsprodukter, vil vise forekomst af pesticider i grundvand af en tilsvarende størrelsesorden.

Pesticidet 2,6-dichlorbenzamid (BAM) er fundet i 191 ud af 696 undersøgte borer, svarende til 27,5% og grænseværdien for drikkevand er overskredet i ca. 15%. En del af analyserne for BAM er dog gennemført i borer, hvor der i forvejen var mistanke om forurening. Derfor er de fundne mængder BAM antagelig ikke repræsentative for landet som helhed.

Pesticiderne forekommer i alle grundvandsmiljøer med grundvand dannet i perioden, efter at pesticiderne blev taget i anvendelse, ca 1950. Phenoxysyrerne forekommer dog næsten udelukkende i reduceret grundvand, ofte relativt dybt og under tykke lerdæklag.

Vandindvindingen i Danmark er baseret på et decentralt system bestående af 3.470 almene vandværker, heraf ca. 400 offentlige fællesanlæg, 2.240 private fællesanlæg og 830 ikke nærmere definerede fællesanlæg. Derudover er der en række lokale enkeltvandforsyninger (institutioner, industri, markvanding, sportspladser, gartneri, dambrug, enkeltvandforsyningsanlæg til husholdning mv.).

Den samlede indvinding til almene vandværker udgjorde i 1996 493 millioner m³ mod 640 millioner m³ i 1989, et fald på over 20 %. Faldet i indvindingen er imidlertid ophørt i 1996. Den totale indvinding i 1996 var på ca. 981 millioner m³. Den mindre stigning i forhold til 1995 skyldes primært en større indvinding til markvanding i 1996 på grund af den meget tørre sommer.

English summary

Danish groundwater monitoring is based on information from groundwater monitoring areas, agricultural watersheds and well water quality control in waterworks. As a whole they give us the most important knowledge on groundwater chemistry and pollution.

60% of the line monitoring screens and 64% of the water supply wells, contain no **nitrate** (≤ 1 mg/l nitrate). 25% of the monitoring screens has a nitrate concentration above the guide level for drinking water, 25 mg/l. Corresponding groundwater from approximately 10% of the water supply wells has a nitrate concentration above the guide level for drinking, probably because many water supply wells with high nitrate concentrations have been closed.

Time series analyses of the nitrate polluted screens demonstrate, that some wells (43) in the monitoring areas shows a decrease in nitrate concentrations within the last 2 to 3 years. Corresponding 29 screens show an increase in nitrate concentration. The general conclusion is that no substantial change in nitrate concentrations has occurred. This is also the case in the uppermost screens near to surface, where one would expect the first possible effects from initiatives of the Action Plan on the Aquatic Environment to appear. Nitrate concentrations in water supply wells, however, do not show much change during the last years.

In many places a geologically dependent **phosphorus** content in the groundwater above the maximum admissible concentration in drinking water is found. However, rather high phosphorus values are normally no problem for waterworks as phosphorus usually precipitate in their sand filters. A few superficial screens in the monitoring areas show a slightly increased phosphorus content, probably due to pollution. Even local variations occur; it is the general opinion that no substantial changes in the phosphorus content in the groundwater have occurred.

The natural **acidification** is primarily due to production of carbon dioxide in the root zone from microbiological activity and root transpiration. Increased atmospheric deposition of sulphuric and nitric acid caused by burning of fossil fuels also contribute to the acidification of the top soil; however, it only contribute a small fraction in relation to natural acidification. Nitrogen fertilisers and manure which, among other things, are decomposed to nitrate also contribute to the soil acidification, especially on sandy soils. Lowering of groundwater level allows the atmospheric oxygen to oxidise pyrite to sulphate and hydrogen ions and thus add to soil acidification.

The natural acidification process has caused acidification in the upper groundwater aquifers in western Jutland and to a lesser degree in eastern and northern Jutland. Very low pH has led to considerable mobility of aluminium, zinc, nickel and cadmium. In the rest of the country the mean pH is near to 7,5 and no acidification is recognised.

Nickel and **Zinc** are found in the groundwater in concentrations above the maximum admissible concentration in 4% and 5% of the monitoring screens respectively. **Aluminium** is found in concentrations above the maximum admissible concentration in 12% of the monitoring screens. However, it cannot be excluded that the high values are due to sediment contamination. **Cadmium** is only found above the maximum admissible concentration in drinking water in 6 monitoring screens. Normally, analyses for zinc and cadmium are not

included in the water supply well control. It is expected that the main part of inorganic trace elements are retained in the ochre sludge of the sand filters in the waterworks.

The organic micro pollutants chlorinated hydrocarbons, aromatic hydrocarbon and phenols are found in 10 - 20% of the monitoring screens. The chlorinated hydrocarbons are found in the highest concentrations in the uppermost part of the aquifers while the two other groups are found in minor concentrations, but also to a greater depth.

The 8 **pesticides** of the monitoring programme have been found in quite 12% of the investigated 1,000 monitoring screens and the maximum admissible concentration in drinking water has been exceeded in quite 4% of the screens. Pesticides have been found down to 60 - 70 meters depth. In the water supply well water control pesticides are found in quite 11% of the 3,400 investigated wells and the maximum admissible concentration in drinking water is exceeded in 5% of the wells. These wells are mainly analysed for the 8 pesticides which form part of the analyses in the monitoring wells.

Some counties have analysed groundwater samples from monitoring wells for more than the 8 pesticides. Information is reported about groundwater from 517 screens investigated for expanded pesticide programmes. They show occurrence of 35 pesticides or metabolites in Danish groundwater and 22 of these have been found with concentrations above the maximum admissible concentration in drinking water. The pesticides are found in quite 22% of the investigated screens and exceed the maximum admissible concentration in drinking water in 13%. The screens are representative for Danish groundwater monitoring well screens and it is supposed that the future expansion of the pesticide monitoring programme in groundwater to 50 pesticides and metabolites will show a similar occurrence of pesticides.

The pesticide 2,6-dichlorobenzamide (BAM) is found in 191 out of 696 wells investigated, equal to 27.5%, and the maximum admissible concentration in drinking water is exceeded in 15% of the wells investigated. However, some of the analyses for BAM are made in wells under pollution suspicion. Therefore the amount of BAM found may not be representative for the Country as a whole.

Pesticides occur in all types of water environment in groundwater infiltrated since the early use of pesticides, around 1950. The phenoxy acids occur almost exclusively in reduced groundwater, often rather deep and below thick clay layers.

Water supply in Denmark is primarily based on a decentral system consisting of 3,470 common waterworks, approximately 400 public plants, 2,240 common private plants and 830 undefined common plants. Furthermore some local single supplies provide water for institutions, industries, irrigation, etc.

In 1996 the total abstraction to common water supply was 493 million m³ against 640 million m³ in 1989, a decrease above 20%. The decrease has however stopped in 1996. The total abstraction in 1996 was approximately 981 m³. The slight increase in relation to 1995 is primarily due to abstraction for irrigation during the very dry summer in 1996.

Indledning

Grundvandsovervågning

Den landsdækkende grundvandsovervågning blev iværksat som en konsekvens af vedtagelsen af Vandmiljøplanen i 1988, 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 grundvandsressourcens 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 vand der udgør basistilførslen til de danske ferske vande.

Nogenlunde jævnt fordelt over landet er der etableret 67 grundvandsovervågningsområder (GRUMO), se figur 1.1. Områderne, der i relevant omfang dækker variationerne i de danske grundvandsmagasiner, er som gennemsnit udbygget med 17 overvågningsfiltre fordelt i hovedgrundvandsmagasinet (liniemoniterende boringer), øvre sekundære grundvandsmagasiner (punktmoniterende boringer) og én indvindingsboring (volumenmoniterende boring). Grundvandsovervågningen omfatter i dag 1.061 filtre, der er egnede til analyse for grundvandets hovedbestanddele. Heraf er 893 filter egnede til analyse for specielle parameter som uorganiske sporstoffer, pesticider og andre organiske mikroforureninger.

Foruden de 67 grundvandsovervågningsområder er der etableret 6 landovervågningsoplande (LOOP), se figur 1.1, hvor bl.a. kvaliteten af det helt nydannede grundvand overvåges. Landovervågningen foretages i velafgrænsede afstrømningsoplande på mellem 5 og 15 km², overordnet med henblik på at fastlægge vandbalancen og næringsstofudvaskningen fra veldefinerede landbrugsområder med kendt landbrugspraksis. Overvågningen af disse oplande blev ved revisionen af overvågningsprogrammet i 1992 (Miljøstyrelsen 1992) udvidet til, ud over analyse for grundvandets hovedbestanddele, også at omfatte et analyseprogram for de 8 pesticider, der i dag indgår i grundvandsovervågningen.

Det gældende analyseprogram for grundvandsovervågningen i såvel GRUMO som LOOP er beskrevet i revisionsrapporten for 1993-97 (Miljøstyrelsen 1992).

Vandværkernes boringskontrol

I medfør af Miljøministeriets bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg (Miljøministeriet 1988) blev der fra 1. januar 1989 stillet krav om overvågning af det grundvand, der indvindes fra vandværkernes boringer - boringskontrol.

Rapportering af grundvandsovervågningen

Hvert efterår siden 1989 har GEUS udarbejdet en rapport over grundvandsovervågningen. Det er vedtaget, at rapporteringen skal ske efter et standardiseret format, således at rapporteringen bliver overskuelig og ikke for omfattende. Forrige års rapport, Grundvandsovervågning 1995 (GEUS 1995) var ekstraordinært omfattende, idet grundvand var udvalgt som årets tema indenfor vandmiljøovervågningen. Dette års rapport er igen en standardrapport.

I årets rapport er der ændret i nomenklaturen således at:

- **fund** betyder et analyseresultat \geq detektionsgrænsen,
- **spor** svarer til en påvisning af stoffet i en koncentration ca. $\frac{1}{2}$ - 1 gange detektionsgrænsen.

Årets rapport bygger, som de foregående, på de data amterne har indberettet til den grundvandskemiske database ved GEUS samt på de årlige rapporter fra amterne.



Figur 1.1 Grundvandsovervågningsområder (GRUMO •) og landovervågningsoplande (LOOP ○) i Danmark 1996.

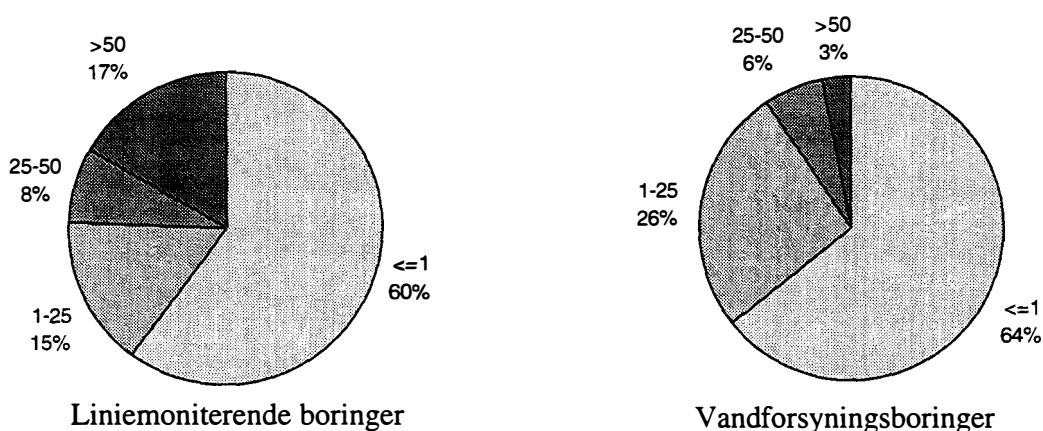
Grundvandets hovedbestanddele

Her behandles hovedbestanddelene nitrat og fosfat. Endvidere behandles forurening af grundvandet som et specielt tema for året.

Nitrat

Udviklingen i grundvandets indhold af nitrat

I de sidste to års rapporter (GEUS 1995, GEUS 1996) er der kun benyttet nitratdata fra filtre, som var analyseret hvert år for hele perioden 1990-94/95. Dette princip er blevet fortsat i dette års rapport, således at data til bedømmelse af udviklingen i grundvandets nitratindhold kun omfatter filtre med oplysninger fra hele perioden 1990 til og med 1996. Desuden indgår kun filtre hvis nitratindholds medianværdi for hele perioden er større end 1 mg/l. Det er således kun filtre med nitratbelastet grundvand der er medtaget i dataanalysen. Der er benyttet årlige medianværdier, når filtrene er analyseret mere end én gang pr år. Der er i alt analyseret for nitrat i grundvand fra 1.224 filtre i grundvandsovervågningen, heraf fra 782 liniemoniterende filtre og fra 7.873 vandforsyningsboringer i 1990 - 1996 (figur 2.1).

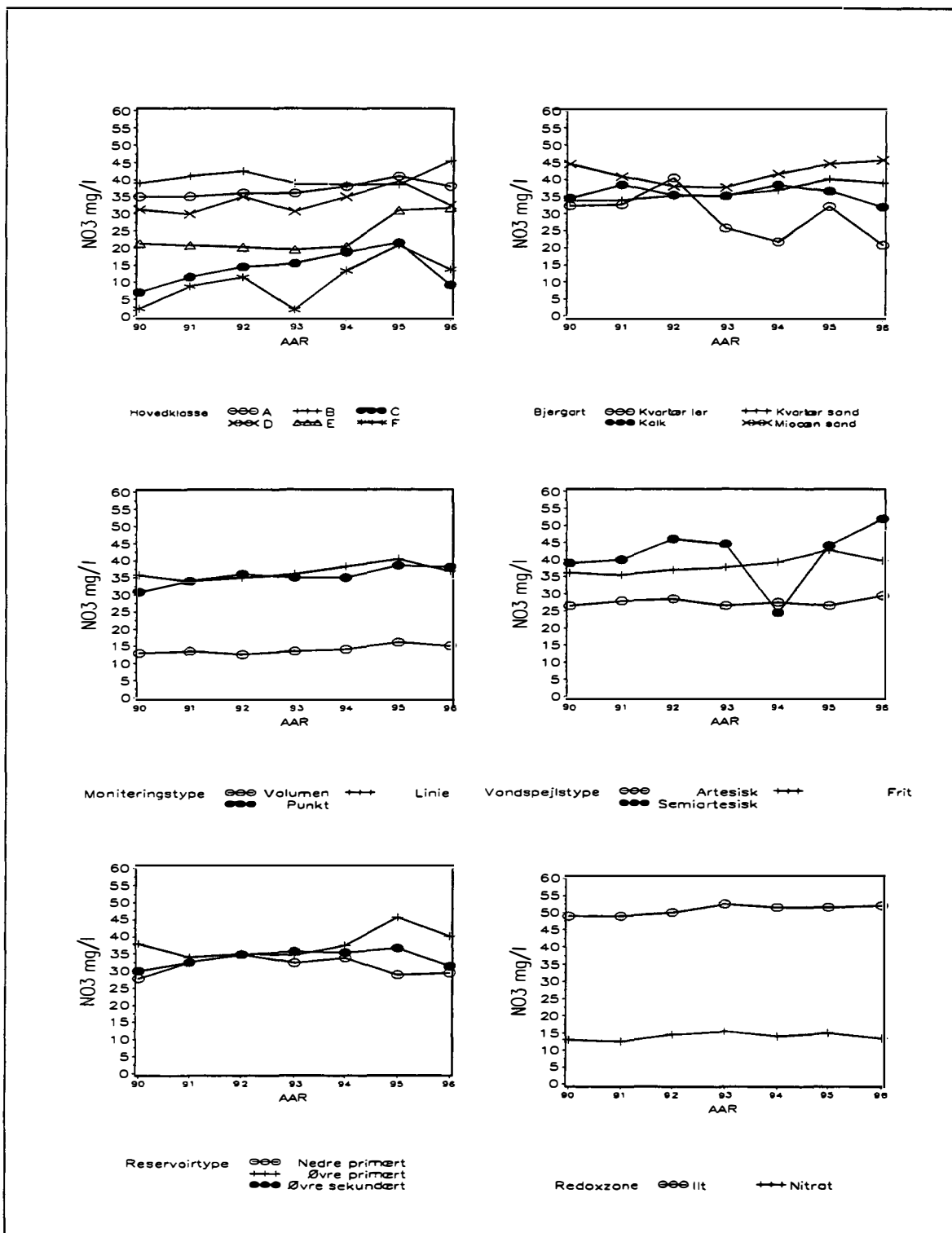


Figur 2.1 Fordeling af liniemoniterende filtre i overvågningsboringer (782 filtre) og vandforsyningsboringer (7.873 boringer) efter nitratindhold i mg/l.

Nitratudvikling i grundvandsovervågningsområderne

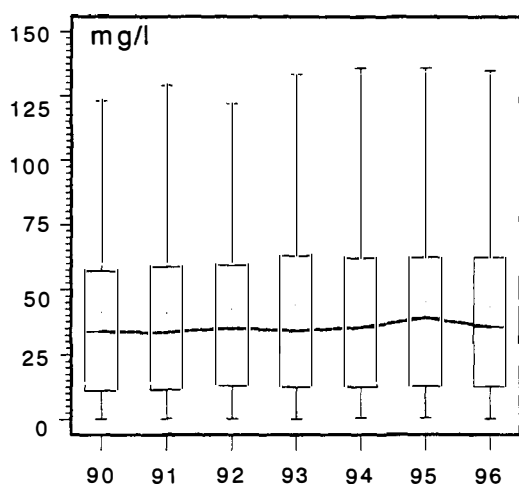
Til vurdering af nitratudviklingen er der i alt 296 filtre, som kan anvendes (mod 307 i sidste års rapport og mod 321 i forrige års rapport). En oversigt over udeladte filtre i dette års rapport i forhold til de seneste to års rapporter kan ses i bilag 1, hvor udeladelserne er forklaret. Udviklingen fra 1990 til 1997 er vist i figur 2.2, hvor filtrene er opdelt efter hovedklasse, magasinbjergart, vandspejlstype, overvågningstype, magasinstype og oxidationszone.

Grænseværdien for nitrat i drikkevand er 50 mg/l. I sidste års rapport (GEUS 1996) kunne der ikke påvises nogen indvirkning på grundvandets indhold af nitrat af de tiltag der blev gennemført som en del af Vandmiljøplanen, end ikke i de mest terrænnære filtre. Den generelle udvikling viste en svag stigning, idet der dog var en ret stor spredning i filtrenes

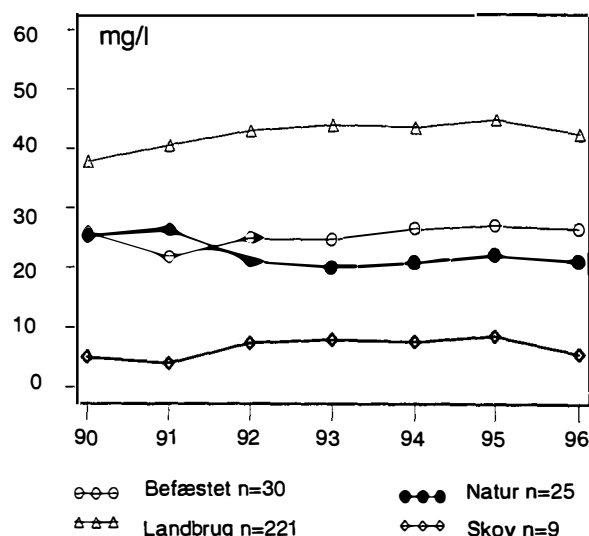


Figur 2.2 Nitratudviklingen i perioden 1990 - 1996. Kun data med et nitratindhold >1 mg/l for hele perioden 1990-96 og med analyser hvert år er medtaget. Antallet af filtre er vist i ()
 Koncentration i mg/l nitrat.

- A: Hovedklasser -A (119), B (81), C (21), D (64), E (8) og F (2),
- B: Bjergarter - kvartært ler (6), kvartært sand (206), kalk (44) og miocæn sand (22),
- C: Overvågningstype - Volumen (13), linie (200) og punkt (83),
- D: Vandspejlstype - Artesisk (81), frit (210) og semiartesisik (5),
- E: Magasintype - Primært magasin (80), øvre sekundært (144) og nedre sekundært (72),
- F: Redoxzoner - Ilt (163) og nitrat (113).



Figur 2.3 *Udvikling i grundvandets nitratindhold for perioden 1990-96 for 200 liniemoniterende filtre med over 1 mg/l NO₃, svarende til 40% af samtlige liniemoniterende filtre*



Figur 2.4 *Nitratudvikling for nitrat-belastede liniemoniterende filtre med over 1 mg/l NO₃, grupperet efter areal-anvendelsen i oplandet. n=antal filtre.*

nitratindhold, således at stigningen ikke var statistisk signifikant. De samme grupperinger er benyttet i dette års rapport (figur 2.2), og der er for en del af grupperne sket et fald sammenlignet med 1995 data. For at teste om dette fald er signifikant er der udført en ikke-parametrisk test på de to års data.

Grundvandet blev i 1995 (GEUS 1995) opdelt i 6 hovedklasser. Af de 6 hovedklasser viser 4 et fald - hovedklasse A, C, D og E. Der er dog ikke nogen signifikant (95 % konfidens interval) forskel på grundvandets nitratindholdet i filtrene for datasættene fra 1995 og 1996. På figur 2.2 ses ligeledes et svagt fald fra 1995 til 1996 for de tre monitoringstyper - punkt, linie og volumen, for magasintyperne 'øvre sekundær' og 'øvre primær', for magasiner med frit vandspejl, for nitratzonen samt for magasiner med bjergarterne kvartært sand, kvartær ler og miocæn sand. Der er dog ingen signifikant forskel på grupperne, når data fra 1995 sammenlignes med 1996 data. Af box-diagrammet i figur 2.3 fremgår, at spredningen omkring medianen (50% fraktilen) er stor for de enkelte år med et stor overlap. Derfor kan det ikke forventes, at der på landsplan er en signifikant forskel på de to års nitratfordelinger.

Arealanvendelsen i oplandene til filtrene viser, at det højeste nitratindhold i grundvandet findes i områder, hvor hovedanvendelsen er landbrug. Tilsvarende findes det laveste nitratindhold i grundvand i skovområder (figur 2.4). Heller ikke i denne gruppering af filtrene ses nogen markant udvikling i det nitratbelastede grundvands nitratindhold, og selv om der er et fald fra 1995 til 1996 er der ingen signifikant forskel på de to års data.

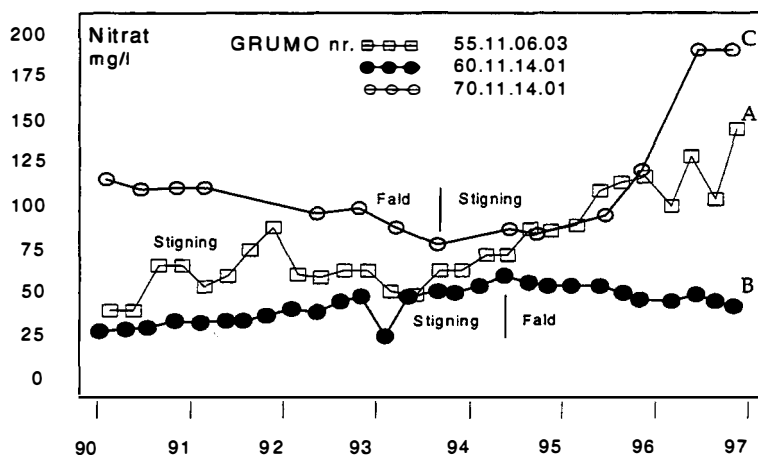
Der er således ikke påvist noget signifikant fald i nitratindholdet på landsbasis for de ovennævnte grupperinger, hvor grundvandet er påvirket af nitrat.

Tidsserieanalyse

I 'Grundvandsovervågningen 1996' (GEUS 1996) er beskrivelsen af den tidlige udvikling i nitratindholdet baseret på en lineær regression på filtre med grundvand med en medianværdi

(50% fraktilen) for nitrat på over 1 mg/l for perioden 1990-95. Der blev anvendt et konfidensinterval på 90%. Denne metode er imidlertid ikke optimal for en tidsserieanalyse. I nærværende rapport er benyttet en ikke-parametrisk metode til tidsserieanalyse - Mann-Kendall Test og Sen's ikke-parametriske estimation af hældningen (Sanders et al., 1994). Der er nu benyttet et konfidensinterval på 95%.

De enkelte filtre er først testet for hele perioden 1990-96, og hvis tidsserieplottene viser en **ændring** i udviklingen - f.eks. en stigning fra 1990 til 94 og derpå et fald i resten af perioden, er tidsserien opdelt i disse to perioder, som kan være af forskellig længde for de forskellige filtre. Se eksempler i figur 2.5. Der er så foretaget en tidsserieanalyse for disse to delperioder. Resultaterne for de enkelte filtre kan ses i bilag 2, og en oversigt i tabel 2.1. For hele perioden 1990-96 viser tabel 2.1, at der er 207 filtre (70%) ud af totalt 296 filtre, hvor perioden 1990-96 ikke kan underopdeles i to delperioder. Disse filtre fordeler sig med 67, hvor der er en stigning for hele perioden, 47 filtre viser et fald og 93 filtre viser ingen ændring. De resterende 89 filtre kan opdeles i to perioder, hvor der kan påvises signifikante ændringer i mindst én af perioderne. Af tabel 2.1 fremgår det, at i alt 29 filtre (10%) med et fald eller uændret forløb i den første periode viser en stigning i den anden periode op til 1997, og at 43 filtre (15%) med en stigning eller uændret forløb i den første periode viser et fald i den sidste periode.



Figur 2.5 Eksempler på nitrat-udviklingen: A - signifikant stigning i hele perioden 1990-96, B - først stigning og siden fald, C - først fald og siden stigning.

Hele perioden (ingen opdeling)		Periode 1	Periode 2		
			Stigning	Uændret	Fald
Stigning	67 (25%)	Stigning	-	7	26
Uændret	93 (31%)	Uændret	9	-	17
Fald	47 (16%)	Fald	20	10	-
	207 (70%)		29 (10%)	17 (6%)	43 (15%)

Tabel 2.1 Oversigt over tidsserieanalyse for perioden 1990-96 for filtre med en medianværdi for hele perioden på mere end 1 mg/l NO₃. Filtrene er analyseret mindst én gang pr. år. Konfidensniveau på 95%.

Det betyder, at der for mindst 2/3 af de nitratbelastede filtre (filtre med uændret nitratindhold eller en stigning samt filtre med stigning eller uændret forløb i sidste periode) ikke er sket nogen signifikant ændring siden Vandmiljøplanen blev vedtaget. For de 16% som viser et fald

for hele perioden 1990-96 kan det ikke udelukkes at faldet er accelereret af tiltag som følge af Vandmiljøplanen, men der er flere andre mulige forklaringer. For de 15% af filtrene, som viser et fald i den sidste periode, kan dette fald skyldes Vandmiljøplanen, men det kan også skyldes klimatiske årsager (formindsket nedsivning af nitrat fra rodzonen og ringe grundvandsdannelse), eller andre årsager.

Det største antal filtre, som viser et fald i den sidste periode, findes i Jylland, som også er den del af landet, der har flest nitrat-påvirkede filtre. I Jylland (234 filtre) er der næsten lige mange filtre med stigende nitratkoncentration (23 filtre) som med faldende (25 filtre), medens der på øerne (62 filtre) er flere filtre med faldende koncentration (18 filtre) end stigende (6 filtre). Hvor filtrene ligger terrænnært, med et tyndt eller intet lerdække, kan faldet i grundvandets nitratkoncentration udover de generelle mulig årsager skyldes en ændret gødskningspraksis inden for indvindingsoplandet til boringerne eller en ændret indvinding. Når den planlagte CFC-datering af grundvandet i filtrene er gennemført, vil disse relationer kunne uddybes.

Sammenlignet med resultaterne i sidste års rapport (GEUS 1996), er antallet af filtre med et fald i nitratkoncentrationen for den sidste del af måleperioden større i år. Sammenligningen gælder dog ikke fuldt ud idet der ikke er benyttet helt samme metoder i analysen. I sidste års rapport er der benyttet en fast analyseperiode (1993-95) mens der er benyttet en variabel periode i dette års rapport.

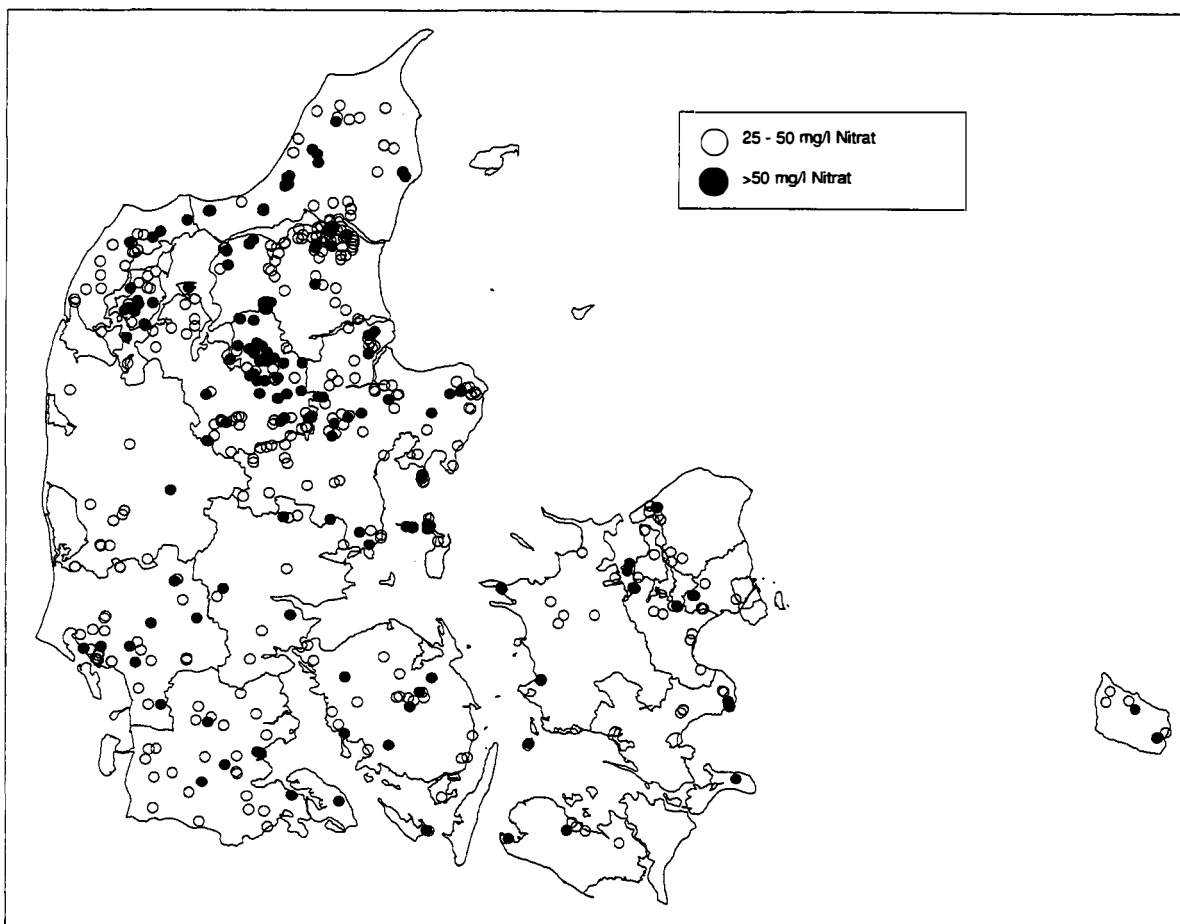
Nitrat i vandværkernes boringskontrol

Der er frem til 1997 indberettet i alt 7.873 vandværksboringer/filtre med nitratanalyser. Hovedparten af boringernes grundvand har lave nitratindhold (tabel 2.2). De høje indhold over 25 mg/l NO₃ optræder mest i det såkaldte 'Nitrat-bælte' der strækker sig fra det nordlige Århus Amt til ind i Viborg Amt (figur 2.6), men også grundvand i dårligt beskyttede områder som ved Ålborg og på Stevns har et højt nitratindhold.

Der er i 1996 indberettet data for yderligere 1.881 boringer/filtre, men den procentvise andel af nitratbelastede filtre er ikke ændret væsentligt. Det må dog bemærkes, at for perioden 1990-96 er kun 12% af boringerne analyseret mere end 2 gange, og for kun ca 2% findes der en analyse for alle årene (antagelig volumenmoniterende boringer i overvågningsområderne). For 1996 er der indberettet nitratdata fra 2.301 boringer. Sammenlignes disse tal med tal hele perioden 1990 - 1996 (tabel 2.2) ses ikke den store forskel.

Nitratindhold Median for 1990-96	Boringer/filtre indberettet for 1990 - 1995		Boringer/filtre indberettet for - 1996		Boringer/filtre indberettet for 1990 -1996	
	antal	%	antal	%	antal	%
>50 mg/l NO ₃	193	3,2	89	3,9	239	3,0
25-50 mg/l NO ₃	406	6,8	171	7,4	502	6,4
1-25 mg/l NO ₃	1.628	27,2	491	21,3	2.070	26,3
≤ 1 mg/l NO ₃	3.765	62,8	1.550	67,4	5.062	64,3

Tabel 2.2 Fordelingen af vandværksboringer efter nitratindhold



Figur 2.6 Nitratkoncentrationen i vandværkernes boringskontrol 1990-96, baseret på samtlige analyser fra perioden.

Amternes status over grundvandets indhold af nitrat

I årets rapportering af grundvandets indhold af nitrat fokuserer amterne primært på resultater fra grundvandsovervågningsområderne, og kun få amter omtaler resultater fra boringskontrollen. Vurderingerne er i vidt omfang baseret på årsgennemsnit og overvågningsfiltrene er grupperet i: (1) punkt-, linie- og volumenmoniterende filtre, (2) kvartære og prækvartære filtre og (3) grundvandsklasserne A, B, C, D, E. Flere amter (bl.a. Viborg og Århus) bemærker det u hensigtsmæssige i at bruge gennemsnitlige nitratværdier fra mange boringer i vurderingen af udviklingstendenser, hvorfor flere amter viser udvalgte serier fra enkelt filtre til illustration af generelle tendenser eller specielle forhold.

Nordlige Jylland

I Nordjyllands Amt er der fortsat et svagt fald i nitratkoncentrationen i de punktmoniterende filtre (hvor det yngste grundvand må formodes at være). I såvel de dybere linie- og punktmoniterende filtre som generelt i kvartære sandede og i prækvartære grundvandsmagasiner fortsætter den gennemsnitlige nitratkoncentration med at stige svagt (Nordjyllands Amt, 1997). I Viborg Amt er der også en svag stigning i den gennemsnitlige nitratkoncentration i perioden 1990 - 1996. Heller ikke i det allerøverste grundvand i landovervågningsoplandet, Barslund Bæk, er der fald i nitratkoncentrationen. Dette vil,

sammenholdt den høje nitratkoncentration i mange øvre grundvandsmagasiner, sandsynligvis betyde at vandværker i områder uden dybere magasiner fortsat vil have eller vil få problemer med grundvandskvaliteten (Viborg Amt, 1997).

Østlige Jylland

Heller ikke i Århus Amt er der nogen markant udvikling i grundvandets nitratkoncentration. Der er i det øvre iltede grundvand typisk målt nitratkoncentrationer på omkring 100 mg/l nitrat, og i et særligt husdyrbelastet område koncentrationer på typisk 200 mg/l (Århus Amt, 1997). I Vejle Amt (1997) har grundvandets indhold af nitrat været forholdsvis stabilt, dog er der tendenser til en stigning i gennem de seneste par år i de liniemoniterende borer, i 'vandtype-B'-boringer samt i de prækvartære borer. Der er ikke konstateret nitratgennembrud i nogen filtre i overvågningsperioden.

Vestlige Jylland

I Ringkjøbing Amt (1997) ses borer med såvel faldende nitratindhold gennem overvågningsperioden og som borer med et stigende indhold. Generelt er nitratindholdet i de øvre og terrænnære grundvandsmagasiner fortsat højt. I dybere borer, herunder mange vandværksboringer, er nitratindholdet lavt. I Ribe Amt (1997) ses en meget varierende udvikling i det øvre grundvands nitratindhold fra område til område. En del filtre har dog vist et stigende nitratindhold i 1996 i forhold til de foregående år. Der er indikationer på, at arealanvendelsens indflydelse på nitratkoncentrationen kan ses i flere filtre.

Sønderjylland og Fyn

I overvågningsområderne i Sønderjyllands Amt (1997) og Fyns Amt (1997) er der forholdsvis få grundvandsfiltre, der er nitratpåvirket. Variationerne i nitratindholdet i disse filtre kan i flere tilfælde tilskrives specielle forhold, hvorfor der ikke kan siges noget generelt om den reelle udvikling i nitratindholdet. F.eks. er der kun ved 2 ud af knap 2.000 analyser i grundvandsovervågningsområderne på Fyn målt et nitratindhold på over 50 mg/l.

Sjælland, Lolland, Falster og Bornholm

Trods variationer i nitratindholdet i overvågningsperioden er der ingen klare udviklingstendenser i det høje nitratindhold i de allerede belastede grundvandsfiltre på Bornholm (1997). I Storstrøms Amt (1997) er der generelt et højt og relativt konstant nitratindhold på 50-200 mg/l i det øvre grundvand. Det dybere grundvand har et lavt nitratindhold. Der er et markant fald i nitratindholdet i 1995-96 i de punkt- og liniemoniterende borer, som er belastet med et forhøjet nitratindhold i Vestsjællands Amt (1997). Om det skyldes Vandmiljøplanens tiltag, den ringe grundvandsdannelse de seneste par år eller andre forhold, kan på nuværende tidspunkt ikke afklares.

Tilsvarende er der i Roskilde Amt (1997) et fald i de terrænnære filters nitratindhold i 1996. Der er set nitratgennembrud i et enkelt filter, men i den overvejende del af overvågningsfiltrene er nitratindholdet lavt. I Frederiksborg Amts (1997) overvågningsboringer er der generelt kun mindre ændringer i nitratindholdet, men i enkelte filtre er der konstateret et markant fald eller en markant stigning i nitratindholdet gennem overvågningsperioden. Nitrat udgør ikke noget problem i overvågningsområderne i Københavns Amt (1997), hvor kun få filtre har et forhøjet indhold, og der er ingen tidlig udvikling i nitratindholdet. I overvågningsområdet i Københavns og Frederiksberg Kommune (1997) er antallet af nitrat-påvirkede filtre steget gennem overvågningsperioden fra 1 til 4 (ud af 10), men nitratindholdet er under grænseværdien for drikkevand og faldende i 1995-96.

Sammenfatning om nitrat

Hovedparten af boringerne, 60% af de liniemoniterende overvågningsfiltre og i 64% af vandforsyningsboringerne, indeholder ikke nitrat (≤ 1 mg/l nitrat). 25% af overvågningsfiltrene indeholder mere nitrat end den vejledende værdi for nitrat i drikkevand på 25 mg/l. Tilsvarende indeholder ca 10% af vandforsyningsboringerne nitratkoncentrationer over 25 mg/l. Det lavere tal for vandforsyningsboringer skyldes antagelig at mange vandforsyningsboringer med højt nitratindhold er blevet lukket.

Til trods for at der i overvågningsområderne er filtre eller grupperinger af filtre med et faldende nitratindhold i grundvandet er den generelle vurdering fortsat, at der ikke kan konstateres noget væsentligt ændret nitratindhold i grundvandet siden vedtagelsen af Vandmiljøplanen. Dette gælder også det øverste og mest terrænnære grundvand, hvor det må forventes, at en eventuel gunstig effekt af Vandmiljøplanens tiltag til begrænsning af nitratudvaskningen først må kunne spores. Den nedbørsfattige periode omfattende vintrene 1995/96 og 1996/97 har i flere sandede overvågningsområder i Jylland tilsyneladende givet sig udslag i et stigende nitratindhold i det øvre grundvand. Modsat ses i visse lerede overvågningsområder på Sjælland et fald i nitratindholdet specielt i 1996.

Tidsserieanalyserne af de nitratbelastede filtre viser, at for 15% af de nitratbelastede filtre er der et fald i grundvandets nitratindhold inden for de sidste 2 til 3 år. For en del af disse filtre kan faldet skyldes tiltag i forbindelse med Vandmiljøplanen. Den planlagte datering af grundvandet de kommende år vil antagelig klargøre dette. Nitratindholdet i vandværkernes indvindingsboringer har ikke ændret sig meget gennem de sidste år. Der er dog en tendens til at en større andel af filtre har over 25 mg/l nitrat.

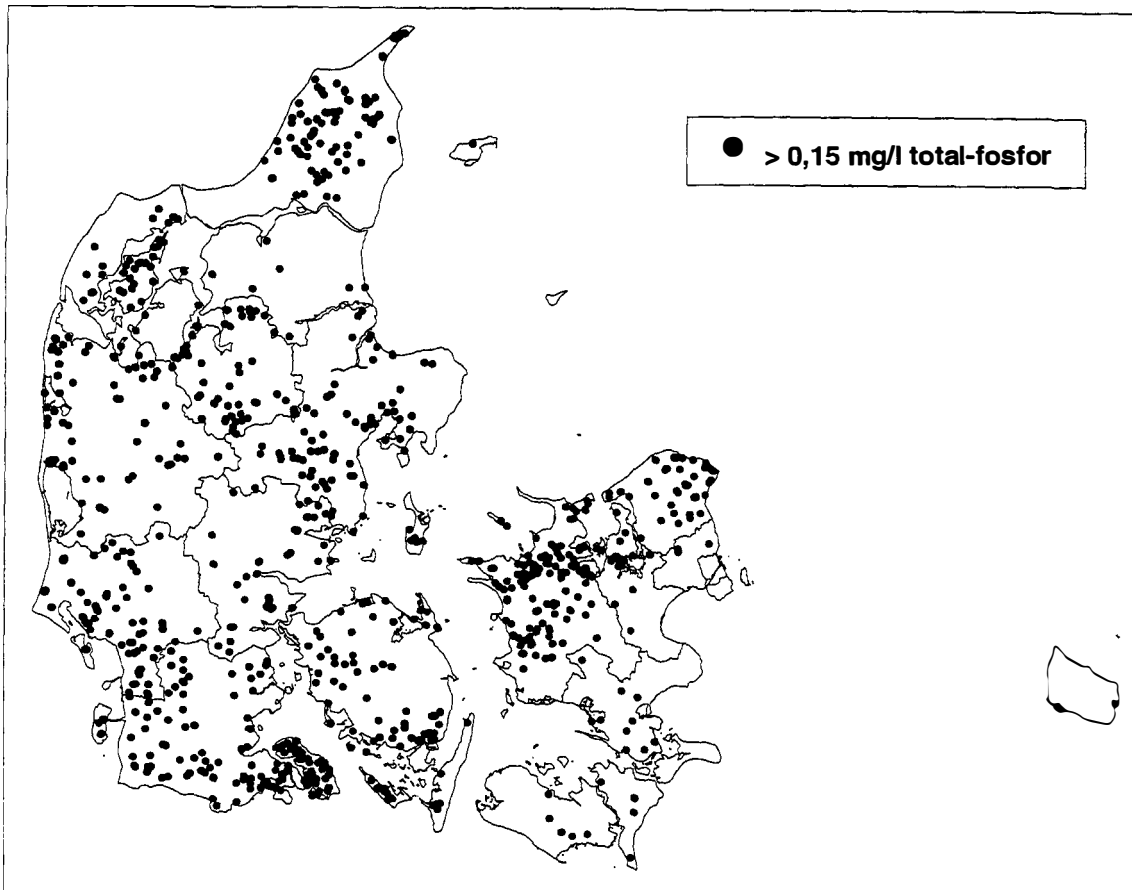
Fosfor

Udviklingen i grundvandets indhold af fosfor

I overvågningsoplandene er der i alt analyseret for total-fosfor i 1.278 filtre. Af disse har 732 filtre oplysninger for perioden 1990 - 1996, med mindst én analyse hvert år (5 filtre færre end i sidste års rapport). Disse data er grupperet og behandlet på samme måde som for nitrat. I de fleste grupperinger ligger total-fosfor under grænseværdien for fosfor i drikkevand på 0,15 mg/l. Ændringen i de årlige medianværdier er meget lille og der er ingen signifikant udvikling (90% konfidens niveau) i de forskellige gruppers totale fosforindhold.

Af de 732 filtre med fosforanalyser hvert år har 183 mindst ét af årene 1990-96 en medianværdi over 0,15 mg/l total-fosfor, men kun 69 filtre ligger over 0,15 mg/l alle årene. Hovedparten af de sidstnævnte ligger i jern- og sulfat-redoxzonen eller i metan-redoxzonen (62 filtre), som ikke er påvirket af nitrat. Disse filtre er derfor næppe påvirket af overflade aktiviteter.

Fosforindholdet i vandindvindingsboringerne er visse steder i landet relativt højt (figur 2.7) og ca 21% af de indberettede boringskontrolanalyser har mere end 0,15 mg/l total-fosfor (1.442 boringer). Da hovedparten fjernes ved almindelig vandbehandling udgør fosfor ikke noget problem for drikkevandsforsyningen. Men hvor der ikke er vandbehandling, f.eks. private brønde, vil overskridelser af grænseværdien for drikkevand ikke kunne udelukkes. Høje fosforindhold findes dog især i dybereliggende grundvand i områder med marine aflejringer.



Figur 2.7 Total-fosfor i vandværkernes boringskontrol. Medianværdier for perioden 1990-96.

Amternes status over grundvandets indhold af fosfor

Som for nitrat fokuserer amterne i årets rapportering af grundvandets indhold af fosfor primært på resultater fra grundvandsovervågningsområderne, og kun få amter omtaler resultater fra boringskontrollen.

Jylland

Det gennemsnitlige fosforindhold i overvågningsboringerne i Nordjyllands amt har været faldende i perioden 1989-1993. I 1994 optrådte en forhøjet koncentration, men fosforindholdet er igen faldende i 1995-1996 (Nordjyllands Amt, 1997). I Viborg Amt ligger fosforindholdet i grundvandet på et stabilt og lavt niveau (Viborg Amt, 1997). I Århus Amt er der i 2 lerjordsområder konstateret et stigende fosforindhold med dybden og modsat er der i 2 sandjordsområder (med større dyrehold) målt det største fosforindhold i de øverste lag. Disse forhold vil blive undersøgt nærmere med multifilterboringer i 1997 (Århus Amt, 1997). I den nordlige del af Ringkjøbing Amt (1997) er der et geologisk betinget højere fosforindhold (0,2-0,3 mg/l) i det dybere grundvand. Trods variationer fra år til år i det øvre grundvands indhold af fosfor betegnes fosforindholdet i Vejle amt (1997) som relativt stabilt. Som i Ringkjøbing Amt er der i Ribe Amt (1997) og Sønderjyllands Amt (1997) et geologisk betinget højere fosforindhold i det dybere grundvand. Der ses ingen udviklingstendenser i fosforindholdet.

Øerne

Også på Sydfyn er der et forhøjet og geologisk betinget men faldende fosforindhold i det dybere grundvand i overvågningsområderne (Fyns Amt, 1997). På Bornholm (1997) måles uændrede meget lave fosforindhold i grundvandet. I overvågningsområderne på Lolland og Falster er fosforindholdet generelt højt i grundvandet, ofte omkring 0,2 mg/l (Storstrøms Amt, 1997). I Roskilde Amt (1997) er der et konstant fosforindhold i overvågningsboringerne, med undtagelse af to terrænnære filtre som har en stigende koncentration med et indhold på over 0,15 mg/l. I flere overvågningsområder i Frederiksborg Amt (1997) er der filtre med et relativt konstant fosforindhold over grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg/l. Fosforindholdet er generelt lavt og uden tidlig variation i overvågningsområderne i Københavns Amt (1997). I overvågningsområdet i Københavns og Frederiksberg Kommune (1997) faldt fosforindholdet i flere boringer i de første år af overvågningsperioden 1990 - 1996. Flere af de punktmoniterende filtre de to kommuner har fortsat et højt fosforindhold omkring 0,15 mg/l.

Sammenfatning for fosfor

I flere dele af landet måles et geologisk betinget fosforindhold, der er over grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg/l. Dette er især i de dybere grundvandsmagasiner med jern- og sulfat-redoxzonen og metan-redoxzonen, hvor grundvandets sammensætning er præget af ældre marine aflejringer. De relative høje fosforindhold betyder dog sjældent problemer med drikkevandskvaliteten, da fosfor normalt vil udfældes under grundvandets iltning på vandværkerne. I enkelte terrænnære filtre i overvågningsområderne er der et forhøjet fosforindhold som sandsynligvis skyldes overfladeforurening. Trods lokale variationer i grundvandets fosforindhold gennem overvågningsperioden 1990 - 1996 er den generelle vurdering fortsat, at der ikke er nogen væsentlig ændring i grundvandets fosforindhold.

Forsuring af grundvandet

Naturlig forsuring

Den naturlige forsuring skyldes primært produktion af kuldioxid i rodzonen som følge af mikrobiologisk aktivitet og rodånding. Jordluften i rodzonen indeholder typisk 10-100 gange så meget kuldioxid som atmosfæren. Jordluftens kuldioxid opløses i det nedsivende vand og danner kulsyre, der under normale pH forhold opløser kalk og andre mineraler, hvorved jordlagene forsures. Denne proces har foregået gennem ca. 10.000 år i de unge landskaber nord og øst for isens hovedopholdsline i Jylland, og yderligere 100.000 år i sidste mellemistid på bakkeøerne i Vest- og Sønderjylland.

Menneskeskabt (antropogen) forsuring

Øget atmosfærisk deposition af syre fra svovl- og kvælstofforbindelser, fremkommet ved afbrænding af fossile brændstoffer, har bidraget til en forøget forsuring af de øverste jordlag. Dette bidrag udgør dog kun en brøkdel af den naturlige kulsyreforsuring. Til gengæld kan den antropogene syredeposition medføre lavere pH-værdier i de øverste jordlag end den naturlige kulsyreforsuring.

Tilførsel af kvælstofholdig gødning, der ved nitrifikation af ammoniak og ammonium omdannes til nitrat, bidrager ligeledes til forsuringen. Denne proces har speciel betydning på sandede jorde, hvor kombinationen af store mængder husdyrgødning og stor nedbør resulterer i

en hurtig nedvaskning af ammonium og ammoniak til niveauet under rodzonen, hvor den producerede syre ikke kan neutraliseres ved tilførsel af jordbrugskalk på jordoverfladen.

Menneskelig aktivitet i form af vandindvinding, dræning og afvanding medfører sænkning af grundvandsspejlet. Sænkningen, der giver luftens ilt adgang til de tidligere vandmættede jordlag så pyrit iltes under dannelse af sulfat og brintioner, bidrager til forsuring af jordlagene. Svovlsyre dannes desuden når grundvand med nitrat kommer i kontakt med pyritholdige sedimenter. Denne proces producerer dog langt mindre syre end iltning af pyrit med ilt.

Forsuringsfront

De geologiske forhold bestemmer jordlagenes bufferkapacitet overfor det samlede naturlige og antropogene forvitringstryk ved forsuring. Hvor dybt forsuringen trænger ned, og hvor kraftigt det geokemiske miljø påvirkes, afhænger foruden af forvitringstrykket (tid, kildestyrke og nettonedbør) af jordlagenes bufferkapacitet (indhold af baser og elektrondonorer). Jordlagene i den umættede zone og i grundvandszonen kan, afhængig af de geologiske forhold, være mere eller mindre kalk- og lerholdige og dermed have meget forskellig modstandskraft mod forsuring. Dertil kommer, at de forskellige fysiske egenskaber (kornstørrelse og permeabilitet) påvirker vandets strømningsmønster, og dermed kontakten mellem vand og sediment.

Forenklet kan udbredelsen af forsuringsfronten i kalkholdige lag summeres ved følgende reaktioner, der ligeledes kan bruges som vejledende for at forstå kilden til forsuring. Ved kalkforvitring forårsaget af kuldioxid er forholdet mellem produceret calcium og bicarbonat 1:1 mens det ved iltning af pyrit og reducerede kvælstofforbindelser er 2:1 (tabel 2.3).

	Proces	Produceret Ca og HCO₃⁻ (mækv.:mækv.)
Kuldioxid	$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^-$	1:1
Iltning af pyrit - med ilt	$2 \text{CaCO}_3 + \text{FeS}_2 + 3\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{Fe}^{2+} + 2 \text{SO}_4^{2-}$	2:1
Iltning af pyrit - med nitrat	$5 \text{CaCO}_3 + 5 \text{FeS}_2 + 14 \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{Ca}^{2+} + 5\text{HCO}_3^- + 7\frac{1}{2} \text{N}_2 + 10 \text{SO}_4^{2-} + 5 \text{FeOOH}$	2:1
Iltning af ammonium	$\text{CaCO}_3 + \text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	2:1
Iltning af ammoniak	$2 \text{CaCO}_3 + \text{NH}_4^+ + 2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	2:1

Tabel 2.3 Typiske syreproducerende forvitningsprocesser i kalkholdige lag, med angivelse af produceret calcium og bikarbonat i milliækvivalenter.

Efterhånden som jordlagene udvaskes for kalk falder pH i det nedsivende vand, hvorefter lermineraller og andre syreopløselige silikater opløses helt eller delvist. Ved disse processer sker der en forøgelse af grundvandets indhold af calcium og magnesium, uden at alkaliniteten (se nedenfor) forøges. Derved stiger grundvandets blivende hårdhed, samtidig med den relative andel af den totale hårdhed øges. Tilsvarende sker i kalkholdige jordlag, hvis der dannes uorganiske syrer, f.eks. ved pyrit-, ammonium- eller ammoniak-oxidation.

pH i nedbør og grundvand

Nedbørens pH er lavt - typisk mellem 4 og 5 - i forhold til de værdier, der normalt måles i grundvand - hovedregel mellem 6 og 8. Denne variation i pH forudsætter, at nedbørens indhold af brintioner fra kuldioxid og stærke uorganiske syrer neutraliseres helt eller delvist under grundvandsdannelsen. Grundvandets pH værdi kan bruges som indikator for hvor langt forsureningen er fremskreden i det pågældende grundvandsmagasin. Den bedste beskrivelse foretages på baggrund af pH målinger foretaget i felten i forbindelse med indsamlingen af vandprøver. Senere pH målinger i for eksempel laboratoriet vil i højere grad være udtryk for en ikke-ligevægtsmåling. Således vil for eksempel afgangning af kuldioxid fra vandprøven resultere i en stigning i den målte pH-værdi, mens iltningen af opløst ferrojern modsat vil medføre et fald i den målte pH (Århus Amt 1997).

Alkalinitet

Medens grundvandets pH er udtryk for koncentrationen af brintioner så er vandets alkalinitet udtryk for grundvandets bufferkapacitet (eller robusthed) overfor forsurening. Alkalinitet angiver den mængde brintioner målt i milliækvivalenter, som en liter vand er i stand til at neutralisere til en given pH, som i Danmark typisk er 4.5.

Forsuring og grundvandskvalitet i grundvandshovedklasse A - F

Hovedklasse A findes primært udbredt i de sandede egne i det vestlige Jylland. I disse områder har en gennemgribende forsurening i mere end 100.000 år bevirket at grundvandets gennemsnitlige pH er 5,9 (figur 2.8). Den viste spredning i vandets pH, fra pH 4 - 8, må tilskrives variationer i bl.a. geologiske forhold, hvor de laveste værdier repræsenterer grundvandsmagasiner med bufferkapacitet primært knyttet til silikatforvitring. Samtidig med den meget lave pH er det gennemsnitlige indhold af aggressiv (overskydende) kuldioxid målt til ca. 30 mg/l hvilke er væsentlig højere end for de øvrige hovedklasser, medens alkaliniteten er meget lav.

Vedvarende forsureningsprocesser har ligeledes resulteret i lave calcium koncentrationer, omkring 25 mg/l (figur 2.8). Lave sulfat koncentrationer, under 40 mg/l, viser at det primært er forsureningsprocesser uden pyritforvitring, der er dominerende i hovedklasse A. Lav pH (< ca. 4,5) er ensbetydende med større mobilitet af aluminium, nikkel, zink og cadmium.

Grundvand klassificeret som **hovedklasse B** findes i de dybere dele af grundvandsmagasinerne i de samme egne som hovedklasse A, over større dele af Jylland og i sandede områder i Nordsjælland. Grundvandsmagasinerne er generelt mere kalkholdige, vandet mindre præget af forvitring og den gennemsnitlige pH er 7,5. Grundvand af denne type besidder stadig nogen bufferkapacitet, her udtrykt ved gennemsnitlige koncentrationer af bicarbonat på 170 mg/l. Også den gennemsnitlige koncentration af calcium er højere end for hovedklasse A, med gennemsnitkoncentrationer på 70 mg/l. Indholdet af sulfat er nogenlunde som for hovedtype A og antagelig udtryk for den gennemsnitlige koncentration i det nedsivende vand. Indholdet af aluminium, nikkel, zink, arsen og cadmium i hovedklasse B er forholdsvis lave sammenlignet med de resterende hovedklasser.

For **hovedklasse C** typen, der er typisk for de øverste grundvandsmagasiner i egne med kalkholdigt moræneler, kan der konstateres en lavere gennemsnitlig pH på 7,2, sammenlignet med de resterende kalkrige magasiner (pH 7,5). Denne lavere pH forekommer samtidig med, at der måles markant forhøjet sulfat, op til ca. 150 mg/l. Et koncentrationsniveau der er tæt

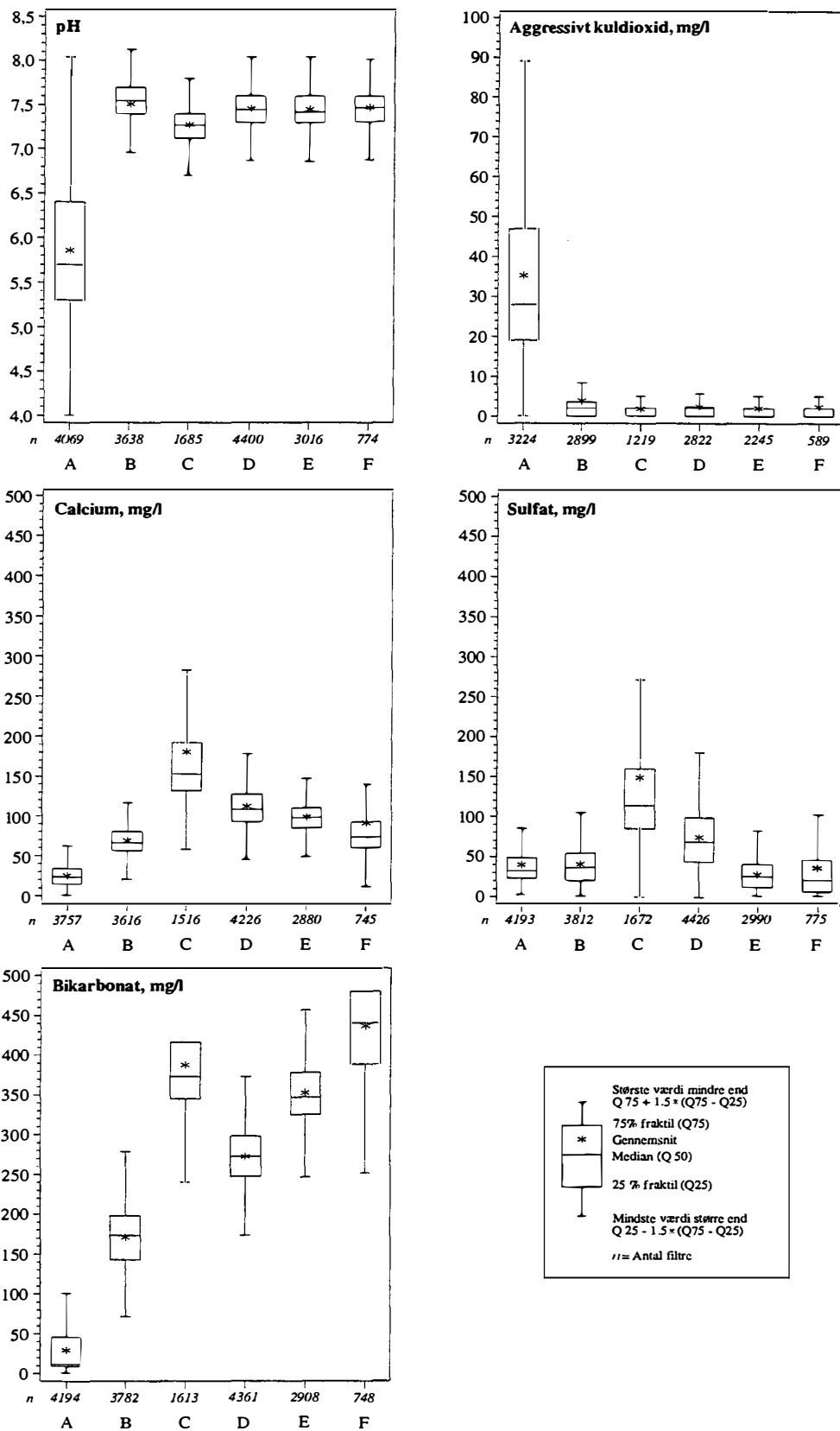
knyttet til pyritoxidation, og som også fører til højere alkalinitet og forhøjede koncentrationer af calcium og magnesium. Det skyldes dannelse af svovlsyre og opløsning af tilstedeværende calciumcarbonat og dolomit. Iltningen af pyrit har antagelig medført en frigivelse af en række komponenter og ført til markant højere indhold af nikkel, zink og cadmium.

En karakteristisk forløb for denne grundvandstype kendes bl.a. fra Roskilde Amt ved Ejby-Spanager Kildepladser hvor vandindvinding i perioden 1966 til 1996 har resulteret i en markant udvikling i calcium, sulfat og total hårdhed medens den forbigående hårdhed knyttet til bikarbonat er næsten uændret, figur 2.10.

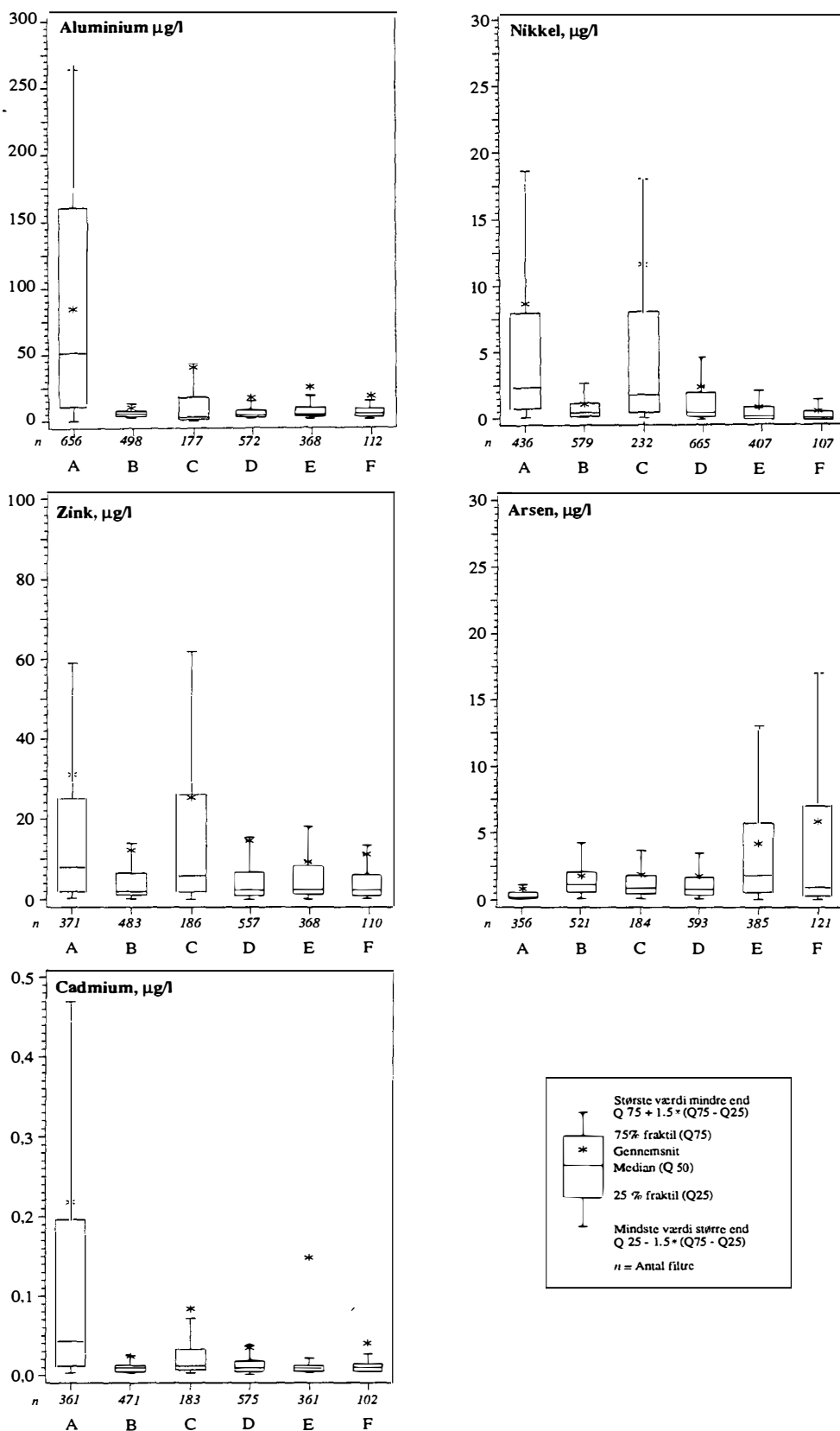
Hovedklasse D, der er karakteristisk for de øvre grundvandsmagasiner i egne med kalkholdigt moræneler har en gennemsnits pH på 7,5. Der er tilsyneladende ikke sket nogen forsurening eller kun mindre ændringer i denne grundvandstype, hvor den gennemsnitlige alkalinitet er på ca. 250 mg/l og den gennemsnitlige koncentration af calcium er ca. 100 mg/l. En gennemsnits koncentration af sulfat på 70 mg/l kan være begrundet i dyrkningsmæssige forhold, men er antagelig snarere knyttet til pyritoxidation ved enten ilt eller nitrat. Kun indholdet af zink synes svagt højere end typisk målt i de dybere kalkpåvirkede grundvandsmagasiner som hovedklasse E og F, hvorimod der ikke synes nogen markant stigning i indholdet af aluminium, nikkel, arsen og cadmium.

For **hovedklasse E**, der er typisk for dybe grundvandsmagasiner i egne med kalkholdig moræneler på Øerne, er den gennemsnitlige pH 7,5. Den gennemsnitlige alkalinitet i disse magasiner er ca. 350 mg/l bikarbonat, der forekommer samtidig med forholdsvis lave indhold af sulfat (20 mg/l). Det kalkholdige magasin gør denne hovedtype meget lidt sårbart overfor almindelige forsureningsprocesser. Ligeledes de overvejende anoxiske redoxforhold (jern- og sulfat-zone og metan-zone, GEUS 1996) vanskeliggør forvitring af pyrit med tilhørende forsurening. Sidstnævnte vil imidlertid kunne indtræffe i forbindelse med en betydelige ændringer (sænkning) af grundvandsspejlet, enten som følge af kraftig vandindvinding eller efter perioder med ringe nettonedbør. Indholdet af aluminium, nikkel, arsen og cadmium er alle lave i denne hovedklasse.

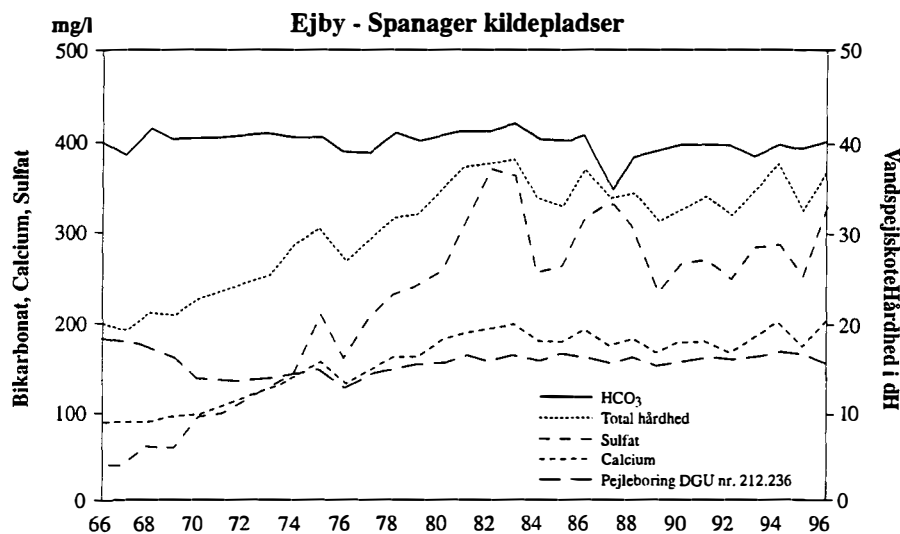
De dybe kalkholdige grundvandsmagasiner beskrevet ved **hovedklasse F** er ikke præget af forsurening. De målte pH-værdier ligger i gennemsnit på 7,5 og findes samtidig med høje bufferkapaciteter for grundvandet, udtrykt ved gennemsnitlige alkalinitetsværdier på 450 mg/l bikarbonat. Det forholdsvis høje magnesium koncentrationer skyldes primært ionbytningsprocesser, og ikke opløsning af dolomitkalk i forbindelse med forsurening. Redoxforholdene i denne hovedtype (GEUS, 1996) virker konserverende på eventuelle pyritforbindelser og kun ved sænkning af grundvandsspejlet eller tilstrømning af nitratholdigt vand vil der ske et forbrug af alkalinitet. Indholdet af aluminium, nikkel og cadmium er lave, mens det naturlige indhold af arsen ligesom i hovedtype E er markant højere end for hovedklasserne A til D.



Figur 2.8 Fordelingen af pH, aggressiv kuldioxid, calcium, magnesium, bicarbonat og sulfat for hver af de seks grundvandshovedklasser, baseret på grundvandsdata indsamlet i perioden 1990 - 1996.



Figur 2.9 Fordelingen af aluminium, nikkel, zink, arsen, og cadmium for hver af de seks grundvandshovedklasser, baseret på grundvandsdata indsamlet i perioden 1990 - 1996.



Figur 2.10 Calcium, sulfat, hydrogencarbonat, total hårdhed samt vandspejlskote ved Ejby-Spanager Kildeplads (Roskilde amt, 1997)

Amternes status over grundvandets forsurening

I **Nordjyllands Amt** vurderes forsurening af grundvandet ikke at være noget generelt problem, idet der de fleste steder i amtet findes syreneutraliserende lag. Lokalt, ved Skagen, på Læsø, eller i området omkring Aalborg, er der konstateret en begyndende forsurening, der primært antages at skyldes pyritoxidation, ved enten ilt eller nitrat. En samtidig frigivelse af nikkel giver ikke noget generelt problem for vandkvaliteten, idet koncentrationer over grænseværdien kun er målt enkelte steder i amtet.

I overvågningsboringerne i **Viborg Amt** er der målt pH mellem 4,3 og 8,7. De laveste værdier er målt i grundvand fra Rabis bæk området, hvor kalkfrie sedimenter forekommer ned til 30 meters dybde. Samtidig med pH under ca. 6,3 indeholder vandet som hovedregel aggressiv kuldioxid medens vand med pH over ca. 7,4 har højt indhold af bicarbonat. Det formodes, at tilførsel af jordbrugskalk til landbrugsarealerne virker med til at neutraliserer det overskud af syre, som skyldes tilførsel af gødning.

Ligeledes i **Ringkøbing Amt** viser resultaterne fra grundvandsovervågningen, at forsureningen er meget udtalt i frie sandmagasiner. Samtidig hermed er der høje koncentrationer af aggressiv kuldioxid og mobilitet af nikkel. En mobilitet, der ved øget antropogen forsurening, må formodes at kunne registres til stadig større dybder. En dyberegående forsurening er desuden målt i den sydøstlige del af amtet, hvor jordlagenes naturlige indhold af pyrit gennem tusinder af år er blevet iltet ved ilt opløst i det nedsivende vand, hvorved jordlagenes naturlige indhold af kalk er blevet forbrugt af den ved processen producerede syre. For størstedelen af amtet gælder dog, at vandkvaliteten i de dybereliggende grundvandsmagasiner er god.

I **Århus amt** er jordlagene typisk kalkholdige så vandet ikke bliver surt, når der tilføres syre. I disse områder forventes det, at udviklingen af forsureningen sker langsomt, og at der kan foregå en gradvis forsurening, uden at det samtidig foranlediger en ændring i grundvandets pH. I den vestlige del af amtet, der er beliggende vest for isens hovedopholdsline, er jordlagene overvejende kalkfrie og de målte pH er lavere end for den øvrige del af amtet. Det er således

nødvendigt at tilføre kalk til det oppumpede vand for at neutralisere syren og fjerne aggressiv kulsyre.

Grundvandet i **Vejle Amt** er surt i den vestlige og nordlige del af amtet hvor de primære grundvandsmagasin består af miocænt sand ofte dækket af kvartært smeltevandssand. Her er de målte pH ofte under 6 og samtidig nødvendiggør høje indhold af aggressiv kuldioxid en specialbehandling af vandet før dette anvendes som drikkevand. I overvågningsområderne er filtre med pH lavere end 6 ledsaget af forhøjet indhold af aluminium.

Langvarig udvaskning i **Ribe Amt** har medført, at der flere steder kan lokaliseres to forsuringsfronter på baggrund af fordelingen af kvarts, aluminium, nikkel, zink og arsen. I de overfladenære filtre er vandets pH typisk mellem 5 og 6, men kan enkelte steder være ned til ca. 4.5. I de dybe magasiner varierer vandets pH, men er som oftest over 6. Kun få steder inden for amtet findes karbonatholdige mineraler, og neutraliseringen af det nedsivende vand sker derfor primært ved langsommere processer, f.eks. opløsning af silikatmineraler. Udbredelsen af surt vand har resulteret i forhøjede indhold af aluminium, nikkel og zink i de fleste filtre. Flere steder, primært i de overfladenære filtre, i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

I **Sønderjyllands Amt** anses forsurende for nærværende ikke at være et problem for vandkvaliteten. Resultaterne fra overvågningsfiltrene viser således, at det kun er 4-5 boringer, der er påvirket af forsurende med pH under 7, medens resten af filtrene ligger stabilt over 7.

Over overvågningsperioden er der sket en væsentlig stigning i sulfatindholdet i vand fra **Fyns Amt**. Især i de seneste år har to overvågningsområder vist en kraftig stigning i sulfatindholdet, forårsaget af iltning af pyrit og som falder sammen med, at grundvandsstanden er faldet efter lave nedbørsmængder i 1995 og 1996. Iltningen af pyrit har imidlertid ikke resulteret i faldende pH.

Grundvandets forvitningsgrad i **Frederiksborg Amt** og dermed forsurende er størst i det øvre sekundære grundvand, hvor også de højeste gennemsnitlige indhold af aluminium er fundet. Vandet i de nedre sekundære magasiner samt i de primære magasiner er derimod velbeskyttede mod forsurende. Det vurderes, at forsurende skyldes en kombination af landbrugspåvirkning og grundvandssænkning, hvor sidstnævnte især er udbedt ved Københavns Vandforsynings kildepladser.

Undersøgelser i **Vestsjællands Amt** viser, at vand fra flere overfladenære filtre har høje indehold af aluminium, hvor specielt høje værdier er målt under naturarealer. Dybere grundvand i overvågningsområderne er ikke truet af forsurende. Dette synes også at gælde resten af amtet, hvor effekten af den naturlige såvel som den antropogene forsurende forventes at være begrænset grundet tilstedeværelse af kalkholdige jordlag. Ligeledes må opkalkning af landbrugsarealer antages at bidrage til en stigning i det nedsivende vands pH.

I **Roskilde Amt** er overfladenært grundvand af typen C påvirket af forsurende processer. Samtidige høje værdier af calcium i disse filtre viser, at den tilstedeværende kalk har neutraliseret de dannede syrer. Forsurende processer betinget af vandindvinding (og grundvandssænkning) forekommer ligeledes flere steder i amtet, hvilke kan ses bl.a. ved vandets indhold af sulfat og calcium. I dybere liggende magasiner modvirker kalkholdige geologiske aflejringer forsurende, hvorfor et fald i vandets pH dæmpes.

Ekstrem forsurening af grundvandet og frigivelse af aluminium er ikke et problem i **Københavns Amt**. Jordlagene her har rigelig med bufferkapacitet i jorden i form af bl.a. kalk, i både dæklaget og i selve grundvandsmagasinet. I amtet registres forsureningen ved stigende koncentration af bl.a. sulfat og større hårdhed i grundvandet i visse dele af amtet, blandt andet i **Københavns- og Frederiksberg Kommuner**, hvor grundvandskvaliteten afspejler effekten af den kraftige vandindvinding og effekten af store grundvandssænkninger som følge af store anlægsarbejder. Den langvarige vandindvinding formodes at være årsagen til ændringen i vandkvaliteten i grundvandsovervågningsområdet, fra overvejede at have været type D til nu at tilhøre type C. Samtidig hermed har forsureningen introduceret en øget hårdhed samt høje indhold af nikkel og sulfat. Da grundvandsmagasinet er kalkholdigt og med neutral pH er der intet problem med aluminium.

I 4 af **Storstrøms Amts** 5 overvågningsområder kan der spores en forsurening i det yngste og mest terrænnære grundvand, klassificeret som hovedklasse C og D, hvor også de højeste koncentrationer af aluminium er målt. Dybere og ældre grundvand af type E og F er derimod ikke påvirket af forsurening. Boringskontrollen viser ligeledes, at grundvandet i amtet generelt har en god naturlig kvalitet, der hænger sammen med de primære magasiners gode beskyttelse. Trods jordlagenes høje indhold af kalk og heraf neutrale pH-forhold i grundvandet, findes nikkel til tider i problematiske koncentrationer. Dette gælder specielt på Stevns og på Lolland, i områder hvor grundvandet er dårligt beskyttet.

I overvågningsområdet i **Bornholms Amt** er der mest målte pH omkring 7, med en tendens til lavere pH i den nordlige del af området, hvor også indholdet af calcium er lavere end i den resterende del.

Forsuring og dens følger

Introduktion af ilt eller nitrat ved naturlige processer, vandindvinding og dræning i reducerede pyritholdige jordlag vil forholdsvis hurtigt kunne medføre et markant forbrug af jordlagenes naturlige bufferkapacitet samt frigivelse af uorganiske sporstoffer som nikkel, zink, cadmium.

Baseret på grundvandsdata indsamlet i perioden 1990-1996, kan det konstateres, at der som følge af et højt forvitringstryk, karakteriseret ved lang tids (> 100.000 år) naturlige forsuringsprocesser (kulsyre-dannelse) har reduceret det geologiske bufferpotentiale, således at der sker en forsurening i grundvandsmagasiner tilhørende hovedtype A. Disse grundvandsmagasiner findes overvejende udbredt over forsuringsfronten og den resterende bufferkapacitet er knyttet til ler og silikatforvitring. Meget lav pH har gjort aluminium mobilt så det maksimalt tilladelige indhold i drikkevand i nogle tilfælde overskrides. Ligeledes er mobiliteten af zink, nikkel og cadmium forøget.

Også de øverste kalkholdige grundvandsmagasiner tilhørende type C er udsat for en begyndende forsurening, i gennemsnit svarende til 0,3 pH-værdi. Årsagen hertil er primært knyttet til antropogene processer, der til sammenligning med hovedklasse A, har fundet sted over en meget kort periode som følge af iltning af pyritholdige sedimentter, enten ved frit ilt eller nitrat. Herved stiger såvel vandets alkalinitet som indholdet af calcium og magnesium, men det resulterer samtidig i en større blivende hårdhed knyttet til sulfat (mindre bicarbonat hårdhed). Pyritforvitringen kan ligeledes erkendes ved forhøjede koncentrationer af cadmium, nikkel og zink.

For den overvejende del af grundvandstyperne - hovedklasser B, D, E og F - er de gennemsnitlige målte pH-værdier tæt på 7,5 og der findes stadig nogen bufferkapacitet i grundvandet udtrykt ved værdier mellem 150 og 450 mg/l bikarbonat. Forsuringen kan endnu ikke erkendes her og dette skyldes bl.a. høj bufferkapacitet samt forholdsvis dybde grundvandsmagasiner. Hvor grundvandsdannelsen foregår gennem geologiske vinduer karakteriseret ved oprindeligt lave kalkindhold samt høj permeabilitet kan dele af grundvandsmagasiner være kraftig udvasket og udsat for forsuring medens andre mindre permeable lag stadig er kalkrige (Ernstsen og Thorling, ikke publicerede data). Sådanne forhold kan det nuværende datamateriale imidlertid ikke belyse på grund af forholdsvis få observationer (filtre) fra hvert grundvandsmagasin.

Det overordnede billede af forsuringen er derfor, at jordlagenes evne til at modstå forsuring (bufferkapacitet) opbruges ved dels naturlige processer og dels antropogen påvirkning. Hvor der er tale om grundvandsmagasiner, dækket af unge geologiske materialer med betydelig bufferkapacitet, er sårbarheden overfor forsuring meget ringe. Ydermere kan en del af den tabte bufferkapacitet kompenseres ved regelmæssig tilførsel af jordbrugskalk til landbrugsarealer.

Opkalkningen påvirker specielt rodzonen, medens det dybere nede kan være vanskeligt at kompensere for det tab af bufferkapacitet, der sker ved bl.a. omdannelse af ammonium og ammoniak til nitrat (nitrifikation). Her sker en tæring på den naturlige bufferkapacitet. Områder, der ikke tilføres jordbrugskalk eller hvor grundvandsmagasinerne er dækket med lavt buffrede lag, er specielt sårbare over for forsuring og mobilisering af uorganiske sporelementer kan forventes i disse områder. Forsuringen vil derfor have betydelige konsekvenser for grundvandskvaliteten i natur- og vådområder samt under tidligere intensivt dyrkede landbrugsarealer, der braklægges eller nyplantes med skov.

Uorganiske sporstoffer

Overvågningsfiltre

Med indberetningen af data fra 1996 er der ialt i perioden 1989 til 1996 undersøgt ca. 1.000 overvågningsfiltre for uorganiske sporstoffer. I 1996 var der ialt 893 filtre, som var egnede til disse analyser. Hovedtal for de uorganiske sporstoffer, som indgår i grundvandsovervågningen fremgår af tabel 3.1, der er opstillet på grundlag af den grundvandskemiske database ved GEUS.

Der er fundet ét eller flere uorganiske sporstoffer i alle 893 overvågningsfiltre, og der er fundet koncentrationer, der overskrider grænseværdien for drikkevand (Miljøministeriet 1988) for ét eller flere uorganiske sporstoffer i 496 filtre. Amternes seneste dataindberetning ændrer ikke ved opfattelsen af fordelingen af uorganiske sporstoffer, således som det blev præsenteret i 1995 (GEUS 1995).

I figurene 3.1 og 3.1 er vist den procentvise fordeling af de fundne koncentrationer for en række uorganiske sporstoffer. I figurene 3.3 og 3.4 er vist forekomst af henholdsvis nikkel og arsen i Danmark.

Uorganiske sporstoffer	Kemisk symbol	Analyser antal	Fund antal	Analyserede filtre antal	Median: $\mu\text{g/l}$	Højeste måling, $\mu\text{g/l}$
Arsen	As	2.226	1.940	960	0,79	129
Bly	Pb	2.073	935	960	0,18	40
Cadmium	Cd	2.118	897	965	0,012	16
Kviksølv	Hg	1.374	952	897	0,0017	0,114
Selen	Se	1.073	365	877	0,10	43
Cyanid	CN	1.886	159	960	2,0	31
Nikkel	Ni	2.502	1.802	1.006	0,57	390
Zink	Zn	2.133	1.157	959	3,40	1.100
Kobber	Cu	2.219	1.387	965	0,23	49
Krom	Cr	2.173	1.559	959	0,13	8,9
Molybdæn	Mo	1.857	1.519	956	0,73	30
Vanadium	V	1.072	456	876	0,50	110
Aluminium	Al	2.559	2.214	961	3,4	17.000
Barium	Ba	1.861	1.860	955	71	2.300
Lithium	Li	1.846	1.805	956	6,1	630
Bromid	Br	1.841	1.816	947	87	16.000
Strontium	Sr	1.879	1.879	960	320	30.080

Tabel 3.1 Uorganiske sporstoffer, hovedtal fra grundvandsovervågningen 1990-96. Koncentrationer i $\mu\text{g/l}$. Medianværdien er beregnet på medianværdier for de enkelte filtre.

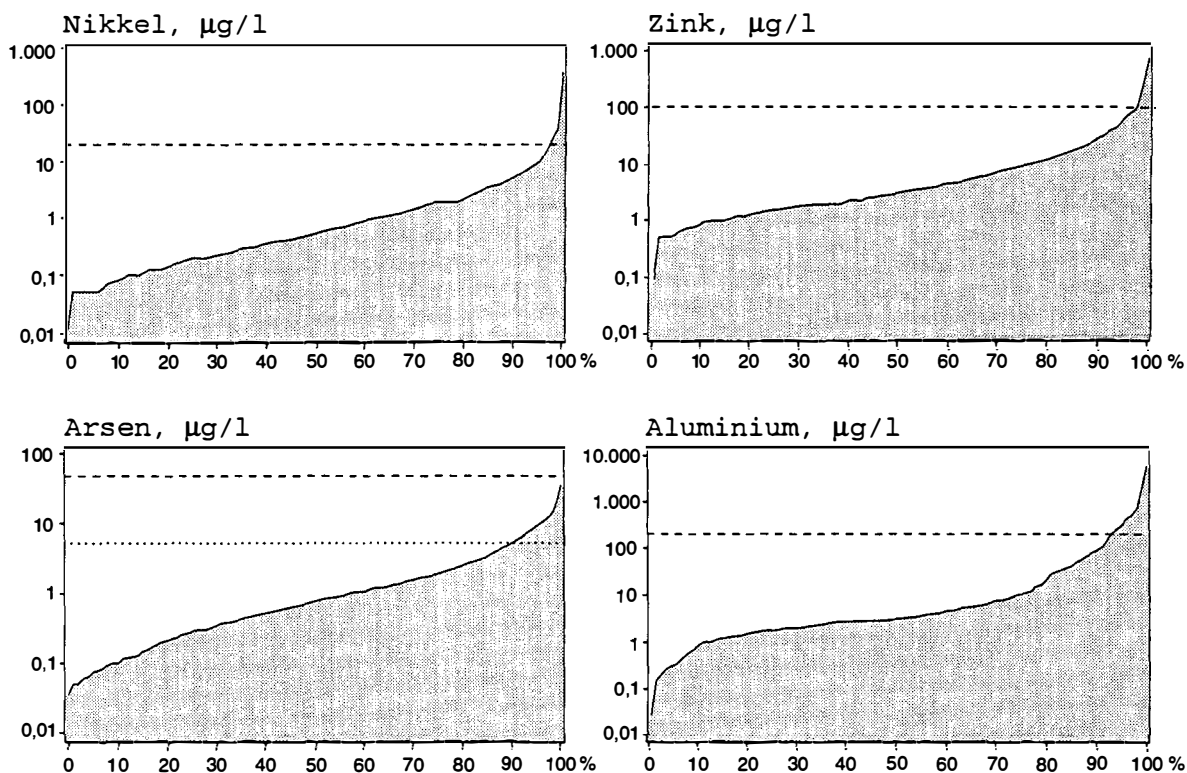
Overskridelser af grænseværdien for drikkevand i grundvandsovervågningen i 1990-1996.

Antallet af **nikkel**analyser, hvor koncentrationen overskrider det højst tilladelige for drikkevand (20 µg/l), er steget fra 102 i 1995 til 113 i 1996, heraf stammer én analyse fra et nyetableret filter. Antallet af aktive filtre (filtre hvorfra der for tiden tages prøver til analyse), hvori der forekommer overskridelser er uforandret 37 i 1996 og udgør nu 3,9 % af de aktive filtre. I 22 filtre er grænseværdien for drikkevand på 20 µg/l overskredet i samtlige målinger (sammenlign figur 3.3). I 8 filtre har koncentrationen været stigende siden 1990 (se bilag 3).

Antallet af aktive filtre, hvor koncentrationen af **zink** overskrider det højst tilladelige for drikkevand (100 µg/l) er faldet fra 52 i 1995 til 49 i 1996 og udgør nu 5,4 % af de undersøgte filtre. I 21 filtre er grænseværdien for drikkevand på 100 µg/l overskredet i samtlige målinger. I 3 filtre har koncentrationen været stigende siden 1990 (se bilag 4).

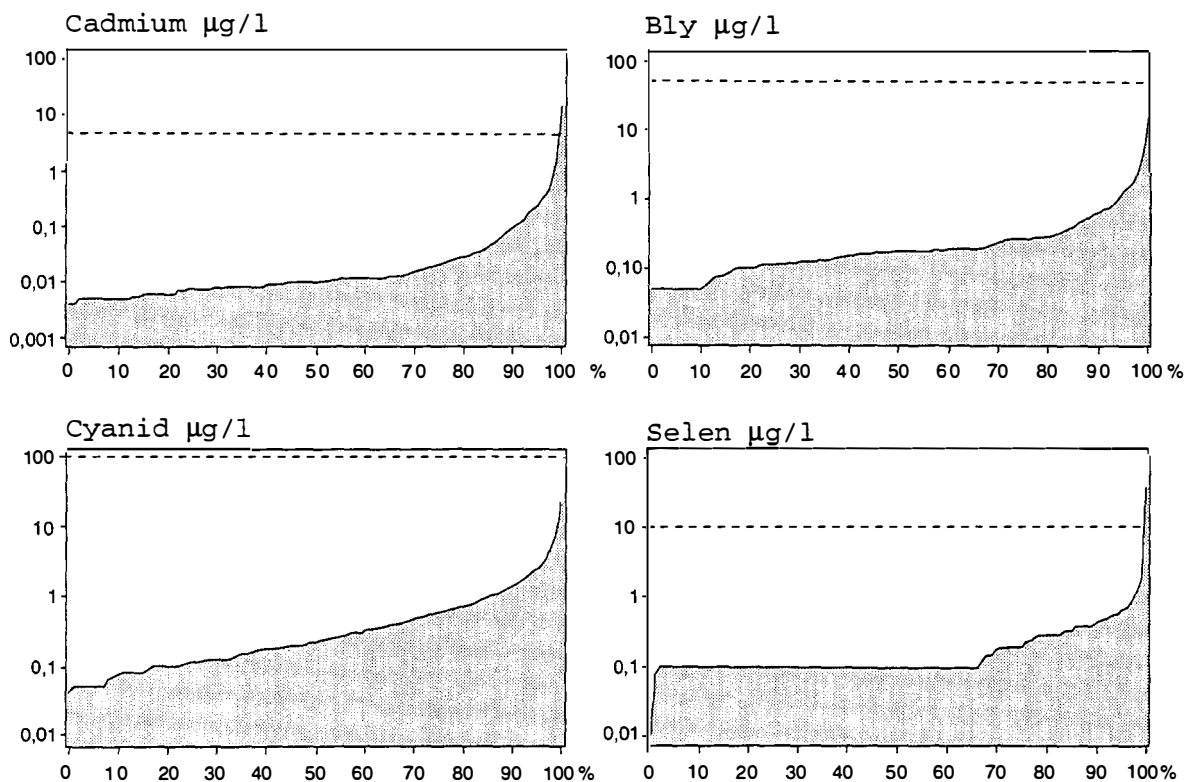
Antallet af filtre, hvor koncentrationen af **cadmium** overskrider det højst tilladelige for drikkevand (5 µg/l) er uforandret 6 i 1996, svarende til 0,6% af de undersøgte filtre (se bilag 5).

Antallet af **aluminium**analyser, hvor koncentrationen overskrider det højst tilladelige for drikkevand (200 µg/l) er steget fra 208 i 1994 til 230 i 1996. Antallet af filtre, hvori der forekommer overskridelser er 118 filtre, svarende til 12 % af de undersøgte filtre. I 35 filtre er grænseværdien for drikkevand på 200 µg/l overskredet i samtlige analyser. De høje koncentrationer af aluminium kan antagelig i visse tilfælde tilskrives forurening med finkornede sedimentpartikler.



Figur 3.1 Procentvis fordeling af analyseresultater i grundvandsovervågningen for nikkel, zink, arsen og aluminium. Den stiplede linie viser grænseværdien for drikkevand.

Antallet af **barium**analyser, hvor koncentrationen overskrider den vejledende værdi for drikkevand (100 µg/l) er steget fra 532 i 1995 til 598 i 1996. Antallet af filtre, hvori der forekommer overskridelser af den vejledende grænseværdi for drikkevand er 365 filtre, svarende til 38 % af de undersøgte filtre. I 222 filtre er den vejledende grænseværdi for drikkevand på 100 µg/l overskredet i samtlige analyser.



Figur 3.2 Procentvis fordeling af analyseresultater i grundvandsovervågningen for cadmium, kobber, selen og barium. Den stiplede linie viser grænseværdien for drikkevand.

Vandværkernes boringskontrol

Når der ses bort fra de ca. 125 volumenmoniterende filtre i overvågningsprogrammet, er der med indberetningerne for 1996 analyseresultater for uorganiske sporstoffer (tabel 3.2) fra ialt 6.348 filtre i vandindvindingsboringer. Der er fundet uorganiske sporstoffer i 4.736 filtre. I de øvrige boringer er analyseresultaterne 'under detektionsgrænsen'. Alle de uorganiske sporstoffer findes naturligt i grundvandet, derfor er det kun udtryk for for høje detektionsgrænser når 25% af samtlige analyser giver analyseresultatet 'under detektionsgrænsen', se f.eks. for selen i figur 3.2 hvor 65% af analyserne giver 'under detektionsgrænsen'. Der er fundet overskridelser af grænseværdien for drikkevand i 435 tilfælde, svarende til 6,7 % af de undersøgte filtre.

I forbindelse med oprydning af forurenede grunde er der for en række uorganiske sporstoffer fastsat kvalitetskriterier, der sætter grænser for, hvor stor en udvaskning og nedsivning til grundvandet, der kan accepteres (Miljøstyrelsen 1995). Kvalitetskriterier for grundvand er her sammenfaldende med de kendte grænseværdier for drikkevand (Miljøministeriet 1988), for så vidt angår uorganiske sporstoffer.

Uorganiske sporstoffer	Kemisk symbol	Analyser antal ^{*)}	Fund antal	Analyserede filtre antal	Median µg/l	Højeste måling, µg/l
Arsen	As	58	33	38	1,9	17
Bly	Pb	97	26	54	1,6	11
Cadmium	Cd	79	16	42	0,10	0,23
Kviksølv	Hg	39	3	24	0,20	0,30
Selen	Se	14	0	7	0,90	1,0
Cyanid	CN	13	6	8	2,5	10
Nikkel	Ni	9.143	2.825	6.311	2,0	430
Zink	Zn	48	34	36	55	2.900
Kobber	Cu	79	31	54	2,0	800
Krom	Cr	96	25	58	0,90	2,9
Molybdæn	Mo	3	3	3	1,6	2,0
Vanadium	V	0	-	-	-	-
Aluminium	Al	236	166	127	16	8.440
Barium	Ba	11	11	10	83	216
Lithium	Li	7	7	7	6,7	12
Bromid	Br	11	11	7	315	1.000
Strontium	Sr	3	3	3	300	1.800

^{*)} Eksklusive analyser udført i grundvandsovervågningens volumenmoniterende boringer

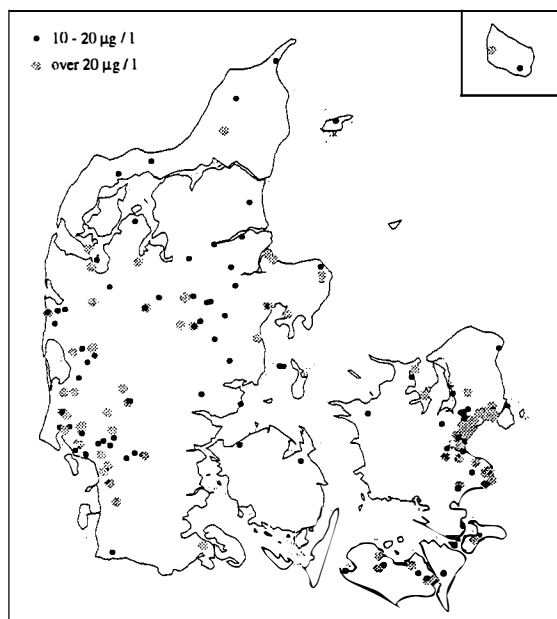
Tabel 3.2 Uorganiske sporstoffer, hovedtal for vandværkernes boringskontrol 1990-96. Koncentrationer i µg/l. Medianværdien er beregnet på medianværdier for de enkelte filtre.

Hovedtal for de uorganiske sporstoffer, således som de fremstår i den grundvandskemiske database ved GEUS, fremgår af tabel 3.2. Det skal bemærkes, at kun analyse for nikkel og aluminium ifølge Miljøministeriets bekendtgørelse (Miljøministeriet 1988) er obligatorisk i boringskontrollen

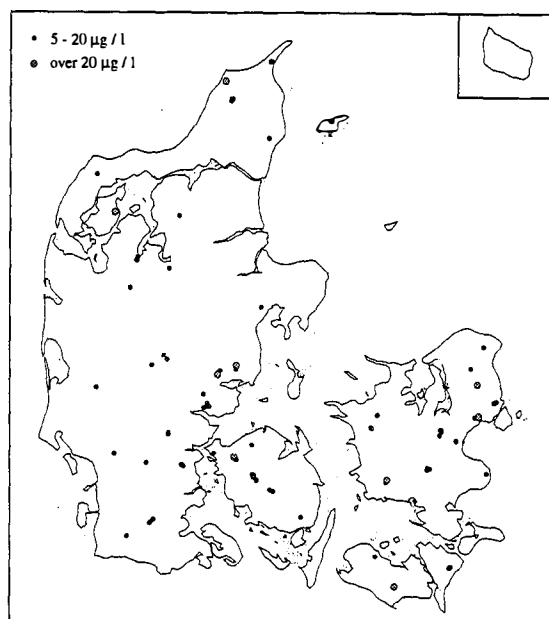
Overskridelser af grænseværdien for drikkevand i vandforsyningsboringer i 1990 - 1996.

I alt 365 **nikkel**analyser, overskrider koncentrationen den højst tilladelige værdi for drikkevand (20 µg/l). Af det samlede antal nikkelanalyser, der udgør 9.143, er der således en overskridelse svarende til 4,0%. Antallet af filtre, hvori der forekommer overskridelser af grænseværdien for drikkevand er ialt 183, hvilket svarer til 2,9 % af de analyserede filtre. I 52 filtre med mere end én analyse er grænseværdien for drikkevand på 20 µg/l overskredet i samtlige analyser (figur 3.3).

I 16 **zink**analyser, overskrider koncentrationen det højst tilladelige for drikkevand (100 µg/l). Af det samlede antal zinkanalyser, der udgør 48, er der således en overskridelse på 33 %. Antallet af filtre, hvori der forekommer overskridelser af grænseværdien for drikkevand er i alt 11 svarende til 31 % af de undersøgte filtre. I 9 filtre med mere end én analyse er grænseværdien for drikkevand på 100 µg/l overskredet i samtlige analyser.



Figur 3.3 Vandforsyningsboringer med nikkellindhold henholdsvis over 10 og 20 µg/l. Grænseværdien for nikkel i drikkevand er 20 µg/l ved fraløb fra vandværk.



Figur 3.4 Overvågningsboringer med arsenindhold henholdsvis over 5 og 20 µg/l. Grænseværdien for arsen i drikkevand er 50 µg/l ved fraløb fra vandværk.

I alt 68 **aluminium**analyser, overskrider koncentrationen den højst tilladelige værdi for drikkevand (200 µg/l). Grænseværdien for aluminium overskrides således i 29 % af analyserne. Antallet af filtre, hvori grænseværdien for drikkevand overskrides er 26, svarende til 20 % af de undersøgte filtre. I 18 filtre med mere end én analyse er grænseværdien for drikkevand på 200 µg/l overskredet i samtlige analyser. Også her kan de høje koncentrationer af aluminium antagelig i visse tilfælde tilskrives forurening med finkornede sedimentpartikler.

I 4 analyser for **barium**, overskrider alle den vejledende værdi for barium (100 µg/l) i drikkevand. Der er ingen absolut grænseværdi for barium i drikkevand.

Som det er fremgået af foranstående overskrides grænseværdierne i et varierende antal tilfælde i et mindre antal boringer for stofferne nikkel, zink og aluminium, samt for barium, hvor der dog kun findes en vejledende grænseværdi. Dette grundvand kan altså ikke umiddelbart anvendes til drikkevand, f.eks. i forbindelse med enkeltforsyning og små fællesvandforsyninger uden vandbehandling.

I større vandværker med vandbehandling må det antages, at de uorganiske sporstoffer til en vis grad tilbageholdes i okkerslammet fra vandværkernes sandfiltre (Aktor 1990).

Ifølge drikkevandsbekendtgørelsen (Miljøministeriet 1988) skal der ved vandværkernes boringskontrol analyseres for stoffer, der kan mistænkes for at udgøre et problem indenfor indvindingsoplandet. På den baggrund forekommer antallet af analyser for uorganiske sporstoffer i vandværkernes boringskontrol (tabel 3.2) at være overraskende lavt. Antallet af analyser for uorganiske sporstoffer på udgangssiden af vandværkerne (normal og udvidet drikkevandskontrol) er endnu mere sparsomme.

1

Organiske mikroforureninger

Overvågningsfiltre

Der er i overvågningsprogrammet gennemført analyse for organiske mikroforureninger (tabel 4.2) i 3.725 vandprøver fra 993 overvågningsfiltre. I ca. 600 af de analyserede vandprøver fra 332 filtre er der fundet én eller flere af de analyserede organiske mikroforureninger. Det svarer til, at der i overvågningsboringerne er fundet én eller flere organiske mikroforureninger i ca. $\frac{1}{3}$ af de undersøgte filtre. Samleparametre og detergenter er ikke medtaget i denne opgørelse. Antallet af gennemførte analyser pr. år er steget fra ca. 300 i 1990 til ca. 800 i 1996 (tabel 4.1).

Alle medianværdier er beregnet på grundlag af medianværdier for de enkelte filtre, idet middelværdier på alle fund påvirkes for meget af enkelte ekstremt høje værdier (tabel 4.3)

Prøvetagningsår	Antal analyser
1989	8
1990	304
1991	442
1992	228
1993	534
1994	640
1995	765
1996	804
Analyser i alt	3.725

Tabel 4.1 Analyse for organiske mikroforureninger udført i grundvandsovervågningen.

I perioden 1989 - 1996 har amterne analyseret 2.519 vandprøver fra 986 overvågningsfiltre for stofgruppen **klorerede kulbrinter**. Der er fundet ét eller flere stoffer i 128 filtre svarende til 13% (tabel 4.2). Der er udtaget mere end 2 vandprøver fra 816 af filtrene. De enkelte stoffer i gruppen er analyseret i stort set samme antal. Triklormethan, 1,1,1-triklorethan og triklorethen er fundet hyppigst i 3,5 til 6,3% af filtrene. Tetraklormethan og tetraklorethen er fundet i ca. 1,5% af filtrene.

Triklormethan og triklorethen er fundet i de største koncentrationer. Mediankoncentrationen for fund af triklormethan og triklorethen, beregnet på medianværdier på filterniveau, er ligeledes størst, henholdsvis 0,12 µg/l og 0,07 µg/l. 1,1,1-triklorethan's mediankoncentration er 0,03 µg/l på filterniveau (tabel 4.3). Kilderne til denne gruppe er industriel anvendelse. Amterne mener, at de klorerede stoffer oftest stammer fra punktkilder som affaldsdepoter og forurenede grunde.

Kilden til de **aromatiske kulbrinter** er i hovedsagen olieprodukter, som f.eks. benzin, der indeholder eller har indeholdt op til 5-6% benzen, toluen og xylener. Stofgruppen er analyseret i 2.315 vandprøver udtaget fra 963 overvågningsfiltre, hvor der er fundet ét eller flere af de analyserede stoffer i 171 filtre svarende til 18 %. Der er udtaget vandprøver mindst to gange

fra 765 filtre (tabel 4.2). Benzen og toluen forekommer hyppigst i henholdsvis 10,8 og 10,1% af de analyserede filtre. De enkelte xylener og naphthalen forekommer i ca. 3 % af filterne, dog undtaget m/p-xylen der er fundet i 6,5% af filterne.

Mediankoncentrationen for benzen og toluen er henholdsvis 0,1 µg/l og 0,08 µg/l. Mediankoncentrationen for de øvrige stoffer er ca. 0,05 µg/l eller derunder (tabel 4.3).

Overvågningsboringer Organiske mikroforureninger	Analysér	Filtre	Fund	Filtre med fund		Filtre med genfund		filtre m >1 anal.
	antal	antal	antal	antal	%	antal	%	antal
Klorerede kulbrinter	2.519	986	265	128	13			816
Triklormethan	2.454	978	154	62	6,3	32	3,2	
Tetraklormethan	2.417	981	18	18	1,8	0	0	
Trikllorethen	2.444	985	67	34	3,5	14	1,4	
Tetraklorethen	2.449	986	35	15	1,5	6	0,6	
1,1,1-triklorethan	2.443	986	48	42	4,3	3	0,3	
Samleparametre								
VOX	2.396	965	269	138	14,3	68	7,0	
Aromatiske kulbrinter	2.315	963	255*)	171*)	18			765
Benzen	2.282	960	172	104	10,8	35	3,6	
Toluen	2.291	958	106*)	97*)	10,1	6	0,6	
p-xylen	676	554	18	18	3,2	0	0	
m-xylen	675	554	15	15	2,7	0	0	
o-xylen	2.238	958	35	30	3,1	2	0,2	
m/p-xylen	1.572	830	69	54	6,5	10	1,2	
Naphthalen	2.098	929	29	27	2,9	1	0,1	
Fenoler	2.895	970	112	95	10			797
Phenol	2.846	970	97	83	8,6	11	1,1	
2-methylphenol	911	723	2	2	0,3	0	0	
3-methylphenol	298	263	1	1	0,4	0	0	
4-methylphenol	2.081	958	22	18	1,9	2	0,2	
2,3 dimethylphenol	444	406	1	1	0,2	0	0	
2,4-dimethylphenol	2.743	961	5	5	0,5	0	0	
2,5-dimethylphenol	227	216	0	0	0,0	0	0	
2,6-dimethylphenol	2.798	965	4	4	0,4	0	0	
3,4-dimethylphenol	762	701	2	2	0,3	0	0	
3,5-dimethylphenol	730	676	0	0	0,0	0	0	
Detergenter								
Anioniske detergenter	2.381	967	1.368	792	81,2	421	43,5	421

*) Analyser for toluen udført i 1995 for Sønderjyllands Amt er udeladt (se GEUS 1996).

Tabel 4.2 Analyser og fund af organiske mikroforureninger i boringsfiltre i Grundvandsovervågningen. For de tre stofgrupper er vist antal filtre, hvor der er analyseret mindst to vandprøver.

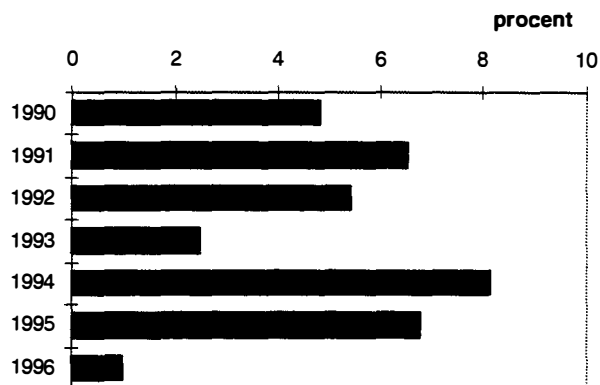
Toluen har været anvendt som opløsningsmiddel i lim og tilsvarende produkter. Forekomsten af toluen i grundvandet på 10,1% af samtlige undersøgte filtre kunne måske derfor forklares

som en følge af anvendelse af toluenholdige produkter i forbindelse med etableringen af overvågningsboringerne. Hvis det var tilfældet måtte det forventes, at antallet af filtre med toluen i perioden 1990 til 1996 var faldet, som følge af faldende udvaskning af toluen fra de limede filtre. En opgørelse pr. år (figur 4.1), viser imidlertid at toluen tilsyneladende ikke forekommer mindre hyppigt gennem perioden 1990-1995, hvor toluen i 1990 er fundet i ca. 5 % af filtrene, mens forekomsten er steget til henholdsvis 8 og 7% i henholdsvis 1994 og 1995.

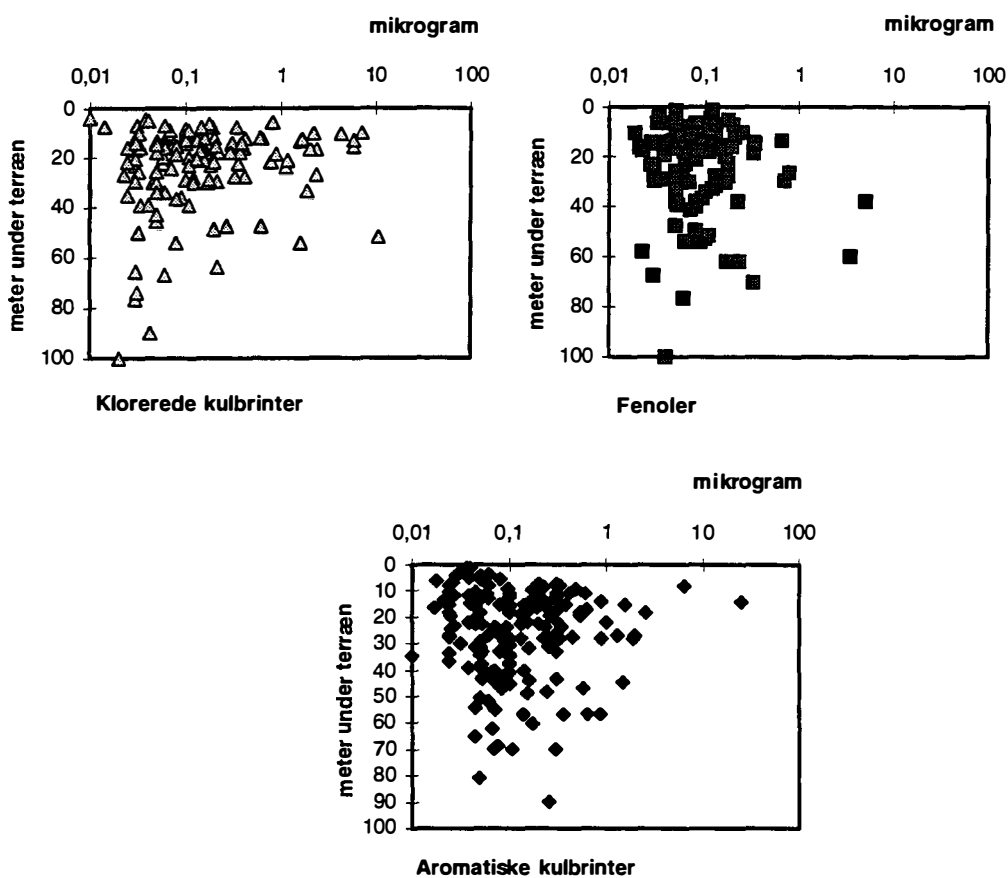
Overvågningsboringer Organiske mikroforureninger	Filtre med fund	Medianværdi for median koncentrationer for hvert enkelt filter med fund	Middel- koncentration beregnet på alle fund	Højeste koncentration
	antal	µg/l	µg/l	µg/l
Klorerede kulbrinter				
Triklormethan	62	0,12	0,74	11
Tetraklormethan	18	0,09	0,47	2,19
Trikllorethen	34	0,07	0,64	5,7
Tetraklorethen	15	0,05	0,28	1,63
1,1,1-triklorethan	42	0,03	0,06	0,3
Samleparametre				
VOX	138	1,12	1,97	43,8
Aromatiske kulbrinter				
Benzen	104	0,08	0,60	25,1
Toluen	116	0,1	0,31	6,59
p-xylen	18	0,03	0,05	0,19
m-xylen	15	0,04	0,08	0,5
o-xylen	30	0,05	0,14	0,8
m/p-xylen	54	0,05	0,10	0,4
Naphthalen	27	0,01	0,03	0,25
Fenoler				
Phenol	83	0,06	0,17	5,1
2-methylphenol	2	-	-	0,08
3-methylphenol	1	-	-	0,04
4-methylphenol	18	0,09	0,50	4,5
2,3 dimethylphenol	1	-	-	0,06
2,4-dimethylphenol	5	-	-	0,72
2,5-dimethylphenol	0	-	-	-
2,6-dimethylphenol	4	-	-	0,13
3,4-dimethylphenol	2	-	-	0,11
3,5-dimethylphenol	0	-	-	-
Detergenter				
Anioniske detergenter	792	6,0	8,4	120

Tabel 4.3 Median og maksimumkoncentration for fund af organiske mikroforureninger i overvågningsboringerne. Medianværdierne er beregnet på grundlag af mediankoncentrationer for de enkelte filtre. Endvidere er medtaget middelkoncentration beregnet på alle fund, for at vise hvorfor det er valgt at arbejde med medianværdier på medianværdier for de enkelte filtre.

I 1996 er toluen dog kun fundet i 1% af filtrene. Da antallet af analyser \geq detektionsgrænsen for toluen ikke er faldet gennem perioden, kan kilden til toluen i grundvand måske være en anden end udvaskning fra materialer anvendt ved etableringen af borerne, også fordi filtre med genfinding er lille, 0,6%.



Figur 4.1 Fund af toluen pr. år i procent af analyser i grundvandsovervågningen. Toluenganalyser udført for Sønderjyllands Amt i 1995 er ikke medtaget (GEUS, 1996).



Figur 4.2 Koncentration af stofgrupperne klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler i forhold til filterdybde i borerne i grundvandsovervågningen.

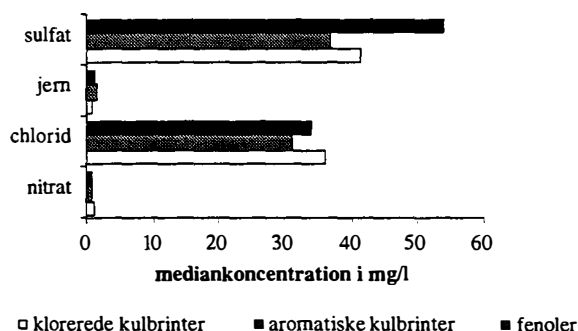
I følge Miljøstyrelsen (1995b) indeholder kvæggødning og svinegødning toluen i koncentrationer på henholdsvis 0,63 mg/kg og 1,4 mg/kg tørstof. Da toluen i grundvands-overvågningen er fundet i koncentrationer med en medianværdi på 0,1 µg/l på filterniveau, kan det ikke udelukkes at en af kilderne til toluen i grundvand under landbrugsarealer kan være fladebelastning med gylle.

Stofgruppen **fenoler** er analyseret i 2.895 vandprøver udtaget fra 970 overvågningsfiltre. Der blev fundet fenoler i 95 filtre svarende til ca. 10%. 797 af filtrene var analyseret mindst en gang. Phenol er fundet i 8,6% af de analyserede filtre, mens 4-methylphenol er fundet i 1,9%. De øvrige fenoler er kun fundet i få af de undersøgte filtre (tabel 4.2). Mediankoncentrationen for phenol og 4-methylphenol er henholdsvis 0,06 µg/l og 0,09 µg/l.

I følge Miljøstyrelsen (1995b) er indholdet af phenol i kvæg- og svine gødning henholdsvis 31 og 26 mg pr. kg vådvægt.

Forekomsten af de tre stofgrupper, klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler i grundvandsmagasinerne er vist i figur 4.2. De klorerede kulbrinter er fundet i de største koncentrationer i intervallet 0 - ca. 30 meter under terræn, mens fenoler er fundet i mindre koncentrationer, også i de dybere dele af grundvandsmagasinerne. De aromatiske kulbrinter er fundet i relativt store koncentrationer, også i de dybere dele af magasinerne.

Opgøres mediankoncentrationerne for udvalgte hovedbestanddele, i de filtre hvor der er fundet stoffer fra de tre grupper af organiske mikroforureninger (figur 4.3), ses at alle tre stofgrupper tilsyneladende forekommer på samme måde. Mediankoncentrationen for nitrat er ca. 1 mg/l mens mediankoncentrationen for opløst jern er 1,0-1,6 mg/l. Sulfats mediankoncentration er 40-50 mg/l for de tre stofgrupper, men klorids mediankoncentration er 30-35 mg/l. Samlet forekommer stofgrupperne oftest i reduceret, nitratfrit grundvand med et relativt højt indhold af opløst jern. Det lave kloridindhold viser, at de kystnære områder, som f.eks. København, ikke er overrepræsenteret.



Figur 4.3 Mediankoncentrationer for udvalgte hovedbestanddele, i de filtre hvor der er fundet organiske mikroforureninger af de tre grupper klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler.

Anioniske detergenter forekommer i næsten alle overvågningsfiltre (over 80%). Der kan ikke idag gives en nærmere forklaring af hvorfor, men der er behov for en nøjere undersøgelse af kilderne til detergenterne.

Organiske mikroforureninger i vandværkernes indvindingsboringer

Der er udtaget 3.407 vandprøver fra 1.454 boringer til analyse for organiske mikroforureninger ved vandværkernes boringskontrol, og der er fundet organiske mikroforureninger i 977 vandprøver fra 322 boringer, svarende til 20 %. Ca. en tredjedel af boringerne er analyseret mere end én gang, og enkelte boringer er analyseret mere end 50 gange.

Antallet af analyserede vandprøver er steget stærkt i perioden 1988 til 1994, hvorefter antallet har været faldende fra ca. 1.000 analyserede vandprøver i 1994 til 734 i 1996 (tabel 4.4).

Prøvetagningsår	Antal analyser
1988	1
1989	6
1990	96
1991	157
1992	126
1993	285
1994	1.081
1995	921
1996	734
Analyser i alt	3.407

Tabel 4.4 Analyse for organiske mikroforureninger pr. år i vandværkernes boringskontrol.

De **klorerede kulbrinter** er analyseret i 2.246 vandprøver udtaget fra 708 boringer, hvoraf de 337 boringer er analyseret mindst to gange. Stofgruppen er fundet i 17% af de undersøgte vandværksboringer (tabel 4.5). Trikllorethen er fundet i 10,9% af boringerne, mens triklormethan, tetraklorethen og 1,1,1-triklorethan er fundet i 5,2 - 7,6% af de analyserede boringer. Trikllorethen er også fundet med de største koncentrationer, med en mediankoncentration på 0,32 µg/l. De fire andre klorerede kulbrinters mediankoncentration er 0,07-0,13 µg/l (tabel 4.6).

De **aromatiske kulbrinter** er analyseret i 1.825 vandprøver udtaget fra 930 boringer, hvoraf 316 er analyseret mindst to gange. Én eller flere aromatiske kulbrinter er fundet i 120 boringer svarende til 13%. Xylen er fundet i ca. 10% af boringerne, men i et begrænset antal analyser, hvor hovedparten af stammer fra Københavns- og Århusområdet. m/p-xylen forekommer i 6,9% af de analyserede boringer, men de øvrige xylener er fundet i 1-3% af de undersøgte boringer. Benzen forekommer i ca. 5%. I overvågningsboringerne er toluen fundet i ca. 10% af de analyserede filtre, mens toluen er fundet i ca. 9% af de analyserede vandværksboringer. I vandværkernes boringer er toluens mediankoncentration 0,09 µg/l (tabel 4.6), mens mediankoncentrationen for benzen er 0,07 µg/l.

Fenoler er analyseret i 1.735 vandprøver udtaget fra 876 boringer, hvor 258 boringer er analyseret mindst to gange. Stofgruppen er fundet i 73 boringer svarende til 8%. Det er særlig phenol, der dominerer gruppen med fund i 7,6% af boringerne, mens de øvrige stoffer er fundet i ca. 1 % af boringerne. Mediankoncentrationen for phenol er 0,1 µg/l. De øvrige stoffer i gruppen er kun fundet få gange.

Boringskontrol Organiske Mikroforureninger	Analyser	Boring	Fund	Boringer med fund		Boringer med genfund		Bor. m. >1 anal.
	antal	antal	antal	antal	%	antal	%	antal
Klorerede kulbrinter	2.246	1.033	708	175	17			337
Triklormethan	1.895	956	126	69	7,2	31	3,2	
Tetraklormethan	1.914	967	24	22	2,3	6	0,6	
Trikloroethen	2.205	1.021	581	111	10,9	59	5,8	
Tetrakloroethen	2.064	1.011	264	77	7,6	28	2,8	
1,1,1-trikloroethan	1.966	964	150	50	5,2	24	2,5	
Samleparametre VOX								
	564	128	55	18	14,1	12	12	
Aromatiske kulbrinter	1825	930	202	120	13			316
Benzen	1.805	925	103	53	5,7	11	1,2	
Toluen	1.794	926	106	86	9,3	14	1,5	
Xylen	201	141	17	15	10,6	2	1,4	
p-xylen	285	137	2	2	1,5	0	0	
m-xylen	285	137	1	1	0,7	0	0	
o-xylen	1.439	775	26	24	3,1	3	0,4	
m/p-xylen	1.153	723	58	50	6,9	7	1,0	
Ethylbenzen	171	142	7	7	4,9	0	0	
Naphthalen	1.596	854	23	20	2,3	4	0,5	
Fenoler	1.735	876	146	73	8			258
Phenol	1.704	871	121	66	7,6	20	2,3	
2-methylphenol	400	216	4	3	1,4	1	0,5	
3-methylphenol	264	158	2	2	1,3	0	0	
4-methylphenol	1.525	797	14	9	1,1	2	0,3	
2,3 dimethylphenol	290	166	2	2	1,2	0	0	
2,4-dimethylphenol	1.556	812	12	6	0,7	2	0,2	
2,5-dimethylphenol	190	109	1	1	0,9	0	0	
2,6-dimethylphenol	1.550	799	31	4	0,5	4	0,5	
3,4-dimethylphenol	333	202	0	0	0,0	0	0	
3,5-dimethylphenol	325	198	1	1	0,5	0	0	
Detergenter								
Anioniske detergenter	1.012	489	536	291		90	90	

Tabel 4.5 Analyser og fund af organiske mikroforureninger i boringsfiltre i vandværkernes boringskontrol. For de tre stofgrupper er vist antal filtre, hvor der er udtaget mindst to vandprøver.

Ligesom for overvågningsboringerne er mediankoncentrationen beregnet for en række hovedbestanddele i boringer, hvor de tre stofgrupper er fundet (tabel 4.7). Alle tre stofgrupper forekommer tilsyneladende oftest i reduceret grundvand med et lavt nitratindhold og med opløst jern. Dog forekommer klorerede kulbrinter også i grundvand med nitrat.

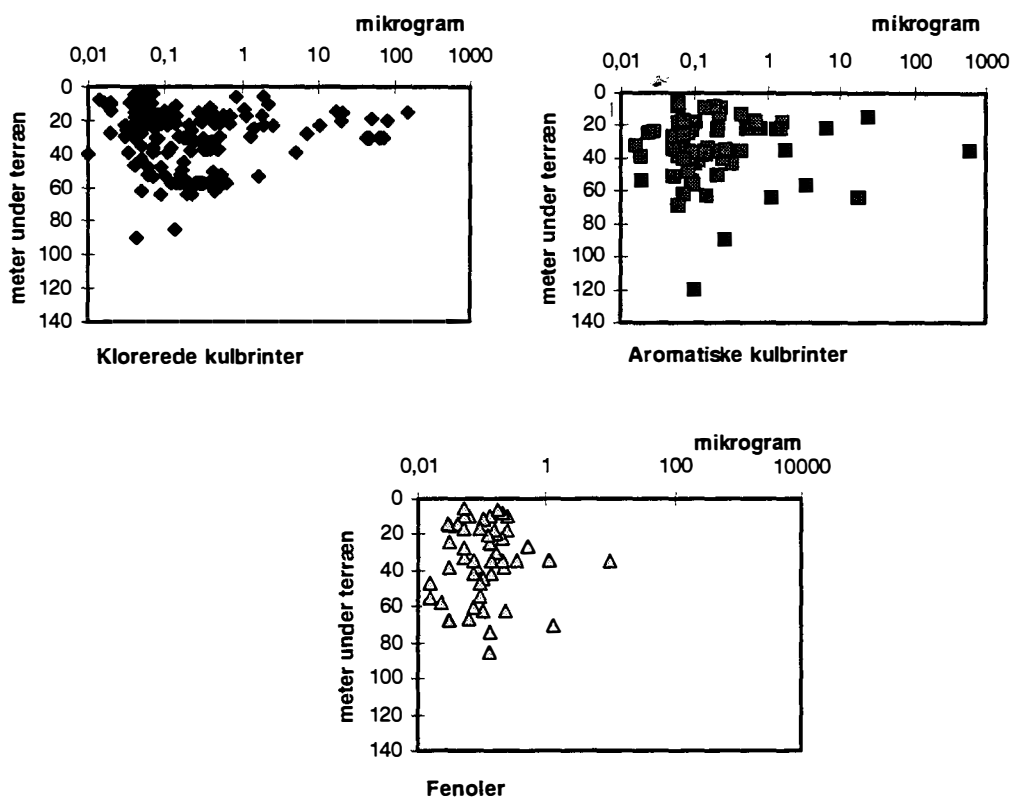
Overvågningsboringer Organiske mikroforureninger	Boringer med fund antal	Median koncentration for filtre med fund µg/l	Højeste koncentration µg/l
Klorerede kulbrinter			
Triklormethan	69	0,13	63
Tetraklormethan	22	0,07	11,8
Trikloroethen	111	0,32	7.800
Tetrakloroethen	77	0,13	150
1,1,1-trikloroethan	50	0,1	300
Aromatiske kulbrinter			
Benzen	53	0,07	599
Toluen	86	0,09	42
xylen	15	0,13	2,6
o-xylen	2		0,02
m-xylen	1		0,09
o-xylen	24	0,05	0,73
m/p-xylen	50	0,07	47,3
Ethylbenzen	7	0,03	0,04
Naphthalen	20	0,11	0,91
Fenoler			
Phenol	66	0,10	70
2-methylphenol	3		0,84
3-methylphenol	2		0,06
4-methylphenol	9	0,05	1,2
2,3 dimethylphenol	2		0,1
2,4-dimethylphenol	6		2
2,5-dimethylphenol	1		0,05
2,6-dimethylphenol	4		11
3,4-dimethylphenol	0		
3,5-dimethylphenol	1		0,1

Tabel 4.6 Median og maksimumkoncentration for fund af organiske mikroforureninger i overvågningsboringerne. Medianværdierne er beregnet på grundlag af medianværdier for det enkelte filter.

	mg/l	Nitrat	Klorid	Jern	Mangan	Sulfat	Methan
Aromatiske kulbrinter	Median- værdi	0,8	42,3	0,6	0,0	54,8	0,0
Fenoler		1,0	42,0	1,5	0,1	45,0	0,0
Klorerede kulbrinter		3,0	53,1	0,3	0,0	68,1	0,0

Tabel 4.7 Mediankoncentration i mg/l for udvalgte hovedbestanddele fra de boringer, hvor der er fundet aromatiske kulbrinter, fenoler og klorerede kulbrinter i vandværkernes boringskontrol.

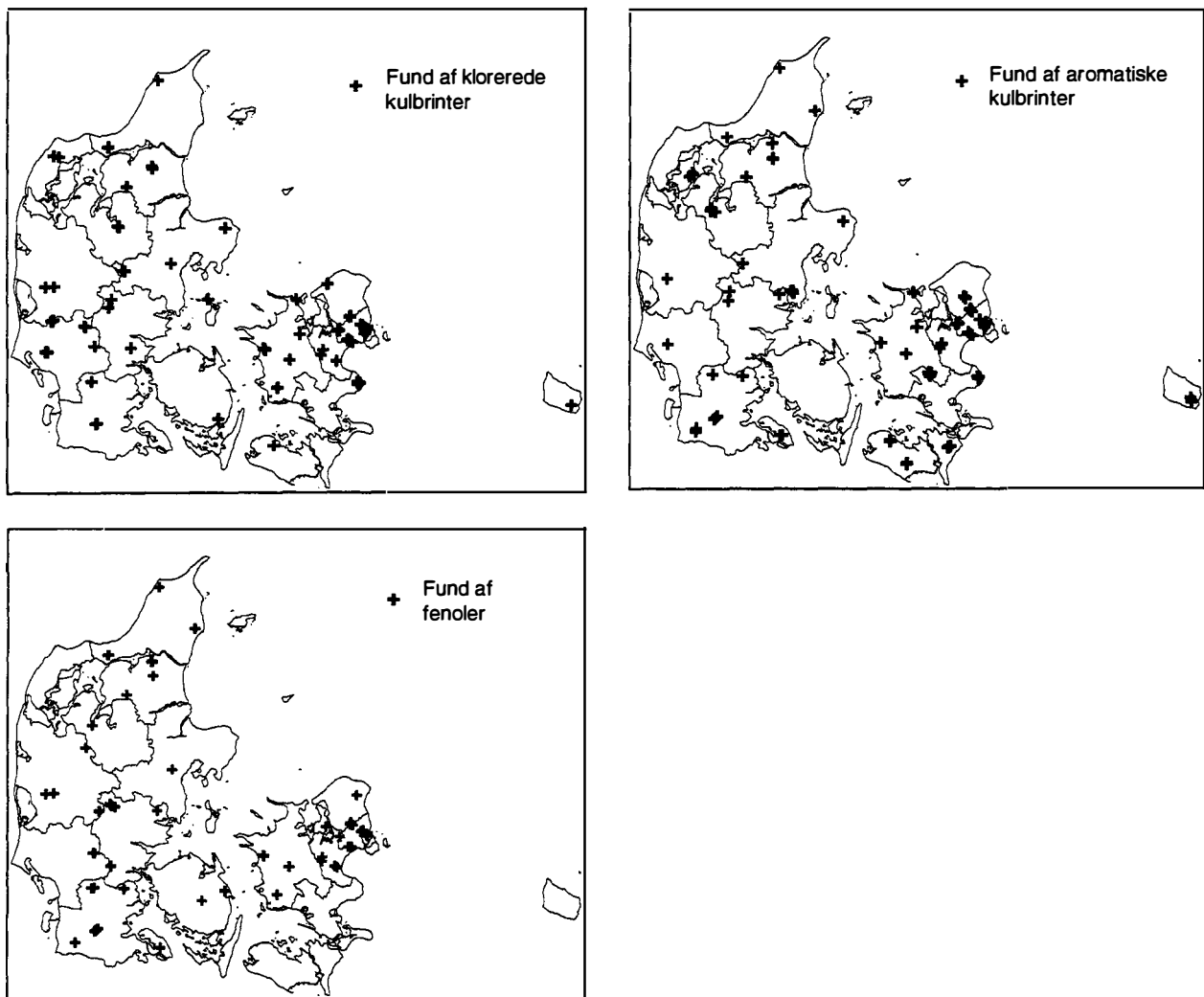
Den dybdemæssige forekomst af de tre stofgrupper fremgår af figur 4.4. De klorerede kulbrinter findes hyppigst i dybdeintervallet fra terræn til ca. 60 meter under terræn, og med de største koncentrationer i dybdeintervallet 0-40 meter under terræn. Fenolerne og de aromatiske kulbrinter forekommer tilsyneladende i samme dybder, men særligt fenolerne i mindre koncentrationer.



Figur 4.4 Koncentration af stofgrupperne klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler i forhold til filterdybde fra vandværkernes boringskontrol.

Sammenfatning om organiske mikroforureninger

I grundvandsovervågningen er der analyseret vandprøver for organiske mikroforureninger fra 993 overvågningsfiltre. De tre stofgrupper, klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler er fundet i henholdsvis 13, 18 og 10% af filtrene. De tre grupper forekommer ikke ens i grundvandsmagasinerne, idet de klorerede kulbrinter er fundet med de højeste koncentrationer i de øvre dele af magasinerne, mens de to andre grupper kun er fundet i lavere koncentrationer, men til gengæld også i de dybere dele af magasinerne. Alle tre grupper forekommer tilsyneladende i samme type grundvand domineret af reduceret nitratfrit grundvand med opløst jern og mangan. I vandværkernes boringskontrol er de tre stofgrupper, klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler fundet i henholdsvis 17, 13 og 8% af 1.454 undersøgte borer. De tre grupper forekommer tilsyneladende på samme måde som i overvågningsboringerne, dog findes de klorerede kulbrinter også i nitratholdigt grundvand i indvindingsboringerne. Forekomsten af fund i grundvandsovervågningsområderne er vist på figur 4.5.



Figur 4.5 Fund af organiske mikroforureninger i grundvandsovervågningsboringerne.

Pesticider og nedbrydningsprodukter

Data og databearbejdning

I afsnittet er bearbejdet analysedata fra:

- Grundvandsovervågningen (GRUMO). Grundvandsdatabasen ved GEUS indeholder et datasæt, som ikke er fuldt opdateret i forhold til de oplysninger som amterne har beskrevet i deres rapporter. Bilag 9, 10 og 11 viser, fra hvilke filtre der foreligger oplysninger i GEUS database, herunder fund over grænseværdien for drikkevand, samt hvilke filtre der ikke er registreret med fund i databasen, men hvor der i amternes rapporter foreligger oplysninger om fund af pesticider. Der foreligger således oplysninger i grundvandsdatabasen om 121 filtre med fund af et eller flere af de 8 GRUMO-pesticider, der normalt er analyseret for i grundvandsovervågningen (Miljøstyrelsen 1992). Nogle af analyserne er dog senere tilskrevet f.eks. analysefejl. I dette års rapport er der bearbejdet oplysninger fra 125 filtre, hvor der er registreret fund af pesticider.
- Landovervågningen (LOOP). I årets rapport er kun medtaget oplysninger der er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS.
- Vandværkernes boringskontrol. I årets rapport er kun medtaget oplysninger der er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS.
- Udvidede analyseprogrammer. I afsnittet om de udvidede analyseprogrammer er medtaget oplysninger fra de udvidede analyseprogrammer som rapporteret af amterne til GEUS. Det gælder også data fra undersøgelser gennemført i 1997, hvor der er analyseret for flere end de 8 GRUMO-pesticider.

Ved beregning af medianværdier (koncentrationer) på enkelt stof niveau er tidligere anvendt samtlige analyseværdier over grænseværdien for drikkevand. I dette års rapport er medianværdien beregnet på grundlag af de beregnede medianværdier på filterniveau.

Pesticider i grundvandsovervågningen.

I grundvandsovervågningen er der i perioden 1990-1996 i 1.006 boringsfiltre analyseret for 8 pesticider, her kaldet de 8 GRUMO-pesticider, der normalt analyseres for i overvågningsprogrammet (Miljøstyrelsen 1992) (se tabel 5.3). Der er i 517 filtre analyseret for flere stoffer end de 8 GRUMO-pesticider. Den grundvandskemiske database ved GEUS indeholdt den 1. august 1997 pesticidanalyser fra 3.873 vandprøver.

Der er indberettet oplysninger om analyse af 83 pesticider og nedbrydningsprodukter (bilag 6), hvor de 8 GRUMO-pesticider indgår som fast analysepakke i næsten samtlige analyser, men der har været mulighed for at indberette analysedata for ca. 220 pesticider og nedbrydningsprodukter (bilag 7).

Der er fundet ét eller flere af de 8 GRUMO-pesticider én eller flere gange i 121 boringsfiltre, svarende til godt 12%, mens grænseværdien for drikkevand er overskredet i 36 filtre svarende til knap 4% af de undersøgte filtre (tabel 5.1). I 42 filtre er et pesticid fundet mere end én gang, svarende til godt 4% af de undersøgte 1.006 filtre og grænseværdien for drikkevand er her overskredet i 5 filtre, svarende til godt 1% af de undersøgte filtre.

Grundvandsovervågning	Analyserede filtre antal	Filtre med fund antal	Fund %	Filtre med fund >0,1µg/l antal	Overskridelse af grænseværdi %
8 GRUMO-pesticider	1.006	121	12,4	36	3,6
Filtre med analyse for andre pesticider end de 8 GRUMO-pesticider	517	117	22,6	66	12,8

Tabel 5.1 Fund af pesticider i forhold til analyserede filtre i grundvandsovervågningen.

I 517 filtre er der analyseret for andre pesticider og nedbrydningsprodukter end de 8 GRUMO-pesticider (tabel 5.1). Vurderes alene de 517 filtre findes, at der er fundet pesticider i 117 filtre svarende til godt 22%, mens grænseværdien for drikkevand er overskredet i 66 filtre svarende til knap 12%.

For at vurdere om amterne har udtaget vandprøver til analyse for flere pesticider, end de 8 der indgår i grundvandsovervågningen, fra filtre hvor der i forvejen er fundet pesticider, er antallet af fund af de 8 GRUMO-pesticider i de 517 filtre opgjort. Ét eller flere af de 8 GRUMO-pesticider er fundet i 70 filtre svarende til godt 13%. Dette er ikke væsentligt afvigende fra forekomsten på godt 12% på landsplan, og det må derfor antages, at den kommende udvidelse af overvågningsprogrammet (til ca. 50 pesticider og nedbrydningsprodukter) vil vise forekomst af pesticider og nedbrydningsprodukter med overskridelser af grænseværdien for drikkevand af samme størrelsesorden som forekomsten af pesticider i de 517 filtre, især fordi kun få af de 517 filtre er analyseret for et stort antal pesticider.

Grundvandsovervågning Periode	Analyser antal	Analyserede filtre antal	Filtre med fund		Mediandybde til filter meter u. terræn
			antal	%	
1990-1993	1.734	834	72	8,6	20
1994-1996	2.139	897	64	7,1	22

Tabel 5.2 Filter med fund af de 8 GRUMO pesticider opdelt på perioderne 1990-1993 og 1994-1996.

De indberettede pesticiddata for perioden 1990 - 1996 dækker i princippet to analyserunder. For at vurdere en udvikling gennem tid for de 8 GRUMO-pesticider, er samtlige analysedata sorteret i perioderne 1990-93 og 1994-96, og den procentvise forekomst beregnet for de to perioder (tabel 5.2). Af tabellen fremgår, at de 8 pesticider i de to perioder er fundet en eller flere gange i henholdsvis knap 9% og godt 7% af de analyserede filtre. Det er dog ikke helt de samme filtre, der er analyseret i de to perioder, idet antallet af gengangere er 725 filtre. Udvikling i forekomst af pesticider i de to perioder kan ikke vurderes ud fra dette grundlag.

Forekomsten af de 8 GRUMO-pesticider i de to perioder er mindre for hele perioden 1990 - 96, hvilket skyldes, at der i nogle filtre kun er fundet pesticider én eller få gange, mens der i andre er fundet pesticider flere gange.

Grundvands- overvågning	Analyserede filtre antal	Filtre med fund		Filtre med genfund		Filtre med fund >0,1 µg/l antal	Overskridelse af grænseværdi %
		antal	%	antal	%		
Dichlorprop	1.006	35	4,0	14	1,4	12	1,4
MCPA	1.006	23	1,7	4	0,4	4	0,2
Mechlorprop	1.006	25	3,5	6	0,6	5	0,5
2,4-D	890	13	1,5	0	0	1	0,1
Atrazin	1.006	41	4,0	15	1,7	12	0,9
Simazin	1.006	15	1,4	5	0,6	5	0,5
DNOC	1.005	6	0,4	0	0	1	0,2
Dinoseb	1.006	5	0,6	1	0,1	1	0,1
8 GRUMO- pesticider	1.006	121	12,4	42	4,2	36	3,6

Tabel 5.3 Fund af ét eller flere af de 8 GRUMO-pesticider i grundvandsovervågningen. Tabellen bygger på data sæt i bilag 8.

Antal filtre med fund af ét eller flere af de 8 GRUMO-pesticider, der indgår i grundvandsovervågningen, er vist i tabel 5.3. Det fremgår at atrazin, dichlorprop og mechlorprop er fundet hyppigst, også over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l. Median-, og maksimumværdier er vist i tabel 5.4. Den høje koncentration på 370 µg/l dichlorprop stammer fra Københavns Kommune.

	Dichlorprop	MCPA	Mechlorprop	2,4-D	Atrazin	Simazin	DNOC	Dinoseb
Filtre med fund, antal	35	23	25	13	41	15	6	5
Median- koncentration, µ/l	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
Største koncentration, µ/l	370	1,6	1,68	0,23	19,9	0,6	0,30	0,35

Tabel 5.4 Median-, og maksimumskoncentrationer for alle fund af de 8 GRUMO-pesticider. Medianværdierne er beregnet på grundlag af medianværdier på filterniveau. Tabellen bygger på data i bilag 8.

I de rapporterede analysedata fra amterne omfatter i år et antal pesticider ud over de 8 GRUMO-pesticider, som amterne er forpligtiget til at analysere i grundvandsovervågningen. Det mest analyserede stof er 2,6-dichlorbenzamid, BAM, et nedbrydningsprodukt fra dichlobenil (tabel 5.5). Dichlobenil har i hovedsagen været anvendt på befæstede arealer, og stoffet blev i 1997 fjernet fra det danske marked. BAM er fundet i knap 14% af de analyser, der er blevet udført i overvågningsboringer, og i ca. knap 6% af analyserne var grænseværdien for drikkevand overskredet. Den store forekomst af BAM i overvågningsboringerne er overraskende, da de fleste overvågningsområder findes i landbrugsområder.

Tre nedbrydningsprodukter af triaziner, desethylatrazin, desisopropylatrazin og hydroxyatrazin, er konstateret hyppigere end de 8 GRUMO-pesticider. De er fundet i henholdsvis ca. 8%, 4% og 9% af de undersøgte borer og grænseværdien for drikkevand var overskredet i henholdsvis ca. 1%, 1% og 3%. Datamaterialet for nedbrydningsproduktet hydroxyatrazin er dog begrænset, og det kan ikke udelukkes, at stoffet vil blive fundet mindre hyppigt fremover. Hydroxyatrazin er kun i begrænset omfang analyseret og fundet i udlandet, f.eks. i enkelte prøver i USA hvor der dog er anvendt en høj detektionsgrænse på 0,1 µg/l. Terbutylazin, som ofte anvendes på samme arealer som atrazin og et nedbrydningsprodukt fra terbutylazin, er fundet i overvågningsboringer men i koncentrationer under grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l.

Grundvandsovervågning	Analyserede filtre antal	Filtre m. fund antal	Filtre m. fund %	Filtre med fund >0,1 µg/l antal	Overskridelse af grænseværdi %
2,6-Dichlorbenzamid, BAM	398	54	13,6	27	5,5
Desethylatrazin	292	23	7,9	4	1,4
Desisopropylatrazin	292	12	4,1	4	1,41,8
Hexazinon	277	1	0,4	1	0,4
Terbutylazin	248	1	0,4	0	-
Metamitron	136	1	0,7	0	-
Hydroxyatrazin	69	6	8,7	2	2,9
Hydroxyterbutylazin	43	1	2,3	0	-

Tabel 5.5 Fund af udvalgte pesticider fra udvidede analyseprogrammer i grundvands-overvågningsfiltre, sorteret efter faldende antal analyserede filtre.

Amt	Analyser udført i 1990-96
København /Frederiksberg	92
Københavns Amt	205
Frederiksborg	245
Roskilde	247
Vestsjælland	278
Storstrøm	274
Bornholm	80
Fyn	429
Sønderjylland	372
Ribe	145
Vejle	194
Ringkjøbing	197
Århus	399
Viborg	332
Nordjylland	384
I alt	3.873

Tabel 5.6 Pesticidanalyser udført i grundvandsovervågningen i perioden 1990-96.

Amterne har i perioden 1990-96 analyseret et forskelligt antal vandprøver for pesticider. Særligt har Fyns, Sønderjyllands, Århus, Viborg og Nordjyllands amter analyseret mange vandprøver (tabel 5.6). Bornholms Amt og Københavns og Frederiksberg kommuner udtager vandprøver fra ét overvågningsområde i modsætning til de øvrige amter, der udtager vandprøver fra 3-6 overvågningsområder. I samme periode er antallet af analyserede prøver pr. år steget fra ca. 300 i 1990 til ca. 750 i 1995 og 1996 (tabel 5.7).

Prøvetagningsår	Antal analyser
1990	317
1991	455
1992	473
1993	489
1994	635
1995	753
1996	751
Antal analyser i alt	3.873

Tabel 5.7 Analyse for pesticider i grundvandsovervågningen

Pesticidundersøgelser i landovervågningsoplandene

I landovervågningsoplandene (LOOP) er grundvandsprøver fra det øverste og yngste grundvand blevet analyseret for pesticider siden 1993. Grundvandsprøverne er udtaget mellem 1,5 og 5 meter under terræn.

Udover Vandmiljøplanens 8 GRUMO-pesticider er der i alle landovervågningsoplandene, med undtagelse af LOOP 5, i forbindelse med Miljøstyrelsens og DMU's bekæmpelsesmiddel-forskningsprojekt om metodeudvikling, udtaget grundvandsprøver til analyse for op til 44 forskellige pesticider og nedbrydningsprodukter.

Interview om pesticidanvendelsen

I landovervågningsoplandene gennemføres der årligt et interview af landmændene om deres pesticidanvendelse på de marker, der er beliggende umiddelbart opstrøms grundvandsboringerne, dvs. 6-12 marker pr. opland. I LOOP 1 (Højvads Rende, Storstrøms Amt) og i LOOP 4 (Lillebæk, Fyns Amt) gennemføres dog interview af alle landmænd i oplandet.

Følgende 39 pesticider er anvendt på stationsmarker i landovervågningsoplandene i 1996: benazolin-ethyl, bentazon, bromoxynil, carbendazim, chloridazon, chlormequat-chlorid, clopyralid, cypermethrin, desmedipham, dichlorprop, dimethoat, diquat-dibromid, esfenvalerat, ethofumesat, fenpropimorph, fluroxypyr, glyphosat, haloxyfop-ethoxy-ethyl, ioxynil, iprodion, isoproturon, isoxaben, lambda-cyhalothrin, linuron, mancozeb, maneb, MCPA, mechlorprop, metamitron, metribuzin, metsulfuronmethyl, pendimethalin, phenmedipham, pirimicarb, propaquizafob, propiconazol, pyridat, terbuthylazin, tribenuron-methyl.

Interviewundersøgelsen viser at 6 af de 8 GRUMO-pesticider har været anvendt på stationsmarker i landovervågningsoplandene i perioden 1990-96 (tabel 5.8). Der var indtil udgangen af 1996 en udbredt anvendelse af især MCPA og mechlorprop. I takt med indførelse af restriktioner og forbud er anvendelsen af triazinerne og fenolerne ophørt.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
MCPA	9	15	13	13	13	12	12
Dichlorprop	5	9	10	7	3	4	3
Mechlorprop	5	8	13	8	7	1	8
2,4-D	3	4	1	1	0	0	0
Dinoseb	1	2	0	0	0	0	0
DNOC	0	0	0	0	0	0	0
Atrazin	3	2	2	2	0	0	0
Simazin	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 5.8. Antal stationsmarker med anvendelse af de 8 GRUMO-pesticider for perioden 1990-96. Interviewundersøgelsen startede i 1993, hvorfor ældre data er usikre. Der indgår ikke lige mange marker i undersøgelsen hvert år.

Den udvidede analysepakke med op til 44 pesticider og nedbrydningsprodukter dækker omkring 35% af de anvendte pesticider i LOOP 2 (Nordjyllands Amt, 1996). Tilsvarende er 7 ud af 13 pesticider, anvendt på stationsmarker i LOOP 6 i 1996 (Sønderjyllands Amt, 1997b), ikke indeholdt i grundvandsovervågnings nuværende analyseprogram eller i de udvidede analyseprogrammer. I LOOP 4 (Fyns Amt, 1997) er der i perioden 1988-96 anvendt 49 forskellige pesticider på markerne omkring de 6 grundvandsstationer, og i 1995-96 er der på alle marker i oplandet (4,7 km²) anvendt 57 forskellige pesticider. Af 36 forskellige pesticider anvendt i hele LOOP 1 (Storstrøms Amt, 1997b) i 1996 er de 26 anvendt på markerne omkring de 6 grundvandsstationer. Stationsoplandene dækker således en del men ikke alle pesticider anvendt i landovervågningsoplandene.

De gennemførte interview om pesticidanvendelsen viser at selv med udvidede analysepakker, hvor der analyseres for op til 44 forskellige pesticider og nedbrydningsprodukter, dækkes variationen i den landbrugsmæssige anvendelse af pesticider ikke (DMU, 1996).

Pesticidfund og arealanvendelse

I 1996 er der udtaget 58 grundvandsprøver i landovervågningsoplandene til analyse for grundvandsovervågnings analyseprogram og 47 prøver til de udvidede analyser.

Af tabel 5.9, som primært er baseret på amternes 1997-rapporter, fremgår det, at af de 15 fund og 3 genfund af pesticider og nedbrydningsprodukter i det øvre grundvand i 1996, har interviewundersøgelsen vist en anvendelse af 7-10 af de samme pesticider på de opstrøms marker i perioden fra før 1993 og til 1995.

I forbindelse med revisionen af overvågningsprogrammet forventes det besluttet at udvide interviewundersøgelsen til at omfatte alle marker i LOOP, således at der opnås forbedrede muligheder for at sammenholde pesticidanvendelsen på den enkelte mark med pesticidfund i det øvre grundvand.

Amt (LOOP) ²⁾	Station	Dybde meter	Pesticid	Koncentration µg/l	Prøvetagnings-tidspunkt	Fundet pesticid anvendt på opstrøms mark
Storstrøm (LOOP 1)	A	3	Pirimicarb	0,006	maj 1996	juni-juli 1992-95
	A	5	MCPA	0,02	sept. 1996	1994-95
	A	5	Mechlorprop	0,011	sept. 1996	1994-95
Nordjylland (LOOP 2)	A	3	Bentazon	0,011	1996	1995
	B	5	Bentazon	0,007	1996	1995
	C	5	Benazolin	0,007	1996	ikke kendskab til anvendelse 1994-96
Vejle-Århus (LOOP 3)	A	5	Hexazinon	0,007	juni 1996	ikke kendskab til anvendelse 1994-96 (skovstation)
Fyn (LOOP 4)	A	5	Desethylatrazin	0,12	jan. 1996	1989-91
	A	5	Cyanazin	0,02	jan. 1996	1989-91
Sønderjylland (LOOP 6)	A	2,7	Atrazin	0,034	mar. 1996	(majs afgrøde før 1993 ¹⁾)
	A	2,7	Simazin	0,044	juni 1996	(majs afgrøde før 1993 ¹⁾)
	A	2,7	Atrazin	0,045	okt. 1996	(majs afgrøde før 1993 ¹⁾)
	B	2,1	Simazin	0,037	mar. 1996	ikke kendskab til anvendelse
	B	2,1	Simazin	0,05	juni 1996	ikke kendskab til anvendelse
	B	2,1	Simazin	0,047	okt. 1996	ikke kendskab til anvendelse

¹⁾ Majsafgrøder har normalt tidligere været sprøjtet med atrazin og/eller simazin.

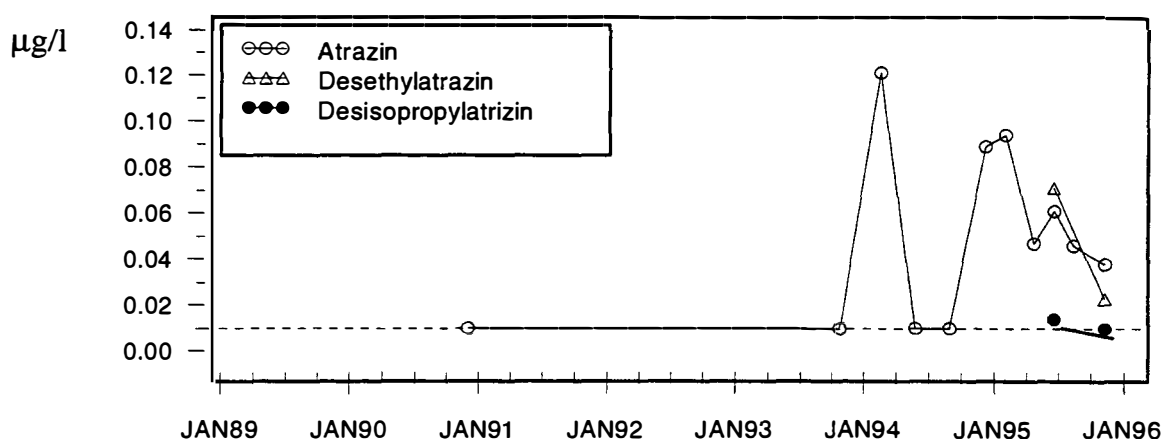
²⁾ I Viborg-Ringkjøbing (LOOP 5) er der ikke undersøgt for pesticider i grundvandet i 1996.

Tabel 5.9. Fund af pesticider i det øvre grundvand i landovervågningsoplande i 1996 og kendt tidligere anvendelse af pesticiderne på opstrøms marker.

I de 421 grundvandsprøver fra 99 filtre, der er udtaget til analyse i perioden 1993 til 1996, er der fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i 125 prøver (34 filtre), heraf 9 (7 filtre) i en koncentration over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l. Den højeste koncentration på 0,23 µg/l er fundet for desisopropylatrazin, et nedbrydningsprodukt af atrazin.

Resultatet af gentagne analyser og fund af atrazin og de 2 nedbrydningsprodukter, desethylatrazin og desisopropylatrazin, i grundvandsprøver udtaget 5 meter under terræn i landovervågningsoplandet Lillebæk (LOOP 4, Fyns Amt) er vist i figur 5.1. Der er foretaget 11 analyser for atrazin i perioden 1990-95 og 2 analyser for henholdsvis desethylatrazin og desisopropylatrazin. Der er ikke foretaget analyser af grundvand fra det pågældende filter i 1996, på grund af den lave grundvandsstand. Den seneste kendte anvendelse af atrazin på stationsmarken var i perioden 1990-93. Figuren illustrerer flere interessante aspekter ved atrazins og nedbrydningsprodukternes forekomst i grundvand: (1) forsinkelsen fra mark-anvendelsen til fund i grundvandet, (2) variationen i den målte koncentration, fra 0,12 µg/l til 'ikke fundet' ved en detektionsgrænse på 0,01 µg/l og 'tilbage' til en koncentration på 0,10

$\mu\text{g/l}$, som herefter falder og (3) koncentrationen af et nedbrydningsprodukt kan være højere en koncentrationen af moderstoffet.



Figur 5.1 Fund af atrazin og 2 nedbrydningsprodukter i 5 meters dybde i ét grundvandsfilter i landovervågningsområdet Lillebæk (LOOP 4, Fyns Amt). Den vandrette stiplede linie angiver detektionsgrænsen, dvs. at atrazin eller de 2 nedbrydningsprodukter *ikke* er fundet i 5 analyser. Den seneste kendte anvendelse af atrazin på stationsmarken var i perioden 1990-93.

Pesticider i vandværkernes boringskontrol.

Der er til GEUS indberettet oplysninger om 4.856 analyser gennemført for ét eller flere pesticider i 3.382 vandværksboringer. Ud af de 4.856 analyser er der fundet ét eller flere pesticider i 683 af de indberettede analyser fra 388 boringer, svarende til knap 12%. I 301 vandprøver fra 168 boringerne er grænseværdien for drikkevand overskredet, svarende til 5% af de undersøgte boringer. Hovedparten af de analyserede vandprøver er analyseret for de 8 GRUMO-pesticider, (tabel 5.12, 5.13 og 5.14).

Antallet af pesticidanalyser fra vandværksboringer er steget stærkt i perioden 1994-96 i forhold til tidligere (tabel 5.10), men de analyserede boringer (rapporteret til den grundvandskemiske database ved GEUS) er ikke fordelt jævnt på landsplan (tabel 5.11). Særlig er der gennemført mange analyser af vandværksboringer i Fyns og Århus Amter, mens der i andre amter er indberettet meget få analysedata. Antallet af indberettede analyser afspejler formodentligt ikke, at vandværkerne i disse amter ikke har gennemført boringskontrolanalyser for pesticider, men snarere, at amterne har haft problemer med dataindberetningen, hvilket f.eks. er tilfældet for Sønderjyllands Amt, hvor vandværkerne og amtet har gennemført mange analyser af vandværksboringer.

Det er kommunalbestyrelserne der er ansvarlige for såvel analyseprogram som indberetning af analyseresultater til amterne, der igen indberetter data til GEUS (Miljøministeriet 1988).

Prøvetagningsår	Antal analyser
1989	2
1990	73
1991	101
1992	162
1993	208
1994	2.068
1995	1.275
1996	1.014
Analyser i alt	4.903

Tabel 5.10 Analyser for pesticider udført i vandværkernes boringskontrol

Amt	Udførte analyser 1990-96
København /Frederiksberg	17
Københavns Amt	162
Frederiksborg	109
Roskilde	502
Vestsjælland	319
Storstrøm	400
Bornholm	29
Fyn	1.172
Sønderjylland	33
Ribe	233
Vejle	41
Ringkøbing	279
Århus	954
Viborg	214
Nordjylland	340
Boringer uden amtsoplysninger	99
Analyser i alt	4.903

Tabel 5.11 Analyse for pesticider udført i vandværkernes boringskontrol, fordelt på amter.

De hyppigst analyserede stoffer er vist i tabel 5.12. Antallet af analyser afspejler ikke antallet af analyserede boringer, f.eks. er dichlorprop analyseret i 4.335 vandprøver fra 3.257 boringer (tabel 5.13). Blandt de 8 GRUMO-pesticider er dichlorprop, mechlorprop og atrazin fundet hyppigst (tabel 5.12 og 5.13), mens to nedbrydningsprodukter fra triaziner procentvis er fundet hyppigere i vandprøverne end f.eks. atrazin. Den relativt hyppige forekomst af hexazinon er overraskende, fordi stoffet kun er fundet i få prøver fra grundvandsovervågningsboringer (tabel 5.5) selv om stoffet har været anvendt hyppigt ved skovdrift. En forklaring kan være, at hexazinon i et vist omfang har været anvendt ved behandling af befæstede arealer.

Som følge af de sidste års mange fund af nedbrydningsproduktet 2,6-dichlorbenzamid (BAM), har en del vandværker analyseret dette stof ved vandværkernes rutinemæssige kontrol. Amterne har til GEUS indberettet 925 BAM-analyser fra 696 boringer. Der er fundet BAM i 191 af de analyserede 696 boringer svarende til næsten 30%, mens grænseværdien for drikkevand var overskredet i 102 boringer, svarende til at ca. 15% af de undersøgte boringer. Langt de fleste fund af BAM i vandværksboringer er fra intervallet 0-30 meter under terræn, hvor også de højeste koncentrationer er målt (figur 5.2).

Vandværkernes boringskontrol	Analyser	Fund	Fund >0.1 µg/l
Atrazin	4.354	189	51
Dichlorprop	4.335	120	28
Simazin	4.322	84	8
Mechlorprop	4.293	90	15
MCPA	4.284	18	6
DNOC	4.267	0	0
Dinoseb	4.265	3	0
2,4-D	3.708	3	0
2,4 - dichlorphenol	1.686	6	6
4-chlor, 2-methylphenol	1.669	8	5
2,6-dichlorphenol	1.599	3	1
Carbofuran	1.454	0	0
2,6-Dichlorbenzamid	925	330	183
Desethylatrazin	443	20	4
Hexazinon	439	16	6
Dichlobenil	408	5	0
Desisopropylatrazin	396	12	4
6-clor,2-methylphenol	383	5	4
Cyanazin	366	0	0
Terbuthylazin	365	2	0
Pendimethalin	237	3	0
Hydroxyatrazin	79	1	0
Hydroxymetsulfuron	49	1	0

Tabel 5.12 Fund af udvalgte pesticider analyseret i vandværkernes boringskontrol, sorteret efter faldende antal analyser.

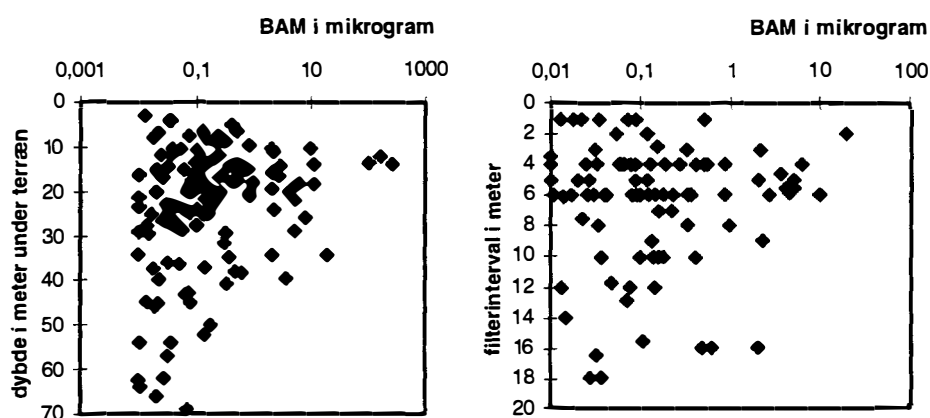
	Analyser	Analyser med fund	Boringer med analyserer	Boringer med fund	Boringer med fund >0,1 µg/l	Boringer med genfund
Atrazin	4.354	189	3.279	113	30	45
Dichlorprop	4.335	120	3.257	53	11	27
Simazin	4.322	84	3.272	65	6	16
Mechlorprop	4.293	90	3.239	48	10	17
MCPA	4.284	18	3.253	14	3	2
DNOC	4.267	0	3.244	0	0	0
Dinoseb	4.265	3	3.244	3	0	0
2,4-D	3.708	3	2.985	3	0	0
8 GRUMO-pesticider	4.474	388	3.293	222	55	86

Tabel 5.13 Fund af de 8 GRUMO-pesticider i vandværkernes boringskontrol.

	Dichlorprop	MCPA	Mechlorprop	2,4-D	Atrazin	Simazin	DNOC	Dinoseb
Boringer med fund, antal	53	14	48	3	113	65	0	3
median, $\mu\text{g/l}$	0,02	0,0675	0,03	0,014	0,0375	0,021	0	0,045
maksimum, $\mu\text{g/l}$	9,2	0,413	11	0,057	75	30	0	0,088

Tabel 5.14 Median- og maksimumsværdier for de 8 GRUMO-pesticider analyseret i vandindvindingsboringer. Medianværdier er beregnet ved først at beregne medianværdierne for de enkelte boringer for derefter at beregne en median for alle medianværdier.

Da vandværksboringerne ofte har filterintervaller der er betydeligt længere end overvågningsboringerne, der oftest er på 0,5 meter, ville eventuelle punktforureninger kunne ses, hvis der var en direkte sammenhæng mellem stigende filterlængde og faldende BAM koncentrationer. Høje koncentrationer fra punktkilder vil antagelig fortyndes i stigende omfang med stigende filterlængde. Også høje koncentrationer i det yngste højtliggende grundvand ville fortyndes på samme måde. Figur 5.2 viser at der ikke er nogen entydig sammenhæng mellem filterlængde og koncentrationer, og de mange fund af BAM kan derfor ikke i hovedsagen tilskrives punktkilder, men formodentlig regelret anvendelse.



Figur 5.2 Koncentration af BAM i forhold til filterdybde (til venstre) og i forhold til filterlængde i vandværkernes boringskontrol (til højre).

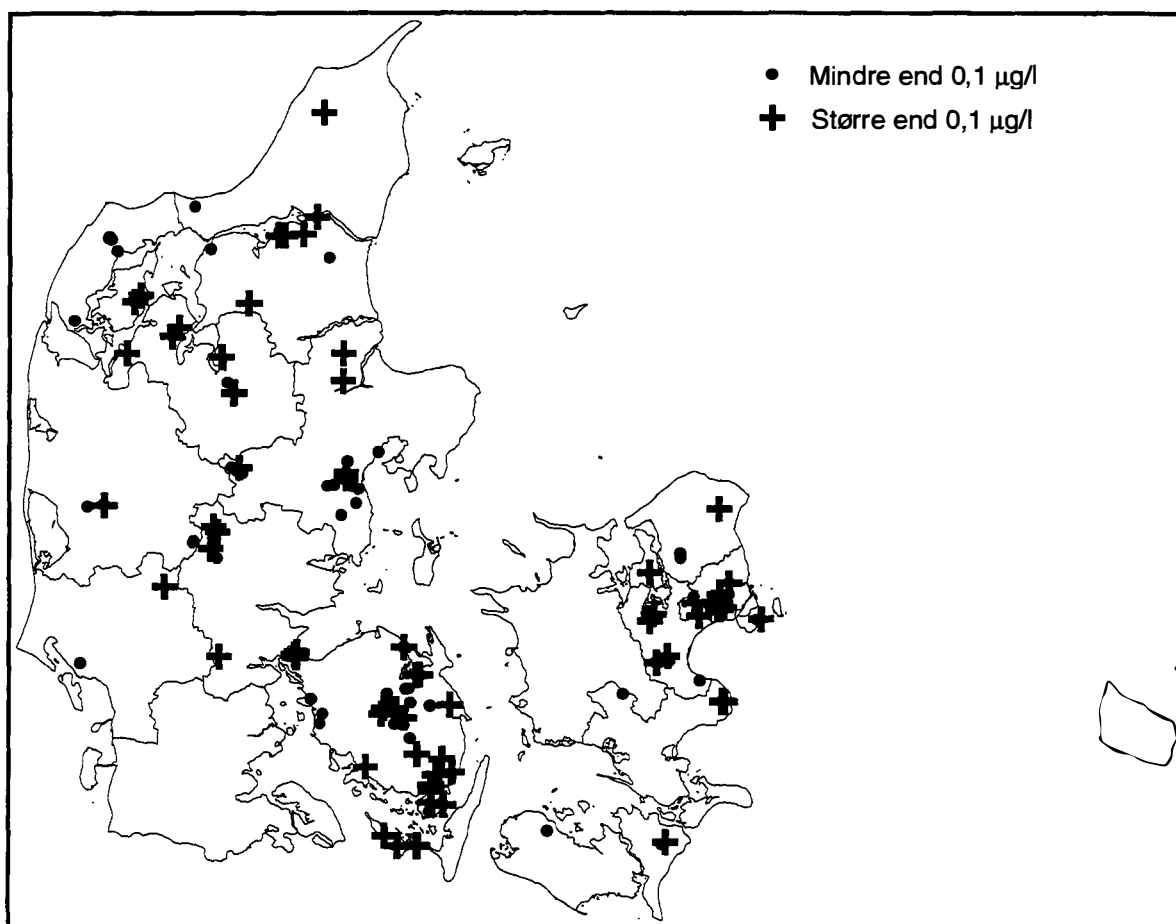
En vurdering af BAM's forekomstmåde i forskellige geokemiske miljøer viser, at BAM generelt findes i grundvand med et lavt nitratindhold, med et højt indhold af opløst jern og mangan, og at indholdet af sulfat er forbavsende højt (tabel 5.15). Mediankoncentrationen for klorid på ca. 52 mg/l, er ligeledes større end mediankoncentrationen på landsplan (33,5 mg/l).

Da mange fund af BAM formodentlig stammer fra boringer, der er placeret i eller ved byområder, figur 5.3, kan et lavt nitratindhold måske tilskrives en ringe landbrugspåvirkning, mens det forhøjede indhold af klorid måske kan skyldes nedsivning af salt fra vejanlæg og lignende. Det stærkt forhøjede sulfatindhold, hvor mediankoncentrationen på landsplan er 37

mg/l, kan måske forklares som et resultat af omsætning af nitrat ved iltning af pyrit, men kan også skyldes overrepræsentation af boringer placeret tæt ved kysten eller at der er udviklet en sænkningstragt så der er stor tilgang af ilt til oxidation af pyrit fra atmosfærisk luft og iltet grundvand.

Vandværkernes boringskontrol	BAM µg/l	Nitrat mg/l	Klorid mg/l	Jern mg/l	Mangan mg/l	Sulfat mg/l
Medianværdi	0,11	1,75	51,50	0,51	0,11	97,50

Tabel 5.15 . Medianværdier for BAM og for en række udvalgte hovedbestanddele.

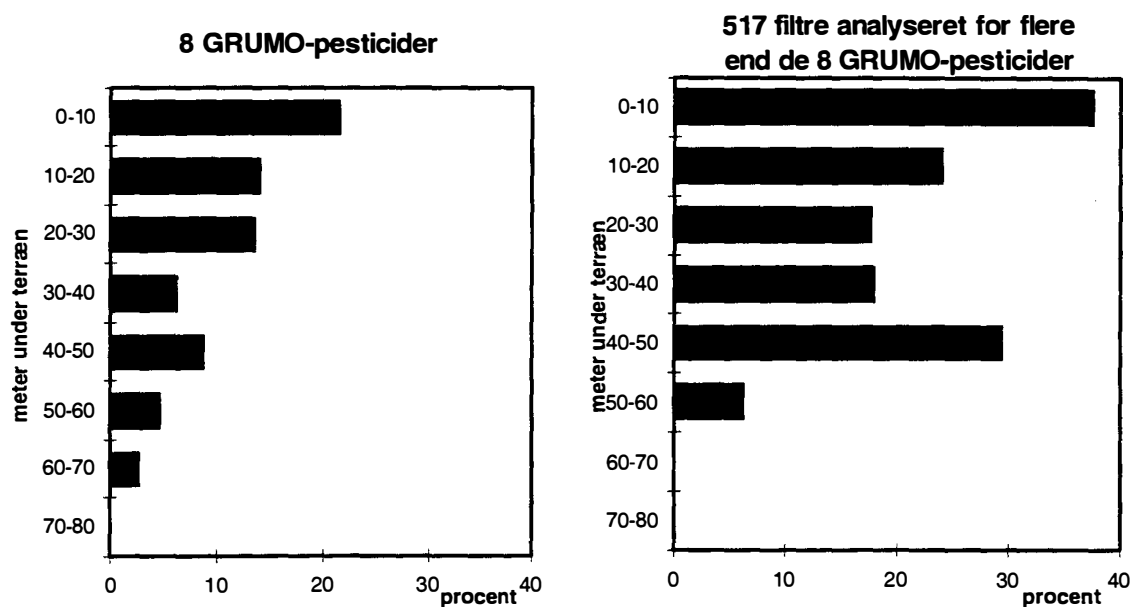


Figur 5.3 Fund af BAM i Danmark i grundvandsovervågningen og i vandværkernes boringskontrol. Kun data fra grundvandsdatabasen ved GEUS er medtaget.

Pesticidernes forekomstmåde

Når sammenhængen mellem antallet af pesticidfund og filterdybde opgøres for de 8 GRUMO-pesticider ses, at 22% af de undersøgte filtre i intervallet 0-10 meter under terræn indeholder eller har indeholdt ét eller flere af de 8 GRUMO-pesticider. Forekomsten af pesticider falder til ca. 15% i intervallet 10 - 30 meter under terræn til ca. 5% i intervallet 50-70 meter under terræn (figur 5.4).

Da amterne i år har indberettet analysedata fra grundvandsovervågningsboringerne for andre end de 8 GRUMO-pesticider, er det i år muligt at vurdere den dybdemæssige forekomst af flere pesticider og nedbrydningsprodukter (figur 5.4). På trods af at amterne ikke altid har analyseret for de samme pesticider og nedbrydningsprodukter ses, at ca. 40% af filterne, placeret i det yngste grundvand, indeholder ét eller flere pesticider. Antallet af fund falder, som for de 8 GRUMO-pesticider, med dybden, men selv 40-50 meter under terræn er der konstateret pesticider i ca. 20% af filterne. Fundet af pesticider i 29% af filterne i intervallet 40-50 meter under terræn er formodentlig ikke repræsentativt, da kun få filtre er analyseret fra dette niveau.



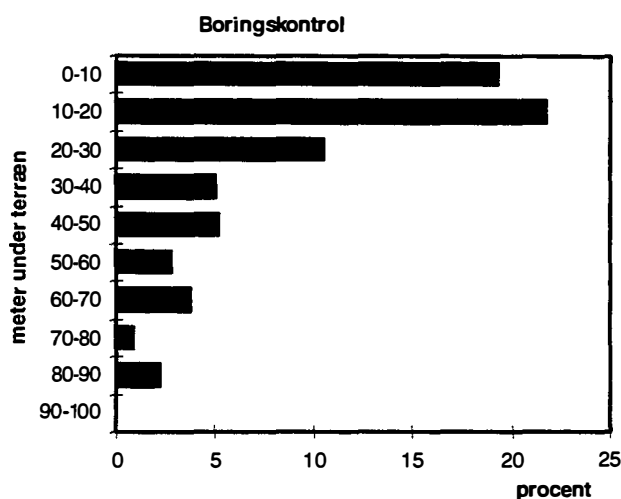
Figur 5.4 Fund af pesticider i grundvandsovervågningen i forhold til filterdybde for 1.006 filtre analyseret for de 8 GRUMO-pesticider og tilsvarende for 517 filtre i grundvandsovervågningen der er også undersøgt for andre pesticider.

De viste pesticidfund fra de 517 filtre i figur 5.4, sandsynliggør at antallet af pesticidfund vil blive øget som følge af en fremtidig udvidelse af analyseprogrammet, der fra 1998 forventes at omfatte ca. 50 pesticider og nedbrydningsprodukter. Dog kan BAM være overrepræsenteret i forhold til forekomsten på landsplan (tabel 5.12).

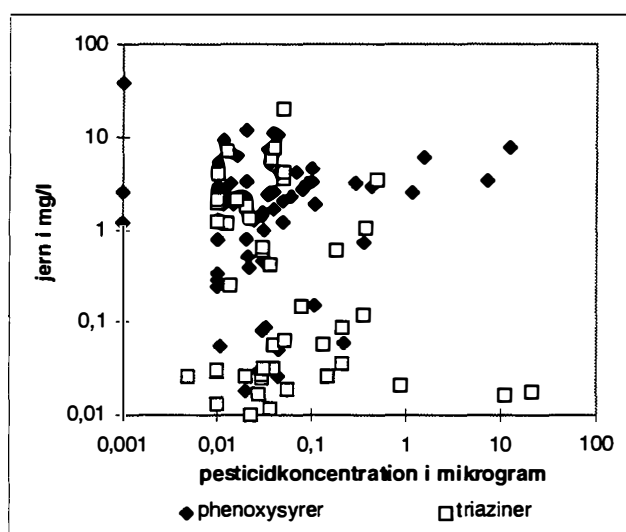
Fordelingen af pesticidfund efter filterdybde i vandværkernes boringer (figur 5.5) minder om fordelingen af de 8 GRUMO-pesticider i grundvandsovervågningsboringerne (figur 5.4). Dog er forekomsten større i intervallet 10-20 meter under terræn, hvilket kan skyldes, at vandværkernes boringer i dele af landet indvinder grundvand fra den øvre del af kalken, som oftest er stærkt opsprækket. Transporthastigheden gennem sprækker i kalk er langt hurtigere end i f.eks. sandreservoarer, og grundvandet må derfor forventes at være yngre og mere påvirket af pesticidanvendelse, end dybden umiddelbart angiver.

På landsplan forekommer phenoxysyrerne oftest i reduceret grundvand med et lille indhold af nitrat og med højt indhold af opløst jern og mangan (figur 5.6), mens triazinerne forekommer i

både iltet nitratholdigt grundvand og i reduceret nitratfrit grundvand. Triazinernes nedbrydningsprodukter forekommer på samme måde som triazinerne, og der er tilsyneladende ingen forskel i den dybdemæssige udbredelse af nedbrydningsprodukterne i forhold til moderstoffer. Det kan betyde, at nedbrydningsprodukterne ikke omsættes i grundvandsmagasinerne, eller mindre sandsynligt, at de forskellige nedbrydningsprodukter omsættes i samme omfang.



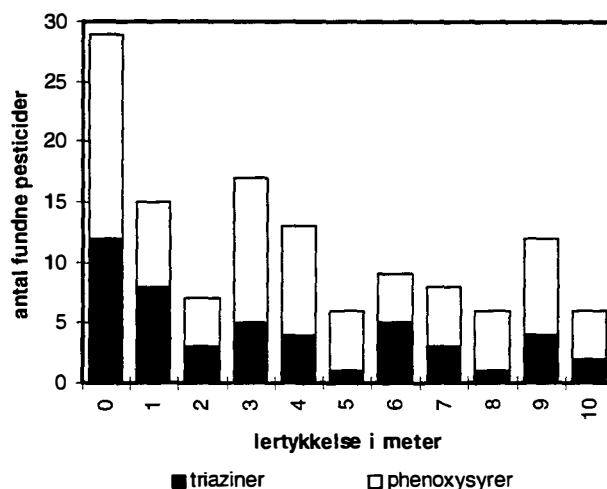
Figur 5.5 Antal pesticidfund i forhold til filterdybde i vandværkernes boringskontrol. Da der mangler oplysninger om filterdybde for en del af vandværkernes borerer udgør datagrundlaget kun en delmængde af det samlede antal fund.



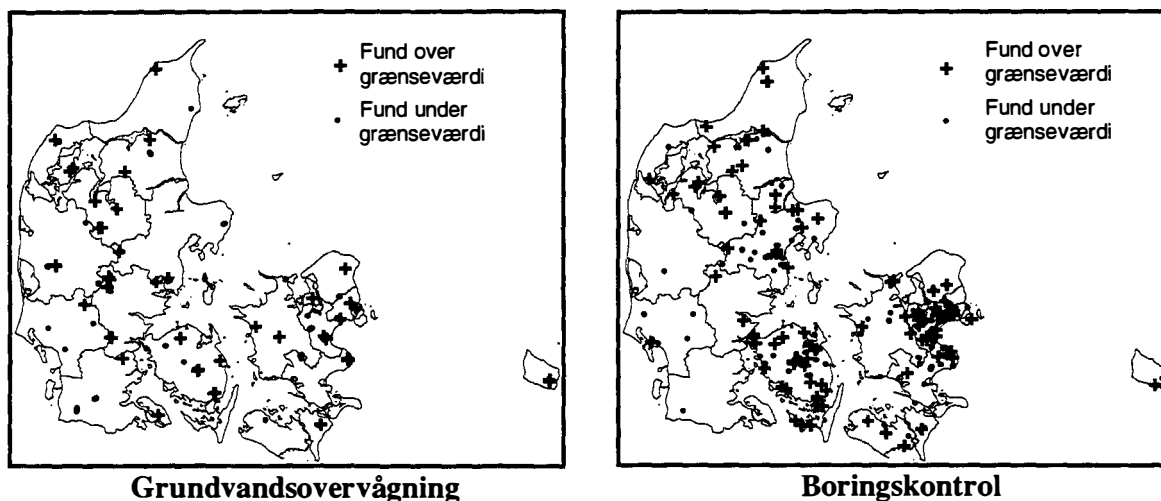
Figur 5.6 Koncentration af phenoxy syrer og triaziner i forhold til koncentration af opløst jern i grundvandsovervågningen

En række undersøgelser har vurderet lerlags beskyttende effekt overfor pesticidforurening af grundvand. I grundvandsovervågningsboringerne er der tilsyneladende ingen sammenhæng mellem lerlagenes tykkelse og forekomst af pesticider (figur 5.7). Der er fundet både triaziner og phenoxy syrer under selv tykke lerlag. Phenoxy syrerne bliver dog relativt hyppigere med

stigende lertykkelse. Det kan ikke udelukkes at pesticider i grundvand under lerlag kan være transporteret til fundstedet fra andre områder med tyndere eller manglende lerlag. Den geografiske fordeling af pesticidfund i grundvandsovervågningen og pesticider fundet ved vandværkernes boringskontrol er vist i figur 5.8, hvor der dog kun er medtaget de boringer der har koordinater og som er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS.



Figur 5.7 Antal pesticidfund i forhold til den summerede tykkelse af lerlag over filterintervallet i grundvandsovervågningen.



Figur 5.8 Pesticidfund i grundvandsovervågningen og vandværkernes boringskontrol. Kortene omfatter kun data der er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS.

Udvidede analyseprogrammer

Amterne og vandværkerne har de senere år gennemført en række udvidede pesticidanalyser. Ofte har de analyserede boringer været specielt udvalgt, f.eks. med henblik på at undersøge gårdspladsforureninger. Analyseprogrammerne omfatter forskellige analyseparametre og har ofte forskellige detektionsgrænser. I forbindelse med udarbejdelse af en database, der

Grundvandsovervågning	Analyserede filtre antal	Filtre m. fund antal	Filtre m. fund %	Filtre med fund >0.1 µg/l antal	Overskridelse af grænseværdi %
Atrazin	1.501	114	7,6	11	0,7
2,4-D	1.496	13	0,9	0	-
Mechlorprop	1.491	71	4,8	5	0,3
Simazin	1.489	111	7,5	5	0,3
Dichlorprop	1.480	72	4,9	2	0,1
DNOC	1.469	28	1,9	0	-
Dinoseb	1.469	22	1,5	4	0,3
MCPA	1.235	30	2,4	4	0,3
Desisopropylatrazin	1.172	207	17,7	39	3,3
Bentazon	1.168	179	15,3	9	0,8
Hexazinon	1.162	14	1,2	5	0,4
Cyanazin	1.156	13	1,1	2	0,2
Desethylatrazin	1.155	158	13,7	30	2,6
Terbuthylazin	1.070	14	1,3	0	-
Isoproturon	1.067	21	2,0	4	0,4
Dimethoat	987	5	0,5	0	-
Metamitron	905	40	4,4	1	0,1
Carbofuran	814	5	0,6	0	-
Metazachlor	715	4	0,6	0	-
2,6-dichlorbenzamid	644	240	37,3	118	18,3
Diuron	333	3	0,9	1	0,3
Dichlobenil	313	5	1,6	0	-
Pirimicarb	306	2	0,7	0	-
Propiconazol	306	2	0,7	1	0,3
2,4-dichlorphenol,	299	3	1,0	2	0,7
Hydroxyatrazin	202	29	14,4	12	5,9
4-chlor-2-methylphenol	152	15	9,9	12	7,9
Pendimethalin	149	4	2,7	0	-
Hydroxyterbuthylazin	114	6	5,3	0	-
Benazolin	114	1	0,9	0	-
Desethylterbuthylazin	114	1	0,9	1	0,9
Ethylenthiourea	75	7	9,3	3	4,0
4-CPP	63	1	1,6	0	-
Sebutylazin	26	1	3,8	0	-
6-chlor-2-methylphenol	13	12	92,3	1	7,7

Tabel 5.16 Pesticider fundet i grundvandet ved amternes og vandværkernes udvidede analyseprogrammer. Status den 25. august 1997. Oplysningerne i tabellen stammer fra nyere undersøgelser gennemført i 1997, fra ældre undersøgelser som ikke er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS og fra undersøgelser som helt eller delvis er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS, f.eks. analyseprogrammer gennemført i nogle landovervågningsoplunde og enkelte grundvandsovervågningsområder. Tabellen omfatter således ikke data fra den almindelige overvågning i grundvandsovervågningsområderne.

indeholder et uddrag af disse undersøgelser, er der indsamlet oplysninger om 105 pesticider og nedbrydningsprodukter, der er analyseret i vandprøver udtaget fra både ungt og gammelt dansk grundvand. Ud af disse 105 analyserede stoffer er 35 fundet i grundvandet, heraf 22 med koncentration over grænseværdien for drikkevand (tabel 5.16).

Sammendrag

De 8 pesticider, der indgår i analysen af overvågningsfiltrene, er fundet i godt 12% af de analyserede 1.006 filtre, og grænseværdien for drikkevand er overskredet i knap 4%. Nogle amter analyserer nu vandprøver fra overvågningsboringerne for flere end de 8 pesticider. Der er således indberettet oplysninger om 517 filtre med udvidede analyseprogrammer, som viser forekomst af pesticider i godt 22% af de undersøgte filtre og overskridelser af grænseværdien for drikkevand i knap 13%. Filtrene er repræsentative for grundvandsovervågningsboringerne, og der er derfor grund til at antage, at den kommende udvidelse af grundvandsovervågningen til ca. 50 pesticider og nedbrydningsprodukter, vil vise forekomst af pesticider i grundvand af tilsvarende omfang.

De 8 GRUMO-pesticider forekommer i grundvandsovervågningen i 22% af filtrene i det højtliggende (yngste) grundvand, og hyppigheden aftager med dybden. Tilsvarende er der fundet pesticider i udvidede analyseprogrammer gennemført i grundvandsovervågningsprogrammet i 38% af filtrene i det terrænnære og yngste grundvand. I intervallet 30-40 meter under terræn er der fundet pesticider i ca. 20% af filtrene. Der er fundet pesticider ned til 60-70 meters dybde.

I vandværkernes boringskontrol er der fundet pesticider i knap 12% af de ca. 3.400 undersøgte boringer, og grænseværdien for drikkevand er overskredet i 5%. Disse boringer er i hovedsagen analyseret for de 8 GRUMO-pesticider, Der er fundet BAM i 191 ud af 696 undersøgte boringer, svarende til næsten 30%, og grænseværdien for drikkevand er overskredet i ca. 15%.

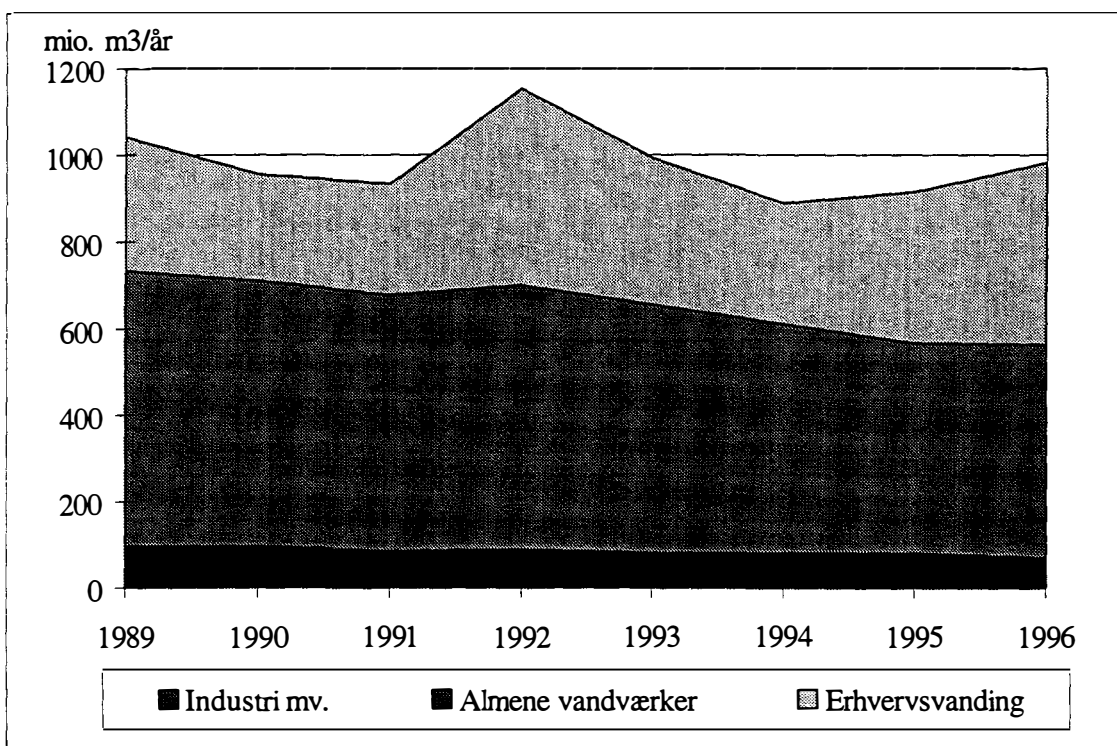
Pesticiderne forekommer i alle grundvandsmiljøer med grundvand dannet i perioden, efter at pesticiderne blev taget i anvendelse, ca 1950. Phenoxysyrerne forekommer dog næsten udelukkende i reduceret grundvand, og ofte under tykke lerdæklag. Amterne og vandværkerne har gennem de senere år gennemført en række udvidede analyseprogrammer, hvor der nu foreligger viden om 105 pesticider og nedbrydningsprodukter. Ud af disse er der til dato fundet 35 pesticider i dansk grundvand, heraf 22 i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

Vandindvinding

Forsyningsstruktur og vandindvinding i 1996

Vandforsyningen i Danmark er næsten udelukkende baseret på grundvand (> 99 %). Vandindvindingen er primært baseret på et decentralt system bestående af 3.470 almene vandværker, heraf ca. 400 offentlige fællesanlæg, ca. 2.240 private fællesanlæg og ca. 830 ikke nærmere definerede fællesanlæg. Derudover er der en række lokale enkeltvandforsyninger (bl.a. til institutioner, industri, markvanding, sportspladser, gartneri, dambrug, enkeltvandforsyningsanlæg til husholdning mv.).

Amterne har opgjort vandindvindingen i brede forbrugskategorier, som er rapporteret i amtsrapporterne og data er indberettet fra amterne til GEUS. På baggrund heraf er der foretaget en opgørelse for hele landet på 3 hovedkategorier: Almene vandværker (offentlige og private fællesanlæg), Erhvervsvandning (markvanding og dambrug) og Industri mv. (enkeltindvindinger til husholdninger, institutioner, erhverv/industri mm). Kategorierne er ikke helt entydige. Mange industrier forsynes eksempelvis gennem almene vandværker. En del amter gør desuden opmærksom på, at der for nogle poster er tale om skøn. I figur 6.1 er vist vandindvindingen opgjort på hovedkategorier for perioden 1989-96.



Figur 6.1. Vandindvinding i Danmark fordelt på indvindingskategorier baseret på indberetninger til GEUS og oplysninger fra amterne i overvågningsrapporter for 1989-1996.

Der er som hovedtendens og på landsplan tale om et fald fra 1989 og frem i indvindingen på de almene vandværker (Gravesen, 1993). Den stærke fokusering på vandbesparelser i de forløbne år i bl.a. husholdninger har haft en effekt. Den samlede indvinding til almene vandværker udgjorde 493 millioner m³ i 1996 mod 640 millioner m³ i 1989 (figur 6.1), ialt et fald på over 20 %. Faldet i indvindingen er imidlertid ophørt i 1996.

Den totale indvinding i 1996 var på 981 millioner m³. Stigningen i forhold til 1995 skyldes primært en større indvinding til erhvervs Vand (markvanding) i 1996 i forhold til 1995 på grund af en meget tør sommer med et deraf følgende stort markvandingsbehov. Vandindvinding til erhvervs Vand udgjorde 417 mio. m³ for 1996. Opgørelsen af erhvervs Vandens størrelse på landsplan er imidlertid meget usikker. En række amter hvor der er betydelig markvanding indberetter således ikke denne kategori til GEUS's vandindvindingsdatabase (bl.a. Ribe, Ringkjøbing og Vejle amter). Ifølge Sønderjyllands Amt er det endvidere kun for ca. 65 % af indvindingerne til markvanding, at der foreligger indberetninger til amtet fra forbrugere. Det samlede tal for amtet er skønsmæssigt korrigeret herfor. For de amter hvor tallene for erhvervs Vand (markvanding, sportsplads/park, gartneri, spiselige afgrøder, blomstergartneri og dambrug) ikke er elektronisk indberettet til databasen, er der benyttet tal fra amternes rapporter.

Tabel 6.1 er en oversigt over indberettede hovedkategorier: almene vandværker, erhvervs Vand og industri mv. for de enkelte amter.

Amtskommune	Almene vandværker millioner m ³ pr. år	Erhvervs Vand millioner m ³ pr. år	Industri mv. millioner m ³ pr. år
Frederiksberg og Københavns kommune	(i.i.) 1,9	-	(i.i.) 3,0
Københavns amt	43 ¹⁾	0,3	(i.i.) 4,1 ⁵⁾
Frederiksborg amt	47 ²⁾	(i.i.) 1,1	(i.i.) 2,4
Roskilde amt	42 ³⁾	0,9	5,0
Vestsjællands amt	46 ⁴⁾	2,8	3,6
Storstrøms amt	23	1,5	4,2
Bornholms amt	4,6	0,1	0,2
Fyns amt	43	6,8	4,1
Sønderjyllands amt	24	59	5,8
Ribe amt	24	(i.i.) 95	(i.i.) 3,0
Vejle amt	34	(i.i.) 46	(i.i.) 10
Ringkjøbing amt	31	(i.i.) 134	5,9
Århus amt	56	16	5,9
Viborg amt	25	20	3,4
Nordjyllands amt	48	34	11
IALT	493	417	71

¹⁾ Omfatter indvindinger af Københavns vandforsyning i Københavns amt (26 mio. m³/år)

²⁾ Omfatter indvindinger af Københavns vandforsyning i Frederiksborg amt (15 mio. m³/år) og af Gentofte vandforsyning i Frederiksborg amt (Sjælsø vandværk) i Frederiksborg amt (5,9 mio. m³/år). Ca. 60 % af indvindingen ved Sjælsø vandværk leveres videre til Københavns amt.

³⁾ Omfatter indvindinger af Københavns vandforsyning i Roskilde amt (24 mio. m³/år)

⁴⁾ Omfatter indvindinger af Københavns vandforsyning i Vestsjællands amt (11 mio. m³/år)

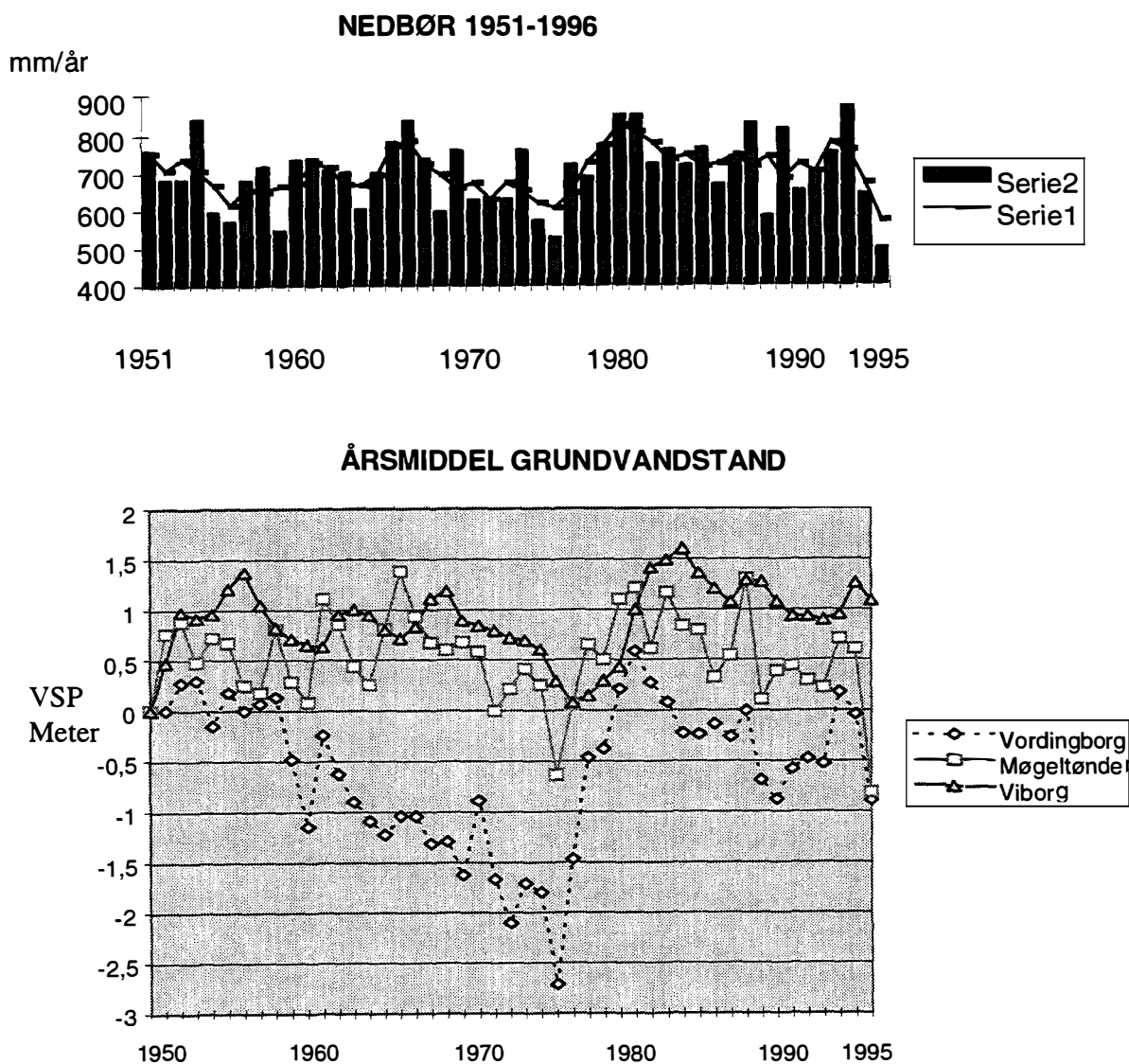
⁵⁾ Københavns amts afværgeoppumpning på 3,2 mio. m³/år indgår under denne kategori

Tabel 6.1. Opgørelse af vandindvinding for 1996 fordelt på hovedkategorier for de enkelte amter. I de tilfælde hvor amterne ikke har indberettet den pågældende kategori til databasen ved GEUS er dette anført i tabellen (i.i.: ikke indberettet).

Grundvandspejlinger

Regelmæssige pejlinger af grundvandsstanden giver et direkte billede af ændringer i mængden af grundvand. Grundvandsstanden varierer naturligt hen over året med den højeste vandstand omkring april måned og den laveste vandstand omkring oktober. På få år kan grundvandsstanden dog ændre sig betydeligt i forhold til den almindelige årstidsvariation, enten som følge af ændringer i nedbørsmængden, på grund af grundvandsindvinding eller en kombination af begge. Især nedbøren i vinterhalvåret er af stor betydning for grundvandsdannelsen, da planternes vandoptagelse og fordampningen er begrænset i denne periode.

Nedbørsmængden betyder selvsagt meget for grundvandsdannelsen. Nedbøren har generelt været rigelig de sidste 30 år, specielt i perioden 1980 - 1994. Grundvandsdannelsen har imidlertid været ekstrem lille for perioden 1995 - 1996. I vinteren 1995/96 (oktober-marts) var nedbøren mindre end halvdelen af gennemsnittet for den seneste 30-års periode.



Figur 6.2 Ændringer i nedbøren og grundvandspejlet i Jylland og på Sjælland for perioden 1950-1996. Nedbørsserie 1: 3 års glidende gennemsnit. Nedbørsserie 2: årlige værdier

Grundvandsressourcens størrelse kan løbende vurderes med udgangspunkt i variationer i pejlinger af grundvandsstanden. I figur 6.2 er vist variationer i nedbøren i Danmark og variation i grundvandspejlet ved udvalgte stationer. Særlig tydelig er det generelle fald i grundvandspejlet og dermed grundvandsressourcens størrelse fra midten af 1960'erne til midten af 1970'erne, efterfulgt af en meget våd periode med stor nedbør der medførte en stigning af grundvandspejlet frem til begyndelsen af 1980'erne. I de seneste år er der igen sket et fald i grundvandspejlet.

I de overvågningsboringer hvor det er teknisk muligt foretages der regelmæssige pejlinger af grundvandsstanden, dvs. der foreligger i dag pejleserier af mindst 8 års længde fra mange overvågningsboringer. I tabel 6.2 gives en status over pejleaktiviteterne i grundvands-overvågningsområderne.

Amt	Antal boringer pejlet hvert år 1989-96	Antal boringer pejlet seneste 3 år	Gennemsnitlig pejlefrekvens pejlinger/år	Samlet antal pejlinger i overvågnings- perioden
Nordjylland	44	55	2-4	956
Viborg	7	96	4-9	1.944
Århus	0 ¹⁾	76	2-5	982
Vejle	0 ²⁾	61	2-5	1.488
Ringkjøbing	(i.i.)	-	-	-
Ribe	47	61	3-13	2.685
Sønderjylland	34	62	2	1.091
Fyn	51	60	2-4	1.668
Frederiksborg	(i.i.)	-	-	-
Vestsjælland	44	52	2-4	1.339
Roskilde	(i.a.)	-	-	-
København	(i.a.)	-	-	-
Kbh.+Frbg. Komm.	0 ²⁾	1	6	36
Storstrøm	9	82	2-4	1.174
Bornholm	7	9	5-10	853

¹⁾ Ingen data for 1989-91

²⁾ Ingen data for 1989.

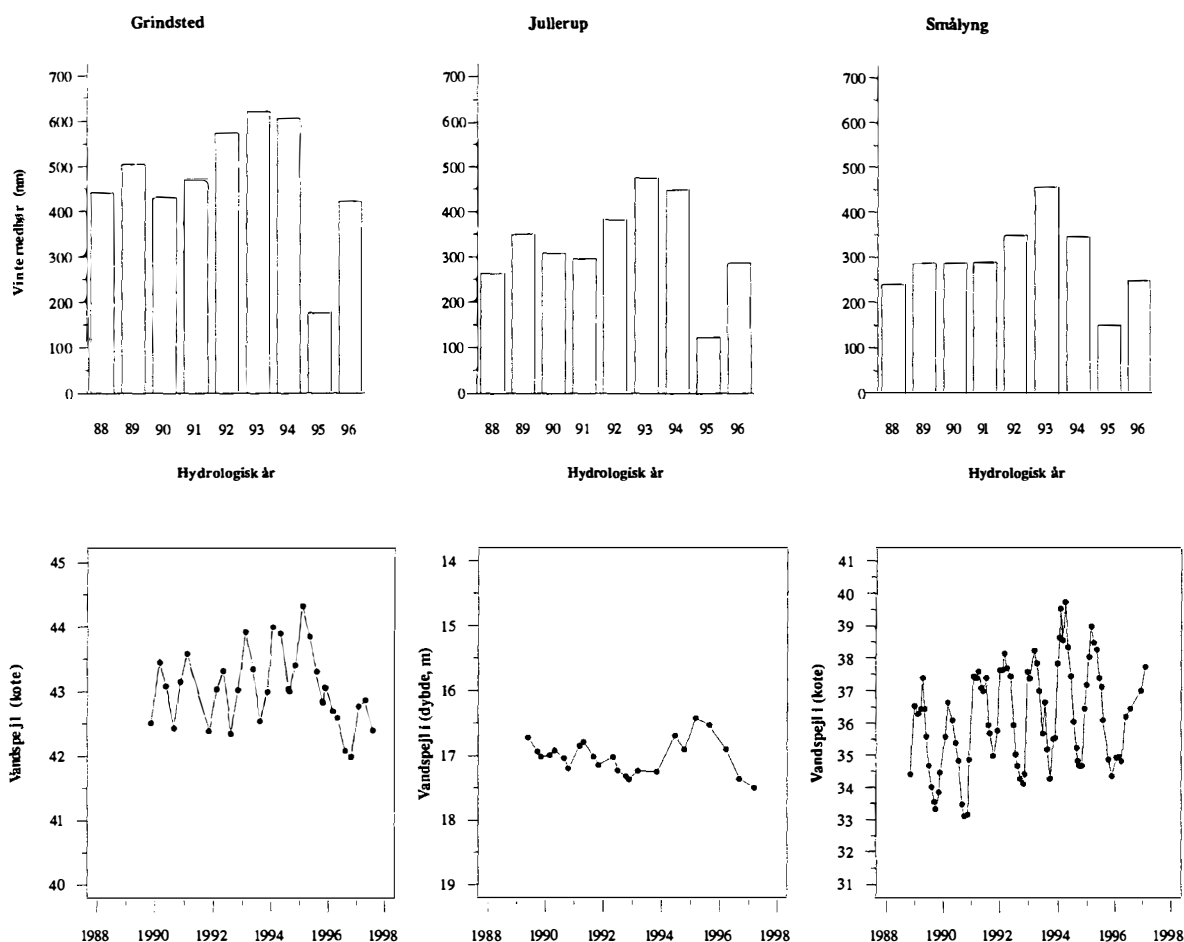
Tabel 6.2 Pejleaktiviteter i grundvandsovervågningsområderne. (i.i.) = data ikke indberettet, (i.a.) = data ikke analyseret.

Variationerne i grundvandsstanden afspejler, foruden de klimatiske forhold og vandindvinding, de hydrogeologiske forhold. I forbindelse med revisionen af det nationale pejlestationsnet foretages følgende opdeling af pejlestationer: (1) terrænnært grundvand direkte påvirket af klima- og arealanvendelse, (2) dybtliggende grundvand som afspejler langtidsfluktuationer og (3) grundvand påvirket af større vandindvinding.

Figur 6.3 viser et eksempel på en pejleserie fra hver af de 3 grupper. Pejleserierne er fra de 3 grundvandsovervågningsområder Grindsted (Ribe Amt), Jullerup (Fyns Amt) og Smålyng (Bornholms Amt). Pejleboringen fra Grindsted er en terrænnær boring i smeltevandssand med

filter ca. 9 meter under terræn. Vandspejlet viser en stor årstidsvariation og en god korrelation med vinternedbøren. Jullerup-boringen er filtersat i et sandmagasin 50 meter under terræn under et 30 meter tykt morænelerslag. Her ses et mere udjævnet forløb af grundvandsvandspejlet, men de større ændringer i nedbøren afspejles i vandspejlsfluktuationerne. Boringen i Smålyng er ca. 35 meter dyb og placeret i Balka sandsten. Indvindingen fra hovedboringen er reduceret fra 267.000 m³ i 1988 til 160.000 m³ i 1996. Vandspejlsvariationerne ses at afspejle såvel den aftagende indvinding som variationerne i vinternedbøren.

Den exceptionelt lave nedbør vinteren 1995-96 ses at slå igennem i alle 3 pejleserier.



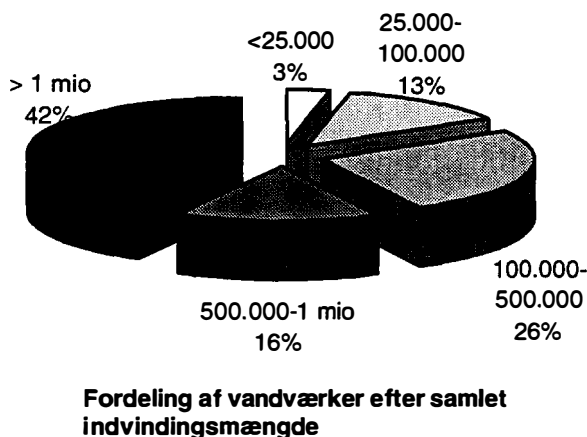
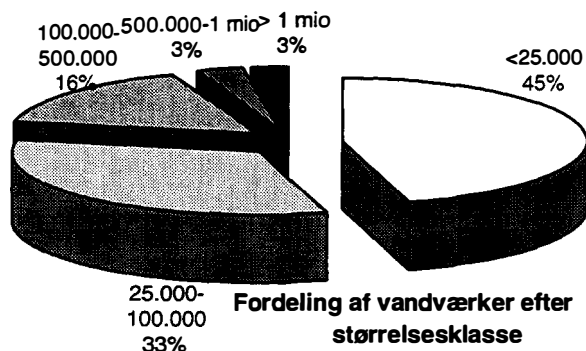
Figur 6.3 Vinternedbør og grundvandsstand i de 3 grundvandsovervågningsområder Grindsted (Ribe Amt), Jullerup (Fyns Amt) og Smålyng (Bornholms Amt). Vinternedbør i det hydrologiske år f.eks. '88' er den samlede nedbør i perioden 1.10.88 til 31.3.89.

Almene vandværker og forsyningsstruktur

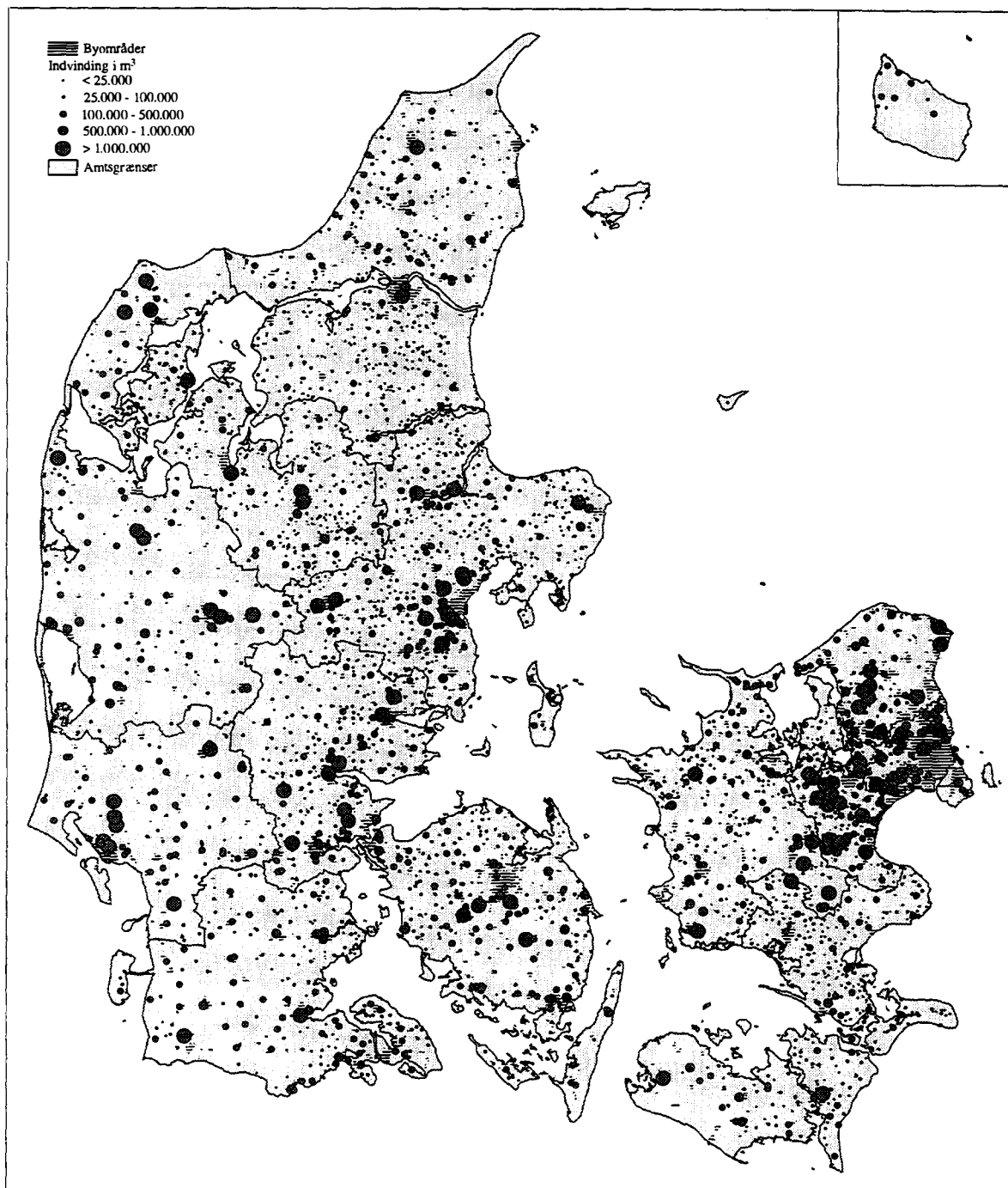
Med henblik på en illustration af vandforsyningsstrukturen med de almene vandværkers beliggenhed og indvindingsmængde er der udarbejdet et kort som viser placeringen af vandværker i forhold til 5 størrelsesklasser (figur 6.5):

- mindre end 25.000 m³/år
- 25.000 - 100.000 m³/år
- 100.000 - 500.000 m³/år
- 500.000 - 1 mio. m³/år
- større end 1 mio. m³/år

Kortet er baseret på amternes elektroniske indberetning af 1996 data og viser størstedelen af vandværkerne i Danmark. Vandværker hvor der ikke foreligger koordinater eller indvindingsmængde for 1996 indgår ikke på figur 6.5. I de tilfælde hvor der foreligger boringskoordinater anvendes disse. For de øvrige vandværker, hvor der ikke foreligger boringskoordinater, er i stedet som en tilnærmelse anvendt vandværkskoordinater. Hermed viser figur 6.5 for nogen vandværker ikke den præcise placering af kildepladsen/indvindingsboringerne. Ialt er på figur 6.5 vist knap 90 % af den samlede indvinding ved almene vandværker som for 1996 udgjorde ialt ca. 493 mio. m³/år. Figur 6.4 viser fordelingen af vandværker efter størrelsesklasse og efter samlet indvindingsmængde fordelt på størrelsesklasse.



Figur 6.4 Fordeling af vandværker efter størrelsesklasse og efter samlet indvindingsmængde fordelt på størrelsesklasse.



Figur 6.5. Placering af almene vandværker i Danmark og indvindingsmængder for 1996. Desuden er vist kystlinie, amtsgrænser og større byer (vist med skravering).

Litteratur

Aktor, H., 1990: Okkerslam: Et naturprodukt eller kemisk affald? - Vandteknik, 1, 1990.

Bornholms Amt, 1997: Vandforsyning på Bornholm 1996.

Bornholms Amt, 1997: Vandmiljøovervågning. Grundvand 1996.

Frederiksborg Amt, 1997: Grundvandsovervågning 1997

Fyns Amt, 1997. Landovervågning 1996. - Vandmiljøovervågning.

Fyns Amt, 1997: Grundvand 1996. - Vandmiljøovervågning.

GEUS, 1995. Grundvandsovervågning 1995. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse.

GEUS, 1996. Grundvandsovervågning 1996. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse.

Gravesen, P. 1993: Fagdatacenter for borings- og grundvandsdata. Vandressourcedatabasen - Indvinding og forbrug af ferskvand. DGU-Information, november 1993, side 12.

Københavns Amt, 1997: Vandmiljøplan Københavns Amt. Grundvandsovervågning, 1996. -

Københavns kommune, Frederiksberg kommune, 1997: Statusrapport for 1996. Vandmiljøplanens grundvandsdel, overvågningsområde nr. 13.

Miljøministeriet, 1988: Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. - Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988.

Miljøstyrelsen, 1992: Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993-97. - Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1993.

Miljøstyrelsen, 1995a: Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og vand - Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 12, 1995. Udarbejdet af Elsa Nielsen m.fl.

Miljøstyrelsen, 1995b: Vandmiljø-95, Redegørelse fra Miljøstyrelsen, Nr. 3, 1995

Nordjyllands Amt, 1996. Vandmiljøovervågning. Landovervågning 1995.

Nordjyllands Amt, 1997. Vandmiljøovervågning. Landovervågning 1996.

Nordjyllands Amt, 1997: Vandmiljøovervågning. Grundvandsovervågning.

Ribe Amt, 1997: Grundvand, Vandmiljøovervågning.

Ringkjøbing Amt, 1997: Vandmiljøovervågning. Grundvand 1996.

Roskilde Amt, 1997: Grundvandsovervågning. Status for vandmiljøplanens grundvandsdel. Med bilag.

Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D & Yevjevich, V., 1994: Design of Network for Monitoring Water Quality. Water Resources Publications, Colorado, USA, pp 328

Storstrøms Amt, 1997: Grundvandet i Storstrøms Amt. - med kortbilag

Storstrøms Amt, 1997: Grundvandsovervågning 1996.

Storstrøms Amt, 1997: Landovervågning ved Vesterborg. LOOP1 - Højvands Rende - 1996.

Sønderjyllands Amt, 1997: Vandmiljøovervågning. Teknisk rapport. Grundvandsovervågning.

Sønderjyllands Amt, 1997: Vandmiljøovervågning. Teknisk rapport. Landovervågning.

Vejle Amt, 1997: Vandmiljø i Vejle Amt. Overvågning af grundvand 1996. Teknisk rapport.

Vestsjællands Amt, 1997: Vandmiljøovervågning. Grundvand 1996.

Viborg Amt, 1997: Vandmiljøovervågning. Grundvandsovervågning.

Århus Amt, 1997: Statusrapport 1996. Grundvandsovervågning i Århus Amt. Teknisk Rapport.

Bilag

- Bilag 1 Filtre som ikke indgår i årets rapport i forhold til sidste års rapport, enten p.g.a. manglende data for 1996 (eventuelt som følge af tørlægning i den tørre vinterperiode 95/96 eller fordi medianværdien for nitratanalyser for perioden 1990-1996 er mindre end 1 mg/l.
- Bilag 2 Non-parametrisk trend-analyse. Mann-Kendall test og Sen's estimering af hældning. GRUMO-boringer med et nitrat gennemsnit over 1 mg/l og analyser for perioden 90-96.
- Bilag 3 Nikkel. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 20 µg/l nikkel.
- Bilag 4 Zink. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 100 µg/l zink
- Bilag 5 Cadmium. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 5 µg/l cadmium.
- Bilag 6 Pesticider analyseret i ét eller flere grundvandsovervågningsfiltre.
- Bilag 7 Pesticider med datakode for indlæsning i grundvandsdatabasen ved GEUS
- Bilag 8 121 overvågningsfiltre med fund af et eller flere af de 8 GRUMO-pesticider registreret i grundvandsdatabasen ved GEUS.
- Bilag 9 Filtre med fund af ét eller flere GRUMO-pesticider rapporteret i 1997. Oplysningerne i første kolonne stammer fra amternes rapporter og fra tidligere tilbagemeldinger fra amterne.
- Bilag 10 Fund af de 8 GRUMO-pesticider i grundvandsovervågningen registreret i grundvandsdatabasen ved GEUS.
- Bilag 11 Fund af de 8 GRUMO-pesticider i grundvandsovervågningen der ikke er registreret i grundvandsdatabasen ved GEUS.

Bilag 1. Filtre som ikke indgår i årets rapport i forhold til sidste års rapport, enten p.g.a. manglende data for 1996 (eventuelt som følge af tørlægning i den tørre vinterperiode 95/96 eller fordi medianværdien for nitratanalyser for perioden 1990-1996 er mindre end 1 mg/l.

GRUMO nr.	Lertykkelse meter	Zone	Nitrat, mg/l 1990-1995	Filtertop m.o.terr.	Kote	Bjergart	Moniterings type **)	Vandspejls type ***)	Grundvands type
20.13.06.01*)	0	nitrat	1,0	21,95	39	DS	2	1	B
30.14.02.03	8,3	ilt	72,5	10	25,5	DS	3	1	D
30.14.05.05	7	ilt	21,0	10	15	DG	2	1	D
35.01.05.01*)	21,3		1,0	23,7	18	ML	3	1	E
35.13.02.03*)	10,6	nitrat	1,2	12	31,2	BK	2	1	D
50.11.02.02*)	0	nitrat	1,0	3,7	25,5	DG	3	1	D
60.11.15.01	0	nitrat	92,8	2,8	94	MS	3	2	A
60.11.18.01	1,4	ilt	47,0	8,5	113	DS	3	2	A
60.14.13.03	0	ilt	53,0	2,56	81	DS	3	2	A
70.11.19.01	0	nitrat	110,0	7,9	4	DS	2	2	D
80.02.04.01	0	nitrat	7,3	39,05	11,5	SK	2	1	B

*) Medianværdi for nitratanalyser for perioden 1990-1996 er mindre end 1 mg/l.

**) 1 = volumenmoniterende, 2 = liniemoniterende, 3 = punktmoniterende

***) 1 = frit vandspejl, 2 = artesisisk vandspejl

Bilag 2. Non-parametrisk trend-analyse. Mann-Kendall test og Sen's estimering af hældning. GRUMO-boringer med et nitrat gennemsnit over 1 mg/l og analyser for perioden 90-96.

GRUMO nr.	Hele perioden			Periode 1			Periode 2				
	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år
13.11.14.02	-	-		15/5/90-15/2/94	+	+	1.0	15/2/94-15/9/96	+	+	-2.0
13.11.14.03	-	-		15/5/90-15/2/92	-	-		15/2/92-15/9/96	-	+	-21.0
15.13.04.02	-	-		15/2/90-15/8/93	+	+	11.0	15/8/90-28/9/96	+	+	-2.0
15.13.06.02	-	-		for få data				15/9/90-15/9/96	+	+	-2.7
15.13.08.01	-	-		15/2/90-15/9/93	+	+	-6.7	15/9/93-28/11/96	+	+	3.0
15.14.05.01	-	+	0.5	15/5/90-15/5/92	-	-		15/5/92-15/8/96	+	+	1.0
20.01.04.02	+	+	-8.3								
20.11.01.01	-	-		15/2/90-15/8/94	-	-		15/8/94-15/8/96	+	+	16.3
20.11.05.01	-	-		15/5/90-15/2/94	-	+	-0.4	15/2/94-15/8/96	-	-	
20.11.05.02	-	-		15/5/90-15/9/93	+	+	2.5	15/9/93-15/8/96	+	+	-5.3
20.11.06.02	-	-									
20.11.07.01	-	-		15/2/90-15/2/94	-	-		15/2/94-15/9/96	+	+	-1.7
20.11.07.02	+	+	10.8	15/2/90-15/2/94	+	+	-6.7	15/2/94-15/9/96	+	+	5.6
20.11.08.01	+	+	14.1	15/2/90-15/2/94	+	+	23.5	15/2/94-15/9/96	+	+	-20.5
20.11.08.02	+	+	14.4	15/2/90-15/2/95	+	+	23.3	15/2/95-15/9/96	+	+	-43.0
20.12.04.02	+	+	0.3								
20.12.05.02	-	-									
20.13.07.01	-	-									
20.14.04.01	-	-									
20.14.04.02	+	+	3.5								
20.14.06.01	+	+	-5.1								
25.01.06.04	-	-									
25.01.10.04	+	+	1.6								
25.02.04.01	+	+	1.5								
25.02.12.01	-	-									
25.11.01.01	-	+	-1.9								
25.11.03.01	-	-		15/2/90-15/9/94	-	+	3.4	15/9/94-15/9/96	-	-	
25.11.04.01	-	-		15/2/90-15/5/94	+	+	5.0	15/5/94-15/2/96	+	+	-8.0
25.11.05.01	-	-									
25.11.06.02	-	-									
25.11.09.01	+	+	2.0								
30.01.02.01	-	-		15/8/90-15/5/94	+	+	19.7	15/5/94-15/9/96	+	+	-22.3
30.11.02.03	-	-		15/5/90-15/2/93	-	-		15/2/93-15/8/96	+	+	-11.5
30.12.01.02	-	-		15/2/90-15/9/91	-	-		15/9/91-15/8/96	+	+	-5.9
30.12.01.03	-	-		15/2/90-15/5/92	-	-		15/5/92-15/8/96	-	+	-0.6
30.14.02.02	+	+	5.0								
30.14.05.02	-	+	-0.1								
30.14.05.04	-	-		15/2/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/8/96	+	+	-0.6
35.01.03.03	+	+	2.5								
35.01.03.04	+	+	-1.2								
35.11.03.01	-	-									
35.11.07.01	-	+	1.4					15/9/93-15/9/96	+	+	5.0
35.11.09.01	+	+	5.6	15/2/90-15/9/94	+	+	2.6	15/9/94-15/9/96	+	+	-13.3
35.12.06.01	+	+	3.4	15/2/90-15/2/94	-	-		15/2/94-15/9/96	-	-	
35.13.01.01	-	+	-0.1								
35.13.02.02	+	+	-0.1	15/2/90-15/2/93	+	+	6.8	15/2/93-15/9/96	+	+	-1.8
35.13.03.02	-	-									
35.13.04.02	+	+	6.2								
35.13.05.02	-	-		15/2/90-15/2/94	+	+	3.3	15/2/94-15/9/96	+	+	-13.5
35.13.08.02	-	-		15/2/90-15/2/93	+	+	4.4	15/2/93-15/9/96	+	+	-5.0
35.13.10.02	-	-		15/2/90-15/2/93	-	-		15/2/93-15/9/96	-	-	
40.01.02.01	-	-									
40.01.02.02	-	-									
40.01.03.01	-	-						15/8/91-15/9/96	+	+	-1.4
40.01.03.02	-	-						15/9/91-15/9/96	-	+	-1.0
40.01.04.01	-	-									
40.01.04.02	-	-									
40.01.06.01	+	+	0.2								
40.01.06.02	+	+	3.4	15/2/90-15/5/93	+	+	8.0	15/5/93-15/9/96	+	+	-8.5

GRUMO nr.	Hele perioden			Periode 1			Periode 2				
	95%	90%	hældning m g/l/år	Interval	95%	90%	hældning m g/l/år	Interval	95%	90%	hældning m g/l/år
42.12.08.01	-	-									
42.13.02.04	+	+	3.3								
42.14.03.03	-	-		15/2/90-15/9/93	+	+	-2.1	15/9/93-15/9/96	+	+	2.9
50.11.03.02	-	-		15/2/90-15/9/93	+	+	1.0	15/9/93-15/9/96	+	+	-4.0
50.11.04.01	-	-									
50.11.04.02	+	+	-0.1								
50.11.05.03	-	-									
50.11.09.01	+	+	-8.7	15/2/90-15/9/92	-	+	16.0	15/9/92-15/9/96	+	+	-16.5
50.12.03.01	+	+	-0.8								
50.12.06.01	+	+	-0.6								
55.01.06.02	+	+	5.1	15/2/90-15/2/93	+	+	-6.3	15/2/93-15/9/96	+	+	11.0
55.01.06.03	-	-		15/2/90-15/9/92	+	+	-22.3	15/9/92-15/9/96	-	+	9.7
55.01.06.04	-	-		15/2/90-15/9/91	-	-		15/9/91-15/9/96	+	+	2.8
55.01.06.05	-	-		15/2/90-15/5/93	+	+	-2.0	15/5/93-15/9/96	+	+	15.7
55.01.06.06	-	-		15/2/90-15/5/93	-	-		15/5/93-15/9/96	+	+	-6.5
55.01.06.07	-	-									
55.01.09.01	-	-									
55.01.10.01	+	+	-1.9								
55.01.11.01	-	-		15/2/90-15/5/93	+	+	10.0	15/5/93-15/9/96	+	+	-11.4
55.01.13.01	-	-		15/2/90-15/8/93	-	-		15/8/93-15/9/96	+	+	-7.0
55.01.14.01	-	-									
55.01.15.01	+	+	-6.1	15/2/90-15/5/94	+	+	-16.0	15/5/94-15/9/96	-	-	
55.01.16.01	-	-									
55.11.01.01	+	+	-6.5	15/2/90-15/2/94	+	+	-15.2	15/2/94-15/9/96	+	+	7.0
55.11.03.01	-	-									
55.11.04.01	-	+	0.7	15/2/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/9/96	-	+	18.0
55.11.06.03	+	+	9.9								
55.12.01.01	+	+	1.6								
55.12.02.01	-	-		15/2/90-15/8/94	-	-		15/2/94-15/9/96	-	-	
55.12.03.01	-	-		15/2/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/9/96	+	+	-5.3
55.12.05.01	-	-									
55.12.06.01	+	+	2.3								
55.12.07.02	+	+	-11.4								
55.13.01.01	-	-		15/2/91-15/9/93	+	+	-6.0	15/9/93-15/9/96	+	+	6.7
55.13.02.01	-	-									
55.13.03.01	-	-									
55.13.04.01	+	+	-5.7	15/2/90-15/5/94	+	+	-10.0	15/5/94-15/9/96	+	+	15.0
55.13.06.01	+	+	0.6	15/2/90-15/2/92	+	+	-2.9	15/2/92-15/9/96	+	+	1.0
55.13.07.01	+	+	-2.5								
55.13.08.02	-	-		15/2/90-15/5/92	+	+	-15.8	15/5/92-15/9/96	+	+	4.8
55.13.08.03	+	+	-6.7								
55.13.09.01	+	+	4.0	15/2/90-15/2/95	+	+	6.3	for få data			
55.14.01.01	-	+	1.0								
55.14.02.01	-	-									
55.14.04.01	+	+	1.0								
55.14.05.04	+	+	-0.8								
55.14.06.04	-	-		15/2/90-15/9/93	+	+	-1.1	15/9/93-15/9/96	+	+	4.4
55.14.07.04	+	+	-2.4								
60.11.01.01	+	+	1.0								
60.11.02.01	+	+	0.9	15/2/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/9/96	+	+	3.0
60.11.04.01	-	+	0.5	15/2/90-15/9/91	-	-		15/9/91-15/9/96	+	+	2.0
60.11.10.01	+	+	-3.0								
60.11.11.01	-	+	-4.0	15/2/90-15/9/93	-	-		15/9/93-15/9/96	+	+	-29.0
60.11.13.01	-	-		15/2/90-15/5/93	+	+	3.8	15/5/93-15/9/96	+	+	-6.0
60.11.14.01	+	+	4.0	15/2/90-15/8/94	+	+	6.5	15/8/94-15/9/96	+	+	-5.8
60.11.17.01	+	+	-3.0								
60.12.10.03	-	-		15/2/90-15/2/93	+	+	-7.5	15/2/93-15/9/96	+	+	-1.5
60.12.13.02	-	-									
60.12.15.02	-	-		15/2/90-15/2/94	-	-		15/2/94-15/9/96	+	+	-17.5
60.12.16.01	+	+	3.6								

GRUMO nr.	Hele perioden			Periode 1			Periode 2				
	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år
60.12.16.02	-	-									
60.12.17.04	-	-									
60.14.01.01	+	+	-2.0								
60.14.02.01	+	+	3.7								
60.14.10.01	-	-		15/2/90-15/2/93	-	-		15/2/93-15/9/96	-	+	-9.3
60.14.10.03	-	-		15/2/90-15/8/93	+	+	-22.7	15/8/93-15/9/96	-	-	
60.14.10.04	+	+	9.2								
60.14.11.03	-	-									
60.14.12.01	+	+	4.6	15/2/90-15/9/94	+	+	8.5	15/9/94-15/9/96	-	-	
60.14.12.02	-	-									
60.14.13.02	+	+	10.9								
60.14.14.02	+	+	-1.0								
60.14.14.03	-	-		15/2/90-15/8/94	-	-		15/8/94-15/9/96	+	+	-9.5
65.11.02.02	+	+	-1.2								
65.12.01.03	+	+	-4.3								
65.12.02.03	-	+	2.8								
65.13.01.02	-	-		15/2/90-15/2/93	+	+	-6.5	15/2/93-15/9/96	+	+	5.7
65.13.01.03	-	-									
65.13.03.02	-	-									
65.13.03.03	-	-		15/2/90-15/9/92	-	-		15/9/92-15/9/96	-	-	
65.13.05.01	-	+	0.6								
65.14.01.01	+	+	-5.5								
65.14.01.02	+	+	4.5								
65.14.02.01	+	+	3.2								
65.14.02.02	-	+	0.9								
65.14.02.03	-	-		15/2/90-15/9/92	+	+	4.0	15/9/92-15/9/96	-	+	-1.3
65.14.03.01	+	+	-1.5								
65.14.03.02	-	+	-2.1					15/8/92-15/9/96	+	+	-3.5
65.14.03.03	+	+	-2.0								
70.01.01.01	-	-									
70.02.05.03	+	+	-0.1								
70.02.05.04	+	+	3.6								
70.02.05.05	-	-									
70.02.09.01	-	-		15/9/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/9/96	-	+	-1.3
70.11.02.01	-	+	0.1	15/2/90-15/5/94	+	+	1.1	15/5/94-15/9/96	+	+	3.5
70.11.02.02	+	+	6.2								
70.11.06.01	-	-									
70.11.07.01	-	-									
70.11.08.01	-	-		15/5/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/9/96	+	+	10.0
70.11.09.01	+	+	3.2								
70.11.12.01	-	-									
70.11.13.01	-	+	-1.5	15/2/90-15/8/93	+	+	-4.3	15/5893-15/9/96	-	+	1.0
70.11.14.01	-	-		15/2/90-15/8/93	+	+	-7.0	15/88/93-15/9/96	+	+	3.0
70.11.15.01	-	-									
70.11.18.01	+	+	-6.4								
70.11.20.04	-	-									
70.11.21.01	+	+	3.5								
70.11.22.01	+	+	7.5								
70.11.23.01	+	+	4.5								
70.11.24.01	-	-		15/2/90-15/8/93	+	+	-3.5	15/8/93-15/9/96	-	-	
70.11.25.01	-	-									
70.12.08.01	+	+	1.7	15/2/90-15/5/94	+	+	3.4	15/5/94-15/9/96	+	+	8.9
70.12.20.02	+	+	-3.0								
70.12.21.01	-	-									
70.13.01.01	+	+	-0.7								
70.13.02.01	-	-		15/2/90-15/2/94	+	+	-7.6	15/2/94-15/9/96	-	-	
70.13.03.01	-	-		15/2/90-15/9/93	+	+	-1.6	15/9/93-15/9/96	+	+	1.3
70.13.04.01	+	+	-2.4								
70.13.07.01	-	+	5.4	15/2/90-15/2/94	+	+	8.5	15/2/94-15/9/96	+	+	-5.5
70.13.08.01	+	+	10.0								
70.13.09.01	+	+	-2.0								
70.13.10.01	-	-									
70.13.11.01	-	-		15/2/90-15/2/93	-	+	-5.3	15/2/93-15/9/96	-	+	7.0

GRUMO nr.	Hele perioden			Periode 1			Periode 2				
	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år
70.13.12.01	-	-		15/2/90-15/9/92	+	+	36	15/9/92-15/9/96	+	+	-130.0
70.13.13.01	-	-		15/2/90-15/9/93	-	-		15/9/93-15/9/96	+	+	15
70.13.14.02	+	+	-1.0								
70.14.01.01	-	-		15/2/90-15/5/94	-	+	4.9	15/5/94-15/9/96	-	+	-7.5
70.14.01.02	-	-		15/2/90-15/2/94	+	+	4.0	15/2/94-15/9/96	+	+	-20.5
70.14.01.03	-	-									
70.14.01.04	-	+	-2.0								
70.14.03.02	+	+	0.4								
70.14.03.03	-	-									
70.14.03.04	-	-		15/5/90-15/9/92	+	+	-3.3	15/9/92-15/8/96	+	+	3.5
70.14.04.01	+	+	-20.7								
70.14.06.01	-	+	-0.8								
70.14.07.01	+	+	4.8								
70.14.08.01	-	-									
70.14.11.02	+	+	7.0								
70.14.12.01	+	+	2.7								
70.14.13.01	-	-		15/2/90-15/5/94	+	+	4.0	15/5/94-15/8/96	+	+	-11.5
70.14.15.01	-	-		15/5/90-15/2/92	+	+	-27.0	15/2/92-15/8/96	+	+	7.9
76.01.01.20	+	+	-6.6								
76.01.01.22	+	+	-5.1								
76.01.02.12	-	-		15/8/90-15/9/92	+	+	-7.1	15/9/92-15/8/96	-	-	
76.01.02.13	+	+	-12.4								
76.01.03.18	-	-		15/8/90-15/2/93	+	+	3.3	15/2/93-15/8/96	-	-	
76.01.03.19	-	-									
76.01.04.16	-	-		15/8/90-15/2/93	+	+	1.5	15/2/93-15/8/96	+	+	-1.7
76.01.04.17	+	+	0.2	15/8/90-15/9/94	-	-		15/2/93-15/8/96	+	+	-0.3
76.01.05.15	+	+	1.1								
76.01.05.16	+	+	0.6								
76.01.06.15	-	+	-2.7								
76.01.07.12	+	+	7.5	15/8/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/8/96	+	+	-12.0
76.01.07.14	-	-		15/8/90-15/5/94	+	+	37.1	15/5/94-15/8/96	+	+	-40.3
76.01.08.12	-	+	6.0	15/8/90-15/9/94	+	+	16.0	15/9/94-15/8/96	+	+	36.0
76.01.08.14	+	+	22.4								
76.11.02.02	+	+	-2.2								
76.11.04.01	+	+	13.5								
76.11.05.01	+	+	7.3								
76.11.06.01	+	+	-4.8								
76.11.06.02	+	+	-0.5								
76.12.09.01	+	+	-1.2								
76.12.09.02	-	-		15/8/90-15/9/93	-	-		15/9/93-15/9/96	+	+	-8.0
76.12.12.02	+	+	6.5								
76.13.01.01	+	+	1.0								
76.13.01.02	-	-		15/8/90-15/9/91	+	+	9.0	15/9/91-15/9/96	-	-	
76.13.01.03	-	+	-2.0								
76.13.01.04	-	-									
76.13.02.01	+	+	-0.3								
76.13.02.02	-	-									
76.13.02.03	-	-									
76.13.03.02	+	+	1.0								
76.13.03.03	-	-		15/2/91-15/2/95	+	+	-1.0	15/2/95-15/9/96	+	+	11.0
76.13.05.01	-	-		15/8/90-15/2/95	+	+	1.5	for få data			
76.14.01.02	-	-									
76.14.01.03	-	-		15/5/90-15/2/92	+	+	-2.0	15/2/92-15/8/96	+	+	1.2
76.14.01.04	-	-									
76.14.02.02	-	-		15/2/90-15/2/93	-	-		15/2/93-15/9/96	-	-	
76.14.03.01	+	+	-2.0								
76.14.03.02	+	+	-1.0								
76.14.03.03	+	+	-1.5								
76.14.05.01	+	+	0.5								
76.14.05.02	+	+	1.1								
76.14.05.03	+	+	1.5								
76.14.06.01	+	+	0.3								

GRUMO nr.	Hele perioden			Periode 1			Periode 2				
	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år	Interval	95%	90%	hældning mg/l/år
80.01.01.01	+	+	2.5								
80.01.03.01	-	-									
80.01.03.02	-	-		15/2/90-15/5/94	-	-		15/5/94-15/8/96	+	+	
80.02.01.01	+	+	1.0								
80.02.03.01	-	-		15/2/90-15/9/93	+	+	-1.0	15/9/93-15/8/96	-	-	
80.02.05.02	-	-		15/2/90-15/8/93	+	+	-1.0	15/8/93-15/8/96	-	-	
80.02.05.03	-	-		15/2/90-15/8/93	-	+	-1.0	15/8/93-15/8/96	-	-	
80.02.05.04	-	+	0.3								
80.02.06.01	+	+	2.5								
80.02.07.01	+	+	3.5								
80.02.08.01	-	+	0.3								
80.11.01.01	+	+	0.7								
80.11.02.01	+	+	4.0								
80.11.03.01	+	+	0.3								
80.11.04.01	+	+	-1.6								
80.11.06.01	+	+	-5.0								
80.11.07.01	-	-									
80.11.08.01	+	+	-0.4								
80.11.08.02	-	-									
80.11.08.03	-	-		15/2/90-15/2/93	+	+	-1.0	15/2/93-15/9/96	-	-	
80.11.09.01	+	+	-4.4								
80.11.10.01	-	-									
80.11.11.01	+	+	-3.5								
80.11.13.01	-	-									
80.11.14.01	-	-		15/2/90-15/5/94	+	+	-2.1	15/5/94-15/9/96	-	-	
80.11.15.01	-	-									
80.11.15.02	+	+	1.0								
80.11.15.03	+	+	1.7								
80.11.16.01	+	+	1.6								
80.11.17.01	+	+	2.8								
80.11.18.01	+	+	0.3								
80.12.10.01	-	-									
80.12.14.02	+	+	-0.5	15/5/90-15/5/94	+	+	-1.6	15/5/94-15/9/96	+	+	3.8
80.12.17.01	-	-		15/5/90-15/5/94	+	+	-3.5	15/5/94-15/9/96	-	+	7.5
80.13.02.01	+	+	1.5								
80.13.03.01	+	+	1.5								
80.13.04.01	-	-									
80.13.07.02	+	+	11.0								
80.13.07.03	+	+	4.0								
80.13.08.01	+	+	-6.5								
80.13.09.02	+	+	6.8								
80.13.09.03	+	+	5.0								
80.13.10.01	+	+	2.8								
80.13.12.01	+	+	8.7								
80.14.01.01	+	+	2.4								
80.14.02.01	-	-									
80.14.03.01	-	-									
80.14.05.01	-	-									
80.14.06.01	+	+	4.0								
80.14.07.01	-	-		15/5/90-15/9/92	+	+	-5.5	15/9/92-15/8/96	+	+	7.5
80.14.08.01	-	-		15/5/90-15/8/93	-	+	-3.5	15/8/93-15/8/96	-	-	
80.14.09.01	+	+	-6.4								

Bilag 3. Nikkel. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 20 µg/l nikkel.

Filter nr.	Amt	Etabl. år	Filterdybde	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
13.11.05.01	Kbh./Frb. K.	1989	16,50	10,0	38,5	-	0,6	-	-	2,8
13.11.18.01	- " -	-89/-95	12,00	45,8	-	47,8	39,0	-	-	50
13.11.18.02	- " -	-89/-95	8,20	-	-	-	-	-	38	48
13.11.14.01	- " -	1993	23,50	1,3	-	-	27,4	-	4,1	-
15.14.04.01	København	1991	13,70	-	9,1	11,2	21,5	-	8,8	-
25.11.01.01	Roskilde	1962	10,00	106,0	95,0	54,0	93,0	100,0	75,0	61
	- " -	- " -	- " -	-	-	110,0	99,0	90,0	4,2	34
	- " -	- " -	- " -	-	-	82,0	30,0	78,0	34,0	61
	- " -	- " -	- " -	-	-	-	140,0	-	-	29
25.11.02.01	- " -	1988	9,80	-	-	4,9	-	-	71	-
25.11.03.01	- " -	1978	10,00	32,1	38,0	36,7	24,0	29,0	14,0	35
	- " -	- " -	- " -	-	-	23,0	31,0	30,0	28,0	30
	- " -	- " -	- " -	-	-	-	24,0	-	34,0	35
	- " -	- " -	- " -	-	-	-	33,0	-	27,0	-
30.01.06.02	Vestsjælland	1988	25,5	-	3,8	-	-	-	22	-
30.13.01.03	- " -	1988	2,50	-	45,6	-	-	0,38	-	-
35.13.03.02	- " -	1989	15,00	90,0	-	96,0	100,0	-	-	130
50.11.02.02	Sønderjylland	1989	3,70	25,0	-	29,0	33,0	-	29,0	-
50.11.04.02	- " -	1989	1,80	27,0	-	34,0	-	-	-	30
50.11.05.03	- " -	1989	1,50	-	57,0	-	52,0	-	-	-
50.12.08.03	- " -	1991	26,00	-	-	21,0	7,1	-	-	5,8
55.11.03.01	Ribe	1989	11,50	-	-	-	110,0	-	53,0	-
55.11.04.01	- " -	1989	11,50	-	-	-	-	-	390,0	-
55.11.06.03	- " -	1989	7,00	-	-	36,0	-	-	46,0	-
55.11.07.02	- " -	1989	10,50	-	-	-	59,0	-	-	77
55.11.10.01	- " -	1979	14,50	-	-	24,0	-	-	21,6	-
55.12.07.02	- " -	1988	19,50	-	-	-	33,0	-	-	64
55.13.12.06	- " -	1995	22,00	-	-	-	-	-	-	32
60.11.10.03	Vejle	1988	12,70	-	22,0	19,0	-	-	20,0	-
60.11.11.01	- " -	1988	6,60	22,0	-	22,0	-	-	16,0	-
60.14.13.02	- " -	1989	17,60	-	28,0	30,0	-	-	36,0	-
65.11.03.02	Ringkjøbing	1989	12,20	-	28,9	50,0	-	-	-	-
65.13.01.02	- " -	1989	10,00	-	26,2	37,4	-	-	53,0	-
65.13.01.03	- " -	1989	6,50	-	18,6	23,8	-	-	20,0	-
65.13.02.01	- " -	1989	19,00	-	23,7	45,9	-	-	39,0	-
65.13.03.01	- " -	1989	13,50	-	56,4	30,9	-	-	44,0	-
65.13.03.02	- " -	1989	12,00	-	40,8	21,1	-	-	0,12	-
65.13.03.03	- " -	1989	7,60	-	24,6	29,6	-	-	37,0	-
65.13.04.01	- " -	1989	20,60	-	43,0	26,7	-	-	54,0	-
65.13.05.01	- " -	1989	31,50	-	15,3	21,9	-	-	21,0	-
76.13.01.04	Viborg	1989	6,50	-	57,5	-	-	56,0	-	-
80.01.04.01	Nordjylland	1988	31,50	-	-	-	31,0	-	-	<0,04
80.12.10.01	- " -	1985	23,00	-	-	20,3	-	18,0	-	-

Bilag 4. Zink. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 100 µg/l zink.

Filter nr.	Amt	Etabl. år	Filter- dybde	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
13.11.05.02	Kbh/Frb. K.	1989	22,50	132	105	-	94	-	-	50
13.11.16.01	- " -	-89/-94	27,70	-	-	-	-	-	120	-
13.11.16.02	- " -	- " -	23,70	-	-	-	-	-	860	-
13.11.16.03	- " -	- " -	13,80	-	-	-	-	-	140	-
13.11.18.01	- " -	-89/-95	12,00	41	-	56	102	-	-	74
20.01.05.01	Frederiksborg	1921	98,2	-	112	-	-	-	-	-
20.12.06.01	- " -	1988	23,10	-	<0,5	-	-	-	200	-
30.13.01.03	Vestsjælland	1988	2,50	-	580	-	-	11	-	-
35.11.07.01	Storstrøm	1989	11,40	35	-	12	-	260	-	-
35.11.09.01	- " -	1989	11,00	3	440	-	-	110	-	-
35.13.03.02	- " -	1989	15,00	120	170	-	100	-	-	160
40.01.03.01	Bornholm	1988	27,20	3	-	370	-	490	-	-
40.01.03.02	- " -	1988	6,60	-	157	430	-	430	-	-
40.01.04.01	- " -	1988	28,70	2	-	180	-	-	50	-
40.01.04.02	- " -	1988	8,20	1	-	150	-	70	-	-
42.02.10.03	Fyn	1993	11,50	-	-	-	-	-	170	-
42.11.09.02	- " -	1994	45,30	-	-	-	-	-	220	-
42.11.09.03	- " -	1994	11,40	-	-	-	-	-	160	-
42.12.03.02	- " -	1989	21,00	-	103	-	-	-	40	-
42.12.08.01	- " -	1989	20,50	-	4	5	-	-	180	-
42.13.02.04	- " -	1989	11,20	-	324	24	2	-	-	1,9
42.13.02.05	- " -	1989	6,20	-	176	-	-	4	-	1,5
42.13.07.04	- " -	1993	25,00	-	-	-	-	-	740	-
42.13.07.05	- " -	1993	12,50	-	-	-	-	-	120	-
42.14.09.01	- " -	1994	54,00	-	-	-	-	-	150	-
42.14.09.02	- " -	1994	41,00	-	-	-	-	-	250	-
50.11.05.03	Sønderjylland	1989	1,50	-	128	72	88	-	-	-
55.01.09.01	Ribe	1989	5,12	-	-	-	1.100	630	-	-
55.01.13.01	- " -	1989	18,00	-	-	110	-	-	84	-
55.11.04.01	- " -	1989	11,50	-	-	-	-	-	280	-
55.11.07.02	- " -	1989	10,50	-	-	-	150	-	-	132
55.11.10.01	- " -	1979	14,50	-	-	130	-	-	45	-
55.13.06.01	- " -	1988	16,50	151	-	-	-	40	-	-
55.13.10.01	- " -	1982	64,00	-	-	-	-	510	-	-
60.11.02.01	Veile	1988	55,00	-	180	250	-	-	240	-
60.11.04.01	- " -	1988	43,70	128	-	7	-	-	8	-
60.14.01.01	- " -	1990	24,00	-	89	150	-	-	230	-
60.14.13.02	- " -	1989	17,60	-	199	220	-	-	190	-
65.01.02.01	Ringkjøbing	1977	95,00	128	-	<2	-	-	-	9,3
65.13.04.01	- " -	1989	20,60	-	239	210	-	-	190	-
65.13.05.01	- " -	1989	31,50	-	159	73	-	94	-	-
65.14.01.01	- " -	1989	26,30	23	-	37	-	-	110	-
65.14.01.03	- " -	1989	8,00	-	319	-	-	-	-	-
76.12.01.01	Viborg	1954	51,00	-	407	910	-	-	16	-
76.12.10.01	- " -	1964	70,00	264	-	600	-	-	1	-
76.13.04.02	- " -	1989	13,50	146	-	-	14	-	-	1,4
80.01.04.01	Nordjylland	1988	31,50	-	-	-	250	-	-	4,5
80.11.15.03	- " -	1988	21,00	-	1	125	-	-	14	-

Bilag 5 *Cadmium. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 5 µg/l cadmium.*

Filter nr.	Amt	Etabl. år	Filter-dybde	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Areal-anvendelse
35.01.02.01	Storstrøm	1989	25,00	-	-	-	-	-	12,0	B1
35.01.05.01	- " -	1989	24,00	-	-	-	-	-	8,4	B1
35.01.05.02	- " -	1989	12,00	-	-	-	-	-	16,0	B1
35.01.05.03	- " -	1989	6,00	-	-	-	-	-	7,2	B1
55.01.14.01	Ribe	1989	9,00	-	-	9,9	-	-	0,37	B
60.14.13.02	Vejle	1989	18,00	-	2,6	2,9	-	-	6,7	B1

Bilag 6 Pesticider analyseret i ét eller flere grundvandsovervågningsfiltre.

1,1-Dichlorethylen	DDT, o,p-	MCPA
2,4-D	DDT, p,p-	MCPB
2,6-DCPP	Diazinon	Mechlorprop
2,6-Dichlorbenzamid	Dicamba	Metamitron
4-CPP	Dichlorethan	Metazachlor
Aldrin	Dichlorprop	Methabenzthiazuron
Atrazin	Dieldrin	Metolachlor
Atrazin,desethyl-	Dimethoat	Metribuzin
Atrazin,desisopropy	Dinoseb	Metsulfuron, methyl
Atrazin,hydroxy-	DNOC	Mirex
Benazolin-ethyl	Endosulfan, alpha	Parathion
Bromacil	Endosulfan, beta	Parathion-methyl
Bromophos	Endrin	Pendimethalin
Bromophos-ethyl	Esfenvalerat	Phenmedipham
Bromoxynil	Fenitrothion	Pirimicarb
Captan	Fenpropimorph	Prochloraz
Carbaryl	Fenvalerat	Prometryn
Carbendazim	Flamprop-M-isopropyl	Propazin
Carbetamid	Fluazifop	Propiconazol
Carbofenotion	Fluazifop-butyl	Propyzamid
Carbofuran	Fonofos	Sebutylazin
Chlordan	HCH-alfa	Simazin
Chlorfenvinphos	HCH-beta	Terbacil
Chloridazon	HCH-delta	Terbutylazin
Chlorpyrifos	Heptachlor	Terbutylazin,hydro
Chlorsulfuron	Heptachlorreoxid	Thifensulfuron methyl
Cis-dichlorethylen	Heptenophos	Trans-1,2-dichloreth
Cyanazin	Hexachlorbenzen	Triadimenol
Cycloat	Hexazinon	Triasulfuron
DDD, o,p-	Ioxynil	
DDD, p,p-	Lindan	
DDE, o,p-	Linuron	
DDE, p,p-	Malathion	

Bilag 7 Pesticider med datakode for indlæsning i grundvandsdatabasen ved GEUS

1,1-Dichlorethylen
1,2,4-Triazol
1,2-Dibromethan
1,2-Dichlorethylen
1-2-Dichlorpropan
1-3-Dichlorpropylen
1-Methyl-2-pyrrolido
2,4-DB
2,6-DCPP
2C6MPP, 2-(2-chlor-6
2CCP, 2-(2-Chlorphen
2CPA, 2-Chlorphenoxy
4,6-Diclor,2-methylphenol
4-Clor,2-methylphenol
4-CPP
4CCP,2-(4-Chlorphenol)
6-Clor,2-methylphenol
Alachlor
Aldicarb
Aldrin
Amitraz
Atrazin
Atrazin,desethyl-
Atrazin,desisopropyl
Atrazin,hydroxy-
Azinphos-ethyl
Azinphos-methyl
Benazolin-ethyl
Bentazon
Binapacryl
Bromacil
Bromophos
Bromophos-ethyl
Bromopropylat
Bromoxynil
Bupirimat
Captafol
Captan
Carbaryl
Carbendazim
Carbetamid
Carbofenotion
Carbofuran
Carbosulfan
Carboxin
Chinomethionat

Chlordan
Chlorfenson
Chlorfenvinphos
Chloridazon
Chlormefos
Chlormequat-chlorid
Chlormethylphenoler
Chloropropylate
Chlorothalonil
Chlorphenol,(m og p)
Chlorpropham
Chlorpyrifos
Chlorpyrifos-methyl
Chlorsulfuron
Cis-1,2-dichlorethyl
Cis-dichlorethylen
Clopyralid
Cyanazin
Cyanofenphos
Cyanophos
Cycloat
Cyfluthrin
Cyhalothrin, lambda-
Cypermethrin
Cypermethrin, alfa-
D, 2,4-
DDD, o,p-
DDD, p,p-
DDE, o,p-
DDE, p,p-
DDT, o,p-
DDT, p,p-
Deltamethrin
Desmedipham
Desmetryn
Dialifos
Diazinon
Dibenzofuran
Dicamba
Dichlorbenzamid, 2,6-
Dichlorethan
Dichlorfluamid
Dichlorphenol, 2,4-
Dichlorphenol, 2,6-
Dichlorprop
Diethrin

Dimetachlor
Dimethoat
Dinobuton
Dinoseb
DNOC
Endosulfan
Endosulfan, alpha
Endosulfan, beta
Endrin
EPTC
Esfenvalerat
Ethiofencarb
Ethion
Ethofumesat
Ethylentiurea
Etrimfos
Fenamiphos
Fenchlorphos
Fenfuram
Fenitrothion
Fenoprop
Fenpropimorph
Fenson
Fenthion
Fenvalerat
Flamprop-M-isopropyl
Fluazifop
Fluazifop-butyl
Flucythrinat
Fluroxypyr
Folpet
Fonofos
Formothion
Glyphosat
HCH-alfa
HCH-beta
HCH-delta
Heptachlor
Heptachlorreoxid
Heptenophos
Hexachlorbenzen
Hexazinon
Hymexazol
Imazalil
Ioxynil
Iprodion

Isofenphos
Isoproturon
Lenacil
Lindan
Lineacil
Linuron
Malathion
Malathion
Maleinhydrazid
MCPA
MCPB
Mecarban
Mechlorprop
Mephosfolan
Metalaxyl
Metamitron
Metazachlor
Methabenzthiazuron
Methidathion
Methomyl
Methoxychlor
Methylisothiocyanid
Metolachlor
Metribuzin
Metsulfuron, methyl
Mevinphos
Mirex
Oxydemeton-methyl
PAA, (primær aromat)
Parathion
Parathion-methyl
Penconazol
Pendimethalin
Pentachlorphenol
Permethrin
Phenmedipham
Phosalon
Phosmet
Phosphamidon
Pirimicarb
Pirimiphos-methyl
Prochloraz
Procymidon
Profenofos
Promecarb
Prometryn
Propachlor

Propanil
Propargit
Propazin
Propham
Propiconazol
Propineb
Propoxur
Propyzamid
Prothiofos
Pyrazophos
Quinalphos
Sebutylazin
Simazin
Sulfanilsyre
Sulfotep
T, 2,4,5-
TCA
Tecnazen
Terbacil
Terbacil
Terbuthylazin
Terbuthylazin, hydro
Terbutryn
Tetrachlorvinfos
Tetraclorphenol, 2,3,4,5,
Tetraclorphenol, 2,3,4,6-
Tetraclorphenol, 2,3,5,6-
Tetradifon
Tetrasul
Thiabendazol
Thifensulfuron methyl
Thionazin
Tolclofos-methyl
Tolyfluanid
Trans-1,2-dichloreth
Tri-allat
Triadimefon
Triadimenol
Triasulfuron
Triazophos
Tribenuron methyl
trichlorphenol, 2,4,6-
Trifluralin
Triforin
Vinclozolin

Bilag 8. 121 overvågningsfiltre med fund af et eller flere af de 8 GRUMO-pesticider registreret i grundvandsdatabasen ved GEUS. De filtre som er medtaget ved databehandling er vist i højre kolonne, f.eks. er en række fund i Nordjyllands amt udeladt p.g.a. formodet analysefejl.

121 filtre med pesticid fund	Filtre med pesticidfund medtaget i databehandling
13.11.10.01	13.11.10.01
13.11.12.01	13.11.12.01
13.11.13.01	13.11.13.01
13.11.14.01	13.11.14.01
13.11.14.02	13.11.14.02
13.11.14.03	13.11.14.03
13.11.16.03	13.11.16.03
13.11.17.01	13.11.17.01
15.11.04.02	15.11.04.02
15.12.04.02	15.12.04.02
15.12.05.02	15.12.05.02
15.13.05.02	15.13.05.02
15.13.06.01	15.13.06.01
15.13.06.02	15.13.06.02
15.14.01.01	15.14.01.01
15.14.05.01	15.14.05.01
25.01.01.01	25.01.01.01
25.01.03.01	25.01.03.01
25.01.04.01	25.01.04.01
25.11.01.01	25.11.01.01
25.11.03.01	25.11.03.01
25.11.06.02	25.11.06.02
25.11.10.01	25.11.10.01
25.12.02.01	25.12.02.01
25.12.05.01	25.12.05.01
25.12.08.01	25.12.08.01
25.12.09.01	25.12.09.01
30.11.01.01	30.11.01.01
30.11.02.02	30.11.02.02
30.11.02.03	30.11.02.03
30.12.03.01	30.12.03.01
30.12.03.02	30.12.03.02
30.12.03.03	30.12.03.03
30.12.04.01	30.12.04.01
30.13.01.03	30.13.01.03
30.13.03.03	30.13.03.03
35.02.09.03	35.02.09.03
35.03.06.03	35.03.06.03
35.13.01.01	35.13.01.01
35.13.04.02	35.13.04.02
35.13.05.01	35.13.05.01

35.13.05.02	35.13.05.02
35.13.07.02	35.13.07.02
40.01.02.01	40.01.02.01
40.01.02.02	40.01.02.02
40.01.05.01	40.01.05.01
40.01.05.02	40.01.05.02
40.01.06.02	40.01.06.02
40.01.08.01	40.01.08.01
40.01.12.01	40.01.12.01
42.01.10.04	42.01.10.04
42.02.02.04	42.02.02.04
42.11.07.01	42.11.07.01
42.11.07.02	42.11.07.02
42.12.02.02	42.12.02.02
42.12.05.01	42.12.05.01
42.12.05.02	42.12.05.02
42.12.06.02	42.12.06.02
42.12.08.01	42.12.08.01
42.13.02.05	42.13.02.05
42.14.05.01	42.14.05.01
50.01.01.01	50.01.01.01
50.01.05.01	50.01.05.01
50.01.13.01	50.01.13.01
50.01.13.02	50.01.13.02
50.01.13.03	50.01.13.03
50.02.04.01	50.02.04.01
50.02.05.02	50.02.05.02
50.02.06.01	50.02.06.01
50.11.02.01	50.11.02.01
50.11.02.02	50.11.02.02
50.11.05.01	50.11.05.01
50.11.07.01	50.11.07.01
50.11.07.02	50.11.07.02
50.13.07.01	50.13.07.01
55.01.09.01	55.01.09.01
55.11.01.01	55.11.01.01
55.13.12.03	55.13.12.03
55.14.01.01	55.14.01.01
60.01.03.01	60.01.03.01
60.01.04.01	60.01.04.01
60.11.01.01	60.11.01.01
60.11.04.01	60.11.04.01
60.11.10.01	60.11.10.01

60.11.11.01	60.11.11.01
60.12.11.02	60.12.11.02
60.12.12.01	60.12.12.01
60.14.01.01	60.14.01.01
65.12.01.01	65.12.01.01
65.13.02.02	65.13.02.02
65.13.03.01	65.13.03.01
65.13.03.03	65.13.03.03
65.14.01.03	65.14.01.03
70.11.13.01	70.11.13.01
70.12.08.01	70.12.08.01
70.12.20.02	70.12.20.02
70.13.12.01	70.13.12.01
70.14.02.02	70.14.02.02
70.14.03.02	70.14.03.02
76.01.01.20	
76.01.04.16	
76.01.04.17	
76.11.01.01	76.11.01.01

76.12.01.01	76.12.01.01
76.13.01.03	
76.13.03.04	76.13.03.04
76.14.02.02	76.14.02.02
76.14.03.03	76.14.03.03
76.14.05.01	76.14.05.01
76.14.05.02	76.14.05.02
76.14.05.03	76.14.05.03
80.01.01.01	
80.01.02.01	
80.01.05.01	
80.02.01.01	
80.02.05.01	
80.02.05.04	
80.02.09.01	
80.11.01.01	80.11.01.01
80.11.09.01	80.11.09.01
80.13.13.01	80.13.13.01

Bilag 9. Filtre med fund af et eller flere GRUMO-pesticider rapporteret i 1997.

Oplysningerne i første kolonne stammer fra amternes rapporter og fra tidligere tilbagemeldinger fra amterne. Oplysningerne i anden kolonne omfatter filtre med fund registreret i grundvandsdatabasen ved GEUS.

Der foreligger således en række filtre med oplysninger om fund, hvor data ikke er indberettet til Grundvandsdatabasen ved GEUS. Ved kommende databearbejdninger vil der kun blive anvendt data som er indberettet til grundvandsdatabase ved GEUS.

Filtre med fund i amtsrapporter m.v.	Filtre med fund i GEUS database
13.11.02.01	
13.11.02.03	
13.11.04.01	
13.11.04.02	
13.11.04.03	
13.11.06.01	
13.11.06.02	
13.11.10.01	13.11.10.01
13.11.12.01	13.11.12.01
13.11.13.01	13.11.13.01
13.11.14.00	
13.11.14.01	13.11.14.01
13.11.14.02	13.11.14.02
13.11.14.03	13.11.14.03
13.11.16.03	13.11.16.03
13.11.17.01	13.11.17.01
15,13.	
15.11.04.02	15.11.04.02
15.12.04.02	15.12.04.02
15.12.05.02	15.12.05.02
15.13.05.02	15.13.05.02
15.13.06.01	15.13.06.01
15.13.06.02	15.13.06.02
15.14.01.01	15.14.01.01
15.14.05.01	15.14.05.01
25.01.01.01	25.01.01.01
25.01.03.01	25.01.03.01
25.01.04.01	25.01.04.01
25.11.01.01	25.11.01.01
25.11.03.01	25.11.03.01
25.11.06.02	25.11.06.02
25.11.10.01	25.11.10.01
25.12.02.01	25.12.02.01
25.12.05.01	25.12.05.01
25.12.08.01	25.12.08.01
25.12.09.01	25.12.09.01
30.11.01.01	30.11.01.01
30.11.02.02	30.11.02.02

30.11.02.03	30.11.02.03
30.12.03.01	30.12.03.01
30.12.03.02	30.12.03.02
30.12.03.03	30.12.03.03
30.12.04.01	30.12.04.01
30.13.01.03	30.13.01.03
30.13.03.03	30.13.03.03
35.02.09.03	35.02.09.03
35.03.06.03	35.03.06.03
35.12.05.02	
35.13.01.01	35.13.01.01
35.13.04.02	35.13.04.02
35.13.05.01	35.13.05.01
35.13.05.02	35.13.05.02
35.13.07.02	35.13.07.02
40.01.02.01	40.01.02.01
40.01.02.02	40.01.02.02
40.01.05.01	40.01.05.01
40.01.05.02	40.01.05.02
40.01.06.02	40.01.06.02
40.01.08.01	40.01.08.01
40.01.12.01	40.01.12.01
42.01.09.01	
42.01.10.04	42.01.10.04
42.02.02.04	42.02.02.04
42.11.07.01	42.11.07.01
42.11.07.02	42.11.07.02
42.12.02.02	42.12.02.02
42.12.05.01	42.12.05.01
42.12.05.02	42.12.05.02
42.12.06.01	
42.12.06.02	42.12.06.02
42.12.08.01	42.12.08.01
42.13.02.05	42.13.02.05
42.14.05.01	42.14.05.01
50.01.01.01	50.01.01.01
50.01.05.01	50.01.05.01
50.01.13.01	50.01.13.01
50.01.13.02	50.01.13.02
50.01.13.03	50.01.13.03

50.02.01.02	
50.02.04.01	50.02.04.01
50.02.05.02	50.02.05.02
50.02.06.01	50.02.06.01
50.11.02.01	50.11.02.01
50.11.02.02	50.11.02.02
50.11.05.01	50.11.05.01
50.11.07.01	50.11.07.01
50.11.07.02	50.11.07.02
50.11.07.03	
50.13.07.01	50.13.07.01
55.01.09.01	55.01.09.01
55.11.01.01	55.11.01.01
55.13.12.03	55.13.12.03
55.14.01.01	55.14.01.01
60.01.03.01	60.01.03.01
60.01.04.01	60.01.04.01
60.11.01.01	60.11.01.01
60.11.04.01	60.11.04.01
60.11.10.01	60.11.10.01
60.11.11.01	60.11.11.01
60.12.11.02	60.12.11.02
60.12.12.01	60.12.12.01
60.14.01.01	60.14.01.01
65.11.03.01	
65.12.01.01	65.12.01.01
65.13.02.02	65.13.02.02
65.13.03.01	65.13.03.01
65.13.03.03	65.13.03.03
65.14.01.03	65.14.01.03
70.11.13.01	70.11.13.01
70.12.08.01	70.12.08.01
70.12.20.02	70.12.20.02
70.13.12.01	70.13.12.01
70.14.02.02	70.14.02.02
70.14.03.02	70.14.03.02
76.11.01.01	76.11.01.01
76.12.01.01	76.12.01.01
76.13.03.04	76.13.03.04
76.14.02.02	76.14.02.02
76.14.03.03	76.14.03.03
76.14.05.01	76.14.05.01
76.14.05.02	76.14.05.02
76.14.05.03	76.14.05.03
80.11.01.01	80.11.01.01
80.11.09.01	80.11.09.01
80.13.13.01	80.13.13.01

Bilag 10. Fund af de 8 GRUMO-pesticider i grundvandsovervågningen registreret i grundvandsdatabasen ved GEUS. Koncentrationer i µg/l.

GRUMO-nr	Prøvedato md/dg/år	Dichlor prop	MCPA	Mechlor prop	DNOC	Dinoseb	Atrazin	Simazin	2,4-D
13.11.10.01	11/11/92	0,011							
13.11.10.01	12/1/93	0,014							
13.11.10.01	7/5/94	0,000							
13.11.10.01	11/8/95	0,011							
13.11.10.01	3/27/96	0,012							
13.11.12.01	9/20/93			0,03			0,036	0,08	
13.11.13.01	9/20/93	0,034		0,03					
13.11.13.01	5/19/94	0,05		0,05					
13.11.13.01	5/8/95	0,05		0,05					
13.11.13.01	5/7/96	0,04		0,05					
13.11.14.01	9/21/93	0,372					0,05		
13.11.14.01	5/18/94	0,75		0,01					
13.11.14.01	11/30/94	48		0,71					
13.11.14.01	5/3/95	1,6		0,03					
13.11.14.01	5/14/96	3		0,048					
13.11.14.02	12/3/90	4,48							
13.11.14.02	9/21/93	12,387		0,137					
13.11.14.02	11/17/93	13,9		0,207					
13.11.14.02	2/9/94	4,1		0,05					
13.11.14.02	5/18/94	370		0,57					
13.11.14.02	8/23/94	187		0,78					
13.11.14.02	11/30/94	48		0,71					
13.11.14.02	2/6/95	24		0,3					
13.11.14.02	5/3/95	41		0,49					
13.11.14.02	8/29/95	45		0,6					
13.11.14.02	11/14/95	51		0,6					
13.11.14.02	2/14/96	56,5		0,575					
13.11.14.02	5/14/96	44,5		0,426					
13.11.14.02	8/6/96	22		0,268					
13.11.14.02	11/5/96	31		0,388					
13.11.14.03	12/3/90	1,33							
13.11.14.03	9/21/93	0,753					0,037		
13.11.14.03	5/14/96	2,45		0,032					
13.11.16.03	9/16/93						0,039		
13.11.17.01	9/14/93								0,043
15.11.04.02	11/14/90					0,038			
15.12.04.02	9/1/94							0,01	
15.12.05.02	8/30/94						0,02		
15.13.05.02	11/9/93		0,02						
15.13.06.01	11/9/93		0,038	0,01					
15.13.06.01	10/3/94							0,013	
15.13.06.01	11/15/95							0,01	
15.13.06.01	8/29/96				0,028				

15.13.06.01	11/4/96		0,057						
15.13.06.02	10/3/94				0,032				
15.14.01.01	9/27/95			0,01	0,111				
15.14.05.01	5/25/94							0,036	
15.14.05.01	10/2/95						0,056	0,016	
15.14.05.01	9/17/96						0,013	0,049	
25.01.01.01	4/18/95	0,012							
25.01.01.01	1/9/96	0,013							
25.01.03.01	10/26/95					0,088			
25.01.04.01	10/26/95	0,02	0,01	0,022		0,045			
25.11.01.01	2/29/96							0,053	
25.11.03.01	11/12/90						0,02		
25.11.03.01	12/7/93						0,165		
25.11.03.01	3/15/94						0,32		
25.11.03.01	9/12/94						0,32		
25.11.03.01	3/21/95						0,21		
25.11.06.02	9/28/93								0,044
25.11.10.01	3/19/91	1,5							
25.12.02.01	8/24/93	0,022							
25.12.05.01	11/26/90						0,03		
25.12.05.01	8/26/93								0,035
25.12.08.01	8/24/93						0,022		
25.12.08.01	8/16/94						0,01		
25.12.08.01	2/15/96						0,013		
25.12.09.01	11/26/90						0,025		
25.12.09.01	9/1/93								0,035
30.11.01.01	11/8/93								0,01
30.11.02.02	3/12/91						0,18		
30.11.02.03	11/8/93						0,214		
30.12.03.01	10/12/93	0,034							
30.12.03.01	9/24/96	0,1							
30.12.03.01	12/9/96	0,07							
30.12.03.02	10/30/90	7,16	0,37						
30.12.03.02	10/12/93	0,737	0,045						
30.12.03.02	10/11/94	0,48							
30.12.03.02	12/5/95	0,74	0,09						
30.12.03.02	4/17/96	0,03							
30.12.03.02	9/24/96	0,13							
30.12.03.02	12/9/96	1,9	0,15						
30.12.03.03	12/13/90	20,3	1,04						
30.12.03.03	6/1/92	1,17							
30.12.03.03	10/12/93	5,409	0,24						
30.12.03.03	10/11/94	15	1,6						
30.12.03.03	9/26/95	0,65	0,04						
30.12.03.03	12/5/95	1,5	0,15						
30.12.03.03	3/7/96	1,9	0,15						
30.12.03.03	4/17/96	2,5	0,2						

30.12.03.03	9/24/96	3,5	0,2						
30.12.03.03	12/9/96	5,8	0,44						
30.12.04.01	10/11/93						0,016		
30.13.01.03	11/15/93			0,031					
30.13.03.03	10/5/94		0,073						
30.13.03.03	10/5/95		0,03						
35.02.09.03	10/1/91	0,01							
35.03.06.03	10/24/95		0,01						
35.13.01.01	3/10/92	0,02							
35.13.01.01	7/7/92	0,02							
35.13.04.02	10/2/96						0,081	0,34	
35.13.05.01	10/3/96			0,01					
35.13.05.02	11/15/95							0,01	
35.13.05.02	6/13/96							0,015	
35.13.05.02	10/3/96							0,01	
35.13.07.02	11/13/90						0,07		
35.13.07.02	3/5/92						0,05		
35.13.07.02	9/30/96						0,01		
40.01.02.01	11/13/90							0,2	
40.01.02.01	12/7/93							0,15	
40.01.02.01	9/27/94							0,15	
40.01.02.01	9/20/95							0,12	
40.01.02.01	11/25/96							0,059	
40.01.02.02	11/13/90							0,6	
40.01.02.02	12/7/93							0,45	
40.01.02.02	9/27/94							0,45	
40.01.02.02	9/20/95							0,41	
40.01.02.02	11/25/96							0,49	
40.01.05.01	4/9/91						19,9	0,16	
40.01.05.02	4/9/91						15,3	0,17	
40.01.06.02	11/30/93						0,05		
40.01.08.01	4/10/91	0,11		0,03					
40.01.12.01	11/30/93						0,03		
42.01.10.04	9/26/95						0,04		
42.01.10.04	11/30/95						0,03		
42.01.10.04	10/31/96						0,029		
42.01.10.04	11/1/96						0,027		
42.02.02.04	9/19/90		0,012						
42.11.07.01	4/9/91	0,1							
42.11.07.02	4/9/91	0,06							
42.12.02.02	4/17/91	0,08							
42.12.05.01	9/3/90			0,43					
42.12.05.02	4/16/91			0,02					
42.12.06.02	9/3/90			0,11					
42.12.06.02	4/16/91	0,03		0,01					
42.12.08.01	4/17/91	0,11							
42.13.02.05	9/8/93	0,01							

42.13.02.05	1/18/94	0,01							
42.13.02.05	3/20/96	0,059							
42.13.02.05	11/26/96	0,012							
42.14.05.01	8/14/91			0,05					
42.14.05.01	10/20/93	0,01		0,03					
42.14.05.01	1/18/94	0,01		0,02					
42.14.05.01	10/13/94			0,01					
42.14.05.01	3/20/96	0,035		0,042					
42.14.05.01	9/5/96	0,014		0,28					
42.14.05.01	9/6/96	0,014		0,36					
42.14.05.01	12/9/96	0,02		1,68					
50.01.01.01	9/24/96			0,028					
50.01.01.01	11/4/96			0,034					
50.01.05.01	9/21/92		0,01	0,05					0,03
50.01.13.01	8/19/96	0,013		0,015					0,016
50.01.13.02	8/19/96	0,013		0,018		0,013			
50.01.13.03	8/19/96			0,021					
50.02.04.01	9/23/92								0,01
50.02.05.02	9/26/94					0,01			
50.02.06.01	9/23/92								0,01
50.11.02.01	8/20/96	0,018	0,01	0,025					0,014
50.11.02.02	8/20/96			0,016					
50.11.05.01	8/21/96			0,025					0,028
50.11.07.01	9/7/92	0,01							
50.11.07.01	3/23/94	0,006							
50.11.07.02	3/23/94	0,015							
50.13.07.01	6/17/91								0,23
50.13.07.01	12/5/91		0,01						
55.01.09.01	8/5/91					0,49			
55.01.09.01	11/9/94					0,327			
55.01.09.01	12/13/94					0,432			
55.01.09.01	10/24/95					0,19			
55.11.01.01	11/27/90			0,011					
55.13.12.03	10/1/96								0,01
55.14.01.01	12/3/90					0,014			
60.01.03.01	10/9/90		0,03						
60.01.04.01	10/9/90				0,294				
60.11.01.01	10/15/90		0,028						
60.11.04.01	10/17/90		0,02						
60.11.10.01	10/15/90		0,03						
60.11.11.01	10/16/90		0,045						
60.12.11.02	12/14/93					0,03			
60.12.11.02	11/26/96					0,013			
60.12.12.01	11/26/96			0,013					
60.14.01.01	9/30/91					0,51			
60.14.01.01	11/16/92					0,37			
60.14.01.01	10/11/95					0,11			

65.12.01.01	8/15/94	0,04							
65.13.02.02	8/22/94	0,04							
65.13.03.01	10/26/94						0,05		
65.13.03.03	11/23/95						0,031		
65.13.03.03	8/28/96						0,036		
65.13.03.03	11/5/96						0,037		
65.14.01.03	8/25/94	0,01							
70.11.13.01	11/7/90							0,023	
70.12.08.01	9/29/92	0,225							
70.12.20.02	10/30/90					0,058			
70.12.20.02	9/28/92					0,02			
70.12.20.02	4/19/95					0,017			
70.12.20.02	10/23/95					0,013			
70.13.12.01	11/9/94						0,133		
70.13.12.01	12/14/94						0,109		
70.13.12.01	3/29/95						0,097		
70.13.12.01	9/20/95						0,071		
70.13.12.01	11/26/96						0,05		
70.14.02.02	11/17/93							0,04	
70.14.03.02	9/7/92	0,03							
76.01.01.20	11/26/91						0,58		
76.01.04.16	11/25/91						0,43		
76.01.04.17	11/25/91						0,51		
76.11.01.01	11/26/90					0,35			
76.12.01.01	8/7/95	0,03							
76.12.01.01	9/2/96	0,12							
76.13.01.03	4/30/96						0,01		
76.13.01.03	8/21/96						0,01		
76.13.03.04	5/16/95	0,01							
76.14.02.02	9/10/91						0,02		
76.14.02.02	9/13/94						0,01		
76.14.02.02	8/29/95						0,01		
76.14.02.02	11/21/95						0,01		
76.14.02.02	2/27/96				0,06		0,02	0,01	
76.14.02.02	5/13/96						0,012		
76.14.02.02	11/25/96						0,01		
76.14.03.03	8/16/93						0,15	0,05	
76.14.03.03	9/13/94						0,11	0,02	
76.14.03.03	5/9/95						0,05		
76.14.03.03	8/28/95						0,06	0,01	
76.14.03.03	11/21/95						0,06	0,01	
76.14.03.03	2/26/96						0,07	0,02	
76.14.03.03	5/13/96						0,066	0,018	
76.14.03.03	9/23/96						0,076	0,021	
76.14.03.03	11/25/96						0,078	0,022	
76.14.05.01	9/19/94						0,02		
76.14.05.01	11/10/94						0,02		

76.14.05.01	8/21/95						0,03		
76.14.05.01	9/9/96						0,013		
76.14.05.02	9/19/94	0,02					0,02		
76.14.05.02	11/10/94						0,03		
76.14.05.02	8/21/95						0,03		
76.14.05.02	9/9/96						0,03		
76.14.05.03	8/21/95						0,01		
80.01.01.01	10/22/90		0,11						
80.01.02.01	10/22/90		0,069						
80.01.05.01	10/22/90		0,15						
80.02.01.01	10/23/90		0,056						
80.02.05.01	10/23/90		0,078						
80.02.05.04	10/23/90		0,078						
80.02.09.01	10/23/90		0,084						
80.11.01.01	8/16/93						0,025		
80.11.01.01	10/26/93						0,018		
80.11.01.01	8/16/94						0,033		
80.11.01.01	8/16/95						0,036		
80.11.01.01	8/21/96						0,045		
80.11.09.01	8/22/94						0,03		
80.11.09.01	10/11/94						0,013		
80.11.09.01	8/22/95						0,028		
80.11.09.01	8/20/96			,			0,089		
80.13.13.01	11/23/94			.			0,022		

Bilag 11. Fund af de 8 GRUMO-pesticider i grundvandsovervågningen der ikke er registreret i grundvandsdatabasen ved GEUS. Koncentrationer i µg/l.

GRUMO-nr	Prøvedato md/dg/år	Dichlor prop	MCPA	Mechlor prop	DNOC	Dinoseb	Atrazin	Simazin	2,4-D
13.11.02.01	10/30/92				0,035	0,02			
13.11.02.03	9/16/93						0,039		
13.11.04.01	10/30/92	0,45		0,01					
13.11.04.02	10/30/92	25		0,3					
13.11.04.03	11/-/90	1,33							
13.11.06.01	10/30/92			0,015					
13.11.06.02	9/14/93								0,043
13.11.14.00		51		0,6					
15,13.06.01	11/9/93			0,01					
35.12.05.02	-/-/92			0,015					
42.01.09.01	9/19/90		0,012						
42.12.06.01	8/28/91			0,11					
50.02.01.02	9/28/92			0,05					
50.11.07.03	9/8/92	0,01	0,03						
65.11.03.01	8/9/94	0,01							

GEUS er en forsknings-
og rådgivningsinstitution i
Miljø- og Energiministeriet

Betydelige dele af det øvre grundvand i Danmark er belastet med nitrat, der især hidrører fra landbruget.

Idag er $\frac{2}{3}$ af de undersøgte drikkevandsboringer nitratfrie. Hver 10. boring indeholder nitrat over den vejledende grænseværdi for drikkevand på 25 mg/l og enkelte boringer indeholder mere end de 50 mg/l, som er grænseværdi for drikkevand. Gennem tiden er mange boringer med højt nitratindhold blevet lukket.

I grundvandsovervågningen, hvor boringer ikke bliver lukket fordi nitratindholdet er højt, ses et mere nuanceret billede af grundvandets kvalitet. Overvågningen viser således, at nitratindholdet i 15-20% af grundvandet overskrider grænseværdien for drikkevand.

Nikkel og zink forekommer i 4-5% af grundvandet i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand. De skønnes dog hovedsagelig at blive tilbageholdt i vandværkernes sandfiltre.

Af de knap 100 pesticider og nedbrydningsprodukter, der er udført analyser for i grundvandet i Danmark, er der påvist 35. De fleste er kun fundet i få boringer, men enkelte er fundet i mere end hver 10. boring.

Grundvandet i et mindre antal boringer (3-4%) indeholder pesticider eller nedbrydningsprodukter i koncentrationer over 0,1 mg/l, som er det højst tilladte i drikkevand.

