

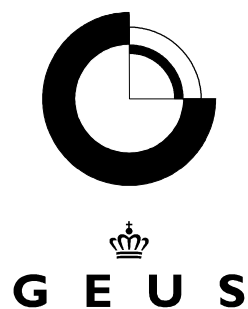
FORÆLDET udgave

Se venligst:

<http://www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/grundvandsovervaagning.htm>

**Teknisk anvisning for**  
**Grundvandsovervågningen**

**Version 2 ( 5. oktober 1999)**





# Indholdsfortegnelse

<b>INDLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>GRUNDEVANDSOVERVÅGNING</b> .....	<b>7</b>
PRINCIPPER FOR GRUNDEVANDSOVERVÅGNINGEN .....	10
INFORMATIONSTYPER .....	11
OPLANDSANALYSER .....	11
OVERSIGTSKORT OVER OVERVÅGNINGSOMRÅDERNE .....	12
PEJLINGER .....	14
KLIMADATA .....	14
<b>ETABLERING</b> .....	<b>15</b>
BORINGSUDFØRSEL .....	15
<i>Renpumpning</i> .....	15
<i>Boringstyper</i> .....	15
<i>Boringsidentifikation</i> .....	15
<i>Oplysninger om boringer</i> .....	15
UDBYGNING OG FILTERSÆTNING .....	16
RENOVERING AF OVERVÅGNINGSOMRÅDER .....	16
<i>Utætte boringer/"fremmed vand" i filteret</i> .....	16
<b>PRØVETAGNING</b> .....	<b>19</b>
FORPUMPNING .....	20
ON-LINE PRØVETAGNING OG FELTMÅLINGER .....	21
PRØVETAGNING I LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE .....	22
PRØVETAGNINGSPRAKSIS .....	23
<i>Blindprøver ved pesticidanalyse</i> .....	23
FILTRERING .....	24
FILTRERING I FELTEN .....	24
A: VANDPRØVER, DER SKAL FILTRERES I FELTEN .....	25
B: VANDPRØVER, DER IKKE BEHØVER AT FILTRERES I FELTEN .....	25
C: VANDPRØVER, DER IKKE MÅ FILTRERES .....	26
OPSUMMERING .....	26
MÆRKNING AF GRUNDEVANDSPRØVER .....	26
PRØVEOPBEVARING .....	26
<b>KEMISK ANALYSE</b> .....	<b>28</b>
HOVEDBESTANDDELE .....	28
SPORSTOFFER .....	28
<i>Uorganiske sporstoffer</i> .....	28
<i>Organiske mikroforureninger</i> .....	28
<i>Pesticider og pesticidmetabolitter</i> .....	29
LABORATORIEVALG .....	29
DETEKTIONSGRÆNSER .....	29
ALDERSBESTEMMELSER .....	29
OVERSIGTSSKEMA .....	30
<b>DATA</b> .....	<b>41</b>
INDBERETNING AF CFC-RESULTATER VIA STANDAT .....	41
INDBERETNING AF RETTELSER .....	42
STANDAT SERVICE PROGRAMMEL .....	42
<i>STANDAT-koder for modificerede analysemetoder</i> .....	42
DATABASESTRUKTUR .....	43
<i>Vurdering af datakvalitet</i> .....	43
RAPPORTERING .....	46
EVALUERING .....	46

TOLKNING AF DATA.....	47
DATABEHANDLING .....	48
GRUNDVANDSKLASSIFIKATIONER .....	48
<b>GRUNDVANDETS UDVEKSLING MED DE ØVRIGE DELE AF DET HYDROLOGISKE KREDSLØB.....</b>	<b>50</b>
<b>GEOLOGISKE MODELLER OG STRØMNINGSMODELLERING.....</b>	<b>51</b>
<b>ORDLISTE .....</b>	<b>53</b>
<b>STIKORDSREGISTER.....</b>	<b>54</b>
<b>LITTERATUR .....</b>	<b>55</b>
<b>BILAG 1 BAGGRUNDRAPPORTER FOR GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDERNE. ....</b>	<b>1</b>
<b>BILAG 2 ANALYSEPROGRAM FOR FILTRE I GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDERNE .....</b>	<b>3</b>

## Forord

Formålet med en teknisk anvisning er at angive entydige anvisninger for gennemførelsen af prøvetagning, analyser, kvalitetssikring og overførsel af data. En teknisk anvisning er bindende for programmets deltagere.

Målgruppen for denne tekniske anvisning er de personer og institutioner, der skal forestå etablering, prøvetagning, analysering, kvalitetssikring og dataoverførsel. Samtidig tjener anvisningen som teknisk dokumentation for de vilkår, hvorunder grundvandsovervågningen er foregået.

Ved vedtagelsen af NOVA-2003, hvor der skete en markant udvidelse af overvågningen af miljøfremmede stoffer og tungmetaller inden for alle dele af overvågningsprogrammet, havde disse stofparametre allerede været overvåget i grundvandet siden overvågningsstart i 1989. Der forelå derfor allerede før vedtagelsen af NOVA-2003 en lang række rapporter, referater og andre papirer, som udstak retningslinjer for forskellige dele af den tekniske gennemførelse af grundvandsovervågningen.

Fagdatacentret for grundvandsovervågning ved GEUS har i samarbejde med styregruppen for grundvandsovervågning og en række amter påbegyndt en samling og opdatering af disse informationer vurderet i lyset af den viden, erfaring og praksis, der siden overvågningsstart er akkumuleret hos overvågningsaktører.

En teknisk anvisning vil i sagens natur ikke være statisk, opsamling af viden og erfaring kan betinge opdateringer og teknologi-udvikling kan ændre praksis. Dertil kommer, at den aktive personkreds, især i amterne, ofte ændrer sig, medarbejdere forlader programmet og andre kommer til. Der er derfor i disse tekniske anvisninger indsat emner, som der refereres til ved litteraturhenvisninger, således at nye medarbejdere lettere kan finde det relevante materiale, uden at anvisningerne svulmer unødigt i omfang og dermed i anvendelighed.

Det er endvidere evident at udarbejdelsen af et komplet sæt af tekniske anvisninger er et meget omfattende stykke arbejde, der næppe kan siges at være fuldstændigt før om længere tid. Nærværende eksemplar af Tekniske anvisninger for grundvandsovervågningsprogrammet er derfor bygget op omkring en indholdsfortegnelse med en udfyldelse af de punkter, der vurderes at være mest akut behov for. Endvidere gøres der opmærksom på ændringer af praksis i forhold til det hidtidige overvågningsprogram.

Det er endvidere vigtigt at være opmærksom på, at der kan ske ændringer i anvisningerne som følge af udgivelse af nye bekendtgørelser fra Miljøministeriet, udgivelse af nye vejledninger fra Miljøstyrelsen eller som følge af beslutninger truffet i Aftaleudvalget. Der forventes således snarligt udgivet vejledninger fra Miljøstyrelsen vedrørende analysemetoder for miljøfremmede stoffer og indberetning af kvalitetsparametre for kemiske analyseresultater, ligesom det må antages, at der i medfør af kommende EU-direktiver kan ske en harmonisering af opgørelserne af vandforbruget på forbrugskategorier.

## Indledning.

Nærværende tekniske anvisning sammenfatter anvisninger, retningslinjer og praksis omkring varetagelsen af den nationale grundvandsovervågning. Indsamling af grundvandsprøver og analysering af disse stiller aktørerne over for en meget lang række af spørgsmål, hvoraf ikke alle kan besvares med fuldstændig sikkerhed. Det færdige produkt – det kemiske analyseresultat – er derfor ofte et resultat af en række valg og kompromiser, strækkende sig fra udvælgelsen af borelokaliteten, over valget af boremetode og boringsudbygning, til pumpevalg, prøveopsamling, . Dertil kommer, at de fysiske forhold, som er tilstede hvor prøven stammer fra, er ikke tilgængelige for direkte inspektion, da det foregår under terræn. Opbygningen af den danske undergrund varierer meget fra landsdel til landsdel, og er visse steder meget kompleks. Analyseresultaternes anvendelighed beror derfor på en vurdering af prøvens repræsentativitet – såvel tidsligt som rumligt - . Denne kan støttes på kontinuerte målinger af simple parametre i det oppumpede vand, men er også et resultat af den erfaring, som prøveindsamleren opbygger omkring forholdene i de enkelte overvågningsområder og den omhu og omtanke, der udvises under prøvetagningen under hensyntagen til aktuelle valg, som er gjort i den aktuelle boring.

De næste to faser i overvågningen, nemlig selve den kemiske analyse og dataindberetningen er anderledes håndfaste, og jo større uniformitet, der kan opnås, desto større sammenlignelighed vil der være mellem resultaterne og jo mere standardiseret dataindberetningen kan foregå, desto mindre er risikoen for fejl i datamaterialet og mindre tid vil den enkelte aktør skulle anvende på håndtering af data og på kvalitetssikring.

# Grundvandsovervågning

## Vandmiljøplanens Grundvandsovervågningsprogram - GRUMO

I offentligt regi gennemføres en overvågning af grundvandets generelle tilstand og udvikling ved at monitere grundvandsspejlets beliggenhed, den kemiske sammensætning og arealanvendelsen i 70 udvalgte områder fordelt jævnt over hele landet, men fortrinsvis i det åbne land, hvor arealanvendelsen er landbrugsdrift. Programmet indbefatter et samarbejde mellem Miljøstyrelsen, Fagdatacenter for grundvand ved GEUS, Københavns og Frederiksberg kommuner samt landets amtskommuner. Programmet koordineres af Aftaleudvalget, der er sammensat af repræsentanter for de nævnte administrationer. Programmets formål og omfang er beskrevet i "*Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993-1997, Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1993*". Derudover overvåges det unge grundvand i filtre etableret i de 5 landovervågningsoplande, de såkaldte LOOP-områder.

Resultaterne af overvågningen af grundvandet indberettes til Fagdatacenter for Grundvand ved GEUS.

Udgifterne til overvågningen afholdes af det offentlige.

Ud over Vandmiljøplanens overvågningsprogram forventes der i fremtiden at blive udarbejdet grundvandsovervågningsprogram for henholdsvis et særligt net af 400 vandforsyningsboringer til akut overvågning, et overvågningsprogram for områder med særlige drikkevandsinteresser, samt et overvågningsprogram til kontrol af Miljøstyrelsens godkendelser for så vidt angår pesticider

## Tilsyn knyttet til vandforsyning.

I medfør af "*Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988*" fastsættes der kvalitetskrav til drikkevand og hvilke undersøgelser der skal foretages af vandet såvel på indgangssiden som på udgangssiden af vandforsyningsanlægget, samt hvordan der skal føres kontrol med de indvundne vandmængder.

Tilsynet føres af kommunalbestyrelsen i den kommune, hvor anlægges vand forbruges. Kommunalbestyrelsen underretter amtsrådet om resultaterne af tilsynet.

Tilsynet med vandkvaliteten på indgangssiden af vandforsyningsanlægget - i daglig tale kaldet **boringskontrol eller råvandskontrol** - udføres på de enkelte indvindingsboringer.

Tilsynet med vandkvaliteten på udgangssiden af vandforsyningsanlægget - i daglig tale kaldet **drikkevandskontrollen** - opdeles i en række af omfang forskellige kontroltyper, nemlig forenklet kontrol, begrænset kontrol, normal kontrol og udvidet kontrol.

I medfør af "*Vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1990*" indberettes Drikkevandskvalitetsdata af amtet til "Rentvandsregisteret" - i daglig tale kaldet drikkevandsdatabasen - på GEUS..

Data fra boringskontrol indberettes af amtet til "Råvandsregisteret" - i daglig tale kaldet Grundvandskemidatabasen - på GEUS.

Udgifterne ved prøvetagningen og undersøgelserne afholdes af ejeren af vandforsyningsanlægget.

Der gennemføres herudover målinger af grundvandskvaliteten i forbindelse med depoter og andre punktforureninger

#### Litteraturindgang:

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993-1997, Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1993".*

*Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988"*

*Vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1990"*

*Miljøstyrelsen 1984: Kvalitetskrav til visse stoffer i drikkevandet. Vejledning nr. 2. Maj 1984*

#### VANDMILJØPLANENS OVERVÅGNINGSPROGRAM - NOVA 2003.

##### Organisering

Grundvandsovervågningen i såvel GRUMO som LOOP er en del af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, også kaldet NOVA 2003, der står for Nationalt Overvågningsprogram for Vandmiljøet. Programmet er organiseret med Aftaleudvalget som øverste beslutningsorgan. I Aftaleudvalget hvor Miljøstyrelsen har formandsposten, sidder der repræsentanter for amterne, Amtsrådsforeningen og fagdatacentre. Fagdatacentre er faglige organisationer, typisk Miljøministerielle sektorforskningsinstitutioner, der besidder speciel faglig ekspertise inden for et specifikt område af overvågningen. De specifikke områder omfatter Punktkilder, Landovervågningsoplande, Grundvand, Ferske vande, Marine områder og Atmosfærisk nedfald. For hver af disse områder er der nedsat en styregruppe (eller styringsgruppe), hvor et fagdatacenter har formandsposten og sekretæropgaven. Desuden deltager et mindre antal amtsrepræsentanter og repræsentanter fra andre fagdatacentre. I Styregruppen for Grundvand deltager desuden Danske Vandværkers Forening som repræsentant for Kommunernes Landsforening. Blandt styregruppernes opgaver er afholdelse af fagmøder, hvor alle aspekter af delprogrammet, men dog overvejende faglige, kan diskuteres af aktivt udøvende personale inden for overvågningsområdet, typisk amtsmedarbejdere, fagdatacentermedarbejdere, referencelaboratorier etc. Inden for Grundvandsovervågningen har amtsmedarbejdere fra de jyske amter plus Fyn dannet en ERFA-gruppe, hvor der kan udveksles erfaringer.

### Rapporteringer

Resultaterne af overvågningen beskrives, tolkes og vurderes i en række årlige rapporter. For hvert specifikke overvågningstema (grundvand, ferskvand, marine områder etc) udarbejdes hvert en amtsrapport. For hvert specifikke overvågningstema udarbejdes desuden en årlig fagdatacenterrapport, baseret dels på amtsrapporterne og dels på indberettede data, der tillader fagdatacentret at udarbejde landsdækkende analyser og vurderinger. På basis af fagdatacenterrapporterne udarbejder Miljøstyrelsen en sammenfattende rapport til Folketingets Miljøpolitiske Udvalg.

### Indberetninger

Resultaterne af overvågningen indberettes til fagdatacentrene til fastsatte terminer. For så vidt angår grundvandsovervågningen indberettes resultaterne langt overvejende elektronisk på diskette i STANDAT-format. Samtidig med indberetningen af overvågningsprogrammet indberettes resultaterne af den i amtet udførte Boringskontrol efter samme retningslinjer som gælder for overvågningen.

### Evalueringer

På Aftaleudvalgets foranledning gennemfører styregrupperne en årlig evaluering af overvågnings forløb, herunder indsamlingen af prøver og analyseringen heraf, indberetningen og rapporteringen

### Litteraturindgang:

*Den danske regerings "Handlingsplan mod forurening af det danske vandmiljø med næringsalte". 31 januar 1987.*

*Finansudvalget (1987): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. - Finansudvalget, Akt nr. 45 af 13. nov. 1987. 5 s.*

*Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg (1987): Bilagshæfte til Beretning om Vandmiljøhandlingsplanen. Beretning afgivet af miljø- og planlægningsudvalget den 30 april 1987. - Folketinget 1986-87, Blad nr. 1100.*

*Indenrigsministeriet, 1987: Aktstykke vedrørende bloktilskudskompensation af de amtskommunale merudgifter til overvågning af vandmiljøet. Den 19. oktober 1987.*

*Miljøstyrelsen (1989): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. - Miljøprojekt nr. 115, Miljøstyrelsen 1989. 64 s.*

*Rasmussen, P. og Gosk, E., DGU, (1990): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvand i landovervågningsoplandene. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern Rapport nr. 47, 1990.*

## Principper for grundvandsovervågningen

### Afgrænsning

Selve begrebet overvågning er defineret og afgrænset i forhold til andre lignende aktiviteter i indledningen til Det nationale Overvågningsprogram (REF) i henhold til følgende definitioner:

- Overvågning  
En *systematisk*, gentagen dataindsamling, bearbejdning og vurdering *over tid* efter et på forhånd fastlagt *design* med henblik på at påvise trends, problemområder og eventuelle årsagssammenhænge
- Tilsyn og kontrol  
Gentagen dataindsamling af et fastlagt sæt oplysninger, der anvendes til at kontrollere om vilkår for en tilladelse overholdes eller om en målsætning er opfyldt.
- Kortlægning/registrering  
En engangsforeteelse for at tilvejebringe et datamateriale, der evt. kan være en forudsætning for at kunne bearbejde overvågningsresultater.
- Undersøgelser/forskning  
En engangsforeteelse med et specifikt formål, som bl.a. kan være at vurdere et problems omfang og/eller behovet for overvågning

Hovedprincippet for grundvandsovervågningen er at det er en såkaldt 1. ordens overvågning, som beskrevet af Lars Jørgen Andersen.

Hovedprincippet for prøvetagningerne er udtrykt i programteksten for NOVA-2003, hvori det hedder, at "Et grundlæggende princip for valget af analysefrekvenser er, at jo nærmere et prøvetagningsfilter er ved terrænoverfladen, jo større variationer kan der forventes over året og jo hyppigere analyser er der behov for. En konsekvens af den allerede gennemførte overvågning af grundvandet er, at den etablerede viden giver mulighed for nedsættelse af analysefrekvensen for en del stoffer. Ved nærværende revision danner disse principper et generelt grundlag for etableringen af analysefrekvenser.

### Litteratur

Andersen, L.J., DGU (1987): *Grundvandsmoniteringsnet af 1. orden i Danmark. ATV-møde om grundvandsmonitering, 5-6 oktober 1987. Vingstedcentret.*

ATV (1987): *Grundvandsmonitering - . ATV-møde 5. - 6. okt. 1987. 96p*

## Informationstyper

Med baggrund i formålet med grundvandsovervågningen, som denne kommer til udtryk i programteksten til NOVA-2003 er det klart, at undersøgelser af grundvandets kemiske sammensætning, altså kemiske analyser har en meget fremtrædende plads i programmet, men derudover gennemføres der også en række andre undersøgelser som beskrevet nedenfor.

## Oplandsanalyser

### Arealanvendelse

På fagmødet for grundvandsovervågningen i januar 1993 blev det besluttet, at der skulle udarbejdes forslag til fælles retningslinier for en simpel opgørelse af arealanvendelsen inden for GRUMO-områderne. Efter at have gennemgået flere mulige forslag, satellitoptagelse, flyfoto m.m. er GEUS kommet til den konklusion, at opgørelsen inden for hvert GRUMO-område, som den finder sted i øjeblikket er en overkommelig arbejdsopgave og samtidig opfylder den detaljeringsgrad, som svarer til informationsniveauet i øvrigt i GRUMO-området, herunder strømningsmønsteret.

Begrundelsen for at opgøre arealanvendelsen er at finde en sammenhæng mellem denne og dens indvirkningen på grundvandets kvalitet. Der skal dog udvises stor forsigtighed ved relatering af en præcis arealanvendelse til de enkelte filtre, idet det yderst sjældent er den arealanvendelse, der er lige omkring filteret, således som det ideelt set er tilfældet ved vandskel. Der vil således sjældent kunne relateres et præcist areal til det enkelte filter, medmindre der foreligger detaljeret hydrogeologisk modellering. Ændret oppumpning eller ændrede nedbørsmængder vil ligeledes kunne indvirke på filtrenes opland.

Man skelner derfor mellem 4 hovedtyper af anvendelse:

- A: bebyggede/befæstede arealer, hvor påvirkningen overvejende stammer fra industri, serviceerhverv, trafik og privatboliger.
- B: landbrugsarealer, hvor påvirkningen overvejende udgøres af gødningsstoffer, organisk stof og sprøjtemidler.
- C: skov- og plantagearealer, hvor påvirkningen overvejende stammer fra sprøjtemidler.
- D: naturarealer, hvor der kun er baggrundspåvirkning (atmosfærisk).

Disse type kan underinddeles yderligere. Kort- og Matrikelstyrelsens 4-cm kort (1:25000) (KMS) indeholder det meste af arealinformationen, men der skal suppleres med en karakteristik af nogle arealtyper.

Den endelige karakteristik af arealanvendelsen er derfor som følger:

TYPE	BESKRIVELSE	KILDE
A1	bebyggede og befæstede arealer	KMS-kort
A2	større sammenhængende industriarealer	Rekognoscering
B1	landbrugsarealer i omdrift	Rekognoscering
B2	og med stort dyrehold	Rekognoscering
B3	landbrugsarealer med græs/vedvarende græs	Rekognoscering
B4	braklagt	Rekognoscering
C1	nåleskov	KMS-kort
C2	løvskov	KMS-kort
C3	juletræs- og pyntegrønns plantage	Rekognoscering
C4	frugtplantager og gartnerier	KMS-kort
D1	heder og overdrev m.m. (naturarealer)	KMS-kort
D2	sid bund; enge, søer, vandløb	KMS-kort

Opdateringen af informationen om arealanvendelsen tænkes udført efter amtets vurdering hvert 3. til 5. år afhængig af markante ændringer i området.

Arealanvendelsen relateret til filtre, herunder især nye filtre, der ikke er klassificeret tidligere eller omklassificering af tidligere klassificerede filtre, inkluderes i skemaform i den årlige amtsrapport

Arealkarakteristikken noteres på et kortblad over de enkelte GRUMO-områder.

I overvågningsrapporten fra 1991 fra DGU findes en grov opdeling af overvågningsområdernes arealanvendelse. Samme sted findes oplysninger om eventuelle depoter og/eller vandindvindingerne inden for områderne.

### **Oversigtskort over overvågningsområderne**

For hvert overvågningsområde udarbejdes og opdateres løbende et kort i fast målestok, som sammenknytter områdeafgrænsning, boringsplacering med tilhørende DGU-nr., arealanvendelsen og grundvandspotentiale, samt angivelse af den af GEUS foreslåede monitoringsstype.

Et sådan kort har to hovedformål:

1. at forøge læsbarheden af amtsrapporterne.

I rapportteksterne forekommer der ofte spredte løsrevne angivelser af, at der er fundet den eller den koncentration af dette eller hint stof i en given boring/filter.

Dette efterlader læseren med en udpræget fornemmelse af "nå, og hvad så". Det er derfor ønskværdigt, at referere sådanne oplysninger til et kort, der tillader læseren at gøre sig sine egne overvejelser om betydningen af oplysningen, såfremt den ikke er angivet af forfatteren.

2. at standardisere målestoksforholdene for de forskellige typer af kort, der er udarbejdet for GRUMO-områderne, samt i videst mulig grad at samtegne oplysningerne fra disse forskellige kort, så de kan præsenteres på ét kort.

Det viser sig, at det ikke er hensigtsmæssigt at anvende målestoksforholdet 1:10.000 for samtlige GRUMO-områder, da disse varierer i størrelse fra 0,4 km<sup>2</sup> til 50 km<sup>2</sup>. Man anmodes derfor at anvende enten målestoksforhold 1:10.000 eller 1:25.000. Målestoksforholdet skal fremgå af kortet.

Som kortgrundlag kan med fordel anvendes de til 1994-rapporten udarbejdede kort (topografisk kortgrundlag med arealanvendelsesbetegnelser).

Områdeafgrænsningen kan udgøre et problem, og kan tildels være udtryk for et valg/en definition, idet den bl. a. afhænger af oppumpningen inden for området og af nedbørens størrelse. I en del overvågningsområder kan der være tale om flere uafhængige reservoirer. Det kan således være nødvendigt at fremstille flere forskellige kort.

Potentiale-kurver (pejlekort) viser situationen til et givent tidspunkt, idet de også bl. a. afhænger af oppumpningen inden for området og af nedbørens størrelse. Ved udarbejdelsen af potentialekort bør der ikke foregives større nøjagtighed end datagrundlaget tillader.

Kortlegenden bør indeholde en "oversættelsestabel" mellem DGU-nr., GRUMO-nr. og eventuelt anden nummerering anvendt af amtet.

Moniteringstypen angives ved de i rapporten "Grundvand. Overvågning og problemer. DGU serie D, nr. 8, 1991" anvendte symboler, d.v.s. firkant for volumenmoniterende, trekant for linjemoniterende og cirkel for punktmoniterende. Forekommer der flere filtre i samme boring, angives disse på kortet i en lodret række med det øverste filter øverst.

En række beskrivende parametre er angivet i kapitlet "Boretekniske oplysninger".

Litteratur:.

*Brüsch, W., DGU, (1987): Grundvandskemi og arealanvendelse. Miljøministeriets projekundersøgelser 1986, Teknikerrapport nr. 12.*

## Pejlinger

Til en grov registrering af årsvariationen i grundvandsspejlet og dermed minimum og maksimum værdier vil det normalt være nødvendigt med mindst 4-6 målinger årligt. Der er dog ikke aftalt pejlerunder ud over dem, der sker i forbindelse med prøvetagningen. Dertil kommer, at filtre med Montejuspumper oftest ikke vil kunne pejles p.g.a. den påsvejsede top.

I LOOP foretages pejlinger af grundvandsstanden ved jordvandsstationer 1) 1 gang hver uge i vinterhalvåret 2) 1 gang hver måned i sommerhalvåret. Med henblik på en eventuel senere grundvandsmodellering af LOOP-områderne, bør der desuden som minimum pejles **1 gang hver anden måned** i udvalgte pejleboringer ved enkeltliggende grundvandsreder og dybere boringer/markvandingsboringer. Boringerne udvælges så der alt i alt er en rimelig fordeling af pejleboringer i det enkelte LOOP, såvel arealmæssigt som dybdemæssigt.

Det er vigtigt at grundvandsspejlet er i ro ved pejlingen. Det anbefales, at alle filtre pejles inden der fortømmes og udtages vandprøver til kemisk analyse. Hvis pejlingen foretages efter udtagning af vandprøver må det sikres at vandspejlet er genetableret og i ro, hvilket kan tage lang tid - timer.

Ved pejling i filtre med Montejuspumpe skal man være opmærksom på at den målte grundvandsstand er den maksimale siden sidste prøvetagning. Dette vil forekomme, hvis kontraventilen er helt tæt.

Litteratur:

*Christensen, N.B., 1992: Variationer i Grundvandsspejlet 1950 - 1990. Revideret udgave. Danmarks Geologiske Undersøgelses pejleboringer. - DGU Datadokumentation nr. 2 1992.*

## Klimadata

Der er centralt indgået aftale med DMI om en klimaoplysninger til brug for overvågningsprogrammet. Oplysningerne er tilgængelige på Internettet i det omfang amtet har ønsket at deltage.

# Etablering

## **Boringsudførelse**

Der stilles generelt meget store krav til boringer, der skal anvendes i grundvands-overvågningsprogrammet, da der måles en meget lang række uorganiske og organiske sporstoffer i meget lave koncentrationer på vandprøver fra disse boringer. Det er således vigtigt at imødegå risikoen for kontaminering af vandprøverne fra de anvendte materialer til såvel filterafpakning som "isenkram", der anvendes i boringsudbygningen. Ved skylleboringer ses ofte kraftig "afsmitning" fra skyllevandet ved de første prøvetagninger, antageligt p.g.a. for dårlig renpumpning. Overvågningsboringer bør derfor altid udføres som tørboringer (for definitioner se fx "Vandforsyning, Karlby og Sørensen, Teknisk Forlag, 1998")

En eventuel kontaminering vil vedvare i lang tid, da disse boringer ofte kun anvendes til udtagning af prøver, og derfor ikke gennemskylles af større vandmængder, som tilfældet er med boringer, hvorfra der indvindes drikkevand.

## **Renpumpning**

Pumpning, der udføres på nye boringer straks efter filtersætningen for at rense boringen for suspenderet materiale og evt. urenheder fra borearbejdet.

## **Boringstyper**

Der henvises til Vandforsyning, Karlby og Sørensen, Teknisk Forlag, 1998.

## **Boringsidentifikation**

Boringer, der indgår i overvågningsprogrammet, identificeres ved deres DGU-nummer, der er sammensat af henholdsvis Atlasbladnummer og Løbenummer, samt eventuelt et Bogstav, der i så tilfælde skal være "stort" (kapitæl). Derudover tildeles boringen et GRUMONummer, sammensat af Amtsnummer, Områdenummer og Boringsnummer, alle to cifrede og adskilt af punktummer; derudover tilføjes indtagningsnummer (filternummer) som fjerde led i GRUMONummeret.

## **Oplysninger om boringer**

En række permanente oplysninger registreres for hvert enkelt filter med henblik på at differentiere tolkningen af de kemiske analyseresultater, herunder

- Boringstype (boremetode og boringsudbygning)
- filterintervaller
- reservoirbjergart
- UTM-koordinater

Oplysningerne vil snarligt blive suppleret med oplysninger om, hvilke materialer, der er anvendt ved boringsudbygningen, herunder hvilke materialer, der er anvendt til fore-rør/stigrør.

se iøvrigt kapitlet "Databasestruktur"

## Udbygning og filtersætning

Filternummerering.

I grundvandsovervågningsprogrammet har der hidtil været opereret med begrebet filternummer, som har været en fortløbende nummerering af filtre begyndende med nummer 1 for det dybeste filter. Imidlertid indgår ordet "filternummer" ikke i STANDATkodelisterne. Her er begrebet omtalt som **indtagsnummer**. Denne praksis ønskes indført i grundvands-overvågningen fremover.

Ud over en mere entydig sprogbrug forlades den nuværende brug af ordet "filternummer" i forbindelse med udtagning af grundvandsprøver også fordi brugen af ordet er i konflikt med definitionen på et filter i ZEUS. I ZEUS er et filter et perforeret rørstykke med en bestemt veldefineret diameter. Følger flere perforerede rørstykker med forskellig diameter efter hinanden får disse rørstykker hver deres nummer (filternummer. I forhold til udtagning af grundvandsprøver er det i denne sammenhæng uden mening at tale om flere filtre, da vandet i filtrene er homogeniseret og ikke længere kan relateres til det enkelte rørstykke. Rørene udgør derimod et veldefineret **indtag**.

## Renovering af overvågningsområder

På given foranledning skal DGU gøre opmærksom på, at allerede anvendte "GRUMONUMRE" ikke kan genanvendes, da disse allerede markerer et antal prøver og analyser i databasen. Ved "renovering" af GRUMO-områder skal der anvendes ny, fortløbende nummerering til nye filtre.

### *Utætte boringer/"fremmed vand" i filteret*

At boringer kan være utætte er et normalt upåagtet forhold, selvom det er velkendt, at samlingerne mellem rørstykkerne, som boringen er udbygget med, ofte ikke er vandtætte. Dette er et specielt problem i de boringer, der er udbygget med hård PVC, eller som fx har været påkørt.

Forholdet bør tages alvorligt, da de kemiske analyser fra sådanne boringer kan være misvisende, idet vand fra lag over filteret via utæthederne løber ned i filtret.

Desværre findes der ingen universel metode til diagnosticering af sådanne læk, men ofte vil en ustabil grundvandskemi være en indikation på sådanne forhold. Desuden kan gennemførelse af en "heat pulse" log eller en flow log i boringen være til hjælp ved lokalisering af utætheder. Århus Amt har forsøgt med en metode, hvor der anbringes en packer over filteret og derpå observere om der opbygges et vandspejl over filteret, med andet trykniveau. Packeren udspiles med vand via en slange til toppen og tømmes igen med trykluft via en slange til bunden af packeren.

En anden indikation kan være kraftige okkerudfældninger omkring grundvandsspejlet fra indtrængende vand, der iltes under udfældning af store mængder rust.

Man kan også vurdere om vandkvaliteten er stærkt afhængig af det volumen vand, der er fjernet ved forpumpningen. Endelig har flere CFC-dateringer vist et misforhold mellem grundvandets målte alder og de forureninger - specielt pesticider - der er fundet. Der kan dog formentlig også være andre årsager til dette.

Vestsjælland har anvendt trykprøvning ved 5 bar til at finde fejl i Montejustumper. Der er grund til at være kritisk opmærksom ved køb af rør, specielt skal gevindene kunne slutte helt tæt.

Ud over utætte rørsamlinger, kan der optræde "ikke hjemmehørende" vand i filteret, som følge af den såkaldte skorstenseffekt der er en lækage langs forerøret, som bevirker at overfladevand og/eller vand fra et andet reservoir kan sive op eller ned til det overvågede reservoir, med eventuel forurening, eller ændring af grundvandskemi til følge. Lækagen skyldes oftest dårlig eller manglende afpropning ved terræn eller mellem lerlag.

Endelig bør det ikke glemmes at "magasinerne" også kan være "utætte" fx. hvis de adskilles af sprækket moræneler. Det er vigtigt også at tage denne mulighed under overvejelse, når kilderne til indholdet af især miljøfremmede stoffer i vandprøver fra et givent filter vurderes.

#### Litteratur:

*ATV (1985): Grundvandsforurening - Boremetoder - ATV-møde 12. sept. 1985 ca. 100p.*

*Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse (1988): Monitoringsboringer og vandprøver i grundvandsmonitoringsnet. 2. version. 22 .s*

*Andersen, L.J., DGU, (1989): Boringer, pumper og prøvetagning. Møde vedr. Grundvandsmonitoring, 14.-15. februar 1989. Vingstedcentret.*

*Morthorst, J., Czakó, T. og Nisbeth, J. (1989): Grundvandsmonitoring. Indretning og brug af eksisterende boringer, samt udførsel af nye monitoringsboringer. DGU. Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 feb. 1989*

*Miljøstyrelsen (1990): Vurdering af analyseprogrammet for udvalgte boringer i vandmiljøplanens grundvandsovervågning. - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 11, 1990. 84 s.*

*Århus Amt: Grundvandsboringer. Teknisk rapport, Århus Amt, Miljøkontoret, Okt. 1991.*

*Thorling, Lærke & Sørensen, Else: Kvalitetssikring under indsamling og håndtering af data. ATV møde 16. april 1998. Grundvandsovervågning.*

*Karlby, H og Sørensen, I. (redaktion), 1998: Vandforsyning. Teknisk Forlag. 1998*



## Prøvetagning

Grundvandsprøver til kemisk analyse i delprogrammet for grundvandsovervågning og i delprogrammet for Landovervågning udtages hovedsageligt fra traditionelle grundvandsfiltre, det vil sige faste, nedborede perforerede rørsektioner, som tillader grundvand fra en veldefineret dybde at flyde ind i røret.

Forpumpnings- og prøvetagningsproceduren er særdeles vigtig i forbindelse med udtagningen af veldefinerede grundvandsprøver. Samme procedure skal følges hver gang, og der laves derfor et stamkort på hver boring/filter, som bl.a. beskriver denne procedure, herunder hvor stort et vandvolumen, der skal fjernes før prøvetagning, samt stabile værdier for pH og ledningsevne.

Forpumpningen har således til hensigt, at sikre at der udtages prøver, der er repræsentative for grundvandet i magasinet.

Prøvetagningsproceduren vil kunne variere alt efter en lang række forskellige forhold, men har under alle omstændigheder til hensigt at bevare den endelige vandprøves repræsentativitet. Nogle forhold, som man skal være særlig opmærksom på, er risikoen for tab af gasformige komponenter og risikoen for iltning af vandprøver fra magasiner med reducerende forhold.

I det følgende antages det, at boringer og filtre er renpumpede, d.v.s. har gennemgået en grundigt og langvarigt pumpeperiode som afslutning på selve boringsetableringen, således at den forstyrrelse af de kemiske ligevægte, som boringsetableringen måtte have forvoldt, er elimineret eller minimeret,

Baggrunden og strategien for en forpumpning er beskrevet i Lossepladsprojektets U3-rapport og kun anbefalingerne er medtaget her nedenfor;

- minimer afsænkningen.
- minimer den forpumpede vandmængde.
- mål pH og ledningsevne under forpumpningen og begynd først prøvetagningen, når værdierne er stabiliseret.
- fjern mindst muligt vand fra boringen. I overvågningsboringer med korte filtre vil en forpumpning på 5-10 gange boringens volumen være typisk, mens lange filtre kan nødvendiggøre længere forpumpning. Pumpeindtagets placering og pumpearrangementet har ligeledes indflydelse på forpumpningens længde.
- meget lavtydende boringer tømmes 1 - 2 gange, og vandprøven udtages, når der igen er tilstrækkeligt vand.

Ud over at minimere afsænkningen bør man også undgå at udsætte grundvandsmagasinet for trykchok, idet en pludselig/kraftig oppumpning kan medføre, at ler og silt bringes i suspension og følger med grundvandsstrømmen.

I boringer med almindelige dykpumper kan denne chokpåvirkning ikke undgås, men ved frekvensregulering af de nye MP-1 pumper kan man sikre sig, at det ikke sker, idet man

først når grundvandet er sat i bevægelse, hæver styrefrekvensen til det niveau, der vil give den maximale ydelse.

Disse problemer er udtalte i højtydende boringer/filtre, hvor renpumpning og forpumpning ikke er foretaget i et omfang, der har fjernet let mobiliserbare dele af formationen. Mange overvågningsboringer/filtre er særdeles lavtydende, og det kan være nødvendigt med længere varende forpumpning, blot for at fjerne det vand, der står i filteret. Der bør dog mindst fjernes 3-10 gange boringens/filterets volumen i et så tilpas roligt tempo, at det undgås at tømme boringen og blotlægge filteret. Problemer kan også forekomme ved monterjuspumper, idet der ved trykaflastning når monterjuspumpen skal fyldes igen mellem pumpeslagene, kan rives formationsmateriale eller belægninger af fx okker eller organisk materiale løs, når dette sker pludseligt. Dette kan løses teknisk set, ved at lade trykaflastningen ske langsomt gennem en drøvleventil.

For at sikre ensartede prøvetagningsbetingelser fra gang til gang måles pH og ledningsevne under fastlæggelse af forpumpningens omfang. Dette kan gøres ved at lede en del af den oppumpede vandmængde igennem en større eller mindre gennemstrømningsbeholder, der er forsynet med passende analyseudstyr, og først når de målte parametre er stabile, er forpumpningen tilstrækkelig og den endelige prøve kan udtages.

Problemerne med stillestående vand over pumpen (annulusvand) i boringer med fastinstallerede MP-1 pumper kan løses ved, at man, når det under forpumpningen er konstateret, at pH- og ledningsevнемålingerne er stabile, sænker pumpeydelsen til et passende niveau. Dette medfører en stigning af vandspejlet i filteret og fjerner det stagnerende vand (annulusvand) fra pumpens indtag.

## **Forpumpning**

Med hensyn til forpumpningens længde kan henvises til rapport fra Lossepladsprojektet, U3: Grundvandsprøvetagning og feltmåling, april 1989 og Noter fra Horsens Teknikum: Praktisk grundvandsprøvetagning, Kursus nr. 215, udgivet hvert år siden 1992.

De særlige problemer, der knytter sig til lavtydende filtre, er beskrevet i "Teknisk rapport, Århus Amt, Miljøkontoret: Grundvandsboringer, oktober 1991.

Under alle omstændigheder bør erfaringerne omkring den nødvendige tid til forpumpning og de aktuelle værdier for ledningsevne, pH og ilt for det enkelte filter noteres og anvendes til sammenligning ved næste prøvetagning. Af hensyn til sammenligneligheden skal det sikre, at programmet gennemføres så homogent og ensartet som muligt. Det bør derfor sikres at der ved forpumpningen opnås en stabil grundvandssammensætning.

I LOOP, hvor grundvandstilstrømningen til filtrene kan være meget langsom især i leroplandene, vil den mulige fortømning af det enkelte Montejusfilter baseret på erfaringen variere fra 3 gange umiddelbart før prøvetagningen til 1 gang 2 dage før selve prøvetagningen.

## On-line prøvetagning og Feltmålinger

Der indføres brug af on-line prøvetagningsinstrument , der anvendes til måling af temperatur, pH, ledningsevne og iltindhold ved alle prøvetagninger.

Formålet med at indføre et on-line prøvetagningsinstrument (en "gris") er bl.a. at sikre retvisende analyser af pH og ilt, samt at kontrollere at forpumpningen er tilfredsstillende, d.v.s. at det oppumpede vand har en stabil sammensætning svarende til forholdene i magasinet.

En gris består basalt set af en kasse med et antal flow-celler i. Flow-cellerne fremstilles bl.a. af Dansk Geofysik og prisen er ca. 500 kr. pr. stk. Dertil kommer måleapparater og elektroder, fx. pH-meter til ca. 6000 kr. og elektrode til ca. 1000 kr. Selv om det måske lyder som en større udgift er det i længden langt billigere end laboratorieanalyser, hvortil kommer en lang række fordele for selve prøvetagningen, bl.a. at man kan se om der er prøvepumpet tilstrækkeligt på filteret. Instrumentet er konstrueret, så det vand, der udtages til analyse, ikke passerer flow-cellerne.

Med hensyn til de enkelte parametre er det prøvetagernes erfaring, at temperaturen påvirkes af den opvarmning, som forårsages af pumpen sammen med den vekselvirkning med lufttemperaturen, som foregår omkring slangerne, der i koldt vejr kan give risiko for tilfrysning, og i varmt vejr temperaturer på op til 20° C. Den korrekte temperatur kan kun fås ved at nedsænke et instrument i boringen.

On-line iltmålinger i gris er generelt langt mere pålidelige og reproducerbare end laboratorieanalyser, dog kræves der øvelse ved lavtydende Montejuspumper. Det er vigtigt, at der etableres omrøring under målingen, da denne er iltforbrugende. Elektroden skal kalibreres en gang daglig mod 100% iltmættede forhold og detektionsgrænsen er 0,1 mg/l. Der har været forsøgt med 0,01 mg/l, men så er metoden meget følsom for indhold af svovlbrinte, der via nulstømsfejl kan give fiktive indhold på op til 0,5 mg/l ved en elektrodefølsomt på 0,01 mg.

On-line pH målinger i felten giver et langt mere retvisende billede af forholdene i grundvandet end laboratoriemålinger, da man i høj grad undgår de uheldige effekter, der opstår ved afgang af kuldioxid fra prøven, som er uundgåelig på grund af de *forskelle i partialtrykket af CO<sub>2</sub>* i magasin og ved terræn medfører, idet indholdet af CO<sub>2</sub> i den umættede zone er ca. 10 gang større end i atmosfæren. pH-elektroden skal være tryk-robust p.g.a. trykket i flow-cellen og den skal kalibreres én gang om ugen. Forsøg viser at afgang af kuldioxid fra prøven kan få pH til at stige fra ca. 6 til ca. 8 på kun 3 timer.

Alle elektroder bør kalibreres **ved grundvandstemperatur** 8-10 °C, ikke mindst iltelektroden, da indholdet af opløst ilt er meget temperaturafhængigt. Her skal man være opmærksom på at der på varme sommerdage kan være meget varmt i den beholder der benyttes til kalibrering.

Der findes on-line udstyr, der er anvendeligt til såvel dykpumper som Montejuspumpe.

## Prøvetagning i landovervågningsoplande

Der anvendes fortrinsvis on-line prøvetagning (gris) og on-line filtrering og prøvetagning i LOOP gennemføres da efter samme rutiner som i GRUMO.

Såfremt der ikke kan anvendes on-line prøvetagning (gris) eller on-line filtrering, gennemføres prøvetagning i LOOP efter følgende procedure:

Til laboratorieanalyse for:  
NO<sub>3</sub> , NH<sub>4</sub> , Cl , Alkalinitet <sup>\*\*\*</sup> ,  
SO<sub>4</sub> , K , Na , Ca , Mg ,  
pH , ledningsevne

Anvendes i felten:  
Trykfiltrering  
0,45 µm filter  
400 ml prøve\* i plastflaske\*\*

Til laboratorieanalyse for:  
PO<sub>4</sub> og opløst jern

Anvendes i felten:  
Trykfiltrering  
0,45 µm filter  
100 ml prøve\* i plastflaske, som konserveres med svovlsyre til pH < 2

I felten måles:  
pH, ledningsevne, ilt og temperatur

\* Prøvestørrelsen afhænger af laboratoriet

\*\* Prøven opbevares mørkt og koldt

\*\*\* Aciditet måles i stedet for alkalinitet, hvis pH < 4,5.

Såfremt det vurderes, at on-line filtrering ikke kan gennemføres, overføres prøver til analyse af tungmetaller til et Millipore 600 ml Filling System og der anvendes Millipore In-Line FilterHolder, 47 mm (af "skruetvingetypen"). Såfremt et forfilter er nødvendigt, anvendes flere filterholdere i serie med polycarbonat membranfilter med aftagende porestørrelse. Der må ikke anvendes forfiltre af glasvæv el. lign. Prøvetagning må ikke gennemføres under jordfygning.

Litteratur:

*Lossepladsprojektet (1989): Grundvandsprøvetagning og feltmåling. Lossepladsprojektet. Udredningsrapport U3. April 1989.*

*Århus Amt, Miljøkontoret, oktober 1991: Grundvandsboringer, Teknisk rapport.*

*Bo Elberling, Lærke Thorling og Per Misser. 1997: Det kan være surt at måle pH. Vand og jord, vol 4, nr. 4, aug. 1997, pp150-152.*

## **Prøvetagningspraksis**

### ***Prøvetagningsfrekvens og årstidsvariation***

Med muligheden for at nedsætte prøvetagningsfrekvensen i "stabile" filtre er spørgsmålet om prøvetagningstidspunkt kontra årstidsvariation blevet aktuelt, i hvert fald for terrænnære filtre. Der er dog ikke klarhed over, hvor stor en rolle årstidsvariationen spiller ved bedømmelsen af den samlede variation på det enkelte filter.

Muligheden for at gennemføre prøvetagning på samme tidspunkt (evt. samme termin) anses fra amtslig side for praktisk ugennemførlig. Det anses dog for tilrådeligt, at det enkelte amt tilstræber, at tage prøver på samme tidspunkt på året for det enkelte filter.

### ***Blindprøver ved pesticidanalyse***

For at undgå forurening af vandprøven fra omgivelserne skal det inden prøveudtagningen sikres, at der ikke omkring prøvestationen er ydre kilder til kontaminering af vandprøven. Vær opmærksom på vinddrift.

Derudover gælder at

- prop og flaske må ikke berøres indvendigt
- brug kun flasker og reagenser leveret af laboratoriet
- ingen tobaksrygning
- benzin og dieselmotorer skal være standset
- opløsningsmidler fra maling, lim og lignende må ikke forefindes i nærheden
- der må ikke foretages sprøjtning i nærheden

Instruks for prøvetagning skal følges nøje.

Udtagning af blindprøve foregår ved at følge denne instruks på samme måde og sted som for de egentlige prøver, dog anvendes pesticidfrit vand fra leveret af laboratoriet i glasflasker i stedet for grundvand. Blindprøven tilsættes de samme reagenser, som de øvrige prøver. Mærkningen skal ikke umiddelbart kunne tolkes som blindprøve.

Obs. Blindprøver er ikke obligatoriske i NOVA 2003

## Filtrering.

Grundvandsprøver kan ved udtagningen indeholde opslæmmet materiale, som bl. a. kan bestå af formationsmateriale (ler, silt, jern- og aluminiumhydroxider eller calciumcarbonat). Især kan opslæmmet materiale findes i grundvandsprøver fra filtre, hvorfra der ikke jævnlig op-pumpes vand som f. eks. filtre i boringer med Montejuspumper.

Ved senere tilsætning af syre i forbindelse med analyseproceduren kan opslæmmet materiale opløses helt eller delvis og medføre fejl på analyseresultatet, specielt ved bestemmelse af stoffer, som udgør en stor del af det opslæmmede materiale, og som normalt kun forekommer opløst i relativt lave koncentrationer.

Det er ikke muligt med fuldstændig sikkerhed at se, om en grundvandsprøve er helt fri for opslæmmet materiale, specielt ikke hvis vandprøven udtages under dårlige belysningsforhold som f. eks. sidst på dagen i efterårs- eller vinterperioden. Ganske små mængder opslæmmet materiale kan i visse tilfælde medføre meget store fejl, hvis bestemmelsen af et stof udføres efter syretilsætning. Dette gælder f. eks. ved bestemmelse af aluminium, som normalt kun forekommer opløst i meget lave koncentrationer, men som kan findes i betydelige mængder i opslæmmet materiale (ler, silt og vandholdige hydroxider).

Opslæmmet calciumcarbonat og magnesiumcarbonat forekommer kun i grundvandsprøver fra magasiner med kalkholdige jordlag. Filtrering af grundvandsprøver fra kalkfrie grundvandsmagasiner, hvor vandet indeholder aggressiv kuldioxid, kan derfor i princippet undlades før bestemmelse af Ca, Mg og  $\text{HCO}_3$ , men af hensyn til en ensartet procedure, som kan anvendes under alle forhold, skal alle grundvandsprøver filtreres før bestemmelse af Ca, Mg og  $\text{HCO}_3$ .

## Filtrering i felten.

Under udtagelse af grundvandsprøver ændres det kemiske miljø, således at visse stoffer kan udfældes. Ved grundvandsprøver er det især trykket og redoxpotentialet, som ændres markant ved udtagningen. Trykændring kan medføre, at der udfældes calcium- og magnesiumcarbonat som følge af tab af  $\text{CO}_2$ . Århus Amt har konstateret at pH kan ændres så meget som fra 6 til 8 i løbet af ca. 4 timer som følge heraf. Ændring af redoxpotentialet kan medføre, at der sker iltning og udfældning af opløst ferrojern og eventuelt mangan. Iltningen af ferrojern kan ske inden for få minutter.

Det er derfor vigtigt, at filtrering før bestemmelse af stoffer af denne karakter sker on-line i felten (eller umiddelbart efter prøvetagningen). Når filtreringen er udført i felten, kan stoffer som udfældes under transport og lagring af prøverne gen-opløses ved syretilsætning inden udførelse af analysen. Det tilrådes at on-line filtrering i LOOP kun gennemføres med den største forsigtighed, da der er en vis risiko for at boringerne (Montejussystemet) ikke kan holde til den større trykpåvirkning.

Genopløsning af stoffer ved syretilsætning, kan kun ske ved tilsætning af syre til hele den udtagne prøve af hensyn til koncentrationsforholdene. Sådanne prøver kan derfor ikke anvendes til bestemmelse af koncentrationer af andre stoffer som ændres ved syretilsætningen,

f.eks. klorid ved tilsætning af saltsyre eller sulfat ved tilsætning af svovlsyre. Prøver til bestemmelse af opløst jern, mangan o.l. udtages derfor som delprøver, hvor syretilsætningen sker til hele prøven efter filtreringen.

#### Alkalinitet

Ved bestemmelse af Ca, Mg og  $\text{HCO}_3$  i kalkudfældende prøver, er det nødvendigt at udføre titrering af alkalinitet straks efter filtreringen. Er det ikke muligt at titrere alkaliniteten i felten, er alternativet at udtage en ufiltreret delprøve til bestemmelse af Ca, Mg og  $\text{HCO}_3$ . En sådan delprøve udtages i en diffusionstæt flaske fyldt til randen og lukkes med en skruekapsel med indvendig konus, som sikrer, at der ikke er luftblærer i flasken efter fyldning. Senest 24 timer efter prøvetagningen filtreres prøven på laboratoriet, og alkaliniteten titreres umiddelbart efter filtreringen, samtidigt udtages en delprøve af det filtrerede vand, som anvendes til bestemmelse af Ca og Mg efter syretilsætning, som forhindrer kalkudfældning efter filtreringen.

### **A: Vandprøver, der skal filtreres i felten**

Prøver til bestemmelse af  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$ , Fe, Mn, Al, Sb, As, Ba, Pb, , Cd, Cr, Cu, Hg,  $\text{KMnO}_4$ -tal (ikke obligatorisk i NOVA 2003), Li, Mo, Ni, NVOC, P,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , Si, Se, Sr, Tl, V, Zn.

Endvidere filtreres prøver til bestemmelse af Ca, Mg, og  $\text{HCO}_3$  i felten, dog med det alternativ som er beskrevet i foregående afsnit. Filtreringen af prøver til nitratbestemmelse sker for at forebygge interferens fra humusforbindelser og suspenderede stoffer (DS 223).

Ved filtrering af prøver til bestemmelse af Fe, Mn, Al, Ca og  $\text{HCO}_3$  kan anvendes membranfiltre med en porestørrelse på  $0,45\ \mu\text{m}$  uden specielle krav til materialer. Ved bestemmelse af de øvrige stoffer og specielt sporstoffer, anvendes filtre som er kontrolleret for urenheder, som kan forårsage kontaminering. Der findes sådanne særligt rene filtre af polykarbonat på markedet med en porestørrelse på  $0,40\ \mu\text{m}$ . Filtre af denne kvalitet kan også anvendes til de stoffer, hvor der ikke stilles særlige krav til filtermaterialet.

Vejle Amt gennemførte i 1995 to analyserunder for aluminium og konstaterede store udsving i koncentrationerne for det enkelte filter. Amtet gennemførte derfor en systematisk undersøgelse af forskellige filterholdere og forskellige porestørrelser. Det fremgik, at filterholdere, hvor top og bund blev skruet sammen ved hjælp af gevind, havde en tilbøjelighed til at beskadige filtret, når filterholderen blev strammet til. Forsøg med Millipore filterholdere (In-Line Filter Holder) af "skruetvingetypen" kombineret med polycarbonatfiltre, gav de mest reproducerbare resultater. Amtet havde også forsøgt med forskellige porestørrelser og fundet meget forskellige koncentrationer. Af hensyn til sammenligneligheden såvel inden for programmet som med andre undersøgelser fastholdes porestørrelsen  $0,4\ \mu\text{m}$ .

### **B: Vandprøver, der ikke behøver at filtreres i felten**

Til denne gruppe hører prøver til bestemmelse af K, Na, Cl,  $\text{SO}_4$ , F, B, Br.

Selvom filtrering af prøver til bestemmelse af disse stoffer ikke er strengt nødvendigt, vil det af praktiske grunde være hensigtsmæssigt, at udføre bestemmelserne på prøver som er filtreret af hensyn til nogle af stofferne nævnt under A.

## C: Vandprøver, der ikke må filtreres

Til denne gruppe hører stoffer, hvor filtreringen vil medføre fejl på analyseresultatet, enten fordi en del af stoffet kan tabes ved filtreringsprocessen, eller som er særligt udsat for kontaminering. Til gruppen hører prøver til bestemmelse af Aggressiv kuldioxid, pH, ilt, ledningsevne, nitrit, methan og svovlbrinte, cyanid, iodid og alle organiske mikroforureninger, herunder pesticider.

### Opsummering

Det er vigtigt at følge de foreliggende retningslinjer om filtrering, idet det ikke med det blotte øje kan afgøres om en prøve indeholder små mængder suspenderet materiale og fordi det er vigtigt, at alle analyser refererer til ensartede behandlede vandprøver. Filtreringen gennemføres i felten umiddelbart efter prøvetagningen på membranfiltre af polykarbonat med en porestørrelse på 0,4 µm i ikke-kontaminerende filterholdere af polycarbonat eller polypropylen, der lukkes efter ”skruetvingeprikket”.

Filtrering i felten foretages for, at fjerne opslæmmet materiale fra prøverne, således at det ikke under analysen indgår som en del af grundvandet. Til analyser, hvor der fordres filtrering, skal der filtreres i felten også selv om prøven ser "klar" ud.

Hvis der efter feltfiltreringen (under transport til laboratoriet) sker udfældning/flokkulering i grundvandsprøven, således at den igen bliver uklar, skal der ikke filtreres igen på laboratoriet. I stedet skal der ske en genopløsning af precipitatet.

Litteratur:

*Kristiansen, H., (1989): Notat vedrørende suspenderet materiale i grundvand og filtrering af grundvandsprøver fra monitoringsprogrammet. Danmarks Geologiske Undersøgelse. Internt notat.*

## Mærkning af grundvandsprøver

Det skal fremgå af etiketten hvorvidt prøven er filtreret eller ikke, samt hvilke stoffer (fx syrer), der er tilsat prøven.

### Prøveopbevaring

Der henvises til Dansk Standard DS/EN ISO 5667-3, Vandundersøgelse Prøvetagning Del 3: Retningslinjer for konservering og transport af prøver.

Litteratur:

*Kristiansen, H. & Nielsen, S., (1989): Standardprocedure ved forbehandling, konservering og feltmålinger på grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makrostofer. Foreløbig udgave, 2. version. DGU. feb. 1989. p.p. 1-25.*

# Kemisk Analyse

Grundvandets indholdsstoffer kan opdeles i to store grupper, hovedbestanddele, som typisk forekommer i koncentrationer i størrelsesordenen milligram pr. l (mg/l) og sporstoffer, der typisk forekommer i koncentrationer i størrelsesordenen mikrogram/l ( $\mu\text{g/l}$ ).

## Hovedbestanddele

Følgende hovedbestanddele indgår i NOVA-2003: ammonium, bikarbonat, calcium, fluorid, fosfor (total), ilt, jern, kalium, klorid, magnesium, mangan, metan, natrium, nitrat, nitrit, organisk kulstof (NVOC), silicium, sulfat, svovlbrinte. Desuden bestemmes inddampningsrest og indhold af aggressiv kuldioxid, der ikke er et kemisk stof, men en beregningsværdi. Herudover medregnes tilstandsparametrene ledningsevne, pH og temperatur til hovedbestanddelene.

Analysedetektionsgrænserne fremgår af programbeskrivelsen til NOVA-2003.

## Sporstoffer.

Sporstofferne omfatter en meget lang række af stoffer af såvel naturlig som miljøfremmed oprindelse.

De er så væsensforskellige, at det er hensigtsmæssigt med en yderligere opdeling. Analyse-detektionsgrænserne fremgår af programbeskrivelsen til NOVA-2003

### *Uorganiske sporstoffer*

Følgende uorganiske sporstoffer indgår i NOVA-2003: aluminium, antimon, arsen, barium, bor, bly, bromid, cadmium, cyanid, jodid, kobber, krom, kviksølv, lithium, molybdæn, nikkel, selen, strontium, sølv, thallium, tin, vanadium og zink. På nær cyanid forekommer de alle naturligt, men kan derudover tilføres grundvandet ved forurening eller ved sænkning af grundvandspejlet.

### *Organiske mikroforureninger*

De organiske mikroforureninger, som indgår i analyseprogrammet til NOVA-2003, kan hensigtsmæssigt opdeles i en række kemisk forskellige grupper (bindestreger er anvendt fonetisk):

Aromatiske kulbrinter :	benzen, naphthalen, toluen, xylener (ortho-xylen, meta-xylen og para-xylen).
Blødgørere (Phthalater):	di-butyl-phthalat (DBP)
Detergenter (sæbestoffer):	henholdsvis an-ioniske (sumparameter) og kat-ioniske (DTDMAC)

Chlorfenoler:	2,4-di-chlor-phenol, 2,6-di-chlor-phenol og penta-chlor-phenol
Chlorerede, alifatiske kulbrinter:	tetra-chlor-ethylen (-ethen), tetra-chlor-methan, tri-chlor-ethylen (-ethen), tri-chlor-methan (chloroform), 1-1-1-tri-chlor-ethan, 1,2-ethylen-di-bromid, vinyl-chlorid.
Phenolforbindelser:	nonyl-phenol , nonylphenol-ethoxylater ( mono- og di-ethoxylater) og phenol
Ætere:	metyl-tertiær-butyl-ether (MTBE)

### ***Pesticider og pesticidmetabolitter***

Da analyseprogrammet for pesticider og nedbrydningsprodukter heraf udgør den mest omfattende enkeltgruppe inden for de organiske mikroforureninger er denne gruppe skilt ud for sig selv.

### **Laboratorievalg**

Analyse for sporstoffer må for så vidt angår NOVA 2003 kun udføres på laboratorier godkendt hertil af Miljøstyrelsen.

### **Detektionsgrænser**

Detektionsgrænser for enkeltstoffer fremgår af det til enhver tid gældende arbejdsprogram for overvågningsprogrammet. For visse stoffer kan der i en overgangsperiode anvendes midlertidige, højere detektionsgrænser indtil der foreligger godkendelse af laboratorier til en lavere detektionsgrænse. De midlertidige, højere detektionsgrænser vil fremgå af skrivelser fra Aftaleudvalget.

### **Aldersbestemmelser**

CFC-dateringsmetoden er beskrevet i bladet "Geologisk Nyt, nr. 2. 1997", der udgives af Geologisk Institut ved Århus Universitet og som blev uddelt på fagmødet. Det normale er, at GEUS selv udtager prøverne til CFC-datering og meget gerne samtidig med at amtet selv tager øvrige vandprøver. Filtre med Montejuspumper kan vise sig at udgøre et problem. Desuden kan CFC-gasser fra punktkildeforureninger i bynære områder skabe vanskeligheder. Det er af afgørende vigtighed, at der er foretaget omhyggelig og tilstrækkelig forpumpning, inden der udtages prøver til CFC-datering.

## Oversigtsskema

### Hovedbestanddele

Generelle standarder→		DS 2214, ISO 5667-11:1993, DS/EN 25667-2:1994 DS/EN ISO 5667-2:1994		DS/EN ISO 5667-3:1996			
Stof	Programmer	Specielle problemer vedr. pumpe type og prøvetagningsudstyr	Filtrering	Forbehandling, konservering og maksimumtid mellem prøvetagning og analyse	Prøvebeholder	Analysemetoder	Resultat angives som
Aciditet	(LO)					DS 235:1978	mmol/l OH <sup>-</sup>
Alkalinitet	(LO)		JA/nej (s.s. 24)	Nedkøling 2-5°C, 24 t	G, P	DS 253:1977 ISO 9963-1, og -2 (1994 E)	meq/l
Aggressiv kuldioxid	Gr	Pumper, der anvender sugepincip må ikke anvendes	Nej	kalciumcarbonat tilsættes umiddelbart efter prøvetagning	Glasflaske med skrålsløben glasprop og smal hals	DS 236:1977)	mg/l (agg.) CO <sub>2</sub>
Ammonium	Gr, LO	Sugepumper og pumper, der medfører en iltning af det oppumpede vand, må ikke anvendes	JA	Mørkt og koldt (2-5°C) 6t. Ved forsurening med svovlsyre til pH<2 24 t.	P	DS 224:1975) ISO 7150 ISO 11732:1997 E (FIA)	mg (eller µl)/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Bicarbonat*	Gr, (LO)		JA	Ingen konservering	G, P	DS 253 (ISO 9963-1 og -2 (1994 E) ISO 9963-2)	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Calcium*	Gr, LO		JA	Ingen konservering. 24 t	G, P	DS 238:1985 (ISO 6058)	mg/l Ca <sup>+</sup>
Chlorid	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 239:1984 ISO 10304-1	mg/ Cl <sup>-</sup>
Fluorid	Gr		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 218:1975 DS/EN/ISO 10304-1:1992 E	mg/l F <sup>-</sup>
Ilt	Gr	Pumper, der anvender sugepincip må ikke anvendes	Nej	Feltanalyse	Feltanalyse udføres on-line	DS 2206:1990 ISO 5814:1990(E)	mg/l O <sub>2</sub>
Inddampningsrest	Gr		JA			DS 204:1980	mg/l
Jern, total, opløst	Gr, LO	Pumper, der medfører en iltning af det oppumpede vand må ikke anvendes	JA. Filtrering skal ske on-line	Efter filtrering forsurening til pH < 2	P	DS 219:1975	mg/l Fe-tot
Kalium	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 258:1985	mg/l K <sup>+</sup>

! Kaliumper- manganattal			JA	Ingen konservering	G, P	DS 275	mg/l
Konduktivitet Ledningsevne	Gr, LO		Nej	Feltanalyse	Feltanalyse udføres on- line (LO: laboratorium)	DS 288:1974 DS/EN 27888:1994	milliS/m
Kvælstof, (total)	(LO)		JA	Ingen konservering. 24 t.	P	DS 221. ISO 10304-1 DS/EN/ISO 13395 (FIA)	mg/l N
Magnesium*	Gr, LO		JA	Ingen konservering	G, P	DS 238:1985	mg/l Mg <sup>++</sup>
Mangan	Gr, LO	Pumper, der medfører en iltning af det op- pumpede vand må ikke anvendes	JA. Filtrering skal ske on-line	Efter filtrering til- sætning af syre til pH < 2	P	DS 220:1975 DS 264:1982	mg/l Mn <sup>++</sup>
Methan	Gr	Pumper, der anvender sugeprincip må ikke anvendes	Nej	Ingen konservering	Glasflaske med skrålæ- ben glasprop og smal hals, glasflaske med kap- sel med gummimembran eller evacuerede glas med gummiprop (blod- prøveglass)	Der findes ingen gældende standardmetode	mg/l CH <sub>4</sub>
Natrium	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 258:1985	mg/l Na <sup>+</sup>
Nitrat (incl. nitrit)	Gr, LO		JA	Ingen konservering. 24 t.	P	DS 223:1975. ISO 10304-1 DS/EN/ISO 13395 (FIA)	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Nitrit	Gr, LO		Nej	Ingen konservering. 24 t	P	DS 222:1975 DS/EN 26777:1993 ISO 10304-1 DS/EN/ISO 13395:1996 E (FIA)	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
NVOC Ikke flygtigt organisk kul- stof	Gr, (LO)	Oliesmurte pumper må ikke anvendes	JA	Ved mørk og kølig op- bevaring 8 t. Ved tilsætning af fos- forsyre til pH < 2 24t	Specialrengjorte glasfla- sker	DS/EN 1484:1997	mg/l C
Ortho- Phosphat, opløst	LO		JA	(Syretilsætning), 24t.	P	DS 291:1985 ISO 10304-1 EN 1189:1996	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
pH	Gr, LO	Pumper, der anvender sugeprincip må ikke anvendes	Nej	Feltanalyse. Hvis transport er uundgåelig (LO)skal pH måles se- nest 6 timer efter prø- vetagning.	Feltanalyse udføres on- line	DS 287:1978	-
Total phos-	Gr, (LO)		JA	Ingen konservering,	P	DS 292:1985	mg/l P

phor, opløst				24t		EN 1189:1996	
Silicium-dioxid.	Gr		JA	Forsuring med svovlsyre til pH<2, opbevares koldt og mørkt, 24 t.		Der findes ingen gældende standardmetode	mg/l SiO <sub>2</sub>
Sulfat	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	Standard Methods 426C ISO 10304-1	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Svovlbrinte	Gr	Pumper, der anvender sugesprincip må ikke anvendes	Nej	Feltanalyse		DS 278:1976 eller feltanalyse. **	mg/l H <sub>2</sub> S

! : indgår ikke i programmet mere, men er medtaget for at kunne vurdere det allerede eksisterende datamateriale.

\* Calcium, magnesium og bicarbonat undersøges i samme prøveflaskefiltrat;

\*\* Reference: Thorling, L. m. fl., Århus Amt, Natur og Miljø, 1993: Statusrapport 1992; Vandmiljø – overvågning af grundvandet

Type prøveflaske::

G: Glas;

P: Polypropylen (PP) eller polyethylen (PE) - plastflasker;

T:Teflon (PTFE) - polytetrafluorethylen.;

Filtertyper Der anvendes udelukkende membranfiltre af polycarbonat med porevidde 0.45 µm. Der kan eventuelt anvendes forfiltre af samme materiale, men med større porevidde, monteret i separat filterholder;

Syretilsætning: Den tilsatte syre skal være af typen ”suprapur”. Ved syretilsætning bør der medtages blank prøve. Af arbejdsmiljøhensyn kan syren tilsættes de rengjorte prøveflasker på laboratoriet forud for prøveindsamlingen.

Program(mer): Gr = Grundvandsovervågning, LOOP = Landovervågningens grundvandsdel

## Uorganiske sporstoffer

Generelle standarder→		DS 2214, ISO 5667-11 DS/EN ISO 5667-3		DS/EN ISO 5667-3		
Stof	Program-(mer)	Specielle problemer vedr. pumpetype og prøvetagningsudstyr	Filtrering	Forbehandling Og Konservering	Prøve beholder	Analysemetoder. For GRUMO gælder, at de godkendte laboratorier skal anvende den eller de metoder, som godkendelsen bygger på
Aluminium	Gr, LOOP	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standard. AAS med Grafitovn eller ICP-MS
Antimon	Gr		JA., on-line			
Arsen	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA., on-line	forsuring med saltsyre til pH < 2	PE, T eller borosilikatflasker. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	AAS med Grafitovn eller hydridteknik (ISO 11969:1997)
Barium	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring (ikke svovlsyre) til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standard. AAS med Grafitovn eller ICP-MS
Bly.	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring (ikke svovlsyre) til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standard. AAS med Grafitovn eller ICP-MS evt. efter destruktion og prøven
Bor			Kan filtreres. Udstyr af plast skal anvendes	Ingen eller forsuring	P, T. Specialrengjort.	Der findes ingen gældende standard. DIN 38 405, teil 17 eller AAS med grafitovn eller ICP. Det bør sikres, at laboratorievandet, der anvendes til reagensfremstilling og kalibreringsopløsninger har et lavt indhold af bor.
Bromid.	Gr		Kan filtreres	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt, 2-5°	G, P	Ionkromatografi med konduktometrisk eller elektrokemisk detektion ISO 10304-1
Cadmium.	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring (ikke svovlsyre) til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	AAS med grafitovn evt. efter destruktion af prøven (DS/EN ISO 5961:1994(E)) eller ICP-MS.
Chrom, total.	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Tilsætning af salpetersyre forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	AAS med grafitovn (EN 1233:1996) eller ICP-MS
Cyanid (total)	Gr		Nej	Tilsætning af stærk base, tin(II)chlorid og zink-cadmiumsulfatopløsning	Glasflaske i brunt glas med lukket slibprop	ISO 6703/1:1984(E) efterfulgt af måling med ionselektiv elektrode eller Standard Methods 14:1975, 413 B & D eller 16:1985, 412E
Iodid.	Gr		Nej.	Ingen konservering. Analysen foretages hurtigst muligt efter prøvetagningen. Opbevaret	G . Prøven opbevares udelukket fra lys.	Der findes ingen dansk standard. Standard methods 414 B. Interferens fra højt chloridindhold og stærkt farvet vand

				mørkt og køligt, 2-5°, 24 t		(DS/EN ISO 10304-3:1997(E))
Kobber.	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Kviksølv	Gr		JA., on-line	forsuring til pH < 2		(DS/EN 1483:1997(E))
Lithium	Gr		kan filtreres			
Molybdæn.	Gr	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Nikkel.	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Selen	GR, LO		JA, on-line	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2		ISO 9965:1993(E)
Strontium.	Gr	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	Kan Filtreres.	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med flamme grafitovn eller ICP
Sølv	Gr		JA, on-line	Forsuring til pH < 2		
Thallium	Gr		JA, on-line			
Tin	Gr		JA, on-line	Forsuring med eddikesyre til pH < 2		
Vanadium.	Gr	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Zink.	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS

Prøveflaske-typer: G: Glas; P: Polypropylen (PP) eller polyethylen (PE) - plastflasker; T: Teflon (PTFE) - polytetrafluorethylen

Filtertype: Der anvendes udelukkende specielt rengjorte membranfiltre af polykarbonat(f.eks. Nuclepore) med porevidde 0,45 µm.; Der kan eventuelt anvendes forfiltre af samme materiale, men med større porevidde, monteret i separat filterholder; Ved filtrering anvendes plasthandsker, som kasseres efter hver prøvetagning. Membranfiltret skal håndteres med rengjort plastpincet.

Syretilsætning: Den tilsatte syre skal være af typen ”suprapur”. Ved syretilsætning bør der medtages blank prøve  
Program(mer): Gr=Grundvandsovervågning, LO= Landovervågnings grundvandsdel

## Organiske mikroforureninger

Generelle standarder→		DS 2214, ISO 5667-11 DS/EN ISO 5667-3		DS/EN ISO 5667-3		
<b>Stof</b>	<b>Program- (mer)</b>	<b>Specielle problemer vedr. pumpetype og prøve- tagningsudstyr</b>	<b>Filtre- ring</b>	<b>Forbehandling og konservering</b>	<b>Prøvebeholder</b>	<b>Analysemetode For GRUMO gælder, at de godkendte laboratorier skal anvende den eller de metoder, som godkendelsen bygger på.</b>
<b>Anioniske overflade- aktive stoffer</b>	Gr, LO		Nej.	Tilsætning af syre til pH < 2. . Analyseres hurtigst muligt efter prøvetagningen, 24t. Prøven opbevares mørkt og køligt, evt. dybfrossen	1, P. Specialrengjort med methanol ISO 7875-1	DS 237. Modifikation med større kuvetter DS/EN 903
<b>Kationiske overflade- deaktive stoffer</b>	Gr, LO		Nej			
<b>! VOC</b> Flygtigt organisk kulstof		Pumper, der anvender sugepri-ncippet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej.	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Afblæsning af flygtige komponenter med inert gas. Oxidation og IR bestemmelse af den dannede CO <sub>2</sub>
<b>! AOX</b> Adsorberbart organisk halogen		Oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej	Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Adsorption på aktivt kul og afbrænding. Coulometrisk bestemmelse af de dannede hydrogenhalogenider
<b>! VOX</b> Flygtigt organisk halogen		Pumper, der anvender sugepri-ncippet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej.	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Afblæsning af flygtige komponenter med inert gas. Coulometrisk bestemmelse af de dannede hydrogenhalogenider
<b>FLYGTIGE AROMATER</b> Benzen, Toluen, Xylen; Naphthalen	Gr, LO	Pumper, der anvender sugepri-ncippet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej.	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Prøverne ekstraheres med n-pentan, analyse med GC-FID eller on-line koncentration ved GC-MS
<b>CHLOREREDE ALIFATISKE KULBRINTER</b> Trichlormethan Tetrachlormethan Trichlorethylen Tetrachlorethylen 1,1,1-Trichlorethan Ethylendibromid Vinylchlorid	Gr	Pumper, der anvender sugepri-ncippet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej.	Ingen konservering.	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Prøverne ekstraheres med n-pentan, analyse med GC-ECD, head-space teknik eller on-line koncentration ved GC-MS (ISO 10301:1997(E))
<b>PHENOL OG ALKYL—</b>	Gr, LO	Oliesmurte pumper må ikke	Nej.	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbe-	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Eks-

<b>PHENOLER</b> Phenol !Cresol !Xylenol		anvendes		vares mørkt og køligt		traktion og derivatisering. Analyse ved GC eller HPLC
<b>CHLORPHENOLER</b> 2,4-dichlorphenol 2,6-dichlorphenol Pentachlorphenol	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og derivatisering. Analyse ved GC-ECD eller HPLC
<b>ÆTERE</b> MTBE	Gr		Nej			
<b>NONYLPHENOL</b> incl. Mono- og diethoxylater	Gr, LO		Nej			
<b>PHTHALATER</b> Dibutylphthalat (DBP)	Gr, LO		Nej			
<b>PHENOXYSYRER</b> Dichlorprop Mechlorprop MCPA 2,4-D	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og opkoncentrering. Analyse ved GC-ECD eller HPLC
<b>PHENOLER</b> DNOC Dinoseb	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og opkoncentrering. Analyse ved GC eller HPLC
<b>TRIAZINER</b> Atrazin Simazin	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og opkoncentrering. Analyse ved GC-ECD eller HPLC
Aminomethylphosphorsyre Atrazin Bentazon Bromoxynil Carbofuran Chloridazon Chlorsulfuron Cyanazin 2,4-D Dalapon Desethylatrazin	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og opkoncentrering. Analyse ved GC eller HPLC

Desethyldeisopropylatrazin						
Desethylterbutylazin						
Desisopropylatrazin						
2,6-Dichlobenzamid (BAM)						
Dichlobenil						
Dichlorprop						
Dimethoat						
Dinoseb						
Diuron						
DNOC						
Ethofumesat						
Ethylthiourea (ETU)						
Fenpropimorph						
Glyphosat						
Hexazinon						
Hydroxyatrazin						
Hydroxycarbofuran						
Hydroxysimazin						
Ioxynil						
Isoproturon						
Lenacil						
Maleinhydrazid						
MCPA						
Mechlorprop						
Metamitron						
Metribuzin						
Metsulfuron methyl						
4-Nitrophenol						
Pendimethalin						
Pirimicarb						
Propiconazol						
Simazin						
Terbutylazin						

Thiram Trichloreddikesyre (TCA)						
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--

## LITTERATUR

*Andersen, L.J., (1966): Tritium-indholdet i grundvandet og dets betydning ved geohydrologiske undersøgelser. Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening, bind 16, hæfte 2.*

*Vandkvalitetsinstituttet (1986): Kompendium over metoder til vandanalyser. Erfaringer fra interkalibreringer. Udført af Miljøstyrelsens referencelaboratorium. Sag nr. 41.797/908. 123 s.*

*Miljøstyrelsen (1987): Analyseprogram for det statslige grundvandsovervågningsnet - organiske mikroforureninger - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 14/1987. 42p, 1 bilag.*

*Kristiansen, H., (1988): Behov for forbehandling og konservering af grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makroioner. DGU. Okt. 1988. pp 1-8*

*Miljøstyrelsen (1993): Vurdering af laboratorier til grundvandsovervågningsprogrammet. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 48/1993. 25p, 5 bilag.*



# Data

Vedrørende emnerne:

Datalagring,

Dataoverførsel, herunder

Generelle oplysninger vedrørende dataindberetning,

Filnavne, der skal anvendes ved indberetningen,

Kemidata,

Obligatoriske krav til de indberettede data,

Nøglefelter,

Andre obligatoriske oplysninger

Kvalitetskontrol

Bemærkninger til enkeltoplysninger i indberetningen

Indberetning af rettelser

Dataformater, herunder

STANDAT stof- og enhedskoder

eksempler på STANDATfiler for

Kemidata

Pejledata

Drikkevandsdata

se: Paradigma for normal-rapportering af det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003, Del 1 og 2, grundvandsdelene, på [www.mst.dk/nova](http://www.mst.dk/nova)

## Indberetning af CFC-resultater via STANDAT

Resultaterne af CFC-undersøgelserne afrapporteres typisk fra CFC-laboratoriet ved GEUS i form af et A-4 skema, hvoraf boringens DGU-nr, filtrets placering i meter under terræn samt prøvetagningens dato og klokkeslæt fremgår. Disse oplysninger indberettes som sædvanligt sammen med øvrige nøglefelter (indtagsnummer, som for GRUMO er det samme filternummer samt analysestedkode) som prøveidentifikationer.

De tre stoffer CFC-11, CFC-12 og CFC-113 indberettes som angivet i de tekniske anvisninger med STANDAT-stofkodenumrene 3122, 3118 og 9417.

På baggrund af én eller typisk to analyser af de tre CFC-forbindelser er der beregnet en alder for hver undersøgt ampul. De beregnede aldre indberettes **ikke**.

For hvert filter er der yderst til højre angivet en af CFC-laboratoriet tolket alder i kolonnen "CFC-år". Denne indberettes med STANDAT-stofkodenummeret 9418.

Metodekoden til CFC er 0811, GC med ECD

Detektionsgrænserne, der skal indberettes er henholdsvis

CFC- 11: 0,3 picogram/l

CFC- 12: 1,0 picogram/l

CFC-113: 1,0 picogram/l

## **Indberetning af rettelser**

Såfremt der ønskes indberettet større rettelser til allerede indberettede prøver, skal den fornyede indberetning være en komplet årgang af det pågældende projekt (GRUMO, LOOP eller Boringskontrol indeholder alle nøglefelter og analyser), idet den første indberetning bliver slettet i sin helhed. Mindre rettelser håndteres nemmest via "papir". Indberetning af rettelser bør fortrinsvis foregå efter aftale med GEUS. Bemærk at "sletning" af allerede indberettede stofanalyser ikke kan lade sig gøre ved at genindberette prøven blot uden de stoffer, der ønskes slettet. Stofferne, der findes i den gamle prøve overføres automatisk til den nye prøve, hvis de ikke er til stede.

## **STANDAT Service programmel**

Miljøstyrelsen stillede pr. ultimo 1998 et kontrolprogrammel til rådighed for alle, der anvender STANDAT til transport af data. Programmet er lagt ud på Miljøstyrelsens hjemmeside [www.mst.dk/STANDAT](http://www.mst.dk/STANDAT), hvorfra det frit kan hentes. Programmet kontrollerer bl. a. at syntaksen i den testede fil er korrekt og at anvendte Standatkoder er i overensstemmelse med STD-kodelisterne.. Derudover er programmet udbygget med en facilitet, kaldet Skabeloncheck, der tillader brugerdefineret kontrol af bl.a. stof-enhed kombinationer, minimums- og maksimumsværdier for stoffer, samt af angivne parametre op imod kontollister (eller "facitlister"). Eksempelvis kontrollerer GEUS ved indlæsning af atlasbladnumre, at disse ligger mellem 1 og 247. Programmet er imidlertid også udstyret med en skabeloneditor, som tillader at den enkelte bruger fx. et amt opretter sine egne kontrollister, som fx. kontrollerer at atlasbladnumre ligger inden for det interval, der dækker amtet eller at fx. analyseresultater ligger i et koncentrationsinterval, der er almindeligt for amtet.

### ***STANDAT-koder for modificerede analysemetoder.***

Et enkelt analyselaboratorium har forespurgt Århus Amt, hvordan man angiver, at der anvendes modificerede analysemetoder. Det er aftalt, at der kun skal oprettes nye analysemetode-koder i STANDAT, hvis ændringen er så dybtgående, at den også udløser behov for en ny analysebeskrivelse i henhold til Dansk Standard.

### **Litteratur:**

*Miljøstyrelsen (1990): STANDAT V 1.1 - en standard for udveksling af miljødata. tekstdel. Miljøstyrelsen i samarbejde med Kommunedata. - Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1, 1990. 52 s.*

*Miljøstyrelsen (1991): Vejledning i udformning af programmer til læsning og skrivning af STANDAT-filer. Udarbejdet i samarbejde mellem Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse ved Niels Henrik Mortensen. - Miljøstyrelsen, marts 1991. 54 s. excl. bilag.*

## Databasestruktur

### *Amter*

### *Fagdatacenter*

Den Grundvandskemiske Database er i skrivende stund en relationsdatabase i VAX-Rdb, opdelt i tre overordnede tabeller henholdsvis Boringer, Prøver og Analyser. De to sidste er desuden opdelt i en hovedtabel (Run) der omfatter hovedparten af oplysningerne (og som har gennemgået kvalitetskontrol, samt en mindre tabel (Ind) hvor det indeværende års indberetning lagres, og på hvilke kvalitetskontrol udføres. Ud over de nuværende "store" projekter, overvågning og boringskontrol, rummer databasen tidligere projekter som fx. NPO og Lossepladsprojektet. Databasen rummer analyser tilbage fra år 1890. I nær fremtid forventes databasen omlagt fra mainframe til en Oracle database og fusioneret med JUPITER, GEUS' database for miljørelateret information

Alle indberettede prøver forsynes under indlæsningen med et 10-cifret løbenummer, hvoraf de fire forreste er årstallet for indberetningsåret, og som fungerer som intern reference. Desuden forsynes prøverne med et projekt-ID, der genereres ud fra filnavnet på filen, der er under indlæsning.

Til brug for håndtering af en række forskellige typeoperationer, kontrol, rettelser og dataudtræk er der udviklet i alt ca. 100 hjælpeprogrammer

Til videregående faglig og/eller statistisk behandling udlæses data stofgruppevis i følgende SAS-datasæt,

Hovedbestanddele

Uorganiske sporstoffer

Organiske mikroforureninger

Pesticider og chlorphenoler

Alder (tritium og CFC)

ligesom der udlæses et datasæt med boretekniske oplysninger. Der udlæses separate datasæt for henholdsvis GRUMO, LOOP og boringskontrol.

### ***Vurdering af datakvalitet***

Under indlæsningen kontrolleres det

- at STANDAT-syntaksen er korrekt
- at de anvendte koder findes i STANDAT-kodelisterne (er legale)
- at nøglefelterne er tilstede og er inden for et forud fastsat interval (fx. atlasblad-nr. mellem 1 og 248)
- at boringens DGU-nummer findes i forvejen

- at STANDAT-stofkoden er legal
- at kombinationen af stofkode og enhedskode er legal
- at værdien (efter omregning til databasens enhed) ligger mellem en forud angivet maksimum og minimumsværdi (som maximumsværdi anvendes typisk 95 % percentilen af de eksisterende værdier for det pågældende stof)
- at de øvrige oplysninger har legale koder

2) efter indlæsningen kontrolleres det

- at alle prøver er indsamlet
- at identifikationer passer med "facitlisterne", d.v.s. at fx. nøglefelterne for prøver, der er lagret med projekt-betegnelsen GRUMO passer med databasens liste over GRUMO-filtre.
- at detektionsgrænserne er overholdt
- at der kun er anvendt godkendte laboratorier
- at databasen ikke rummer dubletter på prøve- eller analyseniveau. Under dubletcheckket sammenkobles analyser, der er udført på samme vandprøve, men indberettet som forskellige prøver, fx. hovedbestanddele og organiske mikroforureninger, der ofte er analyseret på forskellige laboratorier.

### ***Boretekniske oplysninger***

I databasen er der for grundvandsovervågningsdelen tilknyttet en lang række beskrivende parametre, som karakteriserer det enkelte filter på forskellig vis, og som er anvendelige til datagrupperinger og/eller fænomenologiske analyser. Disse udtrækkes i SAS-datasættet Boretekniske Oplysninger, sammen med filtrenes nøglefelter. Det er generelt gældende at næsten alle oplysninger er tilstede for så vidt angår GRUMO, mens der er betragtelige mangler for så vidt angår Boringskontrol.

### ***Faste informationer***

Parameter	GRUMO	LOOP	Borings kontrol
Indberettende amt	X	X	X
Beliggenhedsamt			X
Kommune-nummer (VV-nr 1)	X	X	X
UTM	X	X	X
Kote	X	X	X
Afstand fra hovedboring	X		
GRUMO/LOOP-område	X	X	
GRUMOnr incl. indtagsnummer (filternummer).	X		
LOOP-nummer incl. indtagsnummer (filternummer).		X	

DGU-nummer	X	X	X
Filter-nummer	X	X	X
Filtertop m.u.t.	X	X	X
Filterbund m.u.t.	X	X	X
Boringstype	X		
Pumpetype	X		
DGU bjergartskode	X		X
Etableret-år	X		X
Udgået-år	X		X
Filtertopkote	X	X	X
Filterbundkote	X	X	X
Anlægstype (VV-nr. 3)			X
Anlægs-nummer (VV-nr. 4)			X
Under-anlægsnummer (VV-nr. 5)			X
Virksomhedstype (VV-nr. 2)			X
Virksomhedsløbenummer			X
Projekt-id	X	X	X
GVK-Virksomhedsnummer (VV-nr 1 til 5)			X

### *Tolkede informationer*

Parameter	GRUMO	LOOP	Boringskontrol
Reservoirbjergart	X		
Reservoirtype	X		
Moniteringstype	X		
Vandspejlstype	X		
Boringsvandspejlskote	X		
Arealanvendelse	X		
Lertykkelse	X		
Kemisk Hovedklasse	X		
Alderskategori (ungt/gammelt)	X		
Filterdybde, meter under grundvandsspejl	X		
Tykkelse af umættet zone	X		
Analyse-egnethed	X		

## Rapportering

Som oplæg til de årlige rapporter udsendes et samlet paradigma for hele overvågningsprogrammet. Paradigma for grundvandsovervågningsrapporterne, der er udarbejdet af styregruppen for grundvandsovervågningen og godkendt af Aftaleudvalget, er at betragte som en gensidigt bindende aftale. De krav til rapporteringen, som fremgår af paradigma, lægges til grund for den efterfølgende evaluering af rapporterne, som udføres i styregruppe-regi.

## Evaluering

Som gennemgående, generelle mangler kan fremhæves

1. at der ofte savnes en diskussion af de behandlede GRUMO-resultaters repræsentativitet for amtet som helhed.
2. at den overordnede inddeling af grundvandet, som opstilles på grundlag af hovedkomponenter eller overordnede karaktertræk som pH og redox, ikke anvendes under beskrivelsen af specialparametrene.
3. at effekten af arealanvendelsen generelt mangler at blive vurderet.
4. at der savnes begrundelse, når dele af paradigma ikke er behandlet, evt. kun med en **kort bemærkning, hvis et punkt ikke er relevant** i det pågældende amt.

Eksempel på Aftaleudvalgets evalueringsskema:

## Vandmiljøplanens overvågningsprogram

### Evaluering af amternes prøvetagning, dataoverførsel og rapportering i 1999

Amt:	Styringsgruppen for		
	Ja	Nej	Bemærkninger
Prøvetagning:			
- Er alle aftalte prøver indsamlet?			
- Er de aftalte metoder for prøvetagning anvendt?			
- Er de aftalte metoder for analysering anvendt?			
- Eventuelle andre bemærkninger om prøvetagning?			

Amt:	Styringsgruppen for		
	Ja	Nej	Bemærkninger
<b>Data overførsel:</b>			
- Er tidsfristerne overholdt?			
- Er det aftalte indberetningsformat anvendt (STANDAT eller skemaer)?			
- Er kvaliteten af de overførte data tilstrækkelig god (kvalitetssikrede)?			
- Var dataformaterne fejlfrie?			
- Eventuelle andre bemærkninger om dataoverførsel?			
<b>Rapportering:</b>			
- Er tidsfristen for rapportering overholdt?			
- Er paradigmaets disposition fulgt?			
- Er rapportens præsentation af data tilstrækkelig god?			
- Er rapportens databehandling tilstrækkelig god?			
- Er rapportens diskussion af data tilstrækkelig god?			
- Er rapportens konklusioner tilstrækkeligt fagligt underbygget?			
- Eventuelle andre bemærkninger om rapportering?			

## Tolkning af data

### Fejlkilder

- Etableringseffekt
- Kontaminering

## Databehandling

Generelt.

Ved databehandling af grundvandskemiske data er det væsentligt, at holde sig for øje, at data ikke er normalfordelte. Fordelingen er som hovedregel en Khi-square fordeling. At det ikke "blot" er højre halvdel af en normalfordelingskurve fremgår af kurvaturen, idet kurveforløbet er konkavt mod højre, og ikke konvekst som ved en normalfordeling. Det tilrådes, ikke at anvende log-transformationer. Anvendes logtransformationer henledes opmærksomheden på, at der ikke umiddelbart kan transformeres tilbage ved anvendelse af simpel antilog. Da data ikke er normalfordelte må der ved beregning af signifikans anvendes såkaldte non-parametriske beregningsmetoder, fx . Wilcoxon Rank Sum Test. Til non-parametriske tidsserieanalyser kan anvendes Sen's Slope/Mann-Kendall Trend Analysis

På grund af den skæve fordeling af analyseresultaterne er det fagdatacentret opfattelse, at centrale tendenser i data bedst angives ved brug af median samt percentiler i øvrigt, og at "box og whiskers" plot ofte giver en god præsentation af større datamængder. Måleresultater over 90% percentilen kan ofte med fordel vurderes særskilt.

Generelt er de grundvandskemiske data "åbne" nedad mod lave koncentrationer, idet laveste talværdi er en detektionsgrænse. Ved beregning af statistiske parametre har det været praksis ved fagdatacentret at anvende detektionsgrænsen som koncentrationsangivelse ved analyser der ikke har et egentligt måleresultat. Denne praksis ønskes anvendt generelt frem for den internationale praksis, hvor der medregnes den halve detektionsgrænse. Dels er det mere gennemskueligt og derudover indeholder denne fremgangsmåde et forsigtighedsmoment (overestimering). Anvendes den internationale måde skal dette anføres.

Referencer:

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

Helsel, D.R. and Hirsch R.M. 1992: Statistical Methods in Water Resources. Studies in Environmental Sciences 49. Elsevier.

## Grundvandsklassifikationer

Grundvandsklassifikationer skal opfattes som hjælperedskaber til en bedre forståelse. I paradigmet er der derfor lagt op til at hver amt anvender den klassifikation, der har den største "forklaringskraft" inden for det pågældende amt.

Der findes i øjeblikket tre klassifikationssystemer, nemlig "Grundvandets hovedklasser", der anvendtes af GEUS til at give et landsdækkende overblik, "HK-klassifikationen", der med fordel kan anvendes på lokalt og regionalt plan, samt "Redox-klassifikation", der er en forholdsvis ny type af klassifikation, og som på landsplan har den ulempe, at de nødvendige parametre til bestemmelse af vandets redoxtilstand kun er blevet målt i begrænset om-

fang i overvågningens tidlige faser. Forståelsen af redoxforholdene er vigtig, da de fx. kan maskere nitratbelastningen.

Tiden er næppe er moden til at fastlægge ét fælles klassifikationssystem. De landsdækkende hovedklasser kan ikke umiddelbart anvendes i amterne, da de bygger på en clusteranalyse af det samlede datasæt. Clusteranalysen giver ikke eksakte grænser for indholdet af enkeltparametre i de forskellige hovedklasser. Det afgørende er de indbyrdes relative mængdeforhold. Under alle omstændigheder vil udarbejdelsen af et fælles klassifikationssystem kræve ganske betydelige ressourcer.

Hovedklasserne savner i øjeblikket en grundig gennembearbejdning af de reaktionskemiske forhold i de enkelte hovedklasser for at give forbedret forståelse af grundvandets sammensætning.

Amter, som er i besiddelse af programmel til clusteranalyse kan eventuelt med fordel gennemføre sådanne inden for amtet.

Klassifikationen i sig selv er ikkemålet, det er derimod forståelsen af ændringer i grundvandets sammensætning. I visse tilfælde kan en grundig beskrivelse af "cases" være den bedste vej til bedre forståelse.

## Grundvandets udveksling med de øvrige dele af det hydrologiske kredsløb

Som overordnet ramme drejer overvågningsprogrammet sig om at følge vandets kredsløb, hvilket naturligt stiller en række spørgsmål som fx.

- Hvordan er vandbalancen (vol.)? Bidrag til grundvandet. Bidrag fra grundvandet.
- Hvordan er stofindholdet i grundvandet, i lyset af tilførslerne fra overfladen/rodzonen og fraførsel ved overfladeafstrømning og oppumpning sat i relation til bidraget fra jorden/bjergarterne i den mættede/umættede grundvandszone og hvor stor er stofomsætningen i den øvre del af den mættede zone?
- Hvordan er stofomsætningen, udvaskningen m.v. og de kemiske betingelser under vandets ophold i den umættede zone, - eventuelt sat i relation til arealudnyttelsen?
- Hvordan er sammenhængen mellem klimaforhold, arealanvendelse og grundvandet sammensætning og alder?
- Hvordan indvirker geologiske/hydrogeologiske data eventuelt på fortolkningen af data fra andre Fagdatacentre?

I det følgende er opregnet nogle aspekter omkring de enkelte sektorer af overvågningen:

### ***Landovervågning***

- Stoftilførslen følges fra bund af rodzone til det dybere grundvand (om muligt vurderet i strømningsbanerne i de tre landovervågningsområder, som er sammenfaldende med grundvandsovervågningsområder). Hvilke ændringer sker der, - også gennem tiden? Jordbundens stofindhold (fx. kvælstofpulje) sammenstilles hermed, så lagets betydning som mellemlager for tilførte stoffer kan vurderes. Eventuelt kan det vurderes, hvor stor indflydelse tørkeperioder (fordampning) og nedbørsrige perioder har på udvaskningen.
- Den eventuelle udvikling i stofindholdet i prøver fra overfladenære grundvandsfiltre sammenholdes med arealanvendelsen. Udvasningen bedømmes for hele oplande på basis af arealoplysninger med henblik på at vurdere, hvordan den præger det dybere grundvand.
- Der udfærdiges en oversigts stof/volumen-transportbalance fra jordoverflade til det dybe grundvand (inclusive udstrømmende grundvand og dræn). Dette kan være en model, som anvendes på et par karakteristiske eksempler, og/eller en overslagsberegning for hele landet.

### ***Ferske vande***

- Næringsstofindholdet i vandløbene ved lav vandføring vurderes som udtryk for det tilstrømmende grundvands sammensætning under hensyntagen til omsætningen i enge (hydrograf-opsplitning). Det vurderes om der er stoftransportmæssig konsistens i denne vurdering og de tilsvarende beregninger under Landovervågning. Om muligt inddrages/-vurderes forholdet mellem udstrømmende oxideret og reduceret, gammelt og ungt grundvand, baseret på næringsstofindholdet. Er der udviklinger i gang?

- Kildebækkenes oplande analyseres geologisk, i et forsøg på at skabe sammenhængende forståelse af arealanvendelsen i oplandet, grundvandskvaliteten, geologien, grundvandets alder og vandmængderne. Eventuelt kan der foretages modelberegning.
- Den mulige mere generelle anvendelighed af resultaterne (overslag på landsplan) overvejes.

### **Søer**

- Udstrømningen af grundvand direkte til (og fra) søer, og næringsstofindholdet i dette, vurderes med henblik på at vurdere indflydelsen på stofbalancen.

### **Punktkilder**

- Det bedømmes, hvilket bidrag der måtte være fra punktkilder direkte til grundvandet (volumenmæssigt, kvalitetsmæssigt og lokaliseringmæssigt). Uorganiske sporstoffer er i denne sammenhæng muligvis lige så væsentlige som næringsstofferne. Om muligt gives en sammenhæng mellem kildestyrken og nedsivningen til grundvandet. Også konsekvenser af udbringningspraksis forud for Slambekendtgørelsen kan indgå.
- Nedsivning fra bassiner og vejafvanding, samt dræn, kloakker og sivebrønde og kan indgå, om ikke andet på diskussionsplan.

### **Marine områder**

- Der er næppe "marine data" til rådighed til at vurdere størrelsen og betydningen af grundvandsafstrømningen til marine områder. Dette vil eventuelt kunne afklares modelmæssigt baseret på vandbalancen på land. Det marine præg på grundvandet, især i kystegne, kommenteres.

### **Atmosfæren**

- Atmosfærens indflydelse på grundvandets volumen og stofindhold er betydelig, men fysisk indirekte gennem jordbunden. Dog kan stofkoncentrationen i nedbør sammenholdes med koncentrationen i terrænnært grundvand i naturområder (kun ét grundvandsovervågningsområde er et rent naturområde).

## **Geologiske modeller og strømningsmodellering**

I og med overvågningsrapporten for 1998 påbegyndes en flerårig indsats for at opnå en bedre beskrivelse og forståelse af strømningsmønstret inden for de enkelte GRUMO-områder, samt på sigt en mere kvantitativ kobling mellem grundvandet og de øvrige dele af det hydrologiske kredsløb, herunder især vandløb og kilder. Opgaven er formuleret i paradigma for 1998 på følgende måde:

*“Med henblik på at forbedre forståelsen af stoftransporten inden for GRUMOOmråderne påbegyndes i 1998 en opbygning af hydrogeologiske modeller, som kan anvendes i en matematisk strømningsmodel. Indsatsen i 1998 omfatter ét område med kompliceret geologisk opbygning (fx. i ispreszoner) eller to områder med simpel geologisk opbygning (fx. hedeslette).*

*Der opstilles og beskrives først en konceptuel hydrogeologisk model for et GRUMO-område, med tilstødende arealer, d.v.s. ud fra cyklogramkort og profiler samt geologisk*

*baggrundsviden besluttet antallet af vandførende lag til modellen. Derpå udtegnes et passende antal geologiske profiler, hvor de forskellige lag forbindes som sammenhængende lag eller linser. Der etableres derpå en datafil med koter og lagtykkelser for de vandførende lag i de enkelte borer, som ligger indenfor modelområdet. Karakteristiske geologiske profiler og en beskrivelse af den/de opstillede hydrogeologiske model/er inkluderes i årets rapport. Datafilen/filerne i kolonneformat indsendes på diskette til GEUS sammen med rapporten.”*

Det basale grundlag er en geologiske model, som fx. kan præsenteres EDB-mæssigt vha. GEUS' PC-program "GeoTOLK", der anvender data fra PC-ZEUS.

Når den indledende model betegnes som konceptuel ligger der heri, at den er overordnet, principiel og uden for mange detaljer og spidsfindigheder og når der anvendes præfixet "hydro" ligger der heri, at det er lagenes vandførende egenskaber, der fokuseres på (til forskel fra fx. deres alder). Det er vigtigt, at der opstilles en principiel lagfølge, også selv om lagets tykkelse i dele af modelområdet er nul.

På længere sigt er det målet at få lavet strømningsmodeller for alle GRUMO-områder. En strømningsmodel eller grundvandsmodel, kan betragtes som en regnskabsbog for vand (hvor meget kommer der ind? og hvor fra?, hvor meget ophobes? og hvor?, hvor meget strømmer ud? og hvor hen? samt hvilken vej strømmer det, fra det er kommet ind, til det strømmer ud?). Fordelene ved at opsætte en egentlig grundvandsmodel er, at det umiddelbart fremmer forståelsen for strømningsmønstret, idet man sammenknytter viden og antagelser, der så gennem modellen kan af- eller bekræftes. Grundvandsmodeller kan benyttes til at undersøge det hydrologiske systems reaktion på givne påvirkninger f.eks. fra indvindingsboringer, dræning, plantevækst og klimatiske ændringer. Det er vigtigt at gøre sig klart, hvad formålet med modelleringen er, inden modelområdet afgrænses og modelværktøjet vælges (også måske langsigtede formål som medtagelse af stoftransport). Det skal herunder overvejes hvilke påvirkninger, der skal undersøges for, hvilke dele af det hydrologiske system der er relevante at medtage (f.eks. umættet og/eller mættet strømning), samt hvilken detaljeringsgrad der er ønskelig eller opnåelig (skal f.eks. makroporestrømning kunne medtages?). Først herefter forestår udvælgelsen af det præcise modelområde og af modelleringsværktøjer. For nogle amters vedkommende findes der formodentlig allerede et eller flere modelleringsprogrammer i "huset" (Modflow, Mike-She etc).

### **Husk at en model kan bruges igen og igen og forbedres hen ad vejen.**

Der har i længere tid været behov for strømningsmæssige overvejelser i forbindelse med grundvandsovervågningen for dels at udpege infiltrationsområder og for at støtte forståelsen af stoftransporten i områderne. Dertil kommer, at der i NOVA-2003 vil blive lagt større vægt på sammenhængene i vandkredsløbet. Et større antal overvågningsområder er beliggende i tilknytning til større eller mindre vandløb, og det er derfor af betydelig interesse at kunne vurdere grundvandstilstrømningens størrelse til disse vandløb.

### *Litteratur*

Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. X, 1998: Kortlægning af følsomme indvindingsområder.

## Ordliste

Annulusvand:	Stillestående vand i mellemrummet mellem forerør og stigrør.
Skorstenseffekt:	Lækage langs forerøret, der bevirker, at overfladevand og/eller vand fra et andet reservoir kan sive op eller ned til det overvågede reservoir, med eventuel forurening, eller ændring af grundvandskemi til følge.
Markvandingseffekt:	Temporær, periodevis pumpning som f.eks. i en markvanding-boring med partiel filterinterval, kan forårsage en ændring i strøm-linierne og dermed en ændring af grundvandskemien, i det vandfø-rende lag i nærliggende boringer ("falske" sæsonfluktuationer").
Montejuspumpe:	Drivmiddelpumpe (fx <b>kvælstof</b> , analyse-ren), der består af 2 i hin-anden anbragte rør med en kontraventil i bunden af det ydre rør. Drivgas tilføres rummet (pumpekammeret) mellem de 2 rør, og vandet drives op gennem det indre rør (stigrøret).
Renpumpning:	Pumpning, der udføres på nye boringer straks efter filtersætningen for at rense boringen for suspenderet materiale og evt. urenheder fra borearbejdet.
Forpumpning:	Pumpning, der altid skal udføres, for at fjerne annulusvand og an-det, ikke repræsentativt vand i boringen, før udtagning af vandprø-ver kan påbegyndes.

# Stikordsregister

# Litteratur

*Bemærk venlist at referencerne er ordnet kronologisk*

*Ødum, H. og Christensen, W., (1936): Danske grundvandstyper og deres geologiske optræden. DGU række III nr. 26.*

*Andersen, L.J., (1966): Tritium-indholdet i grundvandet og dets betydning ved geohydrologiske undersøgelser. Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening, bind 16, hæfte 2.*

*Miljøstyrelsen (1983): Nitrat i drikkevand og grundvand i Danmark. Redegørelse fra Miljøstyrelsen.*

*Andersen, L.J. og Kristiansen, H., (1984): Nitrate in Groundwater and Surface Water related to Land Use in the Karup Basin, Denmark.*

*ATV (1985): Grundvandsforurening - Boremetoder - ATV-møde 12. sept. 1985 ca. 100p.*

*Miljøstyrelsen 1984: Kvalitetskrav til visse stoffer i drikkevandet. Vejledning nr. 2. Maj 1984.*

*Miljøministerens prioriterede handlingsplan for 1986*

*Miljøstyrelsen, (1986): Sikring af grundvandet mod forurening. Vandrådets forslag til handlingsplan. Betænkning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1986.*

*Vandkvalitetsinstituttet (1986): Kompendium over metoder til vandanalyser. Erfaringer fra interkalibreringer. Udført af Miljøstyrelsens referencelaboratorium. Sag nr. 41.797/908. 123 s.*

*Andersen, L.J., DGU (1987): Grundvandsmoniteringsnet af 1. orden i Danmark. ATV-møde om grundvandsmonitering, 5-6 oktober 1987. Vingstedcentret.*

*ATV (1987): Grundvandsmonitering -. ATV-møde 5. - 6. okt. 1987. 96p.*

*Brüsch, W., DGU, (1987): Grundvandskemi og arealanvendelse. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986, Teknikerrapport nr. 12.*

*Brüsch, W., DGU, (1987): Grundvandskemi i udvalgte engarealer. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986, Teknikerrapport nr. 20.*

*Den danske regerings "Handlingsplan mod forurening af det danske vandmiljø med næringsalte". 31 januar 1987.*

*Finansudvalget (1987): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. - Finansudvalget, Akt nr. 45 af 13. nov. 1987. 5 s.*

*Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg (1987): Bilagshæfte til Beretning om Vandmiljøhandlingsplanen. Beretning afgivet af miljø- og planlægningsudvalget den 30 april 1987. - Folketinget 1986-87, Blad nr. 1100.*

*Indenrigsministeriet, 1987: Aktstykke vedrørende bloktilskudskompensation af de amtskommunale merudgifter til overvågning af vandmiljøet. Den 19. oktober 1987.*

*Miljøstyrelsen (1987): Analyseprogram for det statslige grundvandsovervågningsnet - organiske mikroforureninger - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 14/1987. 42p, 1 bilag.*

*Andersen, L.J. og Kelstrup, N., DGU, (1988): "Markvandingseffekten". Forklaring på sæssonfluktuationer i nitrat i vandboringer. Vandteknik vol. 56, nr. 2, s77-81.*

*ATV (1988): Forurening fra punktkilder. ATV-møde 2. - 3. marts 1988. 207p.*

*Kristiansen, H., (1988): Behov for forbehandling og konservering af grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makroioner. DGU. Okt. 1988. pp 1-8*

*Miljøministeriet (1988): Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. - Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988. 18 s.*

*Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse (1988): Monitoringsboringer og vandprøver i grundvandsmoniteringsnet. 2.version. 22 .s*

*Miljøstyrelsen og DGU (1988): Monitoringsboringer og Vandprøver i grundvandsmoniteringsnet, 2. version -. 22p.*

*Andersen, L.J., (1989): Grundvandsmonitering. Boringer, pumper og prøvetagning. DGU Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 februar 1989. pp 1-34*

*Gosk, E. (1989): Grundvandsmonitering. Dataproblematikken. DGU Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 feb. 1989.*

*Kelstrup, N. og Nielsen, F.L., DGU, (1989): Nitrat og fosfat i råvand i danske grundvandsmagasiner. (Baggrundsrapport til NPO-forskning fra Miljøstyrelsen. Rapport nr. B15, Nitrat og fosfat i grundvand fra udvalgte områder i Danmark). Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern rapport nr. 55, 1989.*

*Kristiansen, H., (1989): Notat vedrørende suspenderet materiale i grundvand og filtrering af grundvandsprøver fra monitoringsprogrammet. Danmarks Geologiske Undersøgelse. Internt notat.*

*Kristiansen, H. & Nielsen, S., (1989): Standardprocedure ved forbehandling, konservering og feltmålinger på grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makroioner. Foreløbig udgave, 2. version. DGU. feb. 1989. pp 1-25.*

*Lossepladsprojektet (1989): Grundvandsprøvetagning og feltmåling. Lossepladsprojektet. Udredningsrapport U3. April 1989.*

*Miljøstyrelsen (1989): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. - Miljøprojekt nr. 115, Miljøstyrelsen 1989. 64 s.*

*Morthorst, J., Czako, T. og Nisbeth, J. (1989): Grundvandsmonitoring. Indretning og brug af eksisterende boringer, samt udførsel af nye monitoringsboringer. DGU. Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 feb. 1989*

*Ernstsen, V., (1990): Nitratreduktion i moræneler. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, rapport nr. B2.*

*Ernstsen, V., Gravesen, P., Nilsson, B., Brüsch, W., Fredericia, J., Genders, S., (1990): Transport og omsætning af N og P i Langvad Å's opland. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, rapport B6.*

*Miljøstyrelsen (1990): Rapport fra arbejdsgruppe vedrørende landovervågningsoplande. 65 s.*

*Miljøstyrelsen (1990): STANDAT V 1.1 - en standard for udveksling af miljødata. tekstdel. Miljøstyrelsen i samarbejde med Kommunedata. - Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1, 1990. 52 s.*

*Miljøstyrelsen (1990): Prøvetagning og analysemetoder i vandværkernes boringskontrol, samt indberetning af vandindvinding og vandkvalitet. Vejledning til Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988. I offentlig Høring, marts 1991. 28 s.*

*Miljøstyrelsen (1990): Vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. - Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr.3, 1990. 72 s.*

*Miljøstyrelsen (1990): Vurdering og udvælgelse af laboratorier med henblik på deltagelse i Vandmiljøplanens overvågningsprogram. 32p, 2 bilag.*

*Miljøstyrelsen (1990): Vurdering af analyseprogrammet for udvalgte boringer i vandmiljøplanens grundvandsovervågning. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 11/1990. 16p, 8 bilag.*

*Rasmussen, P. og Gosk, E., DGU, (1990): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvand i landovervågningsoplandene. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern Rapport nr. 47, 1990.*

*ATV (1991): Vintermøde om grundvandsforurening. ATV-møde 5. - 6. marts 1991. 347p*

*DAVID (1991): Grundvandsovervågning. Grundvandsressourcens udnyttelse og tilstand. - Arbejdsrapport udarbejdet af en arbejdsgruppe under Dansk Amtsvandingeniørforening (DAVID) 1991. 1. del 145p, 2. del 221p.*

*Kristiansen, H. og Stockmarr, J., DGU, (1991): Hvordan påvirker nitrat- og fosfatkoncentrationerne i det nedsivende vand grundvandet i forskellige hovedreservoirtyper. Rapport fra Konkensuskonference 31. jan- 4. feb. 1991, s. 8-1-8-28.*

*Miljøstyrelsen (1991): Vejledning i udformning af programmer til læsning og skrivning af STANDAT-filer. Udarbejdet i samarbejde mellem Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse ved Niels Henrik Mortensen. - Miljøstyrelsen, marts 1991. 54 s. excl. bilag.*

*Vandkvalitetsinstituttet (1991): Metodeundersøgelse, metaller i slam og jord. Arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, kviksølv, nikkel og zink. Udført af Miljøstyrelsens referencelaboratorium. Sag nr. 402300/960. 156 s.*

*Jørgensen, P. og Fredericia, J. (1992): Migration of nutrients, pesticides and heavy metals in fractured clayey till. Geotechnique, 42, s. 67-77.*

*Miljøstyrelsen (1992): Udkast til procedurer og analyse af data ved parallelprøvninger af specialanalyser. - Udvalget for specialanalyser. Kemikaliekontoret. 50 s.*

*Miljøstyrelsen (1992): Vurdering af analysekvaliteten for specialanalyser i grundvands-  
servvågningen - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 50/1992. 60p.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Bemærkninger til GRUMO indberetningen i sommeren 1993. Indlæg til Fagmøde for grundvandsovervågningen d. 9. nov. 1993.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Til alle amter og Københavns/Frederiksberg kommuner og Miljøstyrelsen: Vejledning i udtagning af blindprøver til pesticidanalyser, udkast til Arealanvendelsesopgørelse, oplæg til indberetningsform for pejledata. Maj 1993.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Specifikationer til brug ved rapportering og indberetning af Vandmiljøplanens Grundvandsdel 1993: Paradigma for amternes rapport 1993, STANDAT-koder til brug for indberetning af administrative oplysninger om grundvand, Standat stof- og enhedskoder til indberetning af grundvandskemidata. Januar 1993.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Udvidet Analyseprogram for pesticider i 20 filtre i ungt grundvand. Oplæg til styregruppen for grundvandsovervågnings møde d. 10. feb. 1993.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Udvikling af DGU's miljødatabaser. Internt notat. DGU. Aug. 1993. pp 1-18.*

*Jacobsen, O.S. (1993): Notat vedrørende klassifikation af arealanvendelsen. Ole Stig Jacobsen, DGU, juli 1993, 2 sider*

*Kristiansen, H. (1993): Notat vedrørende filtrering af grundvandsprøver. DGU, feb. 1993, 3 sider.*

*Miljøstyrelsen (1993): STANDAT og vandmiljøplandata 1992 - Erfaringsopsamling. Miljøstyrelsen, Miljødata og EDB, marts 1993, j.nr. M 073-0001.*

*Miljøstyrelsen (1993): Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993- 1997. - Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1993. 113 s.*

*Miljøstyrelsen (1993): Vurdering af laboratorier til grundvandsovervågningsprogrammet. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 48/1993. 25p, 5 bilag.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Amtsvis listning af GRUMO-numre, DGU-numre, filtertop og -bund i m.u.t., DGU-reservoirbjergartssymbol, reservoirbjergartsalder, monitoringstype og hovedklasse til anvendelse ved indberetning 1994. - Specifikation til paradigma for 1994. Marts 1994.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Indberetning af vand-data til DGU. DGU Kunderapport nr. 94. 1994.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Notat med tilhørende uddybning vedrørende filtrering af grundvandsprøver. - Specifikation til paradigma for 1994. Marts 1994.*

*Danmarks geologiske Undersøgelse (1994): Notat fra arbejdsgruppe vedrørende udmøntning og specifikation af paradigma for 1994. April 1994.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Status for årets indberetning af grundvandskemidata til DGU's grundvandskemibase v.h.a. STANDAT. -indlæg til Fagmøde for Grundvandsovervågning*

*Miljøstyrelsen (1994): Udkast til bekendtgørelse om kvalitetskrav til målinger, udført af akkrediterede laboratorier, certificerede personer m.v. - Miljøstyrelsen. Tilsyns- og lovkontoret. Kemikaliekontoret, nov. 1993. d.10. nov. 1994.*

*Vestsjællands Amt (1994): Referat af møde om ændringer i MiljøInformationsSystemets vandindvindingsdel på Amtsgården i Sorø d. 31 aug. 1994.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1995): Eksempel på opbygning af en Grumo-Standatfil. Eksempel på opbygning af en Loop-Standatfil. Eksempel på opbygning af en Boringskontrol-Standatfil. Referat af 4. fagmøde for grundvandsovervågningen. 27. april 1995.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1995): "Lovlige" Standat-stof og -enhedskoder til brug ved indberetning af overvågnings- og boringskontroldata. Referat af 4. fagmøde for grundvandsovervågningen. 27. april 1995.*

*Danmarks Geologiske Undersøgelse (1995): Instruks for udtagning af blindprøver til pesticidanalyser i grundvandsprogrammet. Referat af 4. fagmøde for grundvandsovervågningen. 27. april 1995.*

*ATV (1996): Overvågning og kontrol af drikkevand og grundvand. - ATV-møde 4. juni 1996. 92p.*

*Prøvetagning –Vand : Kursus nr. 215, Ingeniørhøjskolen i Horsens, april 1998.*

## Bilag 1 Baggrundsrapporter for grundvandsovervågningsområderne.

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 20.01 Fredensborg. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Frederiksborg Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 12/1990. 12p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 25.01 Torkilstrup. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Roskilde Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 13/1990. 14p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 25.02 Brokilde. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Roskilde Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 14/1990. 12p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 30.01 Holbæk. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Vestsjællands Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 15/1990. 12p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 35.01 Holeby. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Storstrøms Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 16/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 35.02 Hjelmsølle. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Storstrøms Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 17/1990. 14p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 40.01 Smålyng. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Bornholms Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 18/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 42.01 Nyborg. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Fyns Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 19/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 42.02 Borreby. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Fyns Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 20/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 50.01 Abild. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Sønderjyllands Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czakó - DGU, Intern Rapport 21/1990. 12p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 50.02 Mjang Dam. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Sønderjyllands Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 22/1990. 12p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 55.01 Grindsted. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Ribe Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 23/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 60.01 Egebjerg. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Vejle Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 24/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 65.01 Herning. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Ringkjøbing Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 25/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 70.01 Kastbjerg. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Århus Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 26/1990. 15p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 70.02 Kasted. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Århus Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 27/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 76.01 Rabis Bæk. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Viborg Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 28/1990. 13p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 80.01 Tornby. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Nordjyllands Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 29/1990. 12p + bilag.*

*Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvandsmoniteringsområde GRUMO 80.02 Råkilde - Støvring. Baggrundsrapport. - Udarbejdet for Nordjyllands Amtskommune og Miljøstyrelsen af T. Czako - DGU, Intern Rapport 30/1990. 12p + bilag.*

*De amtslige rapporter fra 1990.*

## Bilag 2 Analyseprogram for filtre i grundvands- overvågningsområderne

Bilag 5 omfatter en liste over de filtre, som ertil rådighed for grundvandsovervågningen i NOVA 2003. I listen er der foretaget en filtervis vurdering af det samlede analyseomfang på baggrund af filtrenes karakteristika og det foreløbige programudkast for NOVA-2003 fra Revisionsgruppen under Aftaleudvalget. Listen er i øjeblikket i høring hos amterne.

Listen omfatter dels filteridentifikationer (de første seks kolonner), dels oplysninger, der har betydning for analyseprogrammet i det enkelte filter.

- I kolonnen Egnethed er ved et "s" angivet, at filteret er fundet egnet til specialanalyser, mens "m" betegner filtre, som kun er anvendelige til analyse af makroioner.
- I kolonnen Aktivitet er med "0" angivet, at filteret kan prøvetages hver gang, mens "9999" angiver at filteret fx. kan være tørt, ikke tilgængeligt p.g.a. vanskelige vejforhold eller lign.
- I kolonnen Alder er angivet om filteret prøvetager ungt (U) eller gammelt (G) grundvand på baggrund af foreliggende Tritium analyser. Filtre med manglende Tritium-analyser er alle sat til U.
- I kolonnen Hypp. Pest er ved "x" angivet, at filteret prøvetages 4 gange årligt til pesticidanalyser.
- I kolonnen Pumpetype er angivet en kode for pumpetypen.

Koderne for pumpetype er følgende:

- 1: Permanent dykpumpe og råvandshane
- 2: Permanent dykpumpe
- 3: Mobil dykpumpe
- 4: Permanent sugepumpe og råvandshane
- 5: Permanent montejustpumpe
- 6: Anden permanent pumpe
- 7: Anden mobil pumpe (fx. jetpumpe)
- 8: Artesisk boring med selvløb
- 9: Permanent borrhørpumpe og råvandshane
- 10: Tensiometer

I kolonnerne 12 til 26 er angivet analyseprogrampakker så vidt muligt opdelt i overensstemmelse med programteksten, om end forkortet for at kunne rummes på en A4 side. Det fleste forkortelser antages at være selvindlysende. Kolonne 23 rummer Detergenter, Phthalater og Alkylfenoler.

I opgørelsen over analysefrekvensen for aggressiv kuldioxid, metan og svovlbrinte er det forudsat, at de hidtidige analyser er gennemført med den krævede analysedetekteringsgrænse på henholdsvis 3 mg/l, 0,01 mg/l og 0,05 mg/l.

I opgørelsen over analyseomfanget er der ikke taget stilling til analyse af MTBE, ligesom der ikke er taget stilling til hvorvidt strontium skal analyseres som en hovedbestanddel ( Sr > 1 mg/l ved tidligere analyser) eller som uorganisk sporstof. Ej heller er der taget stilling til det endelige analyseprogram for den særlige Redox-overvågning, der dog kun berører Storstrøms Amt, Ribe Amt,

Århus Amt, Viborg Amt og Nordjyllands Amt. Det skal bemærkes, at listen omfatter et antal filtre, som drives for amtslige midler af Århus Amt