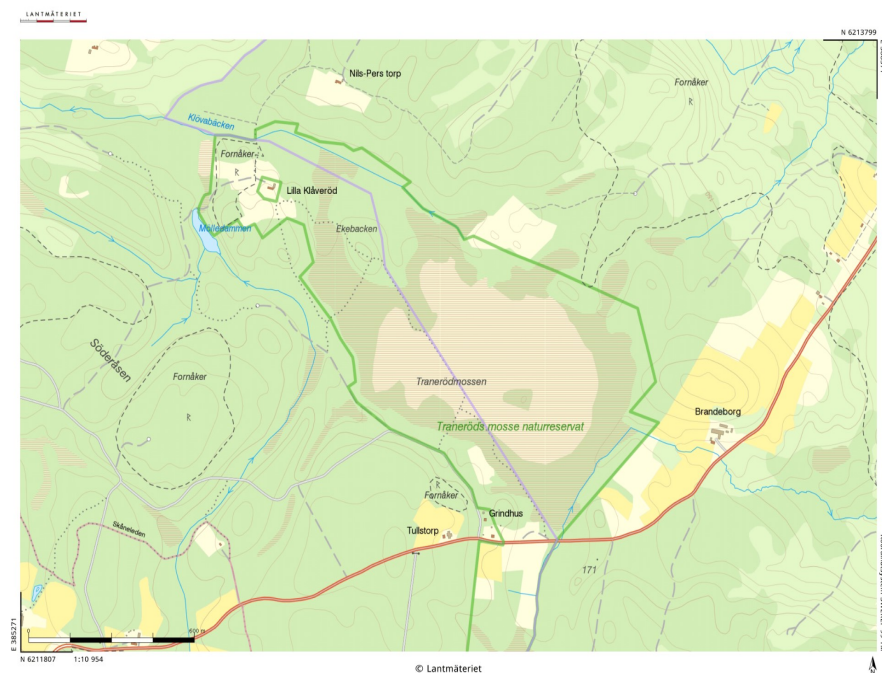


Ekologiskt vatten från Lilla Klåveröd: en riskinventering för skydd av grund- vatten

Pontus Olsson

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 487
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2016

Ekologiskt vatten från Lilla Klåveröd: en riskinventering för skydd av grundvatten

Kandidatarbete
Pontus Olsson

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2016

Innehåll

1	Introduktion	7
1.1	Syfte	7
2	Bakgrund	7
2.1	Områdesbeskrivning	7
2.2	Projektet Lilla Klåveröd	9
2.2	Förorenade områden	9
2.3.1	Föroreningsspridning	9
2.3.2	Föroreningsrisker	11
2.3.3	Metodik för inventering av förorenade områden	12
2.4	Ekologiskt vatten	12
2.4.1	Ekologiska livsmedel	12
2.4.2	Dricksvattenföreskrifter	13
3	Metoder	14
3.1	Vattnets egenskaper och vattenkvalitet	14
3.2	Risikinventering av Lilla Klåveröd	14
4	Resultat	14
4.1	Vattnets egenskaper och vattenkvalitet	14
4.2	Risikinventering av Lilla Klåveröd	15
5	Diskussion	15
5.1	Vattnets egenskaper och vattenkvalitet	15
5.2	Risikinventering av Lilla Klåveröd	16
5.3	Ekologiskt vatten	16
6	Slutsatser	18
7	Tack	18
8	Referenser	19

Bilaga 1 - Analys av bekämpningsmedelsrester

Bilaga 2 - Bestämning av element i vattenprover

Ekologiskt vatten från Lilla Klåveröd: en riskinventering för skydd av grundvatten

PONTUS OLSSON

Olsson, P., 2016: Ekologiskt vatten vid Lilla Klåveröd: en riskinventering för skydd av grundvatten. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 487, 19 sid. 15 hp.

Sammanfattning: Dricksvatten i Sverige är generellt sett av god kvalitet. De senaste årens upptäckter av föroreningar i dricksvattentäkter har dock uppmärksammat brister i övervakningen av grundvatten. Faktum är att föroreningar i grundvatten behöver fastställas och kartläggas i mycket högre utsträckning, för att det även i framtiden ska kunna säkerhetsställas ett vatten av god kvalitet. Därför behöver kunskap om grundvatten och hydrogeologi öka i samhället. År 2014 påbörjade företaget HP Borrningar ett kunskapsprojekt vid Lilla Klåveröd med avsikt att åskådliggöra vattnets kretslopp i området. Ett examensarbete har nu utförts för att undersöka vilka kriterier som behöver uppfyllas för att ett vatten ska få klassificeras som ekologiskt och om grundvattnet vid Lilla Klåveröd uppfyller dessa. Med avseende på det analyserades metaller, mineraler samt bekämpningsmedel i grundvattnet. Därtill utfördes en riskinventering i området. Resultaten visar att grundvattnet är av god kvalitet, trots höga halter av järn, mangan och aluminium. Inga bekämpningsmedel påträffades. Identifierade föroreningsrisker i området är en grillplats, en förvaringsplats och en deponi utanför fastigheten. De bedöms inte ha påverkat grundvattnet nämnvärt. Tillrinningsområdet för ett ekologiskt vatten borde uppfylla liknande kriterier som för ett KRAV-godkänt område i skogen, vilket innebär att tillrinningsområdet inte får ligga närmare än 25 meter från en trafikerad väg eller föroreningskälla, att inga skogsplanter som har blivit behandlade med kemiskt framställda bekämpningsmedel får ha planterats där under de senaste tre åren, samt att området heller inte får ha konstgödslats eller besprutats under den perioden. Det borde inte vara tillåtet att tillsätta några otillåtna naturfrämmande tillsatser eller konstgjorda färg- och aromämnen till vattnet. Lilla Klåveröd uppfyller dessa kriterier och bör därför utgöra en riktlinje för vad som är ekologiskt vatten.

Nyckelord: ekologiskt vatten, grundvatten, riskinventering, föroreningar, ekologiska livsmedel, Lilla Klåveröd, HP Borrningar.

Handledare: Charlotte Sparrenbom, Göran Persson (HP Borrningar AB), Peter Dahlqvist (SGU)

Ämnesinriktning: Kvärtärgeologi

Pontus Olsson, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige. E-post: pontusolsson1@live.se

Organic water from Lilla Klåveröd: a risk assessment for protection of groundwater

PONTUS OLSSON

Olsson, P., 2016: Organic water from Lilla Klåveröd: a risk assessment for protection of groundwater. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 487, 19 pp. 15 hp (15 ECTS credits) .

Abstract: Drinking water in Sweden is generally of good quality. However, recent discovery of contaminants in drinking water have shown deficiencies in the monitoring of groundwater. The fact is that pollutants in groundwater need to be determined and mapped to a much greater extent, in order to collateral a good quality water even in the future. For this reason, knowledge of groundwater and hydrogeology need to increase in society. In 2014, HP Borringar began a knowledge project at Lilla Klåveröd with the intention to illustrate the water cycle in the area. A thesis has now been conducted to examine the criteria that need to be met to get a water classified as organic and to assess if Lilla Klåvröd meet these. The groundwater has been analysed with regard to metals, minerals and pesticides. In addition, a risk assessment har been done to identify potential sources of contamination. The results showed that the groundwater is of good quality, despite high levels of iron, manganese and aluminum. No pesticides were found. The risk assessment showed that the major risks in the area where a barbecue place, a tiny scapheap and a landfill outside the real estate. The risks does not seem to have had an impact on the groundwater. The catchment area of an organic water should meet similar criteria as for a KRAV-labeled area in the forest, which means that the area needs to be further away than 25 meters from a road or a source of contamination, that no seedlings treated with chemically produced pesticides have been planted there during the last three years and that no artificial fertilizers have been used in the area during that time. Moreover it is not allowed to use any prohibited additives or artificial colouring and flavoring. Lilla Klåveröd meets these criteria and shoud therefore be considered as a guideline for an organic water.

Keywords: organic water, groundwater, contamination, risk assessment, organic products, Lilla Klåveröd, HP Borringar.

Supervisor(s): Charlotte Sparrenbom, Göran Persson (HP Borringar AB), Peter Dahllqvist (SGU)

Subject: Quaternary Geology

Pontus Olsson, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: pontu-solsson1@live.se

1 Introduktion

Vatten är vårt viktigaste livsmedel. Varje dag förbrukas vatten i allt från livsmedelsproduktion till hushållsändamål. Hela samhället är beroende av en tillförlitlig vattentillgång av hög kvalitet. Av den anledningen arbetar Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) kontinuerligt med att uppfylla miljömålet *Grundvatten av god kvalitet*. Definitionen av miljömålet är att ”Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag”. Grundvattnets kvalitet kontrolleras regelbundet genom bland annat vattenanalyser. I nuläget är bedömningen att miljömålet inte kommer att uppnås till år 2020 med befintliga och beslutande styrmedel och åtgärder. Exempelvis riskerar drygt 20 % av 3000 bedömda grundvattenförekomster att inte nå god vattenkvalitet till år 2021 (Miljömål 2016).

Grundvattenkvaliteten i Sverige är i behov av att säkerställas. Därför är det märkligt att vattenskydd inte har prioriterats i tillräckligt hög utsträckning. Till exempel saknade förra året 506 av 1711 kontrollerade kommunala grundvattentäkter ett vattenskyddsområde (Naturvårdsverket 2016). Ett annat tydligt exempel på hur bristfällig kontrollen av dricksvatten har varit är upptäckten av högfluorerade ämnen, så kallade PFAS, i höga nivåer i flera vattentäkter runt om i landet. Mest uppmärksammat blev orten Kallinge i Blekinge för två år sedan, där omkring 5000 människor drabbades av den giftiga föroreningen, som härrör från brandsläckningsskum. Det blev för många ett uppvaknande om att rent vattnet i kranen inte alltid är att ta för givet (Ronneby Kommun 2014).

För att undvika liknande händelser i framtiden behöver föroreningar i grundvatten fastställas och kartläggas och vattenskyddsområden övervakas i större utsträckning. Ett flertal föroreningar sprids ut av oförsiktighet eller bristande kunskaper och därför är det oerhört väsentligt att hydrogeologisk kunskap ökar i samhället, framförallt kunskap om föroreningsrisker och hur föroreningar transporteras. Ett konkret förslag är att det tidigt lärs ut vattenrelaterade kunskaper i skolan för att väcka barn och ungdomars intresse. Förhoppningsvis kan barnen även inspirera sina föräldrar så att fler blir medvetna om vilka utmaningar vi står inför och vad var och en kan göra för att förhindra ytterligare föroreningsutbredning.

Brunnsborrningsföretaget HP Borrnigar AB har tagit initiativ till att förmedla kunskap om vatten till barn i åldern 8-14 och framgångsrikt fångat deras intresse genom skolbesök på gården Lilla Klåveröd i nordvästra Skåne. I samband med kunskapsprojektets påbörjan för två år sedan utfördes ett examensarbete av Jorunn Falkenhaus vid Lunds universitet, som åskådliggjorde vattnets kretslopp i området (Falkenhaus 2014). Nu är företaget intresserat av utökade undersökningar för att identifiera eventuella föroreningsrisker som kan påverka grundvattnet, samt om deras vatten kan klassificeras som ekologiskt (HP Borrnigar 2016).

1.1 Syfte

Den här rapporten är andra delen av HP Borrnigars kunskapsprojekt om vatten vid Lilla Klåveröd. Exa-

mensarbetets syfte är att undersöka vilka kriterier som behöver uppfyllas för att ett vatten ska få kallas för ekologiskt, samt att genomföra en riskinventering vid Lilla Klåveröd för att bedöma risker och kunna skydda grundvattnet. För att kunna bedöma grundvattenkvaliteten ska vattenprover tas och analyseras med avseende på metaller, mineraler, sällsynta jordartsmetaller och bekämpningsmedel. Resultatet ska utgöra underlag vid bedömning av om grundvattnet är ekologiskt. Därtill ska temperatur, pH, oxidationsreduktionspotential, elektrisk konduktivitet, TDS (total andel fasta ämnen som är lösta) samt turbiditet mätas för att bedöma vattnets egenskaper. Rapportens frågeställningar kan sammanfattas i två punkter.

- Undersöka vilka kriterier som behöver uppfyllas för att ett vatten ska få klassificeras som ekologiskt, och uppfyller i så fall grundvattnet vid Lilla Klåveröd dessa?
- Vilka föroreningsrisker föreligger i ett område och i detta fall Lilla Klåveröd?

2 Bakgrund

2.1 Områdesbeskrivning

Lilla Klåveröd är en gammal gård belägen i nordvästra delen av naturreservatet Traneröds mosse, cirka tre mil öster om Helsingborg och 4,5 kilometer sydväst om Ljungbyhed. Fastigheten är dock exkluderad från själva naturreservatet (Fig. 1) (Länsstyrelsen i Skåne län 2006). Gården utgörs av två byggnader. Den ena byggnaden som till ytan är minst är nyligen renoverad. På tomtens finns nio borrade hål (Fig. 3). Brunnen B1 används för dricksvattenuttag. B6 används för uttag av grundvattenvärme. B5 används för infiltration till grundvattenvärmesystemet. B4, B9, B2 och B3 är observationsrör. B7 och B8 är grindstolpar. B9 är den enda brunn som endast är i kontakt med underliggande isälvsavlagring. De andra är djupare och utgör öppna hål ner i berggrunden (Falkenhaus 2014).

I närheten av B1 finns en grillplats (Fig. 3). Några hundra meter nordväst om fastigheten i en isälvsavlagring i naturreservatet är avfall olagligt deponerat utan någon täckning. Deponin är inte allmän utan härrör till det enskilda hushållet (Göran Persson, HP Borrnigar, pers. kom. maj 2016). Dess ålder är okänt. Troligtvis är deponin äldre än naturreservatet som bildades år 2006, då området blev skyddat (Länsstyrelsen i Skåne län 2006).

Området är beläget på Söderåsens platå, cirka 170 meter över havet (Fig. 2). Platån utgörs av en urbergs horst som bildats genom långvariga rörelse längs med en sprickzon i kontinentalplattan. Sprickzonen med tillhörande förkastningar samt krosszoner sträcker sig diagonalt i nordväst-sydöstlig riktning över hela Skåne och benämns som Tornquistzonen (Fredén 2002).

Lagerföljden vid Lilla Klåveröd består av en 40-60 cm tjock jordmån, följt av antingen en cirka 3,5-4,5 meter sandig morän eller en dåligt sorterad isälvsavlagring, som sträcker sig i nordvästlig riktning från gården (Fig. 4) (Falkenhaus 2014). Under jordlagren

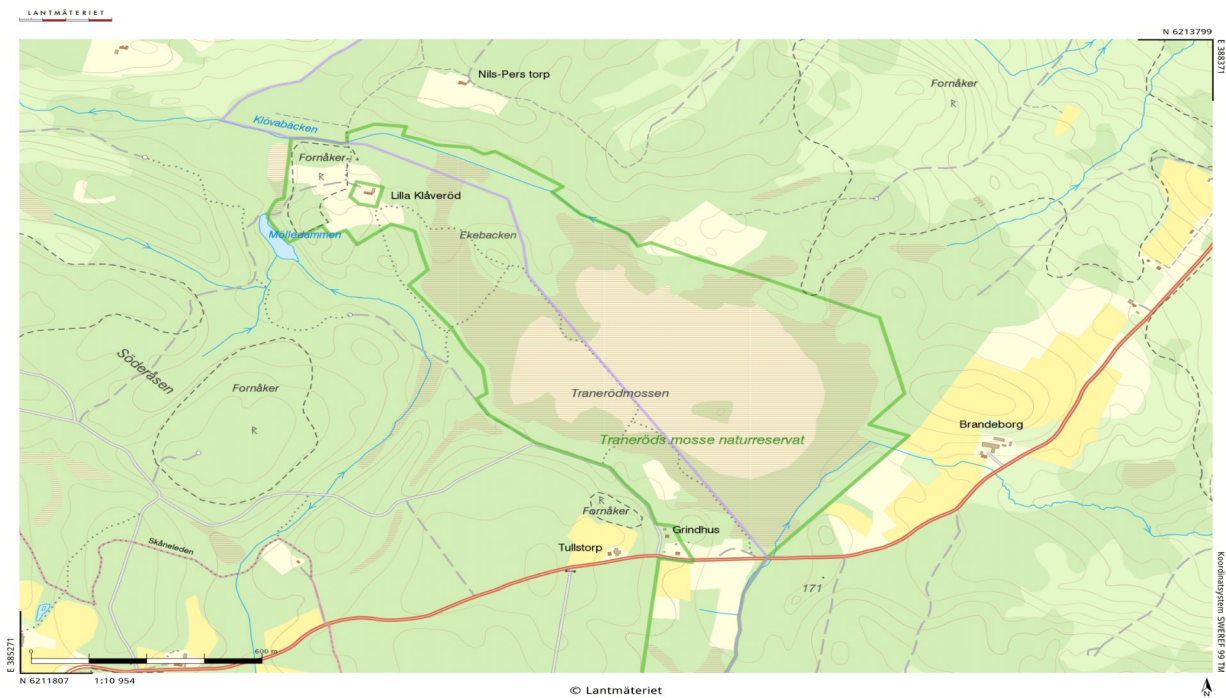


Fig. 1. Naturreservatet Traneårs mosse, Grindhus och Lilla Klåveröd markerat med en grön linje. Fastigheten vid Lilla Klåveröd är exkluderad från naturreservatet. ©Lantmäteriet

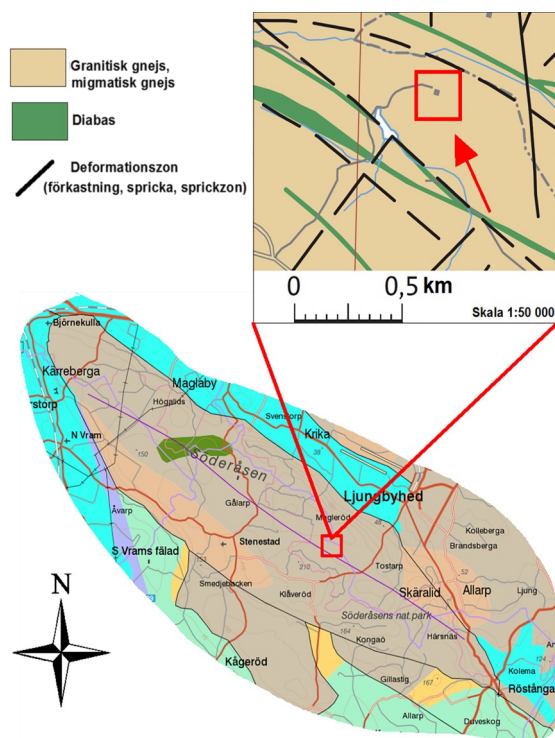


Fig. 2. Berggrundskarta över Söderåsen. Lilla Klåveröd är markerat med en röd kvadrat. Modifierad efter Sveriges Geologiska Undersöknings berggrundskarta (2014a). Publicerad med tillstånd av Jorunn Falken- haug. ©Sveriges Geologiska Undersökning. Bakgrunds- karta ©Lantmäteriet.

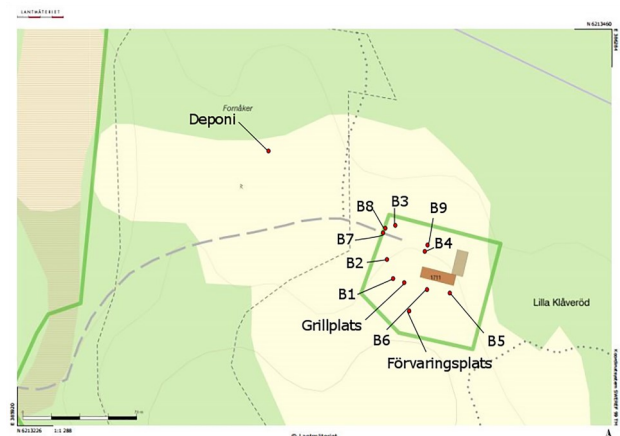


Fig. 3. Kartan visar anlagda brunnar, en grillplats, en deponi och en förvaringsplats vid Lilla Klåveröd. Baserad på Lant- mäteriets topografiska karta. ©Lantmäteriet

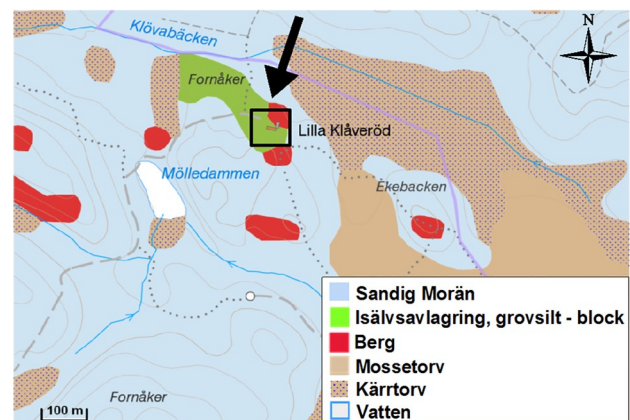


Fig. 4. Jordartskarta över området vid Lilla Klåveröd. Fastig- heten är markerad med en svart kvadrat. Modifierad efter Sveriges Geologiska Undersöknings jordartskarta (2014b). Publicerad med tillstånd av Jorunn Falken- haug. ©Sveriges Geologiska Undersökning. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet.

finns en heterogent kaolinvittrad granitisk och migmatisk gnejs med hög förekomst av sprickor, samt inslag av amfibolit. Utanför fastigheten förekommer berg i dagen (Sveriges geologiska undersökning 2014a).

Sydväst om gården finns en cirka halv hektar stor sjö, Mölledammen, som står i förbindelse med två vattendrag som kontinuerlig tillför vatten från sydväst och sydost (Lantmäteriet 2016). Mölledammen är troligen bildad i en stor spricka, då en deformationszon sträcker sig rakt genom sjön. (Sveriges geologiska undersökning 2014a). Därutöver är den topografiskt högsta punkten i området lokaliserad öster om sjön. Den punkten utgör troligtvis en ytvattendelare, vilket innebär att vatten rinner ifrån den punkten i olika riktningar. Därtill är grundvattennivåerna överlag ytliga (Falkenhaus 2014).

Norr om gården rinner Klövbäcken som ingår i ett Natura 2000-område och är av riksintresse (VattenInformationsSystem Sverige 2016). Omgivningen runt gården utgörs till stor del av gamla naturbetesmarker och terrasserade åkrar, där får tidigare har betat. Idag är dock mycket av området, framförallt utanför tomten, täckt av planterad gran. Traneröds mosse har under 1800-talet använts till torvbrytning för husbehov (Setterby & Malmgren 2009).

2.2 Projektet Lilla Klåveröd

HP Borringar AB påbörjade kunskapsprojektet om vatten vid Lilla Klåveröd i juni 2013. Syftet med projektet har varit att öka förståelsen för vattnets kretslopp och betydelsen av grundvatten av god kvalitet.

Falkenhaus (2014) beskrev vattnets kretslopp i området och kunde i sitt arbete konstatera att vattenförekomster påträffas framförallt i sprickor i berggrunden, men även i den mättade zonen i isälvsavlagringen (Fig. 5). Dessutom framgick det att flödesriktningen i området dominerades av grundvattenutströmning till ytvatten, att vattenkvaliteten i ytvattnet överlag var god, samt att grundvattnet var *tjänligt med anmärkning* på järn- och manganhalter.

Bedömningen av vattnet baserades enbart på fysikaliska-kemiska och bakteriologiska standardanalyser. Det är inte tillräckligt för att fullständigt kunna säkerställa grundvattnets egenskaper och kvalitet. Således är det här examensarbetet en uppföljning med utökade vattenanalyser av metaller, sällsynta jordartsmetaller, mineraler samt pesticider, för att kunna identifiera eventuella föroreningar i grundvattnet.

2.3 Förorenade områden

2.3.1 Föroreningsspridning

Hur föroreningar sprids och i vilken omfattning varierar med avseende på ett flertal parametrar. Den här rapporten kommer att beskriva ett urval betydelsefulla parametrar såsom föroreningars ursprung, hydraulisk konduktivitet, vattenförande sprickor, nederbörd och vattenverksamheter. Dessutom kommer det ges exempel på hur en del ämnen kan spridas i grundvatten och även hur vattnets kretslopp kan påverka föroreningsspridning.

Föroreningar kan ha olika ursprung. Om förore-

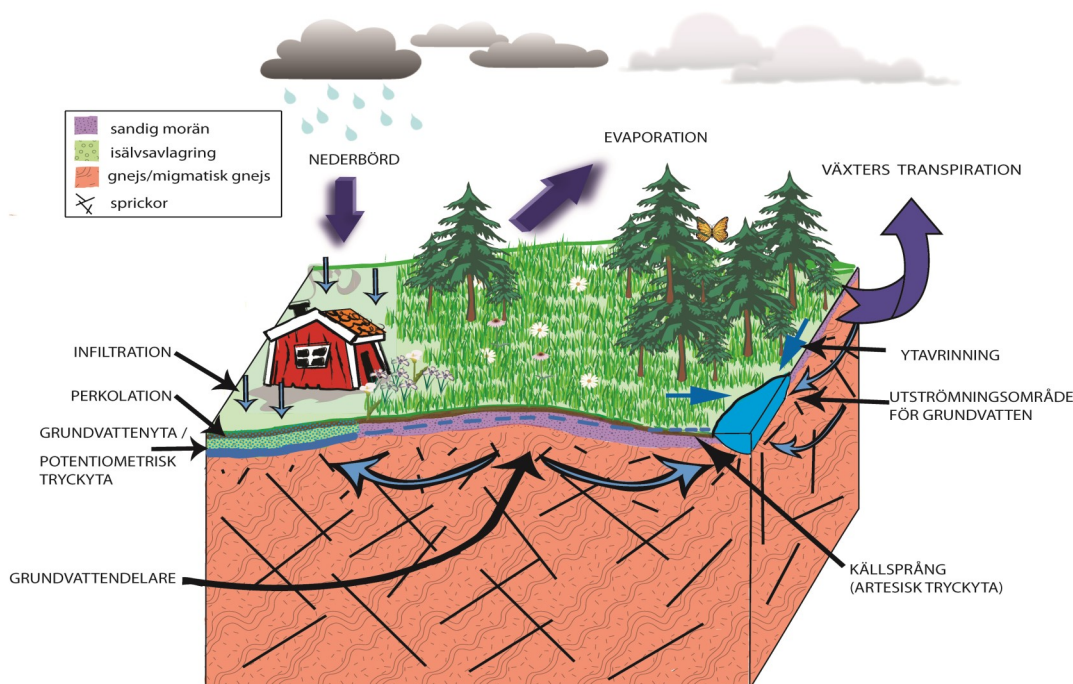


Fig. 5. Generaliserad bild av vattnets kretslopp vid Lilla Klåveröd. Grundvatten i området förekommer framförallt i sprickor i berggrunden, men även i den undre delen av isälvsavlagringen. Publicerad med tillstånd av Jorunn Falkenhaus. Illustration: Jorunn Falkenhaus.

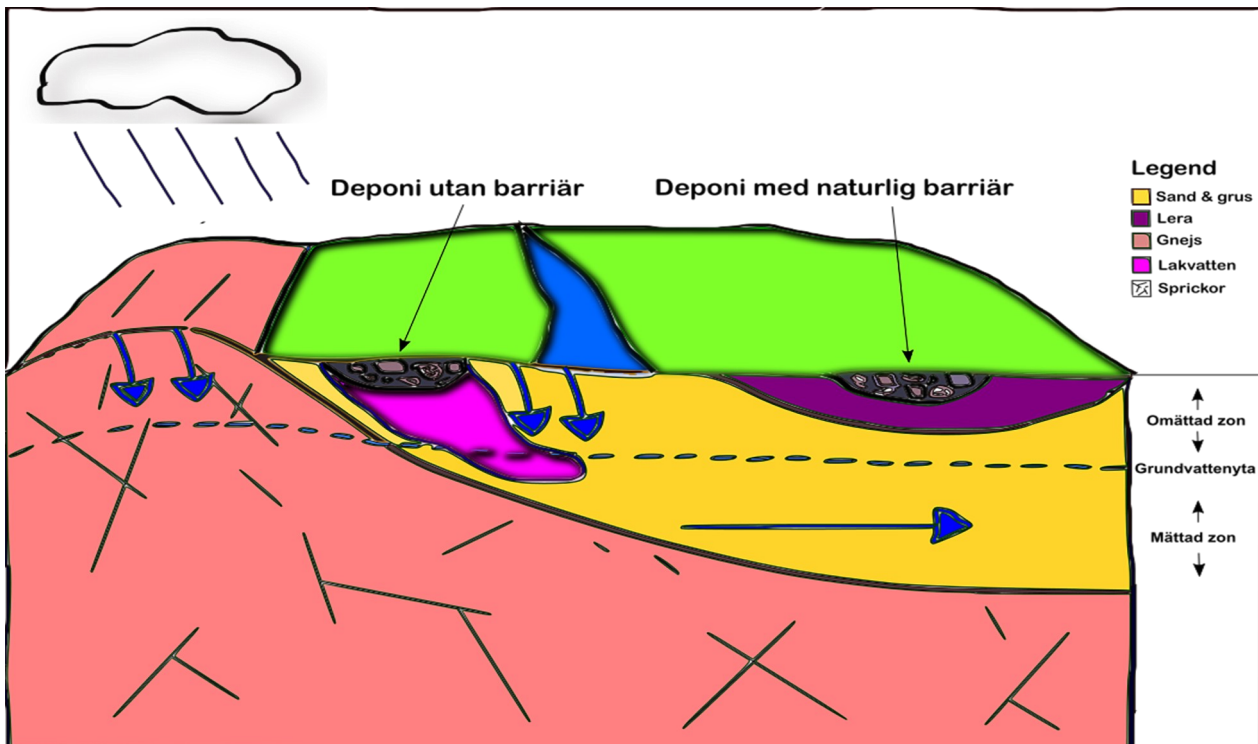


Fig. 6. Schematisk bild som illustrerar hur föroreningar från deponier kan transporteras via ytvatten, grundvatten och sprickor, samt hur förorenings spridning kan fördröjas av naturliga barriärer.

ningar släpps ut i en punkt är det en *punktkälla*. Kommer föroreningar istället från bilavgaser eller areell spridning av bekämpningsmedel är det en *diffus källa*. Slutligen innebär *linjekälla* att föroreningar är lokaliserade längs med en sträcka, till exempel bredvid en väg (Naturvårdsverket 1999). Det är de diffusa källorna som medverkar till en global förorenings spridning och är en av anledningarna till att ytvatten generellt innehåller fler föroreningar än grundvatten (Naturvårdsverket 2009).

Vattenverksamheter kan ändra vattnets flödesriktning i ett område, exempelvis genom pumpning eller dikning. Vid pumpning av en brunn sänks grundvattennivåerna omkring brunnen, vilket skapar ett vattenflöde in mot brunnen. Det kan leda till att grundvatten inte följer den naturliga flödesgradienten i ett område (Fetter 2014). Därutöver är dikning en vattenverksamhet där vatten medvetet leds bort från ett område. Det kan handla om torrläggning, sjösänkning eller skydds dikning (Havs och Vattenmyndigheten 2008).

En enkel förklaring av vattnets kretslopp är att vatten avdunstar, kondenseras och övergår i nederbörd, som fyller på ytvattenmagasin eller *infiltrerar*, det vill säga tränger ner i marken och bildar grundvatten. Per definition är grundvatten "allt vatten som finns under markytan i den mättade zonen" (Knutsson & Morfeldt 2002). Den mättade zonen är där alla porer, sprickor och håligheter är helt vattenfyllda (Fig. 6). Den omättade zonen är där alla porer, sprickor och håligheter inte är helt vattenfyllda, utan även innehåller luft. Gränsen mellan den omättade zonen och den mättade zonen kallas för grundvattenytan och är en tryckyta i ständig rörelse. Skillnaden mellan dessa zoner är betydelsefull med avseende på vattnets flödesriktning. För till skillnad från den omättade zonen där vattnets flödesriktning är vertikal, är den mättade zonen

närmast horisontellt. Det innebär att föroreningar kan transporteras långa sträckor med grundvattenflödet från föroreningskällan (Knutsson & Morfeldt 2002).

Extra viktigt att ta hänsyn till är var grundvattenflödet är i kontakt med yt- eller havsvatten. När det sker finns det en risk att den ena vattenförekomsten förorenar den andra. Det kan leda till oanade och storskaliga konsekvenser, såsom övergödning av sjöar och vattendrag till följd av höga kväve- och fosforhalter i grundvatten (Lehr et al. 2005).

En viktig parameter för förorenings spridning är jordlagets *hydrauliska konduktivitet* (K), vilket är ett mått på ett lagets genomsläpplighet (Fetter 2013). Ett högt K-värde motsvarar en hög genomsläpplighet. Detta kan åskådliggöras vid en *deponi*, en soptipp, belägen i ett jordlager ovanpå en berggrund (Fig. 6). Beroende på vilket jordlager eller vilken berggrund det är i området kommer spridningen att variera i omfattning. Störst spridningsförutsättningar har en mäktig sand- och grusavlagring som överlagrar en sprickrik berggrund. Det beror på att sand och grus har ett högt K-värde. Dessutom kan vatten transporteras i sprickor i berggrunden. Motsatsen är om deponin istället skulle befinna sig ovanpå ett lerlager med lågt K-värde. Ett sådant lager kan fungera som en tät barriär och hindra vattnets flöde. Likaså kan även en diabasgång eller en horst utgöra en barriär. Motsatsen är ett vattendrag som istället kan utöka förorenings spridningen (Knutsson & Morfeldt 2002).

Vid en deponi är nederbördens påverkan påtaglig när metaller urlakas, det vill säga upplöses från föremål vid kontakt med regnvatten. En ökad nederbörd leder till att fler föroreningar kan transporteras med det vatten som infiltrerar, vilket resulterar i bildning av *lakvatten*. Sammanfattningsvis räcker det alltså med att marken är förorenad för att även grundvattnet ska

bli det, såvida det inte finns en hydraulisk barriär i vägen (Naturvårdsverket 2008).

Avslutningsvis transporteras föroreningar olika beroende på ämne. Icke-reaktiva ämnen sprids genom *advektion* samt *hydrodynamisk dispersion*. Advektion betyder att ämnen sprids i grundvattnets flödesriktning med i princip vattnets verkliga flödes hastighet. Hydrodynamisk dispersion innebär att koncentrationen av ämnen i grundvattnet minskar med avstånd från källan till följd av utspädning. Dessa ämnen kan alltså spridas långt men med allt lägre koncentrationer (Fetter 2013).

Klorerade lösningsmedel ingår i gruppen DNAPL (Dense Non-Aqueous Phase Liquids) och kan spridas mot grundvattnets flödesriktning. Det beror på att DNAPL-föroreningar har en högre densitet än vatten, vilket är anledningen till att de sjunker och snarare tenderar att följa lokal geologi än grundvattenriktningen (Fig. 7). Därutöver har dessa föroreningar andra egenskaper såsom låg *vattenlöslighet* och låg *viskositet*, vilket innebär att de är lättflytande. Sammantaget är spridningen av den här gruppen av ämnen komplicerad och svårbedömd (Fetter 2013).

Gruppen LNAPL (Light Non-Aqueous Phase Liquids) är i många avseenden väldigt lik DNAPL och förekommer främst vid verksamheter som hanterar olja. Undantaget är att de har lägre densitet än vatten och således lägger sig som en hinna ovanpå grundvattenytan (Fig. 8). Trots att ämnena inte lätt löser sig i vatten kan de ändå förekomma under grundvattenytan i en löst fas och spridas i grundvattenflödets riktning. Dessutom är de lättflyktiga, vilket innebär att de kan förekomma i gasform i markens porer (Fetter 2013).

2.3.2 Föroreningsrisker

Ett förorenat område behöver nödvändigtvis inte utgöra någon hälsofara såvida föroreningar inte sprids eller någon exponeras för dem. Däremot är hälsofaran påtagligare om föroreningar riskeras att spridas, framförallt över storskaliga områden. Av den anledningen är hydrogeologisk kunskap ovärderlig och helt avgörande för att kunna bedöma potentiella föroreningsrisker (Naturvårdsverket 1999).

Idag finns det omkring 80 000 förorenade områden i Sverige (Naturvårdsverket 2008), som per definition är "mark- och vattenområden samt byggnader och

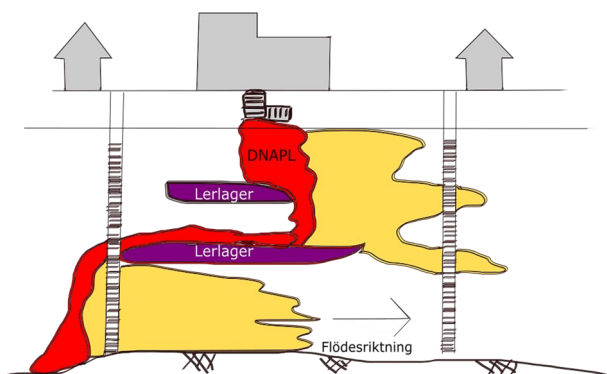


Fig. 7. Schematisk bild av spridning av DNAPL. Föroreningen kan transporteras i motsatt håll från flödesriktningen i ett område och kontaminera dricksvattenbrunnar.

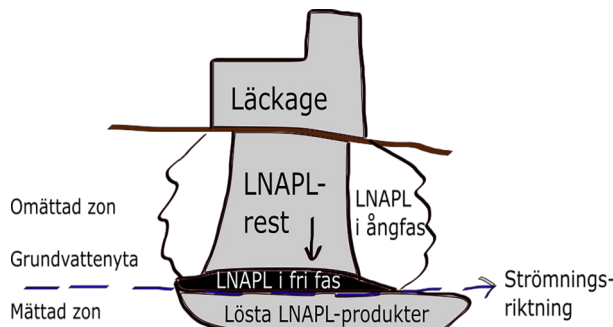


Fig. 8. Schematisk bild av spridning av LNAPL. Föroreningen kan förekomma i en fri fas, en ångfas eller löst i grundvattnet.

anläggningar som är så förorenade att det kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön" (Miljöbalken 1999). Den här rapportens avsikt är att ge en inblick i några vanliga föroreningsrisker, för att påvisa hur föroreningar kan nå grundvattnet. De risker som kommer att belysas är industrier, vägbanor, saltvatteninträngning, biltvätt, deponier, skogsbruk, brandövningsplatser och jordbruk.

Industrier kan innebära en betydande föroreningsrisk och ge upphov till spridning av en mängd farliga kemiska ämnen, däribland nämnda DNAPL och LNAPL. Industrieföroreningar kan transporteras via utsläpp i luft, mark eller vatten. Därutöver är läckage från avfall som deponerats utan lov, samt förvaring av farliga produkter, en vanlig orsak till uppkomst av förorenade områden. En annan risk är förorenat avloppsvatten som förr i tiden avleddes till vattendrag utan rening. Det har förbättrats och idag har flera industriella verksamheter egna reningsanläggningar, vilket dock inte behöver innebära att alla föroreningar renas. (Naturvårdsverket 2003).

Längs med vägar sprids föroreningar från trafik som via regn rinner ut mot väggkanten, där föroreningarna riskerar att nå grundvatten eller närliggande ytvatten. Utsläppen, vanligtvis vägsalt, tungmetaller samt olja, kommer främst från saltning av vägbanan, avgaser, bromsbelägg, och däck (Dudley Williams 1999). Salt kan även nå grundvatten genom inträngning av havsvatten vid kustnära områden, vilket kan förorena dricksvattenbrunnar. Det sker oftast om grundvattentillförseln är låg eller om grundvattenuttaget över tid har överstigit nyproduktionen av grundvatten (Yi et al. 2016).

När en bil tvättas bildas ett tvättvatten som kan innehålla olja, tungmetaller och rester av kemikalier. De två förstnämnda föroreningarna kommer både från smuts på bilen samt från själva bilen. Om tvättningen sker i ett bostadsområde rinner tvättvattnet ut via dagvattenbrunnen till antingen ett avloppsreningsverk, där föroreningarna orsakar störningar, eller ut i närmsta vattendrag. Därför är det fördelaktigt att tvätta bilen i en fordonstvätt eller i tvätthallar där rening av tvättvattnet sker (Naturvårdsverket 2008).

Föroreningsrisk från deponier varierar beroende på hur de är anlagda och vad som deponerats. Till skillnad från dagens moderna deponier med höga krav har många äldre deponier inget som helst skydd för att förhindra föroreningsspridning. Dessutom sorteras ämnen bättre idag jämfört med på 60-talet, när hålrum i marken fylldes med sopor av alla möjliga slag. Det

har lett till att äldre deponier uppvisar en så kallad ”cocktail-effekt”, där reaktioner kan ske mellan olika farliga ämnen (Naturvårdsverket 2008).

Vid återplantering av skog har kemiska preparat flitigt använts som skydd mot snytbaggar. Kravet har dock skärps sedan EU-kravet i januari 2014 och idag krävs dispens för att få använda kemiska metoder. Dessutom förekommer det i skogsbruk hantering av petroleumprodukter, exempelvis olja och bekämpningsmedel, som kan riskera att förorena mark och vatten (Skogsstyrelsen 2013).

I brandsläckningsskum har det tidigare i större utsträckning använts toxiska högfluorerade ämnen av sorten PFOS. Sedan uppmärksammandet av PFOS-förorenade dricksvattentäkter för några år sedan används nuförtiden istället andra kortare kedjor av högfluorerade ämnen. Problemet med PFOS har varit att ämnet sprids väldigt enkelt och snabbt i vatten. Det räcker alltså med att brandsläckningsskum når ett yt-vatten eller grundvatten för att en betydande förorenings-spridning ska kunna ske (Kemikalieinspektionen 2016).

Avslutningsvis är jordbruk en starkt bidragande orsak till att bekämpningsmedelsrester sprids till grundvatten. Viktigt att påpeka dock är att konventionella odlingar idag har högre krav på vilka ämnen de får använda än tidigare. Exempelvis förbjöds bekämpningsmedlet DDT i Sverige på 70-talet eftersom ämnet ansågs vara för hälsofarligt (Naturvårdsverket 2008). Det finns dock fortfarande kvar i många grundvattenförekomster på grund dess *persistens*, det vill säga ämnets förmåga att inte brytas ned (Environmental Science & Technology 1996). Följaktligen är det väldigt betydelsefullt att veta grundvattnets ålder, det vill säga tid från infiltration till uttagspunkt, för att kunna förutse vilka föroreningar som eventuellt kan tänkas påträffas. Grundvatten kan vara allt från några dagar, veckor och år till flera hundra och tusen år gammalt. I Sverige har vi i förhållandevis unga grundvattenförekomster (Knutsson och Morfeldt 2002).

2.3.3 Inventering av förorenade områden

Vid identifiering av potentiella föroreningsrisker är Naturvårdsverkets MIFO-metodik en allmänt vedertagen metod. Förkortningen står för *metodik för inventering av förorenade områden* och är uppdelad i två delar, MIFO Fas 1 och MIFO Fas 2. Fas 1 är ett förberedande stadium som innefattar allt från litteraturstudier till intervjuer av personer som på något vis har en anknytning till området, exempelvis en markägare eller en företagsanställd. Syftet med den inledande fasen är alltså att med hjälp av tillgänglig historik om området bedöma dess föroreningsrisk. Bedömningen i sig utgörs av fyra riskklasser, där riskklass 1 står för störst risk för människa och miljö. Särskilt betydelsefullt vid riskbedömningen är identifiering av verksamheter, eftersom det kan antyda vilka föroreningar som kan tänkas påträffas (Naturvårdsverket 1999).

Vid MIFO Fas 2 inventeras och analyseras området via fältprovtagning. Vanligtvis undersöks området översiktligt för att sedan studeras i detalj. Därefter kan den kunskap som införskaffats i förberedande stadium antingen styrkas, revideras eller förkastas. Dessutom bidrar fältarbete i regel till nya upptäckter som inte

framkom vid den inledande fasen. Exempelvis är förvaringen av farliga ämnen ofta bristfällig och en starkt bidragande orsak till föroreningar. Det kan till exempel handla om bensinläckage vid övergivna fordon. De vanligaste analyser som utförs är vattenprover och jordprover. Vilka prover och var de ska tas grundas på resultaten från MIFO Fas 1. Ju utförligare den fasen utreds, desto säkrare blir riskanalysen. För det finns alltid en risk att ett område är förorenat med ämnen som inte har analyserats. (Naturvårdsverket 1999).

2.4 Ekologiskt vatten

2.4.1 Ekologiska livsmedel

Det finns flera ekologiska märkningar. Många länder och ett flertal varumärken, till exempel Garant, Änglamark och ICA har egna miljömärkningar (Livsmedelsverket 2015). De nämnda varumärkena brukar också certifieras av KRAV och/eller EU-ekologiskt. (Fig. 9). Skillnaden mellan dem är att KRAV är en svensk märkning med högre krav på djurens välfärd, klimatpåverkan och social hänsyn (KRAV 2016). Märkningarna innebär att grödor odlas utan syntetiskt framställda kemiska bekämpningsmedel eller konstgödsel och att livsmedel inte producerats med modifierade organismer eller innehåller otillåtna tillsatser. Dock får vissa naturliga ämnen, såsom svavel, användas som bekämpningsmedel. (Europeiska Kommissionen 2016).

I KRAV-certifieringen räknas inte vatten in i förädlade produkter. Ett exempel på en förädlad produkt är en KRAV-märkt blåbärssylt, där inte bara bären utan alla ingredienser är certifierade enligt KRAV. Ett krav för dessa produkter är att råvaran är 100 % ekologisk, med undantag för sammansatta produkter, det vill säga produkter som innehåller fler än en ingrediens, där motsvarande siffra är 95 %. Blåbären måste plockas från ett område som är godkänt av KRAV. Ett sådant område får inte ha konstgödsel eller besprutats under de senaste tre åren. Under den perioden får heller inga skogsplantor som har blivit behandlade med kemiskt framställda bekämpningsmedel ha planterats. Området får inte ligga närmare än 25 meter från en trafikerad väg eller en föroreningskälla. Samma krav gäller även för ekologiska bär- och fruktdrycker. De får dessutom heller inte innehålla några konstgjorda färg- och aromämnen (KRAV 2016).

Ekologiska frukt- och bärddrycker innehåller mestadels vatten, som enligt KRAV måste uppfylla



Fig. 9. Loggan till vänster är certifiering av en KRAV-märkt produkt. Loggan till höger är certifiering av en EU-ekologiskt-märkt produkt. ©KRAV ©EU:s ekomärke

livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter (SLVFS 2001:30). Problemet med dessa föreskrifter är att inte alla tänkbara bekämpningsmedel analyseras, utan endast de som antas förekomma i en vattentäkt. Således kan ett vatten innehålla bekämpningsmedel trots att det inte framgår i provresultatet. Det ställs alltså höga krav på att rätt ämnen analyseras. Därtill ställs inga krav på vattenkvaliteten vid bevattning av ekologiska odlingar, utan mest uppmaningar om att grundvatten är att föredra jämfört med ytvatten (Jordbruksverket 2003).

Det har förekommit KRAV-certifierade smaksatta vatten där den tillsatta smaken har odlats ekologiskt. Ett sådant exempel är företaget Malmberg Original, som för några år sedan lanserade ett KRAV-certifierat buteljerat vatten. Försäljningen var dock inte tillräckligt lönsam, vilket resulterade i att företaget slutade att sälja sitt vatten år 2013. En anledning till nedläggningen var att företaget märkte av en förändrad inställning till ett unikt vatten av hög kvalitet bland deras kunder. Vattnet tappades från en grundvattenreservoar cirka 200 meter under ytan vid kusten i byn Yngsjö, beläget i nordöstra Skåne. Området har inte blivit utsatt för någon omfattande exploatering och det finns inga stora industrier i närheten som kan utgöra en föroreningsrisk. Grundvattnet bedöms vara omkring 5245 år gammalt, vilket innebär att Malmberg Original är det äldsta förpackade dricksvattnet som har sålts i Sverige. Vattnet innehåller låga salthalter och är i övrigt balanserad mineralhalt (Malmberg Original 2013).

Samtidigt samma år tvingades sju varumärken i Australien av Australian Competition and Consumer Commission (ACCC) att sluta marknadsföra sitt vatten som ekologiskt. ACCC bedömde att vatten inte kan klassificeras som ekologiskt och att företagen därmed stod för vilseledande information som gynnade dem försäljningsmässigt. Ekologiska livsmedel är enligt dem jordbruksprodukter som har odlats enligt vissa specifika kriterier. Eftersom vatten inte är en jordbruksprodukt kan det heller inte anses vara ekologiskt. ACCC fick medhåll av samtliga australiska myndigheter, inkluderat flera oberoende ideella organisationer godkända av regeringen, bland annat dem som behandlar export (ACCC 2013). Företagens varumärken marknadsfördes som "organic" men vattnet var inte ekologiskt certifierade. Ägaren för det dåvarande varumärket *Organic Springs* ansåg att deras marknadsföring inte var missvisande. Han påstod att alla människor vet att vatten inte är en organisk förening, det vill säga ett organiskt ämne, och att det därför inte kan att klassificeras som ekologiskt. Deras vatten hämtades direkt från en grundvattenreservoar vid deras egna ekologiska odling. Därför tyckte han att om någon ekologisk produkt på marknaden ska få kallas för ekologiskt, så skulle det vara deras (The Sydney Morning Herald 2011). Begreppet ekologiskt vatten är följaktligen inget nytt fenomen, även om det ännu varken existerar några nationella eller internationella kriterier.

Avslutningsvis för att belysa efterfrågan ökade försäljningen av ekologiska livsmedel i Sverige förra året med sex miljarder kronor, vilket motsvarar en ökning med 39 %. Totalt omsattes cirka 280 miljarder kronor i den ekologiska livsmedelsmarknaden (Ekoweb 2015).

2.4.2 Dricksvattenföreskrifter

Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter (SLVFS

2001:30) gäller för alla dricksvattentäkter i Sverige som levererar mer än tio kubikmeter vatten per dag eller försörjer fler än 50 personer. Det dricksvatten som inte uppfyller de kraven regleras av livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning (LIVS 2014). Utöver det finns det fyra typer av förpackat vatten: förpackat dricksvatten, naturligt mineralvatten, källvatten och bordsvatten. *Förpackat dricksvatten* är precis vad det låter som och används av kommunen vid situationer när dricksvatten inte kan erbjudas via vattenledningsnät eller vattentankar. Kvalitetskraven är således desamma som för vanligt dricksvatten (LIVS 2016).

Naturligt mineralvatten innebär att vattnet tappas direkt vid en skyddad grundvattenreservoar utan att något ämne tillförs, med undantag för kolsyra. Det är alltså inte tillåtet att transportera vattnet med tankbilar och på etiketten ska det tydligt framgå mineralinnehållet, samt källans namn och plats. Vattnet får inte heller renas utan det ska innehålla naturliga mineralhalter. I undantagsfall kan rening av specifika mineraler ske om de bedöms vara nödvändigt. Ett känt mineralvatten är Ramlösa®.

I princip överensstämmer dessa kriterier också med *källvatten*. Den markanta skillnaden mellan naturligt mineralvatten och källvatten är att livsmedelsverket måste godkänna grundvattenreservoaren för att vattnet ska få lov att kallas för naturligt mineralvatten. Båda regleras enligt samma bedömningsgrunder, nämligen Livsmedelsverkets föreskrifter om naturligt mineralvatten och källvatten (LIVSFS 2003:45). Ett exempel på ett svenskt källvatten är Loka®.

Bordsvatten är en benämning på ett förpackat dricksvatten där det är tillåtet att tillsätta aromämnen för smaksättning och mineraler. Vattnet behöver inte tappas direkt vid någon källa utan kan transporteras med tankbilar. Vanligtvis används vanligt dricksvatten och därför regleras bordsvatten av (SLVFS 2001:30). Ett exempel på ett bordsvatten är Bonaqua®.

Skillnaden mellan livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter, råd om enskild vattenförsörjning och föreskrifter om naturligt mineral- och källvatten är påtaglig vad det gäller mineralhalter. Generellt är kraven hårdast i SLVFS 2001:30. Ett tydligt exempel på ett ämne vars tillåtna halt skiljer sig mellan de olika föreskrifterna och råden är fluorid. SLVFS 2001:30: s gränsvärde vid otjänligt vatten för ämnet är 1.5 mg/l, vilket är betydligt lägre än SLVFS 2003:45: s gränsvärde på 5 mg/l. Högst gränsvärde tillåts vid enskilda brunnar, närmare bestämt 6 mg/l. Eftersom speciellt barn är känsliga för höga fluoridhalter ska förpackat vatten som innehåller mer än 1.5 mg/l markeras med texten "*innehåller mer än 1.5 mg fluorid/l: bör inte intas regelbundet av barn under sju år*" (LIVSFS 2003:45).

Förutom Livsmedelsverkets olika dricksvattenkrav och gränsvärden har SGU publicerat en rapport om *bedömningsgrunder för grundvatten* (SGU 2013:01). I den rapporten bedöms varje ämnes tillstånd och grad av påverkan i en femgradig skala. Riktvärdena i rapporten varierar regionalt eftersom bakgrundshalter skiljer sig mellan olika delar av landet. Bakgrundshalter är den naturligt förekommande halten av ett ämne som framförallt beror på berggrunden och jordlagren i området, men även på global spridning av föroreningar via atmosfären (Fetter 2014).

3 Metod

3.1 Vattnets egenskaper och vattenkvalitet

För att få bättre kännedom om grundvattenkvaliteten på Lilla Klåveröd utfördes mätning av fysikalisk-kemiska parametrar i B1, B2, B3, B4, B5, B6 och B9, samt analys av vattenprover i ovanstående brunnar med undantag av B2 och B3.

De fysikalisk-kemiska parametrarna utgjordes av mätning av temperatur, pH, oxidations-reduktionspotential (ORP), elektrisk konduktivitet, TDS samt turbiditet med en flödescell av märket Aquaread®. Flödescellen kalibrerades före mätning. För fältmätning och provtagning användes en peristaltisk pump driven av en bormaskin (Fig. 10). Ena änden av slangen kopplades ihop med en längre hård slang med mindre diameter. Denna fördes ned i brunnen cirka två decimeter under grundvattenytan. Den andra änden kopplades till flödescell vari sensorerna placerades. Därefter omsattes vatten i enheten genom kontinuerlig pumpning och mätvärden avlästes varefter värdena stabiliserades.

Två provtagningsflaskor från B1, B5, B6, B9 och en provflaska från B4 fylldes för analys enligt SGU:s paket *bestämning av element i vattenprover*, som innefattar ett flertal metaller, sällsynta jordartsmetaller och mineraler. De förvarades i en kylväska som senare samma dag transporterades till laboratorium för analys. I dricksvattenbrunnen B1 togs även ett vattenprov som skickades för analys enligt Eurofins bekämpningsmedelsrestpaket *PLPX8*, anpassad för dricksvatten. Att notera är att provtagningen i B9 utfördes dagen innan de andra på grund av tekniska problem med pumpen.



Fig. 10. Peristaltisk pump driven av en bormaskin. Foto: Göran Persson.

3.2 Riskinventering av Lilla Klåveröd

Inventeringen av Lilla Klåveröd baserades på MIFO-metodik med mål att identifiera eventuella föroreningsrisker. Någon riskbedömning med tillhörande riskklasser har inte utförts. Vid MIFO fas 1 studerades

tillgänglig litteratur om området. Dessutom användes berggrund- och jordartskartor för att ge information om sprickzoner, diabasgångar och förkastningszoner. Topografikartor har utnyttjas för att få en uppskattning om grundvattenriktningen, eftersom vatten söker sig mot lägre punkter i landskapet (Fetter 2014). Satellitbilder har studerats för att införskaffa kunskap om förekomster av ytvatten, vegetation och var verksamheter är lokaliserade. För att få en uppfattning om när, var och vilka bekämpningsmedel som eventuellt kan ha använts inom jord- och skogsbruket i området har *Stiftelsen Skåne Landskap* kontaktats.

Vid MIFO Fas 2 undersöktes området i fält för att identifiera misstänkta föroreningsrisker och upptäcka eventuella nya. Undersökningsområdet avgränsades till någon kilometer utanför fastighetsgränsen i naturreservatet.

4 Resultat

4.1 Vattnets egenskaper och vattenkvalitet

Resultaten från in situ mätning av de sju brunnarna med avseende på de fysikalisk-kemiska parametrarna redovisas i Tabell 1. De vattenkemiska parametrarna har bedömts utifrån SGU:s publikation *bedömningsgrunder för grundvatten* (SGU 2013:01). Mätvärden visar att vattnets pH varierar mellan 7.34 och 7.68 för sex av brunnarna. Detta intervall indikerar en måttlig till hög halt. Undantaget är vattnet i brunn 9 som visar på ett lågt pH på 5,62. Turbiditeten är hög till mycket hög i samtliga brunnar med ett maximumvärde på 230 NTU. Därtill är den elektriska konduktiviteten och saliniteten låg till mycket låg i alla brunnar. B1, B2, B4, B5 samt B6 uppvisar negativa oxidations-reduktionspotentialvärden, vilket tyder på reducerande förhållanden. Övriga brunnar uppvisar svagt oxiderande förhållanden.

Vattenproverna som togs i B1, B2, B3, B4 samt B9 för analys enligt SGU:s paket *bestämning av element i vattenprover*, uppvisar generellt mycket låga halter enligt (SGU 2013:01) (Bilaga 2). Det finns dock några prover som uppvisar höga järn- mangan- och aluminiumhalter (Tabell 2). Framförallt visar vattnet från B9 på en mycket högre aluminiumhalt än övriga brunnar och bedöms som *tjänligt med anmärkning* enligt (SLVFS 2001:30). Manganhalterna skiljer sig mellan brunnarna. Vattnet från B1, B2, B3 och B4 uppvisar mycket höga manganhalter och bedöms som *tjänligt med anmärkning* enligt (SLVFS 2001:30). B9 påvisar en mycket låg halt på 36,40 ppb. Järnhalten är måttlig till hög i alla prover förutom B1. Denna påvisar en mycket hög halt. Samtliga brunnar bedöms med avseende på järnhalten som *tjänligt med anmärkning* enligt (SLVFS 2001:30). De spårämnen som analyserats visar på överlag låga till mycket låga halter. Generellt innehåller B9 högre halter av sällsynta spårämnen är de andra brunnarna. Sammantaget är halterna av analyserade potentiellt hälsoskadliga ämnen låga.

De erhållna provresultaten beträffande bekämpningsmedelsrester i dricksvattenbrunnen B1 påvisar ingen påverkan. Värdena är genomgående under 0,01 µg/l, som utgör rapporteringsgränsen enligt SGU (2013). Vattnet är enligt Livsmedelsverkets råd om enskild

dricksvattenförsörjning (LIVS 2014) *tjänligt* med avseende på utförda parametrar (Bilaga 1).

4.2 Inventering av Lilla Klåveröd

I området söder om B1 förvarades diverse föremål på en cirka 12 m² stor yta (Fig. 12). Bland annat identifierades ett antal glasflaskor, plastdunkar och plåtföremål. Det flesta föremålen förvarades i en trälåda, men en del låg direkt på marken. Några föremål var rejält rostiga. Det är oklart hur länge de har förvarats där.

I närheten av brunn 1 finns en grillplats (Fig. 13). Grillplatser är i allmänhet en betydande föreningsrisk. Bland annat kan det förekomma spill av tändvätska, som är en miljöfarlig produkt som kan leda till livshotade skador (Bratton & Haddow 1975). Dessutom kan aska från grillkol innehålla höga halter av tungmetaller (El Sofani et al. 2009). HP Borrningar använder enbart ved och sparsamt med tändvätska vid de få tillfällen grillen används per år (Göran Persson, HP Borrningar, pers. kom. april 2016). Ved är emellertid heller inte föreningsfri. Vid en ofullständig förbränning kan det bildas giftiga polycykliska aromatiska kolväten (PAH), som dock inte är vattenlösliga, och sot. PAH kan orsaka cancer (Marston 2001).

Några hundra meter nordväst om gården i naturreservatet har avfall deponerats i en isälvsavlagring (Fig. 11). Uppskattningsvis är deponin ungefär 4 m³. Innehållet utgörs främst av plast, men det går även att identifiera sönderslagna porslinsföremål, pappersförpackningar och krukor. Det är oklart när avfallet deponerades och vad som därmed kan finnas gömt i deponin. Olaglig deponering är i inte ovanligt och väldigt svårt att övervaka. Därför är det inte alls omöjligt att fler områden i närheten har blivit utsatta för deponering av miljöfarliga föremål. Därutöver kan bilar som besöker området utgöra en föreningsrisk via oljespill och

Tabell 1. Resultat från de fysikalisk-kemiska parametrarna och grundvattenytan som mättes i sju brunnar vid Lilla Klåveröd (Fig. 3). Mätdatum 2016–04-21.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B9
Temp °C	7,40	7,00	6,90	7,00	7,10	6,90	7,30
pH	7,68	7,54	7,34	7,37	7,45	7,56	5,62
ORP (mV)	-0,25	-223	+39,0	-164	-125	-7,30	+196
Turb. (NTU)	230	51,3	51,3	89,9	92,2	110	146
EC µS/cm	126	124	124	129	117	114	94,0
Sal (ppt)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
TDS (mg/l)	194	192	189	199	180	180	145
Grundvattenyta (m)	6,14	3,20	2,84	4,54	4,44	4,60	4,97

Tabell 2. Resultat från analyserade vattenprover i fem brunnar vid Lilla Klåveröd med avseende på aluminium, järn och mangan (Fig. 3). Rödmärkerade siffror betyder att halten är hög till mycket hög enligt SGU (2013:01). Mätdatum 2016–04-21.

Bedömning enligt SGU (2013:01)	Aluminium (Al) (ppb)	Mangan (Mn) (ppb)	Järn (Fe) (ppb)
B1	0,3	548,9	1260
B4	0,0	1522,	446,7
B5	0,6	546,9	491,3
B6	0,4	397,1	745,2
B9	743,9	36,40	393,9
Tjänligt med anmärkning enligt (SLV FS 2001:30)	B9	B1, B4, B5, B6	Samtliga brunnar

bränsleläckage.

Utöver det kan föroreningar, framförallt kemiska bekämpningsmedel, tänkas härröra från jord- och skogsbruket i området. Enligt *Stiftelsen Skånska Landskap* finns det en möjlighet att konstgödsel och permeterin har använts vid områden kring Lilla Klåveröd (Stefan Olsson, Stiftelsen Skånska Landskap, pers. kom. april 2016). Avslutningsvis går det inte att bortse ifrån diffusa föroreningarna som sprids via luften och tids nog når grundvattnet, om än i mycket låga halter.

5 Diskussion

5.1 Vattnets egenskaper och vattenkvalitet

Grundvattnet bedöms vara av god kvalitet utifrån de erhållna resultaten. Det är endast grundämnena järn, mangan och aluminium som överstiger tillståndet måttlig halt enligt SGU (2013) och bedöms som *tjänligt med anmärkning* enligt (SLV FS 2001:30). Att järnhalten och manganhalten är höga beror på att berggrunden innehåller dessa ämnen och att det råder reducerande förhållanden, vilket ORP-resultatet påvisade. Det betyder att svårösliga järnoxider Fe(III) reduceras till den mer lösliga formen Fe(II) (Fetter 2014). Att det råder reducerande förhållanden kan bero på att syretillgången är låg i de vattenförande sprickorna i berggrunden. B9 är den enda brunn som påvisar oxiderande förhållanden. Förklaringen är att B9 är grund och endast går ner i isälvsavlagringen, där syre följer med infiltrerat grundvatten. Det är troligtvis anledningen till att B9 innehöll lägst järn- och manganhalter.

Både järn och mangan kan via ändring i redoxförhållanden och därmed utfällning orsaka ökad grumlig-

het. Följaktligen kan den höga turbiditeten i samtliga brunnar förklaras genom järn- och manganutfällning.

Ämnena är emellertid inte speciellt hälsofarliga och bedöms endast av estetiska samt tekniska skäl enligt (SLVFS 2001:30). Järn och mangan kan orsaka missfärgningar i vatten och utfällningar i rör. Det kan effektivt åtgärdas genom ett järn- och manganfilter, vilket innebär att ämnena luftas, utfälls och fastnar i filtret (SLV FS 2001:30). Dricksvattenbrunnen B1 har ett sådant filter installerat. World Health Organization har fastställt ett gränsvärde av hälsomässiga skäl för mangan på 0,4 mg/l (WHO 2011). Anmärkningsvärt är att både B1, B4 och B5 överstiger det gränsvärdet.

Vidare är den mycket höga aluminiumhalten i B9 starkt sammankopplad med dess låga pH-värde. Ett försurat grundvatten leder till att aluminium och andra tungmetaller enklare kan frigöras (Fetter 2014). Det är den troliga förklaringen till att de flesta spårämnen uppvisar högre halter i den brunnen. Halter av tungmetaller och mineraler är generellt mycket låga enligt SGU (2013:01). Slutsatsen är därmed att isälvsavlagringen inte innehåller några betydande mängder metaller eller mineraler och att föroreningspåverkan i området med avseende på utförd analys i princip är försumbar. Dessutom är mineralhalten låg i de bergbore brunnarna på grund av att sprickor har färre kontaktytor där vatten kan frigöra ämnen än porsystem i jordarter (Knutsson och Morfeldt 2002).

Därutöver fastställer resultatet från bekämpningsmedelsrestprovet en obetydlig förekomst av de analyserade bekämpningsmedlen som ingick i Eurofins standard-grundvattenanalys. Det avfärdas dock inte att det kan finnas spår av bekämpningsmedel som inte har analyserats. Misstankar om användning av permetrin uppkom sent i projektet och kommer därför att analyseras vid ett senare tillfälle. Skulle det i ett senare skede uppstå misstankar om andra specifika föroreningar kan det bli relevant att utföra fler utvalda analyser för att säkerhetsställa grundvattnets kvalitet. Av den anledningen kan ett framtida projekt vara att uppskatta grundvattnets ålder, då det ger indikationer om vilka föroreningar som eventuellt kan tänkas påträffas.

5.2 Inventering av Lilla Klåveröd

Resultatet visar även att Lilla Klåveröd, som omringas av ett naturreservat, inte är förskonat från föroreningsrisker. De föremål som förvaras på tomten utgör en risk för förorening. Resultatet från vattenproverna tyder dock på att det förmodligen handlar om en obetydlig påverkan. Teoretiskt sett är det ändå en allvarlig föroreningsituation, som enkelt kan åtgärdas genom att göra sig av med de diverse förvarade föremålen på en återvinningscentral.

Deponin bedöms utgöra en föroreningsrisk av den orsaken att varken volymen, utbredningen, spridningen eller föroreningsämnena är kända. Dessutom ligger deponin i en isälvsavlagring som generellt sett har en hög hydraulisk konduktivitet, och således en hög spridningshastighet (Fetter 2014). Baserat på områdets topografi sker potentiell förorenings-spridning från deponin i motsatt håll från fastigheten, men eftersom mycket av vattnet i området förekommer i sprickor i berggrunden kan det inte uteslutas att föroreningar kan spridas i lutande sprickor mot fastigheten. Sammant-

get utgör deponin en risk för området i allmänhet, men förmodligen inte för fastigheten i synnerhet. En naturlig fortsättning på det här projektet är att undersöka och analysera deponin mer i detalj. Förslagsvis genom att ta jordprover, utreda dess ålder och genomföra geofysiska undersökningsmetoder för att bedöma deponins utbredning.

Grillplatsen bedöms inte utgöra någon hög föroreningsrisk eftersom grillen endast använts sporadiskt med försiktighet. Ett förslag för att minimera föroreningsrisken är att ett tätande lager läggs under grillplatsen för att fördröja och hindra nedträngning av eventuella föroreningar. Hur stor påverkan jord- och skogsbruket har i området är desto mer svårbedömt. Trots att vattenproverna inte gav utslag för bekämpningsmedelsrester kan det ändå finnas rester i grundvattnet som inte analyserats, exempelvis permetrin, som Stiftelsen Skånska Landskap misstänkte kunde ha använts. Området kring Lilla Klåveröd är således i behov av att undersökas ytterligare med avsikt att få fram historik om tidigare jord- och skogsbruk, framförallt för att konstatera vilka kemiska bekämpningsmedel som har tagits i bruk i området.

5.3 Ekologiskt vatten

En konsument skulle kunna anta att ett ekologiskt smaksatt vatten är ett ekologiskt vatten, eller i vart fall ett vatten av särskilt hög kvalitet, trots att endast smakämnen är ekologiskt klassificerade, som i fallet med Malmberg Original. Än är det ovanligt med ekologiskt smaksatta vatten i Sverige, men skulle det öka i framtiden kan det vara av betydelse att utreda huruvida det kan gynna företag marknadsmässigt. Kanske behöver det framgå ännu tydligare på innehållsförteckningen vilka ingredienser som är ekologiskt certifierade.

De företag som kallade sitt vatten för ekologiskt utan någon certifiering i Australien stod för en vilseledande marknadsföring. Det är uppenbart att de gynnas av varumärkets namn. Enligt ACCC kan inte vatten klassificeras som ekologiskt eftersom det inte är en



Fig. 11. Deponi i en isälvsavlagring några hundra meter utanför fastigheten (Fig. 3). Foto: Göran Persson.



Fig. 12. Förvaring av diverse föremål (Fig. 3). Foto: Göran Persson.

jordbruksprodukt, vilket är märkligt, då det finns flera ekologiska produkter på marknaden i Sverige som inte härrör från jordbruket. Synen på vad som är ett ekologiskt vatten skiljer sig alltså internationellt. Ifall det fastställs nationella kriterier för ett ekologiskt vatten kan det uppstå problem vid export, då ett annat land kan bedöma att företag får konkurrensfördelar av certifieringen gentemot nationella företag. Det mest fördelaktiga vore om det fastställs internationella kriterier, vilket dock inte ses som särskilt sannolikt inom en snar framtid.

De viktigaste kraven för ekologiska livsmedel är att de inte får innehålla några otillåtna naturfrämmande tillsatser, konstgjorda färg- och aromämnen, samt att de ska ha odlats utan kemiskt framställda bekämpningsmedel. Tillrinningsområdet för ett grundvatten kan jämföras med de kriterier som för ett KRAV-godkänt område i skogen, vilket innebär att tillrinningsområdet inte får ligga närmare än 25 meter från en trafikerad väg eller föroreningskälla, att inga skogsplanter som har blivit behandlade med kemiskt framställda bekämpningsmedel får ha planterats där under de senaste tre åren, samt att området inte får ha konstgödsel eller besprutats under den perioden.

En intressant aspekt är det vatten som ingår i flera ekologiska produkter. Kravet på sådant vatten är att det måste uppfylla livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter. Det innebär att allt kranvatten egentligen borde anses vara ekologiskt. Vatten räknas dock inte som en förädlad produkt, vilket är förvånansvärt eftersom endast de bekämpningsmedel som antas förekomma i en vattentäkt ska analyseras enligt (SLVFS 2001:30). Det innebär att en ekologisk produkt som utgörs av mestadels vatten kan innehålla bekämpningsmedelsrester, till följd av en bristfällig analys. Av den anledningen borde kranvatten certifieras som ekologiskt, bland annat för att ställa högre krav på livsmedelsverket om vilka bekämpningsmedel och andra antropogena, det vill säga mänskligt skapade föroreningar som behöver analyseras. Det skulle bidra till



Fig. 13. Grillplats mellan B1 och B6 (Fig. 3). Foto: Göran Persson.

att säkerställa kvaliteten på ekologiska produkter.

Ett viktigt krav för KRAV-märkta produkter är att de ska framställas så naturligt som möjligt. Det är en anledning till att ifrågasätta kranvatten som ett ekologiskt livsmedel, i och med att ett kranvatten är renat. Istället kanske ett ekologiskt vatten borde vara ett naturligt mineralvatten eller källvatten, där vanligtvis ingen rening har utförts. Dock regleras både ett naturligt mineralvatten och källvatten av (LIVS 2003:45), där kriterier för bekämpningsmedel saknas, vilket är anmärkningsvärt. Dessutom tillåts generellt högre metall- och mineralhalter jämfört med (SLV FS 2001:30).

Vid klassificeringen av ett ekologiskt vatten behöver det förmodligen fastställas gränsvärden för ämnen, definitivt för bekämpningsmedel. Svårigheten med införande av gränsvärden är att analys av framförallt bekämpningsmedel är mycket kostsamma. Det tar också tid att undersöka hur ämnen påverkar människors hälsa och vilka halter som kan anses godtagbara. Dessutom är det svårt att identifiera och fastställa gränsvärden för antropogena föroreningar, eftersom det är svårt att kartlägga alla potentiellt giftiga ämnen, vilket inte minst föroreningsskandalen med PFOS belyste. Troligtvis kommer det även i framtiden att dyka upp nya ämnen som inte har kartlagts. Därför är det inte säkert att ett eventuellt ekologiskt vatten är giftfritt, även om det bedöms vara av god kvalitet med avseende på analyserade parametrar.

Ett annat problem som behöver utredas vid klassificeringen är hur länge ett vatten kan bedömas som ekologiskt. I och med att vatten ständigt cirkulerar i ett kretslopp med en ibland väldigt hög omsättning, kan förutsättningar förändras över tid (Knutsson & Morfeldt 2002). Ett alternativ är att ett tillrinningsområde kontrolleras och analyseras med samma tidsaspekt som vid en ekologisk odling. Vattnet borde analyseras enligt livsmedelsverkets olika dricksvattenföreskrifter, beroende på vilket vatten som anses vara ekologiskt.

Om ett ekologiskt vatten är lika med ett vatten utan föroreningar, det vill säga giftfritt, kan en del grund-

vattenförekomster uteslutas på grund av för höga bakgrundshalter. Ett vatten behöver inte vara antropogent förorenat för att det ska bedömas som hälsofarligt. Samtliga grundvattenförekomster i Sverige har också mer eller mindre påverkats av diffusa föroreningskällor. Undantaget är delvis beroende på hur gammalt grundvattnet är, eftersom utsläppen av föroreningar ökade markant under 1900-talet (Europeiska Kommissionen 2006). Exempelvis är Malmberg Originals tidigare sålda vatten cirka 5245 år gammalt och det innehåller därmed inga påtagliga antropogena ämnen av diffust ursprung. Med avseende på det kan en utredning huruvida vilken påverkan åldern har för eventuella föroreningar vara relevant för att kunna klassificera ett ekologiskt vatten.

Sammanfattningsvis är det svårt att finna ett naturligt rent grundvatten utan någon antropogen påverkan i Sverige, då flera av våra grundvattentäkter är unga. Av den anledningen är kranvatten att föredra om ett ekologiskt vatten ska innebära ett helt giftfritt vatten.

Min personliga åsikt är att ett ekologiskt vatten är ett rent och ostört vatten, det vill säga ett vatten som varken innehåller bekämpningsmedel eller andra antropogena föroreningar. Det får inte tillsättas några otillåtna naturfrämmande tillsatser, konstgjorda färg- och aromämnen till vattnet. Ingen rening får ske, utan det ska vara så naturligt som möjligt, såvida det inte krävs av estetiska eller tekniska skäl. I och med det utesluts kranvatten. Ett ekologiskt vatten ska därför enligt min åsikt innehålla naturliga bakgrundshalter. Tillrinningsområdet för ett ekologiskt vatten får inte ligga närmare än 25 meter från en trafikerad väg eller föroreningskälla. I området får inga skogsplantor som har blivit behandlade med kemiskt framställda bekämpningsmedel ha planterats under de senaste tre åren. Området får heller inte ha konstgödslats eller besprutats under den perioden.

Grundvattnet vid Lilla Klåveröd uppfyller dessa kriterier då det inte finns några föroreningskällor inom 25 meter från fastigheten. Grillplatsen och förvaringsplatsen har en försumbar påverkan på grundvattnet och de bedöms därför inte utgöra någon föroreningskälla. Grundvattnet innehåller dessutom inga analyserade bekämpningsmedel eller andra höga halter av analyserade hälsofarliga ämnen. Sammantaget skulle grundvattnet från Lilla Klåveröd kunna utgöra en riktlinje för vad som är ett ekologiskt vatten.

Förhoppningsvis kan den här rapporten uppmuntra till vidare kunskapsinläring om föroreningar i grundvatten och belysa hur viktigt det är att säkerställa en god vattenkvalitet. En definition av ett ekologiskt vatten kan leda till en ökad kunskapsspridning om vattnets kretslopp och därigenom ökad förståelse för vilka påverkansfaktorer som finns områdesvis. För att vatten även i framtiden ska vara av god kvalitet krävs utökade satsningar i samhället - Projektet Lilla Klåveröd är ett steg på vägen.

6 Slutsatser

- Mina slutsatser är att ett ekologiskt vatten borde uppfylla liknande kriterier som för ett ekologiskt livsmedel, vilket innebär att det inte får tillsättas några otillåtna naturfrämmande tillsatser eller konstgjorda färg- och aromämnen.
- Vattnet får inte renas eftersom ekologiska livsmedel ska vara så naturliga som möjligt. Det innebär att kranvatten inte är ekologiskt och att det ska förekomma naturliga bakgrundshalter.
- Ett ekologiskt vatten är inte garanterat föroreningsfritt. Höga bakgrundshalter och giftiga ämnen som ännu inte har kartlagts kan eventuellt utgöra en hälsofara.
- Grundvattnets tillrinningsområde får inte ligga närmare än 25 meter från en trafikerad väg eller en föroreningskälla. I området får inga skogsplantor som har behandlats med kemiskt framställda bekämpningsmedel ha planterats under de senaste tre åren. Området får heller inte ha konstgödslats eller besprutats under den perioden.
- Lilla Klåveröd uppfyller dessa kriterier och bör därför utgöra en riktlinje för vad som är ett ekologiskt vatten.
- Vattenkvaliteten i det undersökta grundvattnet vid Lilla Klåveröd med avseende på metaller, sällsynta jordartsmetaller och mineraler är överlag god. Vattnet i samtliga brunnar är *tjänligt med anmärkning* på grund av höga järnmangan och aluminiumhalter. Det kan bero på att jordlager och berggrunden innehåller dessa ämnen.
- Grundvattnet innehöll inga analyserade bekämpningsmedel. De fysikalisk-kemiska uppmätta parametrarna visade på en genomgående god kvalitet. Undantaget var brunn 9 som uppvisade ett lågt pH på 5.62, vilket kan bero på oxiderande förhållanden.
- Identifierade föroreningsrisker i området vid Lilla Klåveröd var en grillplats, en förvaringsplats och en deponi utanför fastigheten. Föroreningsriskerna bedöms inte ha påverkat grundvattnet i någon hög utsträckning.

7 Tackord

Jag vill tacka mina handledare Charlotte Sparrenbom, Göran Persson och Peter Dahlqvist för all hjälp under projektets gång. Utan ert kritiskt granskande, uppmuntande och utlåning av fältinstrument, hade rapporten inte varit densamma. Jag vill även passa på att tacka de jag har kommit i kontakt med på HP Borringar, SGU och alla andra som på något vis har varit inblandade i mitt examensarbete. Slutligen vill jag även tacka min familj.

8 Referenser

- Australian Competition & Consumer Commission, 2013. ACCC negotiates removal of misleading 'organic' water claims. Hämtad 2016-05-25, från <https://www.accc.gov.au/media-release/accc-negotiates-removal-of-misleading-%E2%80%99-organic%E2%80%99-water-claims>
- Bratton, L. and Haddow, J., 1975: *Ingestion of char coal lighter fluid*. The Journal of Pediatrics. 636s.
- Ekoweb, 2015. Ekologisk Livsmedelsmarknad: Rapport om den ekologiska branschen. 32s.
- El-Sofany, E., Zaher, W. and Aly, H., 2009: *Sorption potential of impregnated charcoal for removal of heavy metals from phosphoric acid*. Journal of Hazardous Materials, 623-629s.
- Environmental Science & Technology, 1996: Research Watch: DDT persistence. 518s.
- Europeiska Kommissionen, 2016. Ekologiskt jordbruk. Hämtad 2016-05-25, från http://ec.europa.eu/agriculture/organic/index_sv.htm
- Falkenhaug, J. 2014: *Vattnets kretslopp i området vid Lilla Kläveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus*. 24s.
- Fetter, C. W., 2014: *Applied hydrogeology*. Pearson Education. 612 sid.
- Fredén, C. 2002: *Sveriges nationalatlas: berg och jord*. Vällingby. 208s.
- Havs och Vattenmyndigheten, 2008. Vattenverksamheter Handbok för tillämpningen av 11 kapitlet i miljöbalken. Utgåva 1. 133s.
- HP Borringar AB, 2016. HP Brunnsborringar Klippan. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.hpboringar.se/>
- Kemikalieinspektionen, 2016. Högfluorerade ämnen – PFAS. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas>
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 2002: Grundvatten: teori & tillämpning. Svensk byggtjänst. 227 sid.
- KRAV, 2016. KRAV-märkningen. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.krav.se/krav-markningen>
- KRAV, 2016. KRAV-märkt frukt- och bärdryck. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.krav.se/krav-markt-frukt-och-bardryck>
- KRAV, 2016. Vildväxande produktion. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.krav.se/sites/www.krav.se/files/regler-vildvaxande-produktion-2016.pdf>
- Kristianstadsbladet, 2013. Malmbergs slutar med flaskvatten. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.kristianstadsbladet.se/kristianstad/malmbergs-slutar-med-flaskvatten/>
- Lehr, J., Keeley, J., Lehr, J. and Kingery, T. (2005). Surface and agricultural water. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. 781s.
- Livsmedelsverket, 2001: Föreskrifter om dricksvatten. 39s.
- Livsmedelsverket, 2003: Föreskrifter om naturligt-mineralvatten och källvatten. 14s.
- Livsmedelsverket, 2014: Råd om enskild dricksvatten-försörjning. 13s.
- Livsmedelsverket, 2015. Ekologisk mat. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/ekologisk-mat1/>
- Länsstyrelsen i Skåne, 2006: NR beslut 061211 Traneröds mosse. Länsstyrelsen i Skåne län. 11s.
- Malmberg Original, 2013. Malmberg Original. Hämtad 2016-05-25, från <https://www.facebook.com/Malmberg.Original/timeline>
- Marston, C., 2001: *Effect of a complex environmental mixture from coal tar containing polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) on the tumor initiation, PAH-DNA binding and metabolic activation of carcinogenic PAH in mouse epidermis*. Carcinogenesis, 1086s.
- Miljöbalken, 1999. Svensk författningssamling (SFS 1998:808).
- Miljömål, 2016. Grundvatten av god kvalitet. Hämtad 2016-05-25, från <https://www.miljomal.se/miljomalen/9-Grundvatten-av-god-kvalitet/>
- Naturvårdsverket, 1999: Metodik för inventering av förorenade områden. Fälth & Hässler. Värnamo. 152s.
- Naturvårdsverket, 2005. Fordonstvättar – utgåva 1. 35s.
- Naturvårdsverket, 2008. Hälsoriskbedömning vid utredning av förorenade områden. 91s.
- Naturvårdsverket, 2008. Lakvatten från deponier. 37s.
- Naturvårdsverket, 2008. Rening av avloppsvatten i Sverige 2008. 24s.
- Naturvårdsverket, 2016. Årlig uppföljning av Sveriges miljö kvalitetsmål och etappmål 2016. 382s.
- Ronneby Kommun, 2014. Frågor och svar om PFAS. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.ronneby.se/sv/bygga-bo-miljo/vatten-och-avlopp/pfas-information/fragor-och-svar-om-pfas/>
- Setterby, Y. & Malmgren, A., 2009: Fastställande av skötselplan för naturreservatet Traneröds mosse. Länsstyrelsen i Skåne län. 32 sid.
- Skogsstyrelsen, 2013. Skärpta krav för växtskyddsmedel. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skogseko/Artikelregister/SkogsEko-4-2013/Skarpta-krav-for-vaxtskyddsmedel/>
- Sveriges Geologiska Undersökning, 2013: Bedömningsgrunder för grundvatten. 238s.
- Sveriges geologiska undersökning, 2014a: Berggrundskarta 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, 2014b: Jordartskarta 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning.
- The Sydney Morning Herald, 2011: Bottlers tap into muddied springs with organic water claims. Hämtad 2016-05-25, från <http://www.smh.com.au/environment/water-issues/bottlers-tap-into-muddied-springs-with-organic-water-claims-20110421-1dq3m.html>
- Yi, L., Ma, B., Liu, L., Tang, G. and Wang, T., 2016: *Simulation of groundwater-seawater interaction in the coastal surficial aquifer in Bohai Bay, Tianjin, China*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 177s.
- Williams, D., Williams, N. and Cao, Y., 2000: *Road salt contamination of groundwater in a major metropolitan area and development of a biological Index to monitor its impact*. Water Research, 138s.
- World Health Organization, 2011: Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva, World Health Organization. 564 s.

Bilaga 1—Analyt av bekämpningsmedelsrester



Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

HP Borringar i Klippan AB
John Olsson
Idrottsvägen 19
264 31 KLIPPAN

AR-16-SL-067400-01

EUSELI2-00330405

Kundnummer: SL8470334

Analysrapport

Provnnummer:	177-2016-04220231	Ankomsttemp °C	11,2	
Provbeskrivning:		Brunnstyp	Borrad brunn	
Matris:	Brunnsvatten	Fastighetsbeteckning	Lilla Klåveröd B:1	
Provet ankom:	2016-04-21 23:30	Kommun	Svalöv	
Utskriftsdatum:	2016-05-06	Provtagare	Pontus Olsson/Göran Persson	
Provmärkning:	Lilla Klåveröd B:1	Provtagningsdatum	2016-04-21 10:30	
Analys	Resultat	Enhet	Måto.	Metod/ref
Atrazine	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Atrazine-desethyl	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Atrazine-desisopropyl	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Atrazin-2-hydroxy	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Bentazone	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Cyanazine	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
2,6-Diklorbenzamid	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
D -2,4	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Diclorprop	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Dimethoate	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Diuron	<0.010	µg/l	35%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Ethofumesate	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Fenoxaprop	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Fluroxypyr	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Hexazinone	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Imidacloprid	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Isoproturon	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)
Kloridazon	<0.010	µg/l	45%	Environmental Science & Technology vol. 31, no 2 a)

Förklaringar

AR-003v39

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Klopyralid	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Klorsulfuron	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Kvinmerac	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
MCPA	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Mekoprop	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Metamitron	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Metazaklor	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Metribuzin	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Metsulfuron-metyl	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Simazine	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Terbutylazine	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Tifensulfuron-metyl	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
2,4,5-T	<0.010	µg/l	35%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
2(4-Klorfenoxyl)propionsyra (4-CPP)	<0.010	µg/l	35%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
1-(3,4-Diklorfenyl)-3-metylurea	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
1-(3,4-Diklorfenyl)urea	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Azoxystrobin	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Bitertanol	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
DMST	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Iprodione	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Metribuzin-desamino-diketo	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Metribuzin-diketo	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Simazin-2-hydroxy	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Terbutylazin-2-hydroxy	<0.010	µg/l	45%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
Terbutylazin-desetyl	<0.010	µg/l	35%	Enviromental Science & Technology vol. 31, no 2	a)
<p>Kemisk bedömning Tjänligt med avseende på utförda parametrar. Bedömt enligt Livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning.</p> <p>Hur tolkar jag resultatet? Förklaring till analysresultatet gällande din brunsvattenanalys hittar du på vår hemsida: www.eurofins.se/tjanster/miljo-vatten/dricksvatten/brunsvatten</p>					

AR-16-SL-067400-01

EUSELI2-00330405

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Food & Feed Testing Sweden (Lidköping), SWEDEN

Housam Abdallah, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkantar annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v39

Bilaga 2—Bestämning av element i vattenprover (ppb)

ID	Na	Mg	Al	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Ba	La	Ce	U	datum
B1a	7708,4	4649,6	0,3	13,6	1144,1	17515,8	2,9	0,1	5,5	548,9	1259,7	2,3	63,4	0,1	10,9	0,0	0,1	0,4	20160425
B1b	7731,5	4974,3	0,7	13,8	1163,4	18010,4	2,6	0,1	5,7	552,8	1399,7	2,3	64,7	0,1	10,9	0,0	0,1	0,4	20160425
B4	12063,3	5650,3	0,0	9,8	2614,3	15390,2	1,0	0,0	6,1	1522,3	446,7	9,7	50,3	0,0	5,6	0,1	0,1	0,2	20160425
B5a	9227,5	5329,1	0,0	16,8	1319,2	20433,2	2,9	0,1	6,3	546,9	450,5	2,9	70,3	0,1	18,5	0,0	0,0	0,3	20160425
B5b	8411,9	5022,0	0,6	12,1	1101,8	18586,4	2,6	0,0	5,6	472,0	491,3	2,6	63,5	0,0	16,7	0,0	0,0	0,2	20160425
B6a	8766,9	5313,9	0,1	8,5	1160,3	16154,2	2,2	0,0	5,0	397,1	745,2	2,1	52,4	0,0	11,8	0,0	0,0	0,3	20160425
B6b	10074,9	5717,7	0,4	8,5	1271,5	16110,3	2,3	0,0	5,3	395,1	776,0	2,2	54,4	0,0	11,7	0,0	0,0	0,3	20160425
B9a	7494,9	2378,7	722,9	21,8	4602,1	11903,8	11,1	0,5	6,1	36,4	393,9	6,7	52,1	3,8	21,8	13,2	15,9	0,3	20160425
B9b	7544,1	2316,5	743,9	18,8	4543,0	11921,4	9,1	0,4	5,7	29,5	377,4	6,6	49,9	3,7	20,7	12,8	16,1	0,2	20160425

Sort: ppb

ID	Li	Be	B	Sc	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se	Zr	Nb	Mo	Ag	Cd	Sn	
B1a	9,44	0,01	10,73	4,17	0,23	0,81	0,09	0,52	0,04	0,10	0,16	0,02	0,02	3,64	0,00	0,01	bad	
B1b	9,00	0,01	10,84	3,96	0,23	0,77	0,10	0,51	0,05	0,09	0,16	0,01	0,01	3,51	0,00	0,01	bad	
B4	7,86	0,00	12,43	1,10	0,17	0,78	0,17	0,66	0,01	0,05	0,22	0,01	0,01	0,28	0,00	0,00	bad	
B5a	7,63	0,01	6,77	3,60	0,08	3,39	0,81	0,67	0,05	0,03	0,16	0,01	0,01	3,00	0,00	0,01	bad	
B5b	8,32	0,01	7,58	3,79	0,08	3,74	1,04	0,81	0,05	0,06	0,18	0,01	0,01	3,19	0,00	0,01	bad	
B6a	9,23	0,01	11,51	3,11	0,13	0,71	0,10	0,42	0,04	0,19	0,14	0,01	0,01	2,49	0,00	0,01	bad	
B6b	9,09	0,00	11,05	3,07	0,12	0,69	0,13	0,51	0,04	0,18	0,18	0,00	0,01	2,47	0,00	0,01	bad	
B9a	0,20	0,06	10,78	1,75	0,19	1,05	1,51	5,89	0,04	0,17	0,45	0,45	0,08	0,10	0,01	0,01	0,08	bad
B9b	0,22	0,06	10,03	1,58	0,20	0,98	1,44	6,09	0,04	0,17	0,44	0,45	0,06	0,09	0,00	0,00	0,08	bad

Sort: ppb

Ba	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	W	Tl	Pb	Bi	Th	U	datum
9,80	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,10	0,00	0,02	0,02	0,00	0,36	20160425
9,89	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,11	0,00	0,01	0,01	0,00	0,36	20160425
5,54	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,20	20160425
13,38	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,03	0,00	0,00	0,21	20160425
15,37	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,06	0,00	0,00	0,23	20160425
10,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,34	20160425
10,28	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,32	20160425
19,98	2,61	8,95	1,38	0,14	1,31	0,15	0,65	0,12	0,36	0,04	0,18	0,03	0,18	0,03	0,55	0,00	0,65	0,24	20160425
20,09	2,52	8,02	1,32	0,14	1,29	0,15	0,63	0,13	0,37	0,04	0,18	0,03	0,18	0,03	0,53	0,00	0,59	0,23	20160425

**Tidigare skrifter i serien
"Examensarbeten i Geologi vid Lunds
universitet":**

435. Olsson, Sofia, 2015: Naturlig nedbrytning av klorerade lösningsmedel: en modellering i Biochlor baserat på en fallstudie. (15 hp)
436. Huitema, Moa, 2015: Inventering av föroreningar vid en brandövningsplats i Linköpings kommun. (15 hp)
437. Nordlander, Lina, 2015: Borrningsteknikens påverkan vid provtagning inför dimensionering av formationsfilter. (15 hp)
438. Fennvik, Erik, 2015: Resistivitet och IP-mätningar vid Äspö Hard Rock Laboratory. (15 hp)
439. Pettersson, Johan, 2015: Paleoeologisk undersökning av Triberga mosse, sydöstra Öland. (15 hp)
440. Larsson, Alfred, 2015: Mantelplymer - realitet eller *ad hoc*? (15 hp)
441. Holm, Julia, 2015: Markskador inom skogsbruket - jordartens betydelse (15 hp)
442. Åkesson, Sofia, 2015: The application of resistivity and IP-measurements as investigation tools at contaminated sites - A case study from Kv Renen 13, Varberg, SW Sweden. (45 hp)
443. Lönsjö, Emma, 2015: Utbredningen av PFOS i Sverige och världen med fokus på grundvattnet - en litteraturstudie. (15 hp)
444. Asani, Besnik, 2015: A geophysical study of a drumlin in the Åsnen area, Småland, south Sweden. (15 hp)
445. Ohlin, Jeanette, 2015: Riskanalys över pesticidförekomst i enskilda brunnar i Sjöbo kommun. (15 hp)
446. Stevic, Marijana, 2015: Identification and environmental interpretation of microtextures on quartz grains from aeolian sediments - Brattforsheden and Vittskövle, Sweden. (15 hp)
447. Johansson, Ida, 2015: Is there an influence of solar activity on the North Atlantic Oscillation? A literature study of the forcing factors behind the North Atlantic Oscillation. (15 hp)
448. Halling, Jenny, 2015: Inventering av sprickmineraliseringar i en del av Sorgenfrei-Tornquistzonen, Dalby stenbrott, Skåne. (15 hp)
449. Nordas, Johan, 2015: A palynological study across the Ordovician Kinnekulle. (15 hp)
450. Åhlén, Alexandra, 2015: Carbonatites at the Alnö complex, Sweden and along the East African Rift: a literature review. (15 hp)
451. Andersson, Klara, 2015: Undersökning av slugtestsmetodik. (15 hp)
452. Ivarsson, Filip, 2015: Hur bildades Bushveldkomplexet? (15 hp)
453. Glommé, Alexandra, 2015: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in plagioclase, evidence for a crustal origin of the Hakefjorden Complex, SW Sweden. (45 hp)
454. Kullberg, Sara, 2015: Using Fe-Ti oxides and trace element analysis to determine crystallization sequence of an anorthositenorite intrusion, Algön SW Sweden. (45 hp)
455. Gustafsson, Jon, 2015: När började plattetektoniken? Bevis för plattetektoniska processer i geologisk tid. (15 hp)
456. Bergqvist, Martina, 2015: Kan Ölands grundvatten öka vid en uppdämning av de utgrävda diken genom strandvallarna på Ölands östkust? (15 hp)
457. Larsson, Emilie, 2015: U-Pb baddeleyite dating of intrusions in the southeasternmost Kaapvaal Craton (South Africa): revealing multiple events of dyke emplacement. (45 hp)
458. Zaman, Patrik, 2015: LiDAR mapping of presumed rock-cored drumlins in the Lake Åsnen area, Småland, South Sweden. (15 hp)
459. Aguilera Pradenas, Ariam, 2015: The formation mechanisms of Polycrystalline diamonds: diamondites and carbonados. (15 hp)
460. Viehweger, Bernhard, 2015: Sources and effects of short-term environmental changes in Gullmar Fjord, Sweden, inferred from the composition of sedimentary organic matter. (45 hp)
461. Bokhari Friberg, Yasmin, 2015: The paleoceanography of Kattegat during the last deglaciation from benthic foraminiferal stable isotopes. (45 hp)
462. Lundberg, Frans, 2016: Cambrian stratigraphy and depositional dynamics based on the Tomten-1 drill core, Falbygden, Västergötland, Sweden. (45 hp)
463. Flindt, Anne-Cécile, 2016: A pre-LGM sandur deposit at Fiskarheden, NW Dalarna - sedimentology and glaciotectionic deformation. (45 hp)
464. Karlatou-Charalampopoulou, Artemis, 2016: Vegetation responses to Late Glacial climate shifts as reflected in a high resolution pollen record from Blekinge, south-eastern Sweden, compared with responses of other climate proxies. (45 hp)
465. Hajny, Casandra, 2016: Sedimentological study of the Jurassic and Cretaceous sequence in the Revinge-1 core, Scania. (45 hp)
466. Linders, Wictor, 2016: U-Pb geochronology and geochemistry of host rocks to the

- Bastnäs-type REE mineralization in the Ridrarhyttan area, west central Bergslagen, Sweden. (45 hp)
467. Olsson, Andreas, 2016: Metamorphic record of monazite in aluminous migmatitic gneisses at Stensjöstrand, Sveconorwegian orogen. (45 hp)
468. Liesirova, Tina, 2016: Oxygen and its impact on nitrification rates in aquatic sediments. (15 hp)
469. Perneby Molin, Susanna, 2016: Embryologi och tidig ontogeni hos mesozoiska fisködlor (Ichthyopterygia). (15 hp)
470. Benavides Höglund, Nikolas, 2016: Digitization and interpretation of vintage 2D seismic reflection data from Hanö Bay, Sweden. (15 hp)
471. Malmgren, Johan, 2016: De mellankambriiska oelandicuslagren på Öland - stratigrafi och facietyper. (15 hp)
472. Fouskopoulos Larsson, Anna, 2016: XRF-studie av sedimentära borrhärnor - en metodikstudie av programvarorna Q-spec och Tray-sum. (15 hp)
473. Jansson, Robin, 2016: Är ERT och Tidsdomän IP potentiella karteringsverktyg inom miljögeologi? (15 hp)
474. Heger, Katja, 2016: Makrofossilanalys av sediment från det tidig-holocena undervattenslandskapet vid Haväng, östra Skåne. (15 hp)
475. Swierz, Pia, 2016: Utvärdering av vattenkemisk data från Borgholm kommun och dess relation till geologiska förhållanden och markanvändning. (15 hp)
476. Mårdh, Joakim, 2016: WalkTEM-undersökning vid Revingehed provpumpningsanläggning. (15 hp)
477. Rydberg, Elaine, 2016: Gummigranulat - En litteraturstudie över miljö- och hälsopåverkan vid användandet av gummigranulat. (15 hp)
478. Björnfors, Mark, 2016: Kusterosion och äldre kustdyners morfologi i Skålderviken. (15 hp)
479. Ringholm, Martin, 2016: Klimatutlöst matbrist i tidiga medeltida Europa, en jämförande studie mellan historiska dokument och paleoklimatarkiv. (15 hp)
480. Teilmann, Kim, 2016: Paleomagnetic dating of a mysterious lake record from the Kerguelen archipelago by matching to paleomagnetic field models. (15 hp)
481. Schönström, Jonas, 2016: Resistivets- och markradarmätning i Ängelholmsområdet - undersökning av korrosiva markstrukturer kring vattenledningar. (15 hp)
482. Martell, Josefin, 2016: A study of shock-metamorphic features in zircon from the Siljan impact structure, Sweden. (15 hp)
483. Rosvall, Markus, 2016: Spår av himlakroppskollisioner - bergarter i nedslagskratrar med fokus på Mien, Småland. (15 hp)
484. Olausson, My, 2016: Resistivets- och IP-mätningar på den nedlagda deponin Gustavsfält i Halmstad. (30 hp)
485. Plan, Anders, 2016: Markradar- och resistivetsmätningar - undersökningar utav korrosionsförhöjande markegenskaper kring fjärrvärmeledningar i Ängelholm. (15 hp)
486. Jennerheim, Jessica, 2016: Evaluation of methods to characterise the geochemistry of limestone and its fracturing in connection to heating. (45 hp)
487. Olsson, Pontus, 2016: Ekologiskt vatten från Lilla Klåveröd: en riskinventering för skydd av grundvatten. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund