



Halter av bly, arsenik, uran och kadmium i brunnsvatten från ett område med berggrund av alunskiffer, Linköpings kommun

Joakim Wenner

Student

Examensarbete i Miljö- och hälsoskydd 15 hp

Avseende magisterexamen

Rapporten godkänd: 12 juni 2017

Handledare: Jonatan Klaminder

Förord

Detta arbete är ett examensarbete för magisterprogrammet i miljö- och hälsoskydd, Umeå universitet. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och utfördes under våren 2017. Jag vill tacka Linköpings miljökontor och dess medarbetare för möjligheten att kunna utföra detta examensarbete tillsammans med dem och det trevliga bemötande under arbetets 10 veckor. Ett stort tack till Malin Hultegård som med öppna armar välkommande mig och hjälpte mig att få denna möjlighet. Jag vill också tacka min kontaktperson på Linköpings miljökontor, Anna-Stina Påledal som har varit en stor hjälpande hand och som har hjälpt mig med tips, råd och idéer inför detta arbete. Ett sista tack till min handledare Jonatan Klaminder på Umeå universitet som sett till att det har blivit ordning och reda på detta arbete och varit engagerad redan från första mötet, trots avståndet mellan Umeå och Linköping.

Levels of lead, arsenic, uranium and cadmium in well water from an area with alum shale bedrock, Linköping municipality

Joakim Wenner

Abstract

Access to clean water is vital to human health. In Sweden, private households are responsible for the quality of their drinking water and the national food agency (SLV) recommends private households to analyze the quality of their drinking water every three years. However, this recommendations are rarely followed. This project assess water quality (metal concentrations) in well water from a risk area described by the geological survey of Sweden (SGU) that could have high concentrations of cadmium and lead in wells. My project tests the hypothesis that high metal concentrations, observed in wells from a previous study by SGU, are caused by local geological conditions including metal-rich alum shale bedrock. Water samples from 18 wells, located in an area with alum shale bedrock according to the SGU outside of Linköping, was analyzed for metals (arsenic, lead, cadmium and uranium). In contrast to previous studies, I found that concentrations of all the studied metals were below the SLV drinking water standards. Slightly enriched concentrations of uranium in some of the samples indicate that minerals containing uranium in the alum shale affect the water. There is a connection in the study area between alum shale and higher levels of uranium and arsenic in the well water but not lead or cadmium.

Keywords: Alum shale, metal concentrations, private wells, water quality

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Tidigare studier kring alunskiffer	2
1.2 Riktvärden och ämnesspecifika problem kopplade till bly, kadmium, arsenik och uran.	2
1.2.1 Bly	2
1.2.2 Kadmium	3
1.2.3 Arsenik	3
1.2.4 Uran	3
1.3 Syfte och frågeställning	3
2 Material och metoder	4
2.1 Områdesbeskrivning	4
2.2 alunskiffer och dess förekomst i studieområdet	5
2.3 Metod	5
3 Resultat	6
4 Diskussion	8
4.1 Uppmätta halter och hälsorisker	8
4.2 Kopplingen mellan alunskiffer och höga halter av tungmetallhalter	9
4.3 Slutsats	10
5 Referenser	11

1 Inledning

Vatten är en av de viktigaste naturresurser mänskligheten har att tillgå när det kommer till jordbruksproduktion och konsumtion. Dessvärre så är denna naturresurs hotad av minskade vattennivåer och kontaminering av patogena sjukdomar, tungmetaller och saltvatteninträngning (Danielopol et al. 2003). Det finns exempel från omvärlden där förorenat vatten ökar risken för farliga hälsoeffekter, bland annat i Bangladesh och Pakistan. I Bangladesh är mycket av det tillgängliga grundvattnet förorenat. Cirka hälften av befolkningen i landet bor i områden där grundvattnet har förhöjda halter av arsenik som ökar risken för cancer och andra sjukdomar (Anawar et al. 2002). Pakistan har stora problem både med bristande vattentillgångar och förorenat vatten. I vissa områden beräknas grundvattnet att försvinna snabbt då grundvattennivån sjunker med 3.5 meter per år och stora delar av landets vatten har dålig kvalitet och är inte lämplig för konsumtion (Azizullah et al. 2010).

Tillgången på rent vatten uppmärksammas också genom lagstiftning och vatten beskrivs i EU:s ramdirektiv för vatten som "ett arv som måste skyddas, försvaras och behandlas som ett sådant" (2000/60/EG). Vattendirektivet ska vägleda medlemsstaterna inom den Europeiska unionen till ett aktivt arbete med sjöar, vattendrag och grundvatten så att samtliga vattenförekomster uppnår definitionen en god ekologisk status (Phillips 2014). Framtida skydd av grundvatten och dess betydelse för tillgången av dricksvatten finns också beskrivet i ett av Sveriges 16 nationella miljömål "Grundvatten av god kvalitet" (Miljömål 2016).

Privata borrhållare använder sig av egen tillgång till grundvatten. Borrhållare som ägs och används av privatpersoner har oftast en förbrukning under 10 m³ dricksvatten per dygn och försörjer mindre än 50 personer. Detta betyder att dessa borrhållare inte omfattas av Livsmedelsverkets (SLV) föreskrift om dricksvatten (SLVFS 2001:30). I Sverige uppskattas att cirka 1.2 miljoner personer permanent boende använder sig av egna borrhållare för dricksvattenförsörjning. Till den siffran tillkommer även fritidshus med egen vattenförsörjning. Då dricksvattenföreskrifterna inte berör dessa privata borrhållare ligger ansvaret på borrhållare att säkerställa att dricksvattnet har en god kvalitet (Norrström och Löv 2014).

SLV har utfärdat råd kring hur en privatperson ska kunna arbeta för en god kvalitet på dricksvattnet, bland annat genom rekommendationen att utföra en vattenanalys var tredje år (SLV 2016) Det har visat sig att rekommendationerna från SLV inte alltid följs och det brister i frekvensen av hur ofta borrhållare testar sitt vatten, men det ska noteras att fler borrhållare samtidigt också blir mer medvetna (Norrström och Löv 2014, SGU 2016). En anledning till att analyser inte utförs i den utsträckning som rekommenderas kan bero på okunskap. Okunskapen kan vara att borrhållare inte förstår vad och hur de ska testa sitt vatten eller att problem med dricksvatten uppdagas bara ifall turbiditeten, smak eller lukt förändras (Karlsson 2010).

I tidigare fallstudier utförda av och inom Hörs kommun samt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har det uppmätts förhöjda halter av kadmium och bly i privata grävda och borrhållare. De förhöjda halterna har uppmätts i vissa fall vara cirka 30 gånger högre än de fastställda gränsvärden som finns för dricksvatten (SGU 2016). En hypotes är att de förhöjda halterna beror på den berggrund som finns i området bestående av alunskiffer. Alunskiffer har naturligt förhöjda värden av bland annat kadmium och bly. En annan förklaring till de förhöjda halterna av kadmium och bly är en antropogen påverkan genom till exempel gödsel användning innehållandes kadmium eller utsläpp av bly från luftföroreningar och industrier (Bindler 2011, SGU 2016). Genom de analyser som hittills utförts kan de höga halterna inte kopplas till någon antropogen påverkan (SGU 2016). SGU har genom sin egen studie pekat ut olika riskområden i Sverige där ett område inom Linköpings kommun är av intresse. Berggrunden i området har liknande förutsättningar som i Hörs kommun med

ytlager av alunskiffer (SGU 2016). En orsak till att denna förekomst inte uppdragats tidigare kan vara att de vanliga analyspaket som finns inte berör kadmium och bly. Dessa ingår i separata analyspaket som kan ha valts bort på grund av kostnad. Genom denna studie kommer den hypotes fastställd av SGU undersökas för att identifiera om samma problematik kring dricksvattnet också kan uppstå i området inom Linköpings kommun.

Linköpings kommun har tidigare fastställt problematik inom det utpekade området med förhöjda markhalter av kadmium, uran och arsenik. Detta antas vara kopplat till berggrunden med alunskiffer vilket har lett till planerade revideringar av de översiktsplaner som finns för området (Linköpings kommun 2017). Uran och arsenik kommer också utöver kadmium och bly analyseras för att utöka förståelsen om den påverkan alunskiffer kan ge upphov till.

1.1 Tidigare studier kring alunskiffer

Denna studie grundar sig på en tidigare rapport skriven av SGU om en undersökning som skett i området Maglasäte-Lillsäte, Höörs kommun, Skåne. Tidigare analyser visade förhöjda halter av kadmium och bly i enskilda brunnar hos de boende i området varav SGU fick i uppgift att undersöka förekomsten närmare. SGU utförde provtagningar på både mark och grundvatten i grävda och borrade brunnar för att spåra och identifiera förekomsten av kadmium och bly. Förhöjda värden kunde upptäckas i båda typerna av enskilda brunnar och markprovtagningen och dessa värden anses inte vara resultatet från någon antropogen påverkan. Berggrunden som består av alunskiffer tros vara grunden till problemet men för att säkerställa detta behövs mer undersökningar. Liknande förutsättningar kring alunskiffer i berggrunden finns i ett område nordväst om Linköping stad och SGU menar att området är ett riskområde där förhöjda halter av kadmium och bly kan förekomma (SGU 2016). Denna studie kompletterar SGUs tidigare undersökning för att se om samma problematik förekommer i Linköpings kommun.

Linköpings miljökontor har tidigare också utfört markundersökningar i ett närliggande område där berggrunden består av alunskiffer. Undersökningen fokuserades på ämnena kadmium och arsenik. Provtagningarna visade att områden med alunskiffer hade förhöjda värden och översteg de gränsvärden som finns fastställda för känslig markanvändning. Det fanns också funderingar ifall dessa ämnen kunde ansamlas i de frukt och grönsaker som odlades i de boendes trädgårdar varav de boende fick möjlighet att skicka in egenodlade växter för analys. Generellt fanns det inte högre halter av kadmium eller arsenik i det som odlades hos de boende än det som finns att köpa i vanliga matvarubutiker, förutom i ett av fallen där gränsvärdena för kadmium överskreds (Linköpings kommun 2016).

1.2 Riktvärden och ämnesspecifika problem kopplade till bly, kadmium, arsenik och uran.

1.2.1 Bly

Bly har tidigare förekommit med högre halter i naturen på grund av utsläpp från industrier och användning av blyhaltiga drivmedel. Bly har i många delar fått en minskad användning och fasats ut varav halterna från den antropogena påverkan i naturen har minskat, men bly finns också naturligt i berggrunden. Bly har svårt att lösa sig i vatten men kan lösa sig i mjukt vatten med surt pH, förekomsten av bly i dricksvatten är oftast kopplat till korrosion från dricksvattenledningar innehållande bly (Watt et al. 2000). I dricksvatten är gränsvärdet för bly 10 µg/liter (SLVFS 2001:30) då det finns hälsorisker kopplade till regelbunden konsumtion av högre halter under längre perioder. Hälsorisker som kan uppstå är försämrad njurfunktion, hjärt- och kärlsjukdomar, högt blodtryck och försämrad utveckling av nervsystem hos barn (WHO 2011). Spädbarn är den målgrupp som är känsligast för dricksvatten som innehåller bly och kan ackumulera 8 gånger mer bly i kroppen än en vuxen (Watt et al. 2000).

1.2.2Kadmium

Gränsvärdet för kadmium i dricksvatten är 5 µg/l (SLVFS 2001:30). Kadmium förekommer naturligt men även från utsläpp inom olika industrier och gödsel användning, kadmium är också vanligt inom tillverkning av batterier. Rökare får i sig högre halter då kadmium finns i cigaretter. Kadmium ackumuleras i njurarna på människan och kan finnas kvar i upp till 10-35 år och problem med njurarna kan uppstå (WHO 2011). Problem som visats i andra studier med konsumtion av kadmium är benskörhet samt skador på lungor och lever (Dokmeci et al. 2009). Kadmium är också sen år 2012 klassificerat som ett cancerframkallande ämne av international agency for research on cancer (IARC 2017)

1.2.3 Arsenik

Gränsvärdet för arsenik i vatten är 10 µg/l (SLVFS 2001:30). Hälsorisker förknippade med höga halter av arsenik uppges kunna ge problem vid graviditeter med ökade risker för missfall och dödfödda barn, halter under 50 µg/l kan ge upphov till minskade födelsevikter (Hopenhayn et al. 2003). Kopplingar till problem med förhöjt blodtryck samt typ 2 diabetes har också kunnat påvisas (Mahram 2013). World Health Organization (WHO) berättar om en osäkerhet som finns idag kring vilka doser av arsenik i dricksvatten som kan ge skadliga hälsoeffekter. Studier visar att det kan finnas ökade risker för cancer vid konsumtion av arsenik i dricksvatten under längre perioder. Det som förbryllar är att det har påvisats olika resultat i studier, där en koncentration på 50 µg/l har kopplats till ökade hälsorisker. Andra studier har sett samma koncentration men har inte kunnat visa ett tydligt samband kring hälsorisker och konsumtionen av arsenik i dricksvatten. Gränsvärdet på 10µg/l kan till viss del också kopplas till ökade hälsorisker vilket försvårar bestämningen av gränsvärdet. Problemet med osäkerheten påverkas av det faktum att människor kan få i sig arsenik genom övrig kost vilket påverkar forskningens slutsatser (WHO 2011).

1.2.4 Uran

Uran har ett gränsvärde på 30 µg/l i dricksvatten (SLVFS 2001:30) och exponeringen av uran i Sverige varierar. Är berggrunden naturligt rik på uran i vissa områden kan enskilda brunnar påverkas och i Sverige har 17 % av enskilda brunnar uranhalt över 15 µg/l (Norrström och Löv 2014). 15 µg/l var det tidigare riktvärdet innan WHO höjde till 30 µg/l då det inte har funnits några studier som visat på hälsoeffekter under gränsvärdet. Det tros att njurar kan skadas av intag av uran genom att försämra njurarnas upptag av näringsämnen men då vid höga koncentrationer (WHO 2011). Højningen av riktvärdet till 30 µg/l har senare fått kritik då riktvärdet inte anses representera övriga risker samt de risker som finns för yngre människor och barn. De studier som riktvärdet stödjer sig på har omfattat endast människor äldre än 15 år och anses vara missvisande. Kritiken får också mer uppmärksamhet då studierna i det fallet inte visat på några njurskador men ökade blodtrycksvärden som inte diskuterats kring bestämningen av riktvärdet (Frisbie et al. 2013).

1.3 Syfte och frågeställning

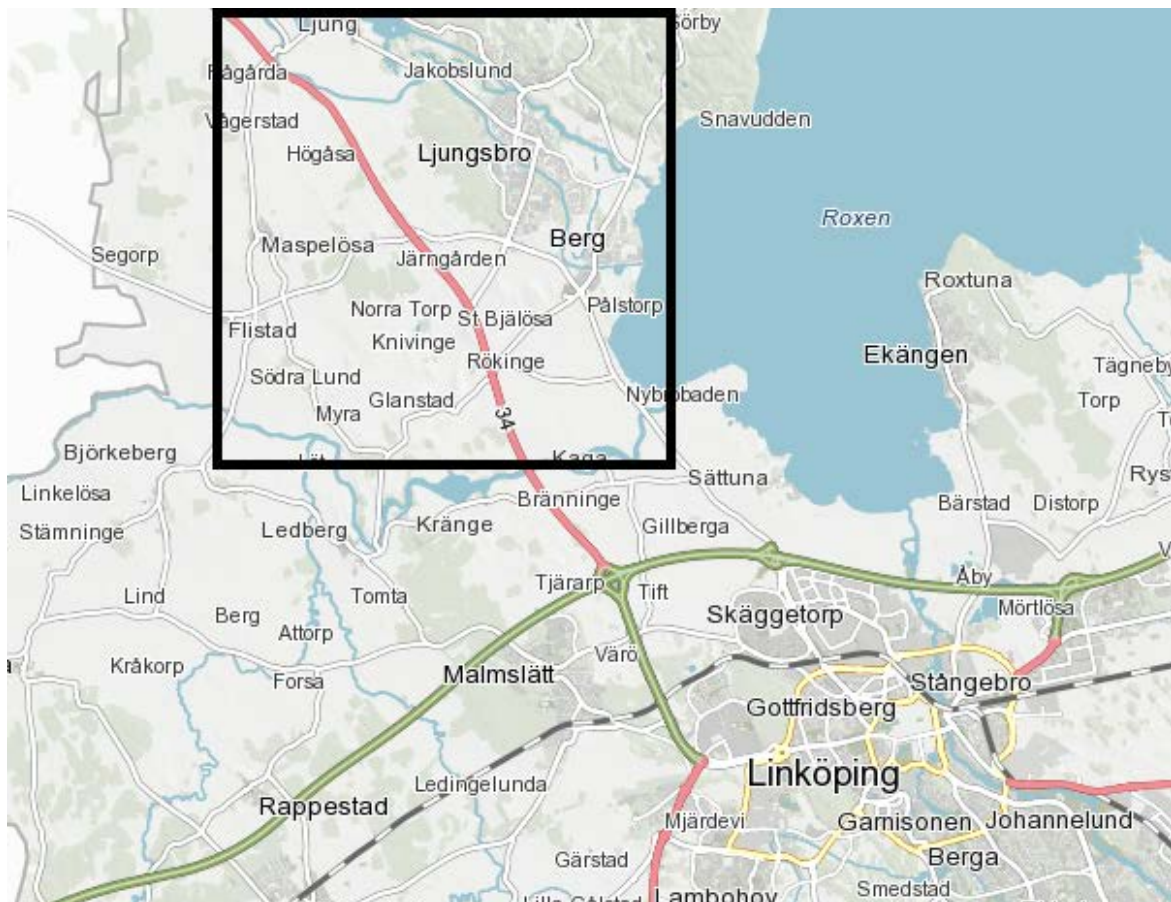
Syftet med denna studie var att genomföra provtagningar och analysera dricksvattnet hos privatpersoner av borrade brunnar belägna i områden där berggrunden består av alunskiffer inom Linköpings kommun. Detta för att identifiera om samma problematik med dricksvattnet som uppstått i Hörs kommun kan finnas i andra områden i landet med liknande förutsättningar. Frågeställningar som kommer besvaras i denna studie är följande;

- Överstiger vattenkoncentrationerna av kadmium, bly, uran och arsenik i brunnar från det studerade området gränsvärden i Livsmedelsverkets föreskrifter?
- Finns det en tydlig koppling mellan alunskiffer och förhöjda koncentrationer av kadmium, bly, uran och arsenik?

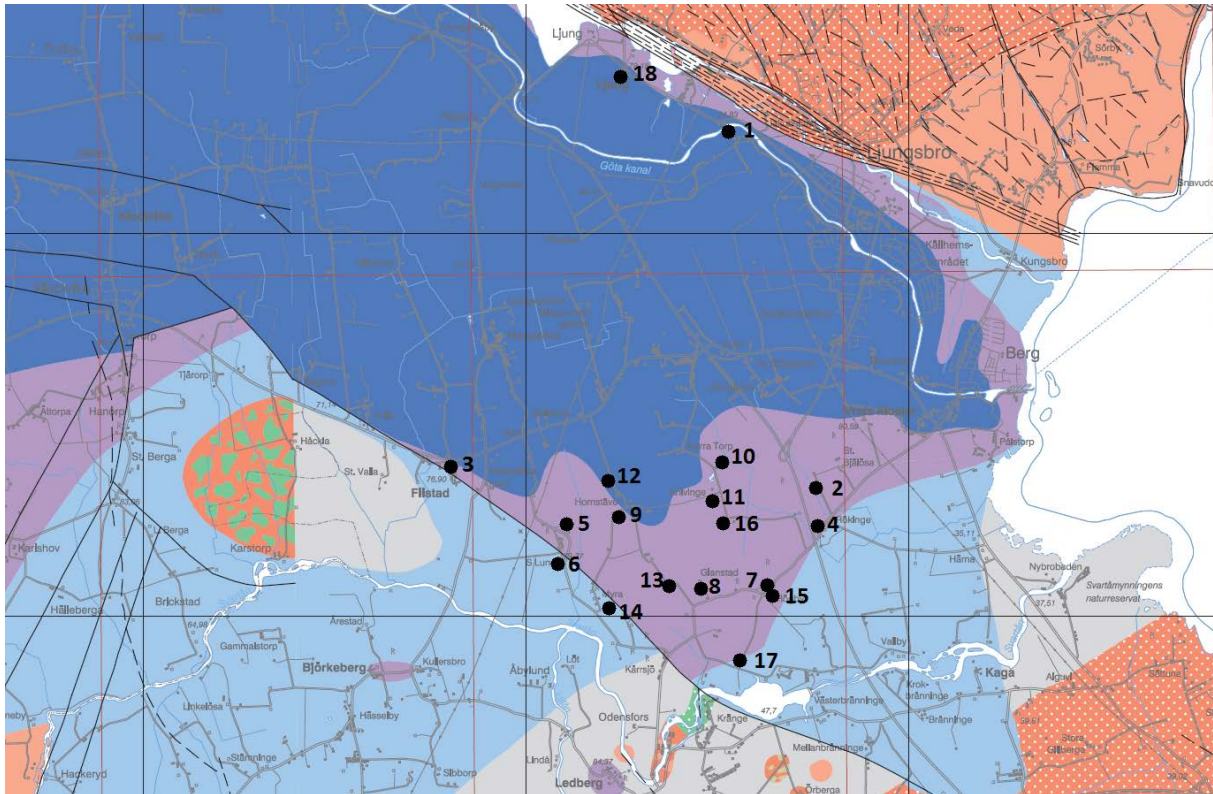
2 Material och metoder

2.1 Områdesbeskrivning

Provtagningsområdet finns markerat i figur 1 och är beläget strax nordväst om Linköpings stad. Figur 2 visar en mer detaljerad karta över provtagningsområdet och dess berggrund. Det utmärkta området med lila färg visar det område nordväst om Linköpings stad med alunskiffer som det yttersta berglagret. Mäktigheten på berggrunden av alunskiffer som finns i Östergötland beräknas vara ca 15-20 meter med ett jordlager med mäktighet på ca 5-10 meter (SGU 2014). De provtagna brunnarna är markerade i svart. Några av provtagningarna har genomförts i områden med nära angränsning till andra förekommande berglager. Mörkblå representerar kalksten och ljusblått representerar sandsten.



Figur 1. Karta över Linköping med provtagningsområdet markerat nordväst om Linköpings stad.



Figur 2. Karta över provtagningsområdet med de provtagna brunnarna markerade. Det lila området visar förekomsten av alunskiffer

2.2 Alunskiffer och dess förekomst i studieområdet

Alunskiffer är en bergart som tidigare i Sveriges historia använts som bränsle vid framställning av kalk, även i området där denna studie har genomförts. Den restprodukt som skapas i processen är rödfyr och stora rödfyrshögar finns fortfarande kvar i området. Alunskiffer har naturligt höga halter av arsenik, bly, kadmium, koppar, zink och uran (Envipro 2005). Den tidigare studien av SGU identifierade höga halter av de berörda ämnena i både grävda och borrade brunnar men de höga halterna identifierades i större utsträckning i borrade brunnar (SGU 2016). Jordlagret i området är mellan 5-10 meter mäktigt innan berglagret med alunskiffer förekommer. Då grävda brunnar oftast inte är djupare än jordlagret så är sannolikheten stor att dessa inte påverkas av det alunskiffer som finns i området. Med detta i åtanke valdes grävda brunnar bort från denna studie och fokus lades på borrade brunnar.

2.3 Metod

En berggrundskarta tillhandahållen av SGU över det utpekade riskområdet i Linköpings kommun, tillsammans med SGUs brunnarsarkiv användes för kartläggning av borrade brunnar. Utöver detta tillfrågades också boende på plats inom det utpekade området för att identifiera borrade brunnar som ännu inte kartlagts i brunnarsarkivet. Totalt identifierades 18 brunnar som är belägna i områden eller i närheten där berggrunden består av alunskiffer (se figur 2).

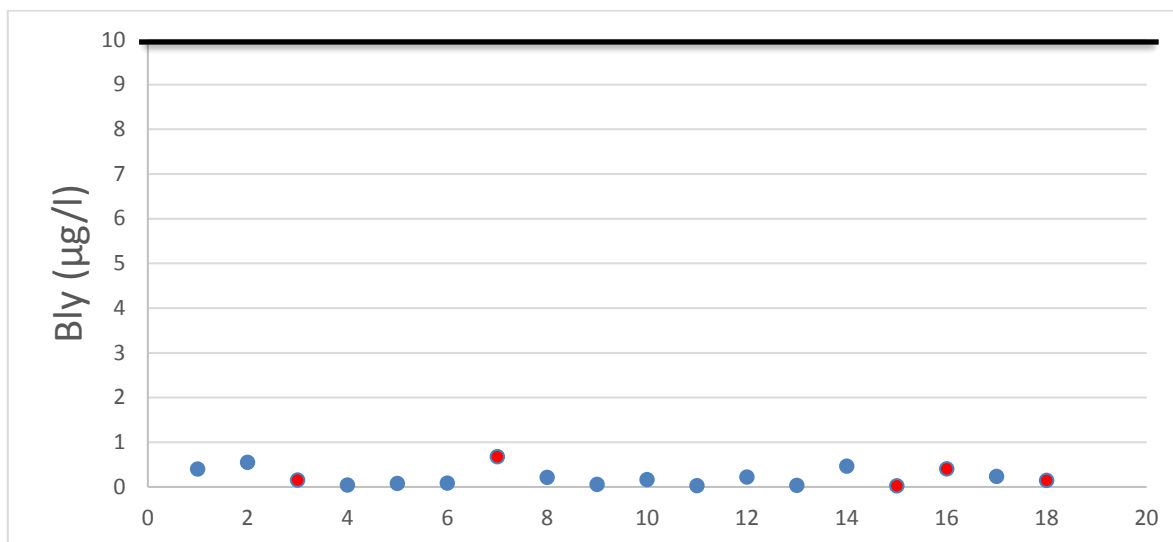
Utgångspunkten för vattenprovtagningen var att utföra denna på råvattnet innan något reningssteg använts samt minska risken för påverkan av fastighetens egna vattenledningar. Det var inte genomförbart på samtliga provpunkter då det endast fanns tappkranar för råvatten på 5 av de valda provplatserna. I de fall det inte var möjligt att ta prov på råvattnet användes istället den tappkran som fanns i köket, alternativt tappkran utanför huset. På plats fick den boende svara på en enkät med frågor om brunnen och dess användning. Detta för att

få en uppfattning om de reningstekniker som används. Enkäten användes också att ta reda på ifall brunnen delas med fler fastigheter inför framtida kommunikering om förhöjda värden identifierades (se bilaga 1).

Provtagningen genomfördes enligt provtagningsinstruktioner för analys av dricksvatten som tagits fram av ALcontrol. Två olika vattenflaskor användes, 500ml flaskor inför kemisk analys samt 150ml flaskor inför analys av tungmetaller. Flaskorna hämtades på ALcontrol i Linköping. Inför provtagningen tvättades och desinficerades provtagarens händer och plasthandskar användes. Vid varje provtagningspunkt spolades kranen för att ta bort det vatten som varit stillastående. Kallt vatten från kranen spolades och temperaturen på vattnet noterades med termometer. Flaskorna sköljdes med vatten från provtagningspunkten och fylldes sedan upp helt med kallt vatten från kökskranen eller vatten från tappkran innan reningssteg. Flaskorna märktes på plats och förvarades sedan i en provtagningsväska med frysta kylklampar tillhandahållen av ALcontrol. Vattenproverna förvarades i kylväskan max 6 timmar innan de levererades för analys till ALcontrol. Analyserna utfördes utefter den svenska standarden SS-EN ISO 17294-2: 2005 med ICP-MS som metod. Detektionsgränserna var 0.02 µg/l för arsenik och bly, 0.01 µg/l för uran och kadmium. Provtagningar utfördes under perioden 4 april 2017 till 12 april 2017. Totalt genomfördes 18 provtagningar på vatten från hushåll med borrade brunnar. Fem av provtagningarna genomfördes på råvatten och 13 på dricksvatten efter reningssteg.

3 Resultat

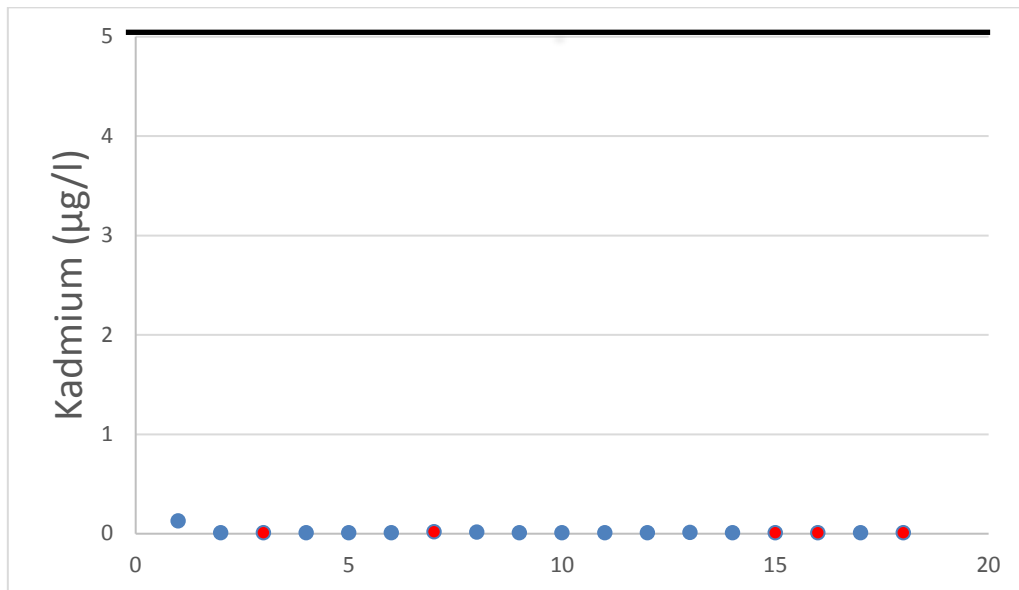
Inget vatten från de analyserade brunnarna visade på halter av bly som överstiger de fastställda gränsvärdena i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30) (se figur 3). Det var en låg variation mellan brunnarna, den högsta observationen av bly var 0,67 µg/l och den lägsta observationen var under detektionsgränsen <0.02 µg/l. Medelkoncentrationen av bly var 0,21 µg/l (+/-0,19 µg/l), medelvärdet är överskattat då en observation var under detektionsgränsen.



Figur 3: 18 observationer av halten bly (Pb) från 18 olika borrade brunnar i µg/ l. Rödmarkerade observationer indikerar prov på råvatten. Den svarta linjen representerar gränsvärdet i dricksvattenföreskrifterna (SLVFS 2001:30).

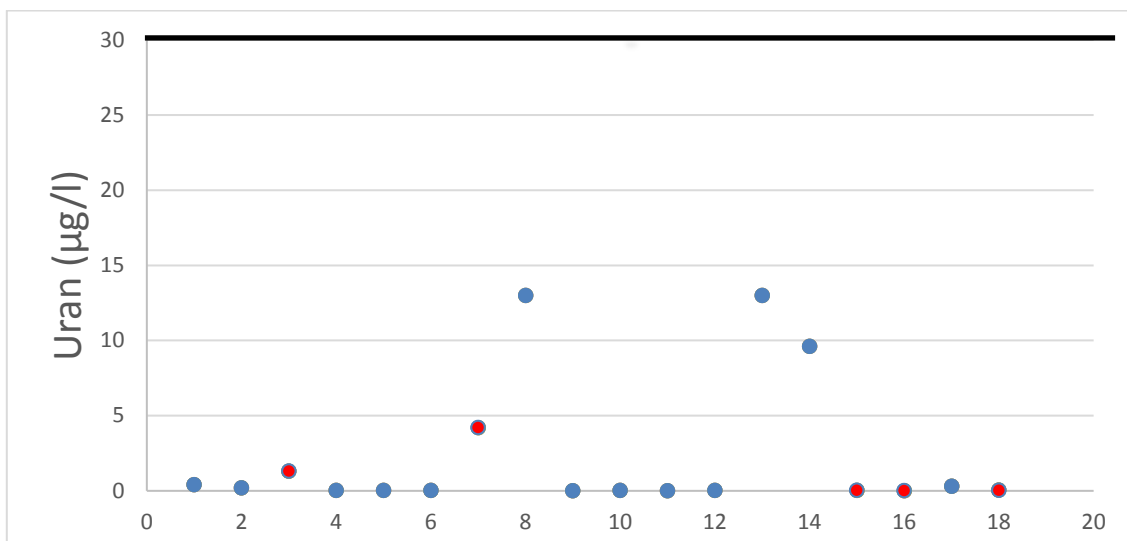
Inget vatten från de analyserade brunnarna visade på halter av kadmium som överstiger de fastställda gränsvärdena i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30) (se figur 4). Det var en låg variation mellan brunnarna, den högsta observationen av kadmium var 0,13µg/l och den lägsta observationen var under detektionsgränsen <0,01µg/l.

Medelkoncentrationen av kadmium var $0,01 \mu\text{g/l}$ ($\pm 0,02 \mu\text{g/l}$), medelvärdet är överskattat då 14 observationer var under detektionsgränsen.



Figur 4: 18 observationer av halten kadmium (Cd) från 18 olika borrhade brunnar i $\mu\text{g/l}$. Rödmarkerade observationer indikerar prov på råvatten. Den svarta linjen representerar gränsvärdet i dricksvattenföreskrifterna (SLVFS 2001:30).

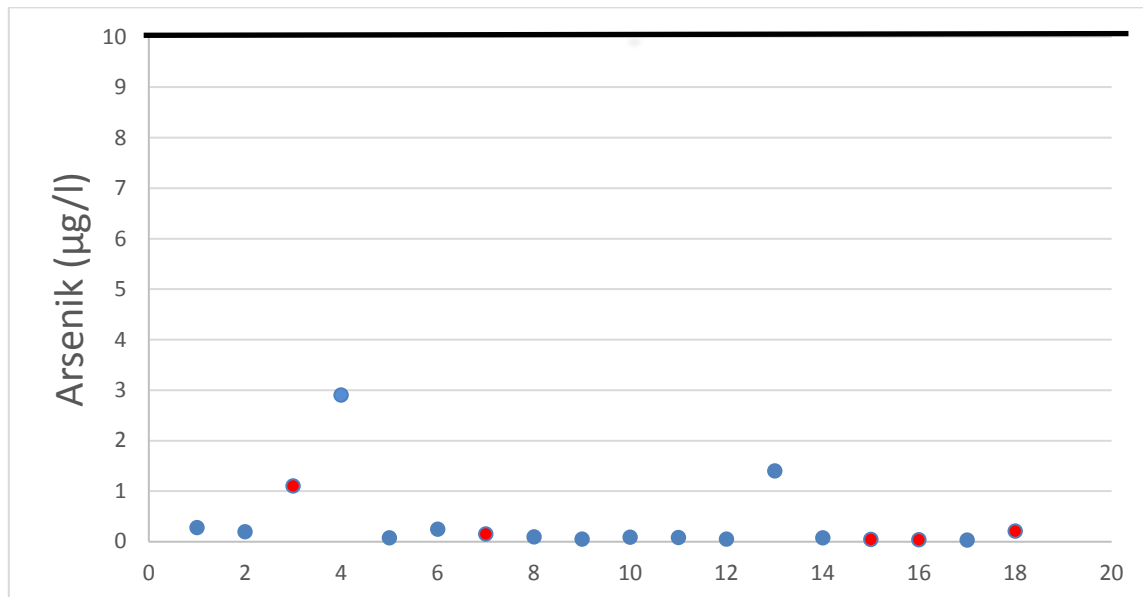
Inget vatten från de analyserade brunnarna visade på halter av uran som överstiger de fastställda gränsvärdena i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30) (se figur 5). Det finns en stor variation mellan brunnarna, den högsta observationen av uran var $13 \mu\text{g/l}$ och den lägsta observationen var under detektionsgränsen $<0,01 \mu\text{g/l}$. Medelkoncentrationen av uran var $2,34 \mu\text{g/l}$ ($\pm 4,54 \mu\text{g/l}$). Medelvärdet är överskattat då det finns en observation under detektionsgränsen.



Figur 5: 18 observationer av halten Uran (U) från 18 olika borrhade brunnar i $\mu\text{g/l}$. Rödmarkerade observationer indikerar prov på råvatten. Den svarta linjen representerar gränsvärdet i dricksvattenföreskrifterna (SLVFS 2001:30).

Inget vatten från de analyserade brunnarna visade på halter av arsenik som överstiger de fastställda gränsvärdena i Livsmedelsverket föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30)

(se figur 6). En variation mellan brunnarna kunde identifieras, den högsta observationen av arsenik var 2,9 $\mu\text{g/l}$ och den lägsta observationen var 0,036 $\mu\text{g/l}$. Medelkoncentrationen av arsenik var 0,39 $\mu\text{g/l}$ (+0,72).



Figur 6: 18 observationer av halten Arsenik (As) från 18 olika borrade brunnar i $\mu\text{g/l}$. Rödmarkerade observationer indikerar prov på råvatten. Den svarta linjen representerar gränsvärdet i dricksvattenföreskrifterna (SLVFS 2001:30).

4 Diskussion

4.1 Uppmätta halter och hälsorisker

Den första frågeställningen i detta arbete var att ta reda på eventuella överskridanden av riktvärden för de analyserade metallerna i dricksvattnet. Av de 18 provtagna brunnarna observerades inga koncentrationer som överstiger de fastställda gränsvärdena i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten SLVFS 2001:30. Av de analyserade dricksvattenproverna genomfördes 13 provtagningar från kranar efter de boendes reningssystem då det saknades tappkranar för råvatten. De resterande fem provtagningarna utfördes på råvatten. Detta skulle kunna ha haft en påverkan på denna studies resultat men samtliga observationer som kom från tappkranar med råvatten och det reade vattnet identifierade inte några gränsöverskridande koncentrationer.

En uppdatering av Livsmedelsverkets föreskrifter för dricksvatten är under remiss där de fastställda gränsvärdena för kadmium och bly kan förändras. Förändringarna grundar sig i ett mer utvecklat kunskapsläge kring de hälsorisker som finns för kadmium och bly. Gränsvärdet för bly sänks från 10 $\mu\text{g/l}$ till 1,5 $\mu\text{g/l}$, gränsvärdet för kadmium sänks från 5 $\mu\text{g/l}$ till 3 $\mu\text{g/l}$ (SLV 2016). De observerade koncentrationerna av bly och kadmium i denna studie skulle fortfarande vara under de gränsvärden som föreslås i den förändrade versionen av föreskrifterna för dricksvatten. Tre observationer visade koncentrationer av arsenik mellan ca 1 $\mu\text{g/l}$ och 3 $\mu\text{g/l}$ och är under det fastställda gränsvärdet på 10 $\mu\text{g/l}$. Hälsorisker vid så låga koncentrationer av arsenik i dricksvatten anses vara svårt att fastställa då övrig kost också påverkar intaget av arsenik (WHO 2011). En studie har visat att en koppling kan finnas med risken för hjärtinfarkt och koncentrationer av arsenik mellan 2–25 $\mu\text{g/l}$ men mer forskning behövs (Monrad 2017).

Fyra stycken prover gällande uran visade på halter över 1 µg/l med det högsta värdet på 13 µg/l. Dessa halter är inte förknippade med hälsorisker i Livsmedelsverkets föreskrifter om vatten då halterna är under gränsvärdet på 30 µg/l. De halter som uppmätts i denna studie kan i jämförelse med en tidigare studie av SGU och Statens strålskyddsinstitut anses vara låga. I studien analyserades dricksvattnet i 701 bergbore brunnar och 17 % av dessa brunnar hade halter av uran som var högre än 15 µg/l (SSI 2008). De fastställda gränsvärdena i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten är samma som de riktlinjer bestämda av WHO. Det finns kritik mot det gränsvärde på 30 µg/l som är fastställt idag. Tidigare var gränsvärdet på 15 µg/l som sedan höjdes till 30 µg/l av WHO. Kritiken handlar om att de studier som utförts kring hälsorisker bara fokuserat på njurskador och bortsett övriga risker samt de risker som finns för mindre barn och andra känsliga grupper (Frisbie et al. 2013). Effekten av lägre koncentrationer av uran är också svårt att fastställa då de ekotoxikologiska testerna som utförts oftast inte ser den effekt som kan uppstå under längre exponeringstid (Prat et al. 2009). Två observationer uppmätte koncentrationer av uran till ca 13 µg/l. Eftersom kunskapsläget kring lägre koncentrationer av uran i dricksvatten under en längre exponeringstid inte är fastställda blir det svårt att med säkerhet bestämma att dessa halter inte kan innebära några hälsorisker.

4.2 Kopplingen mellan alunskiffer och höga halter av tungmetallhalter

Studien som genomfördes av SGU i Höörs kommun med liknande berggrund identifierade i sin studie bore brunnar med koncentrationer av bly i dricksvattnet upp till 600 µg/l, koncentrationerna av kadmium var upp till 92.5 µg/l (SGU 2016). Området som undersöktes i denna studie har liknande geologi som området kring Höörs kommun och därmed klassat som ett riskområde av SGU. Denna studie identifierade inte några förhöjda halter av bly eller kadmium vilket visar att samma problematik med alunskiffer i Höörs kommun inte finns i detta studieområde. Analyser från fyra brunnar visade på förhöjda halter av uran med den högsta observationen på 13 µg/l och tre observationer visade halter av arsenik med en högsta observation på 3 µg/l. Detta visar att berggrunden av alunskiffer som finns i studieområdet har en påverkan på dricksvatten men inte i samma utsträckning som i Höörs kommun. Uran och arsenik analyserades inte i studien i Höörs kommun men en sådan analys skulle vara intressant för att vidare förstå kopplingen mellan enskilda dricksvattenbrunnar och alunskiffer.

Två av provtagningspunkterna (10 och 11) var belägna nära den rödfyrshög som finns i området. Då rödfyren är mer utsatt för vittring av väder och vind skulle utlakning från rödfyrshögen också innebära en risk för kontaminerade dricksvattenbrunnar. Inga förhöjda halter kunde påvisas i de två provpunkter som ingick i denna studie. En studie har tidigare undersökt dricksvattenbrunnar i närheten av rödfyrshögen och förhöjda halter av uran kunde identifieras som antas vara kopplat till rödfyrshögen. Kadmium, bly, och arsenik visade inga förhöjda halter resultat i den nämnda studien (Envipro 2005).

För att vidare förstå förekomsten av dessa metaller i brunnarna i Höörs kommun och varför samma problematik inte identifieras i denna studie behövs ytterligare undersökningar. SGU ser framtida markprovtagningar med fokus på pH halten i jorden som nödvändigt (SGU 2016). En hypotes kan vara att jordlagret i området i denna studie har ett högre pH värde än området i Höörs kommun. Detta kan innebära en högre löslighet av metallerna som kan lakas vidare till grundvattnet, vilket har påvisats för kadmium i områden med alunskiffer på Öland (Falk et al. 2006). Då pH har betydelse finns det mer möjligheter att förstå varför bly och kadmium inte kunde påvisas i denna studie men förhöjda halter av uran observerades då uran är mer lösligt i vatten (Waseem et al. 2015). Utlakningen av arsenik påverkas också av pH och gynnas av högre pH värden och skulle kunna kopplas till de observationer av arsenik som identifierades i denna studie (SLV 2009).

Tillgången till vatten och syre är viktiga faktorer som påverkar vittringsprocessen i

alunskiffer (Falk et al. 2006) En vidare teori för att förklara de låga värden som påvisats i denna studie är den låga grundvattennivån i området. Under april månad 2017 beskrevs grundvattennivåerna, bland annat i Götaland och andra delar i Sverige vara på nivåer som anses vara mycket under de normala (SGU 2017). Detta kan vara av betydelse då berglagret med alunskiffer är det yttersta lagret och de låga grundvattennivåer inte utsätter berglagret för någon vittring. Sammansättningen av alunskiffer kan också variera då metallkoncentrationerna i alunskiffer ser olika ut på andra platser i Sverige och runtom i världen (Leventhal 1991). SGU har tidigare gjort en mindre undersökning som uppskattat sammansättningen i olika områden med alunskiffer. Bly förekommer i dubbelt så höga halter i Skåne jämfört med berglagret av alunskiffer i Östergötland (SGU 2014). Detta kan betyda att det alunskiffer som finns i studieområdet har naturligt lägre koncentrationer av dessa metaller vilket förklarar de låga identifierade koncentrationerna i denna studie.

Under höstperioder med ökad nederbörd kan grundvattennivåerna stiga igen vilket kan innebära större risk för det alunskiffer som finns att påverka grundvattnet. De ovanligt låga grundvattennivåerna kan ha påverkat resultatet av denna studie om grundvattnet inte når upp till berglagret av alunskiffer. För att öka förståelsen om grundvattnet under olika säsongperioder och dess koppling till alunskiffer skulle en studie behöva genomföras under hösten och under en längre tidsperiod. Ett utökat studieområde skulle också ge en klarare bild av den påverkan förekomsten av alunskiffer kan ha på grundvattnet. Förslagsvis är området strax norr om studieområdet intressant. I det området ser berggrunden annorlunda ut och det finns ett lager av kalksten över det lager av alunskiffer som finns (Envipro 2005). Då lagret av alunskiffer finns på ett större djup kan påverkan på grundvattnet se annorlunda ut även om grundvattennivåerna är låga.

4.3 Slutsats

- Inga förhöjda halter av kadmium, bly, arsenik och uran som överstiger gränsvärdena i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten kunde påvisas i denna studie.
- Det finns ingen tydlig koppling till förekomsten av kadmium och bly i dricksvattenbrunnar och berggrunden av alunskiffer i studieområdet.
- Det finns en koppling till förekomsten av uran och arsenik i dricksvattenbrunnar och berggrunden av alunskiffer i studieområdet.

5 Referenser

- Dokmeci, A.H., Ongen A., Dagdeviren, S. 2009. Environmental toxicity of cadmium and health effects. *Journal of environmental protection and ecology* 10 (1):84-93
- Anawar, H.M., Akaj, J., Mostofa, K.M.G., Safiullah, S. Tareq, S.M. 2002. Arsenic poisoning in groundwater – Health risk and geochemical sources in Bangladesh. *Environment international* 27 (7): 597-604
- Azizullah, Azizullah, Nasir Khan Khattak, Muhammed, Richter, Peter, Hader, Donat-Peter. 2011. Water pollution in Pakistan and its impact on public health – A review. *Environment international* 37 (2): 479-497.
- Bindler, Richard. 2011. Contaminated lead environments of man: reviewing the lead isotopic evidence in sediments, peat and soils for the temporal and spatial patterns of atmospheric lead pollution in Sweden. *Environmental geochemistry and health* 33 (4): 311-329
- Ek, Britt-Marie, Thunholm, Bo, Östergren, Inger, Falk, Rolf, Mjönes, Lars. 2008. *Naturligt radioaktiva ämnen, arsenic och andra metaller i dricksvatten från enskilda brunnar*. Rapport från Statens strålskyddsinstitut & Svergies geologiska undersökning: 2008:15.
- Hopenhayn, C., Ferreccio, C., Browning, S.R., Huang, B., Peralta, C., Gibb, H., Hertz, Picciotto. 2003. Arsenic exposure from drinking water and birth weight. *Epidemiology* 14 (5): 593-602.
- Dahlqvist, Peter, Ladenberger, Anna, Maxe, Lena, Jönsson, Cecilia, Magnusson, Elisabeth, Thulin Olander, Henrik. 2016. *Kartläggnings och tolkning av ursprung till höga halter av kadmiom och bly i grundvattnet i maglasäte-Lillasäte, Höörs kommun, Skåne*. Sveriges Geologiska undersökning. Uppsala
- Danielopol, Dan L., Griebler, Christian, Gunatilakada, Amara, Notenboom, Jos. 2003. Present state and future prospects for groundwater ecosystems. *Environmental conservation* 30 (2): 104-130.
- Envipro. 2005. *Geokemiska undersökningar av rödfyr vid Knivinge, Linköping*. Envipro miljöteknik AB. Linköping.
- Erlström, Mikael. 2014. *Skiffergas och biogen gas i alunskiffern i Sverige, förekomst och geologiska förutsättningar – en översikt*. Sveriges Geologiska Undersökning. Uppsala
- Europaparlamentets och rådet direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.
- Falk, Helena, Lavergren, Ulf, Bergbäck, Bo. 2006. Metal mobility in alum shale from Öland, Sweden. *Journal of geochemical exploration* 90 (2006):157-165
- Frisbie, Seth H., Mitchella, Erika J., Sarkar, Bibudhendra. 2013. World Health Organization increases its drinking-water guideline for uranium. *Environmental Science Processes & Impacts* 15: 1817-1823.
- Watt, G.C.M., Britton, A., Gilmour, H.G., Moore, M.R. 2000. Guidelines for Lead in Drinking water: a case study in an area with historically high water lead levels. *Food and chemical toxicology* 38 (2000): 73-79
- International Agency for Research on Cancer. 2017 *List of classifications, Volumes 1-118* http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php (Hämtad 2017-04-18)
- Karlsson, Caroline. 2010. *Radionuclides in drinking water - A survey regarding mitigation measures*. Kungliga Tekniska högskolan.
- Leventhal, J.S. 1991. Comparison of organic geochemistry and metal enrichment in two black shales: Cambrian alum shale of Sweden and Devonian Chattanooga shale of United States. *Mineralium deposita* 26 (2): 104-112
- Linköpings kommun. 2016. *Brev till boende i Berg*. <http://www.linkoping.se/contentassets/419915eb14864b05b8e71c53ff15b6b7/brev-till-boende-berg-161201.pdf>. (Hämtad 2017-04-25)
- Linköpings kommun, 2017. *Miljö- och riskfaktorer i Linköpings kommun - stöd i fortsatt fysisk planering – Samrådshandling*.
- Lång, Lars-Ove. 2016. *Grundvatten av god kvalitet*. Miljömål.se. <http://www.miljomal.se/Miljomalen/9-Grundvatten-av-god-kvalitet/> (Hämtad 2017-04-24)

- Manoochehr, Mahram, Dariush, Shahsavari, Sonia, Overisi, Shabnam, Jalilolghadr. 2013. Comparison of hypertension and diabetes mellitus prevalence in areas with and without water arsenic contamination. *Journal of research in medical sciences* 18 (5): 408-412.
- Monrad, Maria, Ersboll, Annette-Kjare, Sorensen, Mette, Baastrup, Rikke, Hansen, Birgitte, Gammelmark, Anders, Tjonneland, Anne, Overvad, Kim, Raaschou-Nielsen, Ole. 2017. Low-level arsenic in drinking water and risk of incident myocardial infarction: A cohort study. *Environmental research*. 154: 318-324
- Norrström, Ann Catrine, Löv, Åsa. 2014. Uranium theoretical speciation for drinking water from private drilled wells in Sweden - Implications for choice of removal method. *Applied Geochemistry* 51 (2014): 148-154.
- Phillips, Geoff. 2014. Progress towards the implementation of the European Water Framework Directive (2000–2012). *Aquatic ecosystems health & management* 17 (4): 424-436.
- Prat, Odette, Vercouter, Thomas, Ansoborlo, Eric, Fichet, Pascal, Perret, Pascale, Kurttio, Paeivi, Salonen, Laina. 2009. Uranium speciation in drinking water from drilled wells in southern Finland and its potential links to health effects. *Environmental science & technology* 34 (10): 3941-3946.
- Svenska livsmedelsverket. 2016. *Förslag till ändring i Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001: 30) om dricksvatten*. Uppsala.
- SLVFS 2001:30. *Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten*.
- Sveriges Geologiska Undersökning. 2017. *Grundvattennivåer i april*. <http://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2017/april/grundvattennivaer-i-april/> (Hämtad 2017-05-02)
- Svensson, Kjetil, Beckman-Sund, Ulla, Darnerud, Per Ola, Forslund, Christina, Johansson, Håkan, Lindberg, Torbjörn, Sand, Salomon. 2009. *Kemisk riskprofil för dricksvatten*. Rapport 14/Livsmedelsverket.
- Waseem, A., Ullah, Hussain, Rauf, Muhammed Khawar, Ahmad, Ijaz. 2015. Distribution of natural uranium in surface and groundwater resources: a review. *Critical reviews in environmental science and technology* 45 (22): 2391-2423.
- World Health Organization. 2011. *Guidelines for drinking-water quality* – Fourth edition.

Bilaga 1 – Provtagningsformulär / Enkät till de boende

Provtagningsformulär

Kontaktuppgifter samt kompletterande information om brunn

Namn:	
Adress:	Postadress:
Fastighetsbeteckning:	
Telefonnummer:	
Mailadress:	

1. Typ av boende:

Permanent boende Fritidshus, används ca _____ veckor/år

Antal boende: _____

2. Finns det något reningssteg för dricksvattenbrunnen?

Ja Om ja, vad för typ av reningssteg används?

Nej

Vet ej

2. Typ av dricksvattenbrunn:

Grävd brunn Borrard brunn

3. Används dricksvattenbrunnen gemensamt med annan fastighet?

Ja Om ja, ange anslutna fastigheter eller namn på vattenförening:

Nej

5. Antal personer som använder vatten från dricksvattenbrunnen: _____ personer

6. Dricksvattenbrunnens djup: _____ meter

7. På vilket djup tas vattnet från dricksvattenbrunnen? _____ meter

8. Ålder på dricksvattenbrunnen: _____ år

10. Känner ni till några problem med ert dricksvatten utifrån tidigare vattenanalyser?

Ja Om ja, när?

Eventuella åtgärder?

Nej

11. Beskriv er dricksvattentillgång från dricksvattenbrunnen:

12. Vill du/ni ta del av provsvaren för din/er fastighet?

Ja (provsvaren kommer att skickas till er via post)

Nej

Uppgifter som noteras av provtagare

4. Koordinater för dricksvattenbrunnen: Sweref 99 15 00

Lägesbeskrivning

Väderförhållanden och temperatur

Provtagningspunkt

Brunn
reningssteg

Kran innan reningssteg

Kran efter

Temperatur på vatten

_____ °C



Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap (EMG)
901 87 Umeå, Sweden
Telefon 090-786 50 00
Texttelefon 090-786 59 00
www.umu.se