

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 11 1990

Vurdering af analyseprogrammet
for udvalgte boringer i vand-
miljøplanens grundvandsovervågning

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

504.43.060

B 10

ex. 2

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 11/1990

Vurdering af analyseprogrammet
for udvalgte boringer i
vandmiljøplanens grundvandsovervågning

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord	3
1. Indledning	4
2. Status	6
3. Prøvetagningsprogram	13
3.1. Generelle del, minimumsprogram	13
3.2. Specialanalyser - udvidet program	14
4. Usikre boringers skæbne	15
5. Indkøringsperiode - endelig etablering	16
Bilagsfortegnelse	17

© 1987 BYGGEREGULERINGEN
TAKSTYRELSEN
ØSTADEN 100
8000 ÅRHUS C DENMARK

FORORD

Denne rapport er udarbejdet med henblik på en nyvurdering af grundvandsovervågningsprogrammet. Vurderingen af programmet tager sit udgangspunkt i, at overvågningsområderne er opbygget med forskellige boringstyper m.v., hvilket kan nødvendiggøre et mere nuanceret analyseprogram for de enkelte boringer end oprindeligt planlagt ifølge vandmiljøplanen.

Rapporten består af en tekstdel samt en række tekniske bilag.

I tekstdelen gennemgås de forhold, der nødvendiggør ændringer i den oprindelige plan.

I bilagene er de tekniske problemer belyst mere indgående.

Rapporten er udarbejdet af "Arbejdsgruppen for grundvandsovervågning", nedsat af Miljøstyrelsen den 28. september 1989. Arbejdsgruppens kommissorium er, at fastlægge kriterier for et differentieret analyseprogram afhængig af boringskvalitet, boredata, geologisk information m.v. Arbejdsgruppen skal desuden rådgive Miljøstyrelsen og amtsrådene med henblik på en eventuel revision af grundvandsovervågningsprogrammet.

Miljøstyrelsen varetager formandskab og sekretariat, og derudover indgår i arbejdsgruppen en repræsentant fra hver amtskommune, repræsentanter fra Københavns og Frederiksberg kommuner, repræsentanter fra Danmarks Geologiske Undersøgelse og Miljøstyrelsens vandressourcekontor.

Selve rapporten er udarbejdet af et udvalg under arbejdsgruppen, bestående af Jørgen Krogh Andersen (Nordjyllands Amtskommune), Gert Laursen (Ribe amtskommune), Lærke Thorling (Århus Amtskommune), Ejnar Nielsen (Storstrøms Amtskommune), Jørn Morthorst (Danmarks Geologiske Undersøgelse) og Janne Forslund (Miljøstyrelsen).

1. INDLEDNING

Formålet med grundvandsovervågningen er at sikre befolkningens forsyning med drikkevand af god kvalitet i fremtiden, som forudsat i miljøministerens prioriterede handlingsplan for 1986. Dette gøres dels ved at følge mængden af kvalstof og fosfor i grundvandet og dels ved at få kendskab til den generelle udvikling i grundvandsressourcens, kvalitet og kvantitet.

Overvågningen af udviklingen i grundvandet sker dels gennem de særligt udvalgte grundvandsovervågningsområder og dels gennem den løbende råvandskontrol på vandværkerne.

I den forbindelse henledes opmærksomheden på, at der - efter den ændrede bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg - fra den 1. januar 1989, skal foretages analyse af vandet fra de enkelte boringer i større vandforsyningsanlæg.

Ved at sammenholde resultaterne af tilsynet med vandforsyningsboringer og overvågningen af indvindingsoplandene, vil det være muligt at følge udviklingen i grundvandet såvel regionalt som lokalt, således at eventuelle nødvendige foranstaltninger kan iværksættes i tide.

I modsætning til drikkevandskvaliteten, der er kvaliteten af det vand, der leveres til brug for befolkningens forsyning med drikkevand, er hensigten med den specielle grundvandsovervågning, at opnå et indgående kendskab til grundvandets kvalitet og de naturlige og menneskeskabte kvalitetsændringer. Udviklingen af grundvandskvaliteten i overvågningsområderne følges ved et program, der måler tilstanden i grundvandet fra de øverste til de dybeste lag under forskellige geologiske og hydrogeologiske forhold (L.J. Andersen (1987), Miljøstyrelsen (1989), Miljøprojekt nr. 115).

For at grundvandsovervågningsområderne kan leve op til denne hensigtserklæring, må der stilles krav til kvaliteten af de resultater, der kommer til at indgå i den database, der skal danne grundlag for de jævnlige afrapporteringer til ministeren. De indsamlede resultater skal være repræsentative for de

grundvandslag, der overvåges og skal endvidere være tolkbare i en geologisk sammenhæng, lokalt eller regionalt (se bilag 5).

2. STATUS

Amtskommunerne og Danmarks Geologiske Undersøgelse har i løbet af 1988/89 etableret en række grundvandsovervågningsoplande med ca. 15 boringer/filtre i hvert (se bilag 3).

Pr. 31. december 1989 er etableringen af enkelte områder endnu ikke helt afsluttet. I de færdigetablerede boringer er prøvetagningen nu sat i gang.

Der har typisk fundet 2-3 prøvetagningsrunder sted i disse områder, hvor der er analyseret for grundvandets hovedbestanddele. (Se bilag 1).

Prøvetagning til overvågningsprogrammets specialanalyser er endnu ikke påbegyndt. Dog er prøvetagning til tritiumanalyse begyndt i nogle områder.

Udbygningen af områderne er, som det fremgår af bilag 3, varierende.

Nogle områder er udbygget udelukkende med nye, specielle monitoringsboringer med henblik på at få niveaubestemte prøver fra en velbeskrevet geologi. Disse boringer er desuden søgt udbygget efter de for tiden bedste teknikker til skånsom og uforurennet prøvetagning.

I andre områder indgår et større antal eksisterende boringer, for hvilke kendskabet til lokale forureninger og kvaliteten af oplysningerne om jordlag, filtersætning m.v. (bilag 2.1), er varierende. Prøvetagningsbetingelserne for de forskellige boringstyper er ligeledes forskellige. De vandprøver, der kan udtages fra de forskellige boringer og filtre, repræsenterer ikke i samme grad niveaubestemt formationsvand.

Dette bevirker, at forudsætningerne for gennemførelse af hele analyseprogrammet på grundvandsområdet ikke er til stede i alle de hidtil udvalgte boringer.

Der er på nuværende tidspunkt inddraget ialt 590 boringer med 956 filtre i grundvandsovervågningen (side 12). Af disse skønnes, 482

boringer med 810 filtre, at være egnede til det udvidede analyseprogram (analysepakke 1, 3, 4, 5).

Ved en ændret pumpeprocedure med eventuel langtidspumpning før udtagning af vandprøver eller ved installation af permanente dykpumper i boringstyperne 1.2 og 1.3 (bilag 2.4), kan disse boringer også godkendes til det udvidede analyseprogram, hvilket bringer det samlede antal boringer/filtre godkendt til analysepakke 1, 3, 4 og 5, op på henholdsvis 572 boringer og 938 filtre.

Bakteriologiske analyser (analysepakke 2) indtager en særstilling, og i øjeblikket er kun 110 boringer med 111 filtre/indtag, godkendt til denne analysetype.

Det er en forudsætning, at alle prøvetagningssteder efter 4 analyser af grundvandets hovedbestanddele (analysepakke 1), bliver godkendt som analyseegnede (bilag 6).

STATUS DEN 31.12.1989

ANTAL UDFØRTE BORINGER OG ANALYSERUNDER I DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Amt	Område	antal bor	antal F/I	antal runder
Nordjylland	80.01 Tornby	2	2	3
	80.02 Råkilde	8	13	3
	80.11 Drastrup	18	22	2
	80.12 Skerping	17	20	2
	80.13 Albæk	12	16	2
	80.14 Gislum	11	11	2
Total		68	84	
Viborg	76.01 Rabis Bæk			
	76.11 Viborg Nord	4	12	
	76.12 Skive	6	6	
	76.13 Nykøbing Mors	4	9	
	76.14 Baun	6	16	
Total		20	43	
Århus	70.01 Kastbjerg	11	15	1
	70.02 Kasted	5	5	1
	70.11 Nordsamsø	21	28	4
	70.12 Fillerup	16	21	2
	70.13 Hvinningdal	17	25	2
	70.14 Homå	18	29	
Total		88	123	
Ringkøbing	65.01 Herning	11	14	1
	65.11 Brande	5	13	3
	65.12 Haderup	3	8	3
	65.13 Herborg	5	11	4
	65.14 Finderup	5	14	3
Total		29	60	
Vejle	60.01 Egebjerg	7	16	1
	60.11 Thyregod	14	17	5
	60.12 Trudsbro	13	18	3
	60.13 Follerup	8	10	3
	60.14 Ejstrupholm	15	21	
Total		57	82	
Ribe	55.01 Grindsted	13	21	2
	55.11 Bramming	9	10	3
	55.12 Ølgod	9	11	3
	55.13 Forumlund	11	12	3
	55.14 Vorbasse	10	16	3
Total		52	70	

STATUS DEN 31.12.1989

ANTAL UDFØRTE BORINGER OG ANALYSERUNDER I DE STATSLIGT
OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER

Amt	Område	antal bor	antal F/I	antal runder
Sønderjylland	50.01 Abild	10	13	2
	50.02 Mjang Dam	2	4	2
	50.11 Bedsted	9	21	
	50.12 Rødding	7	9	
	50.13 Christiansfeld	11	15	
Total		39	62	
Fyn	42.01 Nyborg	9	18	2
	42.02 Borreby	7	12	2
	42.11 Svendborg	8	14	3
	42.12 Nr. Søby	8	15	3
	42.13 Harndrup	6	16	3
	42.14 Jullerup	8	12	3
Total		46	87	
Frederiksborg	20.01 Fredensborg	6	11	1
	20.11 Skuldelev	8	15	3
	20.12 Asserbo	6	10	3
	20.13 Attemose	7	13	3
	20.14 Espergærde	10	17	3
Total		37	66	
Vestsjælland	30.01 Holbæk	8	14	2
	30.11 Munke Bjerghby	6	14	2
	30.12 Gørlev	5	10	2
	30.13 Rørnøse	6	12	3
	30.14 Eggerslev M.	6	15	2
Total		31	65	
Roskilde	25.01 Torkildstrup	7	14	3
	25.02 Brokilde	9	12	3
	25.11 Asemose	10	10	3
	25.12 Osted	12	16	3
Total		38	52	
København	15.11 Søndersø	10	20	2
	15.12 Ishøj	9	16	2
	15.13 Gladsaxe	9	18	2
Total		28	54	

STATUS DEN 31.12.1989

ANTAL UDFØRTE BORINGER OG ANALYSERUNDER I DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Amt	Område	antal bor	antal F/I	antal runder
Frederiksberg kommune.	13.11 Frederiksberg	1	1	
Total		1	1	
Københavns kommune	13.12 Vanløse NV	3	9	2
	13.13 Indre område NV	3	5	2
Total		6	14	
Storstrøm	35.01 Holeby	5	15	1
	35.02 Hjelmsøllille	9	15	1
	35.11 Vesterborg	10	12	
	35.12 Sibirien	6	14	
	35.13 St. Heddinge	10	21	
Total		40	77	
Bornholm	40.01 Smålyng	10	16	4
	40.11 Nyker Blok			
Total		10	16	

* F = filtre, * I = indtag.

For oplysninger om boringers analyseegnethed, se bilag 2.

For oplysninger om fordeling af boringstyper i de enkelte områder, se bilag 3.

STATUS DEN 31.12.1989

ANTAL BORINGER OG FILTRE FORDELT
PÅ BORINGSTYPER PÅ LANDSPAN.

Boringstyper	antal boringer	antal filtre
1.1	87	161
1.2	82	113
1.3	8	15
2.1	176	336
2.2	41	99
3.1	34	44
3.2	4	5
3.3	7	8
3.4	5	16
3.5	8	21
3.6	3	3
3.7	1	1
4.1	85	85
4.2	18	18
5.1	28	28
Andet	3	3
Total	590	956

3. PRØVETAGNINGSPROGRAM

Med den nuværende tekniske indretning af boringerne, er det mest hensigtsmæssigt at opdele analyseprogrammet i en generel del (analysepakke 1), hvori alle boringer principielt indgår, og en speciel del (analysepakke 2-5), hvor større kvalitetskrav til boringerne skal være opfyldt. Disse kvalitetskrav er diskuteret i bilagene og må tage udgangspunkt i den til enhver tid bedste eksisterende viden.

Det samlede analyseprogram består af 5 analysepakker (se bilag 1):

- 1: Hovedbestanddele = boringskontrol ifølge bekendtgørelse
- 2: Bakteriologi
- 3: Uorganiske sporstoffer
- 4: Organiske mikroforureninger
- 5: Specielle pesticid-analyser.

Det bør med hensyntagen til geologiske og hydrogeologiske forhold m.m. tilstræbes, at hvert område får ca. 15 filtre, der kan godkendes til alle analysetyper. Specielle forhold er dog gældende for bakteriologien (se bilag 2).

3.1. Generelle del, minimumsprogram

Kernen i overvågningen af grundvandet er prøvetagninger for analyse af hovedbestanddelene (analyse pakke 1, se bilag 1). Disse analyser skal udtages i alle boringer/filtre, der indgår i overvågningsprogrammet. Det første år udtages disse prøver 4 gange.

Analyserne indgår i det materiale, der ligger til grund for godkendelse af en boring til udtagelse af vandprøver til specialanalyser. I forbindelse med denne godkendelse af boringer, fastlægger Miljøstyrelsen, DGU og Amtskommunerne (kommunerne) i fællesskab den fremtidige analysehyppighed af analysepakke 1. Indtil videre er den dog 4 gange om året.

3.2. Specialanalyser - udvidet program

Til specialanalyserne hører bakteriologi, uorganiske sporstoffer, organiske mikroforureninger og specielle pesticid-analyser, analysepakke 2-5, se bilag 1.

Denne del af overvågningsprogrammet udføres kun på boringer med en prøvetagning, der er godkendt hertil (se bilag 6). Hyppigheden for denne type analyser vil typisk være hvert 3. år i hvert filter.

Bakteriologi (analyse type 2)

Det nuværende program for bakteriologi er de analyser, der indgår i drikkevandskontrollen. Disse skal primært afsløre overflade-forureninger, og give et summarisk indtryk af grundvandets bakterieindhold. Programmet giver meget begrænset information om den egentlige grundvandsbiologi.

Betydningen af grundvandets mikrobiologi bliver tydeligere i disse år, og den bør, måske på længere sigt, indgå som en del af det specielle undersøgelsesprogram på linie med type 3 og 4. Forinden må der udarbejdes egnede metoder til løbende prøvetagning, ligesom der bør udarbejdes en oversigt over egnede indikatorprøver for oligotrophe grundvandsbakterier.

Arbejdsgruppen anbefaler at de bakteriologiske analyser for grundvandsovervågningen ændres i overensstemmelse hermed.

Uorganiske sporstoffer, organiske mikroforureninger og specielle pesticidforureninger

Analyseprogrammet herfor opretholdes for de boringer, der opfylder betingelserne, som diskuteret i bilagene.

4. USIKRE BORINGERS SKÆBNE

Boringer, hvor der er rejst tvivl om kvaliteten, skal testes for at kunne accepteres til prøvetagning til såvel den generelle prøvetagning, grundvandets hovedbestanddele, som til det specielle program. Stillingtagen til en borings kvalitet er diskuteret i bilag 6.

Udfaldet af disse tests kan have følgende konsekvenser for fremtidig prøvetagning:

- a. Fuldt analyseprogram, det vil sige accept til specialanalyser/dele af specialanalyser.
- b. Kun analyser for grundvandets hovedbestanddele, den generelle del af overvågningsprogrammet.
- c. Boringen forbedres/der laves en erstatningsboring, herefter en ny bedømmelse.
- d. Boringen kasseres som overvågningsboring.

5. INDKØRINGSPERIODE - ENDELIG ETABLERING

De usikkerheder, der foreligger med hensyn til antallet af boringer til de forskellige analyseprogrammer, skal afklares inden for den 3-årige indkøringsperiode for grundvandsovervågningsprogrammet. Herefter revideres programmet atter. Perioden regnes fra ibrugtagningstidspunktet. I denne periode må amterne i samarbejde med DGU afklare boringernes analyseegnethed inden for såvel egne som DGU-udbyggede områder.

Amterne ibrugtager DGU-etablerede boringer til prøvetagning og analyse i takt med, at de færdiggøres af DGU. Eventuelle problemer omkring boringernes tekniske funktion afklares direkte mellem den enkelte amtskommune og DGU.

Overdragelse til amtskommunerne af de af DGU etablerede områder vil kunne ske efter, at de er fundet egnede til overvågning. Denne egnethed skal blandt andet vurderes på grundlag af det første års analyser. Miljøstyrelsen må dog acceptere, at overdragelse af områderne først kan ske efter - eller i forbindelse med - tinglysning.

Det er foreløbig Miljøstyrelsens opfattelse, at tinglysning først bør ske i forbindelse med revisionen af grundvandsprogrammet efter 3 års analyser.

Etablering af laboratoriefaciliteter gennem interkalibreringen er ved at være tilendebragt. Hermed vil specialanalyserne kunne iværksættes i takt med godkendelse af boringerne hertil.

Interkalibreringen bliver gentaget med jævne mellemrum.

BILAGSFORTEGNELSE

Bilag 1.	Analysepakker	18
Bilag 2.	Boringstyper, vurdering og klassifikation af boringers analyseegnethed	19
Bilag 3.	Status med amtstabeller	38
Bilag 4.	Prøvetagningsteknikker	54
Bilag 5.	Forureningskilder - tolkning	61
Bilag 6.	Procedure til godkendelse af boringer	63
Bilag 7.	Anbefalede analysemetoder til grundvandsprøver, samt betydning af suspenderet stof i disse	65
Bilag 8.	Baggrundsrapporter	83

Analyseprogram i grundvandsovervågningsområder

<p style="text-align: center;">— Analysepakke 1</p> <p>Grundvandets hovedbestanddele omfatter: Lugt og udseende Temperatur pH Konduktivitet Permanganattal Inddampningsrest Calcium Magnesium Hårdhed, total Natrium Kalium Ammonium Jern (opløst) Mangan Bicarbonat Klorid Sulfat Nitrat Nitrit Total fosfor Fluorid Ilt Aggressiv kuldioxid Svovlbrinte Metan</p>	<p style="text-align: center;">Analysepakke 4</p> <p>Organiske mikroforureninger omfatter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ikke flygtigt organisk carbon (NVOC) 2. Flygtigt organisk carbon (VOC) 3. Adsorberbart organisk halogen (AOX) 4. Flygtigt organisk halogen (VOX) 5. Aromatiske kulbrinter Benzen Toluen Xylener (3 isomere) Naftalen 6. Halogenerede alifatiske kulbrinter Triklormethan Tetraklormethan Triklourethylen Tetraklorethylen 1.1.1-Triklourethan 7. Fenol og alkylfenoler Fenol Cresol o, m, p Xylenol (6 isomerer) 8. Klorfenoler 4-klor-2-methylfenol 6-klor-2-methylfenol 4,6-diklor-2-methylfenol 2,4-diklorfenol 2,6-diklorfenol 2,4,6-triklorfenol Tetraklorfenoler (3 isomere) Pentaklorfenol 9. Pesticider Diklorprop Meklorprop MCPA DNOC Dinoseb 10. Anionaktive detergenter 																				
<p style="text-align: center;">Analysepakke 2</p> <p>Bakteriologisk undersøgelse omfatter: Coliforme bakterier Termotolerante coliforme bakterier Kimtal 37°C Kimtal 21°C</p>	<p style="text-align: center;">Analysepakke 5</p> <p>Specielle pesticid-forureninger omfatter: Alaklor Aldicarb Atrazin Carbofuran Methylisothiocyant 1-2-diklorpropan 1-3-diklorpropylen Simazin TCA GC/MS screening analyser andre typer efter anvendelsesmønster.</p>																				
<p style="text-align: center;">Analysepakke 3</p> <p>Uorganiske sporstoffer omfatter:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tbody> <tr> <td>Aluminium</td> <td>Kobber</td> </tr> <tr> <td>Arsen</td> <td>Kviksølv</td> </tr> <tr> <td>Barium</td> <td>Molybdæn</td> </tr> <tr> <td>Bly</td> <td>Nikkel</td> </tr> <tr> <td>Bor</td> <td>Selen</td> </tr> <tr> <td>Bromid</td> <td>Strontium</td> </tr> <tr> <td>Cadmium</td> <td>Tritium</td> </tr> <tr> <td>Jodid</td> <td>Vanadium</td> </tr> <tr> <td>Krom, total</td> <td>Zink</td> </tr> <tr> <td>Cyanid</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Aluminium	Kobber	Arsen	Kviksølv	Barium	Molybdæn	Bly	Nikkel	Bor	Selen	Bromid	Strontium	Cadmium	Tritium	Jodid	Vanadium	Krom, total	Zink	Cyanid		
Aluminium	Kobber																				
Arsen	Kviksølv																				
Barium	Molybdæn																				
Bly	Nikkel																				
Bor	Selen																				
Bromid	Strontium																				
Cadmium	Tritium																				
Jodid	Vanadium																				
Krom, total	Zink																				
Cyanid																					

- Bilag 2.1.: Liste med angivelse af de forhold, der har størst betydning, ved vurderingen af nye og gamle (eksisterende) boringers overvågningsegnethed, (bilag 5 og 6) samt vurdering af hvilke analyseparametre de forskellige boringstyper kan bære (bilag 2.4).
- Bilag 2.2.: Forklaring til specielle fagudtryk.
- Bilag 2.3.: Oversigt over klassifikation af boringers analyseegnethed. (bilag 2.4).
- Bilag 2.4.: Klassifikation af boringers analyseegnethed:
En listning af de vigtigste data for hver enkelt boringskategoris udbygning, en vurdering af boringens anvendelighed som overvågningsboring samt hvilke analyseparametre boringstypen kan anvendes til.

Fordelingen af boringstyper indenfor de statsligt og amtsligt etablerede grundvandsovervågningsområder fremgår af bilag 3.

LISTE MED ANGIVELSE AF DE FORHOLD DER HAR BETYDNING VED VURDERINGEN AF NYE OG GAMLE (EKSISTERENDE) BORINGERS OVERVÅGNINGSEGNETHED.

1. Nye/eksisterende boringer.

1.1. Nye.

- . Boremetode
- . Udbygning/materialer/afprøvning/filterlængde
- . Suspenderet materiale
 - . Formation
 - . Bentonit
- . Ydelse
- . Reservoirforhold, herunder potentialeforhold
- . Geologiske data
- . Grundvandskemiske data
- . Prøvetagningsmetode
 - . Permanent arrangement
 - . Mobilt arrangement
- . Tæthed af forerør
- . Forureningsmuligheder
 - . Uheld/ubetænkksomhed
 - . Omboringer i samme hul
- . Skorstenseffekt

1.2. Eksisterende boringer.

- . (boremetode)
- . Udbygning, filterlængde
- . Afpropning af lerlag
- . (Suspenderet materiale)
 - . Formation
 - . Andet
- . (Ydelsen)
- . Reservoirforhold
- . Geologiske data
- . Grundvandskemiske data
- . Prøvetagningsmetode
 - . Permanent arrangement
 - . Mobilt arrangement
- . Tæthed af forerør
- . Afslutning gummiprop/exp.skum/stål
- . Forureningsmuligheder
 - . Skorstenseffekt
 - . Overfladevand
- . Andet

2. Boringens anvendelse.

- . Indvindingsboring
 - . vandværksboring
 - . privat husholdningsboring
 - . markvandingsboring
- . Moniteringsboring
- . Undersøgelsesboring

3. Eksisterende data.

- . Kvalitative
- . Kvantitative

4. Overvågningsfilter i forhold til andre filtre.

- . "Markvandingseffekten"

Forklaring til specielle fagudtryk.

- 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 markvandingsboring med partiel filterinterval, kan forårsage en ændring i strømlinierne og dermed en ændring af grundvandskemien, i det vandførende lag i nærliggende boringer ("falske" sæsonfluktuationer).
- Montejuspumpe:** Drivmiddelpumpe (atmosfærisk luft, kvælstof), der består af 2 i hinanden 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 andet, ikke repræsentativt vand i boringen, før udtagning af vandprøver kan påbegyndes.

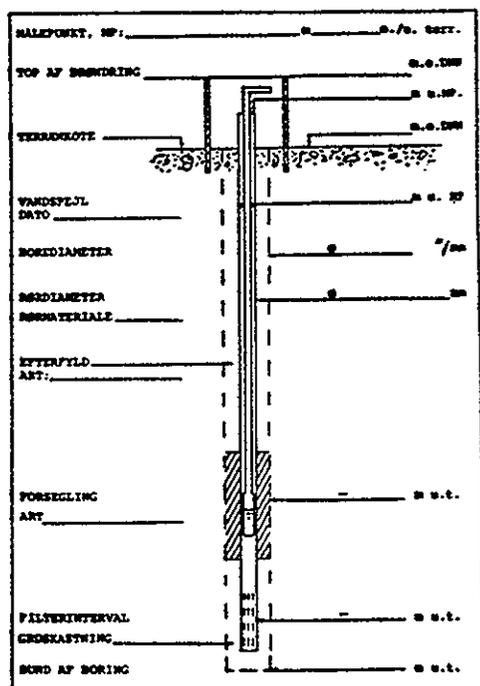
**OVERSIGT OVER BORINGERS (BORINGSTYPERS) PRINCIPIELLE ANALYSEEGNETHED.
(DEN KONKRETE EGNETHED VIL BLIVE FASTLAGT VED INDIVIDUEL VURDERING
JVF. BILAG 6.).**

Borings- type	Boringsbeskrivelse:	Analysepakke:				
		1	2	3	4	5
1.1	Undersøgelsesboring: Ny tørborning/(skyl- leboring) med permanent dykpumpe.	X		X	X	X
1.2	Undersøgelsesboring: Ny tørborning/(skyl- leboring) med mobil dykpumpe.	X		(X	X	X)
1.3	Undersøgelsesboring: Ny ellog-boring med mobil dykpumpe og et packer system.	X		(X	X	X)
2.1	Undersøgelsesboring: Ny tørborning med et eller flere filtre, bentonitafpak- ning mellem filtre og permanent monte- juspumpe.	X		X	X	X
2.2	Undersøgelsesboring: Ny tørborning med flere filtre, uden bentonitafpakning mellem filtrene og permanent montejus- pumpe.	X		X	X	X
3.1	Indvindingsboring: Boring i tørbrønd med permanent montejuspumpe.	X		X	X	X
3.2	Indvindingsboring: Boring i åben brønd med permanent montejuspumpe.	X		X	X	X
3.3	Indvindingsboring: Artesisk boring med selvløb.	X	X	X	X	X
3.4	Opgivet indvindingsboring: Afpakning mellem prøvetagningsintervaller med teflonskiver/bentonit; permanente mon- tejuspumper.	X		X	X	X
3.5	Eksisterende pejleboring: Prøvetagning m/permanent montejus- eller dykpumpe.	X		X	X	X
3.6	Eksisterende pejleboring: Ombygget med bentonitafpakning og permanent montejus- pumpe.	X		X	X	X
3.7	Opgivet indvindingsboring: Prøvetagning midt i filteret med permanent montejus- pumpe.	X		X	X	X
4.1	Indvindingsboring: Boring i tørbrønd m/ permanent dykpumpe og råvandshane.	X	X	X	X	X
4.2	Indvindingsboring: Boring i tørbrønd m/ sugepumpe og råvandshane.	(X)	X	X		
5.1	Undersøgelsesboring: Rammeboring m/per- manent montejuspumpe.	X		X	X	X

GRUNDEVANDSOVERVÅGNING

Klassifikation af boringers analyseegnethed.

Boringsskategoril: Type 1.2.



- * Undersøgellesboring; ny tør-boring/skylleboring.
- * 1 eller flere 50/65/125 mm PVC/PEH filtre, 1 à 2 m lange.
- * 50/65/125 mm PVC/PEH-forlængelsesrør.
- * Afpakning mellem filtre: Bentonit.
- * Prøvetagning: Mobil dykpumpe.
- * Tørbrønd m/bentonittætning omkring forlængelsesrør.

Vurderingsresultat:

- * De generelle krav og kriterier for vurdering af boringens analyseegnethed, er beskrevet i bilag 6.
- * I boringer med 125 mm filtre og forlængelsesrør, kan automatisk overvågningsudstyr installeres.
- * Boringstypen kan anvendes til separationspumpning i forskellige dybder.
- * Skylleboringer skal være renpumpet.
- * Pumpen skal nedrosles, og køre med den lavere ydelse i ca. 5 min, før udtagning af vandprøver.
- * Boringen kan bruges til analysepakke 1, og til 3, 4 og 5, hvis passende forpumpning (langtidspumpning) foretages for rensning af systemet, før hver prøveudtagning til specialanalyser.

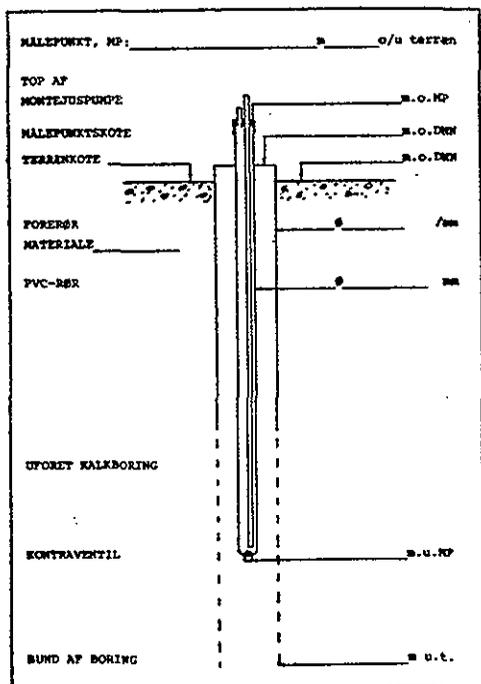
Analysepakke:

	1	2	3	4	5
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

GRUNDVANDSOVERVÅGNING

Klassifikation af boringers analyseegnethed.

Boringskategori: Type 3.3.



- * Indvindingsboring; artesisk boring m/selvløb.
- * Kalkboring m/uforet filterinterval eller grusboring m/filter.
- * Prøvetagning: Permanent montejust-pumpe.
16 mm udludet PVC-rør m/kontraventil.
10 mm udludet PVC-stigrør.
- * Indtag: 1 à 2 niveauer i uforet del/filterintervallet.

Vurderingsresultat:

- * De generelle krav og kriterier for vurdering af boringens analyseegnethed, er beskrevet i bilag 6.
- * Ingen forbehold, boringen kan umiddelbart bruges til alle 5 analysepakker.
- * Ingen annulusvand.

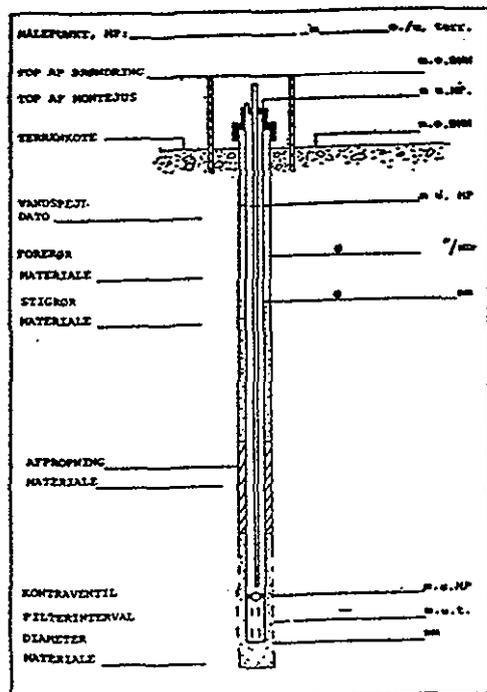
Analysepakke:

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>				

GRUNDVANDSOVERVÅGNING

Klassifikation af boringers analyseegnethed.

Boringskategori: Type 3.6.



- * Eksisterende pejleboring ombygget med 40 mm udludede PVC-rør og 0,5 m PVC-filter m/kontraventil.
- * Afpakning mellem jernforerør og PVC-rør: Bentonit/ lerkugler og filtergrus.
- * Prøvetagning: Permanent montejus-pumpe.

Vurderingsresultat:

- * De generelle krav og kriterier for vurdering af boringens analyseegnethed, er beskrevet i bilag 6.
- * Boringen er fundet egnet til nedenstående analysepakker.

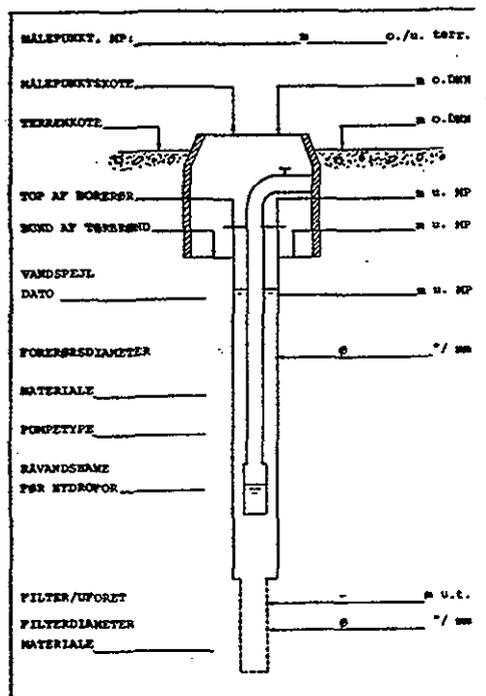
Analysepakke:

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

GRUNDVANDSOVERVÅGNING

Klassifikation af boringers analyseegnethed.

Boringskategori: Type 4.1.



- * Indvindingsboring (vandværksboring) i tørbrønd.
- * Stor filterdiam. > 2 m filterlængde.
- * Permanent installeret dykpumpe m/stigrør i forerøret.
- * Afpakning mellem borerør og pumperør med flange.
- * Prøvetagning: Råvandshane før hydrofor.
- * Annulusvand over pumpen mellem stigrør og forerør.

Vurderingsresultat:

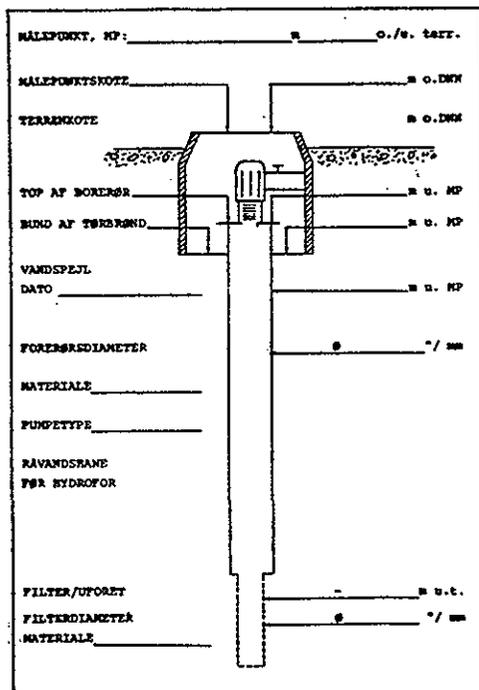
- * De generelle krav og kriterier for vurdering af boringens analyseegnethed, er beskrevet i bilag 6.
- * Efter 2 analyser af grundvandets hovedbestanddele (analysepakke 1) for bedømmelse af vandkvaliteten, kan specialanalyserne 2, 3, 4 og 5 også inddrages.
- * Pumpen skal nedrosles og køre med den lavere ydelse ca. 5 min, før udtagning af vandprøver. Hvor nedrosling ikke er mulig, kan man ved at justere på afgangsrørets ventil, opnå den samme effekt.
- * Boringens udbygning forekommer hovedsagelig ved private og offentlige vandværker og ofte som overvågningsoplandets topunkt.
- * Boringen er velegnet til alle analysetyper.

Analysepakke:	1	2	3	4	5
	<input checked="" type="checkbox"/>				

GRUNDVANDSOVERVÅGNING

Klassifikation af boringers analyseegnhed.

Boringskategori: Type 4.2.



- * Indvindingsboring i tørbrønd.
- * Stor filterdiam., > 2 m filterlængde.
- * Permanent centrifugalpumpe m/sugning direkte på forerør eller forlængelsesrør.
- * Prøvetagning: Råvandshane før hydrofor.

Vurderingsresultat:

- * De generelle krav og kriterier for vurdering af boringens analyseegnhed, er beskrevet i bilag 6.
- * Sugepumpen har problemer med afgasning af vandprøverne, og er derfor ikke velegnet til prøvetagning ved råvandshane.
- * Egnetheden er derfor betinget af lav sugehøjde.
- * Efter 2 analyser af grundvandets hovedbestanddele (analysepakke 1) kan analysepakkerne 2 og 3 også inddrages. Dog må man være opmærksom på at enkelte elementer kan påvirkes af prøvetagningsmetoden (afgasning).
- * Pumpen skal køre ca. 5 min, før udtagning af vandprøver, for at fjerne evt. gammelt vand i rørsystemet.
- * Boringen er fundet egnet til nedenstående analysepakker.

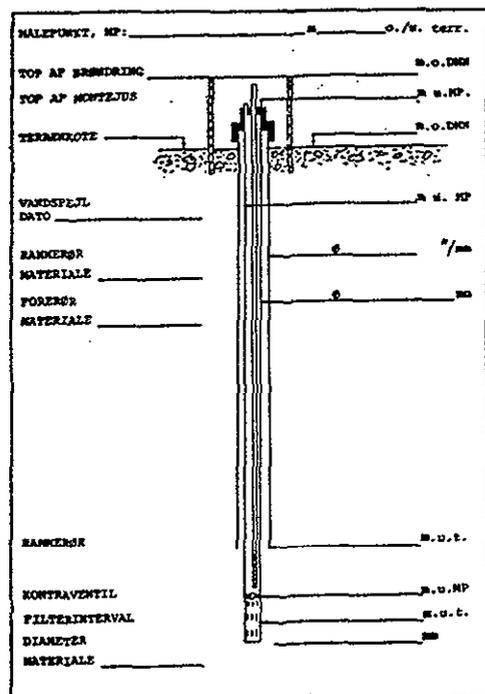
Analysepakke:

	1	2	3	4	5
	(<input checked="" type="checkbox"/>)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GRUNDVANDSOVERVÅGNING

Klassifikation af boringers analyseegnethed.

Boringskategori: Type 5.1.



- * Undersøgelsesboring; rammeboring, 2" sorte jernrør.
- * 1 stk. udludet 40 mm PVC-filter 0,5 m langt m/kontraventil.
- * 40 mm udludet PVC-forlængelsesrør m/gevind + teflontape.
- * 2" jernrør trukket til 1 m over top af filter.
- * Prøvetagning: Permanent montejust-pumpe.
- * Tørbrønd m/bentonittætning omkring 2" jernrør.

Vurderingsresultat:

- * De generelle krav og kriterier for vurdering af boringens analyseegnethed, er beskrevet i bilag 6.
- * Boringen er fundet egnet til nedenstående analysepakker.

Analysepakke:

1	2	3	4	5
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS-LIGT OG AMTS-LIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	TORNBYS		RÅKILDE		DRASTRUP		SKERPING		ALBÆK		GISLUM		T O T A L	
	antal bor	antal F/I												
1.1					18	22	5	8	6	10	8	8	37	48
1.2														
1.3														
2.1			1	5									1	5
2.2														
3.1			2	2									2	2
3.2			1	1									1	1
3.3			4	5					1	1			5	6
3.4														
3.5														
3.6														
3.7														
4.1	2	2					3	3	3	3	1	1	9	9
4.2							9	9	2	2	2	2	13	13
5.1														
andet														
Total	2	2	8	13	18	22	17	20	12	16	11	11	68	84

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	RABISBÆK		VIBORG N.		SKIVE		BAUN		NYKØB.M.				T O T A L	
Boringstype	antal bor	antal F/I												
1.1			3	11			5	15	2	7			10	33
1.2														
1.3														
2.1														
2.2														
3.1									1	1			1	1
3.2														
3.3					1	1							1	1
3.4														
3.5														
3.6														
3.7														
4.1			1	1	5	5	1	1	1	1			8	8
4.2														
5.1														
andet														
Total			4	12	6	6	6	16	4	9			20	43

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS-LIGT OG AMTS-LIGT ETABLEREDE GRUNDTVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	KASTED		KASTBJERG		FILLERUP		HVINNINGD.		NORDSAMSØ		HOMÅ		T O T A L	
	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I
1.1														
1.2					15	19	13	15	20	24	15	22	63	80
1.3					1	2							1	2
2.1			1	4									1	4
2.2														
3.1	2	2	3	3									5	5
3.2	2	2	1	2									3	4
3.3			1	1									1	1
3.4														
3.5							3	9	1	4	3	7	7	20
3.6														
3.7														
4.1			3	3			1	1					4	4
4.2	1	1	2	2									3	3
5.1														
andet														
Total	5	5	11	15	16	21	17	25	21	28	18	29	88	123

AMT: RINGKØBING
 STATUS DEN 31.12.1989
 DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSILIGT OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	HERNING		BRANDE		HERBORG		FINDERUP		HADERUP		TOTAL	
	antal bor	antal F/I										
1.1			5	13	5	11	5	14	3	8	18	46
1.2												
1.3												
2.1	1	4									1	4
2.2												
3.1												
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												
3.6												
3.7												
4.1	1	1									1	1
4.2	1	1									1	1
5.1	8	8									8	8
andet												
Total	11	14	5	13	5	11	5	14	3	8	29	60

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSLIGT OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	EGEBJERG		THYREGOD		EJSTRUPH.		TRUDSBRØ		FOLLERUP		T O T A L	
	antal bor	antal F/I										
1.1	1	2	1	2	6	6	2	3	2	2	12	15
1.2												
1.3												
2.1	1	9	9	11	7	13	8	12	4	6	29	51
2.2												
3.1	1	1									1	1
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												
3.6												
3.7												
4.1	4	4	4	4	2	2	3	3	2	2	15	15
4.2												
5.1												
andet												
Total	7	16	14	17	15	21	13	18	8	10	57	82

* F: Filtre * I: Indtag

AMT: RIBE

STATUS DEN 31.12.1989

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSILIGT OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	GRINDSTED		VORBASSE		ØLGOD		FORUMLJUND		BRAMMING		T O T A L	
	antal bor	antal F/I										
1.1			4	10	2	3	2	3	2	3	10	19
1.2												
1.3												
2.1			6	6	7	8	9	9	7	7	29	30
2.2	1	8									1	8
3.1	1	2									1	2
3.2												
3.3												
3.4												
3.5	1	1									1	1
3.6												
3.7												
4.1	1	1									1	1
4.2												
5.1	9	9									9	9
andet												
Total	13	21	10	16	9	11	11	12	9	10	52	70

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSLIGT OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	ABILD		MJANG DAM		BEDSTED		RØDDING		CHRISTIANF.				T O T A L	
	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I						
1.1														
1.2					7	19	4	4	5	5			16	28
1.3							2	4	4	8			6	12
2.1	1	4	1	3									2	7
2.2														
3.1	2	2											2	2
3.2														
3.3														
3.4														
3.5														
3.6														
3.7														
4.1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2			8	8
4.2														
5.1	5	5											5	5
andet														
Total	10	13	2	4	9	21	7	9	11	15			39	62

* F: Filtre * I: Indtag

AMT: FYN

STATUS DEN 31.12.1989.

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSILGT OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	NYBORG		BORREBY		NR. SØBY		SVENDBORG		HARNDRUP		JULLERUP		T O T A L	
	antal bor	antal F/I												
1.1														
1.2														
1.3														
2.1	1	4	2	7	3	5	3	3	3	11	4	4	16	34
2.2					4	9	4	10	2	4	3	7	13	30
3.1	1	1	2	2									3	3
3.2														
3.3														
3.4	1	7											1	7
3.5														
3.6														
3.7														
4.1	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9
4.2	1	1											1	1
5.1	3	3											3	3
andet														
Total	9	18	7	12	8	15	8	14	6	16	8	12	46	87

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSLIGT OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	FREDENSB.		ASSERBO		ATTEMOSE		ESPERGÆRDE		SKULDELEV		T O T A L	
	antal bor	antal F/I										
1.1												
1.2												
1.3												
2.1	3	8			2	2	7	12			12	22
2.2			4	8	4	10	2	4	6	13	16	35
3.1	1	1									1	1
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												
3.6												
3.7												
4.1	2	2	2	2			1	1	2	2	7	7
4.2												
5.1												
andet					1	1					1	1
Total	6	11	6	10	7	13	10	17	8	15	37	66

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	HOLBÆK		GØRLEV		MU. BJERGBY		EGGERSL.M.		RØRMOSE				T O T A L	
	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I
1.1														
1.2									2	3			2	3
1.3														
2.1	6	12	2	4			3	8	2	6			13	30
2.2			2	5	4	12	1	2	1	2			8	21
3.1														
3.2														
3.3														
3.4							1	4					1	4
3.5														
3.6	1	1											1	1
3.7														
4.1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1			6	6
4.2														
5.1														
andet														
Total	8	14	5	10	6	14	6	15	6	12			31	65

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSILIGT OG AMTILIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	BROKILDE		TORKILDST.		ASEMOSE		OSTED				T O T A L	
	antal bor	antal F/I										
1.1												
1.2												
1.3												
2.1	3	5	2	8	5	5	9	13			19	31
2.2												
3.1	2	3	4	5			3	3			9	11
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												
3.6	1	1									1	1
3.7					1	1					1	1
4.1			1	1	4	4					5	5
4.2												
5.1	3	3									3	3
andet												
Total	9	12	7	14	10	10	12	16			38	52

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATSLLIGT OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	SØNDERSØ		GLADSAXE		ISHØJ						T O T A L	
	antal bor	antal F/I										
1.1												
1.2	1		2								1	2
1.3												
2.1	8	18	7	15	8	15					23	48
2.2												
3.1												
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												
3.6	1	1									1	1
3.7												
4.1					1	1					1	1
4.2												
5.1												
andet	1	1	1	1							2	2
Total	10	20	9	18	9	16					28	54

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	FREDERIKSB.												TOTAL	
	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I
1.1														
1.2														
1.3	1	1											1	1
2.1														
2.2														
3.1														
3.2														
3.3														
3.4														
3.5														
3.6														
3.7														
4.1														
4.2														
5.1														
andet														
Total	1	1											1	1

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	Vanløse [∞]		indre omr. [∞]										TOTAL	
	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I
1.1														
1.2														
1.3														
2.1	3	9											3	9
2.2			3	5									3	5
3.1														
3.2														
3.3														
3.4														
3.5														
3.6														
3.7														
4.1														
4.2														
5.1														
andet														
Total	3	9	3	5									6	14

* F: Filtre

* I: Indtag

∞ indenfor NV-området.

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	HOLEBY		HJELMSØL.		VESTERB.		SIBIRIEN		ST.HEDDINGE		T O T A L		
	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I	antal bor	antal F/I							
1.1													
1.2													
1.3													
2.1	4	14	1	5	6	6	5	13	9	20		25	58
2.2													
3.1			3	5								3	5
3.2													
3.3													
3.4					3	5						3	5
3.5													
3.6													
3.7													
4.1	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1		9	9
4.2													
5.1													
andet													
Total	5	15	9	15	10	12	6	14	10	21		40	77

* F: Filtre * I: Indtag

DIVERSE BORINGSTYPER INDENFOR DE STATS- OG AMTSLIGT ETABLEREDE GRUNDVANDSOVERVÅGNINGSOMRÅDER.

Område	SMÅLYNG		NYKER BL.										T O T A L	
	antal bor	antal F/I												
1.1														
1.2														
1.3														
2.1	2	3											2	3
2.2														
3.1	6	11											6	11
3.2														
3.3														
3.4														
3.5														
3.6														
3.7														
4.1	2	2											2	2
4.2														
5.1														
andet														
Total	10	16											10	16

* F: Filtre * I: Indtag

PRØVETAGNINGSTEKNIKKER.

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

I det følgende antages det, at boringer og filtre er renpumpede, så denne procedure skal ikke omtales yderligere.

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 borevolumener 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 dette ikke sker, idet man, når først grundvandet er sat i bevægelse hæver styrefrekvensen til et niveau, der vil give den maximale ydelse.

For at opnå ensartede prøvetagningsbetingelser fra gang til gang måles eksempelvis 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.

Når en prøvetagningsprocedure er fastlagt for en given boring, kan den gennemføres uden specielle feltmålinger. Disse gennemføres kun indtil man har fundet ud af, hvor meget der skal pumpes på boringen før prøvetagning. Feltmålingerne bør dog gentages med mellemrum.

I). PUMPETYPER/-METODER.

- A). Undersøgelingsboring med fastinstalleret dykpumpe; afhængig af stigrørsmateriale og grundvandstype kan den anvendes til analysepakkerne 1, (2), 3, 4 og 5.
- B). Flytbare dykpumper; kan anvendes til analysepakkerne 1, 3, 4 og 5, men da det i praksis er meget svært at undgå forurening af pumper og slanger under trans-

porten, samt krydskontaminering ved flytning af udstyret fra boring til boring, skal en langtids-pumpning foretages for at minimere forurenings- og krydskontamineringsproblemet, før udtagning af vandprøver til analysepakkerne 3, 4 og 5.

- C). Montejuspumpe (drivgaspumpe); kan anvendes til analysepakkerne 1, 3, 4 og 5. Påvirkningen af vandprøven med drivgas er uden betydning, når den sidste del af vandet i hvert "pumpeslag" kasseres. Dette kan være et problem i meget lavtydende boringer eller filtre, hvor vandspejlet ligger nær bunden af stigrøret. Brugen af Montejus-princippet i dybe boringer har i visse områder medført store problemer, idet forerørerne ikke altid er tætte ved de store drivgastryk, der ofte anvendes (et stort drivgastryk er dog ikke nødvendigt, for at få vand op af disse boringer). Utæthederne medfører, at der presses atmosfærisk luft eller kvælstof ud i grundvandsmagasinet, der på denne måde iltes og/eller påvirkes i uacceptabel grad. En sådan boring skal repareres og testes påny.

For at sikre mod for store tryk og trykfald, bør montejuspumpens stigrør ikke føres mere end 35 m under terræn.

- D). Montejuspumpe i eksisterende indvindingsboring; dette pumpearrangement vil nok primært blive anvendt i bestående/ældre boringer og er da et godt alternativ til en ordinær prøvetagning med dykpumpe, idet usikkerheden omkring annulusvand i prøven helt kan fjernes. Såfremt det kun er Montejuspumpen, der anvendes til selve prøveudtagningen kan en sådan opstilling anvendes til analysepakkerne 1, 3, 4 og 5. Det forudsættes dog, at montejuspumpen tager vand under produktionspumpen, og at denne er i drift under prøvetagningen. Hvis pumperne ikke er fastinstallerede,

kan der opstå de tidligere nævnte krydskontamineringsproblemer.

- E). **Indvindingsboring med dykpumpe og råvandshane før hydrofor;** arten af analyser, der kan udføres på vand fra en sådan boring, er primært betinget af boringens tilstand. Hvis der tages forbehold for råvandshanens kvalitet (alder og materiale mv.) kan alle analysepakkerne gennemføres i disse boringer. Se også bilag 2 vedr. boringers indretning. Bakteriologisk analyse vil dog fortsat være problematisk og vil vise produktionsvandets kvalitet men ikke grundvandets, da annulusvand og rørsystemet kan påvirke kvaliteten.
- F). **Centrifugal- og sugepumper;** pumpen kan anvendes til udtagning af vandprøver til analysepakke 1, 2 og 3 i boringer med lille afstand til det afsænkede grundvandsspejl (lille sugehøjde = lille afgangning af specielt CO₂).
Det vil dog altid være vanskeligt at bedømme det vakuum, vandet har været udsat for, da dette også er betinget af afsænkningen.

II). MATERIALEVALG (generelt).

- A). **Gas til montejustumper.** De steder, hvor det kan accepteres at anvende trykluft som drivgas til oppumpning af vand i boringer med montejustumper, må der foretages en filtrering af luften for at fjerne olie fra kompressoren. Filteret skal være et kulfilter. Et sådant filter har en begrænset levetid, og må skiftes med mellemrum. Tidspunktet vil hænge sammen med olieindholdet i tryklufften og den udnyttelse tryklufftanlægget har.

Til filtrering af vandprøver og til udtagning af prøver fra utætte boringer tætnet med et pakkersystem, må der

anvendes kvælstof. Det må kræves, at luftarten er superren og ikke indeholder organiske forureninger. Det må indtil videre anbefales, at kvælstofgassen passerer et kulfilter inden den anvendes, da det har vist sig, at den leverede superrene kvælstof ikke altid er så superren som forventet.

Der synes derfor at være behov for at få belyst af leverandøren, hvilke organiske forureninger der kan forekomme, og hvorledes brugeren kan være sikker på, at det ikke er til stede i de leverede gasflasker. Afhængig af denne undersøgelse må det vurderes, om der er behov for at fjerne disse stoffer, inden gassen anvendes til filtrering m.v.

- B) **Plastmaterialer.** I forbindelse med udarbejdelsen af det statslige overvågningsprogram blev det besluttet at anvende de materialer, der havde vist sig at give mindst mulig afsmitning til vandet, der passerer. Man valgte at anvende udludet PVC, dels fordi PVC-rør har lavt eller intet indhold af fenoliske antioxydanter, dels fordi afgivelsen af organisk stof og bly er meget lav efter kort tids udvaskning. Endvidere anvendes PVC-rør ofte i forvejen til forerør og har vist sig egnet hertil. PVC er mere skørt i frostvejr end PE-materialer, men det må vurderes, at frosteffekten vil være mindre på et PVC-rør anbragt i en boring, end på et PVC nedløbsrør eller en PVC tagrende, der anvendes overalt uden synderlige frostskafer.

Det har siden vist sig, at der nogle steder har været problemer med at få PVC forerør, der er sammensat af en lang række rørstykker, tilstrækkelig tætte i samlingerne. I denne situation kan der vælges 2 veje:

- indsætte et inderrør af PVC med garanteret tætte samlinger.
- indsætte et PE rør uden samlinger.

Hvis der vælges at anvende PE rør, må man være opmærksom på, at der kan være en vedhæftning af forureningsemner, metaller og organiske stoffer. Derved kan en forbigående forurening komme ud i lavere koncentration end den er tilstede i grundvandet. Til gengæld kan den strække sig over lidt længere tid, idet de vedhæftede stoffer vil kunne afgives igen. Hvis koncentrationen af en forurening eller af et naturligt indhold af visse metaller derimod er konstant, vil anvendelsen af PE rør ikke medføre nogen målefejl. Jo hårdere PE materiale der vælges, jo mindre vedhæftningseffekt vil det medføre.

Ved valget af et PE produkt til stigrør er det betydningsfuldt, at der vælges enten:

- et friskt fremstillet, ufarvet PEH rør af et homogent materiale, der kan godkendes til vandforsyningsrør, eller,
- Et sort/gråt vandforsyningsrør af PEH med få tilsætningsstoffer og i ringe koncentrationer godkendt til vandforsyning.

Ulempen med ufarvede PEH rør er, at de ikke tåler lys. Hvis rørene skal anvendes, må det enten garanteres, at rørene kun har ligget indendørs i fabrikken, eller at de er friskfremstillede. Der foregår for tiden afprøvning af et ufarvet PE-materiale, der har været anvendt i flere monitoringsboringer. Hvis det ikke kan sikres, at de ufarvede PEH-rør udsættes for lys, må det anbefales at anvende grå/sorte PEH vandforsyningsrør produceret og leveret af fabrikker, der kan give garanti for, at der er anvendt deklarerede råvarer. Rørene, der indsættes, må være udludet i lunkent vand mindst 7 gange af 1 døgn varighed.

Problemerne omkring udtagning af aggressive vandtyper i boringer med fore- og/eller stigrør af jern kan ikke

accepteres, idet det aggressive vand vil opløse metalrørene og give anledning til fejl i vandkvaliteten. I sådanne boringer må dele af analysepakke 3 derfor udelades.

- C). **Filtervalg ved trykfiltrering;** der kendes mange eksempler på, at filtermaterialet kan påvirke et analyseresultat i uacceptabel grad. Problemet er størst ved filtrering af vandtyper indeholdende meget lave koncentrationer af de aktuelle stoffer. Polykarbonat-membranfiltre har en meget lille tilbageholdelse af spormetaller, mens almindelige papirfiltre kan indeholde kvælstofforbindelser i varierende mængder, der alle kan afgives til filtratet, se også bilag 7.

Der bør derfor ske en skylning af filteret med prøvevand, før en prøve udtages af filtratet.

På baggrund af anvendelse af de forskellige boringstyper med henholdsvis korte og lange filtre og tilsvarende stor/lille oppumpning er muligheden for tolkning af data noget forskellig. Derudover er der altid de generelle usikkerheder og forureningskilder, se bilag 2.

Forureninger kan være opstået på grund af bl.a.:

- a. lokale forureningskilder
- b. utætte rør og samlinger
- c. skorstenseffekt
- d. annulusvand
- e. borearbejdets udførelse samt materialer til udbygning.
- f. prøvetagningsprocedure og materialer anvendt ved prøvetagning.

Ved tolkning af vandanalyserne bør der tages hensyn til vandprøvernes type, karakteriseret ved prøvens repræsentativitet.

- a. Niveaubestemte vandprøver forudsætter korte filtre, eller en separationspumpning, lille oppumpning, og velbeskrevet geologi lokalt ved boringen. Disse boringer vil afsløre den lokale vandkvalitet. Tolkning i regional sammenhæng kræver sammenligning mellem flere sådanne boringer i oplandet.
- b. Volumen monitorerende vandprøver er typisk for længere filtre med stor oppumpning. Her blandes områdets variationer og prøven giver et gennemsnit af magasinets kemiske sammensætning, som funktion af ydelsen.
- c. Udefinerbare vandprøver på grund af mangelfuld geologisk beskrivelse, ukendt filtersætning, blandingsvand, risiko for skorstenseffekt m.v.

Kun type a og b er egnet til specialanalyser. Type c kan, afhængig af usikkerheden og fejkildernes omfang, jf. bilag 6, eventuelt anvendes til den generelle del af monitoringsprogram

met.

I den landsdækkende database bør a, b og c kunne adskilles, for at undgå fejlfortolkning og fejlkonklusioner.

En del krav og kriterier for godkendelse af boringer til grundvandsovervågningens analyseprogram, går igen for alle boringstyper.

- a) Hvor ikke andet er angivet (bilag 2.4), skal der i hver boring/filter udtages 4 prøver til analyse af grundvandets hovedbestanddele, for at bedømme vandkvaliteten, sæsonfluktuationer, bentonitproblemer m.v., før den udvidede analysepakke 3, 4 og 5 kan påbegyndes.

At en boring udviser en rimelig konstant vandkvalitet er ikke altid tilstrækkelig til at godkende boringen til specialanalyser. Selve boringens indretning og prøvetagningen kan give anledning til systematisk fejl (eg. rustne jernrør, svage pumper m.v.). Hvor sådanne fejlkilder kan identificeres (se øvrige bilag 2, 3 og 4), kan boringen ikke uden udbedringer anvendes til specialanalyser.

Desuden skal vandværksboringer testes mindst 1 gang for kimal og bakterier i overensstemmelse med "bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg".

- b) Geologien skal være kendt, enten i form af en lithologisk beskrivelse på grundlag af udtagne jordprøver, som tolkbare loggingprofiler f.eks. fra ellogboringer og rammeboringer, eller fra andre nærliggende boringer i områder med simpel geologi.
- c) Prøvetagningsproceduren skal være fastlagt for hver enkelt boring/filter, og skal være den samme fra gang til gang (se også bilag 4).

Hvis ikke specielle usikkerheder med hensyn til egnethed til det totale analyseprogram foreligger, vil boringen herefter regnes for egnet til specialanalyser.

I mange eksisterende (gamle) boringer kan usikkerheder forekomme som; manglende afpropning i lerlag, risiko for skorstenseffekt, overfladeforurening, blandingsvand (høj NO_3^- eller Fe^{++} f.eks.).

Desuden kan flere nyere boringer være usikre på grund af materialevalg til udbygning, suspenderet materiale m.v., se bilag 2.1.

Disse usikkerheder afklares i løbet af den 3-årige indkøringsperiode. En evaluering heraf og deklaration af analyseomfang skal ske mellem det enkelte amt, DGU og Miljøstyrelsen.

Nogle af de usikre boringer godkendes kun til den generelle del af analyseprogrammet. En varierende vandkvalitet vil ofte være ensbetydende med mangelfuld overvågningsegnethed og samtidig vil visse bakteriologiske undersøgelser kunne antyde overfladeforurening, forurening fra borearbejde o.l.

Da ikke alle forureninger og fejlkilder vil vise sig gennem prøvetagningen det første år, kan det på et senere tidspunkt være nødvendigt at bedømme boringens egnethed igen, hvorefter en ny godkendelse skal finde sted. Problemerne med identifikation af fejlkilder og forureninger er for tiden ikke fuldt afklarede.

Anbefalede metoder til prøvetagning og analyse af grundvandsprøver, samt betydning af suspenderet stof i samme.

1. Indledning.

Undersøgelse af grundvand kan medføre nogle analyseproblemer, som er anderledes end ved analyse af drikkevand. Selvom det sikres at grundvandet er klart ved prøvetagningen, vil grundvandet ved henstand blive oxideret, og udfældninger af bl.a. jern og mangan vil forekomme, som kan medudfælde f.eks. tungmetaller, fosfater, arsenater m.v.. Grundvandet kan også indeholde suspenderet materiale. (Nærmere beskrevet i afsnit 4).

Der må derfor ved udførelsen af analyserne i programmet tages de fornødne hensyn til disse ændringer ved, at:

- * prøverne evt. filtreres,
- * prøverne konserveres,
- * prøverne analyseres før udfældningerne sker,
- * specielle analysemetoder anvendes.

Dette papir vil indeholde en række anbefalinger til laboratorier og prøveudtagere, med det formål at opnå de bedst mulige måleresultater ved prøvetagning og analyse af grundvandsprøver.

2. Prøvetagning.

For at sikre sig det bedst mulige resultat af en prøveudtagning, skal en række forhold herom beskrives lidt mere detaljeret. De største krav til prøveudtagning stilles til vandprøver, der skal undersøges for uorganiske sporelementer og organiske mikroforureninger. Der er nedenfor anført en række forholdsregler, der kan træffes for at undgå kontaminering i forbindelse med prøveudtagningen:

- * Undgå prøveudtagning i blæsevejre med jordfygning.
- * Undgå tobaksrygning og røg fra skorstene eller anden afbrændning.
- * Benzin og andre motorer, der anvendes i forbindelse med prøveudtagningen, må ikke vende udstødningen mod prøveudtagningsstedet.
- * Arbejde med opløsningsmidler (maling o.l.) må ikke finde sted i nærheden.
- * Sprøjtning med bekæmpelsesmidler skal være sket senest dagen før en prøveudtagning.
- * Vær opmærksom på, om der er lokale forureningskilder, der kan påvirke prøveudtagningen.

Derudover bør selve prøvehåndteringen foregå således, at der kun anvendes de flasker og reagenser, som er leveret af analyselaboratoriet.

Prøveflasken og proppen skylles grundigt med vandprøven et par gange med proppen isat under kraftig omrystning. Den indvendige side af flaskehalsen og proppen må ikke berøres.

Efter skylningen fyldes flasken med stor omhu og uden turbulens helt til randen med vandprøven. Ved udtagning af prøver til analyse for flygtige stoffer, bør flasken fyldes fra bunden gennem en teflonslange (nyrenset for hvert prøvested) til overløb mindst svarende til 2 ganges fyldning. Tilsæt evt. konserveringsmiddel efter laboratoriets forskrift og luk flasken omhyggeligt.

Til analyse for uorganiske sporstoffer, anbefales det at udlevere prøveflasker i dobbelt lag lukkede plastposer.

Ved prøvetagning åbnes poserne forsigtigt, uden at fjerne dem, fra prøveflasken. Efter endt prøvetagning lukkes plastposerne. For at undgå at jord, støv, etc. fra prøvetagning og transport føres ind i laboratoriet, fjernes den yderste plastpose ved ankomsten til laboratoriet. Den inderste plastpose beskytter mod støvpartikler indtil analysen.

Det er under alle omstændigheder et krav, at prøven under transporten til laboratoriet er beskyttet i plastpose.

Flasken opbevares mørkt og køligt indtil returnering til analyselaboratoriet, som senest bør have prøven dagen efter udtagningen. Under transport af prøven bør der ikke, i nærheden af forsendelsen, opbevares dunke med olieprodukter, opløsningsmidler eller andre stoffer af samme art, som vandprøven skal undersøges for.

3. Analyse af grundvandets hovedbestanddele.

I tabel 1 (side 72) er der for anioner og kationer, samt øvrige parametre, der udgør grundvandets hovedbestanddele angivet, hvilke parametre der kan/ikke kan tåle en filtrering før analysering, hvilken forbehandling, der bør foretages, hvilke anbefalede metoder det vil være muligt at anvende, samt i hvilke typer prøveflasker, prøven kan udtages.

Analyse af uorganiske sporelementer og organiske mikroforureninger.

De væsentlige forhold af betydning for et godt analyseresultat er anført i tabel 2. (Side 75).

4. Suspenderet materiale i grundvand.

Grundvandsprøver, som udtages direkte fra en boring, vil kunne indeholde større eller mindre mængder af suspenderet materiale.

Mængden og arten af det suspenderede materiale afhænger af forskellige forhold som reservoirets karakter, boringens alder og anvendelse samt pumpeteknik under prøvetagning.

Erfaringerne med bl.a. afprøvning af boringerne til grundvandsmoniteringsprogrammet har vist, at der i nogle tilfælde er meget store og synlige mængder af suspenderet materiale i det oppumpede grundvand. Dette materiale kan være finkornet (silt- og lerstørrelse) formationsmateriale, eller bentonit stammende fra boringens udførelse. Hvis det suspenderede materiale er

formationsmateriale, er det muligt, at grundvand oppumpet fra en sådan boring altid vil indeholde noget suspenderet materiale, selvom mængden gradvis tager af. Hvis der er tale om bentonit stammende fra boringens udførelse vil det forsvinde efterhånden, afhængigt af bl.a. hvor store vandmængder, der pumpes op.

Formationsmateriale kan bestå af ler, silt eller jern- og aluminiumhydroxider, som stammer fra løsrevne overfladebelægninger på det primære formationsmateriale. Specielt kan ferrihydroxider (okker) forekomme som overfladebelægninger, fordi okker udfældes kemisk, når grundvand med varierende redox-potentiale blandes i overgangszoner i grundvandsmagasinet. Okkerudfældninger kendes f.eks. på sandskorn i grundvandsmagasiner i overgangszonen mellem nitratholdigt og nitratfrit grundvand. Okkerudfældning kan også finde sted, når forskellige vandlag blandes, f.eks. i zoner omkring indvindingsboringeres filtre. Der kendes endvidere eksempler på, at vand i brønde kan blive rødbrunt under kraftigt barometerfald, fordi der i sådanne situationer sker en opblanding af brøndvand med opløst ilt og indtrængende iltfrit grundvand.

Indholdet af suspenderet jernholdigt materiale i en frisk udtaget grundvandsprøve kan på grund af de omtalte forhold variere meget. Det er derfor yderst vigtigt, at sådant materiale frafiltreres hurtigt efter prøvetagningen ved delprøver, der anvendes til bestemmelse af opløst jern.

Grundvand fra magasiner, hvor vandet er i kontakt med finfordelt kalciumkarbonat som f.eks. magasiner i skrivekridt, danienkalk, grønsandskalk og kalkholdige sand- og grusaflejringer, vil som hovedregel have koncentrationer af kalciumhydrogenkarbonat i ligevægt med partialtrykket af kuldioxid i magasinet. Når vandprøver fra sådanne magasiner kommer op til overfladen, vil de udskille kalciumkarbonat. Udskillelsen kan tage nogen tid, da kalciumkarbonat kan forekomme i overmættet opløsning.

Grundvandsprøver af denne type kan også indeholde kalciumkarbonatholdigt slam, enten fordi formationsmaterialet primært indeholder finkornet kalk, eller fordi varierende kuldioxidtryk i magasinet fra tid til anden medfører kemisk udfældning af finkornet kalciumkarbonat. Derfor skal sådanne prøver filtreres umiddelbart efter udtagningen.

5. Filtrering af vandprøverne.

Filtrering af vandprøver behøver ikke at medføre en beluftning, som påvirker den kemiske sammensætning, hvis den kan gennemføres direkte on-line uden omhældning af vandprøven. Kan dette ikke praktiseres, og udføres filtreringen ikke straks efter prøvetagningen, kan filtreringen medføre, at stoffer som oprindeligt har været i opløsning udfældes (især jern), at andre metaller medfældes og derved fjernes fra prøven sammen med det suspenderede materiale, og således ikke vil være til stede i prøven ved analysen. Endvidere kan der ved bestemmelse af visse sporstoffer være risiko for en kontaminering fra filtre og filtreringsudstyr, som vil forårsage betydningsfulde fejl.

Det må imidlertid stærkt anbefales, at alle grundvandsprøver i overvågningsprogrammet forbehandles efter en standardprocedure, således at der ikke sker en variation af forbehandlingen baseret på et skøn foretaget af prøvetageren i felten. Et sådant skøn vil skulle foretages af forskellige prøvetagere under belysningsforhold, der varierer fra en junidag med solskin til en overskyet novembereftermiddag. Dertil kommer, at der i nogle grundvandsprøver kan forekomme gasbobler under prøvetagningen, som kan forstyrre en vurdering af graden af klarhed. Skøn, der udøves under sådanne omstændigheder (f.eks. vandindvindingsboringer), vil ikke kunne føre til en ensartet prøvebedømmelse.

Grundvandsboringer, der fra de første prøveudtagninger har indeholdt suspenderet materiale, og fra hvilke vandprøver af den grund har måttet filtreres, skal filtreres hver gang for at

sikre resultaternes sammelignelighed. I boringer, der fra starten har udvist helt klart vand, bør filtrering kunne undlades dels for at simplificere prøveudtagningen og dels for at reducere tidsforbruget hertil. Før filtrering undlades, må det kontrolleres om calcium, jern- og aluminiumindholdet er det samme med og uden filtrering.

Når der skal filtreres ved undersøgelsen for uorganiske sporelementer, er det nødvendigt, at filtreringen sker on-line uden iltpåvirkning. Det er ligeledes nødvendigt kun at anvende filtreringsudstyr af plast (f.eks. polypropylen eller polycarbonat) for at reducere muligheden for kontaminering med de stoffer, der skal måles. Ligeledes må de filtre, der skal anvendes, være syrevaskede og grundigt gennemskyllede med destilleret vand og prøvevandet. Syrevaskede filtre kan også sikre at vandets ammoniumindhold ikke øges under filtreringen.

Filtreringen af vandprøver til analyse af grundvandets hovedbestanddele (analysepakke 1) stiller ikke så store krav til filtreringsudstyret, blot der sikres omgående filtrering af hensyn til evt. jernudfældning.

Selvom der filtreres inden bestemmelsen af en række stoffer må det, også af hensyn til de stoffer, der ikke tåler filtrering, generelt tilstræbes, at boringerne er helt renpumpede, og at indholdet af suspenderet materiale i grundvandet er minimalt og alene består af formationsmateriale. Nedenfor skal kort resumeres de parametre, der skal filtreres, de parametre der kan tåle en filtrering og de, der ikke kan (se iøvrigt tabel 1 og 2). Det er en forudsætning at filtreringen finder sted umiddelbart efter prøveudtagningen, og før udfældning af jernforbindelser samt før tilsætning af konserveringsmidler. Hvis filtreringen kan gennemføres direkte i forbindelse med prøveudtagningen, uden omhældning af vandprøven, er dette at foretrække.

Det må altid fremgå af analyseskemaerne, om resultaterne er fremkommet med eller uden filtrering.

Filtrering skal ske ved følgende analyser:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> *) Kaliumpermanganattal *) Tørstof <li style="padding-left: 20px;">Jern *) Calcium *) Magnesium <li style="padding-left: 20px;">Mangan *) Bicarbonat | <ul style="list-style-type: none"> *) Fosfat *) Total fosfor *) Uorg. sporstoffer (on-line filtrering og stor omhu mod mulig kontaminering.) |
|--|---|

- *) Når der er sikkerhed for, at der ikke forekommer suspenderet materiale i den aktuelle grundvandsforekomst, kan filtrering undlades ved klare prøver.

Filtrering kan ske ved følgende analyser:

NVOC	Sulfat
Ledningsevne	Nitrat
Natrium	Fluorid
Kalium	Bromid
Ammonium (stor omhu mod kontaminering fra filtre m.v.)	Bor
Klorid	

Filtrering kan ikke accepteres ved nedenstående analyser:

pH	Nitrit
Ilt	Cyanid
Svovlbrinte	Jodid
Metan	Bromid (når jodid og bromid analyseres samtidigt).
Agg. kuldioxid	Organiske mikroforureninger
VOC	Detergenter
AOX	
VOX	

Stof	Specielle problemer vedr. pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Ammonium	Sugepumper og pumper, der medfører en iltning af det oppumpede vand (f.eks. mammutpumper), må ikke anvendes.	Prøven opbevares mørkt og koldt.	Kan filtreres.* (stor omhu udvises mod kontaminering fra filtre)	DS 224 ISO 7150	2
Calcium		Ingen konservering.	Skal filtreres.*	DS 248	1, 2 **
Magnesium		Ingen konservering.	Skal filtreres.*	DS 250	1, 2 **
Natrium		Ingen konservering.	Kan filtreres.	DS 258	2
Kalium		Ingen konservering.	Kan filtreres.	DS 258	2
Jern	Pumper, som medfører en iltning af det oppumpede vand, må ikke anvendes.	Efter filtrering tilsætning af syre til pH < 2.	Skal filtreres. Filtrering bør ske online, eller hurtigst muligt efter prøvetagning.	DS 219	2
Mangan	Pumper, som medfører en iltning af det oppumpede vand, må ikke anvendes.	Efter filtrering tilsætning af syre til pH < 2.	Skal filtreres. Filtrering bør ske online eller hurtigst muligt efter prøvetagning.	DS 220	2
Bicarbonat		Ingen konservering.	Skal filtreres.*	DS 253	1, 2 **
Chlorid		Ingen konservering.	Kan filtreres.	DS 239	2
Sulfat		Ingen konservering.	Kan filtreres.	Standard Methods 426C (1980).	2

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Nitrat		Ingen konservering.	Kan filtreres.	DS 223	2
Nitrit		Ingen konservering.	Ingen filtrering.	DS 222	2
Fluorid		Ingen konservering.	Kan filtreres.	DS 218	2
o-Phosphat		Syretilsætning.	Skal filtreres.*	DS 291	2
Total phosphor		Ingen konservering.	Skal filtreres.*	DS 292	2
Ilt	Pumper, der anvender sugepri-ncippet må ikke anvendes.	Manganochlorid og alkalisk iod-azid opløsning. Tilsættes umiddelbart efter prøvetagningen.	Ingen filtrering.	DS 277	Glasflaske med skrå- leben glasprop og smal hals.
Svovlbrinte.	Pumper, der anvender sugepri-ncippet må ikke anvendes.	Zinkacetat og natrium- hydroxyd. Tilsættes umiddelbart efter prøvetagningen.	Ingen filtrering	DS 278	Glasflaske med skrå- leben glasprop og smal hals.
Methan	Pumper, der anvender sugepri-ncippet må ikke anvendes.	Ingen konservering.	Ingen filtrering.	Der findes igen gæld- ende standard.	Glasflaske med skrå- leben glasprop og smal hals, glasflaske med kapsel med gum- mimembran eller eva- cuerede glas med gummiprop (blodprø- veglas).
Aggressiv kuldioxid.	Pumper, der anvender sugepri-ncippet må ikke anvendes.	Calciumcarbonat til- sættes umiddelbart efter prøvetagning.	Ingen filtrering.	DS 236	Glasflaske med skrå- leben glasprop og smal hals.

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
pH	Pumper, der anvender sugeprikket må ikke anvendes.	Ingen konservering.	Ingen filtrering.	DS 287	Analysen udføres på stedet.
Ledningsevne		Ingen konservering.	Ingen filtrering.	DS 288	Analysen udføres på stedet.
Tørstof.		Ingen konservering.	Skal filtreres.	DS 204	2
Siliciumdioxid.		Ingen konservering.	Kan filtreres.	Der findes ingen gældende standard.	2
Kaliumpermanganattal		Ingen konservering.	Skal filtreres.*	DS 275	1, 2

* Når der er sikkerhed for, at der ikke forekommer suspenderet materiale i vandet, kan filtrering undlades ved klare prøver.

** Calcium, magnesium og bicarbonat undersøges i samme prøveflaske/filtrat.

TYPER PRØVEFLASKE:

1. Glas
2. Polypropylen (PP) eller polyethylen (PE) - plastflasker
3. Teflon (PTFE) - polytetrafluorethylen.

FILTERTYPER:

Der anvendes udelukkende membranfiltre med porevidde 0.45 um.

Ved filtrering af prøver til spormetalanalyse anvendes specielt rengjorte polykarbonat membranfiltre (f.eks. Nuclepore). Ved filtreringen anvendes plasthandsker, som kasseres efter hver prøvetagning. Membranen skal håndteres med rengjort plastpincet.

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Aluminium	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand (f.eks. mammutpumper) må ikke anvendes.	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Arsen	Som Aluminium	Tilsætning af saltsyre eller salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik eller med hydridteknik, eventuelt efter reduktion af prøven.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Barium.	Som Aluminium.	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik. ICP-AES.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Bly.	Som Aluminium.	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik, eventuelt efter forudgående destruktion af prøven.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.

Stof	Specielle problemer vedr. pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Cadmium.	Som Aluminium	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik, eventuelt efter forudgående ekstraktion af prøven.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Chrom.	Som Aluminium.	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Kobber.	Som Aluminium	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Molybdæn.	Som Aluminium.	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Nikkel.	Som Aluminium	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Strontium.	Som Aluminium	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Kan filtreres.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik eller flamme. Atomemissionsspektrofotometri. ICP-AES.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger.
Vanadium.	Som Aluminium.	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.
Zink.	Som Aluminium.	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2.	Skal filtreres.* Der bør anvendes specialrenset plastudstyr og filtreringen bør foregå online.	Der findes ingen gældende standard. Atomabsorptionsspektrofotometri med grafitovnsteknik.	2, 3 Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet.

Stof	Specielle problemer vedr. pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Bromid.		Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt.	Kan filtreres	Der findes ingen gældende Standard Ionchromatografi med konduktometrisk eller elektrokemisk detektion.	1, 2
Cyanid (total)		Tilsætning af stærk base, tin(II)chlorid og zink-cadmiumsulfatopløsning. Eventuelt blot tilsætning af NaOH til pH ≥ 12 . Prøven opbevares mørkt og køligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gældende Standard. ISO 6703/1 efterfulgt af måling med ionselektiv elektrode eller Standard Methods 412 B+E (udgaven fra 1971 eller 1975). Der skal tages højde for interferens ved analyse af stærkt sulfidholdige prøver.	Glasflaske fortrinsvis i brunt glas med lukket slibprop.
Iodid.		Ingen konservering. Analysen foretages hurtigst muligt efter prøveudtagning.	Ingen filtrering.	Der findes ingen Dansk Standard. Standard Methods 414 B. Eventuelt automatiseret version ved Flow Injection Analysis. Interferens fra højt chloridindhold og stærkt farvet vand.	1, 2 Prøven opbevares udelukket fra lyset.

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Anioniske overflade aktive stoffer		Ingen konservering. Analyseres hurtigst muligt efter prøvetagningen. Prøven opbevares mørkt og køligt, prøverum. Kan eventuelt opbevares dybfrossen (- 18 °C)	Ingen filtrering.	DS 237. Modifikation med større kuvetter.	1, 2 Specialrengjort
Bor		Ingen eller eventuel tilsætning af salpetersyre.	Kan filtreres. Filtreringsudstyr af plast skal anvendes.	Der findes ingen gældende standard. DIN 38 405, teil 17. eller AAS med grafitovnsteknik. ICP-AES. Det bør sikres at laboratorievandet, der anvendes til reagensfremstilling og kalibreringsopløsninger har lavt indhold af bor.	2, 3 Specialrengjort

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
NVOC Ikke flygtigt organisk kulstof	Oliesmurte pumper må ikke anvendes	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt.	Kan filtreres	Der findes ingen gældende standard. Oxidation og IR-bestemmelse af den dannede CO ₂ .	Specialrengjorte glasflasker
VOC Flygtigt organisk kulstof	Pumpetyper, der anvender sugeprikket og oliesmurte pumper må ikke anvendes.	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gældende standard. Afbæsning af flygtige komponenter med inert gas. Oxidation og IR-bestemmelse af den dannede CO ₂ .	Specialrengjorte glasflasker.
AOX Adsorberbart organisk halogen.	Oliesmurte pumper må ikke anvendes.	Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske.	Ingen filtrering	Der findes ingen gældende standard. Adsorption på aktivt kul og afbrænding. Coulometrisk bestemmelse af de dannede hydrogenhalogener.	Specialrengjorte glasflasker.
VOX Flygtigt organisk halogen.	Pumpetyper, der anvender sugeprikket og oliesmurte pumper må ikke anvendes.	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gældende standard. Flygtige forbindelser afbæses med en inert gas og afbrændes. Coulometrisk bestemmelse af de dannede hydrogenhalogener.	Specialrengjorte glasflasker.

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Flygtige aromater : Benzen Toluen Xylen Naphthalen	Pumpetyper, der anvender sugepri-ncippet og oliesmurte pumper må ikke anvendes.	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i luft-tæt helt fyldt flaske. Prøverne bør analy-seres hurtigst muligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gæld-ende standard. Prøverne ekstraheres med n-pentan, analyse ved GC-FID, eller on line koncentrering ved GC-MS.	Specialrengjorte glas-flasker.
Chlorerede alifatiske kulbrinter : Trichlormethan Tetrachlormethan Trichlorethylen Tetrachlorethylen 1,1,1-Trichlorethan	Pumpetyper, der an-vender sugepri-ncippet og oliesmurte pumper må ikke anvendes.	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i luft-tæt helt fyldt flaske.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gæld-ende standard. Prøverne ekstraheres med n-pentan, analyse ved GC-ECD, head-spaceteknik eller on line koncentrering ved GC-MS.	Specialrengjorte glas-flasker.
Dichlorprop Mechlorprop MCPA		Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbe-vares mørkt og køligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gæld-ende standard. Eks-traktion og opkoncen-trering. Analyse ved GC-ECD eller HPLC.	Specialrengjorte glas-flasker.
DNOC Dinoseb		Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbe-vares mørkt og køligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gæld-ende standard. Eks-traktion og opkoncen-trering. Analyse ved HPLC eller GC.	Specialrengjorte glas-flasker.
Atrazin Simazin		Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbe-vares mørkt og køligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gæld-ende standard. Eks-traktion og opkoncen-trering. Analyse ved HPLC eller GC.	Specialrengjorte glas-flasker.

Stof	Specielle problemer vedr.pumpetype og prøvetagningsudstyr	Forbehandling Konservering	Filtrering	Analysemetode	Prøveflaske
Phenol og alkylphenoler :	Oliesmurte pumper må ikke anvendes.	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og derivatisering. Analyse ved GC eller HPLC.	Specialrengjort glasflaske.
Phenol, Cresol, (o-, m-, p-), Xylenol (6 isomere)					
Chlorphenoler :		Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt.	Ingen filtrering.	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og derivatisering. Analyse ved GC-ECD eller HPLC.	Specialrengjort glasflaske.
4-chlor-2-methylphenol 6-chlor-2-methylphenol 4,6-dichlor-2-methylphenol 2,4-dichlorphenol 2,6-dichlorphenol 2,4,6-trichlorphenol 2,3,4,6-tetrachlorphenol. Pentachlorphenol.					

BAGGRUNDSRAPPORTER

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

Andersen, L.J., 1988: "Markvandingseffekten" - Forklaring på sæsonfluktuationerne i nitratinholdet i vandboringer. Vandteknik.

Andersen, L.J., 1989: Boringer, pumper og prøvetagning. Møde vedr. Grundvandsmonitering, 14. - 15. februar 1989. Vingstedcentret. (Internt notat).

Andersen, L.J., et al, 1989: Separationspumpning (SPT) og Separationsinjektionspumpning (SIT).

Indenrigsministeriet, 1987: Aktstykke vedrørende bloktilskud-kompensation af de amtskommunale merudgifter til overvågning af vandmiljøet. Den 19. oktober 1987.

Kristiansen, H., 1988: Grundvandsmonitering - Behov for forbehandling og konservering af grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makro-stoffer. Foreløbig udgave. Danmarks Geologiske Undersøgelse.

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

Larsen, F. & Andersen L.J., 1988: BOTESAM - erfaringer med nyt BORE-TEst og SAMpling udstyr. ATV-møde om forurening fra punktkilder, 2. - 3. marts 1988. Vingstedcentret.

Lossepladsprojektet, 1989: Grundvandsprøvetagning og feltnåling, udredningsrapport U3. April 1989.

Miljø- og Planlægningsudvalget, 1987: Beretning om vandmiljøplanen. Folketinget 1986 - 86, blad nr. 817, den 30. april 1987.

Miljø- og planlægningsudvalget, 1987: Bilagshæfte til beretning over vandmiljøplanen. Folketinget 1986 - 87, blad nr. 1100, den 30. april 1987.

Miljøstyrelsen, 1983: Nitrat i drikkevand og grundvand i Danmark. Redegørelse fra Miljøstyrelsen 1983.

Miljøstyrelsen, 1986: Arealanvendelse og geologi-nitrat i grundvand. Miljøprojekt nr. 73, 1986.

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

Miljøstyrelsen, 1987: Analyseprogram for det statslige grundvandsovervågningsnet - organiske mikroforureninger. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 14, 1987.

Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1988: Monitoringsboringer og vandprøver i grundvandsmonitoringsnet. 2. version. Intern rapport.

Miljøstyrelsen, 1989: Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Miljøprojekt nr. 115, 1989.

