



GRUNDEVANDSOVERVÅGNING 1998

DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE
MILJØ- OG ENERGIMINISTERIET



GRUNDVANDSOVERVÅGNING 1998




GEUS

**DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE
MILJØ- OG ENERGIMINISTERIET**

Særudgivelse

Redaktør: Jens Stockmarr

Tegning: Forfattere og Annabeth Andersen og Gitte Nicolaisen

Omslag og foto: Peter Moors

Oplag: 800

Dato: 1. december 1998

ISBN 87-7871-056-1

Pris: kr. 160, - inkl. 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

INDHOLD	3
FORORD	5
SAMMENFATNING	7
ENGLISH SUMMARY	9
INDLEDNING	11
Grundvandsovervågning	11
Vandværkernes boringskontrol	11
Rapportering af grundvandsovervågningen	11
GRUNDVANDETS HOVEDBESTANDDELE	13
Nitrat	13
Udviklingen i grundvandets indhold af nitrat	13
Tidsserie analyser	16
Amternes status over grundvandets indhold af nitrat	19
Sammenfatning om nitrat	20
Fosfor	20
Udviklingen i grundvandets indhold af fosfor	20
Amternes status over grundvandets indhold af fosfor	22
Sammenfatning om fosfor	23
UORGANISKE SPORSTOFFER	25
Overvågningsfiltre	25
Overskridelser af grænseværdien for drikkevand i grundvandsovervågningen	26
Vandværkernes boringskontrol	27
Overskridelser af grænseværdien for drikkevand i vandforsyningsboringer	28
Tidsserier for uorganiske sporstoffer i grundvandsovervågningen	29
ORGANISKE MIKROFORURENINGER	31
Grundvandsovervågning	31
Vandværkernes boringskontrol	35
Sammendrag om organiske mikroforureninger	38
PESTICIDER OG NEDBRYDNINGSPRODUKTER	41

Data og databearbejdning	41
Pesticider i grundvandsovervågningen	41
Redoxforhold og pesticider	45
Fund af pesticider i grundvandet under forskellig arealanvendelse	48
Pesticider i landovervågningen	49
Vandværkernes boringskontrol	50
2,6 dichlorbenzamid, BAM	55
Sammendrag om pesticider og nedbrydningsprodukter	58
Grundvandsovervågning	58
Landovervågningsoplande	59
Vandværkernes boringskontrol	59
Antal stoffer fundet i dansk grundvand	60
GRUNDVANDSRESSOURCEN	63
Grundvandsindvinding i 1997	63
Grundvandspejlinger	65
Sammendrag om grundvandsressourcen	67
GEOLOGISK MODELLERING	69
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, 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, hovedstadskommuner, 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 præsenteres på grundlag af indlæg fra medarbejdere ved GEUS, der har de pågældende fagområder som deres arbejdsområde:

Grundvandets Hovedbestanddele	Per Nyegaard
Uorganiske Sporstoffer	Carsten Langtofte Larsen
Organiske mikroforureninger	Walter Brüsich
Pesticider og nedbrydningsprodukter	Walter Brüsich
Vandindvinding	Per Rasmussen
Modellering af GRUMO	Martin Hansen

Projektgruppen, der står bag databearbejdningen og rapporten, består endvidere af Annabeth Andersen, Poul Merksel, Gitte Nicolaisen, Birgit Ahlgren Pedersen, Frants von Platen og Jens Stockmarr.

En foreløbig version af rapporten har været udsendt til kommentering i amterne, Københavns og Frederiksberg Kommune Miljøstyrelsen og Danske Vandværkers Forening. Kommentarerne har været til god hjælp og 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 omfattende kvalitativt billede af grundvandets kemi og forureningstilstand.

Omkring 60 % af overvågningsboringerne og 65 % af vandforsyningsboringerne, indeholder ikke **nitrat**. Ca. 25 % af overvågningsboringerne indeholder mere nitrat end den vejledende grænseværdi for drikkevand på 25 mg/l, heraf ca. 17 % mere end tilladeligt i drikkevand (50 mg/l). Tilsvarende indeholder ca. 9 % af vandforsyningsboringerne nitratkoncentrationer over 25 mg/l og heraf 3 % over 50 mg/l. Det lavere tal for vandforsyningsboringer skyldes, at mange vandforsyningsboringer med højt nitratinhold er blevet lukket. I nogle vandforsyningsboringer sker der også en opblanding af grundvandet i selve boringen på grund af lange filtre med indtag af grundvand fra forskellige dybder. Endelig er vandforsyningsboringer gennemsnitligt lidt dybere end overvågningsboringer.

Den generelle vurdering af nitratinholdet i grundvandet er fortsat, at der ikke kan konstateres noget væsentligt ændret nitratinhold siden vedtagelsen af Vandmiljøplanen. Dette kan dog heller ikke forventes i større udstrækning, fordi foreløbige dateringer antyder, at meget store dele af det overvågede grundvand er ældre end Vandmiljøplanens igangsættelse. Dog synes overvågningsfiltre i frie grundvandsmagasiner især i Vestjylland at afspejle en stigning i grundvandets nitratinhold. Det er nærliggende at antage at denne stigning er et resultat af en betydelig overgødsning i 1970'erne og 1980'erne.

I det øverste og mest terrænnære grundvand i landovervågningsoplandene, hvor det må forventes, at en eventuel effekt af Vandmiljøplanens tiltag til begrænsning af nitratudvaskningen først må kunne spores, ses en generel stigning i 1997, som sandsynligvis er betinget af en større nedbør, og dermed en forholdsvis større udvaskning af nitrat end i 1996.

I flere dele af landet måles et geologisk betinget **fosfor**indhold, der er over grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg/l. Dette er især i de dybere grundvandsmagasiner, hvor grundvandets sammensætning er præget af marine aflejringer. De relative høje fosforindhold giver dog ingen problemer for drikkevandskvaliteten, da fosfor normalt fjernes ved almindelig vandbehandling på vandværkerne. I enkelte terrænnære filtre i overvågningsområderne er der konstateret et forhøjet fosforindhold, som kan skyldes overfladeforurening.

Nikkel og **zink** er fundet i grundvandet i koncentrationen der overskrider det højst tilladelige for drikkevand i henholdsvis 4 og 5 % af overvågningsfiltrene. Begge stoffer formodes hovedsagelig at være frigivet fra sedimenterne på grund af sænkning af grundvandsspejlet. **Aluminium** er fundet i koncentrationer over det højst tilladte for drikkevand i 12 % af overvågningsfiltrene, men det skønnes, at en væsentlig del af de høje værdier skyldes forurening af vandprøverne med fint sediment. **Cadmium** er fundet over grænseværdien for drikkevand 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.

I overvågningsprogrammet er der analyseret vandprøver for **organiske mikroforureninger**. De tre stofgrupper, klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler er påvist i henholdsvis 13, 21 og 12 % af overvågningsfiltrene. I vandværkernes boringskontrol er de tre stofgrupper, tilsvarende påvist i henholdsvis 18, 19 og 5 % af de undersøgte borer.

De 8 "GRUMO-pesticider" der udgør det oprindelige **pesticidovervågning** i grundvandet er fundet i 12 % af de undersøgte overvågningsfiltre, og grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l er overskredet i 3,5 % af de filtrene. I de overvågningsfiltre, der er analyseret for et yderligere antal pesticider og for nedbrydningsprodukter, er der fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i 21 % af filtrene og grænseværdien for drikkevand er overskredet i 15 % af filtrene.

Der er i de fem **landovervågningsoplande** (LOOP) med borer til 1,5-5 meters dybde fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i 37 % af de undersøgte filtre og grænseværdien for drikkevand er overskredet i godt 8 % af filtrene.

I **vandværkernes boringskontrol** er der påvist pesticider i 707 borer ud af 4.209 undersøgte borer, svarende til ca. 17 %. Grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l var overskredet i 263 borer svarende til 6 %. Indvindingsboringerne er hyppigst analyseret for de 8 "GRUMO-pesticider", men der er også analyseret for op til 175 andre pesticider, nedbrydningsprodukter og mulige nedbrydningsprodukter, hvoraf 35 er fundet.

I **terrænnært grundvand**, i intervallet 0 - 10 meter under terræn, er der fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i mere end 35 % af de undersøgte overvågningsfiltre, og grænseværdien for drikkevand er overskredet i ca. 20 %. Med stigende dybde forekommer pesticiderne mindre hyppigt, og i intervallet 30-40 meters dybde er fundet af pesticider reduceret til at omfatte ca. 10 % af filtrene. Dette mønster i dybdefordelingen ses også i vandværkernes indvindingsboringer. Blandt disse borer er der således fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i 26 % og grænseværdien for drikkevand er overskredet i 12,6 % af de borer der har toppen af filteret placeret 10 - 20 meter under terræn.

Nedbrydningsproduktet 2,6-dichlorbenzamid, kaldet **BAM**, er det hyppigst fundne stof. BAM er fundet i ca. 14% af overvågningsboringerne og grænseværdien for drikkevand er overskredet i godt 6%. BAM's moderstof, dichlobenil, er et totalherbicid, der var godkendt til brug på befæstede arealer. De fleste af overvågningsfiltrene er placeret under landbrugsarealer, og det er derfor overraskende at finde BAM i større udstrækning her. I vandværkernes boringskontrol er BAM fundet i mange borer, nemlig i 448 ud af 1.656 undersøgte borer, svarende til 27%. Grænseværdien for BAM i drikkevand er overskredet i 187 borer svarende ca. 11%. Der er derimod ikke fundet BAM i landovervågningsoplandene, antagelig fordi BAM's moderstof dichlobenil ikke har været anvendt på de undersøgte marker.

Der er fundet 35 pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsprøver udtaget i grundvandsovervågningen og ved vandværkernes boringskontrol og 46 når medregnes fund ved andre udvidede analyseprogrammer gennemført af bl.a. amter og vandværker. 32 af disse stoffer er fundet i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand. Alle pesticider, der er fundet hyppigt i grundvandet, er i dag forbudt, eller stærkt reguleret af Miljøstyrelsen.

Den samlede **Vandindvinding** på almene vandværker udgjorde i 1997 464 millioner m³ mod 640 millioner m³ i 1989, et fald på over 25 %.

English summary

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

60 % of the line monitoring screens and 65 % 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) and 17 % are above the maximum admissible concentration (MAC) for drinking water. Groundwater from 9 % of the water supply wells has a nitrate concentration above the guide level for drinking water and 3 % more than the MAC level. The low number of water supply wells with high nitrate concentration is due to closing of man wells. In some water supply wells deep groundwater is mixed with nitrate polluted groundwater in the well itself, due to long screens with abstraction from more depths. Finally water supply wells are generally deeper than the monitoring wells.

The general opinion is still that the content of nitrate in the groundwater has not changed since the approval of the Action Plan for the Aquatic Environment in 1987. This is however not to be expected, as preliminary CFC datings indicate that the majority of the groundwater that is monitored is older than 1987. However, it seems that unconfined aquifers, especially in western Jutland, show a slight rise in the nitrate content. It is reasonable to expect that the cause is considerable overuse of fertilisers and manure in the 1970's and 1980's.

In 1997 the nitrate concentration increased in shallow wells in agricultural watersheds, probably due to higher precipitation and more nitrate leaching than in 1996.

In many places a geologically dependent **phosphorus** content in the groundwater above the MAC level in drinking water is found specially from deep aquifers with marine sediments. However, rather high phosphorus values are normally no problem for waterworks as phosphorus usually precipitates in their sand filters. A few superficial screens in the monitoring areas show a slightly increased phosphorus content, probably due to pollution from the surface.

Nickel and **Zinc** are found in the groundwater in concentrations above the maximum admissible concentration in 4% and 5% of the monitoring screens, respectively. Both are thought to be released from the sediments due to lowering of the groundwater level. **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 fine sediment contamination of the samples. **Cadmium** is only found above the MAC level for 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.

Chlorinated hydrocarbons, aromatic hydrocarbons and phenols are found in 13, 21 and 12% of the monitoring screens, respectively. These three organic micropollutants groups have been detected in 18, 19 and 5 % of control samples from waterworks.

The 8 pesticides the monitoring programme have been found in 12% of the investigated 1,000 monitoring screens and the MAC level for pesticides in drinking water has been exceeded in 3,5% of the screens. In some monitoring screens groundwater has been analysed for other pesticides and metabolites too, and here pesticides and metabolites are found in 21 % of the monitoring screens of which 15 % are above the MAC level.

In the agricultural watersheds wells from 1,5 to 5 meters depth show pesticides in 37 % of the investigated screens and above the MAC level in 8 % of the screens

In the water supply well control samples pesticides and metabolites have been found in 17 % (707 wells out of 4,203 analysed). The MAC level of 0.1 µg/l was surpassed in 6 % (263 of these wells). The water supply wells have mainly been analysed for 8 pesticides, but up to 175 pesticides, metabolites and possible metabolites have been analysed and 35 have been found.

In sub-superficial groundwater from the interval 0 to 10 meters depth pesticides and metabolites are found in more than 35 % of the investigated wells and the MAC level was surpassed in 20 %. To an increasing depth the pesticides become less common and in the depth interval 30 to 40 meter the number of pesticides or metabolites is reduces to 10 %. This pattern is also seen in the water supply wells. Among these wells pesticides or metabolites are found in 26 % and in wells with the top of the screen placed in the interval 10 to 20 meters depth 12.6 % of the investigated wells has concentrations above the MAC level.

The metabolite 2,6-dichlorobenzamide (BAM) is most commonly found. BAM is found in 14 % of the monitoring wells and the MAC level is surpassed in 6 % of the screens. The corresponding pesticide dichlobenil is a total herbicide, approved for use along roads, railways car parking places, private entrances, etc. The majority of the monitoring wells are located below farmers land, so it is surprising to find it to greater extent. In the water supply well control BAM is found in 27 % (448 wells out of the 1,656 investigated wells). The MAC levels for BAM is surpassed in 87 wells, corresponding to 11 %. On the other hand BAM is not found in the agricultural watersheds, probably because dichlobenil has not been used in the areas.

35 pesticides and metabolites have been found in the groundwater monitoring and the water supply wells and 46 if you incorporate other expanded analysis programmes executed by the counties and the waterworks. 32 elements are found in concentrations above the MAC level for drinking water. All pesticides which have been found commonly in the groundwater are currently prohibited or strongly regulated by the Danish Environmental Protection Agency.

The total water abstraction to common waterworks was 464 million m³ in 1997 and 640 million m³ in 1989, a decrease of 25 %. The decrease in the water abstraction is more than 20 %. The water consumption for irrigation and industries has increased a little from 1996 to 1997.

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, udbygget med ca. 17 overvågningsfiltre fordelt i hovedgrundvandsmagasinet (liniemoniterende boringer), øvre sekundære grundvandsmagasiner (punktmoniterende boringer) og én indvindingsboring (volumenmoniterende boring).

Grundvandsovervågningen omfatter i dag 1.046 filtre, der er egnede til analyse for grundvandets hovedbestanddele. Heraf er 864 filter egnede til analyse for specielle parameter som uorganiske sporstoffer, pesticider og andre organiske mikroforureninger. Hertil kommer 112 filtre til overvågning af hovedbestanddele i Rabis Bæk området. Grundvandsovervågningen omfatter endvidere grundvandet i de fem (oprindeligt seks) landovervågningsoplande (LOOP), se figur 1.1, hvor bl.a. kvaliteten af det helt nydannede grundvand overvåges.

Vandværkernes boringskontrol

I 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 (Miljøstyrelsen 1990, 1997).

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. Grundvandsovervågning 1995 (GEUS 1995) var ekstraordinært omfattende, idet grundvand var udvalgt som årets tema indenfor Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Dette års rapport er en standardrapport og den sidste der rapporterer grundvandsovervågningsprogrammet 1993 – 1997. Det gældende analyseprogram for grundvandsovervågningen i såvel GRUMO som LOOP er beskrevet i revisionsrapporten for 1993-97 (Miljøstyrelsen 1993). Grundvandsovervågningsprogrammet er ændret med virkning fra den 1. januar 1998 (Miljøstyrelsen 1998).

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. Dog er data der måtte være nævnt i rapporterne, men som ikke er indberettet til grundvandsdatabaserne ved GEUS, normalt ikke medtaget i tabeller og grafer i GEUS's rapport.

I årets rapport betyder **fund** at et analyseresultat \geq detektionsgrænsen.



Figur 1.1 Grundvandsovervågningsområder (GRUMO ●) og Landovervågningsoplande (LOOP ○) i Danmark 1998.

Med igangsætningen af det reviderede overvågningsprogram, NOVA 2003, fra 1. januar 1998, er grundvandsovervågningsområderne Munke Bjergby, Abild og Herning (i parentes) stort set sat i bero med udgangen af 1996. Dog videreføres analyser med et meget begrænset program i et mindre antal filtre i disse 3 områder. Til erstatning etableres 3 nye grundvands-overvågningsområder, Høve Strand, Frøslev og Klosterhede i løbet af perioden 1997-99. Landovervågningsoplandet Barslund Bæk er udgået af grundvandsovervågningsprogrammet.

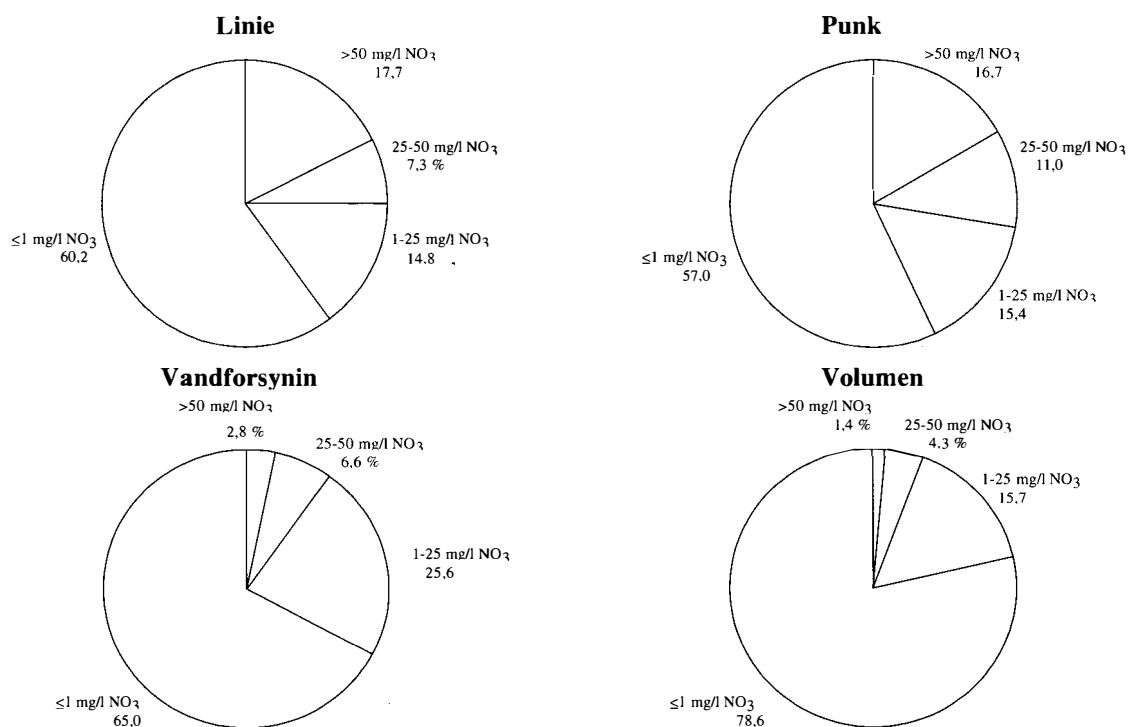
Grundvandets hovedbestanddele

Nitrat

Udviklingen i grundvandets indhold af nitrat

I de sidste tre års rapporter (GEUS 1995, GEUS 1996, GEUS 1997) er der kun benyttet nitratdata fra filtre, som var analyseret hvert år for hele perioden 1990-94/95/96. Dette princip er ikke blevet fortsat i dette års rapport. Således er data fra alle **aktive** filtre nu blevet benyttet til bedømmelse af udviklingen i grundvandets nitratindhold for hele perioden 1990 til og med 1997. Denne ændring i praksis skyldes, at der ellers vil ske et for stort tab af data i bedømmelsen af nitratudviklingen og at nye boringer ikke kommer med.

Ved vurderingen af nitratanalyserne er kun de filtre/boringer hvis nitratindholds medianværdi for hele perioden er større end 1 mg/l behandlet i dataanalysen. Det er således kun filtre/boringer med nitratbelastet grundvand der er vurderet. Der er benyttet årlige medianværdier, for filtre med mere end én analyse pr år. I alt er der analyseret for nitrat i grundvand fra 1.029 filtre i grundvandsovervågningen (70 volumenmoniterende filtre, 723 liniemoniterende filtre, 288 punktmoniterende filtre) og fra 8.601 vandforsyningsboringer i 1990 - 1997. Fordeling af grundvandet på nitratindholdet for de fire grupper er vist i figur 2.1.

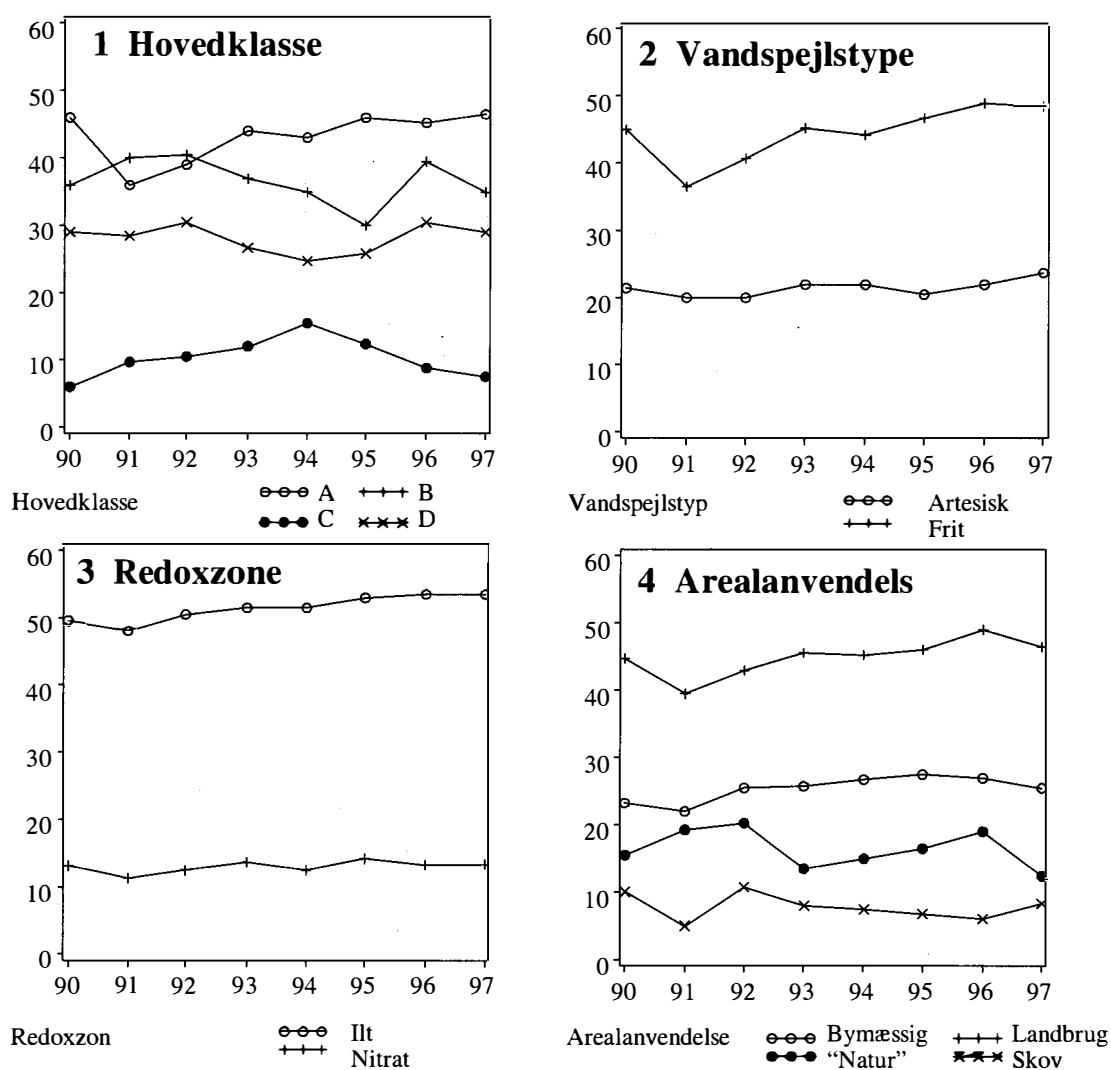


Figur 2.1 Fordeling af volumen-, linie- og punktmoniterende filtre i overvågningsboringer (1.081 filtre) og vandforsyningsboringer (8.601 boringer) efter nitratindhold i mg/l.

Nitratudvikling i grundvandsovervågningsområderne

Til vurdering af den tidsmæssige udvikling af nitratindholdet var der i sidste års rapport anvendt 296 filtre. I dette års rapport er der til analyse af hovedklasserne anvendt data fra 355 filtre, for vandspejlstyperne 388 filtre, for redoxzonerne 325 filtre og for arealanvendelsen 377 filtre. Udviklingen fra 1990 til 1997 indenfor disse kategorier er vist i figur 2.2.

Grænseværdien for nitrat i drikkevand er 50 mg/l. I sidste års rapport (GEUS 1997) 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 filternes nitratindhold, således at stigningen ikke var statistisk signifikant. En del af de samme grupperinger er benyttet i dette års rapport (figur 2.2).



Figur 2.2 Nitratudviklingen i mg/l i perioden 1990 - 1997 baseret på data fra alle aktive filtre med et nitratindhold større end 1 mg/l for hele perioden. Antallet af filtre er vist i ().

1: Hovedklasse -A (190), B (88), C (16), D (61).

2: Vandspejlstype - Artesisk (81) og frit (307),

3: Redoxzone - Ilt (201) og nitrat (124).

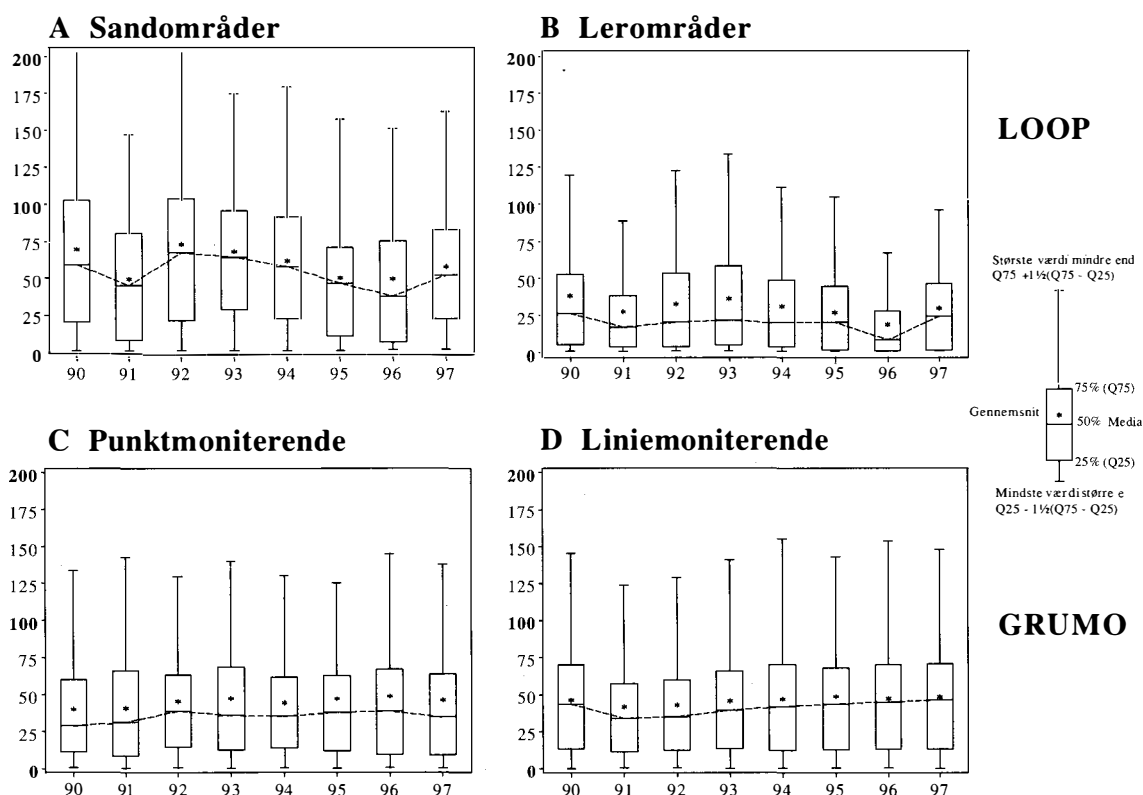
4: Arealanvendelse - Bymæssig(26), landbrug (300), "natur" (33) og skov (18).

Grundvandet blev i 1995 (GEUS 1995) opdelt i 6 hovedklasser. Af disse hovedklasser er i år kun medtaget klasserne A, B, C og D, idet hovedklasserne E og F har få filtre.

Grundvandet hovedklasser

- Hovedklasse A: Ungt surt og blødt grundvand
- Hovedklasse B: Ungt og middelhårdt grundvand
- Hovedklasse C: Ungt, meget hårdt og reducerende grundvand
- Hovedklasse D: Ungt og hårdt grundvand
- Hovedklasse E: Gammelt og hårdt grundvand
- Hovedklasse F: Gammelt, middelhårdt og reducerende grundvand

Hovedklasse A viser en stigning siden 1991 medens hovedklasse C viser et fald siden 1994. Hovedklasserne B og D viser ingen tydelig tendenser. For at teste om disse ændringer er signifikante er der udført både parametriske og ikke-parametriske statistiske tests. For hovedklasse A er nitratdata fra 1991 sammenlignet med data fra 1997, og for hovedgruppe C er data fra 1994 og 1997 sammenlignet. Ingen af sammenligningerne viser signifikante forskelle mellem årene. For filtre med frit vandspejl er nitratdata fra 1991 sammenlignet med data fra 1997. For disse filtre er der en forskel mellem årene, dog kun med en svag signifikans (90 % niveau). Ingen yderligere grupperinger er testet.



Figur 2.3 Box-plot med nitratudviklingen i mg/l i perioden 1990 – 1997 baseret på data fra alle aktive filtre med et nitratindhold større end 1 mg/l fra GRUMO filtre, som er punkt- eller liniemoniterende, og fra alle LOOP filtre opdelt på sand og ler områder.

- A: LOOP sandområder (Fra 100 til 169 filtre)
- B: LOOP lerområder (Fra 76 til 152 filtre)
- C: GRUMO punktmoniterende (Fra 90 til 98 filtre)
- D: GRUMO liniemoniterende (Fra 195 til 292 filtre)

Filtre med frit vandspejl er generelt de mest sårbare med hensyn til nitrat, og på landsbasis synes der således at være en svag stigning siden 1991. Sammenlignes kurveforløbet for hovedklasse A, frit vandspejl, ilt-redoxzone og arealanvendelsen landbrug ses et sammenligneligt forløb med en svag stigning som dog kun er statistisk signifikant for gruppen af filtre med frit vandspejl. Disse 4 grupperinger dækker over en stor fællesmængde. Den 'visuelle' stigning dækker således over terrænnære grundvandsmagasiner i landbrugsområder med frit vandspejl, der især er udbredt i Vestjylland.

Det fremgår af box-diagrammerne for punkt- og liniemoniterende filtre i grundvands- overvågningsområderne (GRUMO) og for landovervågningsoplandene (LOOP) opdelt på sand og ler (figur 2.3), at spredningen omkring medianen (50% fraktilen) er stor for de enkelte år. Derfor kan det ikke forventes, at der på landsplan er en signifikant forskel på f.eks. to års nitratfordelinger, men plottene kan give et fingerpeg om hvordan den overordnet tendens i nitratudviklingen er. Filterdybden for LOOP data er fra 1½ til 5 meter under terræn og data er repræsentative for det helt nydannede grundvand, medens data fra de punktmoniterende filtre repræsenterer lidt ældre grundvand på vej mod de primære magasiner, som er dækket af de liniemoniterende filtre.

Som det ses af box-plottene i figur 2.3 er især det nydannede grundvand i sandområderne i LOOP stærkt nitratbelastet, medens niveauet i lerområderne er lavere. De punkt- og liniemoniterende GRUMO-filtre ligger på nogenlunde samme niveau. Grundvandet i disse filtre er sandsynligvis for gammelt til, at en generelt faldende tendens ville kunne ses. For det nydannede grundvand ses en tendens til et fald fra 1992 til 1996, men med en stigning i 1997. For 1996 viser LOOP data et minimum for nitratindholdet både i sand og lerområder. Dette falder sammen med de tørre vinter perioder i 1995/96 og 1996/97, hvor nitratudvaskningen var reduceret på grund af den formindskede nedbør. Det gennemsnitlige høje nitratindhold i de sandede områder i 1992 skyldes sandsynligvis en dårlig høst dette år med en aftagende effekt de følgende år.

Tidsserie analyser

Der er i dette års rapport ikke udført statistiske tidsserie analyser, men der er set på de filtre fra sidste års rapport, som enten viste et fald eller en stigning inden for de sidste 2-6 år. Disse filtre er undersøgt for at se om den positive eller negative udvikling er fortsat i 1997 data. For de filtre der har vist et fald i nitratindholdet inden for de sidste 2-5 år viser nu ca. 1/3-del stadig et fald, ca. 1/3-del en stigning, medens resten hverken viser fald eller stigning. For de filtre som tidligere viste en stigning viser ca. ½-delen et fald i 1997. Ca. 2/5-dele viser en fortsat stigning, medens resten ikke viser nogen tendens. Det har ikke været muligt at korrelere stigning/fald til andre målte parametre. Når grundvandet i GRUMO er blevet CFC-dateret i løbet af 1998-99, vil der være bedre muligheder for at forklare stigninger og fald i det overvågede grundvand.

Nitrat i vandværkernes boringskontrol

Der er frem til 1998 indberettet i alt 8.601 vandværksboringer med nitratanalyser. Hovedparten af boringernes grundvand har lavt nitratindhold (tabel 2.2). Der er i 1998 indberettet data for yderligere 721 boringer, men den procentvise andel af nitratbelastede boringer er ikke ændret væsentligt. For 1997 er der i alt indberettet nitratdata fra 2.383 boringer. Sammenlignes fordelingen af disse boringer med tal hele perioden 1990 - 1996/97 (tabel 2.2) ses ingen stor procentvis forskelle. Dette tyder på at nitratindholdet i det indvundne grundvand ikke ændrer sig signifikant.

Nitratindhold Median	Boringer / filtre indberettet for 1990 - 1996		Boringer / filtre indberettet for - 1997		Boringer / filtre indberettet for 1990 -1997	
	antal	%	antal	%	antal	%
>50 mg/l NO ₃	232	2,9	57	2,4	242	2,8
25-50 mg/l NO ₃	506	6,4	155	6,5	566	6,6
1-25 mg/l NO ₃	2.051	26,0	461	19,3	2.189	25,5
≤ 1 mg/l NO ₃	5.091	64,6	1.710	71,6	5.604	65,2

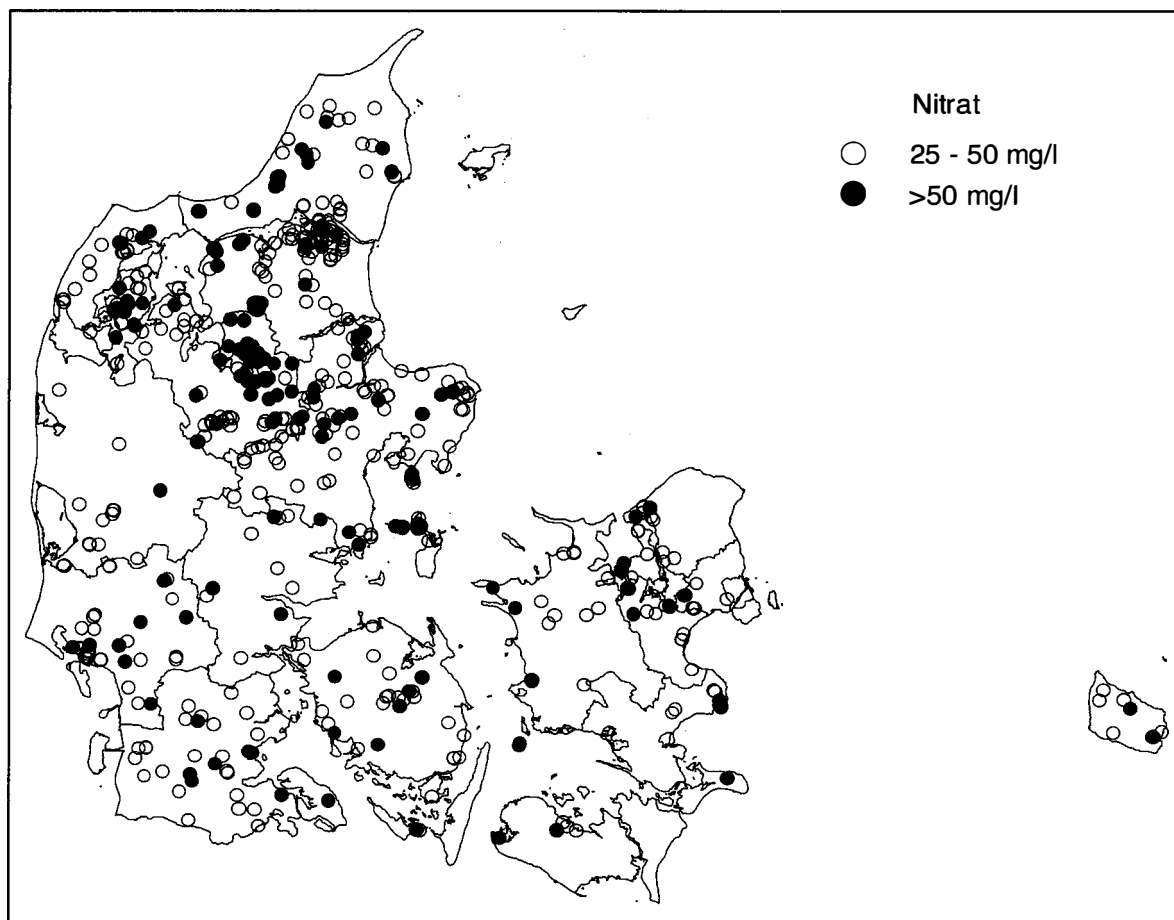
Tabel 2.2 Procentvis fordeling af vandværksboringer / -filtre efter nitratindhold.

De høje indhold over 25 mg/l NO₃ optræder mest i det såkaldte 'Nitrat-bælte' der strækker sig fra det nordvestlige Århus Amt til ind i Viborg Amt (figur 2.6), men også grundvand i dårligt beskyttede områder som ved Ålborg, på Mors og omkring Roskilde Fjord har et højt nitratindhold. De amter der har den største andel af filtre med over 25 mg/l nitrat (vejledende grænseværdi for drikkevand) er Nordjylland, Viborg, Århus og Ribe amter (mere end 10% i perioden 1990-97 - Tabel 2.3). Amter hvor andelen af filtre med over 25 mg/l nitrat ligger mellem 5 og 10% udgøres af Ringkøbing, Sønderjylland og Bornholm. Det er således i de mest 'sandede' områder at nitratindholdet i det oppumpede grundvandet er størst.

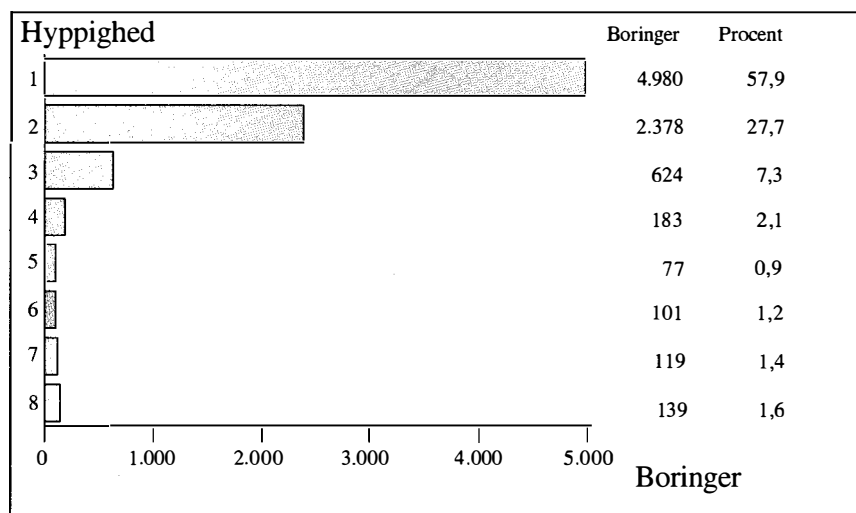
Det er endnu ikke muligt at lave meningsfyldte tidsserie analyser på boringskontrolldata idet kun 1.6 % af boringerne har data fra alle år i perioden 1990-97, og kun 4,1 % har for mere end 4 år (fig. 2.7).

Amt	≤1 mg/l nitrat	1-25 mg/l nitrat	25-50 mg/l nitrat	>50 mg/l nitrat	I alt	>25 mg/l nitrat procent
Kbh. og Fr:berg. K.	10	2	0	0	12	0
København	177	54	11	1	243	4,9
Frederiksborg	406	52	17	4	479	4,4
Roskilde	482	79	10	4	575	2,4
Vestsjælland	708	90	16	15	829	3,7
Storstrøm	525	133	10	8	676	2,7
Bornholm	69	48	7	3	127	8,5
Fyn	399	307	24	7	737	4,2
Sønderjylland	358	271	28	11	668	5,8
Ribe	245	213	53	8	519	11,8
Vejle	289	61	9	6	365	4,1
Ringkøbing	353	70	31	2	456	7,2
Århus	752	354	98	51	1.255	11,9
Viborg	399	198	83	66	746	20,0
Nordjylland	422	266	170	56	914	24,7

Tabel 2.3 Antal boringer/filtre fra boringskontrollen fordelt på amter og nitratindhold. Alle indberettede data for perioden 1990 - 1997.



Figur 2.6 Nitratkoncentrationen i vandværkernes boringskontrol baseret på samtlige analyser fra perioden 1990-97. Kun boringer over 25 mg/l nitrat er medtaget.



Figur 2.7 Nitratanalyse hyppighed i vandværkernes boringskontrol 1990-97 For mere end halvdelen af boringerne foreligger kun én analyse for 8-års perioden 1990-97.

Amternes status over grundvandets indhold af nitrat

I årets rapportering af grundvandets indhold af nitrat fokuserer amterne primært på resultater fra grundvandsovervågningsområderne, og i mindre grad omtales resultater fra boringskontrollen. Desuden nævner en del amter, at de første resultater af CFC-datering af grundvandet tyder på at det grundvand der overvåges for en betydelig dels vedkommende er fra før Vandmiljøplanens igangsættelse.

Nordlige Jylland

I Nordjyllands Amt er nitratniveauet fortsat stabilt men for vandværkerne er nitratforureningen fortsat et problem, som i 1996/7 har lukket tre boringer (Nordjyllands Amt, 1998). I Viborg Amt er der en meget svag stigning i den gennemsnitlige nitratkoncentration, og CFC dateringer giver en alder på det yngste vand som er større end 11 år. Det er således begrænset hvad grundvandsovervågningen kan sige om Vandmiljøplanens indvirkning. Nitratniveauet i landovervågningen peger dog ikke på noget fald (Viborg Amt, 1997).

Østlige Jylland

Grundvandsovervågningen i Århus Amt viser stadig, at det øvre iltede grundvand typisk har en nitratkoncentration på omkring 100 mg/l nitrat, hvorfor udvaskningen af nitrat stadig er en væsentlig trussel mod den fremtidige vandforsyning. I Århus Amt viser den påbegyndte CFC-datering af grundvandet, at grundvandet generelt er ældre end 1988, hvorfor en effekt af Vandmiljøplanen endnu ikke kan spores i det grundvand, som overvåges i GRUMO-filtrene i amtet (Århus Amt, 1998). I Vejle Amt (1998) har grundvandets indhold af nitrat været forholdsvis stabilt, dog med en lille stigning i de 'prækvartære' filtre i overvågningsområde Ejstrupholm, hvor de miocæne aflejringer ligger højt og er sårbare. Der er ikke konstateret nitratgennembrud i nogen filtre i overvågningsperioden. I Vejle Amt er der også foretaget dateringer af grundvand, og som for Århus Amt er det meste af det daterede grundvand ældre end Vandmiljøplanen igangsættelse.

Vestlige Jylland

I Ringkjøbing Amt (1998) er det gennemsnitlige nitratindhold nogenlunde konstant. Nitratindholdet i de øvre og terrænnære grundvandsmagasiner under landbrugsarealer er fortsat højt. I Ribe Amt (1998) ses igen en meget varierende udvikling i det øvre grundvands nitratindhold fra område til område, således at intet generelt kan siges om udviklingen.

Sønderjylland og Fyn

I overvågningsområderne i Sønderjyllands Amt (1998) er der forholdsvis få nitratpåvirkede filtre, således at det ikke er muligt at bidrage med væsentligt nyt om nitrat. CFC dateringer i LOOP filtre viser at vandet er ældre end Vandmiljøplanens igangsættelse. Fyns Amt (1998) har også forholdsvis få grundvandsfiltre, der er nitratpåvirkede. Hovedparten af vandindvindingen foregår fra magasiner som ligger under tykke lerlag, hvor nitraten nedbrydes. Hovedproblemet med hensyn til nitrat ligger mere på indvinding fra brønde, som kan være stærkt påvirket af landbrugsdrift.

Sjælland, Lolland, Falster og Bornholm

Nitratindholdet i overvågningsområdet på Bornholm viser samlet en tendens til stigning, som dog synes mindsket på det sidste, hvilket en nøjere analyse af enkelte boringer også viser (Bornholm, 1998). I Storstrøms Amt (1998) er der generelt et højt nitratindhold i det øvre grundvand 0 til 15 meter under terræn, medens det dybere grundvand har et lavt nitratindhold.

I Vestsjællands Amt (1998) findes kun få nitratbelastede GRUMO-boringer, og disse viser en faldende tendens. I Roskilde Amt (1998) ses overvejende fald i de terrænnære filter nitratindhold i 1997, men i den overvejende del af overvågningsfiltrene er nitratindholdet lavt. I Frederiksborg Amts (1998) overvågningsboringer er der generelt kun mindre ændringer i nitratindholdet, men i enkelte filtre er der konstateret en markant stigning i nitratindholdet i 1997. Foreløbige dateringer af grundvandet viser, at grundvandet i grundvandsovervågningsområderne er af ældre dato. Nitrat udgør ikke noget problem i overvågningsområderne i Københavns Amt (1998), hvor kun få filtre har et forhøjet indhold, og der ingen tidlig udvikling er i nitratindholdet. I overvågningsområdet i Københavns og Frederiksberg Kommune (1998) er nitratindholdet generelt lavt og udgør ikke et problem. CFC dateringer viser relativt gammelt vand medens tritium-dateringerne peger på relativt ungt vand. Dette problem vil der blive arbejdet videre med i 1999.

Sammenfatning om nitrat

Data for 1997 viser, at hovedparten af boringerne, ca. 60% af de liniemoniterende overvågningsfiltre og 72% af vandforsyningsboringerne, ikke indeholder nitrat (•1 mg/l nitrat). Ca. 25% af overvågningsfiltrene indeholder mere nitrat end den vejledende værdi for nitrat i drikkevand på 25 mg/l. Tilsvarende indeholder ca. 9% af vandforsyningsboringerne nitratkoncentrationer over 25 mg/l. Det lavere tal for vandforsyningsboringer skyldes antagelig, at mange af dem er blevet lukket på grund af et højt nitratindhold, men det skyldes også, at der ofte måles på blandingsvand som følge af lange filterindtag.

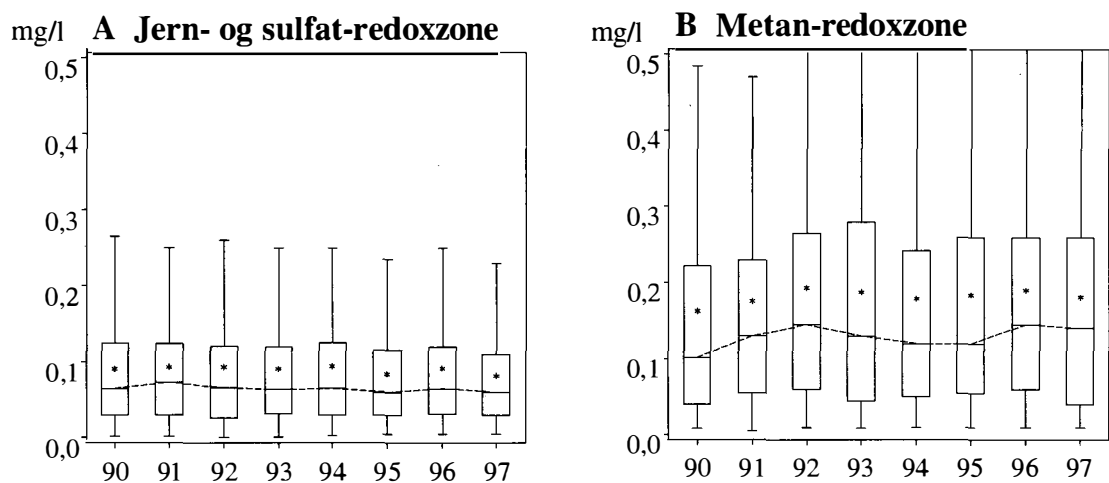
Den generelle vurdering af nitratkoncentrationen i grundvandet er fortsat, at der ikke kan konstateres noget væsentligt ændret nitratindhold i grundvandet siden vedtagelsen af Vandmiljøplanen. Dette kan dog heller ikke forventes endnu i større udstrækning, idet de foreløbige CFC-dateringer antyder, at meget store dele af det overvågede grundvand er ældre end Vandmiljøplanens igangsættelse. I det øverste og mest terrænnære grundvand (LOOP), hvor det må forventes, at en eventuel effekt af Vandmiljøplanens tiltag til begrænsning af nitratudvaskningen først må kunne spores, ses en generel stigning i 1997, som sandsynligvis er betinget af en større nedbør, og dermed en større udvaskning af nitrat.

Fosfor

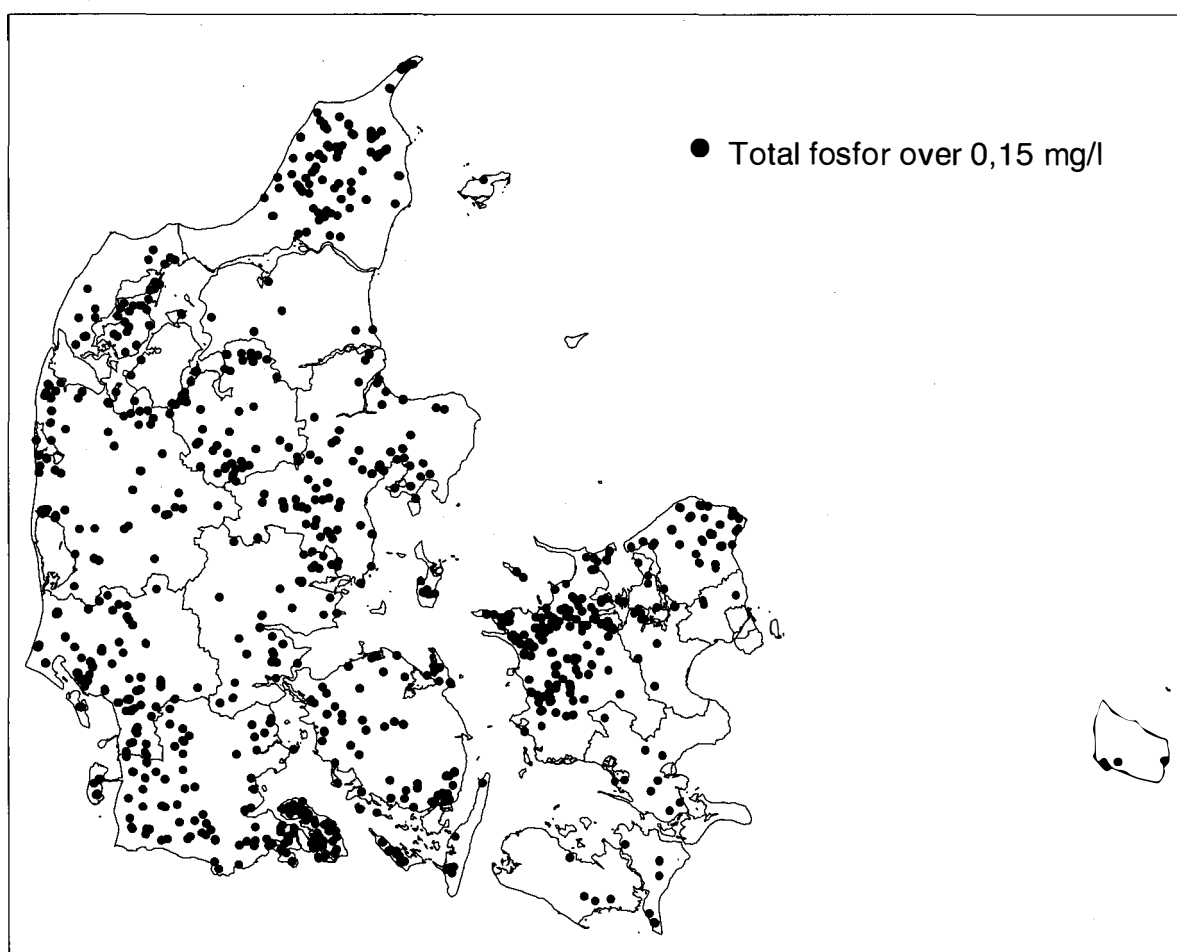
Udviklingen i grundvandets indhold af fosfor

I overvågningsoplandene er der i 1997 i alt analyseret for total-fosfor i 1.081 filtre. Af disse har 193 et total fosfor indhold under detektionsgrænsen (0,015, 0.01 eller 0.005 mg/l total fosfor), medens 147 har et indhold over grænseværdien for drikkevand, som er på 0,15 mg/l total fosfor.

Fosfordata er grupperet og behandlet på samme måde som for nitrat, og 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 filtrene i overvågningen viser et stabilt indhold af total fosfor. De højeste fosforniveauer i grundvandet findes i metan redoxzonen og jern-sulfat redoxzonen, idet fosfat vil fælde ud som jern-, aluminium- eller calciumfosfat under aerobe forhold (figur 2.8).



Figur 2.8 Box-plot med fosforudviklingen i jern- og sulfat-redoxzonen og i metan-redoxzonen i perioden 1990 – 1997 baseret på data fra alle aktive filtre i GRUMO.



Figur 2.9 Total-fosfor i vandværkernes boringskontrol. Medianværdier for perioden 1990-1997.

Hovedparten af filtre med mere end 0,15 mg/l total fosfor findes i redoxzonerne jern- og sulfat-redoxzonen eller i metan-redoxzonen som ikke er påvirket af nitrat, eller de findes hvor filtrene sidder i lerede kvartære bjergarter. Disse filtre er derfor næppe påvirket af overflade aktiviteter. Kun et fåtal af filtre har et fosfor indhold over 0.15 mg/l og et højt nitratindhold. I disse få tilfælde kan der evt. være tale om landbrugspåvirkning, idet ingen andre analyserede parametre tyder på spildevandspåvirkning.

Fosforindholdet i vandindvindingsboringerne er visse steder i landet relativt højt (figur 2.9) og ca. 19.5% af de indberettede boringskontrolanalyser har mere end 0,15 mg/l total-fosfor (1.641 boringer). De høje fosfor indhold kan ofte henføres til boringer hvor vandet har været i kontakt med yngre marine aflejringer. I områder med indvinding fra kalkmagasiner (store dele af Sjælland samt Lolland-Falster, Møn, Djursland Himmerland og dele af Vendsyssel) findes kun få boringer med over 0.15 mg/l fosfor.

Da hovedparten af fosfor fjernes ved almindelig vandbehandling udgør fosfor ikke noget problem for drikkevandsforsyningen. I private brønde uden vandbehandling, vil overskridelser af grænseværdien for drikkevand sandsynligvis forekomme.

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 viser samme niveau som i 1996 (Nordjyllands Amt, 1998). I Viborg Amt ligger fosforindholdet i grundvandet også på et stabilt og lavt niveau (Viborg Amt, 1998). 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. På grund af meget tørre forhold i de sidste tre år, har det ikke været muligt at undersøge disse forhold nærmere med multifilterboringer i 1997 (Århus Amt, 1998). I Ringkjøbing Amt (1998), Ribe Amt (1997) og Sønderjyllands Amt (1997) er fosforindhold geologisk betinget og er højest i det dybere grundvand. I Vejle Amt (1998) er der konstateret mindre stigninger i det øvre grundvands indhold af fosfor, men det ligger inden for de naturlige variationer.

Øerne

På Svendborg egnen er der et forhøjet og geologisk betinget fosforindhold i det dybere grundvand, som er filtersat i interglaciale aflejringer (Fyns Amt, 1998). På Bornholm (1998) måles uændrede meget lave fosforindhold i grundvandet. I overvågningsområderne i Storstrøms Amt (1998) ses ingen ændringer i fosforindholdet. I Roskilde Amt (1998) er der et konstant fosforindhold i overvågningsboringerne, med undtagelse af to terrænnære filtre som har en stigende koncentration. I Vestsjællands Amt (1998) er fosforindholdet geologisk betinget og indholdet ligger højt, men fjernes ved almindelig vandbehandling. I flere overvågningsområder i Frederiksborg Amt (1998) er der enkelte filtre med en mindre stigning i fosforindholdet. Fosforindholdet er uden tidslig variation i overvågningsområderne i Københavns Amt (1998). I overvågningsområdet i Københavns og Frederiksberg Kommune (1998) ligger fosforindholdet lavt og kun i punktmoniterende filtre ses et relativt højt fosforindhold.

Sammenfatning om 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 marine aflejringer. De relative høje fosforindhold giver dog ingen problemer med drikkevandskvaliteten, da fosfor normalt fjernes ved almindelig vandbehandling på vandværkerne. I enkelte terrænnære filtre i overvågningsområderne er der et forhøjet fosforindhold sammen med et højt nitrat indhold, som kan skyldes overfladeforurening. Trods lokale variationer i grundvandets fosforindhold gennem overvågningsperioden 1990-1997 er den generelle vurdering fortsat, at der ikke er nogen væsentlig ændring i grundvandets fosforindhold.

Uorganiske sporstoffer

Overvågningsfiltre

Ved udgangen af 1997 var der i alt 925 aktive filtre, som var egnede til prøvetagning til analyse for uorganiske sporstoffer. Ca. 50 % af disse filtre er analyseret 3 gange eller mere, dog med undtagelse af analyse for kviksølv, selen, vanadium og thallium, der kun er analyseret 1 – 2 gange. Ca. 150 egnede, aktive filtre har været overvåget siden 1990. 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 overvågningsfiltre, og der er fundet koncentrationer, der overskrider grænseværdien for drikkevand (Miljøministeriet 1988) for ét eller flere uorganiske sporstoffer i 447 filtre. Sporstoffet barium, for hvilket der kun er fastsat en vejledende grænseværdi på 100 µg/l repræsenterer hovedparten af overskridelserne. Amternes seneste dataindberetning ændrer ikke ved opfattelsen af fordelingen af uorganiske sporstoffer, således som det blev præsenteret i 1995 (GEUS 1995).

Uorganiske sporstoffer	Filtre med analyse		Filtre med fund		Filtre med overskridelse		Detektionsgrænse	Medianværdi	90 % percentil
	antal	antal	%	antal	%	µg/l	µg/l	µg/l	
Arsen	896	831	92,7	1	0,1	0,05	0,76	5,7	
Bly	896	667	74,4	0	-	0,05	0,18	0,7	
Cadmium	898	545	60,7	2	0,2	0,005	0,01	0,1	
Kviksølv	868	742	85,5	0	-	0,0005	0,0014	0,005	
Thallium	34	23	67,6	-	-	0,4	0,06	0,15	
Selen	871	369	42,4	2	0,2	0,1	0,01	0,53	
Cyanid	900	148	16,4	0	-	2,0	2,0	4	
Nikkel	933	791	84,8	43	4,6	0,05	0,56	6,9	
Zink	897	863	96,2	46	5,1	0,5	2,8	32	
Kobber	898	729	81,2	0	-	0,05	0,21	1,6	
Chrom	894	806	90,2	0	-	0,04	0,12	0,7	
Molybdæn	895	818	91,4	2	0,2	0,15	0,7	2,7	
Vanadium	870	442	50,8	-	-	0,5	0,5	1,7	
Aluminium	895	864	96,5	110	12,3	0,1	4	150	
Barium	895	895	100,0	348 ^{*)}	39,9 [*]	1,0	69	175	
Lithium	895	887	99,1	-	-	0,5	6	14	
Bromid	893	887	99,3	-	-	10,0	88	220	

^{*)} Overskridelse af vejledende grænseværdi for barium.

Tabel 3.1 Uorganiske sporstoffer i grundvandsovervågningen 1990-97. Koncentrationer i µg/l. Analyser under detektionsgrænsen er medregnet med dennes værdi. Overskridelser er i forhold til grænseværdien for drikkevand.

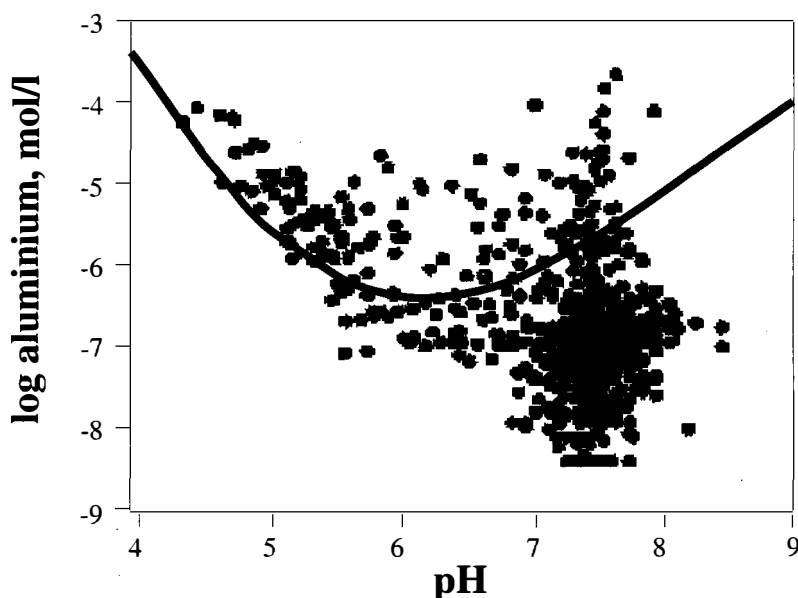
Overskridelser af grænseværdien for drikkevand i grundvandsovervågningen

For **nikkel** er der fastsat en højst tilladelig værdi for drikkevand på 20 µg/l. Grænseværdien for drikkevand er overskredet i 43 filtre, svarende til 4,6 % af de aktive filtre. I 22 filtre er grænseværdien overskredet i samtlige analyser. I 10 filtre har koncentrationen været stigende siden 1990 (se bilag 1).

For **zink** er der fastsat en højst tilladelig værdi for drikkevand på 100 µg/l. Grænseværdien for drikkevand er overskredet i 46 filtre, svarende til 5,1 % af de aktive filtre. I 20 filtre er grænseværdien overskredet i samtlige analyser. I 4 filtre har koncentrationen været stigende siden 1990 (se bilag 2).

For **aluminium** er der fastsat en vejledende værdi for drikkevand på 50 µg/l og en højst tilladelig værdi på 200 µg/l. I 201 filtre er den vejledende værdi overskredet og den højst tilladelige værdi er overskredet i 110 filtre, svarende til 12 % af de aktive filtre. I 28 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 af den indsamlede grundvandsprøve med finkornede sedimentpartikler. Se figur 3.1.

For **barium** er der fastsat en vejledende værdi for drikkevand på 100 µg/l. I 348 filtre, svarende til 39 % af de aktive filtre, forekommer der overskridelser af den vejledende grænseværdi. I 199 filtre er den vejledende grænseværdi for drikkevand overskredet i samtlige analyser.



Figur 3.1 Aluminiumsdata fra grundvandsovervågningen 1994 - 1997, grupperet som medianværdier for hvert overvågningsfilter og sat i forhold til tilsvarende mediandata for pH. Kurven viser aluminiums ($Al(OH)_3$) opløselighed i vand (Appelo & Postma 1993). Punkter som ligger over kurven er antageligt baseret på analyser med partikulært aluminiumholdigt mineral og punkter som ligger under kurven viser grundvand, som ikke er i kemisk ligevægt med ren aluminiumhydroxid.

Sammenfald med overskridelse af grænseværdien for drikkevand for **flere stoffer i samme filter** forekommer kun sjældent. De uorganiske sporstoffer analyseres i det nuværende overvågningsprogram med en frekvens på én analyse hver tredje år. Inden for den sidste tre-års periode har der været sammenfald af overskridelser af den højst tilladelige værdi i 9 tilfælde.

Sporstoffet **thallium** indgår fra 1998 i grundvandsovervågningen sammen med stofferne antimon, sølv og tin. Thallium er et tungmetal. Det forekommer naturligt i silikatminerale, hvor det kan erstatte kalium, samt i sulfidminerale i f.eks. kul. Det anvendes udover i legeringer især i rottegift, idet det hæmmer blodets evne til at koagulere.

Vandværkernes boringskontrol

Udover analyserne i de ca. 125 vandindvindingsboringer (volumenmoniterende filtre) i grundvandsovervågningen, er der med indberetningerne for 1997 i alt indkommet analyse-resultater for uorganiske sporstoffer fra 7.631 filtre i vandindvindingsboringer. Langt de fleste analyser omfatter kun nikkel, som er obligatorisk i boringskontrollen. Der er fundet uorganiske sporstoffer i 2.748 filtre, hvilket er en forøgelse på 402 filtre i forhold til tidligere. Procentuelt udgør filtrene med fund dog fortsat ca. 36,5% af de analyserede filtre. I de øvrige filtre er analyseresultaterne 'under detektionsgrænsen'.

Uorganiske sporstoffer	Analyse*)		Filtre med fund		overskridelse		Grænse-værdi	Median-værdi	90 % percentil	Højeste måling
	antal	antal	%	antal	%	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Arsen	51	34	66,7	4	7,8	50	2,2	6,7	5.100	
Bly	72	28	38,9	0	-	50	1	6	11	
Cadmium	54	19	35,2	0	-	5	0,1	0,5	40	
Kviksølv	27	6	22,2	0	-	1	0,2	0,2	0,3	
Selen	10	0	0	0	-	10	0,9	0,9	1	
Cyanid	50	7	14,0	1	2,0	50	5	30	2.000	
Nikkel	7.568	2.641	34,9	221	2,9	20	2	7	1.600	
Zink	53	42	79,2	14	26,4	100	40	474	2.900	
Kobber	61	34	55,7	2	3,3	100	1,1	5,1	800	
Chrom	62	19	30,6	0	-	50	0,5	3	3,8	
Molybdæn	6	6	100,0	1	16,7	20	2,0	18	30	
Vanadium	3	1	33,3	-	-	-	0,2	0,6	0,6	
Aluminium	168	123	73,2	31	19,0	200	15	610	8.440	
Barium	21	21	100,0	8**)	38,1**)	100**)	92	170	216	
Lithium	10	10	100,0	-	-	-	9	560	630	
Bromid	19	19	100,0	-	-	-	170	280	1.300	

*) Eksklusive analyser udført i grundvandsovervågnings volumemoniterende boringer

***) Overskridelse af den vejledende grænseværdi for barium på 100 µg/l.

Tabel 3.2 Uorganiske sporstoffer i vandværkernes boringskontrol 1990-97. Grænseværdi = grænseværdi for drikkevand. Koncentrationer i µg/l. Analyser under detektionsgrænsen er medregnet med dennes værdi ved beregning af medianværdi og 90 % percentil.

Der anvendes generelt højere og varierende detektionsgrænser i boringskontrollen sammenlignet med grundvandsovervågningen. Der indberettes således af og til analyser af uorganiske sporstoffer, hvor detektionsgrænsen har været i størrelsesordenen mg/l. Sådanne analyser er både misvisende og spild af penge.

Der er fundet overskridelser af grænseværdien for drikkevand i 266 filtre, hvilket er en antalsmæssig forøgelse på 36 filtre. Langt de fleste overskridelser (221) vedrører nikkel. Procentuelt udgør filterne med overskridelser fortsat uændret ca. 3,6% af de analyserede 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.

Hovedtal for forekomst af uorganiske sporstoffer i vandværkernes boringskontrol, således som de fremstår i den grundvandskemiske database ved GEUS, fremgår af tabel 3.2. Det skal bemærkes, at kun analyse for nikkel og ved pH under 6 også aluminium er obligatorisk i boringskontrollen, jævnfør Miljøministeriets bekendtgørelse om vandforsyning m.m. (Miljøministeriet 1988).

Overskridelser af grænseværdien for drikkevand i vandforsyningsboringer

Der forekommer overskridelser af grænseværdien for **nikkel** i drikkevand i 221 boringer, hvilket svarer til 2,9 % af samtlige undersøgte boringer. De 221 repræsenterer en stigning i forhold til sidste år på 38 boringer. I 53 boringer med mere end én analyse er grænseværdien for drikkevand på 20 µg/l overskredet i samtlige analyser. Nikkelforureningen antages primært at hidrøre fra iltning af mineralet pyrit i forbindelse med sænkning af grundvandsspejlet i vandindvindingsoplandene. En eventuel senere retablering af grundvandsspejlet kan muligvis yderligere øge frigivelsen af nikkel til grundvandet.

I Ribe Amt (1997) er der lukket 12 vandindvindingsboringer på grund af for højt nikkelindhold. Tilsvarende er der lukket 3 boringer i Københavns Amt (1997) og 4 i Ringkjøbing Amt (1997). I Ribe Amt er der fundet nikkel i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand i 9 ud af 35 undersøgte markvandingsboringer med koncentrationer på op til 132 µg/l.

Antallet af boringer, hvori der forekommer overskridelser af grænseværdien for **zink** i drikkevand er 14, svarende til 26 % af de undersøgte filtre. Der er i dag ikke nogen kendt årsag til zinkforekomsten idet frigivelsen af zink til grundvandet kan skyldes naturlige årsager, men også forurening i forbindelse med galvanisering af metal.

I 31 filtre er koncentrationen af **aluminium** over den højst tilladelige værdi for drikkevand. Grænseværdien for aluminium overskrides således i 18 % af analyserne. Også her kan de høje koncentrationer af aluminium antagelig i visse tilfælde tilskrives forurening med finkornede sedimentpartikler, i andre tilfælde skyldes de høje koncentrationer en lav pH.

I 4 filtre overskrides det højst tilladelige indhold af **arsen** (50 µg/l) i drikkevand. Det er sandsynligt at nogle forekomster af højt indhold af arsen skyldes forurening i forbindelse med træimprægnering.

Som det er fremgået af foranstående overskrides grænseværdierne i et varierende antal tilfælde i et mindre antal borer for stofferne nikkel, zink, aluminium og arsen. 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 i betydelig grad tilbageholdes i okkerslammet fra vandværkernes sandfiltre (Aktor 1990).

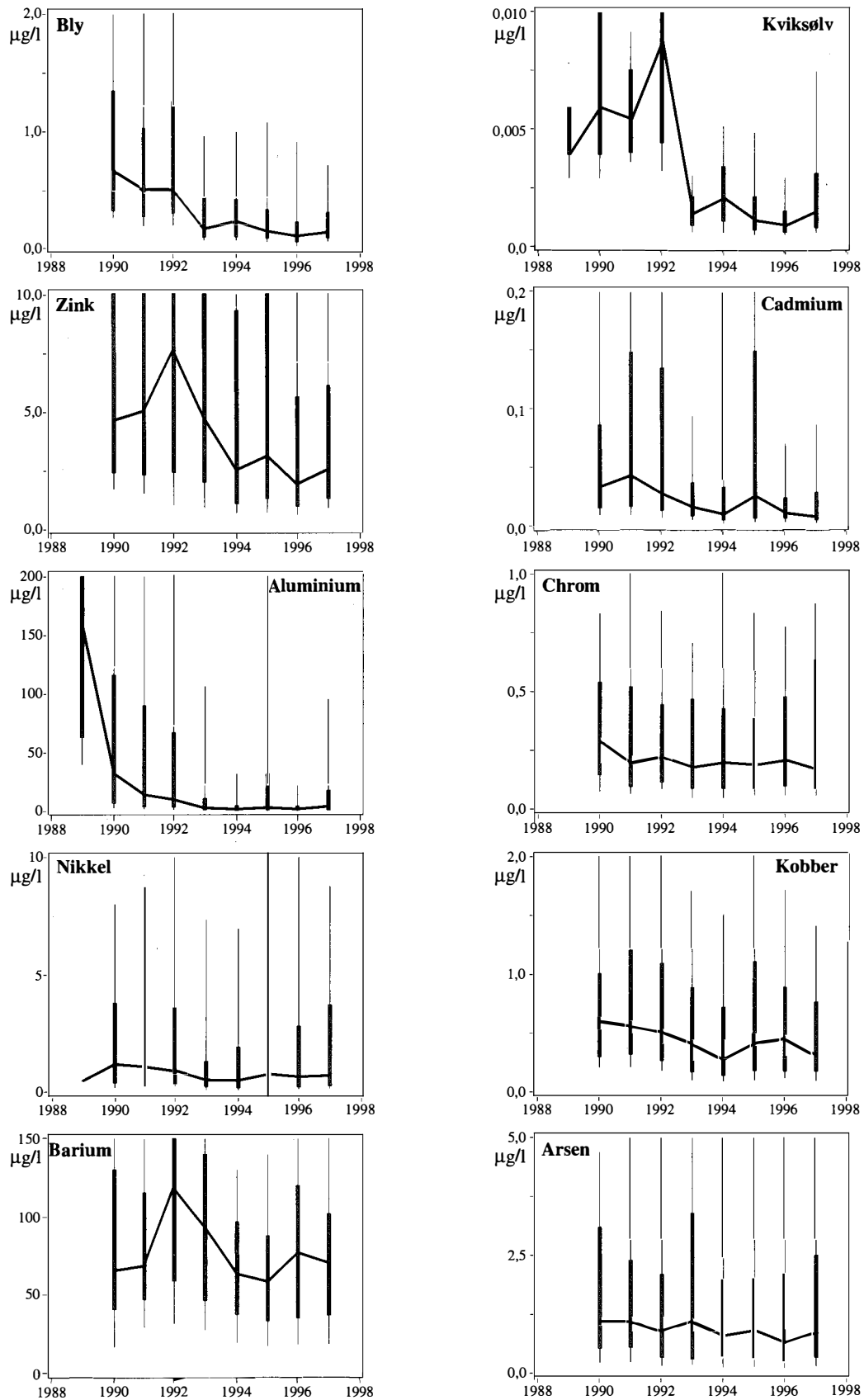
Tidsserier for uorganiske sporstoffer i grundvandsovervågningen

Med indberetningen af analysedata for 1997 er anden fase af grundvandsovervågningsprogrammet afsluttet. Første fase gik fra 1989 til 1993 (Miljøstyrelsen 1989), sådan at forstå, at de ændringer, som gennemførtes i forbindelse med revisionen i 1993 (Miljøstyrelsen 1993), først slog igennem i analyseprogrammet for 1994. Anden fase af grundvandsovervågningen gik fra 1993 til 1997. Det reviderede grundvandsovervågningsprogram, er en del af det nationale overvågningsprogram for vandmiljøet 1998 – 2003 (Miljøstyrelsen 1998).

I figur 3.2 er der gengivet grafer for den tidsafhængige udvikling for en række uorganiske sporstoffer. For hvert år er angivet en fed streg, hvis bund er lig med 10 % percentilen og hvis top er lig med 90 % percentilen for det pågældende år. Hvert års medianværdi er forbundet med en tværgående fremhævet streg. På y-aksen er angivet indholdet af sporstoffet i µg/l. Data for Bornholm og en del data for Vejle og Ringkjøbing amter indgår ikke i figuren.

I forbindelse med implementeringen af anden fase af grundvandsovervågningen blev det besluttet at alle prøver til analyse for uorganiske sporstoffer skulle filtreres i forbindelse med prøveudtagningen, for at hindre at sporstofindholdet i eventuel fast fase (finkornet sediment, okker og lign.) skulle indvirke på analyseresultatet (angive et forhøjet indhold).

På grund af den meget store spredning på analyseresultaterne for de enkelte stoffer er det ikke forsøgt beregnet hvorvidt den tidsmæssige udvikling i indholdet af sporstofferne er signifikant. En simpel betragtning af mediankurverne synes dog med stor sikkerhed at afsløre, at der i perioden fra 1989 til 1993 forekommer et ikke uvæsentligt antal analyser med et forhøjet indhold. Det bør derfor overvejes, eventuelt efter en amtsvis gennemgang, at udelukke analyseresultaterne fra grundvandsovervågningsprogrammets første fase. Alternativt, kun at anvende analyseresultater, hvorom det specifikt er angivet at de stammer fra filtrerede prøver lader sig ikke anvende, da det har knebet ganske voldsomt med at få udvidet de årlige data-indberetninger til at omfatte disse oplysninger. Der ville således være flere amter, der helt eller delvist ville falde ud (Bornholms Amt, Vejle Amt og Ringkjøbing Amt) af datamaterialet.



Figur 3.2 Den tidsafhængige udvikling af de indberettede analyseresultater for en række uorganiske sporstoffer i µg/l. Den fede streg omfatter 10 – 90 % percentilen for hvert år.

Organiske mikroforureninger

Grundvandsovervågning

Der er i grundvandsovervågningen gennemført analyse for organiske mikroforureninger (tabel 4.1 og 4.2) i 5.014 vandprøver fra 1.021 overvågningsfiltre. I 740 af de analyserede vandprøver fra 370 filtre er der fundet én eller flere af de analyserede organiske mikroforureninger, heri dog ikke medtaget detergenter eller VOX (samleparameter for flygtige organiske halogenerede forbindelser). Det svarer til, at der i overvågningsboringerne er fundet én eller flere organiske mikroforureninger i ca. $\frac{1}{3}$ af de undersøgte filtre. I halvdelen af de filtre, hvor der er fundet organiske mikroforureninger, er disse stoffer fundet i flere vandprøver fra samme filter. Samleparametre og detergenter er ikke medtaget i denne opgørelse. Antallet af gennemførte analyser pr. år er steget fra ca. 20 i 1990 til godt 800 i 1997 (tabel 4.1).

Prøvetagningsår	Antal analyser
1989	19
1990	374
1991	558
1992	400
1993	547
1994	655
1995	798
1996	860
1997	803
Analyser i alt	5.014

Tabel 4.1 Analyse for organiske mikroforureninger udført i grundvandsovervågningen i perioden 1989-1997. Samleparameteren VOX og analyser for detergenter er ikke medtaget i opgørelsen.

I perioden 1989 - 1997 har amterne analyseret 2.877 vandprøver fra 993 overvågningsfiltre for stofgruppen **klorerede kulbrinter**. Der er fundet ét eller flere stoffer i 131 filtre svarende til 13 % (tabel 4.2). De enkelte stoffer i gruppen er analyseret i stort set samme antal vandprøver. Triklormethan, 1,1,1-triklorethan og triklorethen er fundet hyppigst i 3 til 6 % af filtrene. Tetraklormethan og tetraklorethen er fundet i ca. 1,5 % af filtrene. Kilderne til denne gruppe er industriel anvendelse. Amterne mener, at de klorerede stoffer ofte stammer fra punktkilder som affaldsdepoter og forurenede grunde.

Triklormethan og triklorethen er fundet i de største koncentrationer. Mediankoncentrationen for fund af triklormethan er størst, 0,12 µg/l. 1,1,1-triklorethan's mediankoncentration er 0,03 µg/l på filterniveau, hvilket svarer til en meget lav analysedetekteringsgrænse (tabel 4.3).

Alle medianværdier er i dette afsnit beregnet på grundlag af medianværdier for de enkelte filtre, da der kan forekomme enkelte meget høje koncentrationer som kan påvirke gennemsnittet kraftigt.

Grundvandsovervågning Organiske mikroforureninger	Analysér	Analyserede filtre	Filtre med fund	
	antal	antal	antal	%
Klorerede kulbrinter	2.877	993	131	13,2
Triklormethan	2.814	985	62	6,3
Tetraklormethan	2.774	988	18	1,8
Triklørethen	2.803	993	38	3,8
Tetraklørethen	2.804	993	16	1,6
1,1,1-triklørethan	2.799	993	42	4,2
Aromatiske kulbrinter	2.752	987	207	21,0
Benzen	2.685	987	113	11,4
Toluen	2.689	980	126	12,9
P-xylen	691	544	18	3,3
M-xylen	655	527	15	2,8
O-xylen	2.625	986	36	3,7
M+P-xylen	1978	895	61	6,8
Naphtalen	2.673	986	28	2,8
Fenoler	3.558	996	118	11,8
Phenol	3.444	988	86	8,7
4-methylphenol	3.173	970	20	2,1
2,6-dimethylphenol	3.291	978	4	0,4
2,4-dimethylphenol	3.235	974	8	0,8
2,4-dichlorphenol	3.481	996	17	1,7
Phentachlorphenol	3.406	979	7	0,7
Samleparameter				
VOX	2.693	971	148	15,2
Detergenter				
Anioniske detergenter	2.735	988	860	87,0

Tabel 4.2 Analyse og fund af udvalgte organiske mikroforureninger i filtre i grundvands-
overvågningen 1990-1997

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 2.752 vandprøver udtaget fra 987 overvågningsfiltre, hvor der er fundet ét eller flere af de analyserede stoffer i 207 filtre svarende til ca. 20 %. Benzen og toluen forekommer hyppigst, nemlig i ca. 10 % af de analyserede filtre. Toluén kan muligvis også stamme fra lim anvendt ved samling af borerør. De enkelte xylener og naphtalen forekommer i ca. 3 % af filtrene, dog er m/p-xylen fundet i ca. 6 % af filtrene. Mediankoncentrationen for benzen og toluen er henholdsvis 0,09 µg/l og 0,1 µg/l. Mediankoncentrationen for de øvrige stoffer er ca. 0,05 µg/l svarende til analysedetektionsgrænsen. (tabel 4.3).

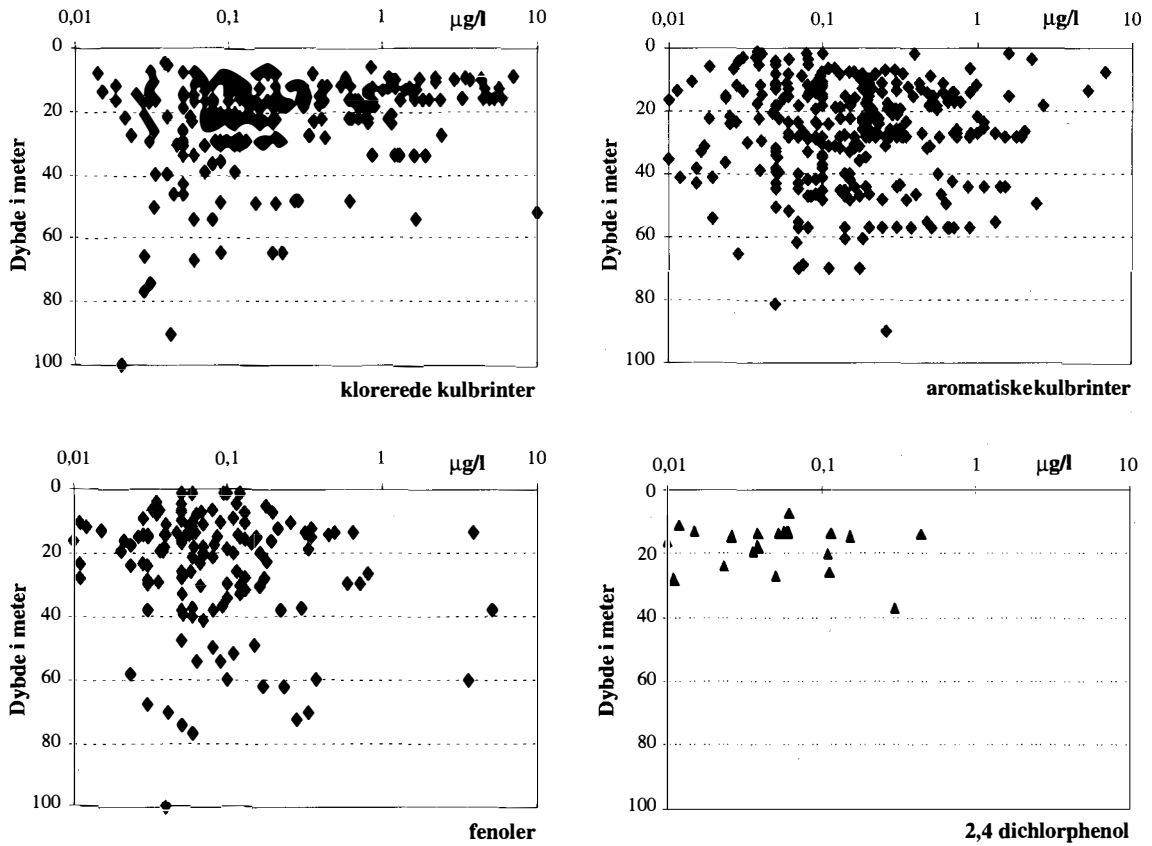
Stofgruppen **fenoler** er analyseret i 3.444 vandprøver udtaget fra 988 overvågningsfiltre. Der blev fundet fenoler i 118 filtre svarende til ca. 12 %. Phenol er fundet i 8,7 % af de analyserede filtre, mens 4-methylphenol er fundet i 2,1 %. De øvrige fenoler er kun fundet i få af de undersøgte filtre (tabel 4.2 og 4.3). Mediankoncentrationen for phenol og 4-methylphenol er henholdsvis 0,06 µg/l og 0,09 µg/l.

Grundvandsovervågning	Filtre med fund	Medianværdi	Max. konc.
Organiske mikroforureninger	antal	µg/l	µg/l
Klorerede kulbrinter			
Triklormethan	62	0,12	11
Tetraklormethan	18	0,09	2,19
Trikllorethen	38	0,08	5,7
Tetraklorethen	16	0,05	1,6
1,1,1-triklorethan	42	0,03	0,3
Aromatiske kulbrinter			
Benzen	113	0,09	25,1
Toluen	126	0,1	6,6
P-xylen	18	0,03	0,19
M-xylen	15	0,04	0,5
O-xylen	36	0,07	0,8
M+P-xylen	61	0,07	1,0
Naphtalen	28	0,01	0,25
Fenoler			
Phenol	86	0,06	5,1
4-methylphenol	20	0,09	4,5
2,6-dimethylphenol	4	0,04	0,13
2,4-dimethylphenol	8	0,08	0,72
2,4-dichlorphenol	17	0,05	0,45
Pentachlorphenol	7	0,06	0,35
Samleparametre			
VOX	148	1,14	43,8
Detergenter			
Anioniske detergenter	860	6,0	120

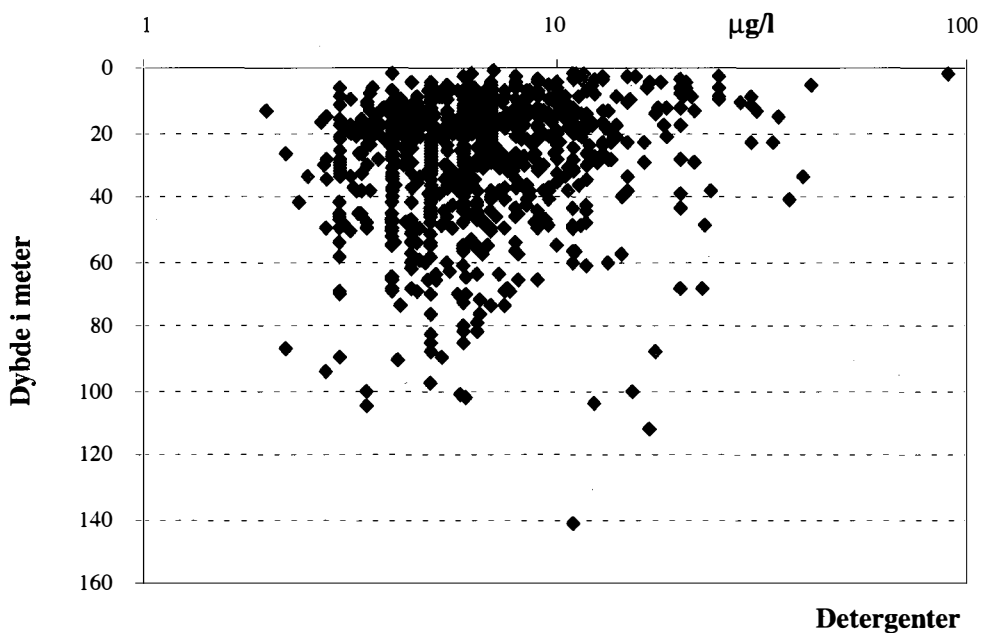
Tabel 4.3 Median- og maksimumkoncentrationer i filtre i grundvandsovervågningen 1990-1997. Medianværdier er beregnet på grundlag af medianværdier på filterniveau.

En af kilderne til forekomsten af methylphenolerne og phenol kan være nedbrydning af naturligt organisk stof. I følge Miljøstyrelsen (1995b) er indholdet af phenol i kvæg- og svinegødning henholdsvis 31 og 26 mg pr. kg vådvægt. Kilderne til de klorerede fenoler kan være pesticider, i hvilke der indgår en benzenring, f.eks. phenoxysyrerne. Pentachlorphenol er fundet i 7 filtre ud af 979 undersøgte, svarende til 0,7 %. Pentachlorphenol har i perioden 1956 til 1979 været anvendt til træimprægning i mængder på op til 4.300 kg/år.

Forekomsten af de tre stofgrupper, klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler samt 2,4-dichlorphenol i grundvandsmagasinerne er vist i figur 4.1. 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. 2,4-dichlorphenol er næsten udelukkende fundet i grundvand i intervallet 0-30 meters dybde (figur 4.1) mens phenol også forekommer i de dybere dele af grundvandet. De aromatiske kulbrinter er fundet i relativt store koncentrationer, også i de dybere dele af magasinerne.



Figur 4.1 Organiske mikroforureninger i grundvandsovervågningen 1989-1997. Alle analyser med fund er medtaget. Hvis der er fundet mere end ét stof i vandprøven er den største koncentration anvendt.



Figur 4.2 Fund af anioniske detergenter i forhold til dybde til top af filter i grundvandsovervågningen 1989-97. Grænseværdien for drikkevand er $100 \mu\text{g/l}$

Anioniske detergenter forekommer i over 80 % af overvågningsfiltrene og er genfundet i mere end halvdelen af de analyserede filtre. Detergenterne kan forekomme naturligt, men stammer antagelig især fra vaske- og rengøringsmidler samt muligvis fra overfladeaktive stoffer, som tilsættes ved opblanding af pesticider før udsprøjtning. Der kan ikke i dag gives en nærmere forklaring på den store udbredelse, hvor detergenter også findes i dybtliggende grundvand (figur 4.2), men der er behov for en nøjere undersøgelse af kilderne til detergenterne.

Vandværkernes boringskontrol

Der er udtaget 5.630 vandprøver fra 2.460 borer til analyse for organiske mikroforureninger ved vandværkernes boringskontrol, og der er fundet organiske mikroforureninger i 512 borer, svarende til 20 %. Ca. en tredjedel af borerne er analyseret mere end én gang, og enkelte borer er analyseret mere end 50 gange.

Antallet af analyserede vandprøver er steget en del i perioden 1989 til 1994, hvorefter antallet har været omkring 1.000 – 1.300 analyser pr. år. (tabel 4.4).

Prøvetagningsår	Antal analyser
1989	6
1990	81
1991	143
1992	210
1993	381
1994	1.385
1995	1.179
1996	973
1997	1.270
Analyser i alt	5.630

Tabel 4.4 Analyse for organiske mikroforureninger pr. år i vandværkernes boringskontrol 1989 - 1997. Data indberettet til GEUS database pr. 1. september 1998.

De **klorerede kulbrinter** er analyseret i 2.889 vandprøver udtaget fra 1.356 borer, hvoraf de 458 borer er undersøgt mindst to gange. Enkelte borer er undersøgt mere end 40 gange. Stofgruppen er fundet i 18 % af de undersøgte vandværksboringer (tabel 4.5). Trikllorethen er fundet i 10,6 % af borerne, mens triklormethan, tetraklorethen og 1,1,1-triklorethan er fundet i 5,9 - 7,6 % af de analyserede borer. Trikllorethen er fundet med de største koncentrationer, med en mediankoncentration på 0,3 µg/l. De fire andre klorerede kulbrinters mediankoncentration er 0,06-0,14 µg/l (tabel 4.6).

Der foreligger i år 82 analyser for vinylchlorid, udtaget fra 66 borer. Der blev fundet vinylchlorid i 8 borer svarende til 12 %. Da vinylchlorid er slutproduktet ved deklorering / nedbrydning af de øvrige klorerede kulbrinter, og da omsætningshastigheden af vinylchlorid i grundvandsmagasinerne formodentligt er mindre end for de øvrige klorerede kulbrinter, må det antages, at der på længere sigt vil ske en opkoncentrering af vinylchlorid i de grundvandsmagasiner, der i dag er forurenede med klorerede kulbrinter.

Boringskontrol Organiske mikroforureninger	Analyser	Analyserede boringer	Boringer med fund	
	antal	antal	antal	%
Klorerede kulbrinter	2.889	1.356	248	18,3
Trichlormethan	2.526	1.274	90	7,1
Tetrachlormethan	2.526	1.286	29	2,3
Trichlorethen	2.780	1.338	142	10,6
Tetrachlorethen	2.690	1.328	101	7,6
1,1,1-trichlorethan	2.570	1.284	76	5,9
Vinylchlorid	82	66	8	12,1
Aromatiske kulbrinter	2.496	1.312	248	18,9
Benzen	2.291	1.217	76	6,2
Toluen	2.272	1.216	113	9,3
Xylen	253	176	19	10,8
P-xylen	342	233	3	1,3
M-xylen	327	227	1	0,4
O-xylen	1.814	1.048	35	3,3
M+P-xylen	1.484	919	61	6,6
Naphtalen	2.051	1.136	27	2,4
Olie	387	281	86	30,6
Fenoler	2.903	1.704	85	5,0
Phenol	1.957	1.053	69	6,6
4-methylphenol	1.666	965	11	1,1
2,6-dimethylphenol	5.630	981	5	0,5
2,4-dimethylphenol	1.731	994	9	0,9
2,4-dichlorphenol	2.531	1.593	8	0,5
Pentachlorphenol	2.263	1.464	7	0,5
Samleparametre				
VOX	578	167	25	15,0

Tabel 4.5 Analyser og fund af organiske mikroforureninger i vandværkernes boringskontrol 1989 - 1997. I de indberettede analysedata indgår også analysedata fra vandværkernes overvågningsboringer.

De **aromatiske kulbrinter** er analyseret i 2.496 vandprøver udtaget fra 1.312 boringer, hvoraf 442 er undersøgt mindst to gange. Én eller flere aromatiske kulbrinter er fundet i 248 boringer svarende til 19 % af de undersøgte boringer. 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 6,6 % af de undersøgte boringer, men de øvrige xylener er fundet i 1-4 % af de undersøgte boringer. Benzen forekommer i ca. 6 % af boringerne og toluen er fundet i ca. 9 % af de undersøgte boringer. I vandværkernes boringer er toluens median-koncentration 0,1 µg/l (tabel 4.6), mens mediankoncentrationen for benzen er 0,08 µg/l.

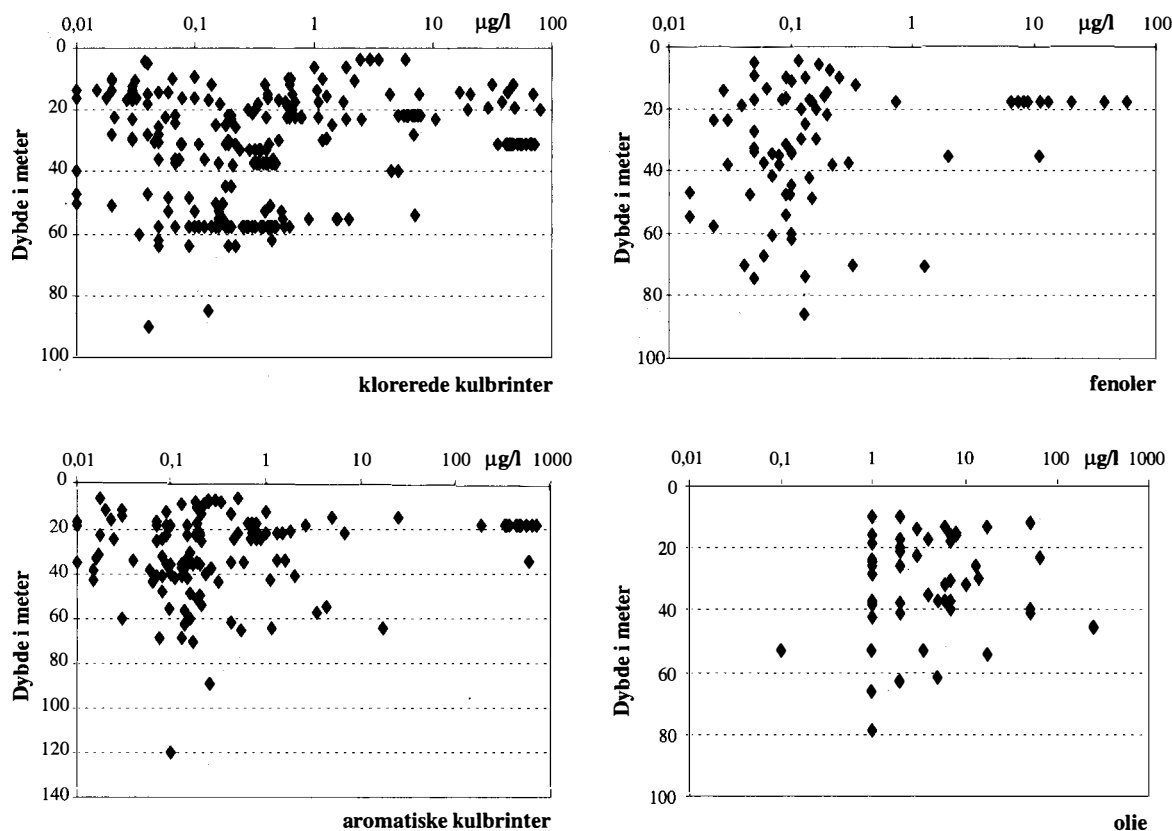
Der er indberettet fund af olie i 86 boringer ud af 281 undersøgte svarende til 30 %. Det er særligt Vestsjælland, Storstrøms og Fyns amter, der har indsendt disse analyser fra vandværkernes boringskontrol. En del af påvisningerne stammer muligvis fra afsmitning fra taphaner, fra vandværkernes indvindingsboringer, eller fra forurening under prøvetagningen.

Boringskontrol	Boringer med fund	Medianværdi	Max. konc.
Organiske mikroforureninger	antal	µg/l	µg/l
Klorerede kulbrinter			
Trichlormethan	90	0,14	63
Tetrachlormethan	29	0,07	17,9
Trichlorethen	142	0,30	7.800
Tetrachlorethen	101	0,13	150
1,1,1-trichlorethan	76	0,06	810
Vinylchlorid	8	0,40	3
Aromatiske kulbrinter			
Benzen	76	0,08	1.200
Toluen	113	0,10	42
Xylen	19	0,10	2,6
P-xylen	3	0,02	0,02
M-xylen	1	0,09	0,09
O-xylen	35	0,06	4,3
M+P-xylen	61	0,08	47,3
Naphtalen	27	0,11	1,03
Olie	86	5,00	27.000
Fenoler			
Phenol	69	0,10	70
4-methylphenol	11	0,05	1,2
2,6-dimethylphenol	5	0,23	58
2,4-dimethylphenol	9	0,15	2,6
2,4-dichlorphenol	8	0,21	1,2
Pentachlorphenol	7	0,07	0,35
Samleparametre			
VOX	25	1,30	3,8

Tabel 4.6 Median- og maksimumkoncentrationer for organiske mikroforureninger i vandværkernes boringskontrol. Medianværdier er beregnet på grundlag af medianværdier på filterniveau.

Fenoler er analyseret i 2.903 vandprøver udtaget fra 1.704 boringer, hvor 496 boringer er undersøgt mindst to gange. Stofgruppen er fundet i 85 boringer svarende til 5 %. Det er særlig phenol, der dominerer gruppen med fund i 6,6 % af boringerne, mens de øvrige stoffer er fundet i 1,1 % af boringerne. Mediankoncentrationen for phenol er 0,1 µg/l.

Den dybdemæssige forekomst af de tre stofgrupper, klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler, samt olie fremgår af figur 4.3. De klorerede kulbrinter findes hyppigst i intervallet 0-60 meters dybde, og med de største koncentration i intervallet 0-40 meters dybde. Fenolerne og de aromatiske kulbrinter forekommer tilsyneladende i samme dybder, men især fenolerne i mindre koncentrationer. Olie findes tilsyneladende fordelt i grundvandsmagasinerne på samme måde som de aromatiske kulbrinter, og ikke i den øvre del af grundvandsmagasinerne, som det normalt burde forventes. Desuden stammer olieanalyseresultaterne i hovedsagen fra boringer, som er prøvetaget en eller få gange. Dette kunne tyde på, at fund af olie som mikroforurening kan stamme fra afsmitning i boringerne eller fra taphaner.

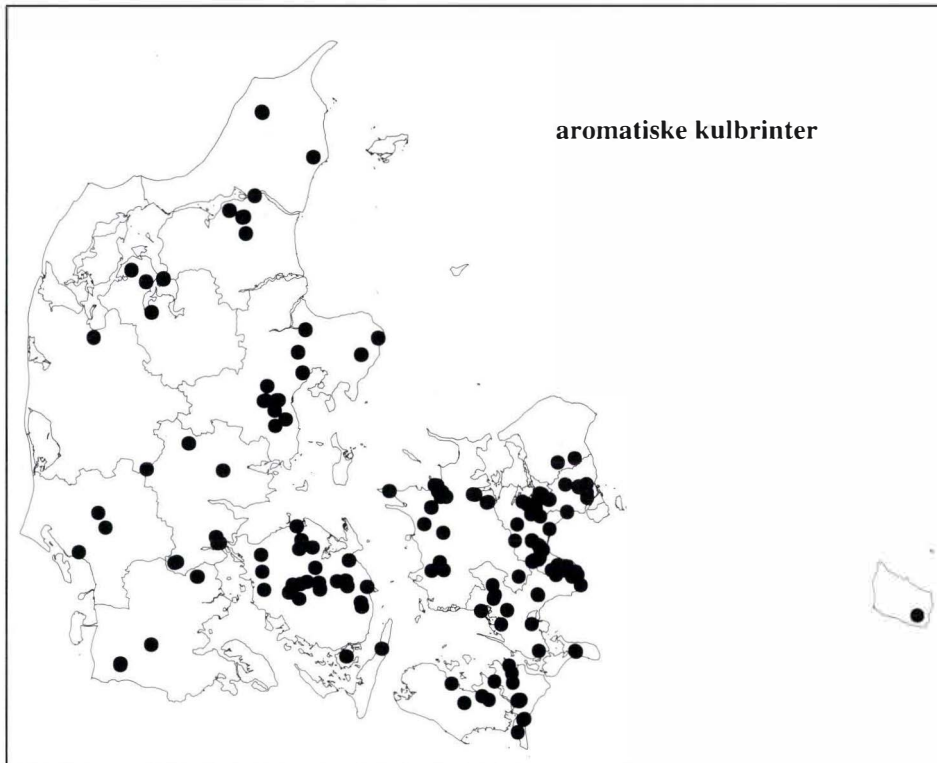


Figur 4.3 Organiske mikroforureninger i vandværkernes boringskontrol 1989 - 1997. Alle analyser med fund og med dybdeangivelse er medtaget. Analyser for olie er medtaget. Hvor der er fundet mere end ét stof i en vandprøve er den største koncentration anvendt.

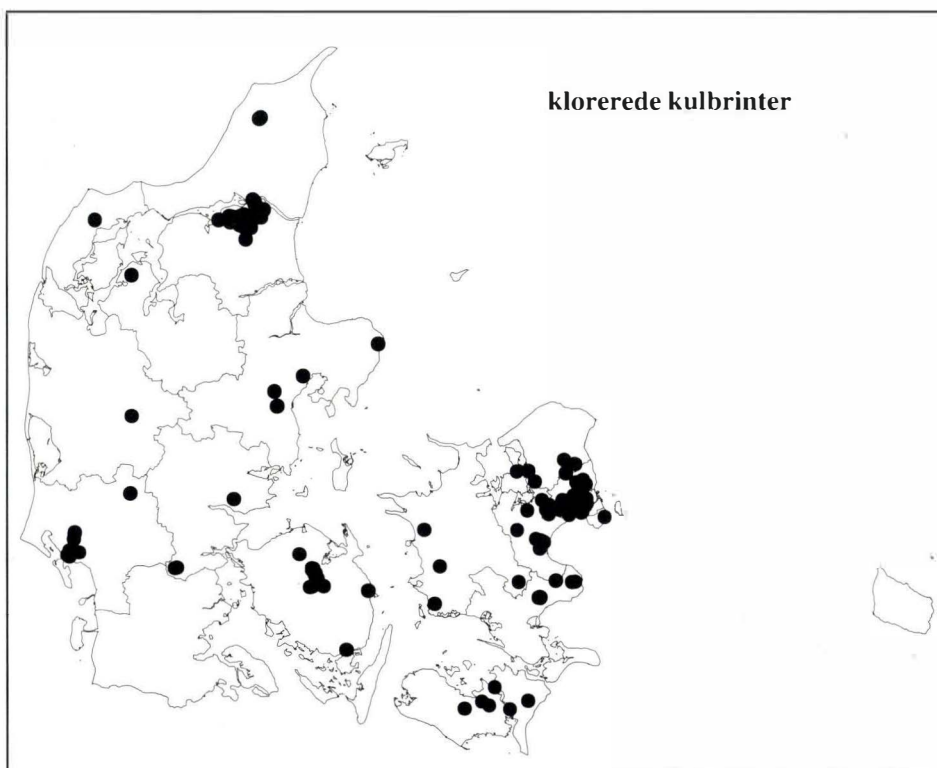
Forekomsten af de organiske mikroforureninger på landsplan er vist på figur 4.4 – 4.6, hvor det særligt ses, at de klorerede kulbrinter er fundet i grundvandsmagasiner, som ligger under eller i nærheden af større byer. Tilsvarende ses en tendens mod, at de aromatiske kulbrinter særligt findes i nærheden af større byer. Fund af fenoler i grundvand er mere spredt, og mønstret ligner i en vis grad udbredelsen af pesticider i boringskontrollen, hvilket måske skyldes at nogle pesticider kan nedbrydes til forskellige fenol forbindelser.

Sammendrag om organiske mikroforureninger

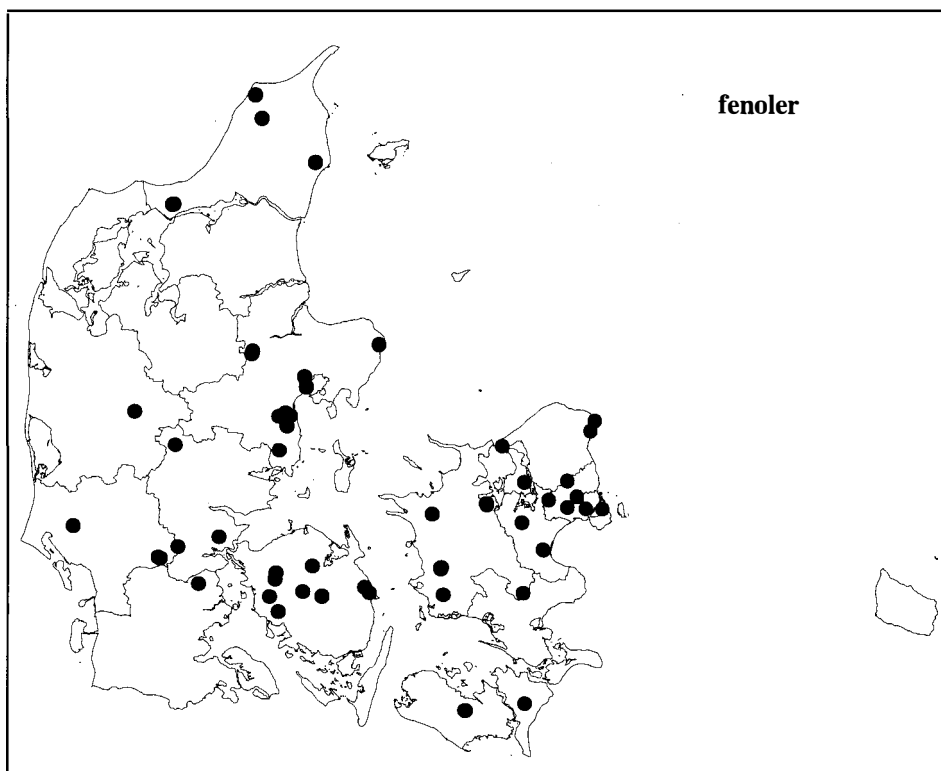
I grundvandsovervågningen er der i perioden 1989 – 1997 analyseret vandprøver for organiske mikroforureninger i 1.021 overvågningsfiltre. De tre stofgrupper, klorerede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler er påvist i henholdsvis 13, 21 og 12 % af overvågningsfiltrene. De tre grupper forekommer ikke ens i grundvandsmagasinerne. De klorerede kulbrinter er påvist med de største koncentrationer i de øvre dele af magasinerne, mens de to andre grupper kun er påvist i mindre koncentrationer, men 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 påvist i henholdsvis 18, 19 og 5 % af 2.460 undersøgte borer. De tre grupper forekommer tilsyneladende på samme måde som i overvågningsboringerne, dog findes de klorerede kulbrinter også i nitratholdigt grundvand i indvindingsboringerne.



Figur 4.4 Fund af aromatiske kulbrinter i vandværkernes boringskontrol i perioden 1989-1997. Kun boringer med koordinater er medtaget.



Figur 4.5 Fund af klorerede kulbrinter i vandværkernes boringskontrol i perioden 1989-1997. Kun boringer med koordinater er medtaget.



Figur 4.6 Fund af fenoler i vandværkernes boringskontrol i perioden 1989-1997. Kun boringer med koordinater er medtaget.

Pesticider og nedbrydningsprodukter

Data og databearbejdning

Dette afsnit er udarbejdet på grundlag af analysedata fra grundvandsovervågningen (GRUMO og LOOP) og vandværkernes boringskontrol, der er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS. Tidligere års oplysninger fra amternes grundvandsovervågningsrapporter, som ikke er indberettet til GEUS's grundvandsdatabase, er ikke medtaget. Det betyder at der i år er udeladt ca. 10 filtre med oplysninger om pesticidanalyser, som fremgår af amternes rapporter, men ikke er dokumenteret med indberettede data.

Pesticider i grundvandsovervågningen

Der er i 1996 og 1997 analyseret for flere pesticider og nedbrydningsprodukter end tidligere, hvor næsten alle amter udelukkende analyserede for de 8 "GRUMO-pesticider". I alt er der for perioden 1989 – 1997 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i 209 ud af 1.014 undersøgte filtre, svarende til 20,6%. I 76 filtre, svarende til 7,5 %, var grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet.

I perioden 1989 - 1997 er der gennemført analyser for de 8 "GRUMO-pesticider" (atrazin, 2,4-D, dichlorprop, dinoseb, DNOC, MCPA, mechlorprop og simazin) i 4.230 vandprøver, udtaget fra 1.014 filtre. Ud af de 1.014 filtre er 859 blevet undersøgt flere gange. De 8 "GRUMO-pesticider" er fundet i 310 vandprøver udtaget fra 121 filtre, svarende til ca. 12 % af de undersøgte filtre. Grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l er overskredet i 35 filtre svarende til 3,5 % af de undersøgte filtre (tabel 5.1). I 1,6 % af de undersøgte filtre er grænseværdien overskredet i flere analyser.

I 1.048 vandprøver fra 594 filtre er der analyseret for ét eller flere andre stoffer end de 8 "GRUMO-pesticider" og i 296 filtre er udført analyser mere end én gang. Der er fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i 261 analyser udtaget fra 126 filtre, svarende til ca. 21 % af de undersøgte filtre. I halvdelen af disse filtre er der genfundet pesticider ved fornyet analyse. Grænseværdien på 0,1 µg/l er overskredet i 89 filtre svarende til ca. 15 % af de undersøgte filtre og i ca. 8 % er der genfundet pesticider over grænseværdien.

I grundvandsovervågningsområderne er der med indberetningen for 1997 fundet 21 pesticider og nedbrydningsprodukter, som med sikkerhed stammer fra pesticider. Desuden er der fundet en række methyl- og chlorphenoler, som kan stamme fra nedbrydning af phenoxysyrene dichlorprop, mechlorprop, MCPA og 2,4-D, og andre pesticider, hvor der indgår en phenolring.

Opgøres fund af de 8 "GRUMO-pesticider" i de 594 filtre, hvor der også er analyseret for andre pesticider end de 8 "GRUMO-pesticider" findes, at "GRUMO-pesticider" forekommer i ca. 6,5 % af de analyserede filtre. Denne forekomst er mindre end de 12 % i den samlede grundvandsovervågning. Der er derfor grund til at antage, at udvidelsen af antallet af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen til ca. 50 fra 1998, vil vise forekomst af pesticider i grundvandet af mindst samme størrelsesorden, som i de filtre, der med udgangen af 1997 var undersøgt for flere end de 8 "GRUMO-pesticider".

Grundvands- overvågning Pesticidanalyser	Analyser	Filtre m. anal.	Filtre med fund		Filtre med fund >0,1 µg/l		Median- værdi	Max. Konc.
	antal	antal	antal	%	antal	%	µg/l	µg/l
Atrazin*	4.165	1.014	43	4,2	14	1,4	0,0345	19,9
Desethylatrazin	890	544	36	6,6	6	1,1	0,0168	0,38
Desisopropylatrazin	886	544	27	5,0	6	1,1	0,026	0,84
Hydroxyatrazin	238	215	6	2,8	2	0,9	0,079	0,78
Bentazon	893	549	20	3,6	4	0,7	0,028	1,25
Chloridazon	230	171	1	0,6			0,042	0,042
2,4-D*	3.005	928	13	1,4	2	0,2	0,028	0,23
Dichlobenil	539	402	4	1,0			0,0185	0,048
2,6-dichlorbenzamid	1.030	586	84	14,3	37	6,3	0,057	19
Dichlorprop*	4.182	1.014	34	3,4	12	1,2	0,03	370
Dinoseb*	4.170	1.014	7	0,7	1	0,1	0,038	0,35
DNOC*	4.180	1.013	5	0,5	2	0,2	0,06	0,294
Hexazinon	851	534	3	0,6	1	0,2	0,024	1,8
Isoproturon	862	542	1	0,2			0,01	0,01
MCPA*	4.170	1.014	24	2,4	5	0,5	0,0375	1,6
Mechlorprop*	4.175	1.014	25	2,5	4	0,4	0,022	1,68
Metamitron	513	399	1	0,3			0,037	0,037
Metribuzin	232	171	3	1,8			0,038	0,056
Simazin*	4.156	1.014	15	1,5	5	0,5	0,0425	0,6
Terbuthylazin	813	536	3	0,6			0,01	0,022
Hydroxyterbuthylazin	43	43	1	2,3			0,011	0,011

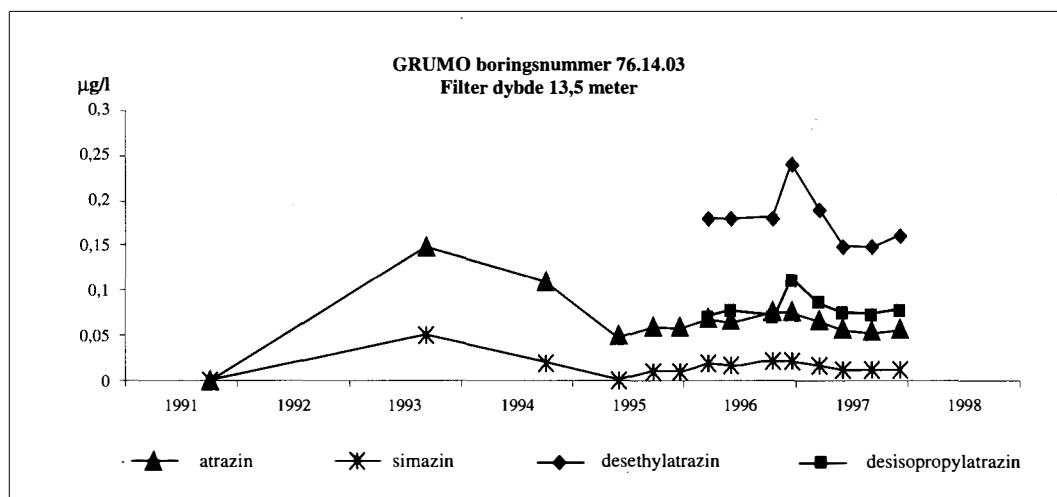
Tabel 5.1 Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen 1990 - 1997. Medianværdien for koncentration er beregnet på grundlag af medianværdier af fund i de enkelte filtre. De pesticider der er markeret med * er de såkaldte "GRUMO-pesticider", der udgjorde pesticidanalyseprogrammet i grundvandsovervågningen frem til og med 1997.

Af de 8 "GRUMO-pesticider" er atrazin, dichlorprop og mechlorprop fundet hyppigst, mens atrazin og dichlorprop hyppigst er fundet over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l (tabel 5.1).

Det hyppigst analyserede stof ud over de 8 "GRUMO-pesticider" er **BAM**, 2,6-dichlorbenzamid, et nedbrydningsprodukt fra dichlobenil. Dichlobenil har især været anvendt som granulat på befæstede arealer, d.v.s. arealer som ønskes friholdt for vegetation, f.eks. veje, fortove, jernbaner, indkørsler og gårdspladser. Stoffet blev i 1997 fjernet fra det danske marked. BAM er fundet i ca. 14 % af de analyserede filtre, og i ca. 6 % af analyserne var grænseværdien for drikkevand overskredet. Den store forekomst af BAM i overvågningsboringerne er overraskende, da de fleste overvågningsområder ligger i landbrugsområder. En mulig kilde kan være anvendelsen af moderstoffet dichlobenil på vejanlæg, andre befæstede arealer i det åbne land, under buske og i områderne tæt ved boringerne.

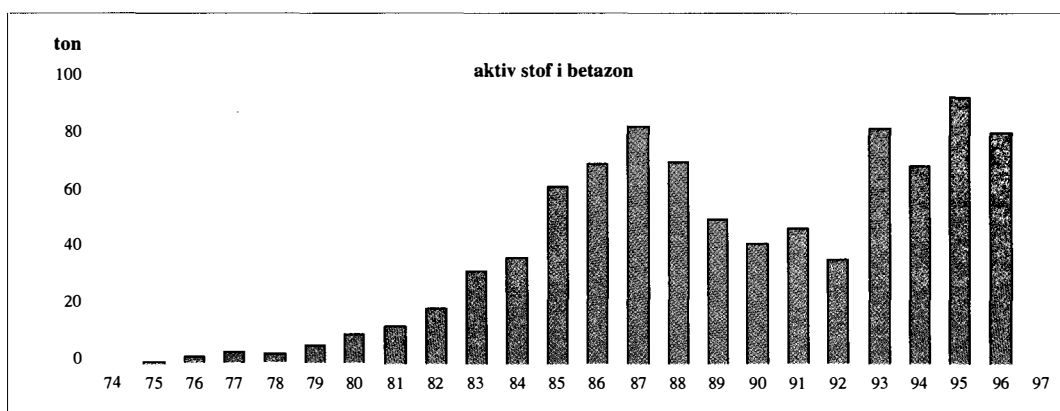
Tre nedbrydningsprodukter fra triaziner, desethylatrazin, desisopropylatrazin og hydroxyatrazin, er fundet i henholdsvis ca. 7 %, 5 % og 3 % af de undersøgte boringer (tabel 5.1). Grænseværdien for drikkevand var overskredet i ca. 1 % af de undersøgte boringer.

Triazinerne omfatter blandt andet følgende stoffer: atrazin, simazin, hexazinon, cyanazin og terbuthylazin. Datamaterialet for nedbrydningsproduktet hydroxyatrazin er begrænset, og det kan ikke udelukkes, at stoffet vil blive fundet mindre hyppigt i fremtiden. 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. Figur 5.1 viser forekomst af desethylatrazin og desisopropylatrazin i et filter 13.5 meters dybde fra Viborg Amt (1998), hvor der også er påvist atrazin og simazin. I filteret forekommer triazin-nedbrydningsprodukterne i større koncentrationer end moderstofferne.



Figur 5.1 Fund af atrazin, simazin, desethylatrazin og desisopropylatrazin i et overvågningsfilter fra Viborg Amt (boring 76.14.03) (Viborg Amt 1998). Når der ses bort fra en enkelt analyse følger triazin-nedbrydningsprodukterne koncentrationskurven for atrazin. Desethylatrazin forekommer i dobbelt så høje koncentrationer som atrazin.

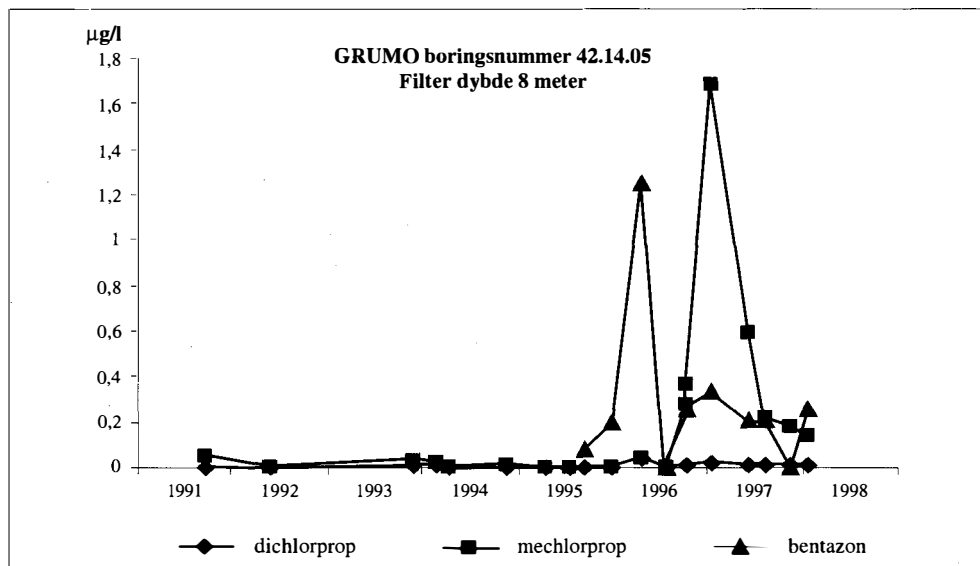
Bentazon er fundet i 3,6 % af de undersøgte filtre. I 1995 revurderede Miljøstyrelsen bentazon og resultaterne af denne revurdering er, at stoffet fra og med sprøjtningssæsonen 1996 kun må anvendes i reduceret dosis, og kun i vækstsæsonen (indtil 1. september). Bentazon er et middel til bekæmpelse af ukrudt i korn, ærter, majs og andre afgrøder. Bentazon må ikke anvendes i vinterhalvåret og stoffet må ikke udbringes nærmere end 10 meter fra søer og vandløb.



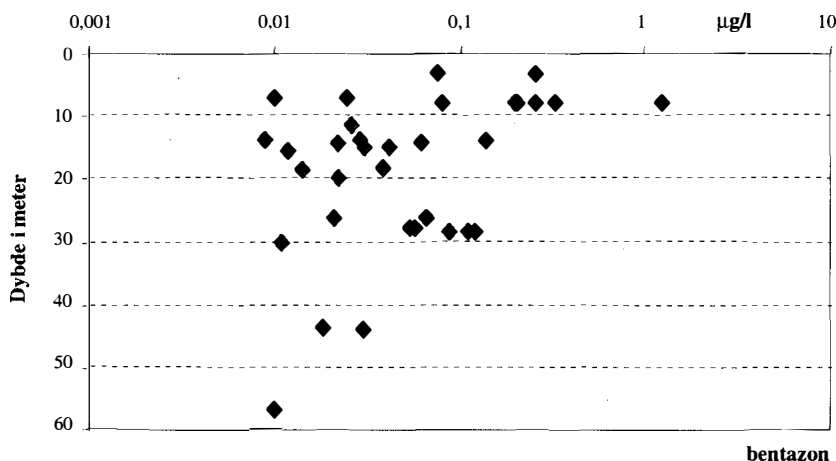
Figur 5.2 Salg af bentazon i ton aktiv stof i Danmark 1974 – 1997 (Miljøstyrelsen).

Anvendelsen af bentazon startede i 1974. Forbruget steg frem til 1987, hvor der blev anvendt 83 ton aktivt stof. Forbruget faldt derefter frem til 1992, hvorefter der skete en vækst i forbruget i 1993, antageligt fordi de "gule midler" (dinoseb og DNOC) blev forbudt. I perioden i 1995-97 blev der solgt mellem 80-93 ton aktivt stof pr. år i Danmark, figur 5.2.

Forekomsten af pesticiderne dichlorprop, mechlorprop og bentazon i et filter i Fyns Amt (1998) er vist i figur 5.3. Boringens filtertop er placeret i 8 meters dybde. I dette filter er der fundet mechlorprop og dichlorprop i perioden 1990-1997, hvor mechlorprop ses som en puls med maksimum i efteråret 1996, mens dichlorprop er fundet i små koncentrationer. Bentazon er også fundet i dette filter i varierende koncentrationer, hvor maksimum nås i efteråret 1995. På grund af stoffernes forekomstmønster, med relativt små og varierende koncentrationer tolkes kilden til pesticidfundet i dette filter at være en fladebelastning. Figur 5.4 viser forekomsten af bentazon mod dybde i grundvandsovervågningen.



Figur 5.3 Forekomst af pesticiderne dichlorprop, mechlorprop og bentazon i et filter i Fyns Amt (Fyns Amt 1998).

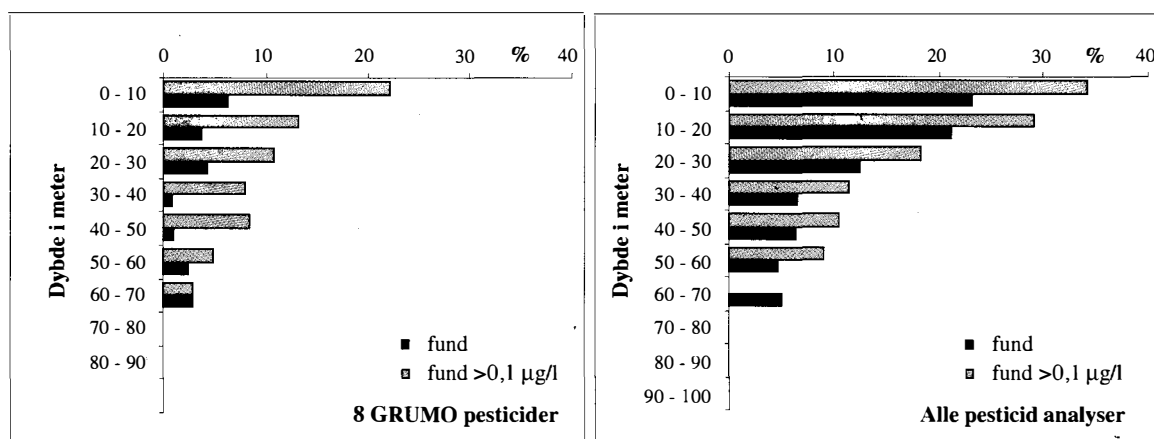


Figur 5.4 Fund af bentazon i forhold til dybde til top af filter. Alle analyser med fund (38).

Terbuthylazin, som ofte anvendes på samme arealer som atrazin, og nedbrydningsproduktet hydroxyterbuthylazin, er fundet i overvågningsboringer, men i koncentrationer under grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l. Nogle af de fundne atrazinnedbrydningsprodukter kan dog også stamme fra terbuthylazin.

Triazinet **hexazinon** er kun fundet i enkelte filtre. Stoffet har tidligere særligt været anvendt i skovbruget og i et vist omfang på befæstede arealer.

Der er indberettet 40 analyseresultater for **glyphosat** og glyphosats nedbrydningsprodukt AMPA fra Vejle amt. Alle analyseresultater lå under detektionsgrænsen.



Figur 5.5 Fund af pesticider og fund over grænseværdien for drikkevand i forskellige dybdeintervaller. Det yngste grundvand findes fortrinsvis i intervallet 0 - 10 meters dybde. Ved analyse for de 8 "GRUMO-pesticider" i dette dybdeinterval er der fundet pesticider i 22 % af de undersøgte filtre. Mængden af filtre med fund stiger i samme interval til 34 %, når alle pesticidanalyser indregnes. Der forekommer også enkelte fund i intervallet 70 - 80 meters dybde, men disse er udeladt, da der kun er undersøgt få filtre i dette interval.

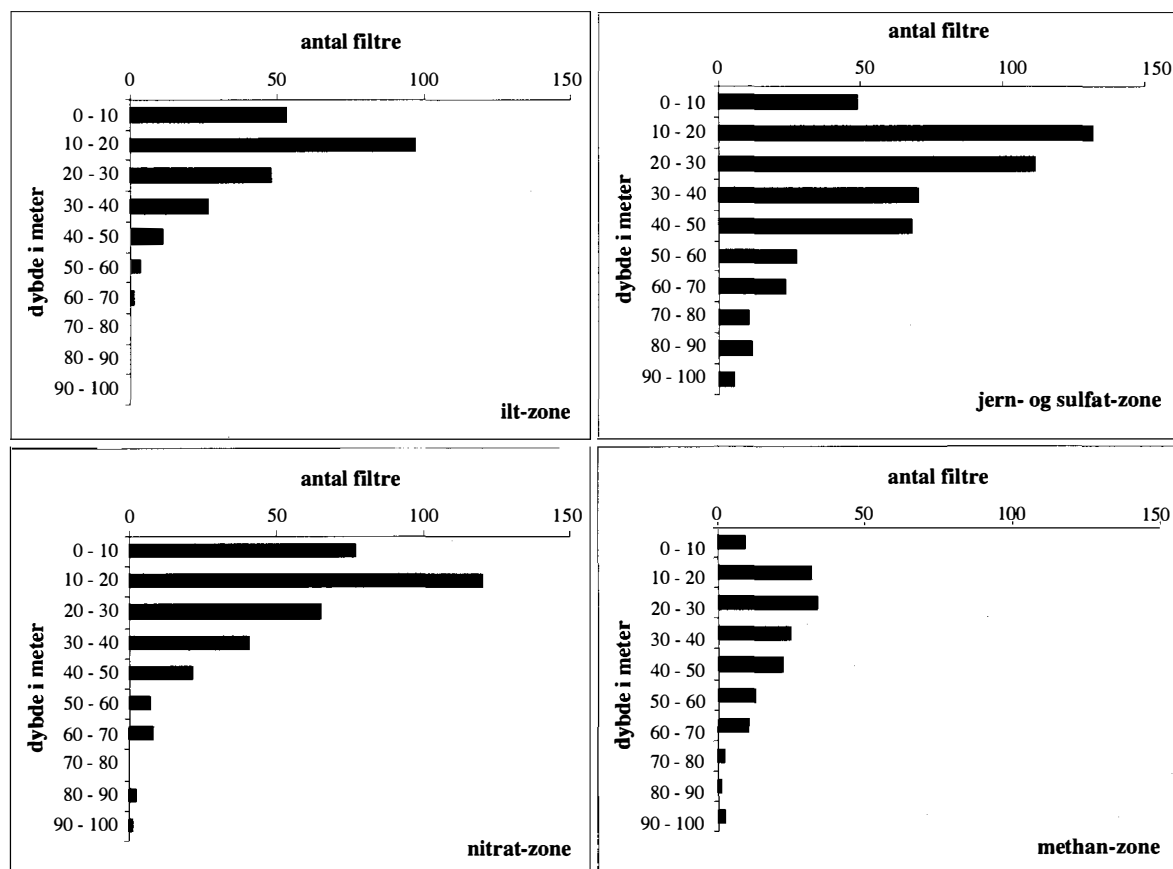
Den dybdemæssige fordeling af pesticidanalyseresultaterne (figur 5.5) viser, at de 8 "GRUMO-pesticider" forekommer i 22 % af filtrene i det højtliggende og yngste grundvand, og at hyppigheden aftager med dybden. Hvor der er analyseret for flere end 8 stoffer i overvågningsprogrammet, er der påvist pesticider i 34 % af filtrene i det terrænnære grundvand. Af samme figur fremgår, at grænseværdien på 0,1 µg/l overskrides i mere end 20 % af de filtre, der er analyseret for flere end de 8 "GRUMO-pesticider" i intervallet 0 - 20 meters dybde. Fund af pesticider i 40-50 % af vandprøver udtaget fra ungt højtliggende grundvand er ikke ualmindeligt i udlandet.

Redoxforhold og pesticider

Ved klassifikation af grundvand i forskellige redoxzoner har GEUS (1996) tidligere anvendt kriterier, hvor der skelnes mellem forskelligt indhold af ilt, nitrat og ammonium (tabel 5.2). I den efterfølgende gennemgang er der dog anvendt en afskæring for ammonium på 0.071 mg/l, hvilket skyldes at mange detektionsgrænser ligger på det niveau.

Redoxzone	O ₂ i mg/l	NO ₃ i mg/l	CH ₄ i mg/l
Ilt-zonen	> 3	> 1	< 0,05
Nitrat-zonen	< 3	> 1	< 0,05
Jern- og sulfat-zonen	< 3	< 1	< 0,05
Methan-zonen	< 3	< 1	> 0,05

Tabel 5.2 Klassifikation af grundvand efter koncentration af redoxaktive komponenter. (GEUS 1996).

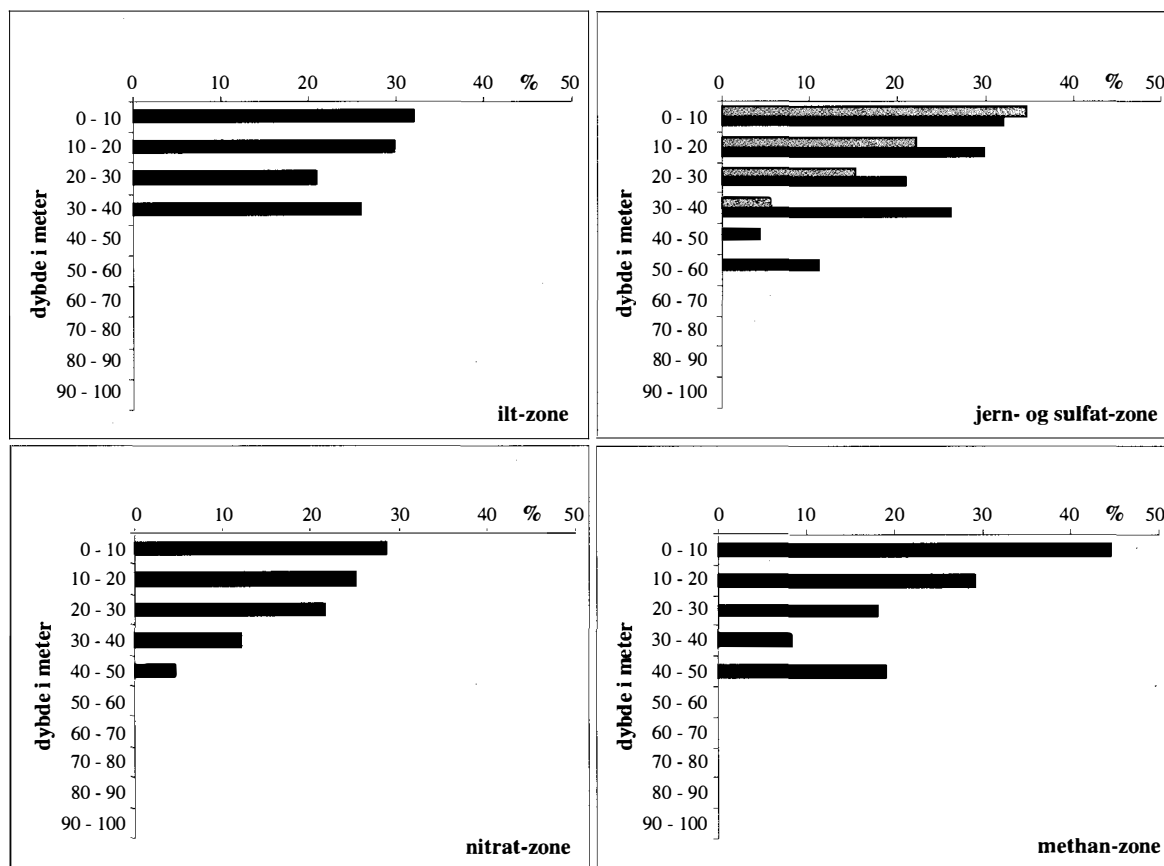


Figur 5.6 Filtre analyseret for pesticider fordelt på de 4 forskellige redoxzoner og i forhold til dybde til top af filter.

De filtre der er analyseret for pesticider i grundvandsovervågningen er i figur 5.6 fordelt mellem de 4 redoxzoner. Det ses, ikke overraskende, at filtre i ilt-zonen og nitrat-zonen forekommer hyppigst i intervallet 0 til 30 meters dybde, mens filtre i jern- og sulfat-zonen forekommer hyppigst i intervallet 10 til 50 meters dybde. Antallet af pesticidanalyserede filtre, der lever op til kriterierne for methan-zonen er mindre, men fordelingen følger tilsyneladende jern- og sulfat-zonen. At antallet af filtre falder med dybden skyldes formodentlig ikke at de reducerende miljøer ikke findes i de dybere niveauer, men at der ikke er sat så mange filtre i disse dybder.

I figur 5.7 ses den relative fordeling af filtre med fund af pesticider i de 4 redoxzoner. Der er ingen entydig forskel på nitrat-zonen, jern- og sulfat-zonen og methan-zonen, når alle

pesticider betragtes under et, og det ses, at i alle 4 redoxzoner findes den største forekomst af pesticider i de øverste intervaller. De enkelte stoffers forekomstmønster i de 4 redoxzoner sløres ved den anvendte fremgangsmåde.

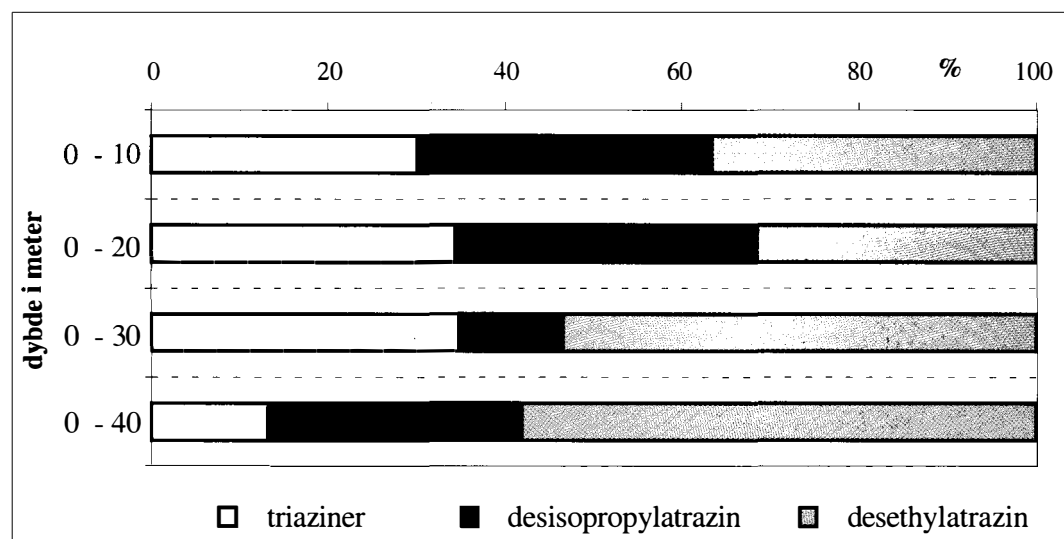


Figur 5.7 Fordeling af filtre med pesticidfund i forhold til det samlede antal analyser i de forskellige dybdeintervaller i de 4 redoxzoner.

I ilt-zonen forekommer pesticiderne ens fordelt mod dybden i 20-30 % af de undersøgte filtre. Denne fordeling skyldes formodentligt at iltrigt grundvand domineres af triaziner, triazinnedbrydningsprodukter og BAM, der forekommer i ca. 80 % af de filtre, hvor der er fundet pesticider. Phenoxy-syrerne forekommer i 9 filtre svarende til ca. 14 % af de undersøgte filtre, mens bentazon er fundet i 6 filtre. Hvor bentazon forekommer i ilt-zonen er nitrat- og iltindholdet meget stort og de maksimale nitratkoncentrationer varierer mellem 50 og 340 mg/l. Bentazon forekommer både i anaerobe og aerobe grundvandsmiljøer.

Det er overraskende, at der ikke er nogen signifikante forskelle på de øvrige 3 redoxmiljøer. Dette kan måske tolkes som en tendens mod, at de nedvaskede pesticider omsættes under en nedadrettet transport i grundvandet. Tendensen til en mindre forekomst mod dybden skyldes dog nok især, at grundvandet i større dybder er af ældre dato, og dannet i en periode uden eller med et begrænset pesticidforbrug. Et svagt fald i forekomsten af pesticider fra intervallet 0-10 meters dybde til intervallet 10-20 meters dybde kan måske tilskrives bakteriel omsætning. Det vil først kunne verificeres når der om et par år foreligger CFC-dateringer af grundvandet. En vurdering af to triazinnedbrydningsprodukters forekomst mod dybden viser, at desethyl- og desisopropylatrazin forekommer lige hyppigt i det højtliggende grundvand, mens desethyl-

atrazin forekommer væsentligt hyppigere i det dybereliggende grundvand (figur 5.8). Dette kunne enten tyde på at desisopropylatrazin omsættes i større grad end desethylatrazin, eller at anvendelsesmønstret af pesticider på markerne har ændret sig.



Figur 5.8 Relativ forekomst af atrazin, simazin og de to triazinnedbrydningsprodukter desisopropyl- og desethylatrazin i grundvandsovervågningen.

Fund af pesticider i grundvandet under forskellig arealanvendelse

Amterne har klassificeret arealanvendelsen i overvågningsoplandene. I forbindelse med klassifikationen har amterne valgt mellem 4 hovedtyper som er underinddelt i 12 forskellige arealtyper. Der indgår oftest flere typer i de samme oplande. Indenfor de enkelte typer kan der forekommer andre arealanvendelse som fx gartnerier, frugtavl og juletræskulturer.

Arealanvendelse ved grundvandsdannelse	Filtre med pesticidanalyse		Filtre med pesticidfund		Filtre med BAM fund	
	antal	%	antal	%	antal	%
Bymæssig bebyggelse og industriområder	129	14	27	14	10	13
Landbrug	686	75	144	76	62	81
Skov	67	7	11	6	4	5
"Natur"-arealer	35	4	8	4	1	1
Filtre i alt med oplysning om arealanvendelse	917	100	190	100	77	100

Tabel 5.3 Fordeling af overvågningsfiltre analyseret for pesticider på 4 arealanvendelsestyper.

Filtre med fund af pesticider i grundvandsovervågningen fordeler sig på samme måde i forhold til arealanvendelsen som alle de pesticidanalyserede filtre (tabel 5.3). Da BAM er et nedbrydningsprodukt fra dichlobenil, som ifølge brugervejledningen særligt har været anvendt på befæstede arealer, som veje, fortove, jernbaner, indkørsler og gårdspladser, ville det være

forventeligt at BAM var overrepræsenteret i grundvand dannet i bymæssig bebyggelse og i industriområder. Der er imidlertid ingen større påviselige forskelle i BAM's fordelingsmønster, hvilket måske kan forklares ved dichlobenils anvendelse på vejanlæg og andre befæstede arealer i det åbne land, herunder måske også i områderne omkring indvindingsboringer (volumenmoniterende boringer).

Det er ikke muligt med sikkerhed at relatere fund af pesticider i de dybereliggende grundvandsmagasiner til bestemte marker eller andre arealer indenfor de enkelte oplandsgrænser. etc.

Pesticider i landovervågningen

Datagrundlaget for denne gennemgang bygger udelukkende på de pesticidanalyser af vandprøver som er indberettet til GEUS's database. Der foreligger dog ifølge amternes loop rapporter oplysninger om en lang række andre analyser som ikke er indberettet til GEUS.

I GEUS's grundvandsdatabaser foreligger der oplysninger om 503 analyser af pesticider fra grundvandsfiltre i LOOP. Disse 503 vandprøver er udtaget fra 105 grundvandsfiltre, der er placeret med top filter i intervallet 1,5-5 meters dybde, på nær tre filtre der har top af filter i henholdsvis 14,5, 10,5 og 7,0 meters dybde. Vandprøverne er udtaget i 5 LOOP (tabel 5.4).

Amt, lokalitet	LOOP nr.	Type	Antal analyser *)	Antal analyser**)	Antal boringer**)	Antal stoffer**)
Storstrøms Amt, Højvads Rende	1	Ler	103	256	8	20
Nordjyllands Amt, Odder Bæk	2	Sand	70	597	13	27
Vejle/Århus Amt, Horndrup Bæk	3	Ler	19	520	10	40
Fyns Amt, Lillebæk	4	Ler	78	195	3	39
Sønderjyllands Amt, Bolbro Bæk	6	Sand	233	147	21	7
I alt			503	1.715	55	133

*) Antal analyser iflg. GEUS's grundvandsdatabase.

***) Antal analyser, boringer og analyserede stoffer i landovervågningen (DMU 1998). Tallene bygger i al væsentlighed på amternes rapporter og omfatter kun analyser fra 1997.

Tabel 5.4 Pesticidanalyser i 5 LOOP områder fordelt på amtsniveau. Der er indberettet oplysninger fra 503 analyserede vandprøver til GEUS database. Den dominerende sedimenttype er nævnt som ler eller sand. Vandprøverne er udtaget i perioden 1990-1997.

Der er ud af 105 undersøgte filtre fundet pesticider i 39, svarende til, at der er fundet pesticider i ca. 37%. Grænseværdien er overskredet i 9 filtre svarende til ca. 8,5%. Ca. 33% af fundene er genfundet ved en senere analyse.

Sammenholdes LOOP fundene med de tilsvarende fund i grundvandsovervågningen, hvor der er fundet pesticider i ca. 35% i det øverste grundvand i intervallet 0 - 10 meters dybde, og grænseværdien var overskredet i mere end 20% af de undersøgte filtre, findes en relativ god

overensstemmelse, idet antallet af overskridelser af grænseværdien dog er langt større i grundvandsovervågningen. Det er svært, at sammenligne fundene direkte, fordi der i grundvandsovervågningen er fundet BAM i ca. 14 % af de analyserede filtre, og ofte i koncentrationer over grænseværdien.

Der er i LOOP fundet 17 pesticider og nedbrydningsprodukter, tabel 5.5. Når antallet af analyser tages i betragtning er det særligt phenoxysyrerne, triazinedbrydningsprodukter og bentazon der er fundet hyppigt. Det er dog kun få af de fundne pesticider der er fundet over grænseværdien.

Grundvands- overvågning, LOOP Pesticider	Analyse r	Filtre m. anal.	Filtre med fund		Filtre med fund >0,1 µg/l		Median værdi	Max. Konc.
	antal	antal	antal	%	antal	%	µg/l	µg/l
Atrazin*	471	105	7	6,7	1	1,0	0,01	0,12
Desethylatrazin	173	59	13	22,0	1	1,7	0,02	0,22
Desisopropylatrazin	150	53	15	28,3	5	9,4	0,02	0,24
Hydroxyatrazin	46	37	2	5,4	0			0,02
2,4-D*	386	94	4	4,3	1	1,1	0,04	0,12
Bentazon	223	62	14	22,6	0		0,01	0,05
Cyanazin	173	59	2	3,4	0			0,02
Dichlorprop*	466	104	7	6,7	0		0,02	0,04
Dinoseb*	467	105	4	3,8	1	1,0	0,01	0,12
DNOC*	467	105	5	4,8	1	1,0	0,02	0,10
Isoproturon	236	62	5	8,1	0		0,02	0,05
MCPA*	467	105	10	9,5	0		0,02	0,07
Mechlorprop*	463	105	12	11,4	0		0,02	0,08
Metamitron	143	57	3	5,3	0			0,01
Pirimicarb	23	11	2	18,2	0			0,01
Propyzamid	18	9	1	11,1	1	11,1		0,11
Simazin*	461	105	3	2,9	0		0,04	0,05

Tabel 5.5 Pesticider og nedbrydningsprodukter fundet i grundvand i de 5 landovervågningsoplande i perioden 1990-1997. Medianværdien er beregnet på grundlag af medianværdier på filterniveau. De pesticider der er markeret med * er de såkaldte "GRUMO-pesticider", der udgjorde pesticidanalyseprogrammet i grundvandsovervågningen til og med 1997.

Medianværdien for fund af pesticider i LOOP overskrider ikke de 0,1 µg/l. Triazinedbrydningsprodukterne er fundet i de højeste koncentrationer. I modsætning til i grundvandsovervågningen og i vandværkernes boringskontrol er der ikke fundet BAM (2,6-dichlorbenzamid). Dette viser dels, at BAM's moderstof dichlobenil ikke har været anvendt på de undersøgte marker, og dels at disse ikke er påvirket af eventuelle intensive fladebelastninger som f.eks. vejanlæg og andre befæstede arealer eller af punktkilder.

Vandværkernes boringskontrol

Antallet af pesticidanalyser fra vandværksboringer er steget stærkt i perioden 1994-97 (tabel 5.6). I 1998 er der 6.864 analyser i GEUS grundvandsdatabase, hovedsagelig fra indvindingsboringer. Men de undersøgte boringer er ikke fordelt jævnt på landsplan. Der er især

indberettet mange analyser fra vandværksboringer i Fyns og Århus Amter, mens der fra enkelte amter kun er indberettet få analysedata. Det begrænsede antal indberettede analyser afspejler antagelig ikke, at vandværkerne i disse amter ikke har gennemført boringskontrol analyser for pesticider, men snarere, at amterne har haft problemer med dataindberetningen. F.eks. har Sønderjyllands Amt kun fremsendt data i regnearksformat. Disse analysedata er kun medtaget i figur 5.10, men analyserne indgår ikke i GEUS grundvandsdatabase og derfor heller ikke i de øvrige tabeller og illustrationer.

Amt	Antal undersøgte boringer
Kbh. og Fr:berg Komm.	13
København	210
Frederiksborg	156
Roskilde	386
Vestsjælland	341
Storstrøm	319
Bornholm	26
Fyn	779
Sønderjylland	9
Ribe	205
Vejle	106
Ringkøbing	178
Århus	836
Viborg	276
Nordjylland	369
I alt	4.209

Tabel 5.6 Boringer undersøgt for pesticider i vandværkernes boringskontrol 1989 – 1997, indsendt til GEUS's grundvandsdatabase, fordelt på amter. De enkelte boringer er ofte analyseret flere gange.

I vandværkernes boringskontrol er der fundet pesticider i 707 ud af 4.209 undersøgte boringer, svarende til ca. 17 %. Grænseværdien for drikkevand er overskredet i 263 boringer svarende til 6 %. Disse boringer er hyppigst analyseret for de 8 ”GRUMO-pesticider”, men der er også boringer der er analyseret for op til ca. 175 andre pesticider, nedbrydningsprodukter og mulige nedbrydningsprodukter. I alt er der fundet 35 pesticider eller nedbrydningsprodukter i vandværkernes boringskontrol (tabel 5.7).

Grundvands- overvågning Pesticider	Analyser	Bor. m. anal.	Boringer med fund		Bor. m. fund >0,1 µg/l		Median- værdi	Max. Konc.
	antal	antal	antal	%	antal	%	µg/l	µg/l
Atrazin*	5.759	4.015	148	3,7	31	0,8	0,03	75
Desethylatrazin	1.335	1.169	50	4,3	6	0,5	0,03	0,293
Desisopropylatrazin	1.290	1.133	33	2,9	3	0,3	0,02	20
Hydroxyatrazin	594	562	3	0,5	0		0,03	0,065
Dichlorprop*	5.714	3.998	88	2,2	19	0,5	0,02	9,2
Dinoseb*	5.599	3.979	3	0,1	0		0,05	0,088
DNOC*	5.605	3.980	1	0,0	0		0,02	0,018
MCPA*	5.629	3.989	24	0,6	4	0,1	0,03	0,413
Mechlorprop*	5.677	3.985	77	1,9	15	0,4	0,03	11
Simazin*	5.708	4.007	82	2,0	7	0,2	0,02	30
Bentazon	1.353	1.160	31	2,7	6	0,5	0,02	2,65
4-CPP	368	330	9	2,7	1	0,3	0,02	0,91
4CCP, 2-(4-chlorphenol)	3	2	1		1		17,1	34
4-chlor, 2-methylphenol	2.241	1.544	9	0,6	5	0,3	0,10	2,1
Chlorpyrifos-methyl	43	34	1	2,9	0		0,03	0,03
2,4-D*	5.055	3.732	10	0,3	0		0,03	0,092
2,6-DCPP	345	322	1	0,3	0		0,06	0,058
2,6-DCPP	345	322	1	0,3	0		0,06	0,058
Dichlobenil	1.480	1.325	13	1,0	0		0,02	0,074
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	2.310	1.656	448	27,1	187	11,3	0,06	260
2,4-dichlorphenol	2.256	1.554	8	0,5	6	0,4	0,21	1,2
2,6-dichlorphenol	2.025	1.421	5	0,4	1	0,1	0,06	0,15
Dinoterb	46	42	1	2,4	0		0,02	0,02
Diuron	631	574	3	0,5	2	0,3	0,28	0,475
Ethylentiurea (ETU)	39	39	2	5,1	1	2,6	0,40	0,75
Hexazinon	1.438	1.253	19	1,5	6	0,5	0,03	1,64
Ioxynil	476	430	1	0,2	0		0,04	0,043
Isoproturon	1.236	1.089	2	0,2	1	0,1	0,24	0,982
Metamitron	932	854	1	0,1	1	0,1	0,21	0,21
Metribuzin	364	326	1	0,3	0		0,06	0,063
Pendimethalin	1.042	953	4	0,4	0		0,03	0,043
Pentachlorphenol	2.058	1.455	6	0,4	2	0,1	0,06	0,1
Propiconazol	484	431	1	0,2	0		0,02	0,02
Terbuthylazin	1.230	1.103	3	0,3	0		0,01	0,04
Hydroxyterbuthylazin	57	54	1	1,9	0		0,01	0,011

Tabel 5.7 Pesticider, nedbrydningsprodukter og mulige nedbrydningsprodukter fundet i vandværkernes boringskontrol 1989 - 1997. De pesticider der er markeret med * er de såkaldte "GRUMO-pesticider", der udgjorde det obligatoriske pesticidanalyseprogram i grundvandsovervågningen til og med 1997.

Blandt de 8 "GRUMO-pesticider" er særligt dichlorprop, mechlorprop, atrazin og simazin fundet hyppigt. 2-4-D, DNOC og dinoseb er kun fundet i enkelte boringer og kun under grænseværdien for drikkevand.

I vandværkernes boringskontrol er BAM fundet i overraskende mange boringer, i 448 ud af 1.656 undersøgte boringer, svarende til 27 %. Grænseværdien for BAM var overskredet i 187 boringer svarende ca. 11 %. En grund kunne være anvendelse af dichlobenil på arealet omkring indvindingsboringer og vandværker.

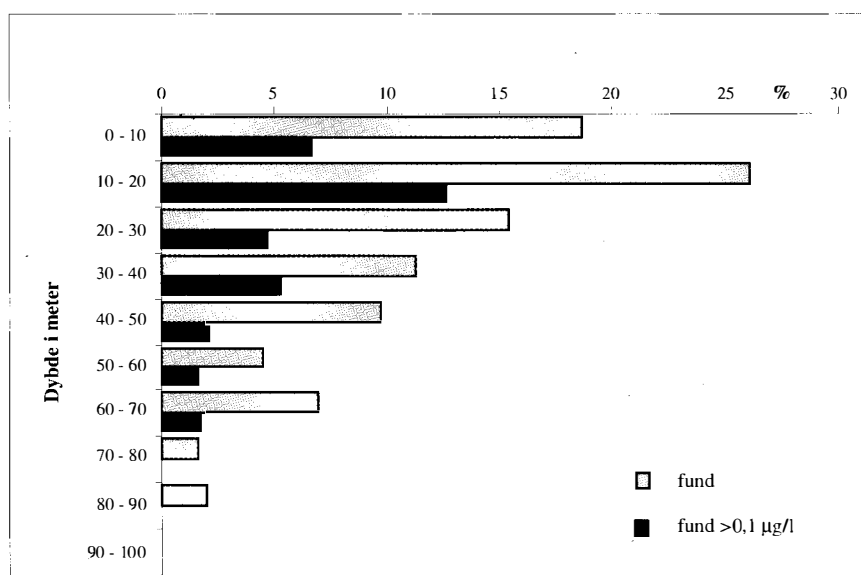
Ved vandværkernes boringskontrol og ved analyse af prøver fra vandværkernes overvågningsboringer er nedbrydningsprodukterne fra triaziner, desethylatrazin og desisopropylatrazin fundet i henholdsvis 4,3 % og 2,9 % af de undersøgte boringer.

Desuden er der fundet 4-CPP i 2,7 % af de undersøgte boringer. 4-CPP kan stamme fra urenheder i de tidligere phenoxyreirprodukter. Der er også fundet en række chlor- og methylphenoler, hvor moderstofferne kan være forskellige phenoxyrer.

Ethylthiourea, ETU, er fundet i to boringer af Københavns Amt. Disse boringer er placeret ved en losseplads, og ETU fundene i grundvandet stammer formodentlig fra herfra. Ved en senere analyserunde er ETU genfundet i den ene boring.

Glyphosat er analyseret i 71 vandprøver, mens glyphosats nedbrydningsprodukt AMPA er analyseret i 59 vandprøver. Ingen af stofferne er påvist.

Fordelingen af pesticidfund efter dybde til top af filter i vandværkernes boringer (figur 5.9) minder om fordelingen af de 8 "GRUMO-pesticider" i grundvandsovervågningsboringerne (figur 5.5), dog er forekomsten større i intervallet 10-20 meters dybde. Det skyldes dels, at antallet af indvindingsboringer der er filtersat i intervallet 0 - 10 meters dybde er meget begrænset, og dels, at vandværkernes boringer i dele af landet indvinder grundvand fra den øvre del af kalken, der ofte er stærkt opsprækket.

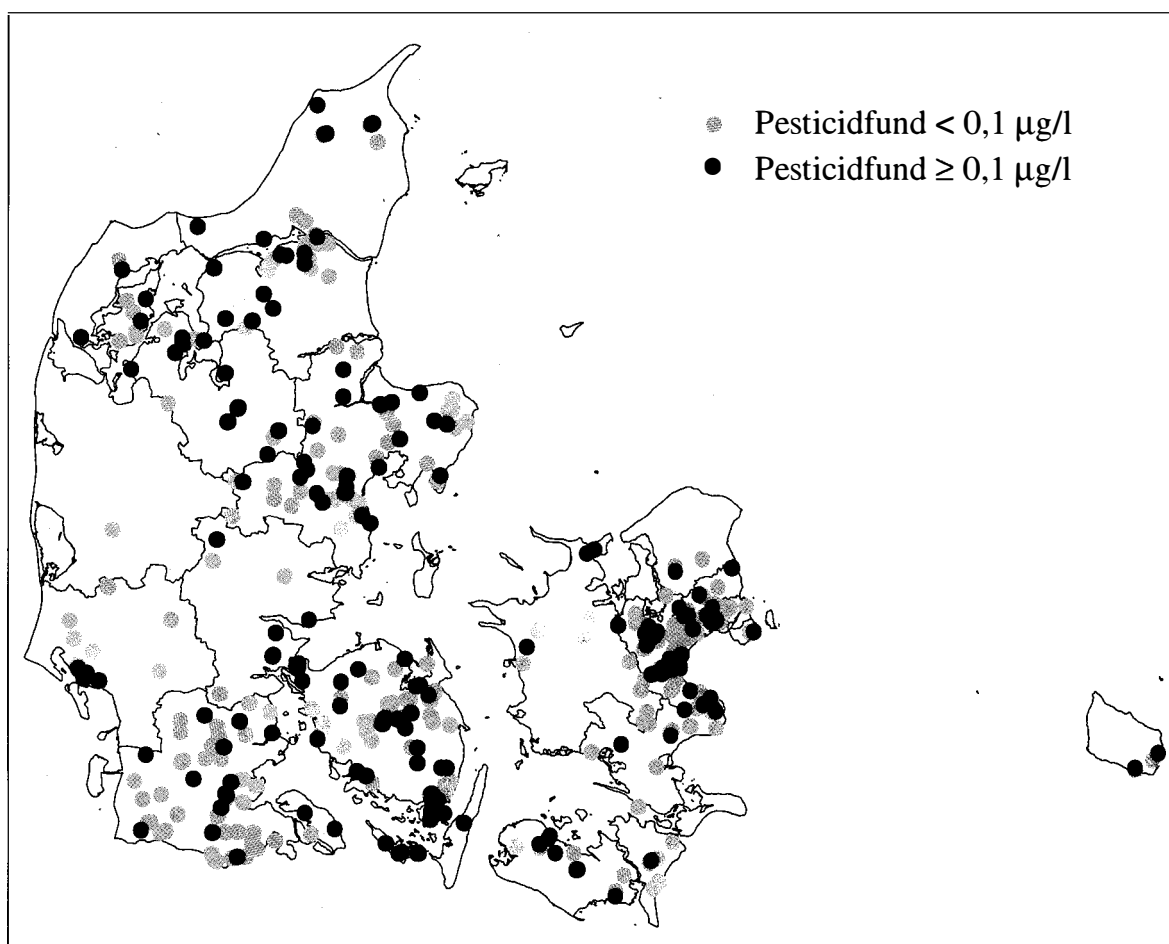


Figur 5.9 Fund af pesticider og fund over grænseværdien for drikkevand i forhold til dybde til top af filter i vandværkernes boringskontrol 1989 - 1997.

Transporthastigheden kan her ofte være langt større end i f.eks. sandmagasiner, og grundvandet må derfor forventes at være yngre og mere påvirket af pesticidanvendelse, end dybden umiddelbart angiver.

Der er fundet pesticider i 26 % af indvindingsboringer med filterindtag i intervallet 10 – 20 meter under terræn, og grænseværdien for drikkevand var overskredet i 12,6 % af de undersøgte boringer.

Da pesticiderne i grundvandsovervågningen ofte findes i forskellige koncentrationer og da der sjældent findes grundvandsmagasiner, som er påvirket fra top til bund, er kilderne til pesticidforekomsten i indvindingsboringerne formodentlig intensive fladebelastninger, egentlige punktkilder og anvendelse af pesticider på befæstede arealer i byer eller langs vejanlæg og jernbaner samt muligvis brug af pesticider i områderne tæt ved boringerne. Disse kilder vil kunne give høje pesticidkoncentrationer i det allerøverste grundvand, hvorfra eventuelle pesticider transporteres ned mod de dybere dele af grundvandsmagasinerne, især når vandværkerne indvinder grundvand fra boringerne. Det kan ikke udelukkes, at nogle af fundene i de mindre vandværker skyldes nedsivning af forurenset ungt grundvand langs boringernes forerør som følge af utilstrækkelig forsegling.

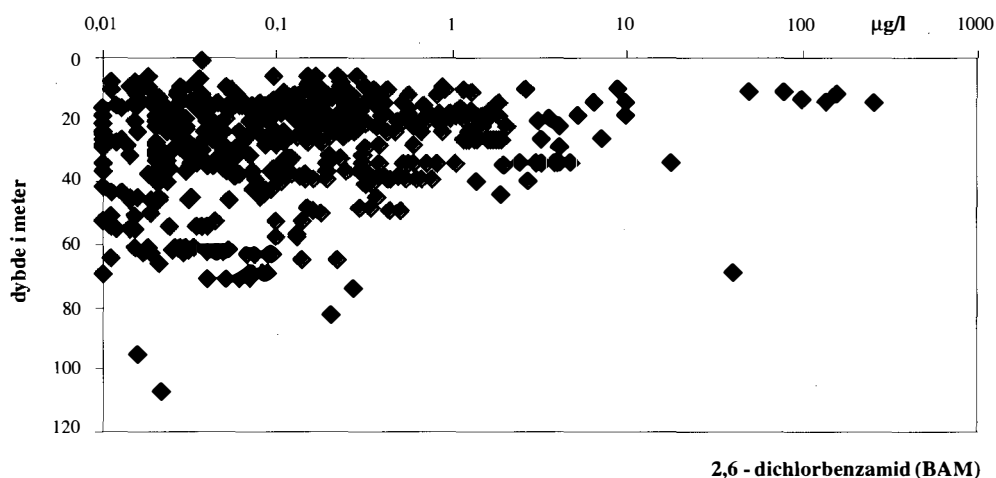


Figur 5.10 Pesticidfund og fund over grænseværdien for drikkevand i vandværkernes borningskontrol 1990-1997. Kortet omfatter kun data der er indberettet til grundvandsdatabasen ved GEUS, samt analysedata fra Sønderjyllands Amt, i alt 612 datasæt.

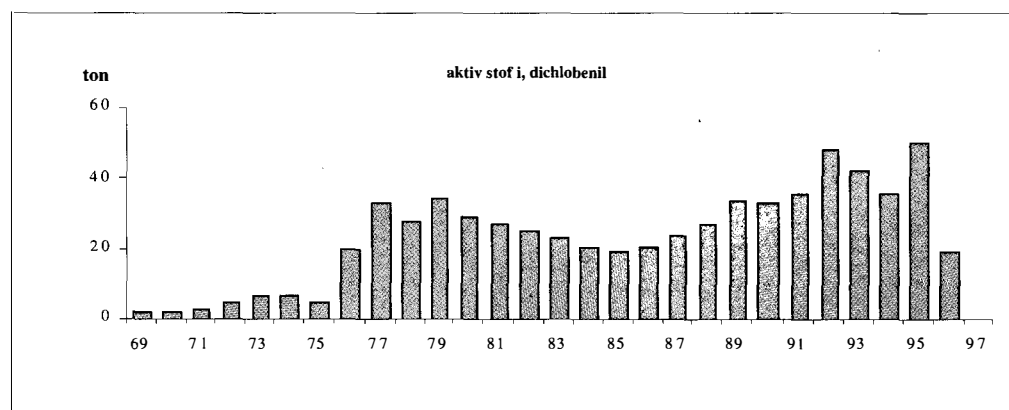
På landsplan forekommer phenoxysyrerne oftest i reduceret grundvand med et lille indhold af nitrat og med højt indhold af opløst jern og mangan, mens triazinerne, og triazinernes nedbrydningsprodukter, forekommer i både iltet nitratholdigt grundvand og i reduceret nitratfrit grundvand. Den geografiske fordeling af pesticider fundet ved vandværkernes boringskontrol er vist i figur 5.10.

2,6 dichlorbenzamid, BAM

BAM er fundet mange steder i landet og ofte i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l. BAM forekommer hyppigst i intervallet 0-50 meter under terræn, figur 5.11, og de største koncentrationer findes i det øverste grundvand. Stoffet er dog fundet i indvindingsboringer med top af filter i ca. 100 meters dybde. Da grundvandet i de dybere dele af magasinerne med stor sandsynlighed er dannet før BAM's moderstof dichlobenil blev taget i anvendelse i 1969 (figur 5.12) kan nedbrydningsproduktet muligvis være transporteret ned til filterniveauet fra det højtliggende grundvand f.eks. via lækager langs forerør.

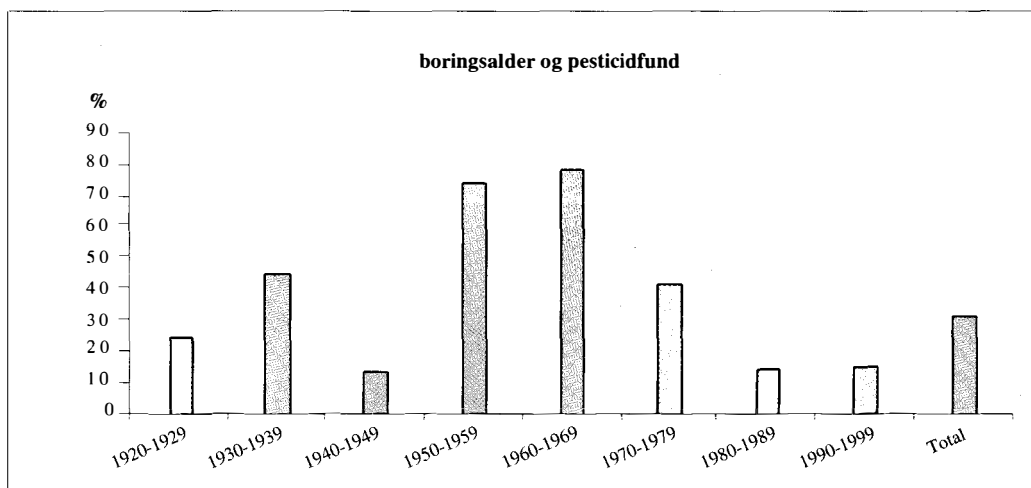


Figur 5.11 BAM fund i forhold til top af filter i vandværkernes boringskontrol 1990 - 1997. Da der mangler oplysninger om filterdybde for en del af vandværkernes boringer udgør datagrundlaget kun en delmængde af det samlede antal fund.



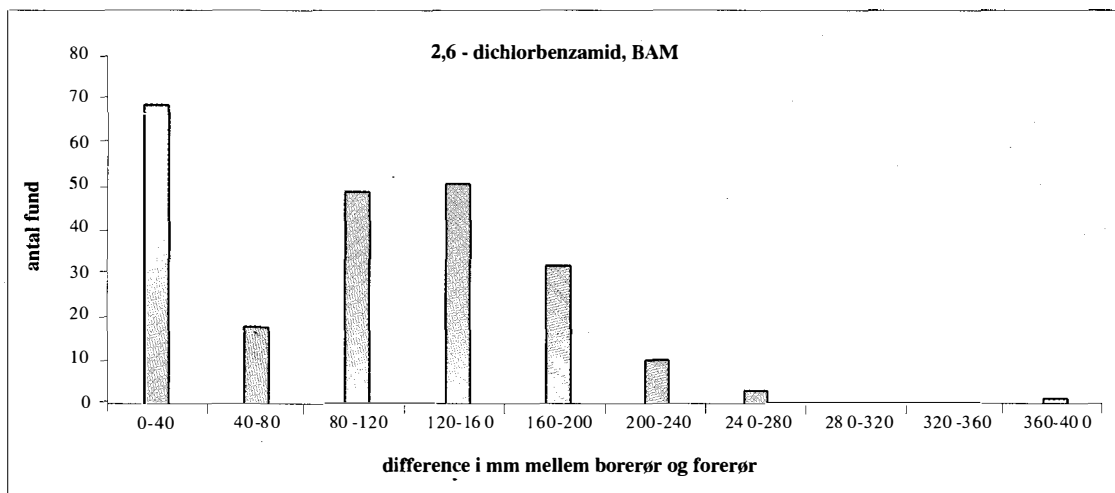
Figur 5.12 Salg af dichlobenil i ton aktivt stof i Danmark. Dichlobenil blev forbudt i Danmark i 1996, og salget var 0 kg i 1997. BAM er første nedbrydningsprodukt fra dichlobenil. (Miljøstyrelsen).

En gennemgang af de boringer hvor der er fundet BAM (figur 5.13), viser, at der særligt hyppigt findes BAM i boringer udført i perioden 1950 til 1970, hvor op til ca. 80 % af de undersøgte boringer indeholder BAM, mens antallet af fund i nyere boringer er væsentligt mindre. Det er tænkeligt at der var mange boringer, der skulle udføres i opgangstiden 1950 – 1970, og derfor også tænkeligt at arbejdet er gennemført med begrænset omhu og forståelse for vigtigheden af forseglinger. Fra perioden 1880 - 1920 foreligger oplysninger om alder for 33 boringer, hvori der er fundet BAM i de 16. Figur 5.13 bygger på oplysninger fra 1.364 boringer med pesticidanalyser, hvoraf 423 boringer har ét eller flere BAM fund.



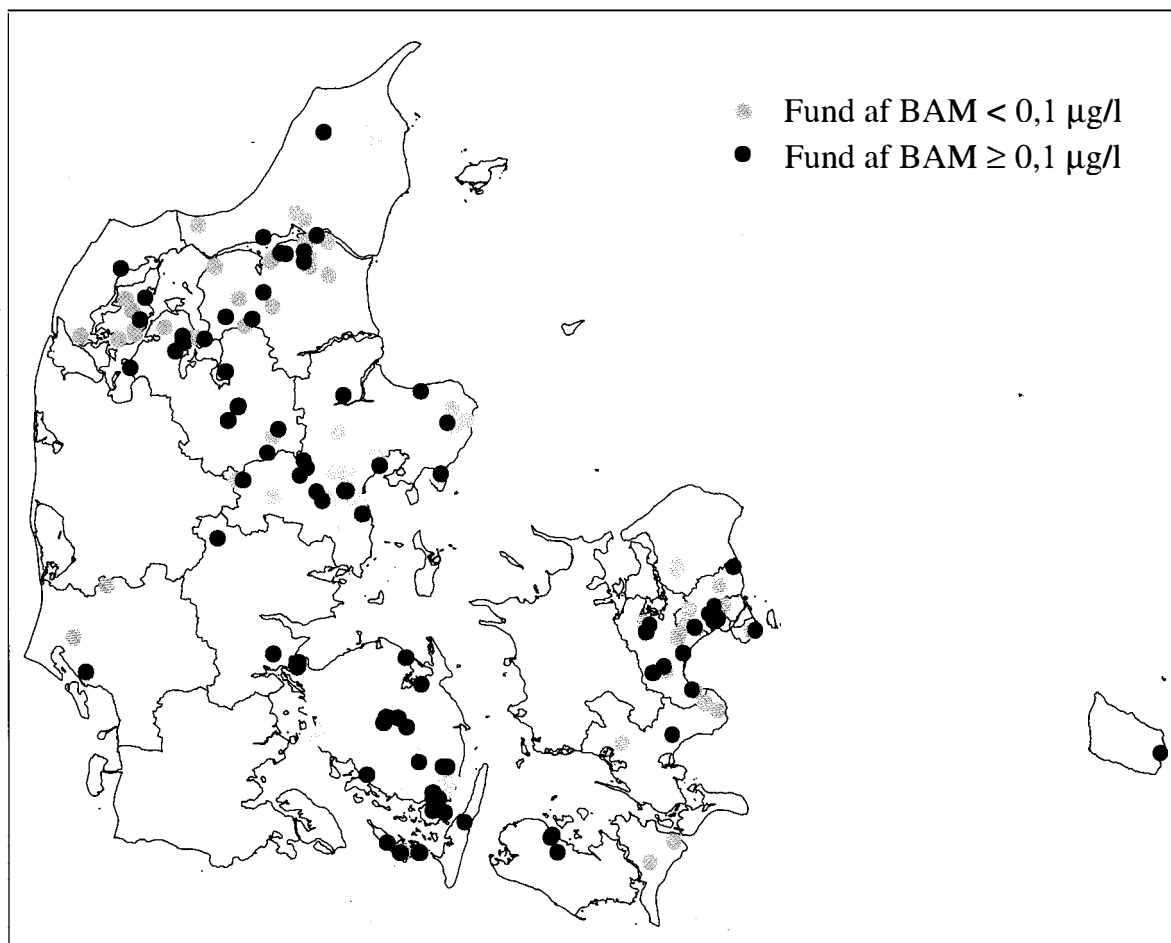
Figur 5.13 Boringer med BAM fund i forhold til antal boringer analyseret for pesticider i de enkelte aldersgrupper. Perioden 1890-1920 er udeladt

Lækage, ”skorstenseffekt”, langs forerør kan muligvis relateres til differencen mellem diameteren af det borerør som blev anvendt, da boringen blev udført, og det forerør som blev sat ned i borerøret, før dette blev trukket tilbage. Figur 5.14 antyder, at der kunne være en omvendt sammenhæng mellem differencens størrelse og antallet af BAM fund., således at BAM fund er hyppigere i boringer med lille difference mellem borerørs- og forerør diameter.



Figur 5.14 Difference er forskellen i mm mellem borerør diameter og forerør diameter, til illustration af mulig sammenhæng mellem skorstenseffekt i boringer og fund af BAM. N = 233.

Der er dog ingen tvivl om, at langt de fleste boringer er udført med en diameter under 200 mm og det kunne være en logisk forklaring af, at de fleste fund af BAM netop stammer fra boringer af denne gruppe.



Figur 5.15 Fund af BAM i vandværkernes boringskontrol 1990 - 1997. Der er kun medtaget de boringer der er indberettet til GEUS's grundvandsdatabase og som har oplysninger om boringernes placering.

Fordelingen af BAM fund i Danmark antyder, at en del BAM fund er koncentreret omkring og i større byer, f.eks. omkring København, i Københavns Amt, ved Odense, Århus og Ålborg (figur 5.15). Der er i figuren medtaget oplysninger fra 325 boringer med fund af BAM, hvor der også foreligger oplysninger om boringernes placering (ud af 448 boringer med fund). De "blanke" områder på Danmarkskortet kan skyldes, at vandværkerne i disse områder ikke har analyseret for flere pesticider end de 8 "GRUMO-pesticider", eller også at analyseresultaterne ikke er indberettet til GEUS.

Sammendrag om pesticider og nedbrydningsprodukter

Det obligatoriske analyseprogram for pesticider i grundvandsovervågningen har indtil 1998 omfattet 8 pesticider, "GRUMO-pesticider". Programmet er fra 1998 udvidet til at omfatte 23 pesticider og nedbrydningsprodukter og fra 1999 ca. 50 pesticider og nedbrydningsprodukter. En række amter og vandværker har dog allerede analyseret for et større antal pesticider og nedbrydningsprodukter.

Grundvandsovervågningen omfatter mere end 1.000 overvågningsfiltre, hvorfra der udtages vandprøver til analyse for bl.a. pesticider. Disse filtre er i langt de fleste tilfælde overvågningsboringer, hvorfra der kun udtages få liter vand ved prøvetagningen. Analyseresultaterne repræsenterer derfor de geokemiske forhold i de undersøgte grundvandsmagasiner i et bestemt punkt til en bestemt tid, hvilket også ses af en ofte varierende forekomst af pesticider i overvågningsfiltrene.

I modsætning hertil udgør vandprøverne i vandværkernes boringskontrol en lille delmængde af en stor oppumpet mængde grundvand fra vandværksboringerne. Disse vandprøver er derfor blandingsvand, der stammer fra flere niveauer i grundvandsmagasinerne, hvor grundvandets alder kan variere betydeligt.

Hvis der findes miljøfremmede stoffer i grundvandet fra en indvindingsboring, er magasinet derfor enten påvirket fra top til bund eller også påvirket af en eller flere punktkilder. Punktkilder kan være så kraftige, at de miljøfremmede stoffer kan spores i det oppumpede grundvand på trods af en eventuel opblandingseffekt, når vand fra flere niveauer i magasinet blandes.

Grundvandsovervågning

Der er gennemført 4.230 analyse af vandprøver for 8 "GRUMO-pesticider". Vandprøverne er udtaget fra 1.014 filtre. 596 filtre er gennem de sidste par år blevet analyseret for andre pesticider og nedbrydningsprodukter.

De 8 "GRUMO-pesticider" er fundet i 121 filtre, svarende til 12% af de undersøgte filtre, mens grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l var overskredet i 3,5% af de undersøgte filtre. I de filtre, der er analyseret for flere end de 8 "GRUMO-pesticider", er der fundet pesticider i 21%, mens grænseværdien er overskredet i 15%.

I højtliggende grundvand, i intervallet 0-10 meter under terræn, er de 8 "GRUMO-pesticider" fundet i mere end 20% af de undersøgte filtre, mens grænseværdien for drikkevand er overskredet i ca. 6%. Med stigende dybde forekommer pesticiderne mindre hyppigt, hvilket formodentligt skyldes, at grundvandets alder stiger, måske kombineret med en mulig omsætning af nogle af pesticiderne i grundvandsmagasinerne under den nedad rettede transport. I filtre undersøgt for flere stoffer er der, i intervallet 0 - 10 meters dybde, fundet pesticider i ca. 35% af filtrene, mens grænseværdien for drikkevand var overskredet i mere end 20% af de undersøgte filtre. I intervallet 30-40 meter under terræn er der fundet pesticider i ca. 10% af de undersøgte filtre.

De mange fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i det yngste grundvand kan være et problem for de mange knap 100.000 private indvindinger og nogle mindre vandværker, der indvinder grundvand fra terrænnære grundvandsmagasiner.

Der er fundet 16 pesticider og 5 nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen, hvor især BAM, dichlorprop, mechlorprop, bentazon og atrazin samt triazinnedbrydningsprodukter er fundet hyppigt. Nedbrydningsproduktet "BAM" er det hyppigst fundne stof, og stoffet er fundet i ca. 14% af de undersøgte filtre, mens grænseværdien for drikkevand er overskredet i godt 6% af de undersøgte filtre. BAM's moderstof, dichlobenil, er et totalherbicid, der var godkendt til brug på befæstede arealer som vejanlæg, jernbaner, indkørsler etc. De fleste af overvågningsfiltrene er placeret under landbrugsarealer, og man ville ikke her forvente at finde stoffet i større udstrækning. En mulig forklaring kan være anvendelse af dichlobenil på gårdspladser, langs veje og på andre befæstede arealer i det åbne land.

Landovervågningsoplande

Der foreligger oplysninger om 503 analyser af pesticider udtaget fra 105 grundvandsfiltre i landovervågningsoplandene (LOOP). Der er fundet pesticider i 39 filtre, svarende til ca. 37% af de undersøgte filtre. Grænseværdien for drikkevand var overskredet i 9 filtre svarende til 8,5%. Ca. 33% af fundene er genfundet ved en senere analyse.

Der er i LOOP fundet 17 pesticider og nedbrydningsprodukter. Det er især phenoxysyrer, triazinnedbrydningsprodukter og bentazon der er fundet. Der er dog kun fundet få pesticider over grænseværdien for drikkevand. Triazinnedbrydningsprodukterne er fundet i de højeste koncentrationer.

I modsætning til grundvandsovervågningen og vandværkernes boringskontrol er der ikke fundet BAM (2,6-dichlorbenzamid) i landovervågningsoplandene. Dette skyldes antagelig at BAM's moderstof dichlobenil ikke har været anvendt på de undersøgte marker.

Vandværkernes boringskontrol

I vandværkernes boringskontrol er der påvist pesticider i 707 boringer ud af 4.209 undersøgte boringer, svarende til ca. 17%. Grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l var overskredet i 263 boringer svarende til 6%.

Indvindingsboringerne er hyppigst analyseret for de 8 GRUMO-pesticider, men der er også analyseret for op til 175 andre pesticider, nedbrydningsprodukter og mulige nedbrydningsprodukter, hvoraf 35 er fundet.

Blandt de 8 "GRUMO-pesticider er dichlorprop, mechlorprop, atrazin og simazin fundet hyppigt. 2-4-D, DNOC og dinoseb er kun fundet i enkelte boringer og kun i enkelte tilfælde over grænseværdien for drikkevand.

I vandværkernes boringskontrol er BAM fundet i overraskende mange boringer. Næmlig i 448 ud af 1.656 undersøgte boringer, svarende til 27%. Grænseværdien for BAM i drikkevand er overskredet i 187 boringer svarende ca. 11%. Desuden er nedbrydningsprodukterne desethylatrazin og desisopropylatrazin fundet i henholdsvis 4,3% og 2,9% af de undersøgte boringer.

Fordelingen af pesticidfund efter filterdybde i vandværkernes indvindingsboringer minder om fordelingen af de 8 "GRUMO-pesticider" i grundvandsovervågningsboringerne. Dog er forekomsten større i intervallet 10-20 meter under terræn, hvilket antagelig skyldes, at vandværkernes boringer i dele af landet indvinder grundvand fra den øvre del af kalken, der

ofte er stærkt opsprækket. Transporthastigheden gennem denne zone kan være langt hurtigere end i f.eks. sandmagasiner, og grundvandet kan derfor forventes at være yngre og mere påvirket af pesticidanvendelse, end dybden umiddelbart antyder.

Blandt de vandindvindingsboringer der har toppen af filter placeret i dybdeintervallet 10-20 meters dybde er der fundet pesticider i 26% og grænseværdien for drikkevand er overskredet i 12,6% af de undersøgte boringer.

Antal stoffer fundet i dansk grundvand

Der p.t. fundet 35 pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsprøver udtaget i grundvandsovervågningen og ved vandværkernes boringskontrol og 46 når medregnes fund ved andre udvidede analyseprogrammer gennemført af bl.a. amter og vandværker. 32 af disse stoffer er fundet i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

Alle de pesticider, der er fundet hyppigt i grundvand, er i dag forbudt, eller også er brugen af stofferne reguleret af Miljøstyrelsen. 16 af de 46 stoffer er pesticider som blev anvendt i 1997. Dertil kommer nogle nedbrydningsprodukter, som kan stamme fra moderstoffer, der var godkendt i 1997. Disse nedbrydningsprodukter er dog kun fundet sjældent i grundvand, og en nærmere vurdering af disse må afvente analyseresultaterne fra det udvidede analyseprogram, samt etableringen af et "tidligt varslingsystem" for pesticider i ungt grundvand.

Grundvandsressourcen

Grundvandsindvinding i 1997

Vandforsyningen i Danmark er altovervejende baseret på grundvand, idet mere end 99% af vandet hentes fra grundvandsmagasiner. Enkelte steder anvendes også en beskedne mængde overfladevand i vandforsyningen. Vandforsyningen i Danmark er bygget op omkring en decentral struktur med ca. 3.100 almene vandværker, heraf er ca. 350 offentlige fællesanlæg, ca. 2.750 private fællesanlæg (Vandforsyningsstatistik, 1997). Derudover findes en række lokale enkeltvandforsyninger til bl.a. institutioner, industri, markvanding, sportspladser, gartneri, dambrug og enkelt-vandforsyninger til husholdning.

Amt	Offentlige Almene vandværker	Private almene vandværker	Små ikke almene anlæg	Institu- tioner	Erhverv industri mv.	Markvand gartneri dambrug	Anden ind- vinding
Mill. m ³ pr. år							
Københavns og Fr.berg K.	1,763	0	0	0,002	0,066	0	0,626 ²⁾
København	40,070 (23.210 ¹⁾)	0,614	0,117	0,404		0,408	4,897 ²⁾
Frederiksborg	32,631 (14.200 ¹⁾) (5.700 ⁴⁾)	12,516	1,000	0,028	0,395	1,185	0,665 ²⁾
Roskilde	41.714 (24.446 ¹⁾)			2,766		0,714	2,026
Vestsjælland	22,300 (7.300 ¹⁾)	14.700	0,200	-	1.100	1,400	1,500
Storstrøm	20.789				2.373	1.452	-
Bornholm	4.000		0,400	0,120		-	-
Fyn	24.240	17.965	0,082	0,017	5.486	5,730	0,527
Sønderjylland	10.110	12.010	0,060	11.250		52.600	-
Ribe	12.829	9.633	-	0,221	4.157	91.706	0,149
Vejle	19.000	13.000	5.000	0	3.480	45.240	0,870
Ringkjøbing	18.032	11.952	0,020	0,061	10.455	113.560	-
Århus	33.833	20.065	0,411	0,088	5.257	9.581	0,353
Viborg	13.218	10.944	0,184	0,349	4.547	13.027	1,411
Nordjylland	25,391	21.303	0,269	9.698		32.079	-

1) Heraf fra Københavns Vands kildepladser.

2) Afværge oppumpninger.

3) Anlægs- og afværgeoppumpninger.

4) Sjælsø Vandværk, Gentofte Kommune (60% af indvinding til Gentofte og Lyngby-Tårnbæk kommuner).

Tabel 6.1 Opgørelse af grundvandsindvinding i mio m³ i 1997 fordelt på 7 hovedkategorier, baseret på amternes grundvandsrapporter 1998.

Amterne opgør i årets grundvandsrapporter vandindvindingen i 7 forskellige forbrugs-kategorier (tabel 6.1). På grundlag af amtsrapporterne er der foretaget en opgørelse for hele landet på 3 hovedkategorier (tabel 6.2 og figur 6.1):

- 1) Almene vandværker: offentlige og private enkeltanlæg.
- 2) Erhvervs vandning: markvanding, gartneri, dambrug, sportspladser og parker.
- 3) Industri mv.: erhverv, industri, institutioner, afværgepumpninger og enkeltindvindinger til husholdninger.

Kategorierne er ikke helt entydige, f.eks. forsynes mange industrier gennem almene vandværker. En del amter gør desuden opmærksom på, at der for nogle kategoriers vedkommende er tale om skøn, det drejer sig især om 'Små ikke almene vandværker' og 'Markvanding mv.' (tabel 6.1).

Desuden er det i tabel 6.2 opgjort, hvor stor en del af den samlede vandindvinding i 1997, som var overfladevand. Dette er dog ikke oplyst af alle amter, hvorfor opgørelsen kun er et udtryk for anvendelsen af overflade vand i de respektive amter.

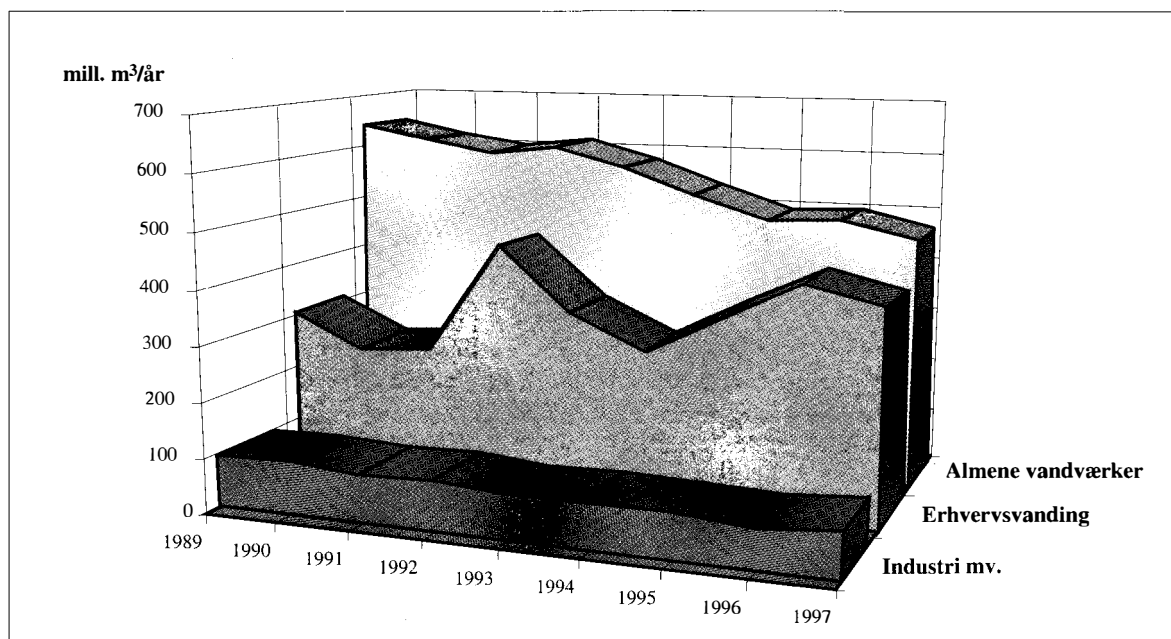
Amt	Almene vandværker	Erhvervs vandning	Industri m.v.	Grundvandsindvinding	Indvinding af overfladevand
	mill. m ³ / år				
Københavns og Frøberg Komm.	1,763	-	0,694	2,457	0
København	40,684	0,408	5,418	46,510	-
Frederiksborg	45,247	1,185	2,088	48,520	-
Roskilde	41,714 ¹⁾	0,714	4,792	47,220	-
Vestsjælland	37,000	1,400	2,800	41,200	5,900
Storstrøm	20,789 ¹⁾	1,452	2,373 ²⁾	24,614	-
Bornholm	4,000	-	0,520	4,520	0,070
Fyn	42,205	5,730	6,112	54,047	1,790
Sønderjylland	22,120	52,600	11,310	86,030	-
Ribe	22,462	91,706	4,527	118,695	-
Vejle	32,000	45,240	9,350	86,590	-
Ringkjøbing	30,004	113,560	10,516	154,080	5,448
Århus	53,898	9,581	6,109	69,588	2,816
Viborg	24,162	13,027	6,491	43,680	-
Nordjylland	46,694	32,079	9,967	88,740	0
I alt Danmark	464,742	368,682	83,067	916,491	16,024

¹⁾ Se anvendt kategorisering i tabel 6.1

Tabel 6.2 Opgørelse af grundvandsindvinding i 1997 fordelt på hovedkategorier og amtskommuner (baseret på amternes grundvandsrapporter 1998).

I figur 6.1 er vist vandindvindingen opgjort på hovedkategorier for perioden 1989-1997. Der er som hovedtendens og på landsplan tale om et fald fra 1989 til 1997 i indvindingen på de almene vandværker. Den samlede indvinding til almene vandværker udgjorde 465 mill. m³/år i 1997 og 640 mill. m³/år i 1989.

Den totale indvinding i 1997 var på 916 mill. m³. Faldet i forhold til 1996 skyldes såvel et fald i indvindingen fra almene vandværker som erhvervsvanding, hvorimod indvindingen til industri er steget fra 1996 til 1997.

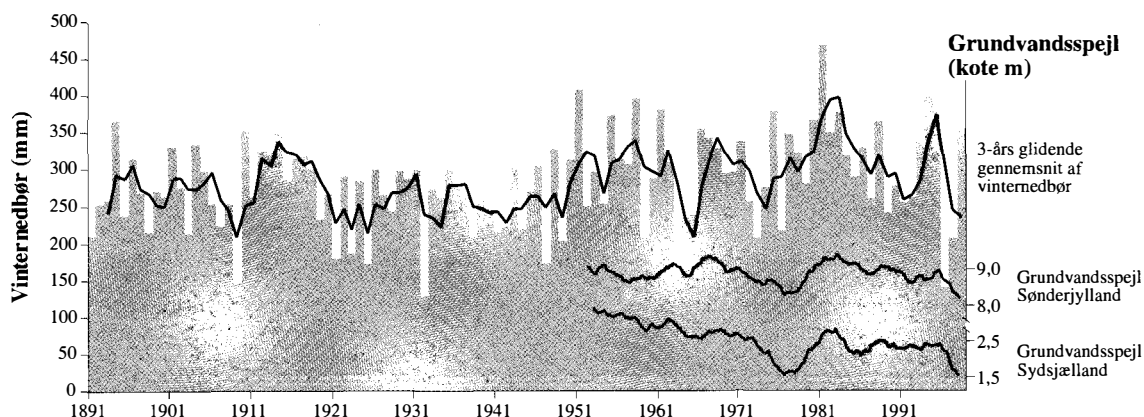


Figur 6.1 Vandindvinding i Danmark fordelt på indvindingskategorier baseret på indberetninger til GEUS og oplysninger fra amternes overvågningsrapporter for 1989-1998.

Grundvandspejlinger

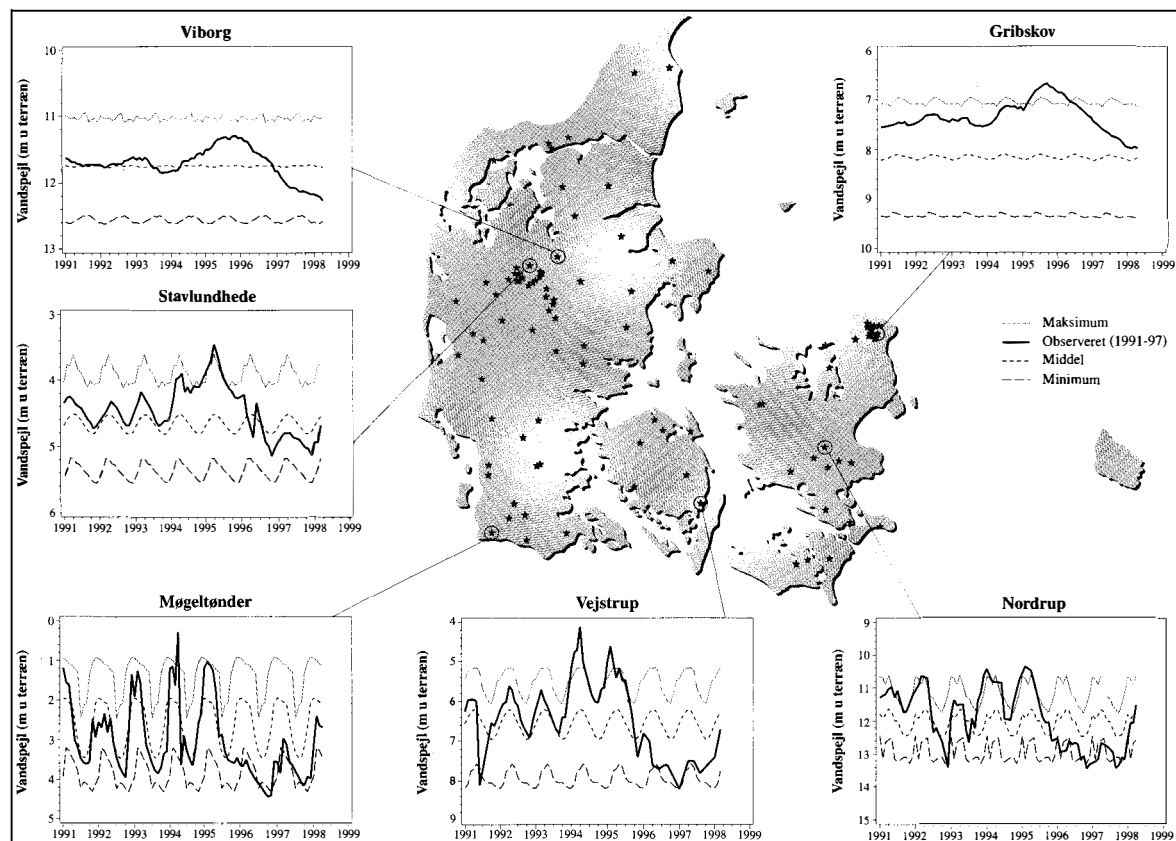
Regelmæssige pejlinger af grundvandsstanden giver et direkte billede af ændringer i mængden af grundvand. Grundvandsstanden varierer naturligt hen over året med maksimum omkring april måned og minimum omkring oktober. På få år kan grundvandsstanden dog ændre sig betydeligt i forhold til den normale årsvariation som følge af ændringer i nedbørsmængde og/eller grundvandsoppumpning.

Især vinternedbøren (oktober til marts) er af stor betydning for grundvandsdannelsen, da fordampning og planternes vandoptagelse er begrænset i denne periode. Figur 6.2 viser vinternedbøren i København siden 1891 samt variationen i grundvandsstanden i 2 pejleboringer i henholdsvis Sønderjylland og Sydsjælland fra starten af 1950'erne. Ændringer i vinternedbøren ses tydeligt afspejlet i grundvandsstanden.



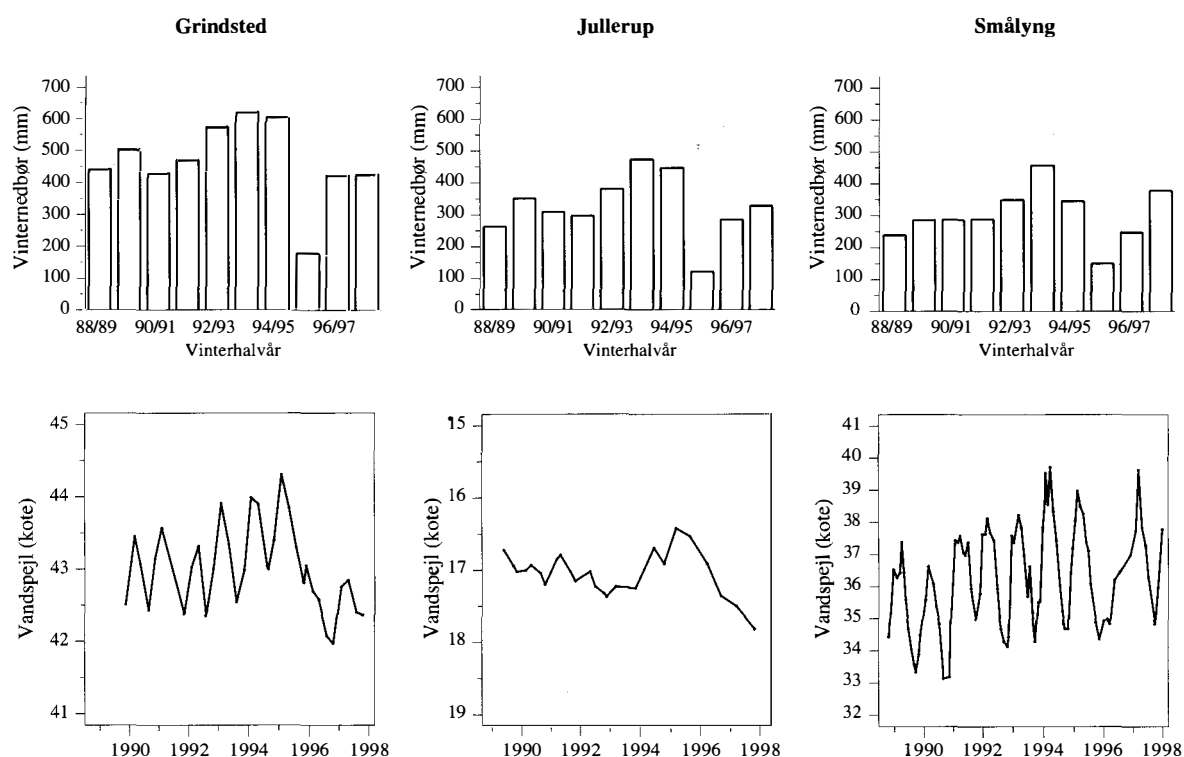
Figur 6.2 Vinternedbøren i København og grundvandsstanden i 2 pejleboringer i henholdsvis Sønderjylland og Sydsjælland.

Figur 6.3 viser variationer i grundvandsstanden ved 6 af GEUS' pejlestationer fordelt rundt om i landet. Den meget ringe vinternedbør i 1995/96 og tildels også i vinteren 1996/97 ses at slå hurtigt igennem i de terrænnære pejleboringer (Stavlundhede, Møgeltønder, Vejstrup og Nordrup). I de dybere pejleboringer (Viborg og Gribskov) ses faldet i grundvandsstanden som følge af de tørre vintre senere. Tilsvarende ses genopbygningen af grundvandsstanden efter den mere normale vinternedbør 1997/98 først at slå igennem i de terrænnære boringer.



Figur 6.3. Variationer i grundvandsstanden i 6 af GEUS' pejlestationer i perioden 1. januar 1991 til 1. april 1998.

Figur 6.4 viser 3 eksempler på pejleserier fra GRUMO-områder sammenholdt med vinternedbøren. Den terrænnære pejleboring fra Grindsted viser en stor årsvariation og en god korrelation med vinternedbøren. I den dybere Jullerup boring ses et mere udjævnet forløb af grundvandspejlet, men de større ændringer i vinternedbøren er afspejlet i vandspejlsfluktuationerne. Boringen i Smålyng er tydeligt påvirket af den betydelige reduktion i vandindvindingen fra en nærliggende boring, som fandt sted i perioden 1988 til 1996. I de 2 sidstnævnte borer er den mere normale nedbør i vinterne 1996/97 og 1997/98 endnu ikke slået igennem.



Figur 6.4. Vinternedbør og grundvandsstand i de 3 grundvandsovervågningsområder: Grindsted (Ribe Amt), Jullerup (Fyns Amt) og Smålyng (Bornholms Amt).

Sammendrag om grundvandsressourcen

Vandindvindingen i Danmark er baseret på et decentralt system bestående af 3.100 almene vandværker, heraf ca. 350 offentlige fællesanlæg, 2.750 private fællesanlæg. Derudover er der en række lokale enkeltvandforsyninger (institutioner, industri, markvanding, sportspladser, gartneri, dambrug, enkeltvandforsyningsanlæg til husholdning m.v.).

Den samlede indvinding på almene vandværker udgjorde i 1997 464 millioner m³ mod 640 millioner m³ i 1989, et fald på over 25 %. Vandforbruget til erhvervs- og industri har været lidt stigende fra 1996 til 1997.

Den lave grundvandsstand registreret i 1996 og et stykke ind i 1997, er mod slutningen af 1997 ved at nærme sig et normalt niveau i de terrænnære grundvandsmagasiner

Geologisk modellering

I dette år rapporter har alle amter opstillet en geologisk model for mindst et af de GRUMO områder der ligger i amtet. De valgte modelområder og deres placering er vist i figur 7.1.



Figur 7.1 Grundvandsovervågningsområder hvor der er opbygget geologiske modeller.

De forskellige modelområder er valgt ud fra forskellige kriterier. F.eks. er Gislum valgt fordi der er en interessant geologi med indvinding i tre adskilte magasiner, Store Fuglede er valgt da det påtænkes at øge indvindingen i området, Nyborg området er valgt da der allerede var lavet en geologisk hydrologisk modellering af området.

De geologiske modeller der er lavet kan inddeles i tre grupper:

1. Profil modeller
2. Lagkage modeller og
3. 3D modeller

Profilmodellerne er opstillet ved at tolke og forsimple en række geologiske tværprofiler og så "digitalisere" profilerne. Digitaliseringen er gjort enten ved at angive lagene på eksisterende borer (f.eks. Vesterborg) eller ved at opstille syntetiske borer i profilernes skæringspunkter (f.eks. Thyregod) på denne måde bliver lagene i den geologiske model beskrevet af en række rumlige koordinater. Disse digitale data kan efterfølgende kontureres, og efter check for krydsende lag og kontureringsproblemer, indlægges i en hydrologisk model. Profil modeltypen er meget anvendt og vil ofte være at foretrække i komplekse geologier, hvor der f.eks. er udveksling mellem forskellige magasiner. Problemet med modeltypen er, at det ofte er svært at sammensætte profilerne til en konsistent geologisk model.

Når modeller er opstillet som profilmodeller vil der ofte være lag der ikke går gennem hele modellen. Afhængigt af hvilken hydrologisk model der skal bruges til den hydrologiske modellering, kan dette løses på to måder: 1) De ikke gennemgående lag kan indlægges som linser, defineret som omkreds, bund og tykkelse eller 2) lagenes tykkelse kan sættes til et lille tal (de hydrologiske model ler vil ofte have problemer hvis lagtykkelsen er lig 0) i de områder hvor laget ikke findes og evt. ændre den hydrauliske ledningsevne i de områder hvor laget ikke burde være der til det den er i laget oven over.

Lagkage modeller er opstillet ved at dele geologien ind i horisontale planparallelle lag (f.eks. Store Fuglede). Det (de) øverste lag skæres af topografien, således at det (de) øverste lag får en varierende tykkelse. Fordelen ved denne modeltype er, at det er den hurtigste at opstille, og at der ikke er problemer med at opstille en konsistent geologisk model. Modeltypen kan være god i områder med meget få eller rigtigt mange data, og kan ved at distribuere den hydrauliske ledningsevne i lagene give gode resultater, modeltypen kan friste til at overforsimple den geologiske opbygning.

De **3D modeller** der er lavet, kan deles ind i to undergrupper, den Bornholmske (Smålyng) der er baseret på regionalt hældende lag af prækvartær alder, og Frederiksberg og Nyborg modellerne, der er baseret på eksisterende hydrogeologiske modeller. De to 3D-modeller over Frederiksberg og Nyborg er trukket ud af allerede eksisterende større modeller og er som sådan fra starten konsistente modeller. Det er muligt at lave modellerne mere detaljerede ved at øge antallet af celler eller ved at underopdele lagene.

Alle modellerne er hovedsageligt baseret på boringsdata, men der er i flere tilfælde inddraget geofysiske tolkninger (f.eks. transiente geoelektriske sonderinger til bestemmelse af bunden af magasinet) og der er anvendt geokemiske data til at sandsynliggøre om to magasiner hænger sammen eller ej.

Som det kan ses af tabel 7.1, er der stor forskel i modellernes størrelse, både hvad angår arealet og antallet af lag. De fleste af modellerne er udvalgt så de dækker et opland (enten et topografisk opland eller et grundvandsopland) og har fået sin størrelse derfra. Der er ikke anvendt nogen standard for det format som de geologiske modeller er indsendt på. Alle amter har dog i deres indberetning fået de vigtigste oplysninger som: Punkt-id (f.eks. DGU nummer) koordinater (UTM eller lokale), terræn kote og top og bund (i meter under terræn eller kote) eller bund og tykkelse af laget.

Amt	Modelområde	Modeltype	Modelstørrelse	Tekstsider	Modellag
Københavns & Frederiksberg K.	Frederiksberg	3D	2 x 2 km	4	5
Københavns Amt	Ishøj og Gladsaxe	4 profiler	6 x 3 km	1½	5
		4 profiler	4 x 3 km		5
Frederiksberg Amt	Skuldelev	7 profiler	2 km	4	7
Roskilde Amt	Torkilstrup	12 profiler	1 * 6 km	1½	5
Vestsjællands Amt	St. Fuglede	Lagkage	7,5 x 8 km	2½	5
Storstrøms Amt	Vesterborg	11 profiler	7,5 x 7,5 km	2	10
Bornholms Amt	Smålyngen	1 profil	4 x 4 km	1½	6
Fyns Amt	Nyborg	7 profiler	3 * 3 km	2	7
Sønderjyllands Amt	Abild	22 profiler	7 x 4 km	1½	10
Ribe Amt	Grindsted	en del profiler	0,3 * 0,3 km	2½	13
Vejle Amt	Thyregod	36 profiler	14 x 12 km	1½	5
Ringkjøbing Amt	Haderup	9 profiler	40 x 20 km	1½	8
Århus Amt	Kasted	3D	13 x 15,5 km	1½	4
Viborg Amt	Vibor	5 profiler	9 * 5 km	2	4
Nordjyllands Amt	Gislum	7 profiler	4 * 3 km	3	5

Tabel 7.1 Oversigt over de modellerede områder og hvilken modelleringstype der er anvendt.

Københavns & Frederiksberg Komm.

Data over modelområdet er vedlagt som en Excel-fil med horisontal og vertikal hydraulisk ledningsevne for alle celler i modellen. Den geologiske model består af lag af moræneler - smeltevandssand - øvre Kbh. kalk - mellem Kbh. kalk - nedre Kbh. kalk - Bryozokalk. Modellen er på ca. 2 * 2 km og er et udsnit af den 3D model der omfatter hele Københavns og Frederiksberg kommuner. Modellen er kalibreret i ModFlow. Modellen opdateres halvårligt med geologi og hydrologi.

Københavns Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en Excel-fil med. De geologiske modeller består begge af lag af moræneler - smeltevandssand - moræneler - smeltevandssand - kalk. Ishøj modellen er ca. 6 * 3 km og Gladsaxe modellen er ca. 4 * 3 km.

Frederiksberg Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en Excel-fil med DGU-nr., UTM-koordinater, kote, top og bund af lag, lithologi og lagnummer. Den geologiske model består af lag af vekslende lag af moræneler og smeltevandssand oven på kalk. Området er valgt da der er en kompliceret geologi i et nitratbelastet område. Modelområdet dækker indvindingsoplandet til Skuldelev vandværk i alt ca. 2 km².

Roskilde Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en DBF-fil med DGU-nr., top og bund af lag, bjergart, DGU-symbol, lagnummer og UTM-koordinater. Den geologiske model består af lag af smeltevandssand - moræneler - smeltevandssand - moræneler og grønsands ler - kalk. Modelområdet er 1 * 6 km og dækker det estimerede grundvandsopland for GRUMO-boringerne i Torkilstrup (beregnet ud fra det primære magasin).

Vestsjællands Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en Excel-fil med DGU-nr., sted, UTM-koordinater, kote, top og bund af lag, lagnummer og lithologi. Den geologiske model består af vekslende lag af moræneaflejringer og smeltevandsaflejringer. Modelområdet er ca. 7,5 * 8 km og er valgt da det er planlagt at øge indvindingen fra området. Modellen er opbygget med Visual ModFlow og der er udført en hydrologisk modellering af området.

Storstrøms Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en dBase-fil med DGU-nr., UTM-koordinater, terræn, top og bund af lag, geologi og lagnummer. Den geologiske model består af lag af moræneaflejringer (med sekundære lag af smeltevandssand) - smeltevandsaflejringer - kalk. Området er ca. 7,5 * 7,5 km. Modellen er opbygget ved hjælp af geologiske og geoelektriske data.

Bornholms Amt

Data over modellen ligger som x - y værdier i et regneark. Den geologiske model består af Kvartære lag underlejret af hældende lag af - Grønne skifre (lavperm.) - grønne skifre + Balkasandsten (perm.) - Balkasandsten (lavperm.) - Balkasandsten (perm.) - grundfjeld (opsprækket). Modelområdet er ca. 4 * 3 km, og modellen er opbygget ud fra et 2D tværprofil.

Fyns Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en Excel-fil med DGU-nr., UTM-koordinater, terræn, bundkote, lagbund, lag tykkelse, lithologi og lagnummer. Den geologiske model består af en umættet zone, ler, post glaciale aflejringer - et lav perm. dæklag - smeltevandsaflejringer - lav perm. dæklag - smeltevandsaflejringer (primært regionalt magasin) - lav perm. dæklag (ofte fed ler af Selandien alder) - prækvartære vandførende lag. Modelområdet er en del af Fynsmodellen og har ikke egentlige rande. Der er præsenteret både geologiske- og model profiler.

Sønderjyllands Amt

DGU-nr., UTM-koordinater, dybde, top og bund af lag, lithologi, lag nummer, kote, bemærkning. Den geologiske model består af vekslende smeltevands og moræne aflejringer over glimmer ler. Området er valgt da det ligger i et særligt drikkevandsområde og er ca. 7 * 4 km. Den geologiske model dækker et område der er væsentligt større end GRUMO området for at få plads til ordentlige randbetingelser.

Ribe Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en Tekst-fil med: DGU-nr., UTM-koordinater, terrænkote, top og bund af lag, lithologi og lag-nr. Den geologiske model består af vekslende lag af smeltevands og moræneaflejringer over vekslende perm. (kvarts-, glimmersand og kvartsgrus) og lav perm. lag (glimmerler, glimmer silt). Laginddelingen er meget detaljeret og en den lag findes ikke i alle borer. Modellen går ned til 147 meter under terræn.

Vejle Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en Excel-fil med: UTM-koordinater, terrænkote, lag af top, lagtykkelse for de fem lag, for alle celler i modelområdet. Den geologiske model består af smeltevandsaflejringer - moræneaflejringer - smeltevandsaflejringer - tertiært sand og silt (med indslag af sandlag) - kvartssand. Den geologiske model er på 14 * 12 og afgrænser et grundvandsopland på ca. 90 km². Modellen er opstillet ved at lave syntetiske boringer i hver profil skæring.

Ringkøbing Amt

Den geologiske model består af vekslende glaciale lag over vekslende tertiære aflejringer. Flere af lagene består af en blanding af glaciale og tertiære aflejringer (fx smeltevandssand, kvartssand og glimmersand). Området er afgrænset på baggrund af grundvandspotentialer i de dybereliggende magasiner. Området dækker ca. 40 * 20 km.

Århus Amt

Den geologiske model består af moræneler - smeltevandssand - moræneler - smeltevandssand - prækvartære aflejringer. Modelområdet er ca. 13 * 15,5 km og er valgt da området ligger inden for det område af Århus hvor der eksisterer en hydrologiske model. Modellen er et udsnit af denne 3D model opbygget i Mike-SHE. Modellen indeholder hele grundvandsoplandet til Kasted- og Lyngby kildepladserne og hænger sammen med den regionale model

Viborg Amt

Data over modelområdet er vedlagt som en Excel-fil med: DGU-nr., UTM-koordinater, Kote, lag bund og top, DGU-symbol, Lagnummer, Vandspejlskote, Magasin nummer. Den geologiske model består af smeltevandssand - moræneaflejringer - smeltevandsaflejringer med indslag af kvartssand og glimmersand - tertiære lag. Modellen er opstillet på baggrund af både geologiske og geoelektriske data.

Nordjyllands Amt

Fil med DGU-nr., UTM-koordinater, top og bund af lag. Den geologiske model består af fem gennemgående lag: sand - ler - sand - ler - sand, hver der kan forekomme linser af andre aflejringer i de enkelte lag. Området er ca. 4 * 3 km og er valgt da det er et spændende område med tre magasiner der indvindes fra, og hvor der er problemer med nitrat.

Litteratur

- Aktor, H., 1990: Okkerslam: Et naturprodukt eller kemisk affald? - Vandteknik, 1, 1990.
- Appelo, C.A.J. & Postma, D., 1993: Geochemistry, groundwater and pollution. – A.A.Balkema, Rotterdam.
- Bornholms Amt, 1998: Vandforsyning på Bornholm 1997.
- Bornholms Amt, 1998: Vandmiljøovervågning. Grundvand 1997.
- Danmarks Miljøundersøgelser, 1998: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. landovervågningsoplande. – Faglig rapport fra DMU nr... 1997.
- Danske Vandværkers Forening, Miljøstyrelsen & GEUS, 1997: Vandforsyningsstatistik 1997.
- Frederiksborg Amt, 1998: Grundvandsovervågning 1998
- Fyns Amt, 1998. Beretning over Fyns Amts miljøtilsyn i 1997.
- Fyns Amt, 1998. Landovervågning 1997. - Vandmiljøovervågning.
- Fyns Amt, 1998: Grundvand 1997. - Vandmiljøovervågning.
- GEUS, 1995. Grundvandsovervågning 1995. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse.
- GEUS, 1996. Grundvandsovervågning 1996. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse.
- GEUS, 1997. Grundvandsovervågning 1997. 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, 1998: Vandmiljøplan Københavns Amt. Grundvandsovervågning 1997. – Miljøserie nr. 84.
- Københavns kommune, Frederiksberg kommune, 1998: Statusrapport for 1997. Vandmiljøplanens grundvandsdel, overvågningsområde nr. 13.
- Miljøministeriet, 1988: Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. - Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988.
- Miljøstyrelsen, 1989: Vandmiljøplanens overvågningsprogram. – Miljøprojekt nr. 115.
- Miljøstyrelsen, 1993: Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993-97. - Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1993.

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

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

Miljøstyrelsen, 1998: Nationalt program for overvågning af vandmiljøet 1998 - 2003. – Udkast af 4. november 1998 til Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. ..., 1999

Nordjyllands Amt, 1998: Vandmiljøovervågning. Landovervågning 1997.

Nordjyllands Amt, 1998: Vandmiljøovervågning. Grundvandsovervågning.

Ribe Amt, 1998: Grundvand, Vandmiljøovervågning.

Ringkjøbing Amt, 1998: Vandmiljøovervågning. Grundvand 1997.

Roskilde Amt, 1998: Grundvandsovervågning. Status for Vandmiljøplanens grundvandsdel. Med bilag.

Storstrøms Amt, 1998: Vandmiljøplanen. Grundvandsovervågning 1997.

Storstrøms Amt, 1998: Vandmiljøplanen. Landovervågning 1997.

Sønderjyllands Amt, 1998: Vandmiljøovervågning. Teknisk rapport. Grundvandsovervågning.

Sønderjyllands Amt, 1998: Vandmiljøovervågning. Teknisk rapport. Landovervågning.

Vejle Amt, 1998: Grundvandsovervågning i Vejle Amt 1997.

Vestsjællands Amt, 19938: Vandmiljøovervågning. Grundvand 1997.

Viborg Amt, 1998: Vandmiljøovervågning. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Grundvand 1997.

Århus Amt, 1998: Statusrapport 1997. Grundvandsovervågning i Århus Amt. Teknisk Rapport.

Bilag

- Bilag 1 **Nikkel.** Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 20 µg/l nikkel.
- Bilag 2 **Zink.** Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 100 µg/l zink.
- Bilag 3 **Organiske mikroforureninger** analyseret i vandprøver fra grundvandsovervågningsfiltre (grundvandsovervågning 1989 - 1997).
- Bilag 4 **Organiske mikroforureninger** analyseret i vandprøver fra vandindvindingsboringer (vandværkernes boringskontrol 1989 - 1997).
- Bilag 5 **Pesticider, metabolitter og mulige metabolitter** analyseret i vandprøver fra grundvandsovervågningsfiltre (grundvandsovervågning 1997).
- Bilag 6 **Pesticider, metabolitter og mulige metabolitter** analyseret i vandprøver fra vandindvindingsboringer (vandværkernes boringskontrol 1997).

Bilag 1. Nikkel. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 20 µg/l nikkel. Filtre med stigende koncentration eller konstant koncentration over grænseværdien for drikkevand er fremhævede med gråtone raster.

Filter nr.	Amt	Filter - dybde	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
			µg/l							
13.11.05.01	Kbh./Frb. K.	16,50	10,0	38,5	-	0,6	-	-	2,8	-
13.11.18.01	- " -	12,00	45,8	-	47,8	39,0	-	-	50	-
13.11.18.02	- " -	8,20	-	-	-	-	-	38	48	-
13.11.14.01	- " -	23,50	1,3	-	-	27,4	-	4,1	-	-
15.14.04.01	København	13,70	-	9,1	11,2	21,5	-	8,8	-	-
25.11.01.01	Roskilde	10,00	106,0	95,0	54,0	93,0	100,0	75,0	61	51
	- " -	- " -	-	-	110,0	99,0	90,0	4,2	34	58
	- " -	- " -	-	-	82,0	30,0	78,0	34,0	61	35
	- " -	- " -	-	-	-	140,0	-	-	29	38
25.11.02.01	- " -	9,80	-	-	4,9	-	-	71	-	-
25.11.03.01	- " -	10,00	32,1	38,0	36,7	24,0	29,0	14,0	35	23
	- " -	- " -	-	-	23,0	31,0	30,0	28,0	30	21
	- " -	- " -	-	-	-	24,0	-	34,0	35	28
	- " -	- " -	-	-	-	33,0	-	27,0	-	21
30.01.06.02	Vestsjælland	25,5	-	3,8	-	-	-	22	-	-
30.13.01.03	- " -	2,50	-	45,6	-	-	0,38	-	-	-
35.13.03.02	- " -	15,00	90,0	-	96,0	100,0	-	-	130	-
50.11.02.02	Sønderjylland	3,70	25,0	-	29,0	33,0	-	29,0	-	-
50.11.04.02	- " -	1,80	27,0	-	34,0	-	-	-	30	-
50.11.05.03	- " -	1,50	-	57,0	-	52,0	-	-	-	-
50.12.08.03	- " -	26,00	-	-	21,0	7,1	-	-	5,8	-
55.11.03.01	Ribe	11,50	-	-	-	110,0	-	53,0	-	-
55.11.04.01	- " -	11,50	-	-	-	-	-	390	-	-
55.11.06.03	- " -	7,00	-	-	36,0	-	-	46,0	-	-
55.11.07.02	- " -	10,50	-	-	-	59,0	-	-	77	-
55.11.10.01	- " -	14,50	-	-	24,0	-	-	21,6	-	-
55.12.07.02	- " -	19,50	-	-	-	33,0	-	-	64	-
55.13.12.06	- " -	22,00	-	-	-	-	-	-	32	-
60.11.10.03	Vejle	12,70	-	22,0	19,0	-	-	20,0	-	-
60.11.11.01	- " -	6,60	22,0	-	22,0	-	-	16,0	-	-
60.14.13.02	- " -	17,60	-	28,0	30,0	-	-	36,0	-	-
65.11.02.02	Ringkjøbing	4,60	-	6,3	6,3	-	7,4	-	-	34
65.11.03.02	- " -	12,20	-	28,9	50,0	-	-	-	-	9,4
65.13.01.02	- " -	10,00	-	26,2	37,4	-	-	53,0	-	-
65.13.01.03	- " -	6,50	-	18,6	23,8	-	-	20,0	-	-
65.13.02.01	- " -	19,00	-	23,7	45,9	-	-	39,0	-	-
65.13.03.01	- " -	13,50	-	56,4	30,9	-	-	44,0	-	-
65.13.03.02	- " -	12,00	-	40,8	21,1	-	-	0,12	-	-
65.13.03.03	- " -	7,60	-	24,6	29,6	-	-	37,0	-	-
65.13.04.01	- " -	20,60	-	43,0	26,7	-	-	54,0	-	-
65.13.05.01	- " -	31,50	-	15,3	21,9	-	-	21,0	-	-
76.13.01.04	Viborg	6,50	-	57,5	-	-	56,0	-	-	21
80.12.10.01	Nordjylland	23,00	-	-	20,3	-	18	-	-	19,6
80.13.07.03	- " -	- " -	-	0,08	-	-	-	0,10	-	29

Bilag 2. Zink. Oversigt over aktive overvågningsfiltre med mere end 100 µg/l zink. Filtre med stigende koncentration eller konstant koncentration over grænseværdien for drikkevand er fremhævede med gråtone raster.

Filter nr.	Amt	Filter - dybde	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
			µg/l							
13.11.05.02	Kbh/Frb. K.	22,50	132	105	-	94	-	-	50	-
13.11.16.01	- "-	27,70	-	-	-	-	-	120	-	-
13.11.16.02	- "-	23,70	-	-	-	-	-	860	-	-
13.11.16.03	- "-	13,80	-	-	-	-	-	140	-	-
13.11.18.01	- "-	12,00	41	-	56	102	-	-	74	-
20.01.05.01	Frederiksborg	98,2	-	112	-	-	-	-	-	-
20.12.06.01	- "-	23,10	-	<0,5	-	-	-	200	-	-
30.13.01.03	Vestsjælland	2,50	-	580	-	-	11	-	-	-
35.11.07.01	Storstrøm	11,40	35	-	12	-	260	-	-	9,2
35.11.09.01	- "-	11,00	3	440	-	-	110	-	-	5,1
35.13.03.02	- "-	15,00	120	170	-	100	-	-	160	-
40.01.03.01	Bornholm	27,20	3	-	370	-	490	-	-	770
40.01.03.02	- "-	6,60	-	157	430	-	430	-	-	710
40.01.04.01	- "-	28,70	2	-	180	-	-	50	-	-
40.01.04.02	- "-	8,20	1	-	150	-	70	-	-	43
42.02.10.03	Fyn	11,50	-	-	-	-	-	170	-	-
42.11.09.02	- "-	45,30	-	-	-	-	-	220	-	-
42.11.09.03	- "-	11,40	-	-	-	-	-	160	-	-
42.12.03.02	- "-	21,00	-	103	-	-	-	40	-	-
42.12.08.01	- "-	20,50	-	4	5	-	-	180	-	-
42.13.02.04	- "-	11,20	-	324	24	2	-	-	1,9	-
42.13.02.05	- "-	6,20	-	176	-	-	4	-	1,5	-
42.13.07.04	- "-	25,00	-	-	-	-	-	740	-	-
42.13.07.05	- "-	12,50	-	-	-	-	-	120	-	-
42.14.09.01	- "-	54,00	-	-	-	-	-	150	-	6,4
42.14.09.02	- "-	41,00	-	-	-	-	-	250	-	60
50.11.01.03	Sønderjylland	37,00	-	< 1,6	-	-	0,4	0,2	-	390
50.11.05.03	- "-	1,50	-	128	72	88	-	-	-	-
50.13.10.01	- "-	17,00	-	78	-	-	82	-	-	140
55.01.09.01	Ribe	5,12	-	-	-	1.100	630	-	-	660
55.01.13.01	- "-	18,00	-	-	110	-	-	84	-	-
55.11.04.01	- "-	11,50	-	-	-	-	-	280	-	-
55.11.07.02	- "-	10,50	-	-	-	150	-	-	132	-
55.11.10.01	- "-	14,50	-	-	130	-	-	45	-	-
55.13.06.01	- "-	16,50	151	-	-	-	40	-	-	20,8
55.13.10.01	- "-	64,00	-	-	-	-	510	-	-	-
60.11.02.01	Vejle	55,00	-	180	250	-	-	240	-	-
60.11.04.01	- "-	43,70	128	-	7	-	-	8	-	-
60.14.13.02	- "-	17,60	-	199	220	-	-	190	-	-
65.13.04.01	- "-	20,60	-	239	210	-	-	190	-	-
65.13.05.01	- "-	31,50	-	159	73	-	94	-	-	-
65.14.01.01	- "-	26,30	23	-	37	-	-	110	-	-
65.14.01.03	- "-	8,00	-	319	-	-	-	-	-	-
76.12.01.01	Viborg	51,00	-	407	910	-	-	16	-	-
76.12.10.01	- "-	70,00	264	-	600	-	-	1	-	-
76.13.04.02	- "-	13,50	146	-	-	14	-	-	1,4	-
80.11.15.03	Nordjylland	21,00	-	1	125	-	-	14	-	-

Bilag 3 *Organiske mikroforureninger analyseret i vandprøver fra grundvandsovervågningsfiltre (grundvandsovervågning 1989 – 1997).
0 = analyseret, men ikke fundet*

Organiske mikroforureninger	Analyser med fund
Anioniske detergenter	1.667
AOX	715
AOX, filtreret	49
Benzen	202
Chlormethylphenoler	0
Cresoler	0
M-cresol	0
Dibromethan	0
Dibuthylphthalat	4
Dichlorethan	0
Dichlormetan	0
2,4-dimethylphenol	9
2,5-dimethylphenol	0
2,6-dimethylphenol	4
3,4-dimethylphenol	2
3,5-dimethylphenol	0
Ethylbenzen	7
2-methylphenol	2
4-methylphenol	24

Organiske mikroforureninger	Analyser med fund
Naphthalen	32
4-nonylphenol	0
Olie	0
Tetrachlorkulstof	18
Tetrachlorphenol	0
Toluen	172
1,1,1-trichlorethan	51
Trichlorethen	81
Trichlormethan	166
Trihalomethaner	3
Trimethylenamin	0
Vinylchlorid	0
VOC	0
VOX	285
Xylen	0
O-xylen	46
M-xylen	0
P-xylen	18
M+P-xylen	82

Bilag 4 Organiske mikroforureninger analyseret i vandprøver fra vandindvindingsboringer (vandværkernes boringskontrol 1989 - 1997).
0 = analyseret, men ikke fundet

Organiske mikroforureninger	Analyser med fund
Anioniske detergenter	0
AOX	154
AOX, filtreret	4
Benzen	159
Chlormethylphenoler	0
Cresoler	1
M-cresol	0
Dibromethan	0
Dichlorethan	0
Dichlormetan	0
2,4-dimethylphenol	23
2,5-dimethylphenol	2
2,6-dimethylphenol	52
3,4-dimethylphenol	0
3,5-dimethylphenol	1
Ethylbenzen	20
2-methylphenol	5
4-methylphenol	16

Organiske mikroforureninger	Analyser med fund
Naphthalen	37
Olie	128
Tetrachlorethen	362
Tetrachlorkulstof	45
Tetrachlorphenol	0
Toluen	172
1,1,1 trichlorethan	216
Trichlorethen	733
Trichlormethan	170
Trihalomethaner	0
Trimethylenamin	0
Vinylchlorid	8
VOC	1
VOX	61
Xylen	24
O-xylen	41
M-xylen	1
P-xylen	4
M+P-xylen	73

Bilag 5 Pesticider, nedbrydningsprodukter og mulige nedbrydningsprodukter
analyseret i vandprøver fra grundvandsovervågningsfiltre (grundvandsovervågning 1997).
0 = analyseret, men ikke fundet

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Alachlor	0
Aldicarb	0
Aldrin	0
AMPA	0
Atrazin	121
Desethylatrazin	75
Desisopropylatrazin	49
Hydroxyatrazin	6
Benazolin-ethyl	0
Bentazon	38
Bromacil	0
Bromophos	0
Bromophos-ethyl	0
Bromoxynil	0
Carbofenotion	0
Carbofuran	0
4-chlor, 2-methylphenol	14
6-chlor, 2-methylphenol	2
Chlordan	0
Chlorfenvinphos	0
Chloridazon	1
Chlormethylphenoler	0
Chlorphenol	0
Chlorpyrifos	0
Chlorsulfuron	0
Cis-1,2-dichlorethyl	0
Cis-dichlorethylen	0
Clopyralid	0
4-CPP	0
Cyanazin	0
Cycloat	0
2,4-D	13
2,6-D	0
2,6-DCPP	0
DDD, o,p-	0
DDD, p,p-	0
DDE, o,p-	0
DDE, p,p-	0
DDT, o,p-	0
DDT, p,p-	0
Diazinon	0

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Dicamba	0
Dichlobenil	6
Dichlorprop	113
4,6-dichlor, 2-methylphenol	0
2,6-dichlorbenzamid	177
2,6-dichlorbenzosyre	0
1,1-Dichlorethen	0
2,4-dichlorphenol	22
2,6-dichlorphenol	6
Dieldrin	0
Dimethoat	0
Dinoseb	10
Dinoterb	0
Diuron	0
DNOC	5
Endosulfan, alpha	0
Endosulfan, beta	0
Endrin	0
Esfenvalerat	0
Ethofumesat	0
Ethylentiurea	0
Fenitrothion	0
Fenpropimorph	0
Fenvalerat	0
Flamprop	0
Isopropylflamprop-M	0
Fluazifop	0
Fluazifop-butyl	0
Fonofos	0
Glyphosat	0
HCH-alfa	0
HCH-beta	0
HCH-delta	0
Heptachlor	0
Heptachlorreponoxid	0
Heptenophos	0
Hexachlorbenzen	0
Hexazinon	6
Imazalil	0
Ioxynil	0
Isoproturon	1

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Isoxaben	0
Lenacil	0
Lindan	0
Linuron	0
Malathion	0
MCPA	41
MCPB	0
Mechlorprop	63
Metamitron	1
Metazachlor	0
Methabenzthiazuron	0
Methomyl	0
Metolachlor	0
Metribuzin	5
Metsulfuron methyl	0
Mirex	0
Parathion	0
Parathion-methy	0
Pendimethalin	0
Pentachlorphenol	7
Phenmedipham	0
Phenol	103

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Pyrimicarb	0
Prochloraz	0
Prometryn	0
Propazin	0
Propiconazol	0
Propyzamid	0
Sebutylazin	0
Simazin	43
Terbacil	0
Terbuthylazin	3
Hydroterbuthylazin	1
Tetrachlorphenol	0
2,3,4,5-tetrachlorphenol	1
2,3,4,6-tetrachlorphenol	5
2,3,5,6-tetrachlorphenol	1
Thifensulfuron methy	0
Trans-1,2-dichloreth	0
Triadimenol	0
Triasulfuron	0
2,4,5-T	0
2,4,6-trichlorphenol	3

Bilag 6 Pesticider, nedbrydningsprodukter og mulige nedbrydningsprodukter
analyseret i vandprøver fra vandindvindingsboringer (vandværkernes boringskontrol 1997).
0 = analyseret, men ikke fundet

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Alachlor	0
Aldicarb	0
Aldrin	0
AMPA	0
Atrazin	260
Atrazin, desethyl-	67
Atrazin, desisoprop	38
Atrazin, hydroxy	3
Azinphos-ethyl	0
Azinphos-methyl	0
Benazolin-ethyl	0
Bentazon	52
Bromacil	0
Bromophos	0
Bromophos-ethyl	0
Bromopropylat	0
Bromoxynil	0
Bupirimat	0
2C6MPP, 2-(2-chlor-6 methylphenol)	0
Captafol	0
Carbaryl	0
Carbendazim	0
Carbofenotion	0
Carbofuran	0
2CCP, 2-(2-chlorphenol)	0
4-CCP	18
4CCP, 2-(4-chlorphenol)	2
Chinomethionat	0
4-chlor, 2-methylphenol	9
4-chlor-3-methylphenol	1
6-chlor,2-methylphenol	7
Chlordan	0
Chlorfenvinphos	0
Chloridazon	0
Chlormefos	0
Chlormethylphenoler	0
Chlorothalonil	0
Chlorphenol	0
4-chlorphenol	0
Chlorphenol, (m og p)	0

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Chlorpropham	0
Chlorpyrifos	0
Chlorpyrifos-methyl	1
Chlorsulfuron	0
Cis-dichlorethen	0
1,2-Cis-dichlorethen	10
Clopyralid	0
2CPA, 2-Chlorphenoxysyre	0
Cyanazin	0
Cyanofenphos	0
Cycloat	0
Cyfluthrin	0
Cypermethrin	0
2,4-D	11
2,4-DB	0
2,6-DCPP	1
DDD, o,p-	0
DDD, p,p-	0
DDE, o,p-	0
DDE, p,p-	0
DDT, o,p-	0
DDT, p,p-	0
4,6-dichlor, 2-methylp	76
2,6-Dichlorbenzamid	796
2,6-dichlorbenzosyre	0
2,4-dichlorphenol	8 el.10
2,6-dichlorphenol	5
Deltamethrin	0
Desmetryn	0
Diazinon	0
Dibenzofuran	0
Dicamba	0
Dichlobenil	14
1,1-dichlorethen	0
Dichlorfluamid	0
Dichlorprop	203
Dieldrin	0
Dimetachlor	0
Dimethoat	0
Dinoseb	3

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Dinoterb	1
Diuron	5
DNOC	1
Endosulfan, alpha	0
Endosulfan, beta	0
Endrin	0
Esfenvalerat	0
Ethion	0
Ethofumesat	0
Ethylentiurea	2
Fenchlorphos	0
Fenitrothion	0
Fenpropimorph	0
Fenson	0
Fenvalerat	0
Flamprop	0
Isopropylflamprop-M	0
Fluazifop	0
Fluazifop-butyl	0
Flucythrinat	0
Fonofos	0
Formothion	0
Glyphosat	0
HCH-alfa	0
HCH-beta	0
HCH-delta	0
Heptachlor	0
Heptachlorepoxyd	0
Heptenophos	0
Herbicer	1
Hexachlorbenzen	0
Hexazinon	37
Hydroxyterbutylazin	0
Imazalil	0
Ioxynil	2
Iprodion	0
Isofenphos	0
Isoproturon	7
Isoxaben	0
Lenacil	0
Lindan	0
Linuron	0
Malathion	0
MCPA	32

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
MCPB	0
Mecarban	0
Mechlorprop	157
Metalaxyl	0
Metamitron	1
Metazachlor	0
Methabenzthiazuron	0
Methidathion	0
Methomyl	0
Methoxychlor	0
Metolachlor	0
Metribuzin	1
Metsulfuron methyl	0
Mirex	0
Parathion	0
Parathion-methy	0
Pendimethalin	4
Pentachlorphenol	8 el. 9
Permethrin	0
Pesticider	18
Phenmedipham	0
Phenol	136
Phosalon	0
Phosmet	0
Phosphamidon	0
Pirimicarb	0
Pirimiphos-methyl	0
Prochloraz	0
Procymidon	0
Promecarb	0
Prometryn	0
Propachlor	0
Propazin	0
Propham	0
Propiconazol	1
Propoxur	0
Propyzamid	0
Prothiofos	0
Pyrazophos	0
Quinalphos	0
Sebutylazin	0
Simazin	114
Sulfotep	0
2,4,5-T	0

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Terbacil	0
Terbuthylazin	3
Desethylterbuthylazin	0
Hydroterbuthylazin,	1
Terbutryn	0
Tetrachlorphenol	0
2,3,4,5 tetrachlorphenol	0
2,3,4,6-tetrachlorphenol	1
2,3,5,6-tetrachlorphenol	2
Tetrachlorinfos	0
Tetradifon	0
Thiabendazol	0
Thifensulfuron methyl	0

Pesticider og nedbrydningsprodukter	Analyser med fund
Tolclofos-methyl	0
Tolyfluanid	0
Trans-1, 2-dichlorethen	4
Triadimefon	0
Triadimenol	0
Triallat	0
Triasulfuron	0
Triazophos	0
Trichlorethan	1
2,4,6-trichlorphenol	3
Trifluralin	0
Vinclozolin	0



Betydelige dele af det øvre grundvand i Danmark er belastet med nitrat, der især hidrører fra landbruget, og pesticider, der hidrører fra landbrug og brug i bymæssig bebyggelse og langs veje og jernbaner. I de senere år er mange boringer med højt nitrat- eller pesticidindhold blevet lukket.

I dag er 2/3 af de undersøgte drikkevandsboringer nitratfri. Hver 10. boring indeholder nitrat over den vejledende grænseværdi for drikkevand på 25 mg/l og enkelte boringerne indeholder mere end de 50 mg/l som er tilladt.

I grundvandsovervågningen, hvor boringer ikke lukkes fordi nitratindholdet er højt, ses et mere nuanceret billede af grundvandets kvalitet. Således viser overvågningen, at nitratindholdet i 15 - 20% af grundvandet fra overvågningsboringerne overskrider grænseværdien for drikkevand på 50 mg/l, og i Vestjylland registreres et stadigt stigende nitratindhold.

Af de over 100 pesticider og nedbrydningsprodukter, der er analyseret for i forbindelse med overvågningen af grundvandet i Danmark, er der påvist 35. De fleste heraf er dog kun fundet i få boringer.

De påviste pesticider og nedbrydningsprodukter er fundet i mere end hver 6. af alle undersøgte boringer og i mere end 25% af de boringer, der indvinder terrænnært grundvand (10 – 20 meters dybde). Mere end hver 8. boring har et indhold af pesticider eller nedbrydningsprodukter der ligger over det højest tilladte i drikkevand (0,1 µg/l).

Endelig er det værd at notere, at vandindvindingen på almindelige vandværker er faldet 25% i løbet af de sidste 10 år.