

Programområde: **Jordbruksmark**

**Sötvatten**

Undersökningstyp: **Grundvattenkemi**  
**- integrerade typområden**

## Mål och syfte med undersökningstypen

Målet med undersökningstypen är att ge handledning för utformning, genomförande och viss utvärdering av grundvattenkemisk övervakning i integrerade typområden i syfte att:

- bestämma art och omfattning av växtodlingens inverkan på grundvattnets kvalitet, relaterat till de geologiska förutsättningarna,
- kvantifiera variationer i tid och rum avseende grundvattnets föroreningshalter
- få underlag för att bedöma hur grundvattnets kvalitet förändras och kan påverkas av olika markanvändning, odlingsformer och odlingsåtgärder,
- kvantifiera föroreningsstillskottet främst vad gäller kväve till grundvattnet under jordbruksmark vid olika odlingsformer.

## Att tänka på

Det är väsentligt att en hydrogeologisk bedömning ligger till grund för beslut om det är motiverat att övervaka grundvatten i det utvalda typområdet och hur en eventuell övervakning skall utformas.

## Strategi

Jordbruksodlingens påverkan på grundvattnets kvalitet övervakas i akviferer som underlagrar jordbruksmark i typområden. Typområdena klassas med avseende på odlingsmarkens jordart i leriga, siltiga och sandiga jordarter, akviferens jordartssammansättning och typ (öppen eller sluten) och jordbruksdriftens karaktär.

För att få en samlad bild av variationer avseende halter och transport av kväve, fosfor och ev. bekämpningsmedelsrester inom ett område som domineras av jordbruksdrift är det väsentligt att en samlokalisering av yt- och grundvatten sker.

Provtagning av grundvatten skall göras i speciella provtagningsrör. Intagsnivåer på 1, 4 och 8 meters djup under medelgrundvattennivån i akviferen skall eftersträvas. Akvifererna är

emellertid ofta inte så mäktiga. De grundvattenförande lagrens mäktighet måste ligga till grund för val av intagsnivåernas djup. En grupp av grundvattenrör etableras i inströmningsområde medan en andra grupp placeras i grundvattnets strömningsriktning i nära anslutning till ytvattendraget (utströmningsområde). Det kan i vissa fall finnas skäl att komplettera med en grupp rör mellan dessa grupper, liksom att komplettera med ytterligare profiler av grundvattenrör. Placeringen av rören avgörs av områdets geologiska uppbyggnad, de hydrogeologiska förhållandena och utbredningen av odlad mark. Etableringen måste således föregås av en hydrogeologisk undersökning (se undersökningstypen "Hydrogeologisk kartering - engångsinsats"). Den hydrogeologiska undersökningen skall också tjäna som underlag till beslut om det är motiverat att övervaka grundvatten. Grundvattenmagasin, som inte mottar vatten som perkolerat genom jordbrukspåverkad mark behöver inte övervakas. Den situationen föreligger om jordbruksmarken utgörs av täta leror eller ligger i utströmningsläge.

Den hydrogeologiska undersökningen måste göras av hydrogeologisk expertis.

Det föreslagna sättet att etablera grundvattenrör medger att vatten av olika ålder och infiltrationsplatser provtas inom akviferen och bör ge en god bild av grundvattenkemin inom den del av typområdet som är påverkad jordbruksdriften. Transporten med grundvatten till ytvattendraget kan också följas.

## Statistiska aspekter

Provtagningsfrekvensen av grundvatten i en provtagningspunkt är beroende av den tidsmässiga variationen i den kemiska sammansättningen i den del av akviferen som representeras av provtagningspunkten. Det ytliga grundvattnets kemiska sammansättning varierar i allmänhet mer än det djupare. För att kunna beräkna provtagningsfrekvensen måste man definiera hur stora fel, som kan tolereras i den information som övervakningsprogrammet skall generera. Man måste också ha en tillräckligt lång och frekvent grundvattenkemisk tidsserie från provtagningspunkten med jämna tidsintervall mellan provtagningsstillfällena för att kunna göra de statistiska beräkningarna. Den nödvändiga provtagningsfrekvensen för att uppfylla det givna kravet på tillförlitlighet i informationen kan således inte bestämmas i förväg. I ett inledande skede rekommenderas en provtagningsfrekvens på 6 gånger per år, dvs varannan månad.

Inom andra övervakningsprogram t ex den nationella *integrerade övervakningen av skogliga referensområden* accepteras enligt överenskommelse att beräknade årsmedelvärden skall falla inom  $\pm 10\%$  från det sanna medelvärdet på 95% konfidensnivå.

Olika kemiska konstituenten varierar olika mycket, vilket försvårar beräkningen av provtagningsfrekvensen. Den elektriska konduktivitetmätningen, som är ett mått på saltinnehållet, kan då utgöra en lämplig variabel för beräkningarna. En kontinuerlig registrering av konduktiviteten ger ett relativt säkrare underlag på relativt kort tid.

Den statistiska beräkningsmetod som är angiven i GEMS/Water operational guide, 1978 (GEMS står för Global Environmental Monitoring System) är nedan modifierad för att flera års data skall kunna ligga till grund för beräkningarna av den erforderliga provtagningsfrekvensen.

Konfidensnivån av ett aritmetiskt medelvärde av normalfördelade värden är ett uttryck för hur ofta i procent ett sant medelvärde kan förväntas ligga inom ett givet intervall. Detta intervall kallas konfidensintervall. Som ett exempel betyder en 95%-ig konfidensnivå vid ett

konfidensintervall på  $\pm 10$ , att det observerade medelvärdet inte skiljer sig med mer än 10 enheter från det sanna medelvärdet i 95 fall av 100.

Antalet erforderliga prov kan beräknas ur:

$$L = \frac{k S}{\sqrt{N}}$$

där L är konfidensintervallet, k är en ”konstant” beroende på konfidensnivån och antalet prov, S = standardavvikelsen för **inomårsvariationen**, N är det erforderliga antalet t-fördelade prov **per år**. Detta antal kan skattas genom:

$$N = \left( \frac{k S}{L} \right)^2$$

Variansen för inomårsvariationen vid lika antal prov per år kan skattas genom att summera varianserna för varje år och dividera med antalet år:

$$S^2 = \frac{\sum S_i^2}{a}$$

där a = antalet år och  $S_i^2$  är variansen för det i:e året.

Om antalet prov per år är olika kan inomårsvariansen skattas på likartat sätt genom:

$$S^2 = \frac{\sum (n_i - 1) S_i^2}{\sum (n_i - 1)}$$

där  $n_i$  = antalet prov för det i:e året. Antalet frihetsgrader (f) som används för att skatta k fås genom att summera antalet frihetsgrader för varje år:

$$f = \sum (n_i - 1)$$

Exempel: Anta att vi har ett beräknat medelvärde på 40 av tre års provtagningar, då vi provtagit 6 gånger per år. Detta 3-årsmedelvärde kan betraktas som ett medelvärde av medelvärdena för respektive år. Vi tolererar en avvikelse från det sanna årsmedelvärdet på  $\pm 10\%$ . Då blir konfidensintervallet  $L = 4$ . Antalet frihetsgrader är  $3(6 - 1) = 15$ . Detta ger ur tabell att  $k = 2.13$  för konfidensnivån 95 %. Den beräknade standardavvikelsen för inomårsvariationen antas vara 3.9. Antalet erforderliga prov blir då:

$$\sqrt{N} \geq \frac{2.13 \times 3.9}{4} \quad \text{vilket ger } N \geq 4.3$$

Detta medför att 5 prover måste tas **per år** för att villkoren skall vara uppfyllda.

Detta medför att de ovanstående beräkningarna baseras på att observationerna är oberoende av varandra. I praktiken är det dock vanligt att observationer är beroende av varandra. Som ett resultat av detta beroende underskattas det erforderliga antalet prov för att skatta årsmedelvärdet. Praktisk erfarenhet visar t.ex. att en provtagning per år i ett stort grundvattenmagasin kan vara ett godtagbart mått på årsmedelvärdet. I små grundvattenmagasin fordras dock betydligt fler. Erfarenhetsmässigt har det visats att säkerheten inte minskat då man från en månatlig provtagning tagit bort vartannat analysvärde.

För information om hur statistisk teknik används för att definiera provtagningsfrekvens hänvisas till *International Standard ISO 5667/1, 1980 : Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes.*

## Mätprogram

### Variabler

Determinand	företeelse	fraktion	Enhet	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetod	Referens till analysmetod
Nivå	grundvatten		cm under markytan	1	vid provtagnings-tillfället	se under metoder och bilaga	
Temperatur	-"-		°C	2	-"-	-"-	T_WT DA Kodlista SO
Konduktivitet, fält	-"-	totalt	mS/m	2	enl. statistisk beräkning	-"-	SS 028123
Konduktivitet, lab.	-"-	totalt	mS/m	1	-"-	-"-	SS 028123 mod
Syre, fält	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	O2_DEE DA alt. O2_DF DA APHA 1975
Redoxpotential, fält	-"-	totalt	volt	2	-"-	-"-	EH_FP DA
Vätejonkoncentration, fält	-"-	totalt	pH-enheter	2	-"-	-"-	SS 028122 mod
Vätejonkoncentration, lab.	-"-	totalt	pH-enheter	1	-"-	-"-	SS 028122-2 mod
Totalt organiskt kol, TOC	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	SS 028199 ISO 8245
Natrium, Na	-"-	< 0.45 µm	mg/l	1	-"-	-"-	SS 028160 DIN 38 406 Teil 22
Kalium, K	-"-	-"-	-"-	1	-"-	-"-	-"-
Kalcium, Ca	-"-	-"-	-"-	1	-"-	-"-	SS 028161 DIN 38 406 Teil 22

## Version 1:1 – 1998-03-25

Determinand	företeelse	fraktion	Enhet	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetod	Referens till analysmetod
Magne-sium, Mg	-"-	-"-	-"-	1	-"-	-"-	-"-
Järn, Fe	-"-	-"-	-"-	1	-"-	-"-	SS 028 183 SS 028 184 mod. DIN 38 406 Teil 22 ICP-MS instrument-manualer
Mangan, Mn	-"-	-"-	-"-	2	-"-	-"-	-"-
Alkalinitet	-"-	totalt	mg/l HCO <sub>3</sub>	1	-"-	-"-	SS 028139 mod.
Klorid, Cl	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	(IC) Fritz et al 1982
Sulfat, SO <sub>4</sub>	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	(IC) Fritz et al 1982
Totalkvä-ve, Tot-N	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	SS 028131 mod
Nitratkvä-ve+nitritkvä-ve, NO <sub>3</sub> -N+ NO <sub>2</sub> -N	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	SS 028133-2 mod SS 028132 mod
Ammoniumkvä-ve, NH <sub>4</sub> -N	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	SS 028134
Totalfos-for, Tot-P	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	SS 028127 mod Schuster H.H. 1965
Fosfatfosfor, PO <sub>4</sub> -P	-"-	totalt	mg/l	1	-"-	-"-	SS 028126 mod Schuster H.H. 1965
Kadmium, Cd	-"-	< 0.45 µm	µg/l	2	-"-	-"-	SS 028183 SS 028184 mod ICP-MS instrument-manualer
Kolibakt. 35 °C	-"-	totalt	bakt/100 ml	2	-"-	-"-	SS 028164 SS 028165
Kolibakt. 44 °C	-"-	totalt	-"-	2	-"-	-"-	-"-
E. kolibakt 44 °C	-"-	totalt	-"-	2	-"-	-"-	-"-
Fecal Streptoc.	-"-	totalt	-"-	2	-"-	-"-	SS 028165 SS 028178
Hetero. bakt. 22 °C	-"-	totalt	kolo-nier/ ml	2	-"-	-"-	SS 028169

Handbok för miljöövervakning  
Undersökningstyp

Determinand	företeelse	fraktion	Enhet	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetod	Referens till analysmetod
Hetero. bakt. 35 °C	-"-	totalt	-"-	2	-"-	-"-	SS 028169
Växtbekämpningsmedel				2			

### **Variabler och tidperioder**

De nödvändigaste variablerna för att få ett mått på jordbrukspåverkan är naturligtvis kväve- och fosfor-konstituenterna. En stor del av de övriga konstituenterna ger information om den kemiska miljön som de förekommer och transporteras i och därmed indikation om i vilka former de uppträder och eventuellt omvandlas till, t ex genom nitrifikation eller denitrifikation. Viktiga variabler i dessa sammanhang är pH, O<sub>2</sub>-halten alternativt redoxpotentialen, järn och mangan.

En fullständig analys omfattande huvudkonstituenterna ger förutom möjligheter att kvalitetssäkra analysen, också en antydning om de geokemiska processerna längs grundvattnets väg till provtagningsplatsen och möjlighet till bedömning av hur labilt/stabilt det grundvattenkemiska systemet är. Labila system kan lätt förändras genom yttre påverkan och därmed förändra förutsättningarna för kvävet och fosforns uppträdande och transport.

### **Metoder**

De provtagningsmetoder som redogörs för här är enkla och robusta, där det mesta sker manuellt. Det finns möjligheter till mycket mer raffinerade lösningar när det gäller kombinationen provtagningsrör och provtagningsmetodik, men de är förenade med så höga initialkostnader att de är orimliga alternativ för de kostnadsramar inom vilka den svenska miljöövervakningen rör sig.

### **Plats/stationsval**

Diskussion om hur provtagningsstationerna bör etableras görs under rubriken *Strategi*.

### **Observations/provtagningsmetodik**

#### **Krav på provtagningsrör**

Materialet i grundvattenrören måste vara inert så att det inte kontaminerar grundvattnet. De skall inte heller adsorbera kemiska substanser. Provtagningsrör i polyeten kan användas efter syralakning. Lakteter har visat att rören har metaller på ytan, som kan avlägsnas genom syralakning.

Rörsättning innebär alltid en påverkan och omflyttning av jordmaterialet. Det gör även ev. användning av spolvatten vid borrning och rensning av rören. Det betyder att provtagningen i början utförs under störda förhållanden. Man skall därför vara mycket försiktig med tolkningen av första årets analyser.

Det är viktigt att det sluter tätt mellan jordmaterial och rör, så att inte vatten rinner vertikalt längs rörets yttersida. I markytan kan man göra en avskärmning runt rören av inert plastmaterial, så att inte ytvatten kan rinna ner.

## Provtagningsutrustning

Provtagningsutrustningen skall alltid vara tillverkad i inerta material, åtminstone de delar som kommer i kontakt med det presumtiva provet.

Då grundvattenytan inte ligger djupare än 6 meter under markytan är det enklast att använda en enkel manuel provtagningsutrustning med en sugpump. En svaghet med sugpumpar är att det inte går att undvika gasavgång. Det kan förändra  $\text{CO}_2$  -  $\text{HCO}_3$  -  $\text{CO}_3$  - pH - systemet något. Peristaltiska pumpar är ett alternativ. Då grundvattnet ligger så djupt att det inte går att suga upp måste olika typer av hämtare eller dränkbara pumpar användas. Det väsentliga är att pumpens delar inte kontaminerar proven. På marknaden finns idag ett antal sk "pumpar för miljöprovtagning". Provning av deras egenskaper före reguljär användning rekommenderas dock.

## Filtrering

Vatten som skall analyseras på metaller skall konserveras med syra. Det innebär att de dessförinnan måste filtreras. Vatten som pumpas upp ur ett rör innehåller nämligen en större eller mindre mängd minerogena partiklar. Om lerpartiklar är närvarande vid syratillsättningen kan metaller som är associerade till leran frigöras. Analysen ger då för höga metallhalter. En annan orsak till att filtreringen bör ske redan i fält är att adsorption av t ex tungmetaller till de negativt ytladdade lerpartiklarna förhindras.

Lösta metaller brukar definieras som den fraktion som passerar genom ett membran med 0.40 - 0.45  $\mu\text{m}$  pordiameter. Man måste dock vara medveten om att kolloider, hydroxider och även små lerpartiklar kan tränga igenom. Det är därför bättre att benämna den analyserade fraktionen "filtrerbar" i st f "löst". Filtreringsutrustningen bör vara tillverkad av teflon, polyeten, polypropen, plexiglas eller polykarbonat för att tåla rengöring genom lakning i syra. Filtren skall syratvättas före användning.

## Provtagning

Provtagningen skall göras på ett "färskt" omsatt vatten. Den i röret inneslutna volymen vatten omsätts 1.5 till 2 gånger innan provtagningen tar sin början. Det vatten som provtas representerar då det grundvatten som finns i silens närmaste omgivning.

Provtagningen sker på renast möjliga sätt. Det är speciellt viktigt om analyserna innefattar tungmetaller, som i allmänhet föreligger i mycket låga halter. Använd därför plasthandskar vid provtagningen och hanteringen i fält.

Provvattnet samlas upp i olika provflaskor. Vanligtvis används polyetenflaskor för vatten som skall analyseras fysikalkt-kemiskt, medan flaskor av glas används vid bakteriologisk provtagning. Flaskor avsedda för prover för metallanalyser skall vara syradiskade. De bör efter diskningen förvaras i dubbla plastpåsar. Vattnet filtreras genom membranfilter (0.45  $\mu\text{m}$ ) ner i dessa flaskor (se ovan).

Fältbestämningar av temperatur, pH, konduktivitet och syre görs så fort som möjligt för att minimera förändringar. Bäst utförs dessa genom användning av flödescell som förhindrar kontakt mellan provet och atmosfären. Syrehaltsbestämningen kan mätas direkt i provtagningsröret med elektrod.

Proverna transporteras så fort som möjligt till laboratoriet i kylboxar.

För mer detaljerade råd hänvisas till bilaga 1.

### **Tillvaratagande av prov, analysmetodik**

Den yttre plastpåsen av de två som omger flaskorna med prov för tungmetallanalyser tas av innan de förs in i laboratoriet för konservering.

Konservera proverna för metallanalyser med 0.5 ml konc. HNO<sub>3</sub> suprapur per 100 ml prov. Använd pipett med engångsspetsar i polypropen. Utför konserveringen i renrum eller i renluftsbank.

Provflaskorna skall förvaras i mörkt kylrum (+4 °C) tills dess analyserna påbörjas. Tiden mellan provtagning och analys skall vara så kort som möjligt, speciellt för de mest känsliga variablerna som t ex alkalinitet (max. < 1 dag).

### **Databehandling**

Kvalitetsgranskning genom kontroll av jonbalans och kontroll av totala jonstyrkan mot den specifika ledningsförmågan bör göras. Fel som upptäcks måste åtgärdas antingen genom förnyad analys eller genom att förkasta värden som uppenbarligen är felaktiga. Analysresultat som är kontrollerade och befunda rimliga läggs in i databasen.

### **Bakgrundsinformation**

Information om provtagningspunkten såsom grundvattenrörets hydrogeologiska läge, silens djup under markytan och det vattenförande lagrets geologiska uppbyggnad. Typområdets hydrogeologi och geologiska uppbyggnad (se undersökningstypen " Hydrogeologisk kartering - engångsinsats). Markens geokemi (se undersökningstyp "Geokemi/Mineralbestämning). Dräneringsvattnets kemiska sammansättning och ev. flöde. För modellering av belastning och transport behövs markfysikaliska data och klimatdata. Information om odlingsformer och odlingsåtgärder.

### **Utvärdering**

Utvärderingen omfattar två delar. Den första gäller påverkan på (tillstånd och förändringar) grundvattnet som sådant till följd av jordbrukets påverkan. Den andra omfattar grundvattnet som transportör av de förorenande ämnena från odlade områden till ytvattendrag.

Tillstånd och förändringar hos grundvattnet främst med avseende på halter av kväve (nitrat och ammonium) och fosfat (totalfosfor och fosfatfosfor) relateras till faktorer som reglerar dessa halter i grundvattnet. Dessa faktorer är grundvattnets fysikaliskt-kemiska egenskaper (reducerande/oxiderande egenskaper), markanvändning, odlingsformer, odlingsåtgärder, klimat och klimatvariationer (som bl a återspeglas i grundvattnets nivåfluktuationer) liksom till åkermarkens jordartssammansättning och geokemi, akviferens geologi och de hydrogeologiska förutsättningarna.

Kvantifiering av föroreningsbelastningen på grundvattnet kan göras på olika sätt. Dels genom att beräkna årliga transporten av föroreningar med markvattnet till grundvattnet genom analys av markvattnets kemiska sammansättning och modellering av flödet (SOIL och. SOIL-N), dels genom att beräkna grundvattenbildningen och anta att det vatten som tillförs grundvattnet har samma halt som grundvattnet i den ytligaste nivån. Markvattnets halt kan i förekommande fall fås genom att analysera halterna i dräneringsvatten. I inströmningsområden utgörs detta av perkolationsvatten. En relativ kvantifiering av tidsmässiga variationer i belastningen på



grundvattnet i inströmningsområden kan fås genom mätning av dräneringsvattnets flöde och halter.

Transporten av föroreningar med grundvattnet till ytvatten kan kvantifieras genom att beräkna grundvattenflödet och halterna i rören närmast ytvattendraget. Grundvattenflödet kan uppskattas genom hydrologisk budgetberäkning eller genom modellering.

Kvantifiering av föroreningsbelastning på grundvatten och transport av föroreningar med grundvatten till ytvatten görs på årsbasis. Beräkningar av årsvärden görs med det agrohydrologiska året som bas (1. juli - 30. juni).

## Kvalitetssäkring

En kvalitetssäkring av den grundvattenkemiska delen i jordbruksprogrammet innebär att hela kedjan av insatser från den hydrogeologiska undersökningen via rörsättning, provtagning och provhantering utförs i enlighet med de givna *undersökningstyperna*.

Den känsligaste länken i kedjan mot analysresultat är provtagningen. Det är väsentligt att metoden för provtagning och provbehandling följs, så analysresultat både i tid och rum är jämförbara. Rena förbättringar kan göras för att undanröja variabiliteten i påverkan av t ex atmosfären. Förändringar som innebär analys av annan fraktion (förändring av porstorleken vid filtrering) eller att inte konservera proverna eller uraktlåtande på annat sätt att följa given metod får inte göras.

De grundvattenkemiska analysresultaten kvalitetstestas genom jonbalansberäkning och kontroll av jonsumman mot den specifika ledningsförmågan.

## Rapportering, presentation

Rådata rapporteras årligen av länsstyrelserna. Vart femte år görs en samlad presentation av grundvattnets tillstånd och förändringar i denna i samtliga typområden relaterad till åkermarkernas och akviferernas geologi, klimat, växtodlingsföljder och odlingsåtgärder.

## Datalagring, datavärd

Till datavärden rapporteras information om provtagningspunkten och dess omgivning bl a län, typområde, geografisk koordinat, provtagningsnivå (absolut och under grundvattenytan), hydrogeologiskt läge, datum för provtagning för resp. analys.

## Kostnadsuppskattning

Kostnadsuppskattningen är av förklarliga skäl en grov uppskattning. Typområdets geografiska läge spelar ju naturligtvis en stor roll, både för etablerings- och provtagningskostnader. Vinster kan göras genom samordning av provtagningar, mätningar eller observationer med andra program etc. Fördelaktiga avtal med laboratorier kan minska analyskostnader.

Nedanstående kalkyl grundar sig på sex provtagningsrör som provtas sex gånger per år.

Engångskostnader	
Borrningar och rörsättning av 6 rör	60 000:-
Material	5 000:-
Provtagningsutrustning	2 500:-
Instrument f. pH, O <sub>2</sub> och konduktivitet	15 000:-
Filtreringsutrustning	350:-
Flaskor	150:-
<i>Summa engångskostnader:</i>	83 000:-

Årliga driftskostnader	
<b>Provtagningar</b>	
Förberedelser (1 dag/provtagning)	19 200:-
Provtagning inkl. restid (1 dag/provtagning)	19 200:-
Behandl. av proverna (2 tim/provtagning)	4 800:-
Resekostnader (beräkn. på ca 10 mil)	1 500:-
Filter, kemikalier etc	1 300:-
<i>Summa provtagningskostnader:</i>	46 000:-
<b>Analyskostnader (inkl. kontroll av analysresultat)</b>	
Fysikalisk-kemiska analyser	30 600:-
Bakteriologiska analyser	18 000:-
<i>Summa analyskostnader:</i>	48 600:-
<b>Datahantering</b>	
Inmatn. i databas (1 tim/analysomgång)	3 000:-
Rapportering till datavärd	3 000:-
Bearbetning vart 5:e år (2v.)	40 000:-
<i>Summa datahantering och bearbetning:</i>	14 000:-
<i>Summa årliga driftskostnader:</i>	108 600:-

Genom samordning av provtagningar med andra delar av programmet, borde kostnaderna för provtagningsdelen av detta program åtminstone kunna halveras. Kostnaden skulle då bli ca 23 000:-. Om endast de obligatoriska fysikalisk-kemiska analyserna skulle utföras och om styckepriset per analys skulle kunna nedbringas från 850:- till rimliga 600:- per analys, skulle analyskostnaderna kunna nedbringas till 21 600:-. Då skulle den sammanlagda årliga driftskostnaden bli ca 58 600:-.

Efter några års tidsserier kan den slutgiltiga provtagningsfrekvensen fastställas. Den styr väsentligen den slutgiltiga kostnaden för det grundvattenkemiska programmet.

## **Referenser**

International standard ISO 5667/11 - 1991 : Water quality - Sampling - Part 11: Guidance on sampling of groundwaters

International standard ISO 5667/1 - 1980 : Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes

The Working Group for Environmental Monitoring - Nordic Council of Ministers 1989:  
Methods for Integrated Monitoring in the Nordic Countries, Miljörapport 1989:11

Ersatt

## Bilaga 1. Metoder

### Förslag till design av provtagningspunkter

Provtagning av grundvatten sker i speciella provtagningsrör med intagsnivåer på 1, 4 och 8 meters djup under medelgrundvattennivån. Ofta är dock inte de grundvattenförande lagren så mäktiga. Nivåerna på intagen måste anpassas till mäktigheten. De nedersta 50 cm av rören är slitsade för ett definierat intag.

En grupp grundvattenrör etableras i inströmningsområde i anslutning till odlad mark medan en andra grupp placeras i grundvattnets strömningsriktning i nära anslutning till ytvattendraget (utströmningsområde). Det kan i vissa fall finnas skäl att komplettera med en grupp rör mellan dessa grupper, liksom att komplettera med ytterligare profiler med grundvattenrör. Placeringen av rören avgörs av områdets geologiska uppbyggnad, de hydrogeologiska förhållandena och utbredningen av odlad mark. Etableringen måste således föregås av en hydrogeologisk undersökning (se undersökningstypen "Hydrogeologisk kartering - engångsinsats").

Materialen i grundvattenrören måste vara inerta så att de inte kontaminerar grundvattnet. Det gäller framför allt tungmetaller, som föreligger i mycket låga halter i grundvattnet. Akrylplast har visat sig vara bra, men har den nackdelen att vara sprött. Det finns inte heller rör, slitsar och skarvlängder tillverkade för ändamålet. Det finns däremot i polyeten, som också är betydligt mer hållbart. Syralakning av materialet har dock visat att det ger ifrån sig metaller. Upprepad syrabehandling lakar dock inte ut ytterligare metaller. Provtagningsrör i polyeten kan användas efter syralakning.

Det är viktigt att det sluter tätt mellan jordmaterial och rör, så att inte vatten rinner vertikalt längs rörets ytersida. I markytan kan man göra en avskärmning runt röret av inert plastmaterial, så att inte ytvatten kan rinna ner.

Rörsättning innebär alltid en påverkan och omflyttning av markmaterialet. Användning av spolvatten vid borrning och rensning av rören påverkar grundvattnet i slitsarnas närmaste omgivning. Det betyder att provtagningen i början egentligen utförs under störda förhållanden. Man skall därför vara mycket försiktig med tolkningen av första årets analyser.

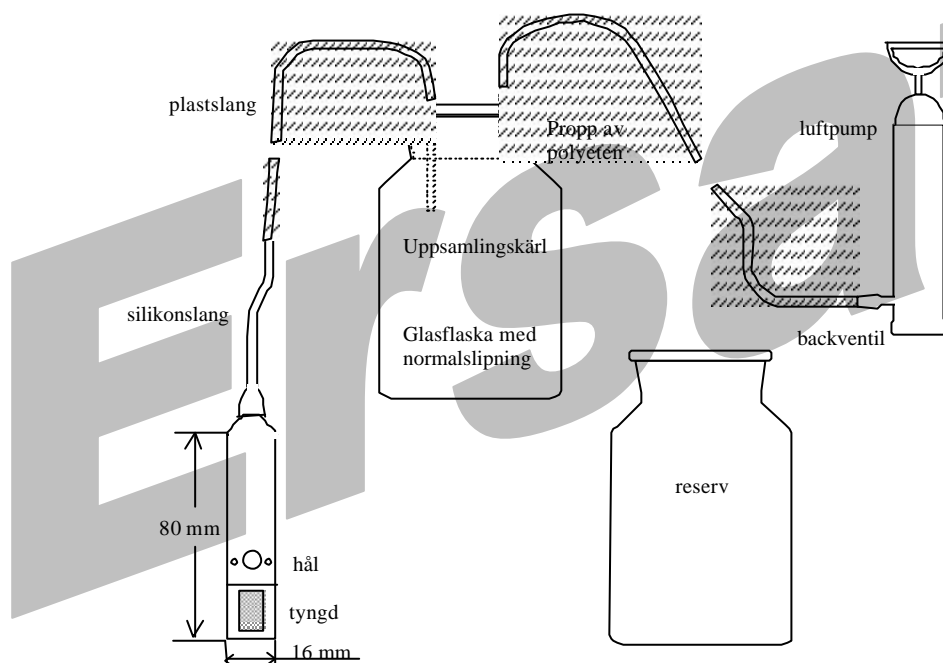
### Provtagningsutrustning

Provtagningsutrustningen skall alltid vara tillverkad i inerta material, åtminstone de delar som kommer i kontakt med det presumtiva provet.

Då grundvattenytan inte ligger djupare än 6 meter under markytan kan det oftast vara tillräckligt att använda en enkel manuell provtagningsutrustning med en sugpump. Nedan beskrivs en sådan provtagningsutrustning, (se figur 1). Den del av provtagningsutrustningen som förs ned i provtagningsröret under grundvattenytan är en ihålig cylindrisk kropp i grå PVC-plast. Den är försedd med en inbakad tyngd i botten, så att den lätt sjunker. Vatten strömmar in genom hål i cylinderns vägg. En ofärgad silikon slang är ansluten i toppen av cylindern. Dessa delar förvaras under transport i ett skydds rör av grå PVC. Skydds rören är fyllt med avjoniserat vatten, som byts mellan varje provtagning. Vid provtagning ansluts silikon slangen till en längre plast slang som i sin tur är ansluten till en normalslipad 0.5 - 2 l

pyrexflaska försedd med en polyetenpropp. Polyetenproppen har två slanguttag, en till provtagaren och en till en luftpump, som i princip är en konverterad cykelpump med backventil. Genom pumpning skapas undertryck i flaskan och grundvatten sugas upp i uppsamlingskärlet (pyrexflaskan) utan att komma i kontakt med omgivningen. När polyetenproppen inte används placeras den i ett extra uppsamlingskärlet för att undvika nedsmutsning.

En svaghet med sugpumpar är att det inte går att undvika gasavgång. Det kan förändra  $\text{CO}_2$  -  $\text{HCO}_3$  -  $\text{CO}_3$  - pH - systemet. Peristaltiska pumpar är därvid ett alternativ. Då grundvattnet ligger så djupt att det inte går att suga upp måste olika typer av hämtare eller dränkbara pumpar användas. Det väsentliga är att pumpens delar inte kontaminerar proven. På marknaden finns idag ett antal sk "pumpar för miljöprovtagning". Provning av deras egenskaper före reguljär användning rekommenderas dock.



Figur 1. En enkel provtagningsutrustning

## Filtrering

Vatten som pumpas upp ur ett rör innehåller större eller mindre mängd minerogena partiklar. Det är därför nödvändigt att filtrera proverna innan de konserveras med syra. Om lerpartiklar

är närvarande vid syratillsättningen kan metaller som är associerade till leran frigöras. Analysen visar då för höga metallhalter. En annan orsak till att filtreringen bör ske redan i fält är att adsorption av t ex tungmetaller till de negativt ytaddade lerpartiklarna förhindras.

Lösta metaller brukar definieras som den fraktion som passerar genom ett membran 0.40 - 0.45  $\mu\text{m}$  pordiameter. Man måste dock vara medveten om att kolloider, hydroxider och även små lerpartiklar kan tränga igenom. Det är därför bättre att benämna den analyserade fraktionen "filtrerbar" i st f "löst". Filtreringsutrustningen bör vara tillverkad av teflon, polyeten, polypropen, plexiglas eller polykarbonat för att tåla rengöring genom lakning i syra.

Filtrering med hjälp av plastsprutor är ett praktiskt alternativ vid grundvattenprovtagning, dels därför att filtratet kan samlas direkt i provflaskan och dels för att utrustningen är lätt och föga skrymmande. Det är dock viktigt att filtreringen av anaeroba vatten sker i en anaerob miljö i ett slutet system, annars kan filtren sättas igen av bl a järnhydroxider och medfällningar av tungmetaller.

Filtren skall vara rengjorda i 0.05M  $\text{HNO}_3$  och sköljda i renast möjliga avjoniserade eller destillerade vatten.

## Provtagning

Då provtagningspunkten utgörs av ett provtagningsrör sker provtagningen enligt nedan:

Mät grundvattennivån med kluck- eller kabelljulod. Loden skall helst vara inplastade, men det är inte helt nödvändigt, då vattnet skall omsättas. Grundvattennivån noteras. Inneslutna vattenvolymer beräknas.

Omsättningspumpa. Skall provet representera grundvattnet närmast provtagningsrörets sil, vilket är syftet i denna övervakningen, omsätts den inneslutna volymen 1.5 till 2 gånger. Genom att hålla slangens ände alldeles under grundvattenytan i rören förhindras att "stagnant" vatten blir kvar i rören.

När färskt vatten har runnit till kan den egentliga provtagningen börja. Sätt engångsplasthandskar på händerna om proverna skall analyseras på tungmetaller. Pumpa upp lite vatten i uppsamlingskärlet och skölj ur det (undvik att stöta slangens vattenintag i botten, ty det grumlar vattnet ytterligare). Pumpa upp vatten så att, om möjligt, uppsamlingskärlet i det närmaste fylls. Lyft den inslipade plastproppen och sätt den på det extra uppsamlingskärlet, så att den inte förorenas.

Polyetenflaskan ( oftast 250 ml ) avsedd för prov som skall analyseras på pH, konduktivitet, TOC,  $\text{NH}_4$  och anjoner sköljs med vatten från uppsamlingskärlet. Fyll därefter flaskan försiktigt till brädden, och skruva på locket, så att så få luftbubblor som möjligt finns kvar i flaskan.

Skölj filtrerings-sprutan med provvattnet från uppsamlingskärlet. Kassera sköljvattnet. Fyll återigen sprutan. Vid användning av löst membranfilter placeras detta med hjälp av plastpincett i filterhållaren och spolras på plats med destillerat eller avjoniserat metallfritt vatten. Används engångsfilterhållare, apteras denna direkt på sprutan. (Proceduren blir naturligtvis något annorlunda om t ex ett slutet system används). De första 10 ml vatten som passerar filtret kasseras.

Den syratvättade polyetenflaskan som är avsedd att fyllas med vatten för metallanalyser förvaras i dubbla plastpåsar. Plastpåsar öppnas, locket tas av och placeras så att det inte

förorenas. Återstoden av vattnet i sprutan filtreras ned i flaskan. Vid eventuellt filterbyte sköljs filterhållaren noggrant med metallfritt vatten i flera omgångar.

Fältbestämningar av temperatur, pH, konduktivitet och syre görs så fort som möjligt för att minimera förändringar. Bäst utförs dessa genom användning av flödescell som förhindrar kontakt mellan provet och atmosfären.

Proverna transporteras så fort som möjligt till laboratoriet i kylboxar. Konservera proverna för metallanalyser med 0.5 ml konc. HNO<sub>3</sub> suprapurkvalitet per 100 ml prov, efter det att den yttre plastpåsen avlägsnats utanför laboratoriets renrum. Syran tillsätts med tryckpipett med syratvättad polypropenspets i dammfritt utrymme. Provflaskorna förvaras i mörkt kylrum (+4<sup>0</sup> C) tills analyserna påbörjas. Tiden mellan provtagning och analys skall vara så kort som möjligt, speciellt för de mest känsliga konstituenterna som t ex alkalinitet (max. < 1 dag).

Ersatt