

A close-up photograph of a green, weathered hand pump. The pump is made of metal and has a curved handle at the top. The paint is peeling and rusted in several places, particularly around the joints and the handle. The background is a blurred green field with some small purple flowers.

Kadmium i grundvattnet i området kring Rörums Fur

ANITA BAUER-LINDGREN 2020
MVEK02 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



Omslagsbild: Okänd fotograf.

<https://pixabay.com/photos/water-pump-old-vintage-fountain-3480665/>

Kadmium i grundvattnet i området kring Rörums Fur

Kartläggning av uppmätta halter och
möjliga påverkanskällor

Anita Bauer-Lindgren

2020



LUNDS
UNIVERSITET

Anita Bauer-Lindgren

MVEK02 Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet

Intern handledare: Dan Hammarlund, Geologiska institutionen, Lunds universitet

Extern handledare: Carola Lindeberg, Sveriges geologiska undersökning (SGU)

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning

Lunds universitet

Lund 2020

Abstract

Cadmium poses a threat to both human health and the environment. In this study, cadmium levels in groundwater in the area around Rörums Fur in the municipality of Simrishamn, Sweden, and their potential sources were mapped, with the aim of getting an overview of the cadmium situation in the area. For this purpose, groundwater analysis data from various sources were compiled and compared to information on possible anthropogenic and natural sources.

The study shows that cadmium levels are elevated with regard to the Swedish reference value in 50 % of the sampling points, but only one point exhibits a very high cadmium level that is above the maximum acceptable level for drinking water according to the Swedish National Food Agency. Two possible point sources for cadmium emissions were identified but the risk of groundwater contamination from these is considered very limited. Cadmium levels in shallow groundwaters might be affected by the use of fertilizers and lime on cropland. The most likely sources for high cadmium levels are Cambrian sandstone and alum shale in the bedrock. Further studies with more sampling points are necessary for general conclusions to be drawn about cadmium levels and sources.

In the sampling point that showed the highest cadmium level, groundwater is extracted from the bedrock and not from the sand and gravel deposit that constitutes the groundwater body Rörums Fur. Hence, there is no need to determine a higher benchmark level for cadmium that is to be used for the purpose of groundwater management with regard to Rörums Fur.

Keywords: groundwater, cadmium, Cambrian sandstone, alum shale, Sweden

Populärvetenskaplig sammanfattning

Ditt dricksvatten kan innehålla hälsofarligt kadmium från berggrunden

Har du dricksvatten från egen brunn hemma? Eller har du sommarstuga på landet med egen brunn? Då bör du se till att regelbundet provta ditt vatten!

Grundvatten är generellt renare än ytvatten, och i vissa fall är det så rent att det kan drickas utan föregående behandling. Men grundvatten kan också innehålla ämnen som är skadliga för både människa och miljö. Ett ämne som nog inte så många förknippar med förorenat dricksvatten är kadmium. Hos människan kan kadmium orsaka cancer och skada njurarna och skelettet. Det huvudsakliga kadmiumintaget sker via maten och genom rökning. Under de senaste åren har man dock även hittat mycket höga halter av kadmium i svenska dricksvatten.

Ett område där man upptäckt förhöjda halter av kadmium i grundvattnet är området kring Rörums Fur i Simrishamns kommun. I en privat dricksvattenbrunn var kadmiumhalten så hög att den översteg Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten. Men finns det fler brunnar med höga kadmiumhalter? Och varifrån kommer kadmiumet? Dessa frågor har jag försökt svara på genom att sammanställa analysresultat från grundvattenprover som tagits i området och genom att kartlägga och analysera möjliga kadmiumkällor.

I hälften av de undersökta provtagningspunkterna visade sig kadmiumhalterna vara förhöjda. Men det var bara i den tidigare undersökta brunnen som kadmiumhalten var så hög att vattnet bedöms vara otjänligt som dricksvatten. Resultaten måste dock tolkas med försiktighet eftersom det var få provtagningspunkter som ingick i undersökningen.

En gammal avfallsdeponi och en skrothandel identifierades som möjliga källor till kadmium. Mycket tyder dock på att verksamheterna i nuläget orsakar en mycket lokal och i djupled begränsad påverkan som inte kan förklara de höga kadmiumhalterna som uppmätts i grundvattnet. Även gödsling och kalkning av åkermark orsakar kadmiumutsläpp, men det är troligtvis bara ytliga grundvatten som påverkas, och de höga uppmätta halterna kan inte heller förklaras med bara gödsling och kalkning.

Den mest sannolika källan till höga kadmiumhalter i undersökningsområdet är berggrunden. Den består till stor del av kambrisk sandsten med diabasgångar och av alunskiffer, bergarter som är kända för att innehålla mycket kadmium. I grundvattnet hamnar kadmiumet genom att det löses ut från berggrunden eller från jordarter, som exempelvis sand, som bildats av kadmiumrik berggrund.

Studien visar hur viktigt det är att provta sitt dricksvatten om man har egen brunn, även om man bor på landet, långt ifrån industriell verksamhet som kanske främst förknippas med hälsofarliga ämnen i dricksvattnet. Bara om man vet om att dricksvattnet innehåller förhöjda halter av exempelvis kadmium kan man göra någonting åt problemet. Samtidigt är det viktigt att veta vilka ämnen man kan förvänta sig i sitt dricksvatten så att rätt ämnen kan inkluderas i analysen.

Det finns dock en sak till som är bra att känna till när det gäller just kadmium i dricksvatten: Om du har ett gammalt hus eller en gammal sommarstuga med egen brunn så kolla även ledningarna! Gamla galvaniserade ledningar kan nämligen också avge kadmium till kranvattnet.

Innehållsförteckning

Abstract	3
Populärvetenskaplig sammanfattning	5
Innehållsförteckning	7
Ordlista	9
Inledning	11
<i>Syfte</i>	12
<i>Frågeställningar</i>	13
Bakgrund	15
<i>Om Kadmium</i>	15
Antropogena kadmiumkällor	15
Naturliga kadmiumkällor	16
<i>Spridning till och i grundvattnet</i>	16
<i>Bedömning av grundvattnets kvalitet</i>	17
<i>Områdesbeskrivning</i>	19
Metod och avgränsningar	23
<i>Uppmätta kadmiumhalter</i>	23
Källor till analysdata	23
Utvärdering och sammanställning av analysdata	24
<i>Kadmiumkällor</i>	24
Antropogena punktkällor	24
Antropogena diffusa källor.....	25
Naturliga källor.....	25
<i>Riktvärde för grundvattenförekomsten Rörums Fur</i>	26
<i>Etiska aspekter</i>	26

Resultat.....	27
<i>Uppmätta kadmiumhalter</i>	<i>27</i>
<i>Kadmiumkällor</i>	<i>29</i>
Antropogena punktkällor	29
Antropogena diffusa källor.....	32
Naturliga källor.....	34
<i>Riktvärde för grundvattenförekomsten Rörums Fur.....</i>	<i>37</i>
Tolkning och diskussion av resultat.....	39
<i>Uppmätta kadmiumhalter</i>	<i>39</i>
<i>Kadmiumkällor</i>	<i>40</i>
Antropogena punktkällor	40
Antropogena diffusa källor.....	41
Naturliga källor.....	41
Sammanfattande bedömning	42
<i>Riktvärde för grundvattenförekomsten Rörums Fur.....</i>	<i>43</i>
Avslutande reflektion.....	45
Slutsatser.....	47
Tack.....	49
Referenser	51

Ordlista

I nedanstående ordlista redogörs för hur begreppen används i det här arbetet. Avvikande definitioner kan finnas i andra sammanhang, utanför det här arbetet.

Akvifer – ett lager av geologiska material (lösa jordlager eller berg) som är tillräckligt porösa och genomsläppliga för att medge ett betydande flöde eller uttag av grundvatten.

Antropogent – orsakat av människan.

Grundvattendelare – gränslinje kring vilken grundvattenflödet är riktat åt olika håll.

Grundvattenförekomst – en avgränsad del av en akvifer enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS). Grundvattenförekomster i VISS används i vattenförvaltningsarbetet, bl.a. för att följa upp grundvattnets status.

Grundvattenmagasin – en avgränsad del av en akvifer enligt Sveriges geologiska undersöknings (SGU) kartvisare ”Grundvattenmagasin”. Grundvattenmagasin kartläggs av SGU, bl.a. med avseende på hydrogeologiska förhållanden. Skillnader i avgränsningen mellan grundvattenförekomster och grundvattenmagasin i det här arbetet har historiska orsaker.

Gränsvärde – den högsta tillåtna koncentrationen av ett ämne i vatten för att vattnet ska kunna anses vara tjänligt som dricksvatten.

Miljö kvalitetsnorm – ett juridiskt instrument för att skydda grundvattnet och säkerställa att god grundvattenstatus uppnås.

Referensvärde – koncentrationen av ett ämne i grundvattnet som motsvarar ostörda förhållanden.

Riktvärde – en typ av miljö kvalitetsnorm för att följa upp grundvattnets kemiska status inom vattenförvaltningsarbetet. Riktvärdet anger den koncentration av ett ämne i grundvattnet som inte bör överskridas.

Sorption – bindning av atomer eller molekyler till en yta.

Trendvärde – se *Utgångspunkt för att vända trend*.

Utgångspunkt för att vända trend – en typ av miljökvalitetsnorm som sätts som en procentandel av riktvärdet och används för att följa upp grundvattnets kemiska status inom vattenförvaltningsarbetet. Utgångspunkten för att vända trend anger den koncentration av ett ämne i grundvattnet där åtgärder ska vidtas för att förhindra att riktvärdet överskrids.

Vattentäkt – sötvattenförekomst som används för vattenförsörjning.

Inledning

Vatten är vårt viktigaste livsmedel och därmed vår viktigaste och mest skyddsvärda naturresurs. Grundvatten är generellt renare än ytvatten, och vissa grundvatten är så rena att ingen behandling behövs innan de kan konsumeras som dricksvatten (Svenskt Vatten, 2016). Av de grundvattenförekomster som följs upp inom ramen för vattenförvaltningsarbetet bedöms dock 2 % ha otillfredsställande kemisk status idag, och för 18 % görs bedömningen att de riskerar att inte uppnå god kemisk status till år 2021 (Lång et al., 2019). Som en del i vattnets kretslopp når förorenat grundvatten efter en viss uppehållstid under ytan våra sjöar, vattendrag och hav där det påverkar växter och djur. Att ta hand om grundvattnet är alltså viktigt med hänsyn till både människors hälsa och miljön.

Ett ämne som de flesta känner till men som troligtvis inte många reflekterat över i samband med förorenat grundvatten är kadmium. Exponering för kadmium kan hos människan leda till försämrad njurfunktion, benskörhet och skelettskador (Järup & Åkesson, 2009; Nordberg et al., 2018). Kadmium är även klassat som cancerframkallande (Larsson et al., 2020), och det finns studier som pekar på ett samband mellan kadmiumexponering och hjärt-kärlsjukdomar och diabetes (Nordberg et al., 2018).

Hos växter har kadmium konstaterats orsaka färgförlust i bladen och hämrad tillväxt (Zhang & Reynolds, 2019). Det har även observerats störningar och sjukdomar hos ryggradslösa djur, fiskar och fåglar efter exponering för kadmium (Scheuhammer, 1987; Zhang & Reynolds, 2019). Eftersom kadmium bioackumuleras i växter och djur (Kemikalieinspektionen, 2011) kan det dessutom genom näringskedjan till slut hamna i människans föda.

Kadmium tas relativt lätt upp av grödor såsom rotfrukter och spannmål (Kippler et al., 2020), men även av tobaksplantan (Järup & Åkesson, 2009). De mest betydelsefulla exponeringsvägarna för kadmium hos människan är därför kosten och rökning (Järup & Åkesson, 2009; Nordberg, et al. 2018). Dricksvatten bidrar generellt bara med en liten andel av den totala kadmiumexponeringen (Kemikalieinspektionen, 2011; Olsson et al., 2002), men i starkt förorenade områden, exempelvis i närheten av industrier som orsakar kadmiumutsläpp eller i gruvdistrikt, kan brunnsvatten innehålla väsentliga kadmiumhalter (Järup & Åkesson, 2009).

Ett område i Sverige som under de senaste åren varit i myndigheternas fokus med avseende på bl.a. kadmium i grundvatten är trakten kring Maglasäte-Lillasäte i Höörs kommun. Analys av dricksvatten från privata brunnar i området på initiativ av Arbets- och miljömedicin vid Skånes universitetssjukhus i Lund visade i vissa fall på

extremt höga halter av kadmium. Den högsta uppmätta halten uppgick till 93 µg/l (Larsson et al., 2019), vilket kan jämföras med Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten på 5 µg/l. Den viktigaste källan till de förhöjda halterna bedömdes i detta fall vara kambrisk sandsten, alltså en naturlig källa (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016).

Simrishamns kommun med sin stora utbredning av kambrisk sandsten har i samband med undersökningarna i Höörs kommun pekats ut som riskområde för naturligt förhöjda kadmiumhalter i grundvatten (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016; Larsson et al. 2020). Samtidigt har Länsstyrelsen Skåne i samband med sitt vattenförvaltningsarbete bedömt att grundvattenförekomsten Rörums Fur, som ligger i Simrishamns kommun, riskerar att inte uppnå god kemisk status till år 2027, bl.a. för att det uppmätts förhöjda halter av kadmium (Vattenmyndigheterna et al., u.å.c). Länsstyrelsen anser att mer utredningar behövs för att avgöra om källorna till de förhöjda kadmiumhalterna är naturliga eller antropogena, dvs. orsakade av människan (Vattenmyndigheterna et al., u.å.c). Om det finns naturligt höga halter av kadmium i området kan det bli aktuellt att sätta ett lokalt, högre riktvärde som används för att följa upp vattenförekomstens kemiska status och vid behov sätta in åtgärder så att tillståndet inte försämras. Kombinationen av de nämnda faktorerna gör det angeläget att göra en närmare undersökning av kadmiumhalterna och möjliga påverkanskällor i området.

Syfte

Syftet med den här studien är att kartlägga vilka kadmiumhalter som har uppmätts i grundvatten i området kring Rörums Fur och om förhöjda kadmiumhalter är naturligt eller antropogent orsakade. Med hjälp av kartläggningen kan eventuella riskområden avgränsas och undersökas närmare. Kartläggning av orsakerna till förhöjda kadmiumhalter kan användas för att vidta åtgärder så att fortsatt spridning av kadmium från eventuella antropogena källor förhindras. Resultaten kan dessutom användas för att bedöma om det finns skäl för att sätta ett lokalt, högre riktvärde för vattenförekomsten Rörums Fur för framtida användning i vattenförvaltningsarbetet.

Ämnet för den här studien har en generell miljövetenskaplig relevans på grund av de påvisade effekter kadmium har på både människors hälsa och miljön. Det anknyter dessutom till flera svenska miljökvalitetsmål, framför allt miljökvalitetsmålet *Grundvatten av god kvalitet*.

Frågeställningar

Följande frågeställningar kommer att beaktas:

- Vilka kadmiumhalter har uppmätts i grundvattnet i området kring Rörums Fur?
- Vilka är de troliga källorna till konstaterade förhöjda kadmiumhalter i grundvattnet i området?
- Finns det skäl att sätta ett lokalt, högre riktvärde för kadmium i grundvattenförekomsten Rörums Fur?

Bakgrund

Om Kadmium

Kadmium är en tungmetall som är toxisk och bioackumulerande (Kemikalieinspektionen, 2011). Eftersom kadmium är ett grundämne kan det inte brytas ner i miljön (Kemikalieinspektionen, 2011). Ämnet fyller enligt befintlig kunskap ingen biologisk funktion (Loganathan et al., 2012).

Kommersiell användning av kadmium skedde framför allt under 1900-talets senare hälft vid galvanisering av stål, som pigment och som stabiliseringsmedel i plast (Kemikalieinspektionen, 2011; Naturvårdsverket, 2017). Kadmium har även använts i stor omfattning i uppladdningsbara batterier (Naturvårdsverket, 2017). Numera begränsas användningen bl.a. genom EU:s REACH-förordning som reglerar registrering, utvärdering, tillstånd och begränsning av kemiska ämnen (Naturvårdsverket, 2008). Kadmium är idag även klassat som prioriterat ämne enligt EU:s ramdirektiv (2000/60/EG) för vatten (Naturvårdsverket, 2008), vilket innebär att målsättningen är att förorening med kadmium på sikt helt ska upphöra (*Upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område*, direktiv 2000/60/EG).

Det är fortfarande tillåtet att använda kadmium i batterier i specialutrustning och som färgpigment i konstnärsfärger (Naturvårdsverket, 2017; Nordberg et al., 2018). Kadmium kan även förekomma i importerade elektronikprodukter och som förorening i mineralgödsel och kalk (Kemikalieinspektionen, 2011). Kadmium kan dessutom finnas i exempelvis gamla galvaniserade ledningar (Backe et al., 2003).

Antropogena kadmiumkällor

Antropogent orsakade punktutsläpp av kadmium till luft sker bl.a. vid utvinning och bearbetning av metaller och vid förbränning av fossila bränslen. Även pappers- och träfiberindustrin ger upphov till betydande emissioner (Kemikalieinspektionen, 2011; Naturvårdsverket, 2017). Andra källor till kadmiumföroreningar i miljön är felaktig hantering av elektroniskt avfall och nickelkadmiumbatterier (Kemikalieinspektionen, 2011) och utsläpp från reningsverk för avloppsvatten (Naturvårdsverket, 2017).

En betydande källa till diffusa kadmiumutsläpp till mark är användning av gödselmedel inom jordbruket, både i form av mineralgödsel, rötslam och stallgödsel. Rötslam och stallgödsel innehåller dock i motsats till mineralgödsel återcirkulerat

kadmium från människoföda och djurfoder. Även spridning av kalk i jordbruket utgör en diffus kadmiumkälla (Kemikalieinspektionen, 2011).

Naturliga kadmiumkällor

En naturlig källa till kadmium i biosfären är vulkaniska utsläpp (Kemikalieinspektionen, 2011). Förhöjda halter av kadmium i mark och grundvatten har även kopplats till vissa mineral och bergarter. Det mineral som innehåller mest kadmium är enligt Kornfält et al. (1996) zinkblände (sfalerit), som ofta förekommer tillsammans med blyglans (galenit). Bland bergarterna är det sedimentbergarterna som generellt innehåller mest kadmium (Kornfält et al., 1996; Kubier et al., 2020). De högsta halterna av kadmium finns i fosforit och marina, svarta skifferar, däribland Skånes alunskifferar (Kornfält et al., 1996). Kadmium förekommer även i kambrisk sandsten, som kan innehålla mycket sfalerit (Söderström & Eriksson, 2013). Det finns dessutom ett samband mellan diabasgångar och förhöjda kadmiumhalter som beror på transport av hydrotermala vätskor i samband med diabasgångarnas bildande och efterföljande mineralisering av exempelvis blyglans och zinkblände (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016; Larsson et al., 2020). Kadmiumhalten i de lösa jordlagren styrs av kadmiumhalten i utgångsmaterialet för deras bildning.

I Skåne har i flera studier förhöjda kadmiumhalter i växter, jord och vatten associerats med naturliga källor. Kornfält et al. (1996) undersökte två områden i Mellanskåne i det s.k. ”kadmiumbältet”, ett stråk genom Skåne från nordväst till sydost där förhöjda kadmiumhalter har uppmätts i bäckvattenväxter. De förhöjda kadmiumhalterna kunde i det fallet kopplas ihop med förekomsten av kambrisk sandsten. Även de förhöjda kadmiumhalterna i grundvattnet kring Maglasäte-Lillasäte i Höörs kommun bedöms delvis ha naturligt ursprung i morän som tros ha bildats av kambrisk sandsten (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016). Söderström & Eriksson (2013) däremot fann att kadmium i alunskiffer troligtvis var den huvudsakliga orsaken till förhöjda kadmiumhalter i matjorden på många åkrar på Österlen. Zinkblände i sandsten bedömdes också vara en viktig faktor för förhöjda kadmiumhalter (Söderström & Eriksson, 2013).

Spridning till och i grundvattnet

Förhöjda kadmiumhalter i luften når jordytan genom deposition (Backe et al., 2003; Loganathan et al., 2012). Från marken kan kadmium föras bort genom upptag i växter eller spridas vidare till grundvattnet (Loganathan et al., 2012; Mosai & Tutu, 2018).

De viktigaste kemiska mekanismerna som styr i vilken utsträckning metaller binds i marken eller förs bort med vatten är utfällning och sorption (Berggren Kleja et

al., 2006). Utfällning sker vid tillräckligt höga koncentrationer (Berggren Kleja et al., 2006), som för kadmium bara förekommer på platser som är starkt förorenade från industrier (Loganathan et al., 2012). Vid låga halter av kadmium är sorption den dominerande mekanismen (Loganathan et al., 2012).

Kadmium är mycket lättlösligt, jämfört med andra tungmetaller (Pang et al., 2004). Den faktor som bedöms ha störst betydelse för hur mycket kadmium som sorberas i marken är pH, där ett lägre pH leder till att kadmium i större omfattning desorberas och transporteras bort med vattnet (Berggren Kleja et al., 2006; Loganathan et al., 2012). Andra faktorer som påverkar sorptionen är exempelvis ämnets koncentration och halten av organiskt material, som kadmium binds till i marken (Mosai & Tutu, 2018). Det finns dock många fler påverkande faktorer och deras samspel är mycket komplext (Loganathan et al., 2012).

Förutom av geokemiska faktorer är föroreningars spridning beroende av grundvattnets flöde. Grundvattnets flöde styrs framför allt av den hydrauliska gradienten, som förenklat kan sägas motsvara grundvattenytans lutning, och det geologiska materialets permeabilitet, dvs. dess förmåga att släppa igenom vatten. Permeabiliteten är generellt högre i grova jordarter, som grus och sand, och lägre i fina jordarter som silt och lera. Den är dessutom generellt lägre i sammansatta jordarter som morän (Knutsson et al., 2002). De nämnda faktorerna styr i vilken riktning och hur snabbt föroreningar rör sig med grundvattnet.

Bedömning av grundvattnets kvalitet

Grundvattnets kemi kan bedömas genom att halter av ett ämne jämförs med olika typer av jämförvärden. Dessa jämförvärden används i olika syften och av olika myndigheter, men det finns vissa samband mellan dem (Tabell 1).

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har tagit fram *bedömningsgrunder för grundvatten* som ett verktyg för att möjliggöra en enhetlig bedömning av grundvattnets tillstånd över hela Sverige (Sveriges geologiska undersökning, 2013). Enligt dessa delas grundvattnets tillstånd med avseende på en parameter in i fem klasser: (1) till (5). Kadmiumhalter i grundvatten upp till 0,1 µg/l (klass 1) bedöms som mycket låga och anses indikera ingen eller obetydlig mänsklig påverkan. Kadmiumhalter över 5 µg/l (klass 5) bedöms som mycket höga och indikerar mycket stark påverkan. Bedömningsgrunderna är inte rättsligt bindande utan är tänkta att användas som en referens för vilka halter ett ämne vanligtvis har i svenska grundvatten (Sveriges geologiska undersökning, 2013).

Vattenförvaltningsarbetet syftar till att skydda grundvattnet från föroreningar som är orsakade genom mänsklig verksamhet. För att inom ramen för vattenförvaltningsarbetet följa upp grundvattnets kemiska status och vid behov vidta åtgärder som ska förhindra en försämring av grundvattnets tillstånd använder man sig av två

typer av *miljö kvalitetsnormer*: riktvärde och utgångspunkt för att vända trend (Sveriges geologiska undersökning, u.å.c). Hur dessa bestäms, deras definition m.m. framgår av *Sveriges geologiska undersökningens föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten* (SGU-FS 2013:2). *Riktvärdet* anger den koncentration av ett ämne i grundvattnet som inte bör överskridas. Det ska fastställas för varje ämne som gör att en grundvattenförekomst bedöms riskera att inte nå god kemisk status. När ett riktvärde tas fram ska hänsyn bl.a. tas till naturliga bakgrundshalter, och i områden med naturligt förhöjda halter av ett ämne ska därmed riktvärdet justeras uppåt (Sveriges geologiska undersökning, u.å.c). Riktvärdet sätts i de flesta fall individuellt för en vattenförekomst, men om ett tillförlitligt riktvärde inte kan bestämmas gäller det generella riktvärdet enligt bilaga 1 till föreskrifterna. *Utgångspunkten för att vända trend* anger den koncentration där åtgärder ska vidtas för att förhindra att riktvärdet överskrids och sätts som en procentandel av riktvärdet. För kadmium uppgår riktvärdet för grundvatten på nationell nivå till 5 µg/l och utgångspunkten för att vända trend till 1 µg/l. I bilaga 2 till föreskrifterna anges även ett referensvärde på nationell nivå för kadmium på 0,1 µg/l, vilket motsvarar en kadmiumkoncentration vid ostörda förhållanden (*Sveriges geologiska undersökningens föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten*, SGU-FS 2013:2). Samtliga nämnda värden motsvarar klassgränser enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (Tabell 1).

Tabell 1. Klassindelning, tillståndsklassning och påverkansbedömning med avseende på kadmiumhalt enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten

Färgkodningen i kolumn 1 följer SGU:s bedömningsgrunder. I kolumnen längst till höger kommenteras även klassernas förhållande till andra typer av jämförvärden för grundvatten och dricksvatten enligt *Sveriges geologiska undersökningens föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten* (SGU-FS 2013:2), *Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten* (SLVFS 2001:30) och *Livsmedelsverkets Råd om enskild dricksvattenförsörjning* (2015).

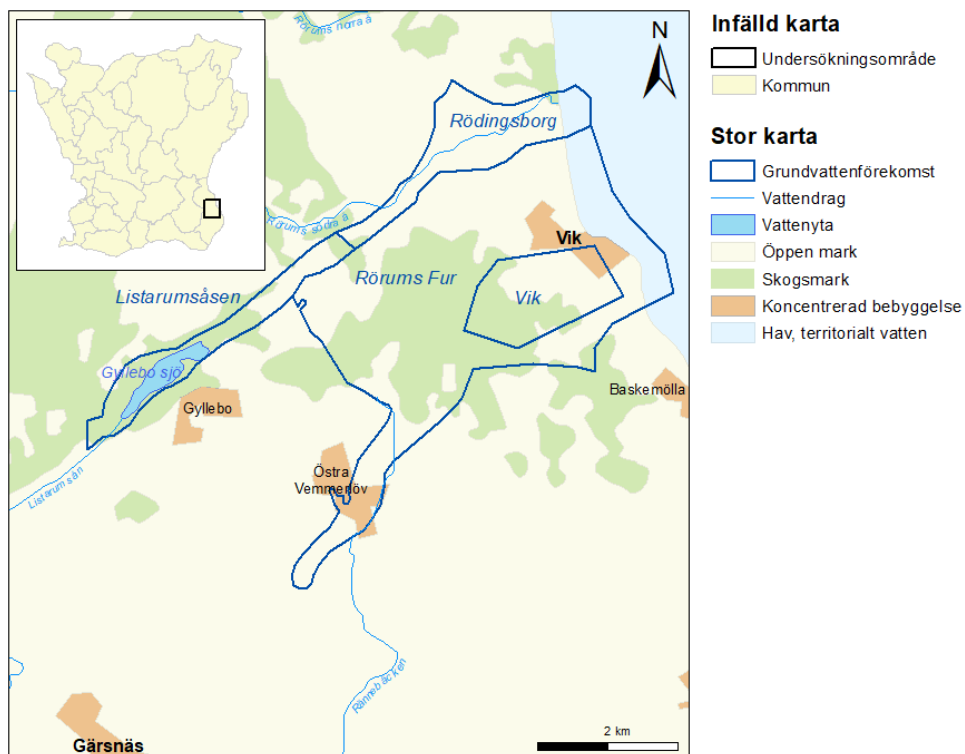
KLASS	TILLSTÅND	HALT (µg/l)	PÅVERKAN	KOMMENTAR
1	Mycket låg halt	<0,1	Ingen eller obetydlig	Vanlig halt i grundvattnet
2	Låg halt	0,1–0,5	Måttlig	Kan ge biologiska effekter i ytvatten Över referensvärdet enl. SGU-FS 2013:2
3	Måttlig halt	0,5–1	Påtaglig	
4	Hög halt	1–5	Stark	Tjänligt med anmärkning enl. SLV:s råd om enskild dricksvattenförsörjning Över trendvärdet enl. SGU-FS 2013:2
5	Mycket hög halt	≥5	Mycket stark	Otjänligt som dricksvatten enligt LIVSFS 2001:30 Över riktvärdet enligt SGU-FS 2013:2

När grundvatten används som dricksvatten tillämpas *Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten* (SLVFS 2001:30), som är bindande, och Livsmedelsverkets *Råd om enskild dricksvattenförsörjning* (2015), som bara ger en rekommendation. Dricksvatten från enskild dricksvattenförsörjning med en kadmiumhalt över 1 µg/l bedöms som tjänligt med anmärkning. Vid en sådan bedömning ska åtgärder sättas in för att säkerställa kvaliteten (*Råd om enskild dricksvattenförsörjning*, 2015). Dricksvatten med en kadmiumhalt över 5 µg/l bedöms generellt som otjänligt (*Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten*, SLVFS 2001:30). Även dessa värden sammanfaller med klassgränser enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (Tabell 1).

Områdesbeskrivning

Undersökningsområdet ligger centralt i Simrishamns kommun på Österlen i sydöstra Skåne (Fig. 1, infälld karta). Större tätorter i området är Vik och Gärsnäs (Fig. 1, stor karta). Landskapet präglas av öppen mark och skogsmark. Längst i norr, från väst till öst, går Rörums norra å (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016) och en bit söder om den Rörums södra å. I området finns även Rännebäcken, en liten bäck som går från norr mot söder (Åkesson, 2001). I väster finns Gyllebo sjö som har sitt utlopp via Listarumsån i sjöns sydvästra del (Åkesson, 2001).

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS), en databas som har utvecklats av vattenmyndigheterna, länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten för att underlätta det myndighetsövergripande vattenförvaltningsarbetet, finns i undersökningsområdet fyra *grundvattenförekomster* (fig. 1, stor karta). Listarumsåsen, Rödingsborg och Rörums Fur är sand- och grusförekomster och bedöms alla tre i nuläget ha god kemisk status (Vattenmyndigheterna et al., u.å.a, u.å.b, u.å.c). Rödingsborg och Rörums Fur bedöms dock riskera att inte uppnå god kemisk status till år 2027; Rödingsborg med avseende på klorid och nitrat (Vattenmyndigheterna et al., u.å.b) och Rörums Fur med avseende på nitrat, bekämpningsmedel, kadmium och sulfat (Vattenmyndigheterna et al., u.å.c). Den fjärde grundvattenförekomsten, Vik, är en sprickakvifer i berget under Rörums Fur (Vattenmyndigheterna et al., u.å.d). Även denna förekomst bedöms i nuläget ha god kemisk status. Grundvattenanalyser har visat på blyhalter över SGU:s generella riktvärde (10 µg/l), men de höga blyhalterna beror sannolikt på naturliga bakgrundshalter i berggrunden, varför riktvärdet för bly i Viks grundvattenförekomst har höjts till 15 µg/l (Danielsson, 2020).



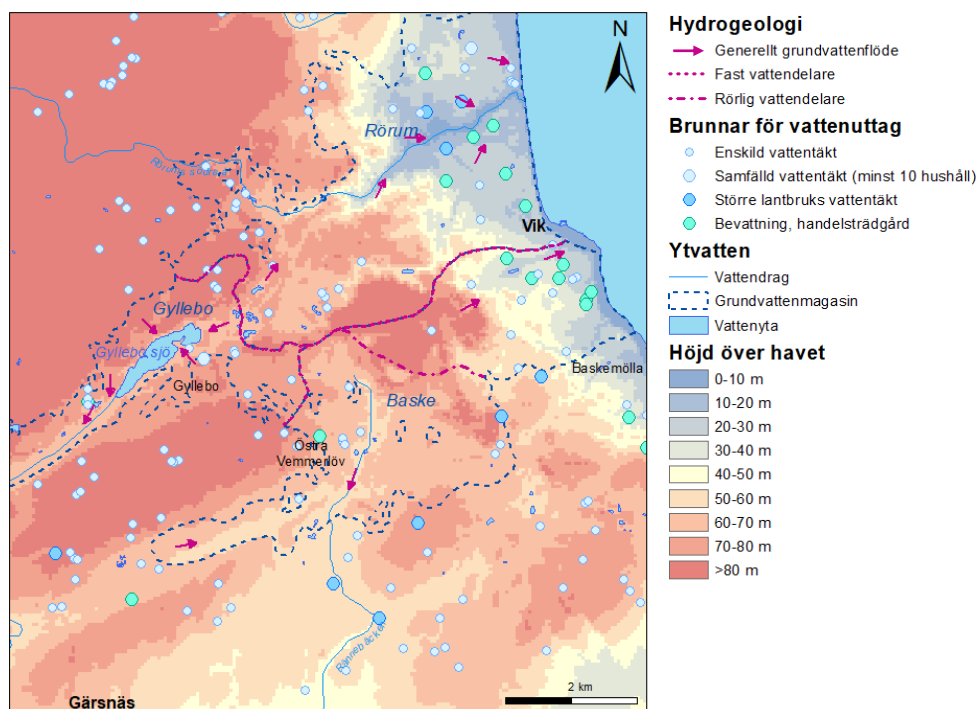
Figur 1. Grundvattenförekomster enligt VISS i undersökningsområdet

Kartan är skapad utifrån GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet; Vattenmyndigheterna et al. (u.å.a, u.å.b, u.å.c, u.å.d).

I undersökningsområdet finns också tre *grundvattenmagasin* som har kartlagts av SGU. Avgränsningen av grundvattenmagasin skiljer sig i många fall från grundvattenförekomsternas avgränsning, främst av historiska skäl (C. Lindeberg, personlig kommunikation, 2020-05-14). De tre kartlagda grundvattenmagasinen är Rörum (Dahlqvist & Gustafsson, 2016), Gyllebo (Dahlqvist, Gustafsson, et al., 2016) och Baske (Dahlqvist & Gustafsson, 2015). SGU:s kartläggning bidrar med information om bl.a. de hydrogeologiska förhållandena i undersökningsområdet som i sin tur styr hur eventuella föroreningar rör sig med grundvattnet. Efterföljande redogörelse utgår ifrån rapporterna från kartläggningen.

Alla tre grundvattenmagasin återfinns i de lösa jordlagren. De avgränsas från varandra genom fasta grundvattendelare (Fig. 2). Centralt genom undersökningsområdet från väst till öst löper en fast grundvattendelare. Av kartläggningen framgår inte vad som utgör grundvattendelaren, men höjddata tyder på att det rör sig om en topografisk grundvattendelare (Fig. 2). En fast grundvattendelare finns även i undersökningsområdets västra delar, även den troligen av topografisk karaktär (Fig. 2). Det

löper dessutom en rörlig grundvattendelare från nordväst till sydost i grundvattenmagasinet Baske. Dess position förändras med grundvattennivån.



Figur 2. Grundvattenmagasin och hydrogeologiska förhållanden i undersökningsområdet

Kartan är skapad utifrån Grundvattenmagasin © Sveriges geologiska undersökning; Brunnar © Sveriges geologiska undersökning; GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet; GSD-Höjddata, grid 50+ nh © Lantmäteriet.

I undersökningsområdets nordöstra del sker grundvattenflödet primärt från väst till öst (Fig. 2). På andra sidan den rörliga grundvattendelaren i grundvattenmagasinet Baske är grundvattenströmningen framför allt riktad mot söder (Åkesson, 2001; Dahlgvist & Gustafsson, 2015). I grundvattenmagasinet Gyllebo strömmar grundvattnet mot Gyllebo sjö och mot Listarumsån. Även de andra ytvattendragen i undersökningsområdet leder, med hänsyn till sina topografiska lägen (Fig. 2), lokalt troligtvis till ett tillflöde av grundvatten.

Brunnar med känt vattenuttag som finns registrerade i SGU:s brunnsarkiv framgår av figur 2. Dessa bör i de flesta fall leda till lokala grundvattengradienter som skiljer sig från de ovan beskrivna generella gradienterna.

Metod och avgränsningar

Utgångspunkten för det här arbetet har varit riskbedömningen av grundvattenförekomsten Rörums Fur som gjorts av Länsstyrelsen Skåne inom ramen för vattenförvaltningen. Studiens undersökningsområde utökades dock till att omfatta ett större område än själva grundvattenförekomsten för att få en större mängd analysdata att arbeta med. Den slutliga geografiska avgränsningen gjordes utifrån tillgängliga analysdata, se nästa avsnitt.

Inhämtade data sammanställdes i Excel och visualiserades i förekommande fall med hjälp av kartor som upprättades i ArcGIS, dels utifrån befintliga geodata och dels utifrån egenskapade kartskikt.

Uppmätta kadmiumhalter

Källor till analysdata

Analysdata som ligger till grund för den här studien har inhämtats från ett flertal källor. Några egna grundvattenprover togs inte, främst i brist på finansiering.

Genom handledaren på SGU och SGU:s kartvisare ”Miljöövervakning av grundvattenkemi” (Sveriges geologiska undersökning, u.å.b) erhöles data från miljöövervakningen av grundvatten och från råvattenkontrollen för kommunala vattentäkter.

Hos Ystad-Österlenregionens miljöförbund (miljöförbundet), som ansvarar för miljö-, hälso-, och livsmedelstillsynen i Simrishamns kommun, efterfrågades analysrapporter avseende prover från privata dricksvattenbrunnar. Miljöförbundet erhöles en lista med 90 privata dricksvattenbrunnar inom ett avstånd på högst 2000 m från grundvattenförekomsten Rörums Fur. Dessa hade identifierats med hjälp av geodata från SGU:s brunnsarkiv. Eftersom antalet analysrapporter som fanns hos miljöförbundet var mycket begränsat utökade miljöförbundet urvalet till att omfatta ytterligare brunnar i närområdet, vilket gav analysrapporter för 22 brunnar.

Ytterligare analysdata togs från material som erhöles från Länsstyrelsen Skåne i samband med att tillgängliga handlingar om förorenade områden efterfrågades, se senare avsnitt för mer information.

Utvärdering och sammanställning av analysdata

Utvärderade analysdata begränsades till prover tagna år 2015 eller senare. Denna avgränsning gjordes eftersom äldre prover ansågs vara mindre representativa, medan en snävare avgränsning hade begränsat den tillgängliga datamängden avsevärt. Av de analysrapporter som miljöförbundet översände eliminerades en rapport som avsåg en brunn långt utanför det ursprungligen tänkta undersökningsområdet. Ytterligare analysresultat eliminerades därför att de inte innehöll analysvärden för kadmium.

För en provtagningspunkt fanns analysdata från flera provtagningsstillfällen. Kadmiumhalten beräknades i det fallet som ett genomsnitt över alla provtagningsstillfällen. I ett fall fanns det grundvattenprover som hade tagits i samband med en miljöundersökning i flera grundvattenrör med oklar placering. Det beräknades då först en genomsnittlig kadmiumhalt för varje rör, varvid mätvärden under detektionsgränsen utelämnades. Sedan beräknades en genomsnittlig halt för samtliga rör. Sammanställningen resulterade i data från 22 olika punkter avseende prover som tagits under åren 2015 t.o.m. 2018.

För provtagningspunkter som använts inom ramen för miljöövervakningen hämtades information om koordinater och om provtagningspunktens vattenuttag (i jord eller berg) från SGU:s kartvisare "Miljöövervakning av grundvattenkemi" (Sveriges geologiska undersökning, u.å.b). För övriga provtagningspunkter uppskattades placeringen med hjälp av geodata från SGU:s brunnarsarkiv och Lantmäteriets fastighetskarta och ortofoton. Information om brunnars vattenuttag gick i enstaka fall att hitta i SGU:s brunnarsarkiv. För flertalet provtagningspunkter saknas tyvärr denna information.

Information om analysvärdenas osäkerhet fanns inte att tillgå för all analysdata och har därför inte tagits hänsyn till. Klassindelning av analysresultaten gjordes enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Någon statistisk analys gjordes inte på grund av den ringa datamängden.

Kadmiumkällor

Antropogena punktkällor

Kartläggning av antropogena punktkällor för kadmium gjordes inom en radie av 2000 m, uppmätt i ArcGIS, från de provtagningspunkter där uppmätta kadmiumhalter överstiger gränsen för klass 1 enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (0,1 µg/l), vilket motsvarar gränsen för ingen eller obetydlig påverkan. Den geografiska avgränsningen gjordes av praktiska skäl och eftersom detta avstånd ansågs som rimligt för att kunna koppla möjliga antropogena punktkällor till de förhöjda mätvärdena.

Som utgångspunkt för att identifiera potentiella punktkällor användes länsstyrelsernas karta över förorenade områden (EBH-kartan), en lista över pågående miljöfarliga verksamheter för vilka Länsstyrelsen Skåne är tillsynsmyndighet (Länsstyrelsen Skåne, u.å.) och Geodataportalen (Lantmäteriet, u.å.). Ingen information om potentiellt förorenade områden i undersökningsområdet fanns hos Försvarsmakten eller Trafikverket. Uppgifter om branschtillhörighet inhämtades hos Länsstyrelsen Skåne för EBH-objekt och genom sökning i sökmotorn Google för övriga. Dessa uppgifter låg sedan till grund för bedömningen om ytterligare information om verksamheten skulle inhämtas.

Informationen från kartläggningen sammanställdes i en tabell. Dubletter, som uppstod på grund av att sökning gjordes via flera kanaler, eliminerades. Om det på ett och samma ställe bedrevs flera verksamheter tillhörande helt olika branscher (exempelvis kycklinguppfödning och täktverksamhet) togs dessa upp som separata verksamheter i sammanställningen.

Antropogena diffusa källor

Risken för diffusa kadmiumutsläpp genom gödsling och kalkning bedömdes genom att studera tillgängliga geodata om markanvändning i form av Lantmäteriets översiktskarta och terrängkarta. Utgångspunkten var att spridning av gödsel och kalk, som enligt vad som beskrivits i tidigare avsnitt innehåller kadmium, sker på åkermark och i fruktodlingar men inte på områden med annan markanvändning.

För att identifiera åkermark och fruktodlingar som eventuellt är belagda med förbud mot kalkning och gödsling inhämtades information om befintliga skyddade områden med tillhörande skyddsbestämmelser från Naturvårdsverkets kartverktyg ”Skyddad natur”. Endast områden inom ett avstånd på högst 2000 m från provtagningspunkter med förhöjda kadmiumhalter ($\geq 0,1 \mu\text{g/l}$) inkluderades i analysen.

Naturliga källor

Möjliga naturliga orsaker till förhöjda kadmiumhalter i grundvattnet utvärderades genom att med hjälp av ArcGIS jämföra provtagningspunkternas kadmiumhalter och placering med information i form av SGU:s geokemiska karta över halter av kadmium i morän, som speglar ämnets naturliga utbredning i mark (Andersson et al., 2014), och med SGU:s jordartskarta och SGU:s berggrundskarta.

Riktvärde för grundvattenförekomsten Rörums Fur

För att bedöma om det finns skäl att sätta ett lokalt, högre riktvärde för kadmium i grundvattenförekomsten Rörums Fur gjordes en analys av de identifierade påverkanskällorna i förhållande till de provtagningspunkter inom grundvattenförekomstens geografiska utbredningsområde där kadmiumhalter över SGU:s generella riktvärde (5 µg/l) har uppmätts. Information sammanställdes om provtagningspunkterna, om deras placering i förhållande till identifierade potentiella källor till kadmiumpåverkan och om de hydrogeologiska förhållandena i området. Denna information sammanvägdes sedan med resultaten från de föregående avsnitten och deras tolkning.

Etiska aspekter

En etisk fråga som blivit aktuell under arbetets gång är hur sekretessbelagd information bör hanteras. Uppgifter om var vattenuttaget sker i kommunala vattentäkter är sekretessbelagda, men har ändå gått att hitta med hjälp av diverse, fritt tillgängliga källor. För att inte röja sekretessbelagd information i det här arbetet visas provtagningspunkter som avser uttagsbrunnar för kommunal dricksvattenförsörjning genom det tillhörande vattenskyddsområdet istället för i form av punkter. Detta har kunnat göras utan att det avsevärt påverkat resultaten och deras tolkning.

En annan etisk fråga som har uppkommit är hur det ska hanteras om provtagningspunkter uppvisar starkt förhöjda kadmiumhalter eller om tydliga påverkanskällor identifieras. Inga egna prover har tagits, och arbetet bidrar därmed inte med någon ny, tidigare okänd information om förhöjda kadmiumhalter. Där utvärderade analysdata visade på kadmiumhalter som påverkar vattnets lämplighet som dricksvatten tillfrågades ändå ansvarig myndighet om upptäckten av de förhöjda kadmiumhalterna har föranlett någon åtgärd från myndighetens sida. Kandidatarbetet kommer även att överlämnas till Länsstyrelsen Skåne, Sveriges geologiska undersökning och miljöförbundet så att berörda myndigheter kan ta del av resultaten och vidta åtgärder om det bedöms som nödvändigt.

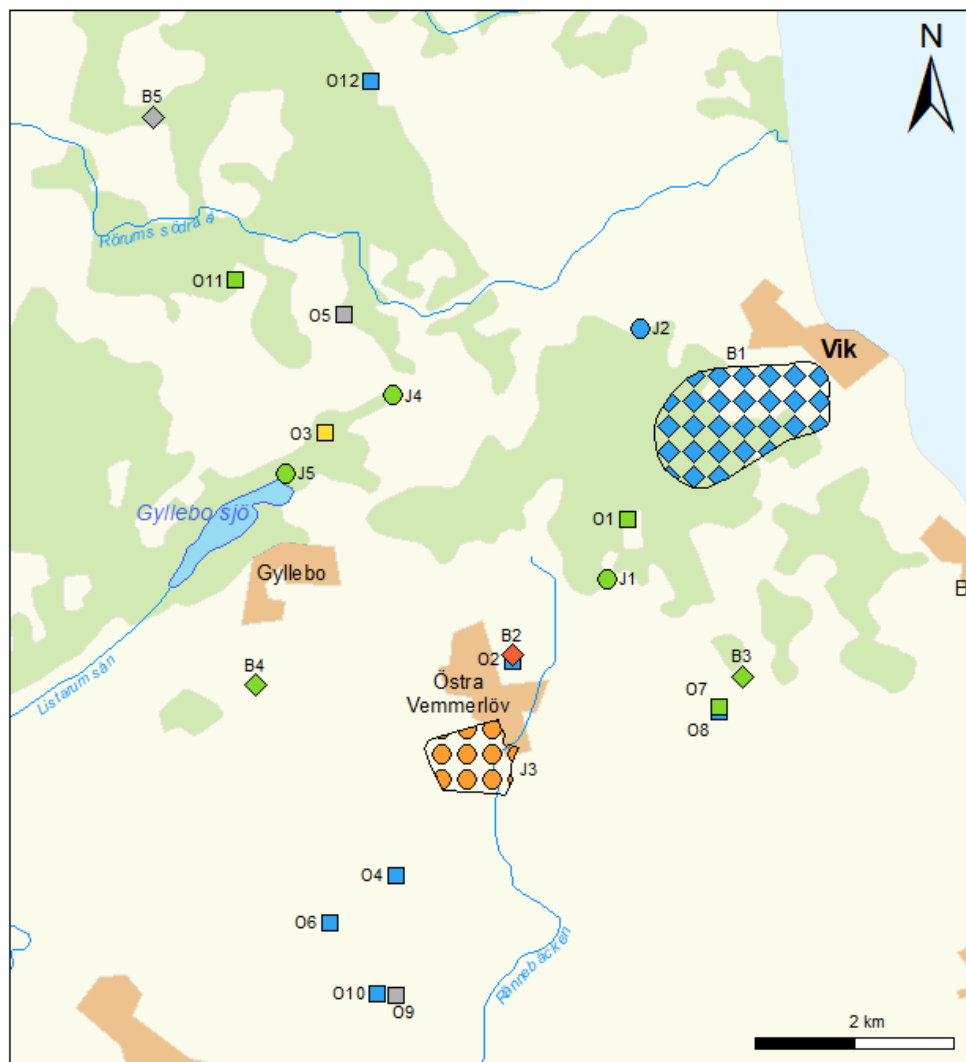
Resultat

Uppmätta kadmiumhalter

De uppmätta kadmiumhalterna varierar från mindre än 0,01 µg/l (detektionsgränsen) till 6,7 µg/l (Tabell 2 & Fig. 3). 11 av 22 provtagningspunkter (50 %) uppvisar kadmiumhalter över den nivå (0,1 µg/l) som indikerar ingen eller obetydlig påverkan och som motsvarar en mycket låg halt enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten.

Tabell 2. Kadmiumhalter och klassindelning enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Grå bakgrundsfärg innebär en kadmiumhalt under detektionsgränsen. I övrigt följer färgkodningen SGU:s bedömningsgrunder där blå = mycket låg halt, grön = låg halt, gul = måttlig halt, orange = hög halt och röd = mycket hög halt. Akvifertyp anger var provtagningspunkten har sitt vattenuttag. Akvifertyp *Okänd* innebär att information saknas om vattenuttag sker i jord eller berg.

PUNKT	AKVIFERTYP	KADMIUMHALT (µg/l)	KLASS
B1	Berg	0,036	1
B2	Berg	6,7	5
B3	Berg	0,50	2
B4	Berg	0,50	2
B5	Berg	<0,01	-
J1	Jord	0,34	2
J2	Jord	0,012	1
J3	Jord	1,08	4
J4	Jord	0,15	2
J5	Jord	0,11	2
O1	Okänd	0,25	2
O2	Okänd	0,070	1
O3	Okänd	0,84	3
O4	Okänd	0,033	1
O5	Okänd	<0,01	-
O6	Okänd	0,017	1
O7	Okänd	0,26	2
O8	Okänd	0,017	1
O9	Okänd	<0,01	-
O10	Okänd	0,049	1
O11	Okänd	0,11	2
O12	Okänd	0,013	1



Kadmium i gv i jord	Kadmium i gv i berg	Kadmium vid okänt gv-uttag
● 0,01-0,1 µg/l (klass 1)	◇ <0,01 µg/l (detektionsgräns)	■ <0,01 µg/l (detektionsgräns)
● 0,1-0,5 µg/l (klass 2)	◇ 0,01-0,1 µg/l (klass 1)	■ 0,01-0,1 µg/l (klass 1)
● 1-5 µg/l (klass 4)	◇ 0,1-0,5 µg/l (klass 2)	■ 0,1-0,5 µg/l (klass 2)
	◇ ≥5 µg/l (klass 5)	■ 0,5-1 µg/l (klass 3)

Figur 3. Uppmätta kadmiumhalter i undersökningsområdet

Färgkodningen för kadmiumhalter följer SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Provtagningspunkterna B1 och J3 avser uttagsbrunnar för kommunalt dricksvatten och visas av sekretesskäl genom det tillhörande vattenskyddsområdet istället för i form av punkter. Kartan är skapad utifrån Sveriges geologiska undersökning (u.å.b); GSD-Fastighetskartan vektor © Lantmäteriet; Ortofoton © Lantmäteriet; LST Potentiellt förorenade områden externt (EBH) © Länsstyrelserna; Brunnar © Sveriges geologiska undersökning. Bakgrundskarta: GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet.

Den högsta kadmiumhalten på 6,7 µg/l uppmättes i punkt B2. Denna halt klassas som mycket hög (klass 5) enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Halten överstiger dessutom SGU:s generella riktvärde för kadmium i grundvatten (SGU-FS 2013:2) och Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten (SLVFS 2001:30), som båda ligger på 5 µg/l.

Kadmiumhalten är näst högst i punkt J3. Halten i denna punkt uppgår till 1,08 µg/l, vilket klassas som högt (klass 4) enligt SGU:s bedömningsgrunder, och överstiger SGU:s generella trendvärde på 1 µg/l (grundvatten (SGU-FS 2013:2)). Dricksvatten med en kadmiumhalt på den nivån bedöms som tjänligt med anmärkning enligt Livsmedelsverkets *Råd om enskild dricksvattenförsörjning* (2015).

Punkt O3 uppvisar en kadmiumhalt på 0,84 µg/l, vilket klassas som måttligt (klass 3). Kadmiumhalten är låg (klass 2) i åtta punkter och mycket låg (klass 1) i ytterligare åtta punkter. I sammanlagt tre provtagningspunkter ligger kadmiumhalten under detektionsgränsen (0,01 µg/l).

Kadmiumkällor

Antropogena punktkällor

Det identifierades 26 pågående eller avslutade miljöfarliga verksamheter inom en omkrets av 2000 m från de provtagningspunkter där uppmätta kadmiumhalter överstiger gränsen för klass 1 enligt SGU:s bedömningsgrunder på 0,1 µg/l (Tabell 3 & Fig. 4), vilket motsvarar gränsen för ingen eller obetydlig påverkan.

Elva verksamheter bedöms utifrån sina respektive branschtillhörigheter inte medföra någon risk alls för kadmiumpåverkan och har därför inte studerats närmare. Djurhållning i sig nämns i den litteratur som granskats i samband med det här arbetet inte som källa för kadmiumutsläpp. Därför bedöms de tolv verksamheterna som bedriver eller har bedrivit djurhållning inte utgöra någon punktkälla för kadmiumutsläpp. Det är istället eventuell användning av djurspillning till gödsling som kan orsaka diffusa kadmiumutsläpp, vilket behandlas närmare under nästa avsnitt. Tre av de identifierade verksamheterna, objekt PK1, PK5 och PK23, bedöms utifrån branschtillhörigheten utgöra potentiella punktkällor för kadmiumutsläpp och beskrivs mer ingående.

Östra Vemmerlövs reningsverk (PK1) har av Länsstyrelsen identifierats som potentiellt förorenat område men inte undersökts närmare (Svedström et al., 2009). Det finns vidare en aktiv skrothandel (PK23) i undersökningsområdet. Inte heller den verksamheten har undersökts närmare av Länsstyrelsen (Sorelius, 2000). Enligt information på företagets webbsida är det metallskrot som hanteras eller har hanterats

på platsen med början år 1955 (AB K Berggrens Metallia i Gyllebo, 2020). Verksamheten ligger i ett område med sandig moig morän i översta jordlagret (Sorelius, 2000).

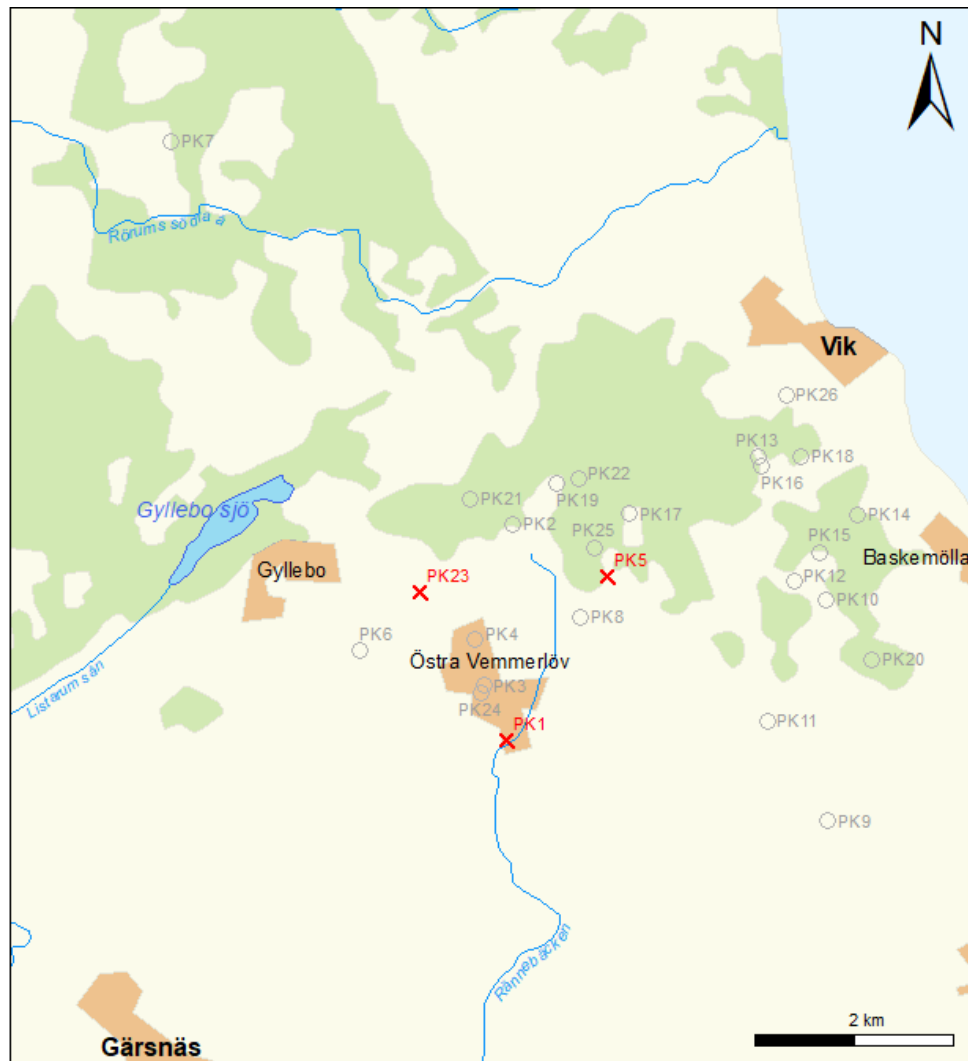
Tabell 3. Pågående och avslutade miljöfarliga verksamheter i undersökningsområdet

Riskbransch *JA* (röd bakgrundsfärg) innebär att verksamheten bedöms tillhöra en riskbransch för kadmiumpåverkan. Riskbransch *NEJ* (grå bakgrundsfärg) innebär att verksamheten inte bedöms tillhöra någon riskbransch för kadmiumpåverkan.

OBJEKT	BRANSCH	STATUS	RISKBRANSCH
PK1	Avloppsreningsverk	Pågående	JA
PK2	Betong- och cementindustri Täktverksamhet	Pågående	NEJ
PK3	Drivmedelshantering	Okänd	NEJ
PK4	Drivmedelshantering	Okänd	NEJ
PK5	Industrideponier Avfallsdeponier - icke farligt, farligt avfall	Avslutad	JA
PK6	Kycklinguppfödning	Pågående	NEJ
PK7	Kycklinguppfödning	Pågående	NEJ
PK8	Kycklinguppfödning	Pågående	NEJ
PK9	Mjolkproduktion	Pågående	NEJ
PK10	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK11	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK12	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK13	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK14	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK15	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK16	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK17	Pälsdjursuppfödning	Avslutad	NEJ
PK18	Sågverk utan dopning/impregnering	Okänd	NEJ
PK19	Skjutbana - hagel	Okänd	NEJ
PK20	Skjutbana - kulor	Okänd	NEJ
PK21	Skjutbana - kulor	Okänd	NEJ
PK22	Skjutbana - kulor	Okänd	NEJ
PK23	Skrothantering och skrothandel	Pågående	JA
PK24	Bensinstation	Avslutad	NEJ
PK25	Täktverksamhet, pågående	Pågående	NEJ
PK26	Verkstadsindustri - ej halogenerade lösningsmedel	Okänd	NEJ

Objekt PK5 är en avslutad deponi i ett tidigare grustag som varit föremål för flera utredningar genom Länsstyrelsen (Upadhyaya et al., 2016). Avfall som deponerats är främst läderavfall från garveriverksamhet och PVC-avfall. Industriavfallet täcktes med avfall från t.ex. hushåll, park och trädgård, bygg och rivning samt oljeavfall. Kadmium anses vara en möjlig förorening. Det är oklart hur länge deponin var i drift, men det kan ha varit mellan 1940 och 1975 (Upadhyaya et al., 2016). Miljöprovtagning av

grundvatten som gjorts på platsen tyder på ingen kadmiumpåverkan i ett grundvattenrör och måttlig till påtaglig påverkan i ett annat rör. Den högsta uppmätta kadmiumhalten uppgår till 0,68 µg/l (Arvidsson & Modin, 2016). Viss lakvattenpåverkan förefaller finnas öster om deponin (Upadhyaya et al., 2016).



Potentiella punktkällor - riskbransch

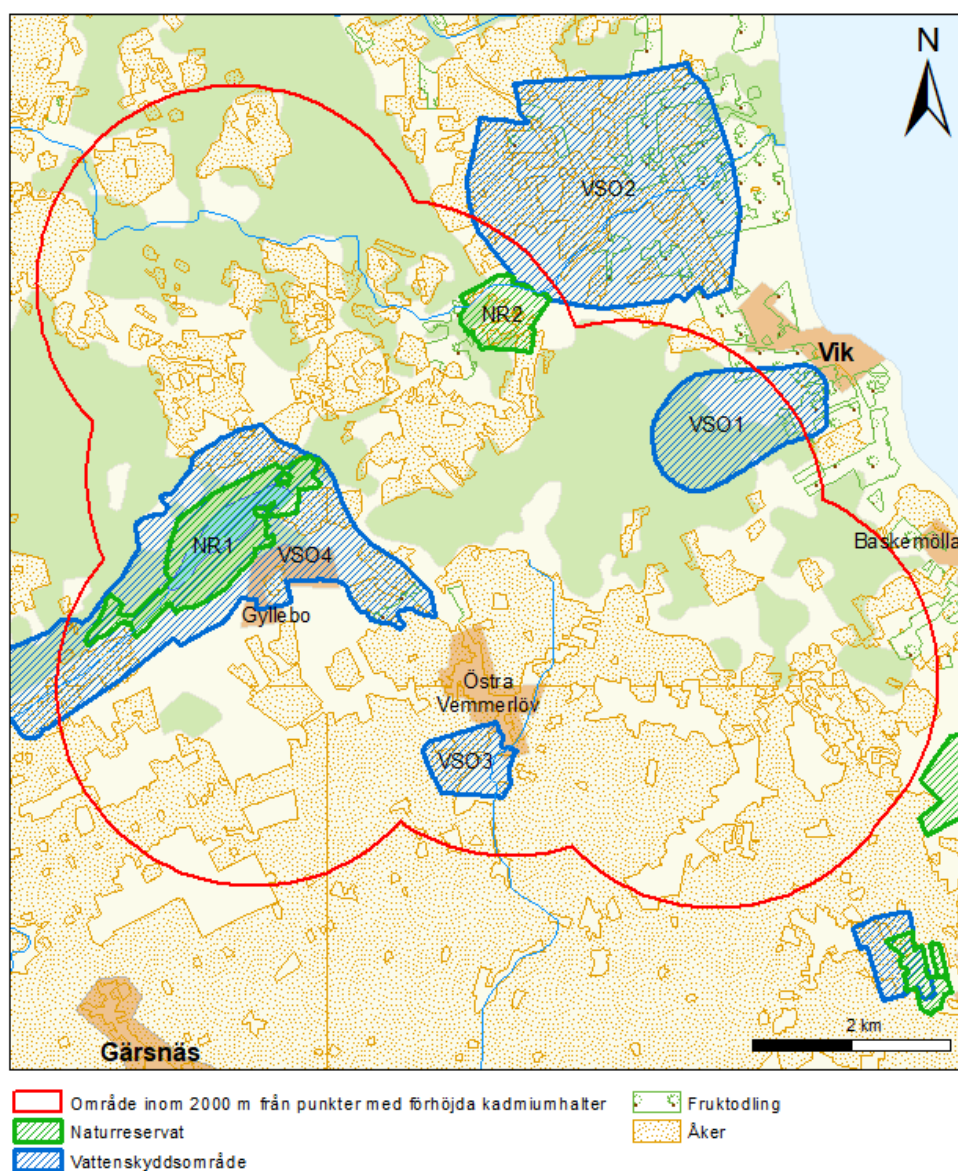
- ✗ JA
- NEJ

Figur 4. Pågående och avslutade miljöfarliga verksamheter i undersökningsområdet

Kartan är skapad utifrån LST Potentiellt förorenade områden externt (EBH) © Länsstyrelserna; SE.PF E-PRTR anläggningar © Länsstyrelserna; Ortofoton © Lantmäteriet. Bakgrundskarta: GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet.

Antropogena diffusa källor

Ungefär hälften av marken inom undersökningsområdet används som åkermark, en liten del används till fruktodling (Fig. 5).



Figur 5. Odlingsmark och skyddade områden i undersökningsområdet

Kartan är skapad utifrån Skyddade områden, naturreservat © Naturvårdsverket; Skyddade områden, vattenskyddsområden © Naturvårdsverket; GSD-Terrängkartan, vektor © Lantmäteriet. Bakgrunds-karta: GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet.

Inom en omkrets av 2000 m från punkter med förhöjda kadmiumhalter ($\geq 0,1 \mu\text{g/l}$) finns fyra vattenskyddsområden och två naturreservat (Tabell 4 & Fig. 5). Tillståndsplikt för gödsling råder i vattenskyddsområdena VSO1, VSO2 och VSO4. I vattenskyddsområde VSO3 får gödsling bara ske i en sådan omfattning som krävs från gödslingssynpunkt, något tillstånd krävs inte. Föreskrifterna till naturreservaten innehåller ett gödslingsförbud för NR1 men inte för NR2. Ingen odlingsmark finns dock i naturreservatet NR1.

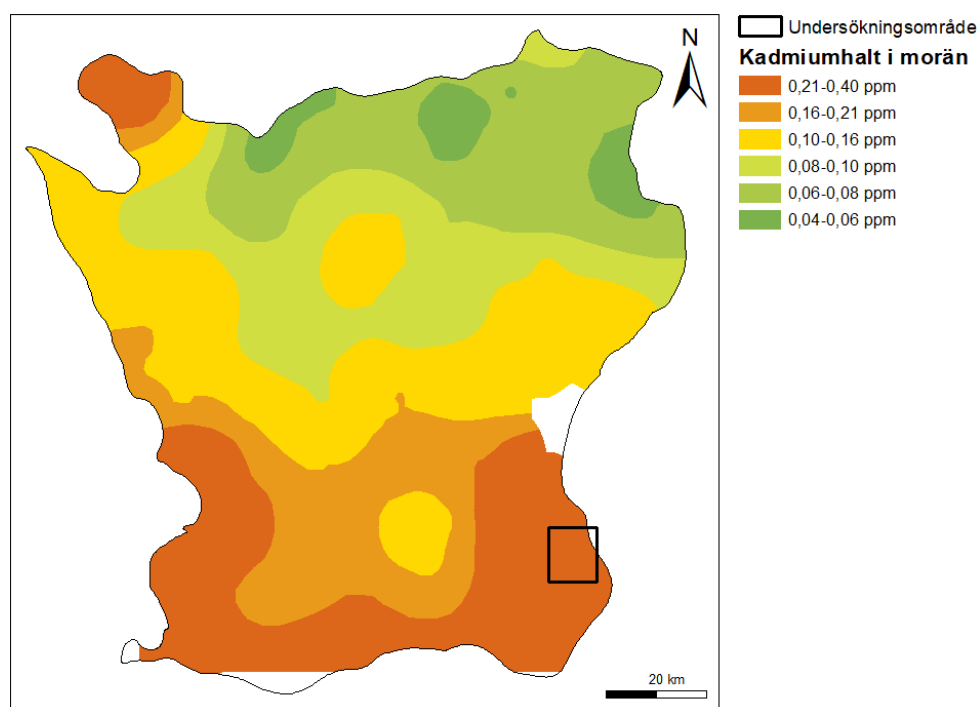
Tabell 4. Skyddade områden med tillhörande föreskrifter om gödsling

I tabellen visas enbart skyddade områden inom en omkrets av 2000 m från punkter med förhöjda kadmiumhalter ($\geq 0,1 \mu\text{g/l}$).

OBJEKT	TYP	FÖRESKRIFTER
VSO1	Vattenskyddsområde	Tillståndsplikt för användning och förvaring samt vid nyetablering av yrkesmässig verksamhet med hantering av växtnäringsämnen
VSO2	Vattenskyddsområde	Tillståndsplikt vid nyetablering av yrkesmässig verksamhet med hantering av växtnäringsämnen
VSO3	Vattenskyddsområde	Gödsling inte i större mängd än vad som är nödvändigt från gödslingssynpunkt
VSO4	Vattenskyddsområde	Tillståndsplikt för användning och förvaring samt vid nyetablering av yrkesmässig verksamhet med hantering av växtnäringsämnen
NR1	Naturreservat	Gödslingsförbud
NR2	Naturreservat	Inget gödslingsförbud

Naturliga källor

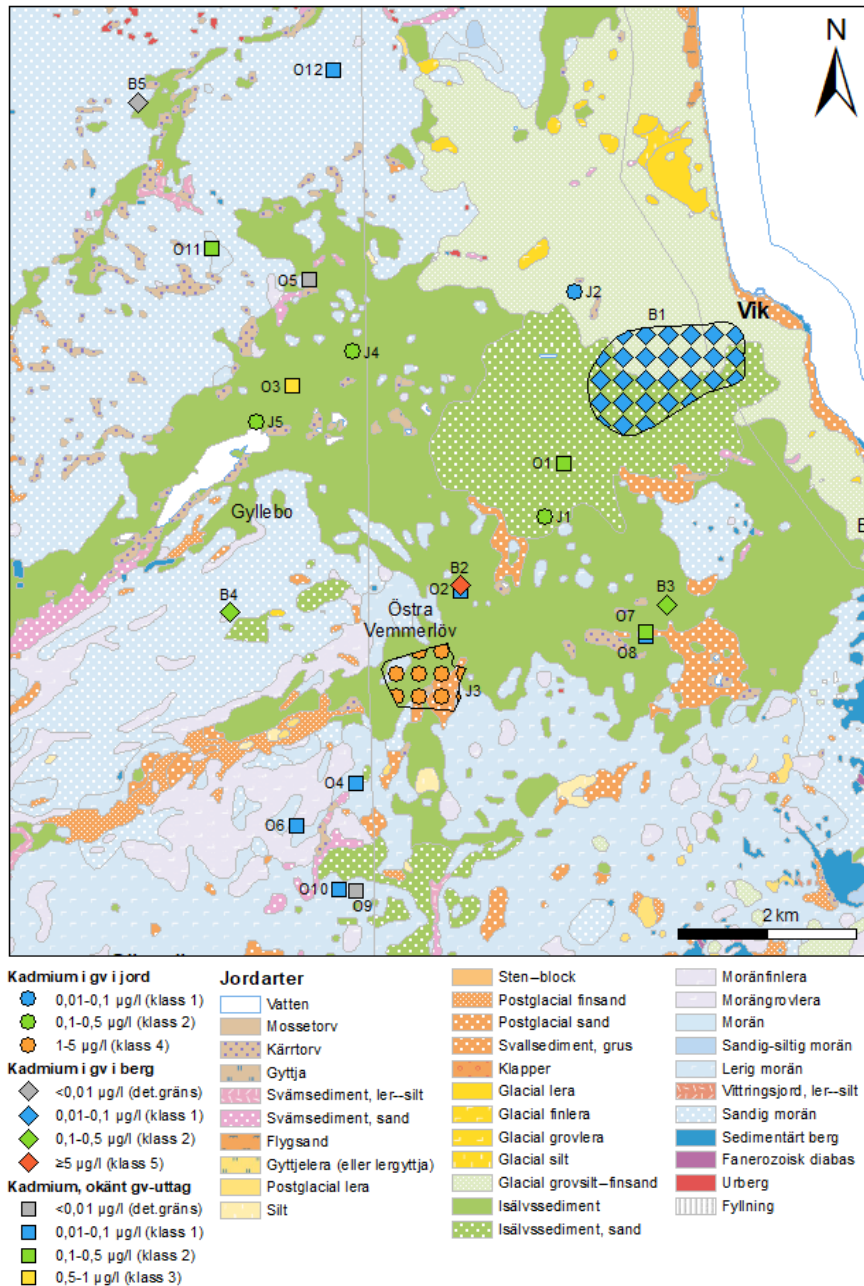
Kadmiumhalten i morän i undersökningsområdet är generellt mycket hög, jämfört med andra områden i Skåne (Fig. 6).



Figur 6. Kadmiumhalter i morän i Skåne med markerat undersökningsområde
Kartan är skapad utifrån Andersson et al. (2014); GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet.

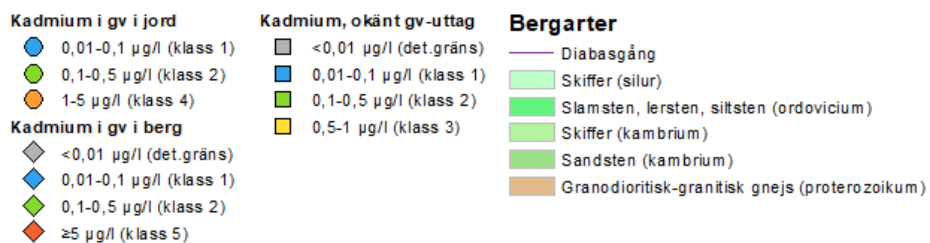
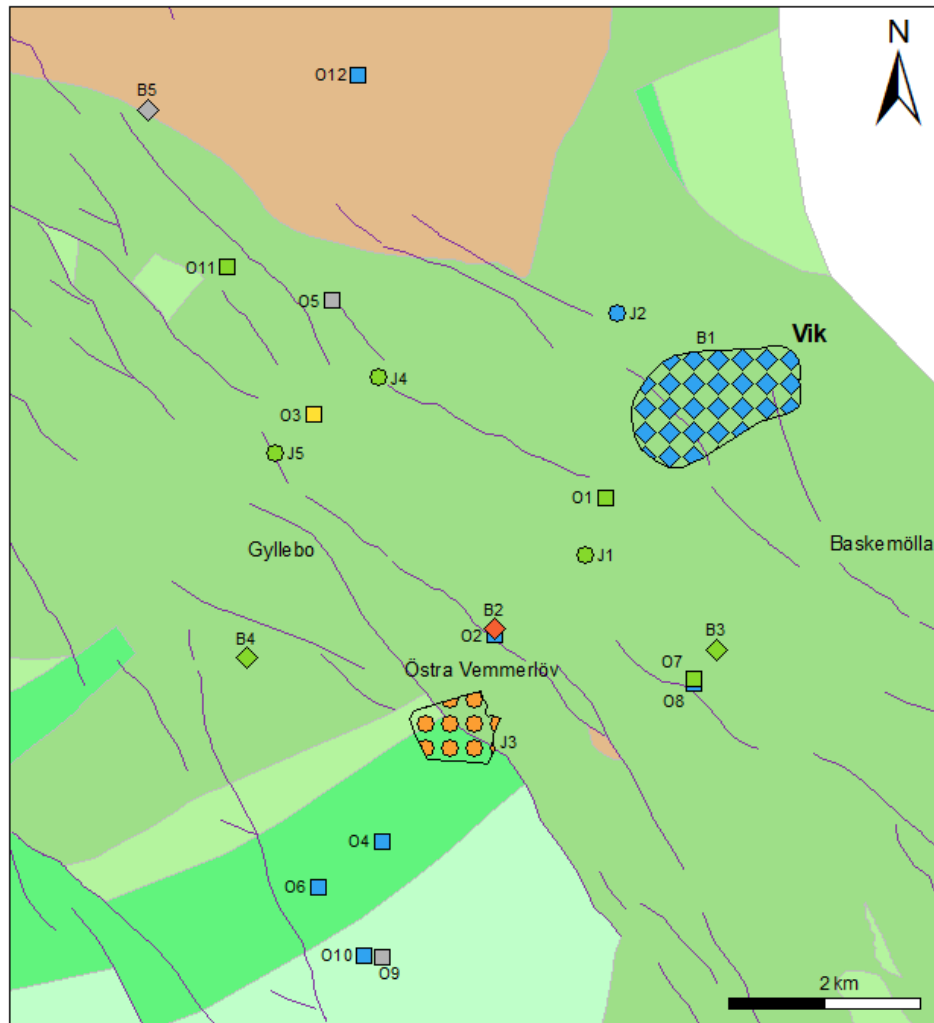
Den dominerande jordarten i undersökningsområdets centrala delar är isälvsavlagringar (Fig. 7). Morän återfinns i det översta jordlagret främst i undersökningsområdets ytterområden. Det finns även många små moränytter mellan de centralt belägna isälvsavlagringarna, men jordarternas stratigrafiska förhållanden är delvis oklara (Daniel, 1986; Åkesson, 2001). Både kambrisk sandsten och skiffer förekommer i berggrunden i undersökningsområdet (Fig. 8). Berggrunden kännetecknas dessutom av ett stort antal diabasgångar (Fig. 8).

Förhöjda kadmiumhalter har uppmätts dels i områden med morän, dels i områden med andra jordarter i översta jordlagret (Fig. 7). I förhållande till berggrunden har förhöjda kadmiumhalter bara uppmätts i områden där kambrisk sandsten utgör den ytliga berggrunden (Fig. 8).



Figur 7. Jordartskarta över undersökningsområdet

Färgkodningen för kadmiumhalter följer SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Provtagningspunkterna B1 och J3 avser uttagsbrunnar för kommunalt dricksvatten och visas av sekretesskäl genom det tillhörande vattenskyddsområdet istället för i form av punkter. Kartan är skapad utifrån GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet; Jordarter 1:25 000 - 1:100 000 © Sveriges geologiska undersökning.

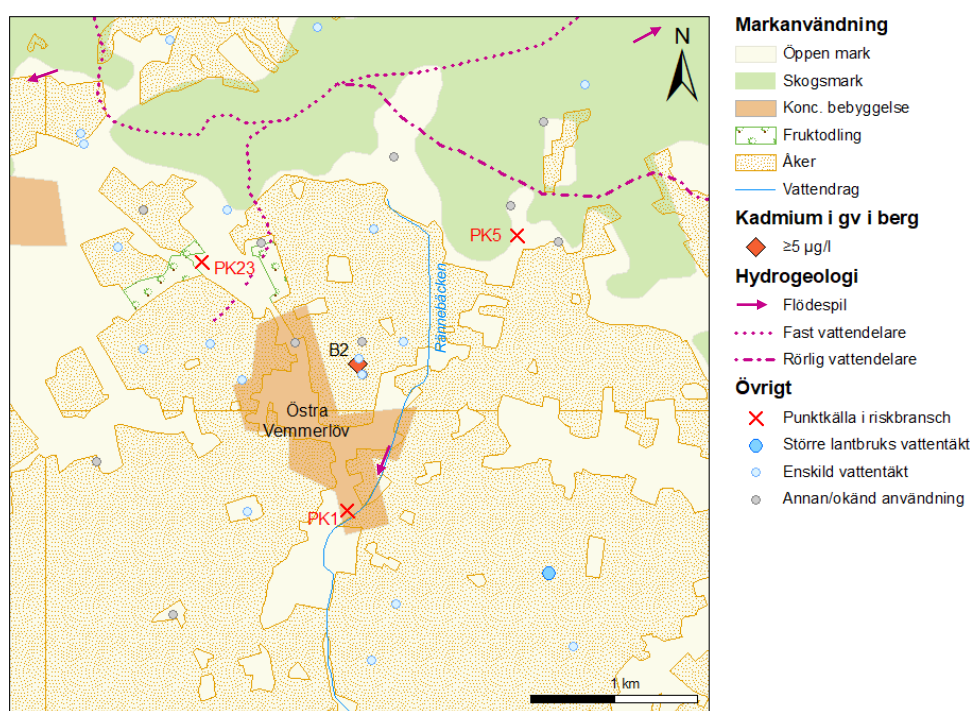


Figur 8. Berggrundskarta över undersökningsområdet

Färgkodningen för kadmiumhalter följer SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Provtagningspunkterna B1 och J3 avser uttagsbrunnar för kommunalt dricksvatten och visas av sekretesskäl genom det tillhörande vattenskyddsområdet istället för i form av punkter. Kartan är skapad utifrån GSD-Översikts-kartan, vektor © Lantmäteriet; Berggrund 1:50 000 - 1:250 000 © Sveriges geologiska undersökning.

Riktvärde för grundvattenförekomsten Rörums Fur

SGU:s generella riktvärde för kadmium ($5 \mu\text{g/l}$) överskrids bara i B2, en miljöövervakningspunkt som är kopplad till grundvattenförekomsten Rörums Fur i VISS (Vattenmyndigheterna et al., u.å.c). B2 avser en privat dricksvattenbrunn med vattenuttag i kambrisk sandsten med diabasgångar. Vattenuttaget sker på ett djup på 12-47 m under markytan (SGU:s brunnarsarkiv 917524638), och provet är taget i en dricksvattenkran (V. Danielsson, personlig kommunikation, 2020-04-14). Området runt provtagningspunkten utgörs av åkermark (Fig. 9).



Figur 9. Provtagningspunkt B2, hydrogeologiska förhållanden och möjliga antropogena källor
Kartan är skapad utifrån Grundvattenmagasin © Sveriges geologiska undersökning; Brunnar © Sveriges geologiska undersökning; GSD-Översiktskartan, vektor © Lantmäteriet.

Provtagningspunkten ligger centralt mellan de tre verksamheterna som tidigare identifierats som möjliga punktkällor för kadmiumförorening (Fig. 9) på ett avstånd mellan ca 900 och 1200 m. En fast grundvattendelare finns nordväst om B2, mellan provtagningspunkten och skrothandeln (PK23). Avfallsdeponin (PK25) ligger nordöst om och avloppsreningsverket (PK1) söder om B2. Grundvattnets generella flöde vid provtagningspunkten är riktat mot söder (Fig. 9).

Tolkning och diskussion av resultat

Uppmätta kadmiumhalter

Resultatet från den här studien tyder på att kadmiumhalterna i grundvattnet i undersökningsområdet inte är så höga som man kunde ha befarat med hänsyn till dess läge i förhållande till uppmätta kadmiumhalter i morän (Fig. 6) och med tanke på att Simrishamns kommun pekats ut som riskområde (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016; Larsson et al., 2020). I studien uppgick den högsta uppmätta kadmiumhalten till 6,7 µg/l, och det var bara i en av 22 undersökta punkter som kadmiumhalten översteg Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten (5 µg/l). Det kan jämföras med den högsta uppmätta kadmiumhalten i trakten kring Maglasäte-Lillasäte i Höörs kommun, som uppgick till 93 µg/l (Larsson et al., 2019), alltså nästan 14 gånger så mycket. Larsson et al. (2019) fann vidare att 20 av 62 hushåll i Maglasäte-Lillasäte, med vatten från 56 olika brunnar, hade kadmiumhalter över 5 µg/l i dricksvattnet, vilket ligger i samma storleksordning som Dahlqvist, Ladenberger, et al. (2016) som konstaterade att 15 av 65 brunnar uppvisade kadmiumhalter över gränsvärdet i ett något utökat undersökningsområde.

Det är viktigt att påpeka att urvalet av brunnar i Larsson et al. (2019) och Dahlqvist, Ladenberger, et al. (2016) var riktat mot områden som utifrån tidigare provtagningar misstänktes uppvisa mycket höga kadmiumhalter. Samtidigt är antalet analyser som utvärderats i föreliggande studie mycket lågt, vilket medför att resultatet inte kan anses vara representativt.

Resultatet stöds av en studie från 90-talet som gjordes av miljö- och hälsoskyddskontoret i Simrishamns kommun och visade att kadmiumhalterna översteg 5 µg/l i bara två av 118 undersökta brunnar (Simrishamns kommun 1994 som citerad i Backe et al., 2003). Resultatet kan också jämföras med Larsson et al. (2020) som undersökte kadmiumhalten i grundvatten i andra områden i Skåne som pekats ut som riskområden för förhöjda kadmiumhalter. Den högsta uppmätta kadmiumhalten i den studien uppgick till 3,1 µg/l, alltså under Livsmedelsverkets gränsvärde för tjänligt vatten på 5 µg/l (Larsson et al., 2020).

Att en brunn ligger i ett utpekade riskområde medför alltså inte automatiskt att dess vatten innehåller oroväckande halter av kadmium (Larsson et al., 2020). Samtidigt finns det muntliga uppgifter som indikerar att förhöjda halter av kadmium kan

förekomma i enstaka brunnar i Simrishamns kommun (Larsson et al., 2020). Den bilden stämmer med vad som observerades i trakten kring Maglasäte-Lillasäte, där brunnar på fastigheter intill varandra kunde uppvisa vitt skilda kadmiumhalter, vilket ansågs bero på lokala sprickmineraliseringar av exempelvis zinkblände och blyglans (Larsson et al., 2019). Samma trend, eller snarare avsaknad av geografisk trend, observerades av Söderström & Eriksson (2013) som konstaterade att kadmiumhalter i åkerjord kunde vara markant olika inom en och samma åker. I det här sammanhanget är det intressant att nämna att brunnarna B2 och O2, som bara ligger ca 65 m ifrån varandra, uppvisade mycket olika kadmiumhalter (6,7 µg/l respektive 0,25 µg/l). Inget brunnsprotokoll fanns att tillgå för O2, men det finns ytterligare två dricksvattenbrunnar inom ett avstånd på 30 respektive 90 m från O2 som tar vatten i berg bestående av kambrisk sandsten med överlagrande diabas (SGU:s brunnsarkiv 906110036, SGU:s brunnsarkiv 906109913). Det gör det sannolikt att även O2 har sitt vattenuttag i berg och tyder därmed på en mycket lokal kadmiumpåverkan från berggrunden i B2.

Den geografiska spridningen av kadmiumhalter som observerats i andra områden innebär att det kan finnas fler brunnar i undersökningsområdet vars vatten uppvisar mycket höga halter av kadmium och därmed är otjänligt som dricksvatten. För att få en mer representativ bild av kadmiumsituationen i undersökningsområdet bör en mera omfattande undersökning göras med provtagning i fler brunnar. Framför allt skulle det vara intressant att ta prover från de brunnar som ligger närmast B2 (Fig. 9).

Kadmiumkällor

Antropogena punktkällor

Reningsverket (PK1) tillhör en riskbransch, men kadmiumutsläpp från reningsverk för avloppsvatten kommer främst från anläggningar i tätbebyggda områden med en kapacitet på minst 100 000 personequivallenter (Stockholms stad 2009 som citerad i Kemikalieinspektionen, 2011). Reningsverket i Östra Vemmerlöv är betydligt mindre än så, varför kadmiumutsläppen därifrån bör vara försumbara.

Åldersangivelserna för avfallsdeponin (PK5) indikerar att den kan innehålla kadmiumförorenat avfall. Dess läge i ett tidigare grustag, alltså i ett område med genomsläppliga jordarter, gör dessutom att förutsättningar finns för snabb spridning av kadmium med lakvatten från deponin. Samtidigt är det troligt att viss bindning sker genom sorption, t.ex. till organiskt material från deponin, vilket minskar spridningen. Uddh Söderberg et al. (2019) konstaterade att metallhalterna i en deponi vid Pukebergs glasbruk var avsevärt högre än bakgrundshalterna men avtog plötsligt vid övergången mellan deponin och underliggande naturlig jord. Inga indikationer fanns på att grund-

vattnet var förorenat, vilket troddes bero på högt pH i området. Uppgifter om pH i området som undersökts i den här studien skulle kunna ge klarhet över sorptionens betydelse. Viss pågående kadmiumpåverkan från avfallsdeponin kan med hänsyn till den miljöprovtagning som gjorts inte uteslutas, men halterna skulle också kunna vara naturligt orsakade. Sammanfattningsvis är det mycket sannolikt att kadmiumpåverkan från deponin sker, men den är i nuläget troligtvis mycket begränsad. Viktigt att komma ihåg är att ändrade geokemiska förutsättningar allteftersom deponin åldras, t.ex. lägre pH, kan leda till större kadmiumpåverkan i framtiden.

I brist på närmare information om skrothandeln (PK23) får det anses vara möjligt att hantering av metallskrot har orsakat kadmiumförorening. Verksamhetens läge i ett område med mellantäta jordarter (Sorelius, 2000) gör att viss spridning av eventuellt förekommande kadmium med grundvattnet har kunnat ske, men samtidigt bör viss sorption ske eller ha skett i marken. Det gör att eventuell kadmiumpåverkan från skrothandeln på grundvattnet bedöms som begränsad.

Antropogena diffusa källor

Gödsling och kalkning måste vid en första bedömning utifrån markanvändning betraktas som potentiella källor till diffusa kadmiumutsläpp i stora delar av undersökningsområdet. Denna bedömning påverkas inte av att det finns skyddade områden i undersökningsområdet eftersom de tillhörande föreskrifterna inte i något fall innebär ett totalförbud mot vare sig gödsling eller kalkning på odlingsmark. Det finns dock indikationer på omfattande sorption av kadmium i svensk åkermark, vilket leder till betydligt lägre kadmiumhalter i djupare jordlager än i matjorden (Eriksson et al. 1997 som citerad i Backe et al., 2003). Sammanfattningsvis är det troligt att ytliga grundvatten i undersökningsområdet är påverkade av gödsling och kalkning, men påverkan bedöms avta betydligt med djupet.

Naturliga källor

Undersökningsområdets läge i den del av Skåne som uppvisar högst kadmiumhalter i morän (Fig. 6) och med en berggrund som till övervägande del består av riskbergarter för högt kadmiuminnehåll (Fig. 8) gör det mycket troligt att förhöjda kadmiumhalter i grundvattnet har naturligt ursprung. De förhöjda halterna av bly som dessutom konstaterats i grundvattenförekomsten Vik, och som även de tros bero på naturliga bakgrundshalter i berggrunden (Danielsson, 2020), ger ytterligare stöd för denna bedömning.

Sambandet som har observerats mellan förekomsten av kambrisk sandsten och förhöjda kadmiumhalter i grundvatten har en uppenbar förklaring när det gäller provtagningspunkter med vattenuttag i berg. För provtagningspunkter med vattenuttag i morän skulle ett eventuellt samband med förhöjda kadmiumhalter i grundvatten kunna förklaras med att moränen på Österlen har en begränsad mäktighet och därmed till stor del avspeglar den underliggande berggrundens sammansättning (Daniel, 1986). I den här studien kan dock i avsaknad av information om jordlagerföljden i provtagningspunkterna och om var vattenuttag sker (i jord eller berg) inga slutsatser om ett sådant samband dras.

Förhöjda kadmiumhalter i provtagningspunkter med vattenuttag i jord, där det översta jordlagret utgörs av isälvssediment, skulle kunna bero på ett underlagrande moränskikt eller på förhöjda kadmiumhalter i isälvssedimenten. Isälvssediment är vanligtvis en direkt produkt av omgivande morän. De är i regel mera långtransporterade än moränen och avspeglar därmed inte den underliggande berggrunden lika tydligt. Jordarternas sammansättning på Österlen är dock på grund av de växlande och mellan delområden olika isrörelserna generellt mycket varierande (Daniel, 1986). En sammanställning av bergartsinnehållet i isälvsvlagringarnas grövre fraktioner i och kring undersökningsområdet visar på innehåll av både kambrisk sandsten och alunskiffer, om än i mindre omfattning än urbergspartiklar (Daniel, 1986). Därmed finns det skäl att anta att även de finare fraktionerna till viss del innehåller material från kadmiumrika bergarter.

Sammanfattande bedömning

Det finns troligtvis en viss påverkan på ytliga grundvatten från antropogena källor, främst från gödsling och kalkning och möjligen även från en gammal avfallsdeponi och en skrothandel. Förhöjda kadmiumhalter i djupare grundvatten bedöms däremot med största sannolikhet ha naturligt ursprung i kambrisk sandsten och alunskiffer, antingen genom vattenuttag direkt i berggrunden eller i jordarter som bildats av bergarterna.

För att kunna dra bättre slutsatser om sambandet mellan kadmiumhalten i grundvatten och i jordarter och berg skulle den tidigare föreslagna mera omfattande undersökningen av kadmiumhalter i grundvatten kunna kombineras med provtagning av lösa avlagringar och berg, samtidigt som bättre information inhämtas om brunnarnas placering och om jordlagerföljden. Analysen skulle dessutom kunna utökas till att omfatta andra ämnen, som t.ex. bly och zink, som kan indikera naturlig påverkan, och fosfor, som kan indikera antropogen påverkan (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016).

Riktvärde för grundvattenförekomsten Rörums Fur

Tillgänglig information om områdets hydrogeologiska förhållanden, med en fast grundvattendelare mellan skrothandeln (PK23) och B2 och ett generellt grundvattenflöde som är riktat från B2 till avloppsreningsverket istället för tvärtom (PK1), leder till bedömningen att ingen av verksamheterna utgör någon påverkanskälla i förhållande till provtagningspunkt B2. Den kadmiumpåverkan som troligtvis sker från avfallsdeponin, PK5, bedöms i nuläget vara riktad österut, mycket lokal och begränsad i djupled. Detta, tillsammans med det förhållandevis långa avståndet, gör att även avfallsdeponin kan uteslutas som påverkanskälla till B2.

Fosforgödsling och kalkning på den omgivande åkermarken orsakar troligtvis viss kadmiumpåverkan i området kring provtagningspunkten, men det är, som tidigare nämnt, sannolikt bara ytliga grundvatten som påverkas medan brunnen i fråga har sitt vattenuttag på ett djup på 12 m och mer. Möjligen skulle det kunna ske ett läckage från markytan till brunnen om den är dåligt tätad.

De geologiska förhållandena med en berggrund av kambrisk sandsten, som i provtagningspunkten genomskärs av en diabasgång, ger tydliga indikationer på en naturlig kadmiumpåverkan från berggrunden. I avsaknad av andra troliga källor som kan förklara den höga uppmätta kadmiumhalten i provtagningspunkten får berggrunden anses vara den mest sannolika källan. En möjlig orsak till förhöjda kadmiumhalter skulle också kunna vara gamla galvaniserade ledningar (Backe et al., 2003). Detta skulle kunna uteslutas genom att ett vattenprov tas direkt i brunnen istället för i vattenkranen.

Då ett riktvärde för kadmium tas fram för grundvattenförekomsten Rörums Fur måste hänsyn tas till att det sannolikt finns naturligt höga bakgrundshalter av kadmium i områdets grundvatten. Provtagningspunkten B2 har emellertid sitt vattenuttag i berg och kan därmed inte anses representera grundvattenförekomsten Rörums Fur som är en sand- och grusförekomst. Undantas provtagningspunkten vid bedömning av grundvattenförekomstens kemiska status så har det generella riktvärdet för kadmium inte överskridits i någon punkt inom grundvattenförekomsten. Därmed är det inte aktuellt att fastställa ett riktvärde för kadmium i grundvattenförekomsten Rörums Fur.

I berget under grundvattenförekomsten Rörums Fur ligger grundvattenförekomsten Vik. Provtagningspunkt B2 ligger dock utanför Viks geografiska utbredningsområde, och därmed är det inte heller aktuellt att sätta ett lokalt, högre riktvärde för grundvattenförekomsten Vik.

Avslutande reflektion

Studien tyder på att de högsta uppmätta kadmiumhalterna till övervägande del har en naturlig orsak i berggrunden, och i föregående avsnitt har diskuterats huruvida det är aktuellt att sätta ett högre riktvärde för kadmium i grundvattenförekomsten Rörums Fur. I det sammanhanget är det viktigt att framhålla att det är olika bedömningar som görs av grundvattnets kemiska status inom ramen för vattenförvaltningens arbete och av ett grundvattnets lämplighet som dricksvatten. Vattenförvaltningens syfte är att förhindra mänsklig påverkan på grundvattnet, och vid bedömning av grundvattnets status tas därmed hänsyn till naturligt höga bakgrundshalter av ett ämne. Bedömningen av grundvatten enligt Livsmedelsverkets bestämmelser görs däremot med avseende på vattnets lämplighet som dricksvatten. Vattnet i en grundvattenförekomst kan således bedömas ha god kemisk status när förhöjda halter av ett ämne har naturligt ursprung, men samma vatten kan bedömas vara otjänligt som dricksvatten. Det bör också påpekas att Livsmedelsverket 2017 föreslog att gränsvärdet för kadmium i dricksvatten ska sänkas från 5 µg/l till 3 µg/l, vilket skulle leda till ännu större skillnader i bedömningen av grundvatten som görs i olika syften. På grund av nödvändiga formaliteter är ändringen av gränsvärdet ännu inte införd i svensk lagstiftning (Larsson et al., 2020). En framtida höjning av gränsvärdet påverkar emellertid inte resultatet och dess tolkning i det här arbetet.

En annan aspekt av att de förhöjda kadmiumhalterna sannolikt har en naturlig källa är att det inte går att sanera bort dem. Rening av grundvattnet inför konsumtion som dricksvatten eller alternativ vattenförsörjning är i så fall de enda möjliga åtgärderna för att undvika att människor exponeras för skadliga halter av ämnet (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016).

I motsats till vatten från kommunal vattenförsörjning är det för vatten från en enskild brunn i regel fastighetsägarens ansvar att kontrollera dess kvalitet (Sveriges geologiska undersökning, u.å.a.). Det ställer höga krav på individen och gör samtidigt personer med egen brunn särskilt utsatta för föroreningar (Larsson et al., 2019). Detta bekräftas i en studie av Kippler et al. (2020) som fann att kvinnor i Sverige med egen brunn uppvisade högre kadmiumhalter i urin än kvinnor med kommunal vattenförsörjning. Här kan också nämnas att ägaren till brunnen där kadmiumhalten överstigit Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten fick ta del av analysresultatet och därmed är medveten om problemet (V. Danielsson, personlig kommunikation, 2020-04-23). Grundvattenprovet med näst högst kadmiumhalt, som med avseende på dricksvatten från enskild dricksvattenförsörjning skulle klassas som

tjänligt med anmärkning, avser en kommunal dricksvattentäkt, vilket innebär att regelbunden provtagning och analys av vattnet sker och att en medvetenhet om kadmiumhalten finns hos Simrishamns kommun.

Vid genomgång av analysprotokollen för enskilda brunnar noterades att inte alla prover hade analyserats på kadmium. Det visar att det inte bara är angeläget att nå ut med kunskap om *att* man bör provta sitt dricksvatten (Dahlqvist, Ladenberger, et al., 2016; Larsson et al., 2019) utan även om *vilka ämnen* som bör omfattas av analysen.

Med hänsyn till studiens begränsade omfattning är det för tidigt att ge rekommendationer för hur ett eventuellt problem med generellt höga kadmiumhalter i Simrishamns kommun ska hanteras. Rekommendationen är istället, som tidigare föreslaget, att utföra en mera omfattande undersökning för att få en bättre bild av kadmiumsituationen. Alternativt kan genom en riktad informationskampanj – om en sådan inte utförts nyligen – hushåll med egen dricksvattenförsörjning i Simrishamns kommun få upplysningar om vikten av att provta sitt dricksvatten och vilka ämnen som bör omfattas av grundvattenanalysen.

Även om den här studien indikerar att de uppmätta förhöjda kadmiumhalterna till övervägande del är naturligt orsakade får man inte bortse från att antropogena källor finns. Det kan inte heller uteslutas att det finns andra antropogena källor än de som identifierats i det här arbetet. Det skulle exempelvis kunna finnas fler deponier i området som myndigheterna inte känner till.

En stor del av de antropogent orsakade kadmiumutsläppen binds sannolikt i marken. Det kan tyckas vara positivt för både människa och miljö att kadmium på så vis hindras från att nå grundvattnet. En nackdel med den omfattande bindningen är dock att kadmium i marken kan skada ekosystem som är beroende av de översta jordlagren. Kadmium kan dessutom tas upp av grödor som hamnar i människans näringskedja (Järup & Åkesson, 2009; Kippler et al., 2020). På lång sikt kan dessutom ändrade geokemiska förhållanden eller en pågående ökning av kadmiumhalten leda till att kadmium som bundits i marken ändå når grundvattnet (Mosai & Tutu, 2018). Marken ska därmed inte nödvändigtvis betraktas som en permanent kadmiumsänka utan snarare som ett tillfälligt lagringsutrymme (Kubier et al., 2019).

Avslutningsvis är det viktigt att understryka att denna studie är fokuserad på ett enda ämne: kadmium. I undersökningsområdet har inom ramen för miljöövervakningen av grundvatten och vid analys av dricksvatten från privata brunnar även höga halter av andra ämnen detekterats, exempelvis nitrat och bekämpningsmedel, som inte har naturligt ursprung. Det visar tydligt på att grundvattnet i området är påverkat av människan och att det är angeläget att skydda det av hänsyn till både människors hälsa och miljön.

Slutsatser

Studiens resultat kan sammanfattas genom följande slutsatser:

- Kadmiumhalter som är förhöjda i förhållande till SGU:s generella referensvärde (0,1 µg/l) har uppmätts i 50 % av provtagningspunkterna i undersökningsområdet. Den högsta uppmätta halten uppgår till 6,7 µg/l, vilket kan jämföras med Livsmedelsverkets gränsvärde för otjänligt dricksvatten (SLVFS 2001:30) på 5 µg/l.
- Den mest troliga källan till de högsta uppmätta kadmiumhalterna är berggrunden i undersökningsområdet, som till övervägande del består av kambrisk sandsten och till en mindre del av alunskiffer. Potentiella punktkällor till kadmium finns i området, men deras påverkan på grundvattnet bedöms som begränsad. Ytliga grundvatten i undersökningsområdet är sannolikt påverkade av gödsling och kalkning, men i liten omfattning
- Den provtagningspunkt, där halter över det generella riktvärdet för kadmium uppmätts, ligger i berg och inte i sand- och grusförekomsten som utgör Rörums Fur. Därmed är det inte aktuellt att fastställa ett lokalt, högre riktvärde för grundvattenförekomsten Rörums Fur.

Tack

Jag vill tacka mina handledare, Dan Hammarlund på Geologiska institutionen vid Lunds universitet, och Carola Lindeberg på SGU för värdefulla synpunkter, råd och hjälp under arbetets gång. Ett stort tack även till alla som bidragit med nödvändig information och data, särskilt Verena Danielsson på Länsstyrelsen Skåne. Sist men inte minst vill jag tacka min man och mina barn för att de stått ut med att jag försvunnit in i en bubbla och inte varit så tillgänglig under tiden jag arbetat med min kandidatuppsats.

Referenser

- AB K Berggrens Metallia i Gyllebo. (2020). *AB K Berggrens Metallia i Gyllebo*. Hämtad 2020-05-03, från <http://www.metallia.se/kontakt>
- Andersson, M., Carlsson, M., Ladenberger, A., Morris, G., Sadeghi, M., & Uhlbäck, J. (2014). *Geokemisk atlas över Sverige*. Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/dokument/mineralnaring/Geokemisk%20atlas/text/geokemisk-atlas-over-sverige.pdf>
- Arvidsson, I. & Modin, H. (2016). *Grundvattenprovtagning 2016-10-24. Simrishamns kommun. Vemmerlöv gammal deponi* (Uppdragsnummer 1234107000). Sweco.
- Backe, C., Björn, H., Holmqvist, J., & Andreasson, F. (2003). *Kadmiumsituationen i Skåne. Delrapport 1. Exempel på kadmiumkällor och halter i den skånska miljön*. Länsstyrelsen i Skåne län. <https://docplayer.se/10558120-Kadmiumsituationen-i-skane-delrapport-1.html>
- Berggren Kleja, D., Elert, M., Gustafsson, J. P., Jarvis, N., & Norrström, A.-C. (2006). *Metallers mobilitet i mark* (Rapport 5536). Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5536-4.pdf>
- Dahlqvist, P., & Gustafsson, M. (2015). *Grundvattenmagasinet Baske* (K 551). Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/produkter/k/k551-rapport.pdf>
- Dahlqvist, P., & Gustafsson, M. (2016). *Grundvattenmagasinet Rörum* (K 549). Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/produkter/k/k549-rapport.pdf>
- Dahlqvist, P., Gustafsson, M., & Olander, H. T. (2016). *Grundvattenmagasinet Gyllebo* (K 550). Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/produkter/k/k550-rapport.pdf>
- Dahlqvist, P., Ladenberger, A., Maxe, L., Jönsson, C., Magnusson, E., & Thulin, H. T. (2016). *Kartläggning och tolkning av ursprung till höga halter av kadmium och bly i grundvattnet i Maglasäte-Lillasäte, Höörs kommun, Skåne* (SGU-rapport 2016:02). Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1602-rapport.pdf>
- Daniel, E. (1986). *Beskrivning till jordartskartorna Tomelilla SO/Simrishamn SV/Ystad NO/Örnabusen NV* (Jordartsgeologiska kartblad skala 1:50 000. Serie Ae. Nr 65-66). Sveriges geologiska undersökning.
- Danielsson, V. (2020). *Motivering – lokalt riktvärde för bly i grundvattenförekomsten "Vik" WA12192201*. Länsstyrelsen Skåne.
- Direktiv 2000/60/EG. *Upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område*. Europaparlamentet, Europeiska Unionens Råd. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0060&from=SV>

- Järup, L., & Åkesson, A. (2009). Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 238(3), 201-208. 10.1016/j.taap.2009.04.020
- Kemikalieinspektionen. (2011). *Kadmiumhalten måste minska – för folkbälsans skull. En riskbedömning av kadmium med mineralgödsel i fokus. Rapport från ett regeringsuppdrag* (Rapport Nr 1/11). <https://www.kemi.se/global/rapporter/2011/rapport-1-11.pdf>
- Kippler, M., Broberg, K., Wennberg, M., Hovgard, A., Sällsten, G., Assarsson, E., & Lundh, T. (2020). *Hälsorelaterad miljöövervakning - biomonitorering av kadmium i urin hos svenska och utländska kvinnor* (NV-03312-17). Naturvårdsverket. <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1395127&dsid=-5024>
- Knutsson, G., Morfeldt, C.-O., & Svensk byggtjänst. (2002). *Grundvatten : teori & tillämpning* (3. utg.). Svensk byggtjänst.
- Kornfält, K.-A., Andersson, M., Daniel, E., & Persson, M. (1996). *Kadmium i marken i sydöstra Skåne* (Rapporter och meddelanden nr 82). Sveriges geologiska undersökning.
- Kubier, A., Hamer, K., & Pichler, T. (2020). Cadmium background levels in groundwater in an area dominated by agriculture. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 16(1), 103-113. 10.1002/ieam.4198
- Kubier, A., Wilkin, R. T., & Pichler, T. (2019). Cadmium in soils and groundwater: A review. *Applied Geochemistry*, 108, 1-16. 10.1016/j.apgeochem.2019.104388
- Lantmäteriet. (2013-04-30). *GSD-Översiktskartan*, vektor [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Lantmäteriet. (2015-07-01). *GSD-Höjddata*, grid 50+ nb [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Lantmäteriet. (2015-07-01). *GSD-Terrängkartan*, vektor [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Lantmäteriet. (2017-12-19). *GSD-Fastighetskartan*, vektor [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Lantmäteriet. (2019-09-01). *Ortofoto* [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Lantmäteriet. (u.å.). *Geodata*. Hämtad 2020-04-14, från https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search.jsessionid=C00E17CD1619DCDC9515E943CE057E28#/search?resultType=swe-details&_schema=iso19139*&type=dataset%20or%20series&from=1&to=20
- Larsson, E., Lundh, T., Tekavec, E., Ladenberger, A., & Danielsson, V. (2020). *Bly och kadmium i vatten från enskilda brunnar i fem skånska kommuner* (Rapport nr 1/2020). Arbets- och miljömedicin Syd.
- Larsson, E., Tekavec, E., & Lund, T. (2019). *Naturligt förhöjda halter av bly och kadmium i enskilda brunnar i Höörs kommun* (Rapport nr 3/2019). Arbets- och miljömedicin Syd. <https://sodrasjukvardsregionen.se/download/rapport-32019-naturligt-forhojda-halter-av-bly-och-kadmium-i-enskilda-brunnar-i-hoors-kommun/>
- Livsmedelsverket. (2015). *Råd om enskild dricksvattenförsörjning*. <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/livsmedel-innehall/mat->

dryck/dricksvatten/egen-brunn/rad-om-egen-brunn/rad-om-enskid-dricksvattenforsorjning.pdf

Loganathan, P., Vigneswaran, S., Kandasamy, J., & Naidu, R. (2012). Cadmium sorption and desorption in soils: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42(5), 489-533. 10.1080/10643389.2010.520234

Lång, L.-O., Adielsson, S., Maxe, L., Schoning, K., & Thorsbrink, M. (2019). *Grundvatten av god kvalitet – underlagsrapport till den fördjupade utvärderingen av miljömålen 2019* (SGU-rapport 2019:01). Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1901-rapport.pdf>

Länsstyrelsen Skåne. (u.å.). *Miljöfarlig verksamhet*. Hämtad 2020-04-25, från <https://www.lansstyrelsen.se/skane/miljo-och-vatten/miljofarlig-verksamhet.html>

Länsstyrelserna. (2010-löpande). *LST Potentiellt förorenade områden externt (EBH)* [Geodata]. Hämtad 2020-03-24, från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c>

Länsstyrelserna. (2019-löpande). *SE.PF E-PRTR anläggningar* [Geodata]. Hämtad 2020-04-14, från https://ext-geodata-gp.lansstyrelsen.se/geoserver/inspire/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=pf_eprtr_anlaggningar&outputFormat=SHAPE-ZIP

Mosai, A. K., & Tutu, H. (2018). Modeling of sorption and transport of cadmium, copper and chromium on an agricultural soil impacted by mining activities. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 37(6), 2063-2072. 10.1002/ep.12897

Naturvårdsverket. (2005-löpande). *Skyddade områden, naturreservat* [Geodata]. Hämtad 2020-04-24, från <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>

Naturvårdsverket. (2006-löpande). *Skyddade områden, vattenskyddsområden* [Geodata]. Hämtad 2020-04-06, från <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>

Naturvårdsverket. (2008). *Övervakning av prioriterade miljöfarliga ämnen listade i Ramdirektivet för vatten* (Rapport 5801). <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5801-2.pdf>

Nordberg, G. F., Bernard, A., Diamond, G. L., Duffus, J. H., Illing, P., Nordberg, M., Bergdahl, I. A., Jin, T. & Skerfving, S. (2018). Risk assessment of effects of cadmium on human health (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 90(4), 755–808. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1515/pac-2016-0910>

Olsson, I.-M., Bensryd, I., Lundh, T., Ottosson, H., Skerfving, S., & Oskarsson, A. (2002). Cadmium in blood and urine – impact of sex, age, dietary intake, iron status, and former smoking – association of renal effects. *Environmental Health Perspectives*, 110(12), 1185-1190.

Naturvårdsverket. (2017-11-30). *Kadmium. Utsläpp i siffror*. <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmataller/Kadmium/>

Pang, L., Close, M., & Flintoft, M. (2004). Attenuation and transport characteristics of cadmium, zinc and lead in selected New Zealand aquifer systems. *Journal of Hydrology (New Zealand)*, 43(2), 95-110.

- Scheuhammer, A. M. (1987). The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury, and lead in birds: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 46(4), 263–295.
- SGU-FS 2013:2. *Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten*. Sveriges geologiska undersökning. <http://resource.sgu.se/dokument/om-sgu/foreskrifter/sgu-fs-2013-2.pdf>
- SLVFS 2001:30. *Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten*. Statens livsmedelsverk. https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/dricksvatten---naturl-mineralv--kallv/slvfs-2001-30-hela_foreskriften.pdf
- Sorelius, A. (2000). *MIFO Skrot i Vemmerlöv*. Länsstyrelsen Skåne.
- Svedström, S., Sorelius, A. & Persson, C. (2009). *MIFO Ö Vemmerlövs avloppsreningsverk*. Länsstyrelsen Skåne.
- Svenskt Vatten. (2016-05-19). *Produktion av dricksvatten*. <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/produktion-av-dricksvatten/>
- Sveriges geologiska undersökning. (2013). *Bedömningsgrunder för grundvatten (SGU-rapport 2013:01)*. <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1301-rapport.pdf>
- Sveriges geologiska undersökning. (2014-02-05). *Jordarter 1:25 000 - 1:100 000* [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Sveriges geologiska undersökning. (2015-09-11). *Grundvattenmagasin* [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Sveriges geologiska undersökning. (2015-12-07). *Brunnar* [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Sveriges geologiska undersökning. (2017-12-20). *Berggrund 1:50 000 - 1:250 000* [Geodata]. <https://zeus.slu.se/get/?drop=>
- Sveriges geologiska undersökning (u.å.a). *Enskild vattenförsörjning – vad innebär det?* Hämtad 2020-05-01, från <https://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/enskid-vattenforsorjning/>
- Sveriges geologiska undersökning (u.å.b) *Miljöövervakning av grundvattenkemi [Data]*. Hämtad 2020-04-14, från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-miljoovervakning-grundvatten.html>
- Sveriges geologiska undersökning. (u.å.c). *Vattenförvaltning av grundvatten*. Hämtad 2020-05-01, från <https://www.sgu.se/vagledning/vattenforvaltning-av-grundvatten/>
- Söderström, M., & Eriksson, J. (2013). Gamma-ray spectrometry and geological maps as tools for cadmium risk assessment in arable soils. *Geoderma*, 192, 323-334. [10.1016/j.geoderma.2012.07.014](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.07.014)
- Uddh Söderberg, T., Berggren Kleja, D., Åström, M., Jarsjö, J., Fröberg, M., Svensson, A., & Augustsson, A. (2019). Metal solubility and transport at a contaminated landfill site – From the source zone into the groundwater. *Science of the Total Environment*, 668, 1064–1076. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.013>
- Upadhyaya, S., Eriksson, M. & Lalloo, D. (2016). *MIFO Sofielustdeponin, F.d. Ebrnbergs Läder*. Länsstyrelsen Skåne.

Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna, & Havs- och Vattenmyndigheten. (u.å.a). *Listarumsåsen*. Vatteninformationssystem Sverige. Hämtad 2020-05-01, från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA66445112>

Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna, & Havs- och Vattenmyndigheten. (u.å.b). *Rödingsborg*. Vatteninformationssystem Sverige. Hämtad 2020-05-01, från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42203788>

Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna, & Havs- och Vattenmyndigheten. (u.å.c). *Rörums Fur*. Vatteninformationssystem Sverige. Hämtad 2020-05-01, från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA41905020>

Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna, & Havs- och Vattenmyndigheten. (u.å.d). *Vik*. Vatteninformationssystem Sverige. Hämtad 2020-05-01, från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA12192201>

Zhang, H., & Reynolds, M. (2019). Cadmium exposure in living organisms: A short review. *Science of the Total Environment*, 678, 761-767. 10.1016/j.scitotenv.2019.04.395

Åkesson, C. (2001). *Undersökning av grundvattenförhållanden i området kring Östra Vennerlöv, Simrishamns kommun, sydöstra Skåne*. [Examensarbete, Geologiska institutionen, Lunds universitet].

<http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=2343589&fileOId=3164912>



LUNDS
UNIVERSITET

WWW.CEC.LU.SE
WWW.LU.SE

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning
Centrum för miljö- och
klimatforskning
Ekologihuset
223 62 Lund