

Resultatrapport till Naturvårdsverket
2005-06-10
Kontrakt nr 215 0409

Nationell kartläggning av arsenikhalter i brunnsvatten samt hälsoriskbedömning

Marika Berglund, Institutet för miljömedicin, Box 210, 171 77, Stockholm
Britt-Marie Ek, Bo Thunholm, Kaj Lax, SGU, Box 670, 751 28 Uppsala

Sammanfattning

Arsenik (As) är ett grundämne som förekommer naturligt i berggrunden. I områden med sulfidrika bergarter som vissa skiffrar och andra äldre sedimentbergarter kan arsenikhalten i vattnet vara över eller mycket över gränsvärdet för dricksvatten (10 µg As/l). Dricksvattnet från framför allt bergborrade brunnar kan därför utgöra en betydande källa till arsenikexponering. Drygt en miljon permanentboende och ungefär lika många fritidsboende har sin dricksvattenförsörjning från egen brunn. Antalet borrade brunnar ökar. Tidigare undersökningar har visat förhöjda till höga arsenikhalter i brunnsvatten, framför allt i bergborrade brunnar, i Skelleftefältet i Västerbotten, i ett stråk mellan Västerås och Enköping och kring Sollefteå. I flera län saknas i dagsläget helt information om arsenikhalter i grundvatten.

Gränsvärdet för arsenik i dricksvatten baseras på livstidsrisken för cancer. Arsenik kan ge tumörer i hud, lunga och urinblåsa, möjligen även i lever och njure. De tidigaste symptomen på kronisk arsenikförgiftning är pigmenteringsförändringar i huden och förtjockning av hudens hornlager framför allt på handflator och fotsulor. Risken för negativa hälsoeffekter minskar om exponeringen minskar eller upphör. Det är således önskvärt att begränsa intaget av arsenik så långt det är möjligt. Detta gäller speciellt för barn, eftersom experimentella studier tyder på att foster och små barn kan vara känsligare än vuxna.

Inom ramen för den nationella hälsorelaterade miljöövervakningen analyserades under 2004 arsenik i 199 brunnsvattenprover tagna före eventuella filter. I denna rapport redovisas även resultaten från arsenikanalyser utförda vid SGU 2001-2003 (totalt 178 brunnsvatten). Sammantaget redovisas arsenikanalyser för 377 brunnsvatten från 14 län och 97 kommuner. I några län har endast ett fåtal prov tagits. Syftet med undersökningen var att kartlägga arsenikhalter i enskilda brunnar samt att sätta upp mätta halter i relation till kända risknivåer och göra en hälsoriskbedömning.

Arsenikhalterna var låga i del flesta län. I 4,8% av brunnarna var arsenikhalten högre än 10 µg/l (range 11-297 µg/l) och i 1,9% av brunnarna var halten högre än 100 µg/l (range 108-297 µg/l). De högsta halterna uppmättes i Västerbotten (297 µg/l), Stockholm (max-halt 231 µg/l) och Västmanlands län (25 µg/l). Arsenikhalter strax under gränsvärdesnivån 10 µg/l uppmättes i Jämtland, Norrbotten och Västernorrlands län samt på Öland. I övriga län låg alla uppmätta arsenikhalter under 10 µg/l.

Syfte

Att kartlägga arsenikhalter i enskilda brunnar samt att sätta upp mätta halter i relation till kända risknivåer och göra en hälsoriskbedömning.

Bakgrund

Arsenik (As) är ett grundämne som förekommer naturligt i berggrunden. I de flesta bergarter är halterna låga, <2mg/kg, men i områden med sulfidrika bergarter som vissa skiffrar och andra äldre sedimentbergarter kan halterna vara förhöjda. Eftersom arsenik förekommer i så gott som alla berg- och jordarter finns det också spår av ämnet i grundvattnet. Oftast är halterna dock mycket låga, men om det finns förhöjda arsenikhalter i berg- eller jordarter kan även vattnet innehålla förhöjda halter. I Sverige antas dricksvattnet från framför allt bergborrade brunnar därför kunna vara en betydande källa till arsenikexponering. Globalt sett använder flera miljoner människor dricksvatten med så hög arsenikhalt, ofta flera hundra µg/l, att det finns risk för allvarliga hälsoeffekter.

Gränsvärdet för arsenik i dricksvatten sänktes i december 2003 till 10 µg/l från tidigare 50 µg/l (SLV, 2001; SOS, 2003). Gränsvärdet är baserat på livstidsrisken för cancer. Arsenikhalten i svenska brunnar är hittills dåligt undersökt. En undersökning på 1980-talet visade att arsenikhalten överskred 10 µg/l i 5-10 % av brunnarna och 50 µg/l i mindre än 1 % av brunnarna (Fagerlind, 1991). Totalt 280 brunnar, 167 bergborrade (Bilaga 1) och 113 jordbrunnar (Bilaga 2), ingick i undersökningen som fokuserades på valda delar av Sverige. De högsta arsenikhalterna återfanns i Skelleftefältet i Västerbotten, i ett stråk mellan Västerås och Enköping och kring Sollefteå. I flertalet brunnar var arsenikhalten lägre än 1 µg/l. Undersökningen visade att arsenik förekommer både i vatten från bergborrade brunnar och från jordbrunnar, men är vanligare i bergborrade brunnar. Gränsvärdet 10 µg/l överskreds i 13 bergborrade brunnar och i två jordbrunnar. Geologin bedömdes ha störst betydelse för grundvattnets arsenikinnehåll.

I Uppsala kommuns undersökning av vatten från 270 slumpvis utvalda bergborrade brunnar (bilaga 3) redovisas medelvärdet 1,05 µg/l och medianvärdet 0,55 µg/l för arsenik (Lewin och Simeonidis, 1998) att jämföra med riksmedelvärdet 0,18 µg/l och riksmedianvärdet 0,09 µg/l. Riksmedelvärden och riksmedian grundar sig på resultaten från den nationella miljöövervakningen som provtar ytligt jordgrundvatten med vanligtvis lägre pH, vilket måste beaktas vid jämförelsen.

Orsaken till de förhållandevis höga arsenikhalterna i Uppsala kan antas vara höga pH-värden i berggrundvattnet. Motsvarande förhållanden med höga pH-värden förekommer även i andra delar av landet, t ex på Öland, som i flera brunnsanalyser visar på förhöjda arsenikhalter (n=8; median=2,9 µg/l; maxvärde=8,7 µg/l).

Inom den nationella miljöövervakningen provtas för närvarande grundvatten vid 67 stationer 2 gånger per år för analys av arsenik och andra metaller/element. Totalt ingår cirka 100 stationer i miljöövervakningens referensnät. Grundvattennätet vid SGU provtar cirka 30 stationer och analyserar arsenik och andra metaller/element vid 15 stationer 2 gånger per år.

Undersökningar av arsenik i brunnsvatten

SGU-projekt 2001 – 2003 - om radioaktivitet och metaller i dricksvatten från enskilda brunnar

Under 2001-2002 provtogs ca 140 brunnar i nio län i ett samarbetsprojekt mellan SGU och SSI. Inriktningen på projektet var i första hand att undersöka radioaktivitet och uranhalt i dricksvatten från enskilda bergborrade brunnar. Endast enstaka

jordbrunnar (14 st) provtogs eftersom radioaktivitet och uranhalt antogs vara betydligt lägre i dessa. Brunnarna i denna studie valdes företrädesvis i områden med förhöjda uranhalt i berggrunden. Uranhalten analyserades tillsammans med ett 20-tal metaller, inklusive arsenik, med ICP-MS vid SGU. Radioaktiviteten analyserades vid SSI (Östergren et al, 2003). Ursprungligen planerades, i samarbete med SSI, provtagning av ca 25 enskilda bergbore brunnar per län under 2003 - 2004, i ett representativt urval geografiskt och geologiskt, för kartläggning av radioaktivitet, uran och andra metaller, inklusive arsenik. Under 2003 togs vattenprov från 71 brunnar i 6 län i Svealand.

Undersökning av As i brunnsvatten inom ramen för den nationella hälsorelaterade miljöövervakningen

Provtagning av brunnsvatten genomfördes under 2004 inom ramen för den nationella hälsorelaterade miljöövervakningen. Arsenik, men även andra element och radioaktivitet, analyserades i dricksvatten från bergbore brunnar. Provtagning utfördes i Uppsala, Jämtland och Västerbottens län, där risk för förhöjda halter till följd av de geologiska förhållandena förväntades. I Jämtlands län saknade SGU helt arsenikanalyser i brunnsvatten och i Västerbottens län fanns sedan tidigare endast ett fåtal analyser varför dessa behövde kompletteras. Dessutom kompletterades tidigare provtagning i brunnar i Stockholm, Bohuslän, Värmland, Blekinge och Kalmar län samt i Göteborgsområdet, för en mer representativ bild av förekomsten av arsenik i brunnsvatten. Även pH och konduktivitet har mätts i fält i de flesta vattenproverna.

I den ursprungliga projektplanen för föreliggande projekt upptogs Gävleborgs och Norrbottens län. Planen reviderades till förmån för det befolkningstäta Stockholms län och Göteborg samt Bohuslän.

Filter för vattenrening

Sammanlagt under åren 2001–2004 har 377 bergbore brunnar analyserats för arsenik vid SGU. I de fall det har funnits någon typ av filter och möjlighet att ta prov både före och efter filterutrustningen har detta utnyttjats varför ytterligare drygt 50 vattenprov har analyserats. I de fall järn- manganfilter förekommit har dessa visat sig vara mer eller mindre effektiva för att sänka även arsenikhalten i vattnet. Redovisade data är i möjligaste mån från väl omsatt råvatten.

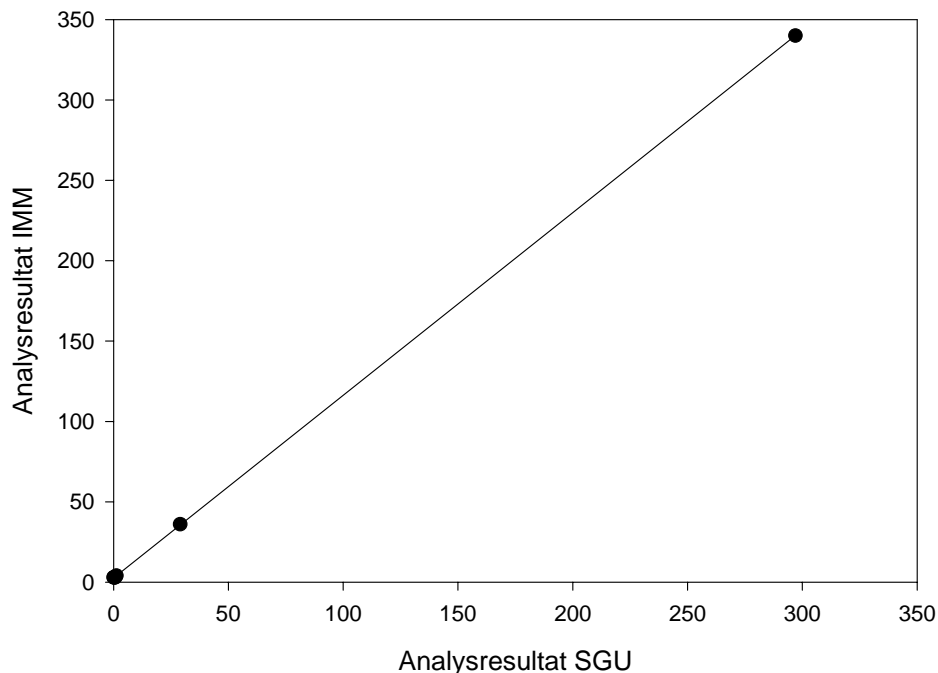
Resultat

Kvalitetskontroll

Arsenik i vatten analyserades vid SGU med ICP-MS och verifierades med referensprov (NIST 1643d; certifierat värde= $56,02 \pm 0,73$ $\mu\text{g As/l}$). Analysresultatet var $55.5 \pm 1,9$ $\mu\text{g As/l}$. Detektionsgränsen var $0,15$ $\mu\text{g As/l}$.

För utvärdering av analysresultaten för arsenik i vatten genomfördes även en interlaboratoriejämförelse mellan IMM och SGU. Vid IMM analyserades vattenproverna efter hydridgenerering med atomabsorptionsspektrometri (HG-AAS; Vahter och Lind, 1986). Två omgångar med totalt 12 prover analyserades. Samma referensprov för vatten (NIST 1643d; certifierat värde= $56,02 \pm 0,73$ $\mu\text{g As/l}$) analyserades i båda analysomgångarna. Analysresultaten, 56 ± 1 $\mu\text{g As/l}$ och 57 ± 1 $\mu\text{g As/l}$, överensstämde väl med det certifierade värdet och med resultaten från SGU (se ovan). Av de tolv interlaboratorieproverna låg 4 under detektionsgränsen för hydridgenereringsmetoden (2 $\mu\text{g As/l}$). Halterna i dessa prover var mellan $0,05$ och

0,3 med ICP-MS-metoden. För ett prov saknades analysresultat från SGU. Återstod 7 prover som utvärderades med linjär regression (Figur 1). Utvärderingen visade på god linearitet, och att analysvärden från IMM ligger något över SGUs värden. Skillnaden är liten och saknar betydelse för slutsatserna i denna rapport.



Figur 1. Resultat av interlaboratoriekontroll av arsenik i dricksvatten ($\mu\text{g/l}$) med två olika analysmetoder (se text).

Vattenanalyser

Under 2004 analyserades brunnsvattenprover från 8 län och 48 kommuner (Tabell 1). Totalt analyserades arsenik i 199 brunnsvatten tagna före eventuella filter.

I denna rapport redovisas även resultaten från analyserna utförda 2001-2002 (totalt 107 brunnsvatten i 32 kommuner och 10 län) samt 2003 (totalt 71 brunnsvatten i 33 kommuner och 6 län). Sammantaget redovisas As-analyser för 377 brunnsvatten från 14 län (Tabell 1 och bilaga 4). I några län har endast ett fåtal prov tagits.

Tabell 1. Arsenikhalter ($\mu\text{g/l}$) i brunnsvatten före filter från undersökningen 2004 samt totalt för undersökningarna 2001-2002, 2003 och 2004.

	medel (SD)	median	95-percentil	99-percentil	min	max
2004 (n=199)	8,1 (36)	0,28	20	185	0	297
2001-2004	4,9 (26)	0,30	10	156	0	297

(n=377)						
---------	--	--	--	--	--	--

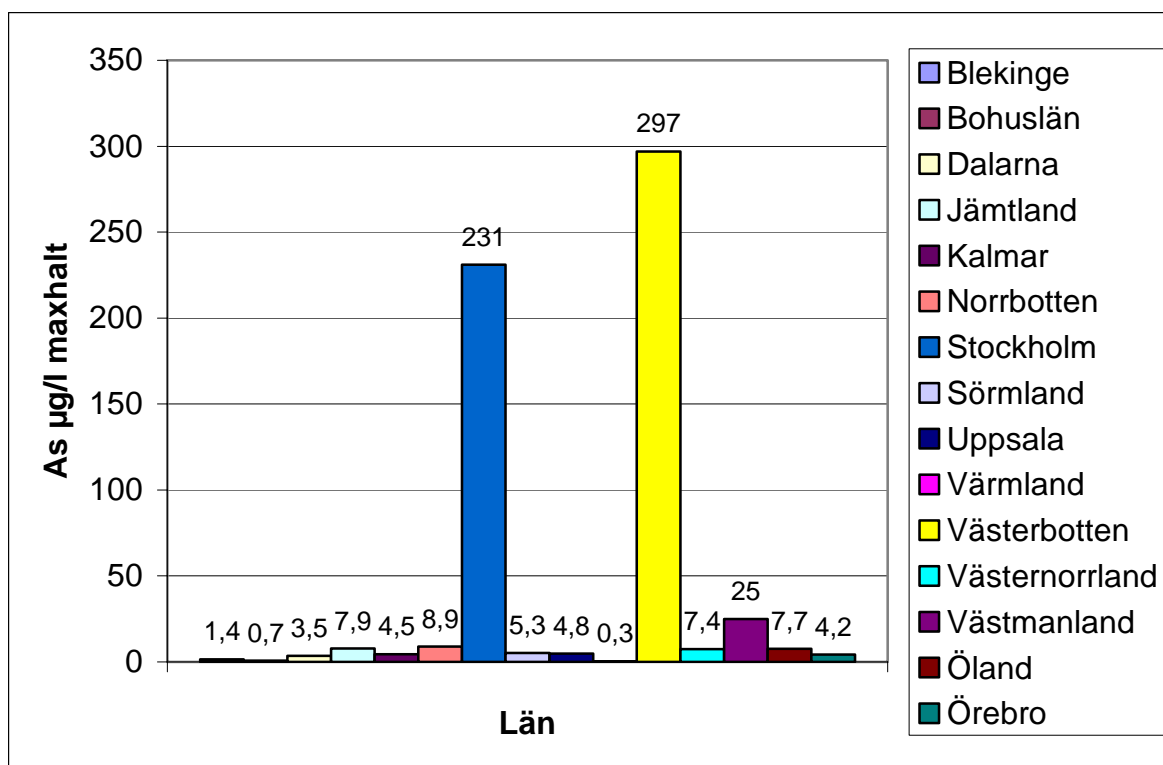
Arsenikhalterna var låga i del flesta län (Tabell 2). I 4,8% av brunnarna (18 av 377) var As-halten högre än 10 µg/l (range 11-297 g/l) och i 1,9% av brunnarna (7 av 377) var As-halten högre än 100 µg/l (range 108-297 g/l).

Tabell 2. Arsenikhalter (µg/l) i brunnsvatten (n=377, före filter), länsvis.

Län (antal prover)	Antal kommuner	medel (SD)	median	95-percentil	min	max
Blekinge (n=25)	4	0,2 (0,3)	0,1	0,7	<0,1	1,4
Bohuslän (n=23)	13	0,2 (0,2)	0,2	0,5	<0,1	0,7
Dalarna (n=11)	6	0,5 (1,0)	0,1	2,3	<0,1	3,5
Jämtland (n=40)	9	0,6(1,5)	0,1	3,2	<0,1	7,9
Kalmar (n=28)	4	0,7 (1,0)	0,3	2,5	<0,1	4,5
Norrbottnen (n=12)	3	1,6 (3,1)	0,2	8,1	<0,1	8,9
Stockholm (n=37)	11	8,1 (3,8)	0,5	15	<0,1	231
Sörmland (n=36)	8	0,7 (0,9)	0,3	1,9	<0,1	5,3
Uppsala (n=37)	5	1,2 (1,2)	0,7	3,6	<0,1	4,8
Värmland (n=8)	3	0,1 (0,1)	0,1	0,2	<0,1	0,3
Västerbotten (n=54)	11	24 (59)	2,0	160	<0,1	297
Västernorrland (n=8)	4	1,8 (2,6)	0,5	6,2	<0,1	7,4
Västmanland (n=32)	10	1,5 (4,3)	0,3	4,3	<0,1	25
Öland (Kalmar) (n=7)	1	2,9 (3,0)	2,7	7,2	0,2	7,7
Örebro (n=18)	5	0,7 (1,0)	0,3	1,9	<0,1	4,2

De högsta As-halterna uppmättes i Stockholm, Västerbotten och Västmanlands län (Figur 2). Arsenikhalter strax under gränsvärdesnivån 10 µg/l uppmättes i Jämtland, Norrbotten och Västernorrlands län samt på Öland.

I Stockholms län hade 8,1% (3 av 37) av brunnsvattenproverna en As-halt på >10 µg/l (range 14-231 µg/l). I Västerbottens län hade 20% (11 av 54) av brunnsvattenproverna en As-halt på >10 µg/l (range 12-297 g/l). I Västmanlands län hade 1 av 32 brunnsvattenprover en As-halt på >10 µg/l (24 µg/l). I övriga län (se tabell 2) låg alla uppmätta As-halter under 10 µg/l.



Figur 2. Arsenikhalter (uppmätta max-halter, µg/l) i brunnsvatten före filter, länsvis.

Under 2004 provtogs även vatten från fyra vattenverk i Västmanland. Både råvatten (inkommande) och renvatten, efter olika typer av filterutrustningar i tre vattenverk och enbart renvatten i Köpings vattenverk, analyserades (Östergren et al, 2005). Av tabell 3 framgår att samtliga råvatten ligger under gränsvärdet 10 µg/l och att tre ligger kring detektionsgränsen (0,15 µg/l). I Kölsta vattenverk, som har en arsenikhalt på 6 µg/l i råvattnet, finns bl a ett järn- och manganfilter som endast måttligt påverkar arsenikhalten.

Tabell 3. Arsenik i vatten från fyra kommunala vattenverk.

Vattenverk	Akvifer	As µg/l
Kölsta V V Råvatten	Berg	5,92
Kölsta V V Renvatten	Berg	4,90
Karbenning V.V. Råvatten	Berg	0,22
Karbenning V.V. Efter filter	Berg	0,13
Karbenning V.V. Renvatten	Berg	0,10
Rävsnäs V V Råvatten	Grusås	0,10
Rävsnäs V V Renvatten	Grusås	0,07
Köpings V V Renvatten	Grusås	0,39

Diskussion

Förhöjda till höga halter av arsenik i grundvatten återfinns inom vissa områden, nämligen i det arsenikrika området i Västerbotten, det sk Skelleftefältet, och i östra Mellansverige men även i enstaka brunnar i andra områden som framgår av bilaga 4. Utanför Skelleftefältet är de flesta förhöjda arsenikhalterna knutna till äldre sedimentbergarter, i huvudsak glimmergnejser, skifferar och gråvackor. På Öland är brunnarna borrade och ibland sprängda i kalksten. Den underliggande arsenikhaltiga alunskiffern torde orsaka den något förhöjda arsenikhalten i vattnet.

Vid en undersökning i Finland konstaterades att det fanns ett klart samband mellan förhöjda halter av arsenik i morän och förekomst av arsenik i brunnsvatten över gränsvärdet 10 µg/l (Tarvainen och Paukola 1998). Analyser av arsenik i morän från SGUs markgeokemiska kartering (Bilaga 5) visar att förhöjda arsenikhalter även i Sverige förekommer inom samma områden som arsenikhalten i brunnsvattnet är förhöjd. Detta samband är föremål för ett forskningsprojekt vid SGU. Det bör påpekas att områdena med förhöjd arsenikhalt i morän tycks vara större i Sverige än i Finland, samt att det i flera av dessa områden i dagsläget helt saknas information om arsenikhalter i grundvatten. Främsta orsaken till de förhöjda arsenikhalterna i moränen i södra Örebro län, södra Östergötland, delar av Västergötland och i delar av Jämtlands län är berggrundens innehåll av arsenikhaltig alunskiffer och att skiffer har plockats upp och transporterats vidare av inlandsisen.

Som framgår av bilagorna 1-4 saknas information om arsenikhalter i brunnsvatten i många områden i Sverige. Dessutom behöver informationen kompletteras för de områden som vi genom dessa undersökningar och markgeokemiska undersökningar har identifierat som eventuella riskområden för höga arsenikhalter i brunnsvattnet. Detta för att kunna, om möjligt, ytterligare begränsa riskområdena.

Hälsoeffekter vid arsenikexponering och riskbedömning

Exponering för oorganisk arsenik sker framför allt genom intag av dricksvatten i den allmänna befolkningen. Förhöjda arsenikhalter i brunnsvatten beror oftast på naturlig förekomst i berggrunden, men i vissa fall kan kontaminering från omgivande mark ge upphov till förhöjda halter. Arsenikhalten i luft är oftast mycket låg och därmed av liten betydelse för den totala exponeringen. Arsenik förekommer även i fisk, men i en kemisk form (organisk arsenikförening) som är betydligt mindre giftig än den oorganiska.

Uppmätta arsenikhalter i svenska brunnar är generellt betydligt lägre än de som uppmätts i kända problemområden globalt sett. I vissa områden återfinns dock halter över eller mycket över gränsvärdet för arsenik i dricksvatten (10 µg/l).

Drygt en miljon permanentboende och ungefär lika många fritidsboende har sin dricksvattenförsörjning från egen brunn (www.sgu.se). Det finns ca 400 000 borrade brunnar registrerade i Sverige, varav ungefär 75% används för permanent bruk. Antalet borrade brunnar ökar.

Arsenik är cancerframkallande och ger tumörer i hud, lunga och urinblåsa, möjligen även i lever och njure. Kronisk exponering för oorganisk arsenik ger även upphov till flera andra hälsoeffekter. De tidigaste symptomen på kronisk arsenikförgiftning är

pigmenteringsförändringar i huden och hyperkeratos, d.v.s. förtjockning av hudens hornlager framför allt på handflator och fotsulor. Det finns även rapporter om samband mellan arsenikexponering och ökad förekomst av perifera kärlskador (framför allt i fötter och ben), leverskador och diabetes. Arsenik passerar moderkakan men de begränsade studier som hittills utförts tillåter inte någon bedömning av påverkan på graviditetsutfall. Det är stora skillnader i metabolism av arsenik mellan olika individer, men orsaken till detta samt betydelsen för uppkomsten av toxiska effekter är inte klarlagd.

Livstidsrisken för canceruppkomst vid dagligt intag av arsenik motsvarande gränsvärdet i dricksvatten har nyligen uppskattats till 0,1-0,3 procent (NRC, 2001). Risken för negativa hälsoeffekter minskar om exponeringen minskar eller upphör. Det är således önskvärt att begränsa intaget av arsenik så långt det är möjligt. Detta gäller speciellt för barn, eftersom experimentella studier tyder på att foster och små barn kan vara känsligare än vuxna (Waalkes et al, 2000).

Bilagor:

1. Arsenik i dricksvatten från bergborrhade brunnar. Fagerlind (1991).
2. Arsenik i dricksvatten från jordbrunnar. Fagerlind (1991).
3. Arsenik i dricksvatten från bergborrhade brunnar i Uppsala kommun. Lewin och Simeonidis (1998).
4. Arsenik i dricksvatten från bergborrhade brunnar. SGU och IMM (2005).
5. Arsenik i morän. SGU (2005)

Referenser

Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U., Berntell, A., 1995. Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket rapport 4415.

Ek, B.-M. 2003. FoU-seminarium vid SGU 9 mars 2005 – dokumentation. SGU rapport 2005:7.

Ek, B.-M., 2003. FoU-seminarium vid SGU 11-12 mars 2003 – dokumentation. SGU rapport 2003:4.

Fagerlind, T., 1991. Tungmetallerna arsenik, bly och kadmium i brunns- och grundvatten. SGU-rapport till Naturvårdsverket.

Lewin, L., Simeonidis, A., 1998. Kartläggning, av radon, fluorid och tungmetaller i bergborrade brunnar i Uppsala kommun.

NRC 2001. Arsenic in drinking water: 2001 update. Subcommittee on Arsenic in Drinking Water, National Research Council. National Academy of Sciences. National Academy Press, Washington D.C., 2001.

SLV 2001. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. Uppsala, Livsmedelsverket, 2001. SLVFS 2001:30.

SOS 2003. Försiktighetsmått för dricksvatten, allmänna råd, Stockholm, Socialstyrelsen 2003. SOSFS 2003:17 (M).

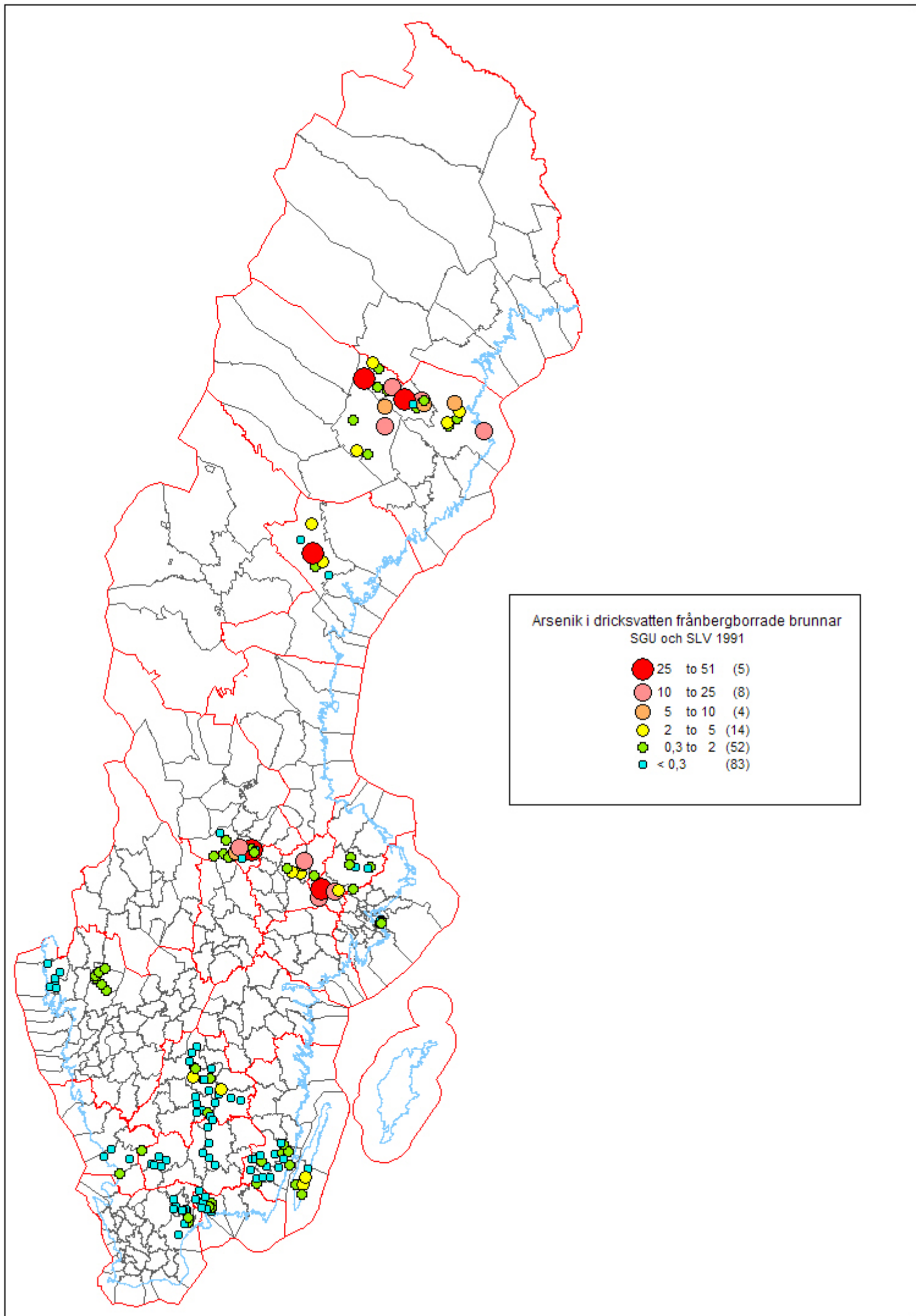
Tarvainen, T., Paukola, T., 1998. Use of geochemical databases to delineate risk areas for contaminated groundwater. *Journal of Geochemical Exploration*, 64:177-184.

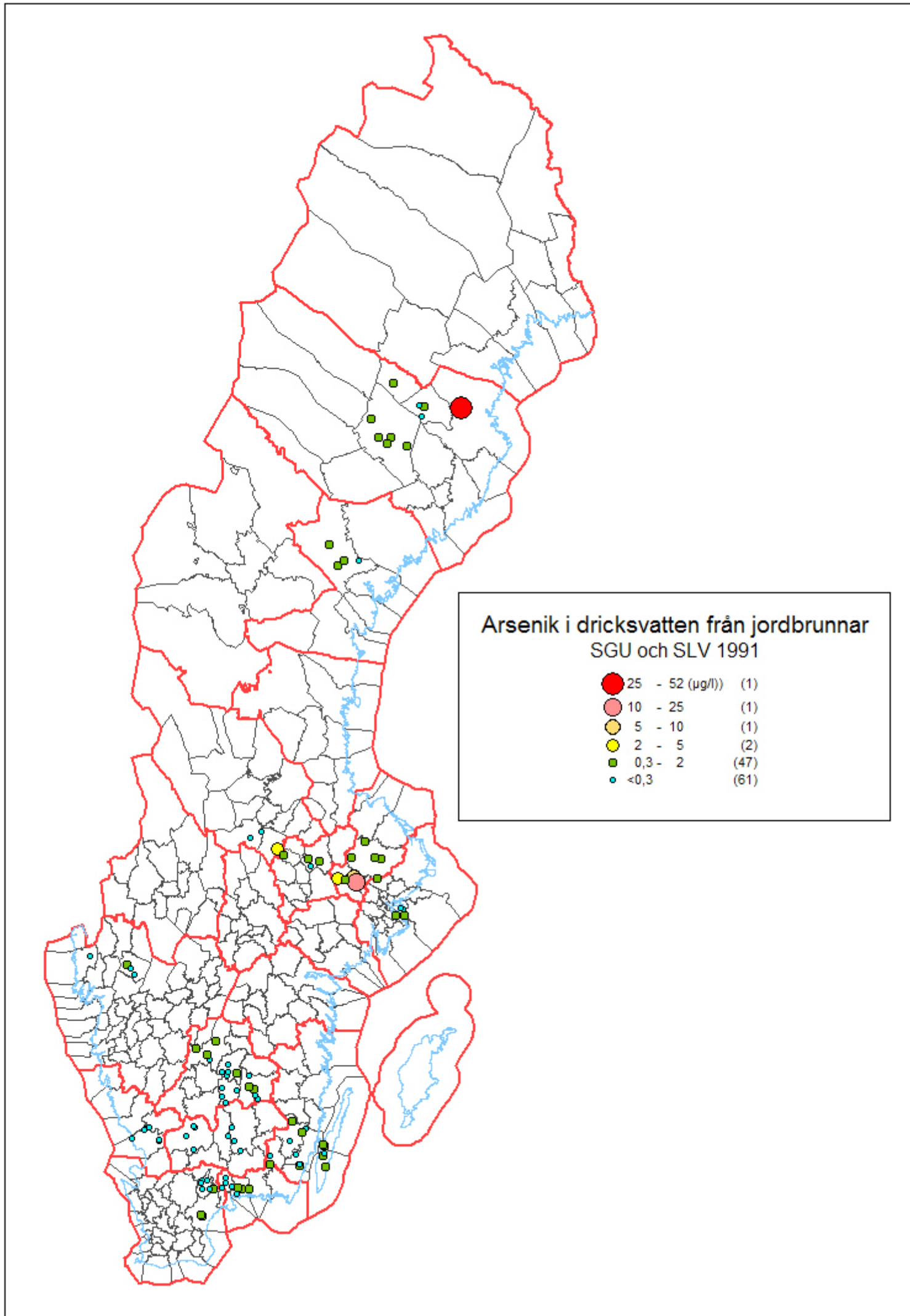
Vahter M, Lind B, 1986. Concentrations of arsenic in urine of the general population in Sweden. *Sci Total Environ* 54, 1-12.

Waalkes, MP., Keefer, LK., Diwan, BA., 2000. Induction of proliferative lesions of the uterus, testes, and liver in swiss mice given repeated injections of sodium arsenate: possible estrogenic mode of action. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2000 Jul 1;166(1):24-35.

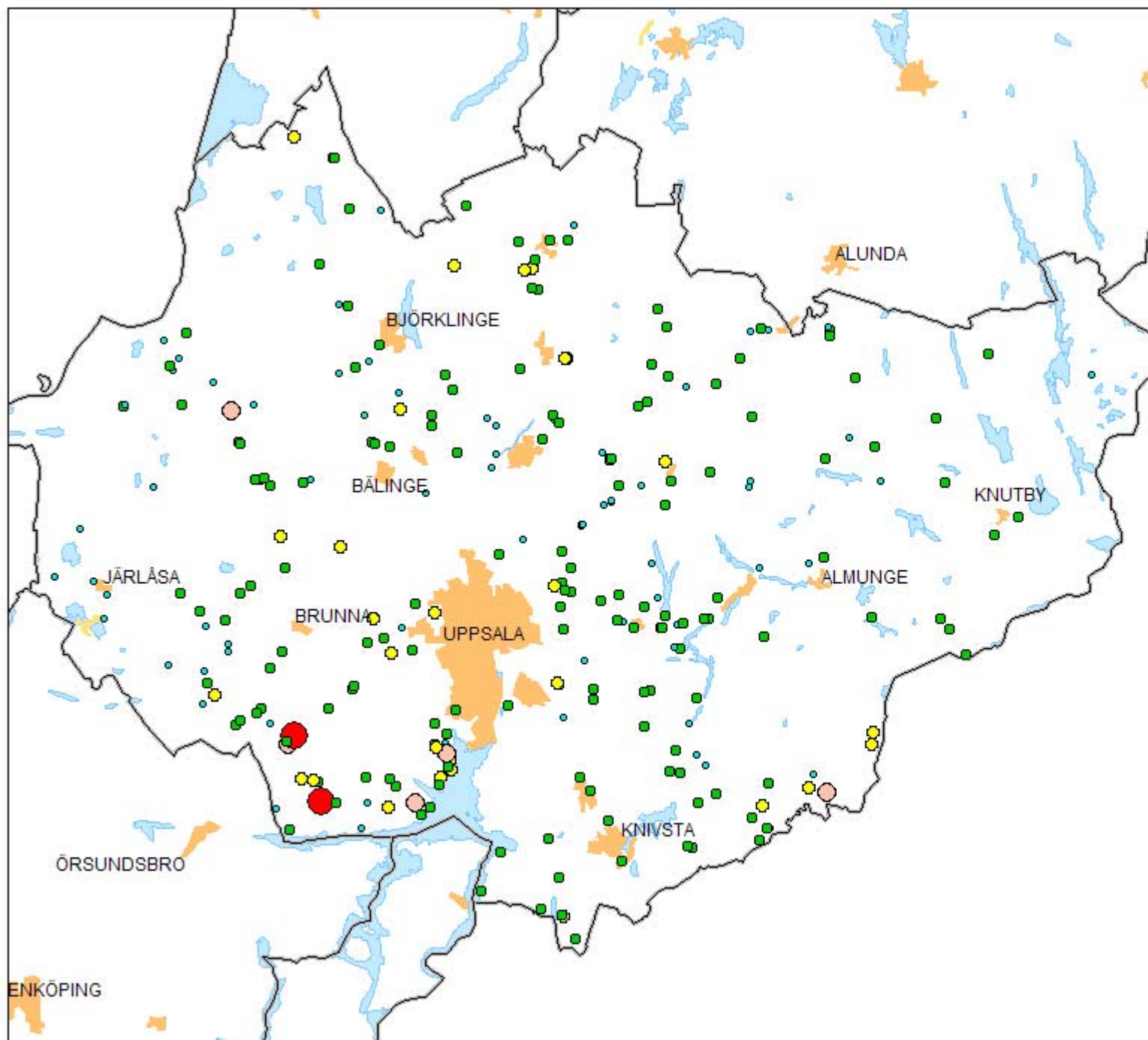
Östergren, I., Falk, R., Mjönes, L., Ek, B.-M., 2003. Mätning av naturlig radioaktivitet i dricksvatten. Test av mätmetoder och resultat av en pilotundersökning. SSI-rapport 2003:07.

Östergren, I., Åkerblom, G., & Ek, B.-M., 2005. Mätningar av radioaktivitet i och från filter vid några vattenverk. SSI-rapport 2005: x (under tryckning).



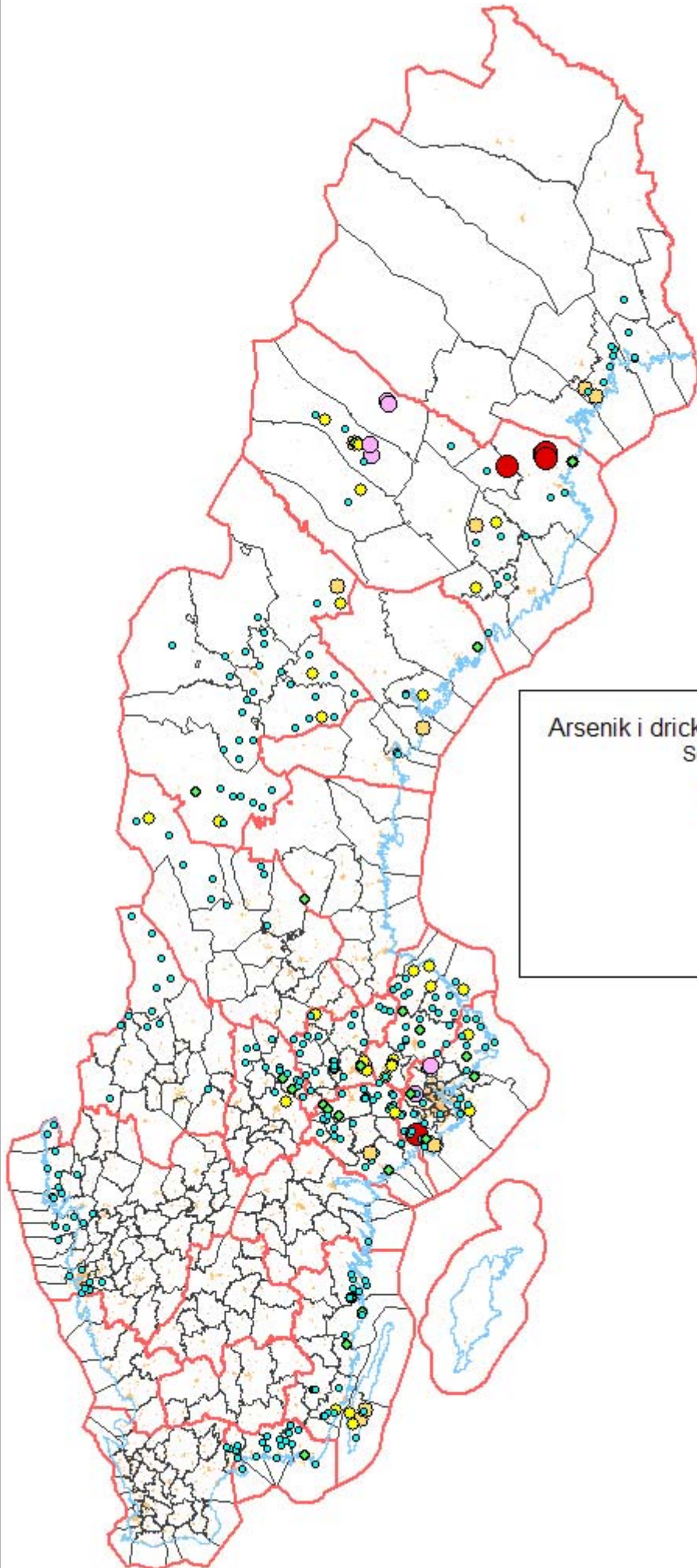


Arsenik i dricksvatten från bergborrade brunnar.
SGU och Uppsala kommun 1997.



Arsenik i dricksvatten

●	10 - 17,2 (µg/l)	(2)
●	5 - 10	(5)
●	2 - 5	(28)
●	0,3 - 2	(160)
●	< 0,3	(75)



Arsenik i dricksvatten från bergborrade brunnar
SGU och IMM 2001 - 2004

● 100 - 300 (µg/l)	(4)
● 25 - 100	(1)
● 10 - 25	(9)
● 5 - 10	(10)
● 2 - 5	(34)
● 1 - 2	(26)
● < 1	(281)

Karta över arsenikhalter i morän. Halter i ppm (mg/kg).

Kartan baseras på över 30 000 prov tagna i moräners C-horisont, vanligen ca 0,7-0,8 m under markytan. Analyser har utförts på fraktionen <0,063 mm. Analysmetoderna är i huvudsak olika ICP eller AAS-metoder efter uppslutning av proven i 7 M salpetersyra eller kungsvatten. I sydost (ett område som i stort sett bildar en sektor sydost om Vänerns sydöstra del) baseras kartan på värden som beräknats utgående från totalhaltsanalys med XRF. Denna metod är mindre lämpad för låga haltintervall, varför värden baserade på XRF har nivellerats för att passa med värden från syralakade prov.

Den morängeokemiska kartan visar hur arsenikhalterna i bergarter (dvs ursprungsmaterialet till morän) varierar över landet. Speciellt i Västerbottens län förekommer relativt stora ytor där arsenikhalterna är förhöjda. Det är även uppenbart att det finns ganska många län där arsenikanrikade bergarter förekommer, dock i varierande omfattning.

