

MONITERINGSBORINGER OG VANDPRØVER

I

GRUNDVANDSMONITERINGSNET

2. VERSION

Udarbejdet af:

Miljøstyrelsen og DGU

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

APRIL 1988

1. INDLEDNING

På mødet om Vandmiljøplanens overvågningsprogram, Nyborg Strand, 21.-22. januar 1988, blev det aftalt at der skal udarbejdes forslag til:

- design og udførelse af monitoringsboringer,
- vandprøvetagningsprocedure samt
- procedure til viderebehandling af vandprøver.

Forslaget blev sendt til de involverede parter den 01.03.88 og diskuteret på et fagligt møde på DGU den 10.03.88.

Diskussionen resulterede i, at den foreslåede procedure til etablering af monitoringsboringer og udtagning af vandprøver, blev accepteret, dog med visse mindre modifikationer.

To bilag fra februar-udgaven af dette notat hører med:

Bilag 1: "Grundvandsmonitoringsnet af 1. orden i Danmark" af L.J. Andersen.

Bilag 2: "Forbehandling, konservering og feltmålinger på grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for mikrostofer" af H. Kristiansen.

NB. Bilagene kan rekvireres fra Miljøstyrelsen.

I dette notat har vi forsøgt at præsentere en række konkrete forslag til boringernes udformning, analysemetoder, omfanget af analysearbejdet m.m.

2. MONITERINGSBORINGER

Moniteringsboringer skal etableres under forskellige geologiske forhold og det er derfor nødvendigt at tilpasse boreteknikken til geologien.

I det følgende, afsnit 2.1-2.3, beskrives 3 løsninger som efter vores mening opfylder kravene til moniteringsboringerne: at reducere (eller eliminere) forurening af monitorerede intervaller forårsaget af borearbejdet og at muliggøre udtagning af vandprøver fra veldefinerede intervaller af reservoiret. Den anbefalede boremetode kan bestå af: nedramning, kombination af tørboring og nedramning eller tørboring. Fælles for moniteringsboringerne bør være en prøvetagningsanordning - 40 mm PVC rør forsynet med en kontraventil, 10 mm PVC rør til prøvetagning og 16 mm pejle/driv-gas studs. Alle moniteringsboringer bør beskyttes af et betonrør med dæksel og lås.

2.1. Type 1 boringer

Ved "Type 1" boringer forstås moniteringsboringerne etableret som skitseret på fig. 1.

Type 1-boringer kan etableres der hvor nedramning er mulig. Vores erfaringer viser, at sandede formationer er bedst egnede til denne "boremetode". Tynde ler/silt lag kan man (som regel) ramme igennem. Under gunstige forhold kan nedramning til 35 m udføres i løbet af 1-2 timer.

Det skal bemærkes, at flere boringer kan etableres i samme brønd.

2.2. Type 2 boringer

I situationer hvor nedramning af 2" jernrør er vanskelig eller umulig kan man etablere monitoringsboringer ved traditionel tørboring (sandspand eller snegl) igennem moræneler og efterfølgende nedramning af 2" jernrøret i reservoiret, fig. 2. Det bør bemærkes, at Type 1 og Type 2 boringer vil fungere på samme måde og den eneste forskel består i den måde moræneleret gennembøres på. Som alternativ til denne type boringer kan man forsøge med 2" snegl for at undgå bentonit.

2.3. Type 3 boringer

I geologiske situationer hvor chancerne for en vellykket nedramning til de ønskede dybder er ringe, bør man vælge Type 3 løsningen, fig. 3:

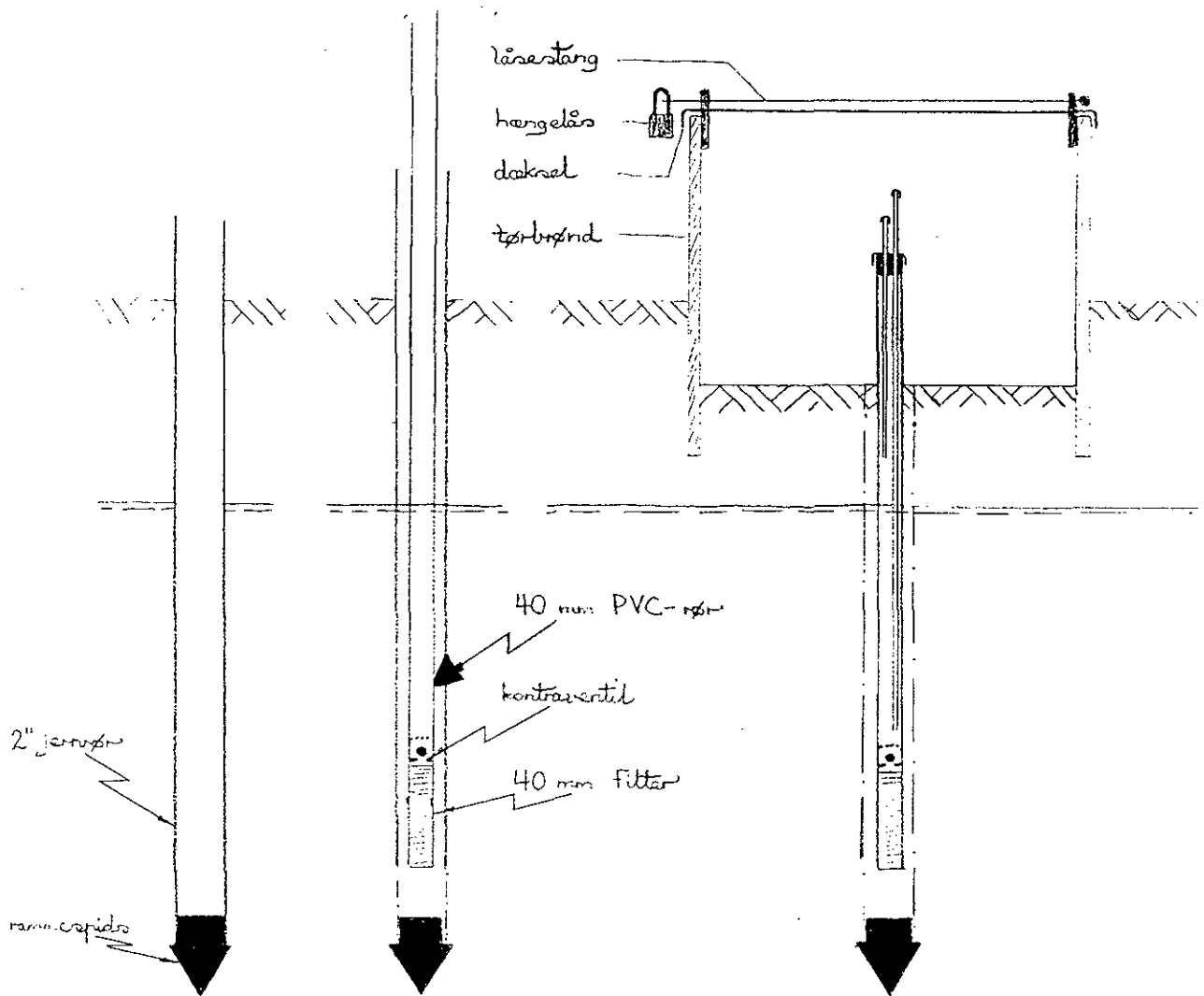


Fig. 1.: Type 1 monitoringsboring etableres ved:

- A: nedramning af 2" ubehandlet jernrør til den ønskede dybde.
- B: montering af 40 mm PVC-rør med 0,2-0,5 m filter (slidser 0,3 mm) ca. 1 m over rammespids.
- C: optrækning af 2" jernrør, etablering af prøvetagningsanordning og etablering af cementrør omkring PVC-rørene.

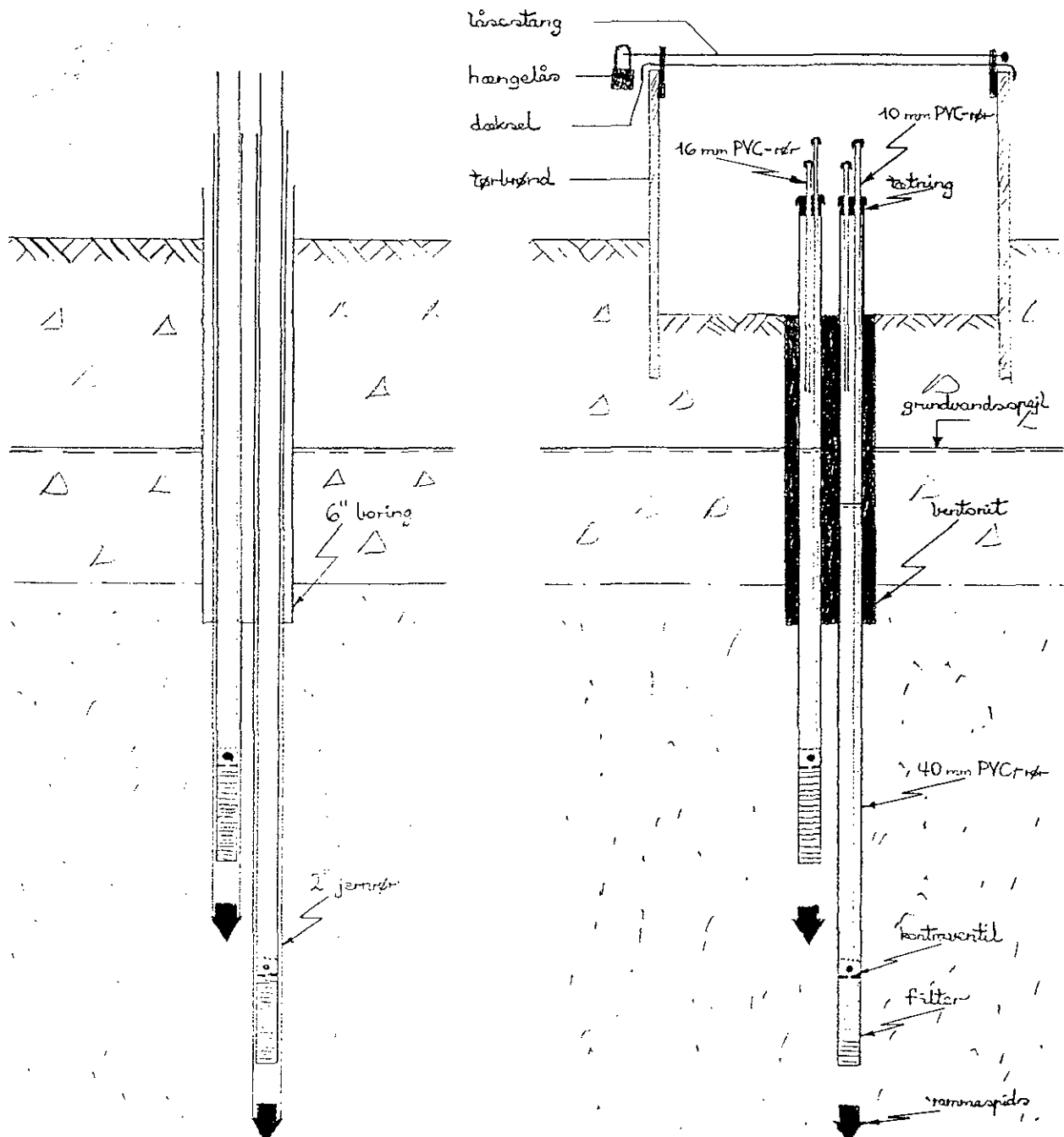


Fig. 2.: Type 2 monitoringsboring etableres ved:

- A: Etablering af 6" tørborning gennem moræner til top sand, efterfulgt af nedramning af 2 stk. 2" jernrør og montering af 2 stk. 40 mm PVC rør forsynet med filtre.
- B: Optrækning af 2" jernrør, forsegling af 6" borehul med bentonit og etablering af tørbrønd.

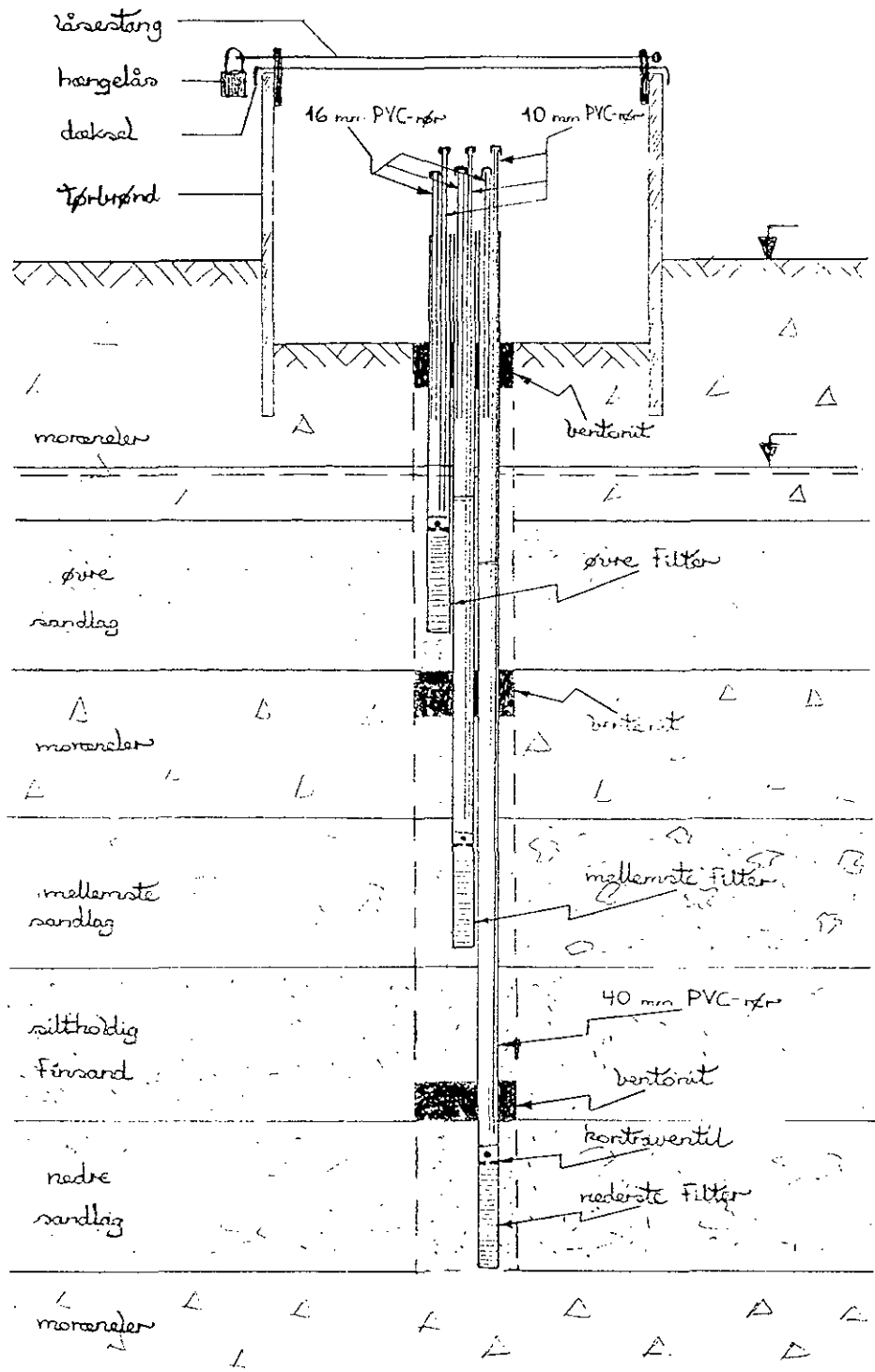


Fig. 3.: Tørboret borehul udbygget som "moniteringsrede" med 3 moniteringsniveauer adskilte med bentonitplugs.

2.4. Moniteringsboringer: materialer, instrumentering

Som "borerør" ved nedramning anvendes 2" ubehandlet jernrør.

Rammespidsen består af jern.

Som filter- og forlængelsesrør anvendes 40 mm udludet PVC-rør; slidsebredden bør være højst 0,3 mm.

Til udtagning af vandprøver anvendes 10 mm udludet PVC-rør.

Studsene til pejling og tilslutning af drivgassen bør være 16 mm.

Studsene (10 mm og 16 mm) bør være forsynet med beskyttelses-hætte.

Et betonrør af passende diameter bør anvendes ved alle moniteringsboringer. Røret bør være forsynet med dæksel og lås.

3. PRØVEOPTAGNING

Ved prøveoptagning forstås flytning af et bestemt vandvolumen fra reservoir-niveauet til jordoverfladen. "Prøveoptagning" skal ikke forveksles med "prøveudtagning" (afsnit 5).

3.1. Udstyr, fittings m.m.

Hver monitoringsboring eller monitoringsrede bør forsynes med et navn/nummer efter nærmere aftalt system. De enkelte 40 mm PVC-rør bør man altid kunne identificere på en entydig måde, bl.a. ved DGU ark.nr. og dybde til bund af filterrør.

Til hver boring/rede bør man oprette en journal med angivelse af den relevante information: boreddybder, geologisk information, situationsskitse etc.

Følgende udstyr er nødvendig ved tilvejebringelse af vandprøver:

1. Nøgle til lås.
2. Trykflaske med nitrogen reduktionsventil. Tilslutning af drivgassen skal finde sted igennem 2-gangshane for at muliggøre udligning af trykket til atmosfæren.
3. Elpejler (elektrode 10 mm i diameter).
4. Et målekar, ca. 10 l til bl.a. måling af vandmængde.
5. Ledningsevne-/temperaturmåler.
6. pH-meter.
7. Et sæt prøveflasker i special container.
8. Standardiseret målebog.
9. Nødvendige fittings til tilslutning af nitrogenflasken og vandprøveflaskerne til henholdsvis 16 mm og 10 mm studs.
10. Trykfiltreringsudstyr og relevante kemikalier.

3.2. Proceduren

Ved den foreslåede indretning af monitoringsboringer transporteres vandet til overfladen ved hjælp af gastryk. De indsamlede vandprøver kommer dog aldrig i direkte kontakt med drivgassen.

En væsentlig fordel ved denne måde at tilvejebringe vandprøver på ligger i eliminering af opblanding af det "gamle" vand, som findes i boringen inden prøvetagning påbegyndes, og det nye vand som strømmer til efter første tømning. Derfor reduceres prøvetagningstiden og forbedret repræsentativitet af vandprøverne.

Proceduren består af følgende trin:

1. Vandspejlet pejles igennem 16 mm studs.
2. Slangen fra trykflasken tilsluttes 16 mm studs. Reduktionsventilen indstilles sådan, at afgangstrykket (i meter vandsøjle) er lidt højere end afstanden fra kontraventilen til jordoverfladen.
3. Nitrogen vil presse vandet op til jordoverfladen igennem 10 mm PVC-røret. Når vandets udstrømningshastighed øges kraftigt, er det tegn på, at vandspejlet i 40 mm røret er faldet til underkanten af 10 mm røret og at prøveflasken skal fjernes for at undgå sprøjt. Første og eventuelt anden tømningens volumen ledes til målekarret, hvor der løbende foretages måling af pH og ledningsevne. Principielt bør man fortsætte med at pumpe vandet op indtil pH og ledningsevne stabiliseres.
4. Efter hver tømning udlignes trykket i boringen ved udluftning til atmosfæren. Typisk vil det tage 1-2 minutter for at få reableret vandspejlet i 40 mm-røret og tømningen kan gentages.
5. Efter afsluttet oppumpning afmonteres prøvetagningsudstyr, og efter nogle minutter pejles vandspejlet.

4. VALG AF MONITERINGSPROGRAM FOR DE NÆSTE 3 ÅR.

Det analyseprogram og den analysehyppighed der fastlægges i denne rapport er planlagt til at skulle udføres de næste 3 år fra 1. oktober 1988. Når programmet er fulgt i 1 år vil resultatet af undersøgelserne blive vurderet af amtskommunerne og Miljøstyrelsen med henblik på en udvælgelse af stoffer, der varierer over året. Efter 3 års målinger foretages en samlet vurdering af alle resultaterne. Herefter fastlægges omfanget og hyppigheden af monitoringsprogrammet for den næste 3 års periode eller evt. længere tidshorisont.

De analyser der tænkes udført i de 1152 monitoringsboringer i Danmark kan inddeles i 4 grupper:

1. gruppe

Hovedbestanddele i grundvandet samt udvalgte hovedbestanddele, der varierer over året som anført i skema 1 og 2.

2. gruppe

Uorganiske sporstoffer som anført i skema 3.

3. gruppe

Organiske mikroforureninger som anført i skema 4.

4. gruppe

Det er i programmet forudsat, at der foretages kontrol af specielle organiske mikroforureninger, specialanalyser afhængige af de lokale forhold, som anført i skema 5. Der kan være tale om specifikke analyser, hvis der er en formodning om, hvilke stoffer der har haft større udbredelse i området f.ex. specielle pesticider. Kan der ikke skaffes oplysning om anvendelsen af specifikke stoffer, kan der i stedet vælges udført CG/MS-screeninger. Disse kan give et totalbillede af tilstedeværende forureningskomponenter.

Grundvandets hovedbestanddele (især makroioner)

Lugt og udseende
Temperatur
pH
Ledningsevne
Permanganattal¹⁾
Inddampningsrest
Calcium
Magnesium
Hårdhed, total
Natrium
Kalium
Ammonium
Jern
Mangan
Bicarbonat
Klorid
Sulfat
Nitrat
Nitrit
Totalt fosforindhold¹⁾
Fluorid
Ilt
Aggressiv Kulddioxid
Svovlbrinte
Metan
Coliforme bakterier^{1) 2)}
Termotolerante coliforme bakterier^{1) 2)}
Kimal 37°C^{1) 2)}
Kimal 21°C^{1) 2)}

1) Undersøgelsen foretages efter en af Miljøstyrelsen anvist metode.

2) Udføres kun i boringer, der har pumpeinstallation.

Udvalgte hovedbestanddele, der varierer over året

Programmet fastlægges når det første års målinger af skema 1 er foretaget 4 gange.

Uorganiske Sporstoffer

Aluminium
Arsen
Barium
Bly
Bor
Bromid
Cadmium
Jodid
Krom, total
Cyanid
Kobber
Kviksølv
Lithium
Molybdæn
Nikkel
Selen
Strontium
Tritium
Vanadium
Zink

Monitering af organiske mikroforureninger

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)
 - Naptalen

6. Halogenerede alifaliske kulbrinter
 - Trichlormethan
 - Tetrachlormethan
 - Trichlorethylen
 - Tetrachlorethylen
 - 1.1.1-Trichlorethan

7. Fenol og alkylfenoler
 - Phenol
 - Cresol o,m,p
 - Xylenol (6 isomere)

8. Klorfenoler
 - 4-chlor-2-methylphenol
 - 6-chlor-2-methylphenol
 - 4,6-dichlor-2-methylphenol
 - 2,4-dichlorphenol
 - 2,6-dichlorphenol
 - 2,4,6-trichlorphenol
 - Tetrachlorphenoler (3 isomere)
 - Pentachlorphenol

9. Pesticider
 - Dichlorprop
 - Mechlorprop
 - MCPA
 - DNOC
 - Dinoseb

10. Anionaktive detergenter

Specielle pesticid forureninger.

Alachlor

Aldicarb

Atrazin

Carbofuran

Methylisothiocyant

1-2-dichlorpropan

1-3-dichlorpropylen

Simazin

TCA

GC/MS screening analyser

andre typer efter anvendelsesmønster

5. PRØVEUDTAGNING

Hyppighed af prøveudtagning til de forskellige kontrolprogrammer.

Ved de økonomiske beregninger af monitoringsprogrammet er det forudsat, at programmet i skema 1 udføres 4 gange det første år. Det næste år udføres programmet 1 gang sammen med 3 ganges analyser af skema 2.

Monitoringsprogrammet i skema 3 og 4 udføres 1 gang i hver boring i løbet af en 3 års periode.

Ud fra en konkret vurdering af pesticidanvendelsen i området foretages der i 3 årsperioden kontrol af specielle organiske mikroforureninger af ca. den trediedel blandt boringerne, der har den mindste dybde, svarende til, at 1/8 af boringerne undersøges hvert år.

Efter 3 års periodens udløb tages prøveudtagningshyppigheden op til fornyet overvejelse.

Prøveudtagning.

Miljøstyrelsen skal foreslå, at amtskommunerne står for prøveudtagningen af samtlige prøver og enten alene eller i samarbejde med højst eet laboratorium i hver amtskommune foretager de indledende analyser. Amtskommunerne står endvidere for forsendelsen af de vandprøver, der skal analyseres på laboratorier uden for amtskommunen.

Prøveudtagning for monitoringsprogrammer i skemaerne 1 og 2.

Laboratorierne er normalt kendt med at udtage vandprøver og analysere for disse parametre.

Udover at selve prøveudtagningen i de tynde boringer afviger fra normale pumpeboringer, som beskrevet i afsnit 2 er også forbehandling af vandprøverne lidt mere omstændelig end laboratorierne er vant til. I vedlagte bilag 2 er angivet et forslag til prøveudtagningsprocedure for en række af parametrene i skema 1 og 2.

Miljøstyrelsen skal foreslå, at de nærmere detaljer drøftes ved et møde med kemikerne fra amtskommunerne de valgte laboratorier inden programmet fastlægges endeligt.

Prøveudtagning for monitoringsprogrammet i skema 3.

Laboratorierne er kendt med at udtage vandprøver til analyse for en række af de uorganiske sporstoffer anført i skema 3. Kun få laboratorier har formentlig erfaring i at gøre det på det detektionsgrænseniveau, der ønskes i dette program. VKI vil til brug for programmet udarbejde en prøveudtagningsvejledning.

Prøveudtagning for monitoringsprogrammet i skema 4 og 5.

Miljøstyrelsen skal foreslå, at man prioriterer prøveudtagningen således, at boringer af ringe dybde undersøges før dybere boringer.

Udstyr til prøveudtagning fremsendes fra det valgte speciallaboratorium til amtskommunen i den takt der anmodes herom. Udstyret omfatter transportkasser med prøveflasker, konserveringsmidler, samt detaljeret instruks for prøveudtagning og konservering, som udarbejdes af Miljøstyrelsens Analytisk Kemiske Laboratorium.

Prøverne skal udtages efter at boringer har været tømt for vand mindst 3 gange og i øvrigt efter den medfølgende instruks.

Prøveudtagningen i et monitoringsområde afsluttes inden for 2-3 dage, hvor de daglig udtagne konserverede prøver opbevares i kølerum (4°C). Efter endt prøveudtagning returneres prøveflaskerne i et passende antal pr. gang til de laboratorier, der udvælges til analysearbejdet.

6. VALG AF LABORATORIER.

For at give et tilstrækkeligt analysegrundlag bør der højst være eet laboratorium i hver amtskommune, der udfører analyserne i skema 1, 2 og nogle af analyserne i skema 3.

Udførelse af analyserne i skema 3 vil forudsætte særlig ekspertise fordi analysedetektionsgrænsekrauet er meget lavt (baggrundsni-veau). Det er formentlig ikke alle a-laboratorier, der kan hono-rere dette krav for de metalanalyser, de er vant til at udføre.

Derudover er der i programmet medtaget en række sporstoffer, som kun få laboratorier tidligere har undersøgt. Miljøstyrelsen fin-der det ikke rimeligt at ethvert laboratorium, der deltager i mo-niteringsprogrammet udbygger udstyr til analyse af disse særlige stoffer. Der bør findes en fordeling sted af analysearbejdet, så højst 2-3 laboratorier opbygger ekspertise til at udføre hver af disse analyser.

Udførelse af analyserne i skema 4 og 5 vil kræve en særlig exper-tise, som kun et mindretal af laboratorierne er i besiddelse af. Af hensyn til at sikre kvaliteten af arbejdet igennem udførelsen af en rimelig mængde analyser parret med et ønske om at flere laboratorier er med i arbejdet, skal det foreslås, at der udvæl-ges 3-4 laboratorier til at udføre analyserne i skema 4 og 5. Laboratorierne udvælges efter, hvor godt og rigtigt der hidtil har kunnet lave tilsvarende analyser i interkalibreringerne.

Miljøstyrelsen finder, at styrelsens Analytisk Kemiske Laborato-rium, (AKL) skal foretage den analytiske koordinering af analyse-arbejdet, heriblandt interkalibrering af de laboratorier, der ønskes anvendt af amtskommunerne med henblik på udvælgelse af 2-3 laboratorier, der sammen med AKL udfører samtlige analyser.

Miljøstyrelsen oplyser amtskommunerne, hvilke laboratorier, der vil kunne udføre analyserne og hvilke analyseparametre, laborato-

rierne kan varetage. Valg af kontrollaboratorium i den enkelte amtskommune foretages i et samarbejde mellem amtskommunen og Miljøstyrelsen. Miljøstyrelsen skal foreslå, at amtskommunen indgår 3 års kontrakter med de laboratorier, der udfører analysearbejdet.

Kvalitetssikring af laboratoriernes arbejde.

Laboratorier, der deltager i monitoringsprogrammet skal forpligtige sig til at udføre intern kvalitetskontrol efter retningslinierne i "Håndbog i intern kvalitetskontrol på vandlaboratorier", samt deltage i specielle eksterne interkalibreringer.

7. ØKONOMI VED ANALYSEARBEJDET I MONITERINGSPROGRAMMET.

Ved beregningen af analyseudgifterne er der forudsat følgende program i de 3 år.

- 1 år
 - 4 gange undersøges indholdet af grundvandets hovedbestanddele efter skema 1
 - knap 1/3 af borerne undersøges uorganiske sporstoffer efter skema 3, dog således at alle tritiumanalyser udføres i det første år.
 - den øverste liggende trediedel af borerne undersøges for organiske mikroforureninger efter skema 4.
- 2-3 år
 - 1 gang undersøges efter skema 1. 3 gange undersøges udvalgte stoffer fra skema 1 (af op til 80 points incl. rabat).
 - lidt over 1/3 af de uorganiske sporstoffer (-tritium) undersøges således at alle borer undersøges i løbet af 3 års-perioden.

- 1/3 af boringerne undersøges hvert år for organiske mikroforureninger efter skema 4.
- ud fra forespørgsler hos landmænd og konsulenter udvælges relevante pesticider til undersøgelse suppleret efter behov med GC/MS screeninger efter skema 5. Undersøgelserne udføres efter aktuelle behov og inden for budgettet.

Moniteringsnettets analyser udføres på alle boringer udført eller udvalgt til dette moniteringsnet uafhængigt af hvilken myndighed, der har udført eller finansieret borearbejdet.

Skema 6

Økonomi ved grundvandsmoniteringen.

Gennemsnitspris pr. boring.

	point/kr. pr. analyse	1 år	2-3 år	Pris pr år	
		point/kr. pr. år	point/kr. pr. år	incl.rabat *	ex. moms
				1 år	2-3 år
				kr.	kr.
1. Grundvandets hovedbestanddele	141 p	564 p	141 p	7.305	1.825
Bakterier	32 p	32 p	10 p	415	130
2. Udvalgte hovedbestanddele (Ikke udvalgt endnu)	80	0	240 p	0	3.110
3. Uorganiske sporstoffer	480 p	160	160	2.070	2.070
4. Organiske mikroforureninger	10.000 kr	3.330	3.330	3.330	3.330
5. Specielle pesticidforureninger	1.000 - 10.000 kr	0	2.655	0	2.655
			Total	13.120	13.120
				=====	=====

* Der er forudsat en pointpris på 18.50 kr. samt 30% rabat.