

Programområde: **Sötvatten**

Undersökningstyp: **Inventering av källor**

Mål och syfte med undersökningstypen

Att ge anvisningar om hur källor kan användas som komplement till brunnar inom delprogrammet *regionala brunnsinventeringar* och även kan ge kompletterande information om grundvattnets kemiska sammansättning i stora akviferer som övervakas inom ramen för delprogrammet *Sammanställning av resultat från kommunala grundvattentäkter*.

Strategi

Att låta källor ingå som ett komplement till brunnar både för att få en bättre yttäckande bild, och för att använda dem för övervakning av grundvattnets förändringar i tiden.

Att tänka på

En källa är en plats där vatten naturligt flödar ut på marken eller till ett ytvattendrag. Antingen beror utflödet på terrängens utformning i förhållande till grundvattnets flödesmönster, eller också på att grundvattnet tvingas upp till ytan genom någon dämmande geologisk barriär, såsom lera eller berg.

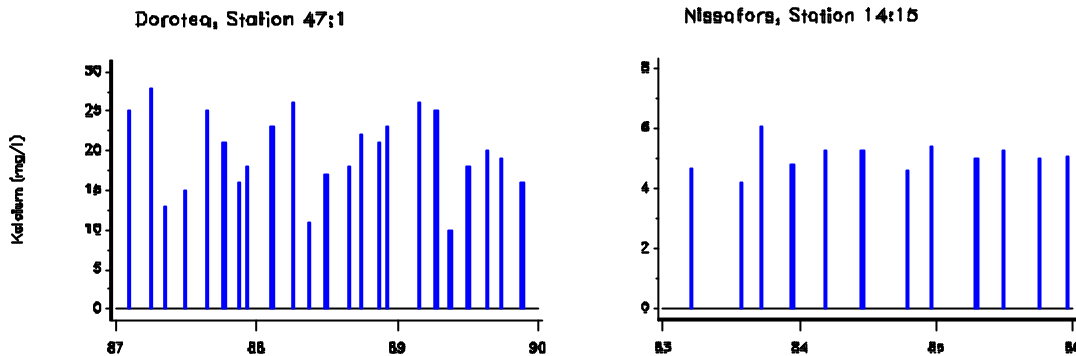
En källa ligger alltid i ett utströmningsområde. Dess vatten ger en integrerad bild av grundvattnets kemiska sammansättning i den akvifer den avvattnar. Det vill säga att källans vatten är ett blandvatten, en blandning av vatten med olika lång uppehållstid i akviferen. Flödeslinjerna möts i källan.

Grundvatten av olika lång uppehållstid i akviferen har i allmänhet också olika kemisk sammansättning. Det som har uppehållit sig längre har i allmänhet högre pH, högre jonstyrka, lägre halt organiskt material och lägre syrehalt än det som har en kort uppehållstid i akviferen.

Förhållandet mellan vatten med kort och lång uppehållstid är tyvärr inte konstant utan varierar med variationen i akviferens fyllnadsgrad. Vid höga grundvattennivåer dominerar vatten med kort uppehållstid, och vice versa. Det betyder att vatten i en källa kan ha uttalade årtidssvängningar i kemin, men även skillnader mellan våta och torra år.

Dessa variationer som är klimatbetingade kan försvåra tolkningen av antropogent betingade effekter på grundvattenkemin. Dessa klimatbetingade fluktuationer är mycket olika i olika

källor beroende på storleken av akviferen, akviferens geologiska sammansättning och dess geometri. Figur 1 visar årstidsvariationen i en liten norrländsk moränkälla i en relativt kraftig sluttning. Den har en mycket uttalad årstidsvariation i jämförelse med en källa som avvattnar en drumlin i Småland.



Figur 1. Årstidsvariationerna i kalciumhalten är betydligt mer uttalade i källvattnet som rinner ut ur moränen i relativt brant sluttning (diagrammet till vänster) än de är i källvattnet som avvattnar en drumlin (diagrammet till höger). En drumlin är en ryggsformig moränavlagring orienterad i isrörelseriktningen. (Data från nationell miljöövervakning-grundvatten och SGUs grundvattennät)

De grundvattenkemiska variationerna i källor som avvattnar stora grus/sandakviferer är dock i allmänhet mycket små. I gengäld är vattnet mycket äldre och kemien återspeglar påverkan/förändringar i inströmningsområdet över en lång tid.

Den principella skillnaden mellan grundvattenkemin i en källa och ett rör med ett definierat intag på en bestämd nivå nere i akviferen är att källvattnet är ett blandvatten vars sammansättning kan vara starkt betingat av grundvattennivåfluktuationer, medan grundvattnet i röret är betydligt mindre påverkat av dessa.

Provtagning av källor har också sina fördelar. De är lätta att provta, vattnet behöver inte komma i kontakt med främmande material, som kan påverka kemien och i och med att de är ständigt flödande behöver vattnet inte omsättas före provtagning.

Väsentligt är att analysresultaten på vattenprover från källor kan refereras antingen till källans flöde eller till grundvattennivån i akviferen uppströms källan.

Statistiska aspekter

Om källor avses ingå i en ytrepresentativ övervakning av brunnsvatten/grundvatten i jordbruksbygd eller ytrepresentativ bild av försurningen i skogsbygd gäller aspekterna givna i *Undersökningstypen: Undersökning av brunnar*.

Skall källorna användas för att följa de tidsmässiga variationerna och förändringarna i grundvattnets kemiska sammansättning skall provtagningsfrekvensen beräknas på samma sätt som inom de övriga grundvattenkemiska programmen.

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 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.

Godkänd: Version 1 : 1998-03-25

Inom 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.

Inledningsvis rekommenderas en provtagningsfrekvens på sex gånger per år, dvs en gång varannan månad.

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 ± 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:

$$L = \frac{kS}{\sqrt{N}}$$

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:

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

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 frihetshetsgrader 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.*

Variabler

Variabelsammansättningen anpassas till de delprogram källorna skall ingå i och framgår av *Undersökningstyperna Grundvattenkemi; integrerade typområden och Grundvattenkemi; intensiv/integrerad.*

Provtagningsmetodik

Provtagningsmetodiken framgår av *Undersökningstypen Grundvattenkemi; intensiv/integrerad* med följande modifieringar:

- Vattnet behöver inte omsättas före provtagning
- Flaskan för analys av alla variabler utom metaller fylls efter två sköljningar till brädden direkt i källan. Undvik dock ytfilmen.
- Det prov som skall filtreras suggs upp direkt från källan i filtrerings sprutan efter det att sprutan sköljts två gånger med källvattnet.

Övrigt

I övrigt hänvisas till andra tillämpliga undersökningstyper.

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

*Handbok för miljöövervakning
Undersökningstyp*

Uppdateringar, versionshantering

Upphävd.

Upphävd