



Sveriges geologiska undersökning

# Naturligt arsenik – risker i vår omvärld? Samband mellan arsenik i morän och grundvatten

Olov Selinus & Kaj Lax

Naturligt arsenik – risker i vår omvärld?  
Samband mellan arsenik i morän och grundvatten

SGU-rapport  
2006:6

SGU-rapport  
2006:6



## Naturligt arsenik – risker i vår omvärld?

### Samband mellan arsenik i morän och grundvatten

Olle Selinus & Kaj Lax MK

Arsenik har under senare år blivit ett mycket hett element internationellt och under det senaste året även i Sverige.

Inom ramen för sina karteringsprojekt undersöker SGU naturliga bakgrundshalter av bland annat arsenik i mark och i bäckvattenväxter. Arsenik jämfört med till exempel bly har en betydligt större rörlighet. Detta visas bland annat av att kartor över arsenik i moränmark och i levande bäckvattenväxter är ganska lika.

I brunnar kan arsenik ibland förekomma i potentiellt hälsovådliga halter. Ibland orsakas detta av föroreningar, men ofta är det fråga om naturliga förekomster av arsenik i berg eller jord. Problemen är vanligare i bergborrade brunnar än i grävda brunnar. Undersökningar i Finland har visat att det finns ett visst samband mellan områden med förhöjda halter av arsenik i moränen och bergborrade brunnar med halter över gränsvärdet för dricksvatten (10 mikrogram/liter). Om detta samband gäller även Sverige är oklart eftersom arsenik i brunnsvatten hittills inte analyserats i tillräckligt stor omfattning. En undersökning 1995 visade dock att vattnet från endast två av 280 undersökta brunnar översteg gränsvärdet. Det dåvarande gränsvärdet var dock 50 mikrogram/liter, ett gränsvärde som nyligen sänktes till 10 mikrogram/liter. Sänkningen av gränsvärdet innebär att problemet är större än vad som tidigare antagits, något som även preliminära resultat från SGUs FoU visat.

Allt oftare kommer larm om arsenik i bland annat brunnar. Kommunerna misstänker att orsaken är avfallsanläggningar, men vid kontakter med kommunerna har vi kunnat peka på att orsaken sannolikt är naturlig. Som exempel kan nämnas ett larm i Piteå i november 2004. Kommunen tog till en början för givet att källan var en soptipp. Men efter att ett ”nollprov” visat sig vara arsenikhaltigt, och kommunen tagit del av SGUs geokemiska information visade det sig att halterna med stor sannolikhet är naturliga. Eftersom SGUs morängeokemi visade att en stor del av kommunen har arsenikhaltig berggrund fortsatte kommunen att analysera fler brunnar, och det har nu visat sig att brunnar med alltför höga arsenikhalter inte är ovanliga i kommunen. Det finns således ett stort behov av att snabbt utveckla en metod att utifrån befintliga markgeokemiska databaser på SGU kunna förutsäga sannolikheten för höga naturliga arsenikhalter och samtidigt sprida informationen att SGU är den myndighet som har den samlade kompetensen inom detta område.

Arsenikhalterna i brunnsvatten från borrade brunnar uppgår oftast till under  $10 \mu\text{g l}^{-1}$ . För att högre halter skall bli möjliga krävs i princip två förutsättningar. Den första utgörs av närvaro av arsenik, oftast naturligt och bundet till mineral såsom pyrit eller arsenikkis. Den andra faktorn består av vattnets pH och redoxpotential. I princip kan man säga att om de Eh-pH-förhållanden som råder i vattnet inte medger att järnhydroxider är stabila är risken för löst As i vattnet stor, förutsatt att arsenik förekommer naturligt i primära mineral eller i instabila järnhydroxider.

I Finland, där de geologiska och geokemiska förutsättningarna till stora delar påminner om de svenska förhållandena, har det som nämnts påvisats ett signifikant, positivt samband mellan förhöjda arsenikhalter i morän och ökad risk för halter överstigande gränsvärdet i dricksvatten (Tarvainen och Paukola 1998). Orsaken till att man använder morängeokemisk information istället för bergartsanalyser är att bergarter kan vara extremt heterogena, dvs. geokemin kan variera starkt på mycket korta avstånd. Moränen är däremot ett kompositmaterial och ger en god bild av modernmaterialtes (dvs. bergarternas) generella, kemiska sammansättning. Sambandet mellan morängeokemi och halter av As i brunnsvatten är så starkt att Geologiska forskningscentralen i Finland nyligen publicerat en miljökonsekvenskarta samt tillhörande karttjänst där arsenik i morän ingår som en komponent (Tarvainen et al 2005). Denna karta är konstruerad efter ett signifikant statistiska samband mellan moräner som innehåller  $>5 \text{ mg kg}^{-1}$  As i fraktionen  $<0,063 \text{ mm}$  och förhöjd andel brunnar med arsenikhalter över gränsvärdet. Förutsatt att geologiskt relaterad arsenik i Sverige uppvisar samma mobilitet, bör det således finnas förutsättningar att använda morängeokemiska data för att prognosticera problemområden även i Sverige. Till skillnad från Finland saknas dock heltäckande information gällande framförallt brunnsvattnets arsenikinnehåll i Sverige. Dock finns en del data från ett pågående forskningsprojekt (Berglund et al 2005), samt information erhållen från Timrå kommun. Dessa databaser har tillsammans utnyttjats för att undersöka sambanden med morängeokemidata från SGUs markgeokemiska kartering.

I ett första steg uteslöts alla mätdata som härrör från vatten provtaget efter järn/manganfilter, eftersom just dessa filter visat sig ha en reducerande effekt på arsenikinnehållet. Efter att ha slagit samman databaserna från SGU och Timrå kommun återstod därmed 394 analyserade prov, spridda från Blekinge i söder till Norrbottens kustland i norr (**figur 1**). Därefter konstruerades en homogen morängeokemidatabas. Arsenik i minerogena prov (i detta fall C-horisontprov, fraktion  $<0,063 \text{ mm}$ ) kan analyseras med avseende på såväl totalhalt (röntgenfluorescens, XRF) som syralakbar halt (kungsvatten eller 7M salpetersyra och AAS eller ICP-MS). Ingen av kombinationerna täcker in hela den karterade ytan, däremot ger en kombination av metoderna en relativt god täckning. Analyskvaliteten är mycket god för de metoder som baseras på syralakning. Dessutom korrelerar halter uppmätta med XRF mycket väl med syralakade bestämningar, däremot tenderar XRF att överskatta halter under  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  (Lax 2005a). Därför nivellerades XRF-halter från södra Sverige till syralakbar halt. Den databas, och karta (**figur 2**), som därmed framställdes, uppvisar stora likheter med kartan över As i bäckvattenväxter (**figur 3**), vilket är ett starkt argument för att nivelleringen av morängeokemidata fungerat tillfredsställande. Att markgeokemidata valdes istället för bäckvattenväxtdata beror på att bäckvattenväxterna även avspeglar andra jordarter än morän (Lax 2005b). Morän är det provmedium som bäst reflekterar berggrundens kemiska sammansättning, medan t.ex. de finkorniga jordarter såsom leror, vilka förekommer utbrett under högsta kustlinjen, inte kan anses ha samma starka koppling. Bäckvattenväxtdata från dylika områden skulle därmed introducera ett ”statistiskt brus” i jämförelsen. Informationen från arsenikhalter i bäckvattenväxter är dock betydelsefull i ett annat hänseende: förutom den goda mönsterlikheten med den markgeokemiska kartan uppvisar As en signifikant korrelation med järn (Fe). Detta visar att den arsenik som finns i marken är relativt mobil och att den i ytvattenmiljön tenderar att bindas till järnhydroxider.

Fig 1. Brunnar använda i projektet

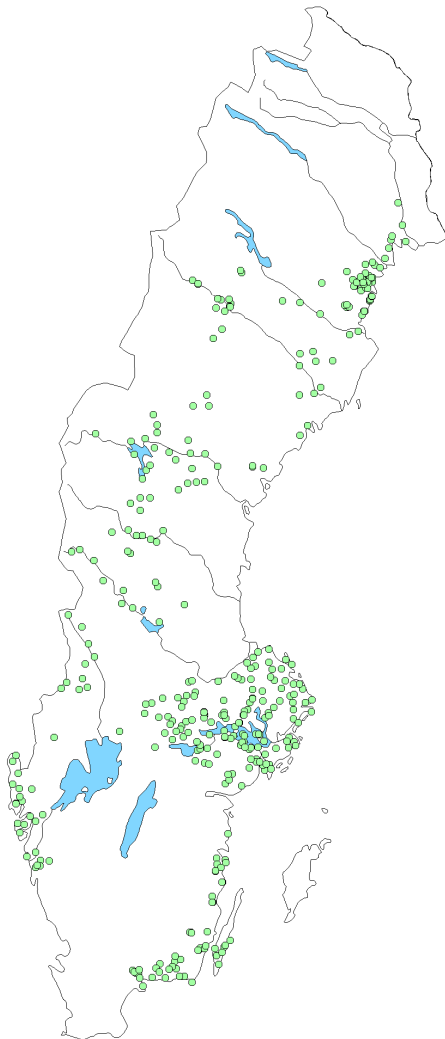


Fig 2. Moränprov, XRF

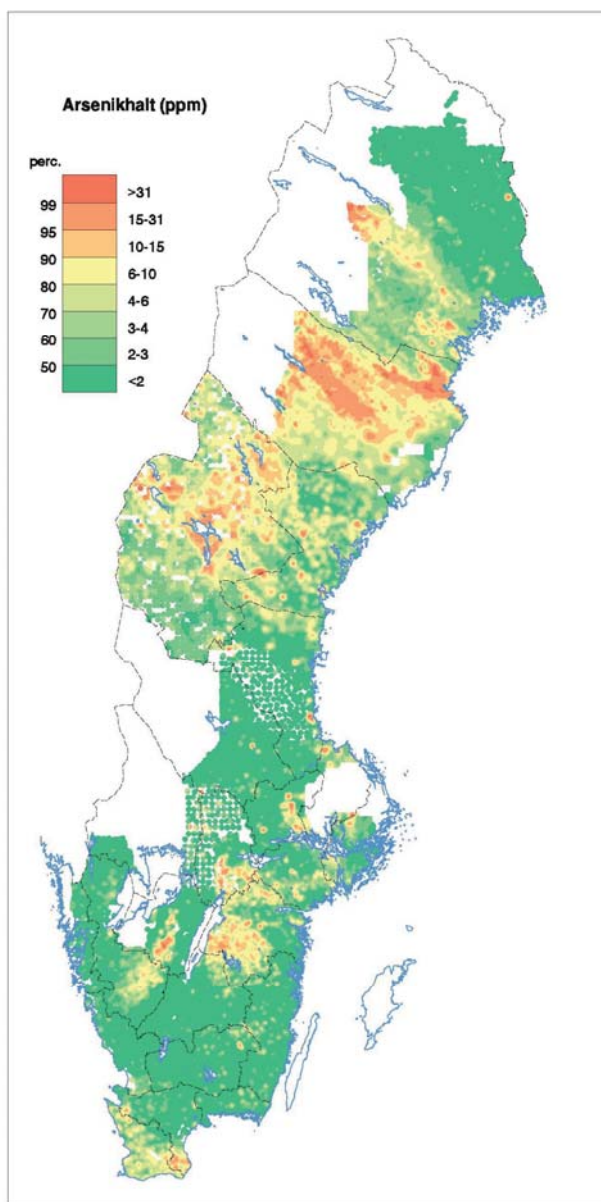
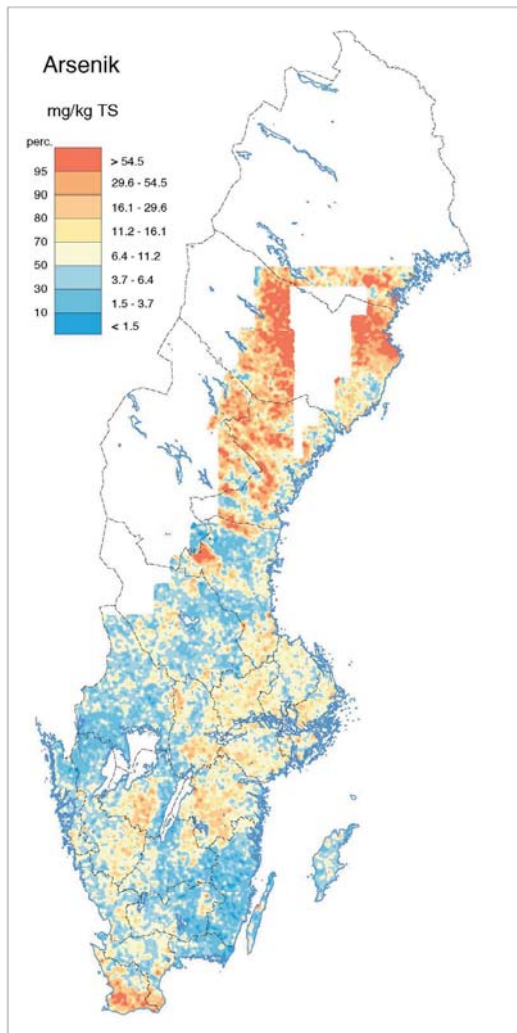


Fig 3. As i bäckvattenväxter



Den nivellerade morängeokemidatabasen innehöll 38 429 analysresultat. Grundvattendata kopplades mot närmaste moränprov, och prov som befanns ligga >2,5 km från närmsta moränprov uteslöts från vidare behandling. Avståndet 2,5 km valdes för att ge maximalt antal provpar för närmare analys utan att för den skull introducera provpar som riskerade vara belägna i helt olika geokemiska miljöer. Det bör påpekas att ingen hänsyn togs till riktning, dvs. även provpar orienterade vinkelrätt mot varandra eller där brunnspåret är beläget uppströms isrörelseriktningen accepterades.

Den parade databasen klassades efter arsenikhalt i intervaller (fig 4). Eftersom icke-parametriska metoder är att föredra vid tolkning av geokemiska analyser (Reimann och Filzmozer 1998) undersöktes den parade databasen visuellt med hjälp av boxplot och statistiskt

med ett Mann Whitney-test. Testet visade att grupp A ( $<1,5 \text{ mg kg}^{-1}$  i morän) är den grupp som statistiskt ger signifikant ( $p < 0,05$ ) lägre halt av As i brunnsvatten än någon av de övriga grupperna. Den högsta gruppen (E, dvs.  $>10 \text{ mg kg}^{-1}$  i morän) ger signifikant högre halt i brunnsvatten än grupperna A–C. Slutsatsen är att det även i denna parade databas finns ett signifikant samband mellan förhöjd halt av As i morän och brunnsvatten, dvs. den morängeokemiska bör kunna användas för att prognosticera arsenikrisk i brunnsvatten.

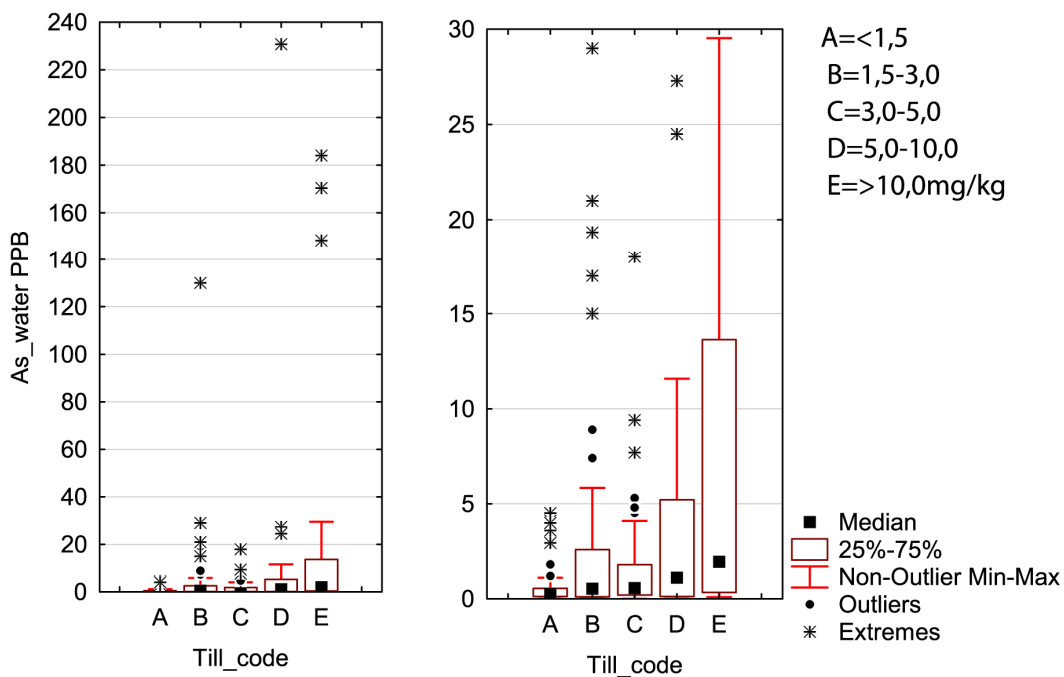


Fig 4. Boxplot As morän/vatten

Av boxploten (fig 4) framgår att arsenikhalterna i normalfallet ligger under gränsvärdet  $10 \mu\text{g L}^{-1}$ , även om moränen är tämligen arsenikrik. Detta förklaras av att berggrunden är tämligen heterogen, dvs. lokalt kan vara tämligen arsenikfattig. Dessutom är det sannolikt att det finns grundvattenmiljöer där arseniken inte kan mobiliseras p.g.a. Eh-pH-förhållanden. Av figuren framgår även att halter över gränsvärdet börjar uppträda redan vid relativt låga arsenikhalter i moränen ( $1,5\text{--}3 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Huruvida detta beror på att det finns begränsade volymer med arsenikhaltig berggrund i närområdet eller om orsaken är en homogent fördelad men relativt låg halt är oklart.

En visuell granskning av arsenikhalter i brunnsvatten jämfört med den morängeokemiska kartan visar att lägen med förhöjda halter följer varandra tämligen väl. Jämtland är dock ett undantag, och det finns flera tänkbara orsaker till detta. Arseniken i moränen kan t.ex. härstamma från alunskiffrar, bergarter som är olämpliga för brunnsvatten. Ytterligare undersökningar i nämnda område behövs.

En kontroll av berggrundskartan visar att förutom alunskifferar (i vilka, som ovan nämndes, knappast några bergsborrade brunnar förekommer) är gråvackor och möjligen vissa granitoider sannolikt de huvudsakliga källbergarterna.

## Referenser

- Berglund M., Ek, B.-M., Thunholm, B. och Lax, K., 2005: Nationell kartläggning av arsenikhalter i brunnsvatten samt hälsoriskbedömning. Resultatrapport till Naturvårdsverket. 2005-06-10. Kontrakt nr 215 0409.
- Lax, K., 2005a: Geokemiska kartan. Markgeokemiska kartan i Västerbotten. SGU Serie K7.
- Lax, K., 2005b: Environmental applications of biogeochemical data from Geological Survey of Sweden. Licentiate thesis 2005:95. Luleå Tekniska Universitet.
- Reimann, C. & Filzmoser, P., 1998: Normal and lognormal data distribution in geochemistry: death of a myth. Consequences for the statistical treatment of geochemical and environmental data. *Environmental Geology* 39 (9).
- Tarvainen, T. & Paukola, T., 1998: Use of geochemical databases to delineate risk areas for contaminated groundwater. *Journal of Geochemical Exploration* 64, 177–184.
- Tarvainen, T., Backman, B., Hatakka, T., Loukola-Ruskeeniemi, K., Salminen, R., Savolainen, H., 2005: Geokemiallinen ympäristövaikutuskartta – Geokemisk miljösekvenskarta 1:1 000 000. (1). 2005. Electronic publication: <http://www.gsf.fi/geokartta/geokemYVkartta.htm>

