

Vattnets kretslopp i området vid Lilla Klåveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus

Jorunn Falkenhaus

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 401
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

Vattnets kretslopp i området vid Lilla Klåveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus

Kandidatarbete
Jorunn Falkenhaus

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

Innehåll

1	Introduktion	7
1.1	Syfte	7
2	Bakgrund	7
2.1	Områdesbeskrivning	7
2.2	Projektet Lilla Klåveröd	9
2.3	Den hydrologiska cykeln – ett evigt flöde	9
2.3.1	Vattnets kretslopp	9
2.3.2	Kunskapsläget i grundskolan idag	11
2.4	Teori till undersökningsmetoder	11
2.4.1	Flödesriktning och vattenkvalité	11
2.4.2	Utvärdering av en sprickakvifer	11
2.4.3	Vattenbalans	12
3	Metod	12
3.1	Flödesmätningar	12
3.2	Vattnets egenskaper och vattenkvalité	12
3.3	Brunnar	12
3.4	Provpumpning	13
4	Resultat	13
4.1	Flödesmätning	13
4.2	Vattnets egenskaper och vattenkvalité	14
4.3	Brunnar	15
4.4	Provpumpning	18
4.5	Vattenbalans	18
5	Diskussion	18
5.1	Flödesriktning och vattenkvalité	18
5.2	Brunnar	20
5.3	Provpumpning	20
5.4	Vattnets kretslopp	21
5.5	Hydrogeologi i skolan	21
6	Slutsatser.....	23
7	Tack.....	23
8	Referenser.....	23

Bilaga 1 – Analyserapporter

Bilaga 2 – Kornstorleksanalyser

Bilaga 3 – Borrbevis

Omslagsbild: Vatten påträffas under borrning. Foto: Jorunn Falkenhaus

Vattnets kretslopp i området vid Lilla Klåveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus

JORUNN FALKENHAUG

Falkenhaus, J., 2014: Vattnets kretslopp i området vid Lilla Klåveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 401, 24 sid. 15 hp.

Sammanfattning: Kunskap om vatten och hydrogeologi är viktig, framförallt ur ett föroreningsperspektiv men även ur ett byggnadstekniskt perspektiv. Trots detta saknas ofta hydrogeologisk kompetens på många områden i samhället. Därför finns en allmännytta i att öka den allmänna kunskapen om hydrogeologi. Brunnborrningsföretaget HP Borrningar AB har därför startat projektet "Lilla Klåveröd" där de genom exempel från gården Lilla Klåveröd på Söderåsen i Skåne vill lära ut om vattnets kretslopp till barn och ungdomar. Ett examensarbete har därför utförts i syfte att undersöka hydrogeologin i området vid Lilla Klåveröd, för att på det sättet beskriva vattnets kretslopp. Genom att anlägga brunnar och utföra en provpumpning, kunde grundvattenförekomster i området karaktäriseras. Resultaten visar att grundvatten vid Lilla Klåveröd uppehåller sig i en samverkande öppen akvifer mellan den undre, mättade zonen av en isälvsavlagring samt i sprickor och kaviteter i gnejsberggrunden. Vidare har flödesriktning mellan yt- och grundvatten i området undersökts. Resultaten pekar på att grundvatten flödar ut i ytvattendrag. Även vattenkvalité i grund- och ytvatten i området har undersökts. Grundvattnet är av god kvalité, trots höga halter av järn och mangan då detta kan åtgärdas med exempelvis luftning och sandfiltrering. Ytvatten i området påvisar höga halter av koliforma och *E. coli* bakterier vilket sannolikt härrör naturligt från jord och levande organismer i området. Undersökningarna av hydrogeologin vid Lilla Klåveröd har sammanfattats i en konceptuell modell som beskriver vattnets kretslopp i en sprickakvifer. Förhoppningsvis kan modellen tillsammans med denna rapport väcka nyfikenhet att inhämta ytterligare kunskap om hur vatten bildas.

Nyckelord: vattnets kretslopp, hydrologiska cykeln, sprickakvifer, sprickakvifär, Söderåsen, Lilla Klåveröd, hydrogeologi, hydrogeologi i skolan, HP Borrningar, provpumpning.

Handledare: Charlotte Sparrenbom (Geologiska institutionen, Lund), Göran Persson (HP Borrningar AB), Peter Dahlgvist och Mattias Gustafsson (SGU).

Ämnesinriktning: Kvärtärgeologi

Jorunn Falkenhaus, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige. E-post: jo_runn@hotmail.com

The water cycle in the area of Lilla Klåveröd: an educational project with water in focus

JORUNN FALKENHAUG

Falkenhaus, J., 2014: The water cycle in the area of Lilla Klåveröd: an educational project with water in focus. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 401, 24 pp. 15 hp (15 ECTS credits).

Abstract: Knowledge of water and hydrogeology is important, both from a contamination perspective but also from a structural engineering perspective. However, hydrogeological expertise is often lacking in many areas of the society. It is therefore crucial for the society to increase its general knowledge of hydrogeology. Therefore the well drilling company HP Borrningar AB has started a project called "Lilla Klåveröd " in which they want to enlighten the water cycle, through examples from the farm Lilla Klåveröd on Söderåsen in Skåne, Sweden. The purpose of this thesis has been to investigate the hydrogeology of the area at Lilla Klåveröd, in order to describe the water cycle. By drilling wells and performing a pump test, groundwater in the area could be characterized. The results show that the water at Lilla Klåveröd resides in a cooperating open aquifer between the lower, saturated zone of a glacial-luvial deposit, and in fissures and cavities in gneiss bedrock. Investigations of the flow direction between surface and groundwater in the area indicate that groundwater flows into surface water. In addition, the water quality in surface and groundwater of the area was investigated. Groundwater is of good quality, despite high levels of iron and manganese. This can be treated with for example aeration and sand filtration. Surface water in the area shows high levels of coliform and *E. coli* bacteria which likely stems naturally from the soil and living organisms in the area. The investigations of the hydrogeology at Lilla Klåveröd have been summarized in a conceptual model, describing the water cycle in a fissured aquifer. Hopefully this arouses curiosity to seek further knowledge about how water is formed.

Keywords: water cycle, hydrological cycle, fissured aquifer, fractured aquifer, Söderåsen, Lilla Klåveröd, hydrogeology, hydrogeology in school, HP Borrningar, pump test.

Supervisors: Charlotte Sparrenbom (Geologiska institutionen, Lund), Göran Persson (HP Borrningar AB), Peter Dahlqvist and Mattias Gustafsson (SGU).

Subject: Quaternary Geology

Jorunn Falkenhaus, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: jo_runn@hotmail.com

1 Introduktion

Människan har alltid varit styrd av tillgången till vatten för sin överlevnad. Därför är det inte ett sammanträffande att många av världens största städer byggts upp runt stora vattendrag. Med avseende på omfattningen av vattnets betydelse för samhällets existens, är kunskap om vatten därför oerhört viktigt vid all typ av samhällsplanering. Trots detta prioriteras inte alltid hydrogeologiska aspekter, det vill säga frågor som rör vattnets förekomst och uppträdande i marken. Ett känt exempel då allvarliga konsekvenser uppstått för att hydrogeologisk kompetens inte utnyttjats tillräckligt är projektet Hallandsåstunneln. Avsaknaden av fokus på betydelsen av hydrogeologin i projektet resulterade i negativa konsekvenser, då dricksvattenbrunnar i anslutning till tunnelborrandet på Hallandsåsen avsänktes. Dessutom trängde vatten förorenat med det hälsoskadliga medlet Rhoca Gil, som tunneln under en period tätades med, upp till ytan (SOU 1998).

För att förhindra liknande händelser som på Hallandsåsen är det därför av vikt att nyttja hydrogeologisk kunskap. Inom bygg- och infrastrukturprojekt är det viktigt att undersöka hydrogeologin i syfte att minimera risk för bland annat sättningar och skred, men även för att minimera föroreningsrisker av vattenförekomster.

Infiltrations-, transport- och spridningsvägar är exempel på viktiga frågor vid bedömning av föroreningsrisker av grund- eller ytvatten i en hydrogeologisk undersökning. Det påstås att vi i Sverige är bortskämda med rent dricksvatten men faktum är att kännedomen om Sveriges grundvattenförekomster är bristfällig. Det finns i Sverige ungefär 3000 grundvattenförekomster, men övervakning av vattenkvalité sker enbart i 14 procent av dem (Vattenmyndigheterna 2013).

Att tidigt lära barn och ungdomar de basala delarna av hydrogeologi i syfte att skapa intresse och förståelse, kan vara ett sätt att öka kompetens om och förståelse för att tänka i termer av hydrogeologi. Ur pedagogisk synvinkel skulle studiebesök vara ett lämpligt sätt att inspirera barn och ge dem möjlighet att skapa ett intresse för vatten och därmed hydrogeologi. Därför vill brunnborrningsföretaget HP Borrningar AB utveckla en både reell och virtuell besöksplats på gården Lilla Klåveröd i nordvästra Skåne. Där vill de kunna nå ut och förhoppningsvis skapa ett intresse för vattenfrågor hos barn och ungdomar i åldrarna 8–14 år (G. Persson, HP Borrningar, pers. kom. mars 2014).

1.1 Syfte

Den här rapporten är ett examensarbete på kandidatnivå där den första delen av HP Borrningars projekt ”Lilla Klåveröd” påbörjas. Kandidatarbetet syftar till att utföra en första hydrogeologisk undersökning av området vid Lilla Klåveröd för att här kunna åskådliggöra vattnets kretslopp. Brunnar har under projektet anlagts på gården och utifrån den information som erhållits i kombination med ytterligare fältundersök-

ningar, har lagerföljd och grundvattenförhållanden i marken kunnat beskrivas. De frågeställningar som undersöks och diskuteras kan sammanfattas i fyra punkter:

- Undersöka flödesriktning mellan ytvatten och grundvatten.
- Undersöka vattenkvalitén (med avseende på fysikalisk-kemiska standardanalyser).
- Hur ser lagerföljden ut? Vilken vertikal utbredning har jordlager och berggrund?
- Beskriva grundvattenförekomster och vattnets kretslopp på Lilla Klåveröd.

2 Bakgrund

2.1 Områdesbeskrivning

Lilla Klåveröd är en gammal gård belägen cirka 4,5 kilometer sydväst om Ljungbyhed och knappt tre mil öster om Helsingborg. Området ligger på Söderåsens platå, nära Söderåsens norra slutning (Liedberg & Thelaus 1979), och strax väster om Söderåsens nationalpark. Området vid Lilla Klåveröd ligger i Traneröds mosse, Grindhus och Lilla Klåveröds naturreservat som bildades 2006. Själva gården Lilla Klåveröd ingår dock inte i naturreservatet (Fig. 1) (Länsstyrelsen i Skåne län 2006).

Söderåsen är en horst som liksom övriga skånska urbergshorstar restes i en sista fas under den geologiska perioden Krita (Björk et al. 2003). Området domineras därför av förkastningar och krosszoner som generellt går i nordväst-sydostlig riktning. Framförallt i horstens nordvästra delar är förkastningsbranter tydliga (Liedberg & Thelaus 1979). Berggrunden vid Lilla Klåveröd utgörs enligt Sveriges geologiska undersökning (SGU) berggrundskarta av granitisk gnejs/migmatisk gnejs med hög sprickförekomst (Fig. 2) (Sveriges geologiska undersökning 2014a).

Söderåsens berggrund är stundtals kraftigt vittrad och leromvandlad, liksom övriga delar av södra Sveriges berggrund. Vittring kan genom kontakt med sprickor ske på ett stort djup i berggrunden, så kallad djupvittring. Nere i berggrunden sker vittringen längs med sprickplan och olika lättvittrade lager som exempelvis amfibolit. Den vittringsprodukt som framförallt bildas är kaolinlera (Wikman et al. 1993). I kristallin berggrund är det framförallt fältspaterna som omvandlas till kaolin (Klein & Dutrow 2007).

Gården Lilla Klåveröd ligger på en höjd av cirka 170 m ö. h. (meter över havet) (Lantmäteriet 2014) i ett område dominerat av förkastningar och småkulligt moränlandskap. Vid Lilla Klåveröd påträffas en isälvsavlagring som sträcker sig i nordvästlig riktning från gården, för övrigt domineras områdets ytliga jordarter av sandig morän (Fig. 3) (Sveriges geologiska undersökning 2014b; Sveriges geologiska undersökning 2014a). Åt sydväst sluttar det från gården ned till en igenväxande sjö, Mölledammen. Sjön är cirka en halv

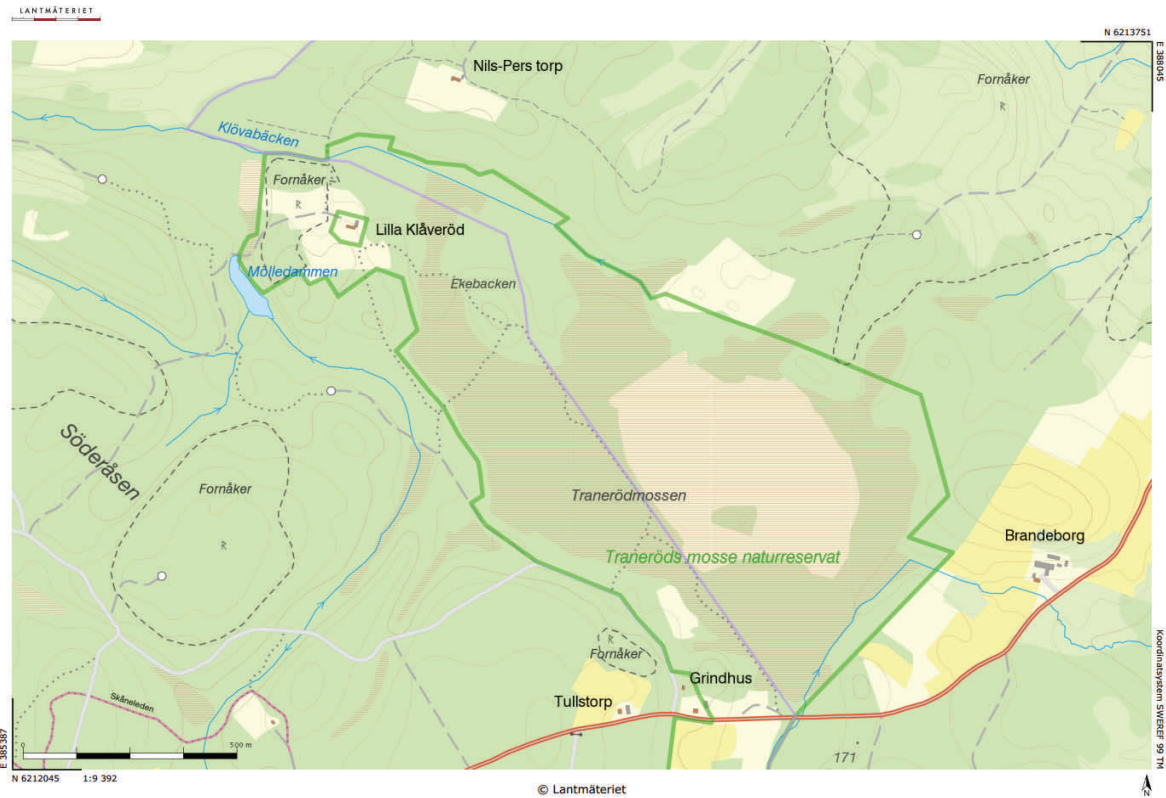


Fig. 1. Naturreseptatet Traneröds mosse, Grindhus och Lilla Klåveröd markerad med en (grön) linje. Gården Lilla Klåveröd är exkluderad från naturreseptatet. ©Lantmäteriet [i2012/927].

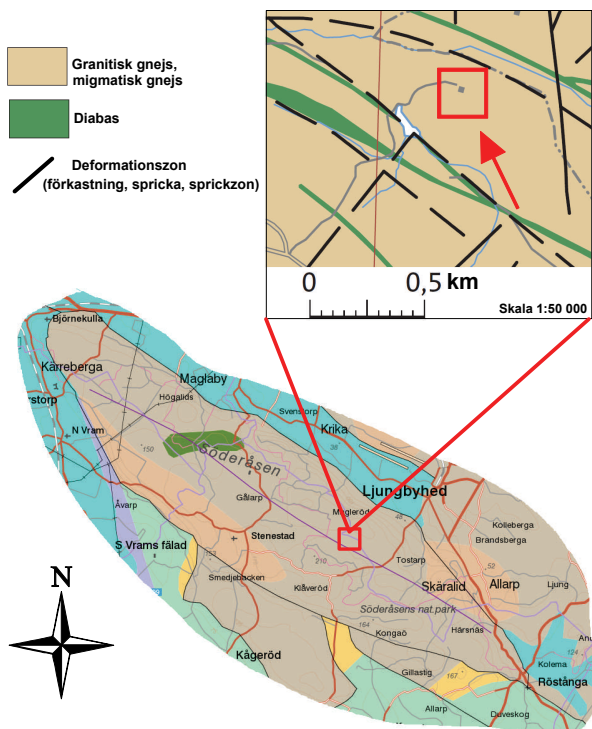


Fig. 2. Berggrundskarta över Lilla Klåveröd och dess placering på Söderåsen. Gården Lilla Klåveröd är markerad med en (röd) kvadrat. Modifierad efter Sveriges geologiska undersöknings berggrundskarta (2014a). ©Sveriges geologiska undersökning. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet.

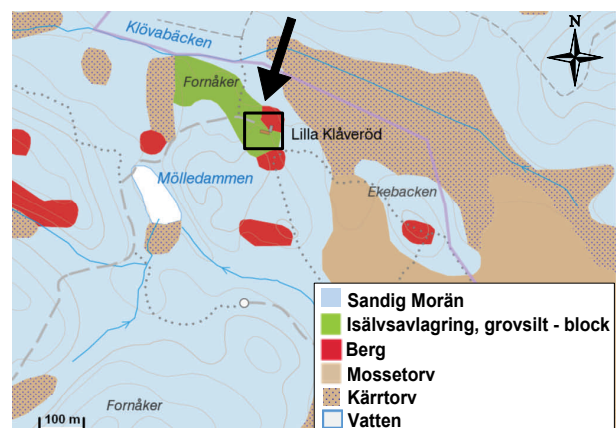


Fig. 3. Jordartskarta över området vid Lilla Klåveröd. Gården Lilla Klåveröd är markerad med en (svart) kvadrat. Modifierad efter Sveriges geologiska undersöknings jordartskarta (2014b). ©Sveriges geologiska undersökning. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet.

hektar stor och går i NNW-SSW riktning (Lantmäteriet 2014). Sannolikt har Mølledammen bildats i en spricka (Sveriges geologiska undersökning 2014a). Några hundratals meter sydost om Mølledammen och Lilla Klåveröd, breder Traneröds mosse ut sig. Denna mosse har bildats från en isjö vilken uppstod i en djup spricka som vattenfylldes under senaste isavsmältningen (Setterby 2009).

Både Grindhus och Lilla Klåveröd är kulturhistoriskt intressanta med lämningar såsom odlingsrösen och fågator. Strax nordost om Mølledammen i närheten av gården Lilla Klåveröd är en ruin belägen, från något som troligtvis var en kvarn (Setterby 2009).

Även vid Traneröds mosse återfinns kulturhistoriska spår i form av torvtäkter i den nordöstra delen av mossen. Spåren av brytningsverksamheten är däremot inte utbredda, vilket tyder på att den torv som bröts på mossen enbart användes till husbehov. Förutom en kort period av torvbrytning under första världskriget, upphörde brytningen i början av 1900-talet (Liedberg & Theläus 1979).

2.2 Projektet Lilla Klåveröd

Sedan juni 2013 ägs fastigheten Lilla Klåveröd av HP Borringar AB. Syftet är att använda Lilla Klåveröd som exempel för att lära ut om enkla hydrogeologiska principer där vattnets kretslopp utgör en viktig del (G. Persson, HP Borringar, pers. kom. mars 2014). Projektets syfte kan sammanfattas i följande punkter:

- Anlägga en besöksplats på Lilla Klåveröd. För att undvika överbelastning av området kommer fokus att vara på en virtuell besöksplats i form av en hemsida, men emellanåt kommer även enskilda grupper kunna tas emot.
- Mötet med Lilla Klåveröd (reellt liksom virtuellt) ska skapa ett intresse för hydrogeologi hos målgruppen barn och ungdomar.
- Skapa tillgänglig information om hydrogeologi och vattnets kretslopp, som kan utnyttjas av exempelvis skolor i utbildningssyfte.
- Tillgodose dricksvatten- och energibehov för gården genom anläggning av för ändamålet lämpliga brunnar.

2.3 Den hydrologiska cykeln — ett evigt flöde

2.3.1 Vattnets kretslopp

Det finns många beskrivningar av den hydrologiska cykeln, även kallad vattnets kretslopp. Processen är komplicerad i det avseende att den inbegriper många olika komponenter (Fig. 4). Vattnets kretslopp kan studeras globalt, likaså lokalt. Utan vattnets eviga cirkulation hade förutsättningarna för liv inte varit desamma på jorden. Enligt Gilli et al. (2012) finns det framförallt tre viktiga punkter angående vattnets egenskaper som utgör grunden för existens av rinnande vatten på jorden:

”jordens avstånd från solen möjliggör existensen av vatten i dess tre aggregationstillstånd;

atmosfärens närvaro orsakar en växthuseffekt utan vilken den genomsnittliga yttemperaturen skulle vara -15°C ;

vatten, när det fryser, expanderar och flyter därför. Det bildar ett isolerande lager, vilket skyddar underliggande vatten från att frysa. Om det omvända var fallet, skulle is sjunka till botten av oceanerna och jorden skulle kunna vara mycket kallare” (fritt översatt från Gilli et al. (2012)).

Följaktligen innehar vatten ovärderliga egenskaper som möjliggör liv på jorden. Vart vattnet på jorden ursprungligen kommer ifrån vet dock inte forskare med säkerhet. Den teori som länge dominerat förklaringen av vattnets ursprung, säger att jorden successivt har tillförts vatten från kometer som landat på jorden (Drake & Campins 2005). Ny forskning visar däremot att jordens vatten i större utsträckning än forskare tidigare trott har sitt ursprung från jordens inre (Pearson et al. 2014) och kommit upp till ytan vid exempelvis vulkanutbrott och heta källor. Det har tidigare varit teoretiskt känt att de grundämnena som bildar vatten – väte och syre – finns kemiskt bundet i form av hydroxidjoner till mineral i mantelns övergångszon. Forskare har nu kunnat bevisa att teorin stämmer genom det första fyndet någonsin av mineralet ringwoodit, inneslutet i en diamant. Ringwoodit existerar i mantelns övergångszon 410 – 660 kilometer in i jordens inre och är en polymorf högtrycksform av mineralet olivin. Vad som gör upptäckten sensationell är att ringwoodit kan innehålla upp till 2,5 % hydroxidjoner av sin totala vikt. Enligt studien som gjorts är detta ett bevis för att övergångszonen på vissa ställen innehåller en viktprocent vatten, vilket innebär enormt stora volymer vatten. Pearson et al. (2014) konstaterar dock i sin artikel att ämnet är en kontroversiell fråga. Även om fyndet av ringwoodit indikerar att stora mängder av kemiskt bundet vatten i form av hydroxidjoner existerar lokalt i mantelns övergångszon, råder stor osäkerhet kring de mängder vatten som finns där totalt (Pearson et al. 2014).

Det vatten som existerar på jorden idag cirkulerar i ett gigantiskt kretslopp (Fig. 4). En viktig del av processen är vattnets olika aggregationstillstånd; vattenånga, flytande vatten och is. Det är den egenskapen som gör det möjligt för vatten att cirkulera exempelvis från luft till sjöar och från sjöar till is. Volymen av vatten i omlopp på jorden är osäker då tidigare siffror av omkring 1400 miljarder km^3 vatten (Nordström 2011) möjligtvis måste omvärderas (Pearson et al. 2014). Övervägande del av de totala vattenvolymererna utgörs av salt havsvatten, enbart en liten del av sötvatten. Av den totala volymen sötvatten utgör ytvatten en mycket liten del. Resterande andel sötvatten utgörs av is, snö, grundvatten, våtmarker, permafrost och organismer, markvatten och atmosfärvatten (Nordström 2011).

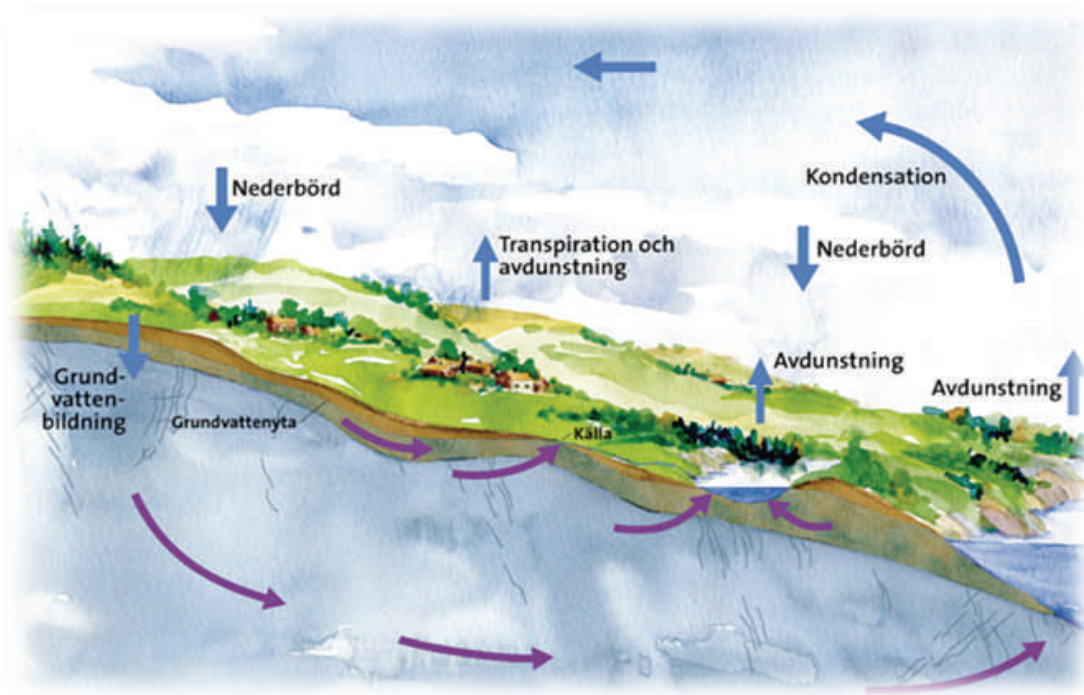


Fig. 4. Vattnets kretslopp. Publicerad med tillstånd av Sveriges geologiska undersökning. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna.

En avgörande faktor för nybildning och ackumulering av yt- och grundvatten på kontinenterna, är att mängden vattenånga som förångas från världshaven och stiger upp i atmosfären, överstiger den nederbörd som tillförs världshaven. Vattenånga som stiger från haven bildar moln som blåser in över kontinenterna, där de bildar nederbörd efterhand som vattenångan kyls av. Mer vatten tillförs alltså land än hav, vilket är anledningen till att sötvatten ackumuleras på land där det fyller på yt- och grundvattenmagasinen (Nordström 2011).

Det finns ett antal nyckelord som är viktiga att känna till då vattnets kretslopp beskrivs: evaporation, transpiration, nederbörd, ytavrinning, infiltration, perkolation, omättad/mättad zon, markvatten, grundvatten, grundvattenyta/potentiometrisk tryckyta och akvifer.

Evaporation vilket är ett annat namn för avdunstning är den process som tillför atmosfären vattenånga. Vattenånga bildas då vatten kokar vid en temperatur av 100 °C vid trycket 1 atmosfär. Dock kan vatten övergå från vätskefas till gasfas även vid lägre temperaturer, vilket är fallet vid evaporation. Detta sker då enskilda molekyler i en vattenyta uppnår sin förångningsentalpi, genom att ta energi från sin omgivning (Atkins et al. 2013).

Eftersom varm luft har lägre densitet än kall luft, stiger varm och fuktig luft innehållande vattenånga uppåt i atmosfären, tills den når en höjd där temperaturskillnaden utjämnats (Atkins et al. 2013). Då tillräckligt mycket vattenånga ansamlas och börjar kondensera bildas moln. Från moln kan det sedan bildas regn, det vill säga *nederbörd*. Är temperaturen under vattnets fryspunkt bildas snö eller hagel (Fig. 4) (Bogren et al. 2008).

En del av nederbörden som når marken evaporerar direkt och återvänder till atmosfären igen. En annan del av nederbörden kommer beroende på markens genomsläpplighet rinna längs med marken till ytvatten som vattendrag, sjöar, diken eller hav. Detta kallas *ytavrinning*. Det vatten som lyckas tränga ned (*infiltrera*) i marken tas upp i rotzonen av växtrötter i olika stor grad beroende på vegetationstyp. Växterna andas sedan ut vattnet igen till atmosfären. Denna process kallas *transpiration* (Fig. 4) (Knutsson & Morfeldt 2002).

Till sist återstår det vatten som kan fortsätta att rinna nedåt, *perkolera* i marken. Så länge marken inte är helt mättad med vatten kallas marken för *den omättade zonen* och vattnet som uppehåller sig där, för *markvatten* (Fig. 5). Den nivå där marken övergår till

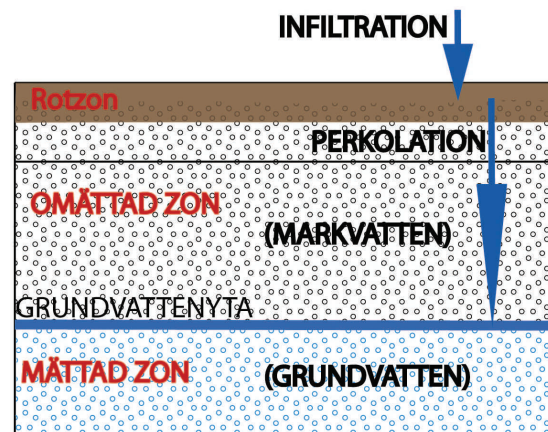


Fig. 5. Schematisk bild över den omättade/mättade zonen och begrepp som hör därtill. Figuren är baserad på information från Knutsson och Morfeldt (2002).

att vara helt vattenmättad kallas för grundvattenyta. I denna yta är vattnets porvattentryck samma som atmosfärstrycket och grundvattenytan är således en tryckyta. Under grundvattenytan kallas marken för *den mätade zonen* och vattnet som uppehåller sig där för *grundvatten* (Fig. 5) (Knutsson & Morfeldt 2002).

Om grundvattnet förekommer i sådana mängder att det är ekonomiskt utvinnbart, kallas det jord-/berglager vattnet uppehåller sig i för en *akvifer*. Om tätande lager ovanför grundvattenförekomsten förhindrar grundvattnet att stå i direkt kontakt med atmosfären, kallas grundvattenytan istället för en *potentiometrisk tryckyta*. Denna tryckyta kan finnas åtskilliga meter över den nivå i marken där grundvatten uppehåller sig, beroende på grundvattnets porvattentryck (Knutsson & Morfeldt 2002).

I en akvifer finns vatten av olika åldrar, vilka oftast infiltrerat på olika områden vid olika tidpunkter. Grundvatten kan ha åldrar mellan några veckor/månader till över tusentals år. Grundvatten övergår ibland till ett öppet ytvatten, exempelvis en sankmark, källa, bäck eller sjö. Därifrån kan vatten avdunsta och återigen stiga uppåt i atmosfären för att bilda moln. På ovan beskrivna sätt, cirkulerar vatten i den hydrologiska cykeln (Fig. 4) (Fetter 2014).

2.3.2 Kunskapsläget i grundskolan idag

Vad lär sig grundskoleelever egentligen om vatten och hydrogeologi i grundskolan? Genom att granska grundskolans läroplaner för de relevanta ämnena geografi, kemi och biologi – följer här en sammanställning av vilken vikt som läggs vid vattnets kretslopp i den gällande läroplanen LGR 11 från 2011 (Skolverket 2014).

I kommentarsmaterial till kursplaner för ämnena geografi och kemi i grundskolan, framkommer tydligt att vatten utgör en viktig del av grundskoleutbildningen, redan från första klass. Följande två utdrag från kommentarsmaterial till kursplanerna i geografi och kemi visar essensen av kunskap om vatten.

”Särskilt tydligt specificeras vattnets betydelse, dess fördelning och kretslopp som ett innehåll som eleverna ska möta i undervisningen. Motivet till den prioriteringen är att vatten är grunden för allt liv och därmed förutsättningen för välbefinnande och ekonomisk utveckling” (Skolverket 2011a).

”Vatten återkommer som centralt innehåll genom hela grundskolan. [...] Anledningen till att kursplanen väljer att lyfta fram vatten som innehåll under hela grundskoletiden är dels att vatten är en oumbärlig del av naturen, dels att vattenförsörjningen är en av människans största utmaningar” (Skolverket 2011b).

Utdragen visar skolverkets intention att fokusera på kunskap om vatten i grundskolan. Trots detta, finns inte något krav på kunskap om vattnets kretslopp i kunskapskraven för ämnena kemi, biologi och geogra-

fi. Vattnets kretslopp omnämns enbart på två ställen; i den generella beskrivningen för kursplanen i geografi samt för kemi. Något direkt krav på kunskap om vattnets kretslopp, eller allmän hydrogeologi för godkänt betyg finns ej. Däremot ställs det krav på generella kunskaper om energiflöden och kretslopp vilket rimligtvis innefattar vattnets kretslopp, men inte nödvändigtvis behöver göra det (Skolverket 2011c; Skolverket 2011d; Skolverket 2011e).

2.4 Teori till undersökningsmetoder

2.4.1 Flödesriktning och vattenkvalité

Vattentemperatur i ett ytvattendragets bottensediment kan ge en indikation av flödesriktning mellan ytvatten och grundvatten. Om flöde sker från grundvattnet in i en bäck eller sjö, bör vattentemperatur i bottensedimenten skilja sig markant från vattentemperaturen i det undersökta ytvattendraget. Om vatten från ytvatten tvärtom infiltrerar grundvattnet, bör temperaturen i bottensedimenten vara samma som i vattnet ovanför (Rau et al. 2014). För att mäta temperatur i bottensediment kan ett temperaturstickspjut användas (Fig. 6).



Fig. 6. Ett temperaturstickspjut. Foto: Göran Persson.

Vissa fysikaliska parametrar av vattenkemi kräver att mätningar sker direkt i det vatten som ska provtas. Framförallt temperatur, pH, alkalinitet, redoxförhållanden, konduktivitet, turbiditet samt syrehalt måste mätas direkt i fält, annars kan resultaten bli missvisande. Anledningen till detta är att vattnets sammansättning är en funktion av temperatur och tryck vilket kan förändras vid transport. Kemiska reaktioner kan även ske i det provtagna vattnet om det kommer i kontakt med syre, bland annat genom oxidation/reduktion (Fetter 2014).

2.4.2 Utvärdering av en sprickakvifer

I en sprickakvifer uppehåller sig vatten i sprickor och hålrum som har kontakt med varandra i ett annars tätt medium, exempelvis kristallin berggrund. Akviferen är således heterogen och anisotrop. Detta medför att

metoder som Theis och Jacob's brunnsekvationer för att utvärdera akvifersparametrar inte gäller (Gilli et al. 2012). Istället måste metoder som innefattar dränering av vatten tillämpas. För rena sprickakviferer kan exempelvis Gringarten och Witherspoons ekvationer tillämpas. Om det rör sig om ett dubbelporositetssystem är Warren och Roots ekvationer lämpliga (Gilli et al. 2012). Då en sådan analys är matematiskt krävande och åtskilliga ingående parametrar för akviferen vid Lilla Klåveröd skulle behöva uppskattas, ryms ingen magasinanalys av parametrar såsom transmissivitet, magasincoeffcient eller hydraulisk konduktivitet i detta arbete.

2.4.3 Vattenbalans

Nederbörd kan delas upp i olika faktorer; evaporation och transpiration (som kan slås samman till evapotranspiration), ytavrinning, grundvattenbildning och magasinförändring. Med dessa parametrar kan en vattenbalans ställas upp enligt följande ekvation:

$$N = A_{ET} + Q_y + Q_g \pm \Delta M$$

Där N = nederbörd, A_{ET} = evapotranspiration, Q_y = ytavrinning, Q_g = grundvattenbildning och ΔM = magasinförändring (Knutsson & Morfeldt 2002).

Nybildning av grundvatten kan därmed beräknas om resterande parametrar är kända. Exakta värden för evapotranspirationen är svår att mäta men ett årsmedel har beräknats till mellan 400 – 500 mm/år i södra och mellersta Sverige (Knutsson & Morfeldt 2002). I denna rapport kommer därför ett medelvärde av A_{ET} = 450 mm/år tillämpas. Vidare kan magasinförändringen över en längre period anses försumbar och därmed anges som 0. Detta förutsätter dock oförändrade klimatförhållanden (Knutsson & Morfeldt 2002).

3 Metod

3.1 Flödesmätningar

För att undersöka flödesriktningen mellan ytvatten och grundvatten mättes temperaturen i bottensedimenten i olika vattendrag. Ett temperaturstickspjut fördes ned mellan 0,1 – 0,4 m (meter) i bottensedimenten, beroende på bottenförhållandena. Temperatur avlästes efter att värdet stabiliserats. Sammanlagt mättes i nio punkter; B0, V1, V2, V3, V4, M1, M2, T1 och S1 (Fig. 7).

En flödeshastighetsmätning utfördes 2014-04-03 i bäcken vid Mølledammens utlopp. Försöket utfördes genom att en tennisboll tilläts flyta med det strömmande vattnet en bestämd sträcka, och tiden det tog för bollen att transporteras uppmättes. Försöket utfördes på två olika sträckor, 10 gånger per sträcka.

3.2 Vattnets egenskaper och vattenkvalité

Mätning av pH, temperatur, oxidations-reduktionspotential, turbiditet, lufttryck, elektrisk konduktivitet, salinitet samt TDS (total andel fasta ämnen som är

lösta) mättes med en flödescell av märket Aquaread®.

Innan användning kalibrerades flödescellen i laboratorium. Mätningarna utfördes genom att sänka ned sensorerna under vattenytan och mätvärden avlästes efter att alla värden stabiliserats. Mätning med flödescellen utfördes i olika bäckar i närområdet runt Lilla Klåveröd (V1, V2, V3 och V4), i vattnet i utloppet från Mølledammen (M1) och i en grävd brunn vid Mølledammen (B0). Vid ett senare tillfälle mättes även omsatt vatten från brunn 1 (B1) med flödescellen (Fig. 7). Sensorerna kopplades då in i en sluten enhet där vatten genom en avtappningsslang från en pump i B1 leddes in. Innan mätning säkerställdes att slangarna satt tätt förslutna så att inget syre kom i kontakt med vattnet.

Vattenprover från M1, B0 samt B1 skickades på fysikalisk-kemisk och bakteriologisk analys. Omsättning innan provtagning skedde i B1 men ej i B0. Vattenproverna förvarades i en kylväska under transport till laboratorium där de anlände med en temperatur av 5°C.

3.3 Brunnar

Brunnsborrningen på Lilla Klåveröd påbörjades 2014-04-03 i punkten B1 (Fig. 7). Borrningen utfördes av HP Borrningar AB med en borrhög från Atlas Copco (Fig. 8). Den borrhögsmetod som användes var "Down the Hole Hammer" (DTH). Materialet från borrningen, så kallat borrhögskax, drevs upp med komprimerad luft. Därför dammade det kraftigt under delar av borrningen. Efter borrhög 1 borrades 8 borrhög till (Fig. 7).

Från samtliga brunnar samlades kaxprover var tredje meter. I syfte att skapa undervisningsmaterial packades sedan delar av kaxproverna i plaströr med 63 mm i diameter (Fig. 9).

Efter avslutad brunnsborrning grävdes ett dike cirka 1,3 – 1,5 m ned i marken mellan B1 och B6 i syfte att lägga ledningar. Lagerföljd i markens övre del kunde på så sätt studeras närmare.

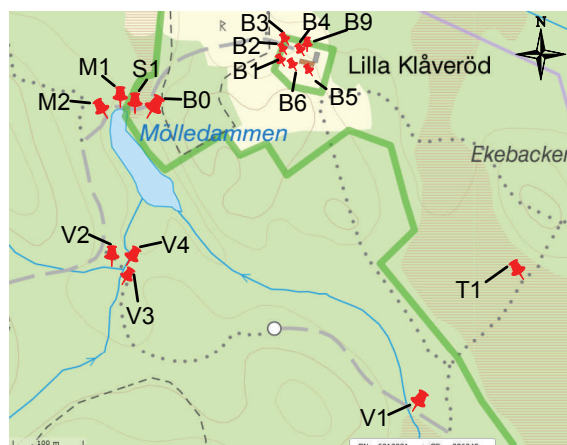


Fig. 7. Visar punkter för fysikalisk-kemiska mätningar, provtagning för vattenanalys och placering av anlagda brunnar. B7 och B8 är ej markerade på kartan, då de utgör grund för grindstolpar och ej används i undersökningssyfte. Baserad på Lantmäteriets topografiska karta. ©Lantmäteriet [i2012/927].



Fig. 8. Borriggen under pågående borrhning av B1. Den vita röken är borrhkax som blåses ut med hjälp av tryckluft.



Fig. 9. Materialprover från borrhning. Från vänster: B1, B6 och B5. 0 meter (markytan) är överst i respektive rör.

För att ge ytterligare underlag åt jordartsbestämning av marken vid Lilla Klåveröd provtogs med spade tre jordprover. Två prover togs i en skärning cirka 1 m nordväst om B2, den tredje i en öppen grusslänt i isälvsavlagringen cirka 200 m väst om gården Lilla Klåveröd. Dessa undersöktes genom siktanalys i sedimentlaboratorium på Geologiska Institutionen i Lund. Proverna dispergerades först med natriumpyrofosfat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Därefter tvättades de över en sikt med 0,063 mm maskvidd. Proverna fick sedan torka i ugn i 105°C över natt. Siktning utfördes därefter med hjälp av en siktstapel och fördelningen mellan de olika kornstorlekarna för respektive prov bestämdes.

För att närmare undersöka sprickförekomster och avvikande lager i berggrunden filmades borrhålen B5 och B6 invändigt. I B5 filmades till ett djup av 128,3 meter under markytan (m u my) och i B6 till 140 m u my.

Vilande grundvattenytor lodades i samtliga brunnar.

3.4 Provpumpning

En provpumpning påbörjades 2014-05-03 i B1 och avslutades 2014-05-15. En total mängd av $710,35 \text{ m}^3$ vatten pumpades ut. Pumpen var av modellen Grundfos SP 2A. Det första dygnet togs ett flöde av 39-40 l/min (liter/minut) ut, därefter pumpades ett konstant flöde av 41 l/min ut. Det uttagna flödet grundades på brunnens kapacitet. Trycknivåmätare installerades innan pumpstart i B1, B2, B5 och B6. De var förprogrammerade att mäta avsänkningen en gång per minut. Trycknivåmätningarna kompletterades med manuella mätningar som till en början utfördes med mycket kort intervall i pumpbrunnen; var 30:e sekund till 5 minuter, en gång per minut de första 10 minuterna, en gång varannan minut till 20 minut, var femte minut till 60 minuter och därefter var tionde minut till 100 minuter. Därefter utfördes manuella mätningar med större intervall. Även i B2, B3, B4, B5, B6 och B9 utfördes manuella mätningar av avsänkningen regelbundet under hela provpumpningen.

4 Resultat

4.1 Flödesmätning

De mätvärden som erhöles då temperatur mättes i olika bottensediment med temperaturstickspjutet redovisas i Tabell 1. Skillnad i temperatur mellan bottensediment och ytvatten erhöles i samtliga punkter (jämför med Tabell 2). Dock visar resultaten att temperaturer i punkt V1, V2, V3 och V4 är nästan samma i bottensediment som i ytvatten. Detta beror på svårigheter att sticka ned temperaturstickspjutet i bottensediment, på grund av stenig botten.

De flödes hastighetsmätningar som utfördes i bäcken vid utloppet från Mölledammen gav resultat på medelflöden om 0,3 m/s i försök 1 respektive 0,2 m/s i försök 2.

4.2 Vattnets egenskaper och vattenkvalité

De fysikalisk-kemiska parametrarna som mättes med flödescellen i totalt sju olika vatten redovisas i Tabell 2. Det kan noteras att pH är lågt, 4,08 – 5,15, i samtliga undersökta ytvattendrag. Övriga erhållna värden kan anses vara normala för området (Knutsson & Morfeldt 2002; Fetter 2014).

Analysvar från vattenprover i B0, B1 och M1 har bedömts enligt Livsmedelsverkets råd om enskild vattenförsörjning (Livsmedelsverket 2013). Analysrap-

porter som helhet redovisas i Bilaga 1. I analysrapporterna benämns proverna följande; B0: grävd brunn, B1: brunn 1 och M1: grävd utlopp.

Resultaten visar att vattnet i B0 är *tjänligt med anmärkning* med avseende på den mikrobiologiska bedömningen. Vattnet innehåller 88 cfu/100 ml koliforma bakterier, en hög förekomst då gränsen för tjänligt med anmärkning ligger på 50 cfu/100 ml och gränsvärdet för otjänligt är 500 cfu/100 ml (Livsmedelsverket 2013).

Den kemiska bedömningen av B0 visar inte på några värden som överstiger gränsvärden, dock är vatt-

Tabell 1. Uppmätta temperaturer i bottensediment för respektive mätpunkt. Mät datum 2014-04-01.

Mätpunkt	Temp. i bottensediment	Djup där mätning utfördes, cm under bottenytan.	Koordinater (SWEREF 99 tm)
Mölledammens utlopp (M1)	7,7 °C	Ca 10 cm	N 6213235 E 0385935
Mölledammen punkt 2 (M2)	5,5-5,6 °C	Ca 1,3 m	N 6213245 E 0385920
Bäck nr 1 (V1)	5,3 °C	Ca 40 cm	N 6212978 E 0386492
Bäck nr 2 (V2)	4,6 °C	Ca 8 cm	N 6213003 E 0385912
Bäck nr 3 (V3)	4,7 °C	Ca 30 cm	N 6213003 E 0385912
Bäck nr 4 (V4)	4,8 °C	Ca 20 cm	N 6213003 E 0385912
Traneröds mosse (T1)	5,4 °C	Ca 30 cm	N 6213223 E 0385946
Sankmarken nedströms den grävda brunnen (S1)	4,7 – 5,0 °C	Ca 20 – 40 cm	Några få meter väst om B0.
Grävd Brunn (B0)	5,6 °C	Ca 10 cm	N 6213232 E 385945

Tabell 2. Resultat från de fysikalisk-kemiska parametrar som mättes i fält i sju olika punkter i området runt Lilla Klåveröd (Fig. 7). Mät datum 2014-04-01 (undantaget B1 som mättes 2014-05-04).

	Grävd brunn (B0)	Mölledammens utlopp (M1)	Bäck nr 1 (V1)	Bäck nr 2 (V2)	Bäck nr 3 (V3)	Bäck nr 4 (V4)	Pumpbrunn (B1)
Temp. °C	5,3	8,8	5,9	4,1	5,3	4,6	8,3
pH	6,26	5,15	5,14	4,48	5	4,08	6,67
ORP (mV)	+ 208,1	+ 216,0	+ 204,5	+ 286,9	+ 270,5	+ 333	+ 34,3
Turb.(NTU)	4,1	2	4,6	4,3	89	4,5	0
EC (µS/cm)	163	90	103	71	89	75	187
Sal (ppt)	8	4	0,05	0,04	0,04	0,03	0,09
TDS (mg/l)	105	57	66	45	59	39	119
Koordinater (SWEREF 99 tm)	N 6213232 E 385945	N 6213235 E 0385935	N 6212978 E 0386492	N 6213003 E 0385912	N 6213003 E 0385912	N 6213003 E 0385912	-

nets fluoridhalt något låg för att ha en kariesförebyggande inverkan. Vidare är vattnets alkalinitet på 15 mg/l låg. Även totalhårdheten är låg, 1,4 °dH (Ceder 2006).

Den kemiska bedömningen av vattnet i B1 visar att vattnet är *tjänligt med anmärkning* med avseende på järn (0,53 mg/l) och mangan (0,36 mg/l). Gränsen för tjänligt med anmärkning är 0,5 mg/l för järn. Manganhalter bör inte överstiga 0,3 mg/l då detta ökar risken för utfällningar i rör (Livsmedelsverket 2013).

Vattenanalyser från Mölledammens utlopp (M1) visar att vattnet är *otjänligt* med avseende på den mikrobiologiska bedömningen. Detta då vattnet innehåller höga halter av koliforma bakterier, över 2400 cfu/100 ml. Vattnet innehåller även *Escherichia coli* (*E. coli*) i en halt av 4 cfu/100 ml, vilket överstiger gränsen för tjänligt med anmärkning, då enbart förekomst av *E. coli* klassas som tjänligt med anmärkning. Gränsvärdet för otjänligt med avseende på *E. coli* är 10 cfu/100 ml (Livsmedelsverket 2013).

Vidare påvisar den kemiska bedömningen av vattnet i M1 att det överstiger halter för *tjänligt med anmärkning*, med avseende på kemisk syreförbrukning (COD-Mn), färgtal och järnhalt. Halten COD-Mn i vattenprovet är 9,8 mg O₂/l, jämfört med gränsvärdet för tjänligt med anmärkning på 8 mg O₂/l. Färgtalet har värdet 79 mg Pt/l (platina/liter), där gränsvärdet för tjänligt med anmärkning är 30 mg Pt/l (Livsmedelsverket 2013). Järn finns i koncentrationer av 0,52 mg/l (Livsmedelsverket 2013).

4.3 Brunnar

Mätningar från B0 redovisas i Tabell 3. Brunnens tryckyta är artesisk. Nedströms brunnen var det mycket sankt och en stor förekomst av järnutfällningar observerades där vatten trängde upp ur marken.

Jordlagerföljder vid Lilla Klåveröd kan generellt sammanfattas som 40-60 cm jordmån och sedan ett sandigt grusigt material med rikligt inslag av block, som enligt jordartskartan är en isälvsavlagring. Under borrning finfördelar borrkronan materialet det borrar igenom, därför gick det inte att återge kornstorleksfördelning från borrkaxprover. Jordarten i marken bestämdes därför utifrån dels okulär besiktning av de översta 1,3-1,5 m i det dike som grävdes mellan B1 och B6, och dels utifrån de kornstorleksanalyser som utförts från materialet provtaget med spade. Den okulära besiktningen av diket bekräftade den rika förekomsten av block i marken (Fig. 10).

Kornstorleksanalyserna visade att materialet är dåligt sorterat, men inte diamikt, då det innehåller kornstorlek från finsand till stora block, men inte silt eller ler. Trots att delar av materialet är relativt kantigt, är det

baserat på sorteringsgraden, ett glacifluvium (Fig. 11; för övriga kornstorleksdiagram se Bilaga 2).

I de brunnar (Fig. 12) som borrades på Lilla Klåveröd påträffades berget på cirka 4-5 m u my i samtliga brunnar (Fig. 13). Angivna djup då berget påträffades i de olika brunnarna är ungefärliga då det var svårt att avgöra om det första borrkaxet som kom upp var en mycket grusig och blockig jordlagerföljd, eller uppsprucket berg. Ljudet i borrhjulen samt att vissa av stenarna de första meterna var "smutsiga" av vittrat sediment (kaolin) indikerade dock var berggrunden tog vid (se Bilaga 3 för borrprotokoll).

Materialprover från borrning visar att berggrunden har en kristallin sammansättning och är mestadels gnejsig (Fig. 13). Dominerande mineralgrupper



Fig. 10. Grävt dike mellan B1 och B6. Riklig förekomst av grus, sten och block förekommer i jordlagren.

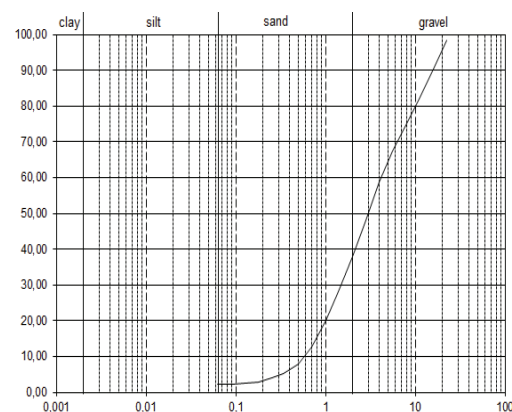


Fig. 11. Kornstorleksdiagram för material provtaget cirka 90 cm under markytan i en skärning cirka en meter nordväst om Borrhål 2.

Tabell 3. Information om den grävda brunnen (B0), belägen vid Mölledammen cirka 250 m väst-syd-väst om Lilla Klåveröd. Mät datum 2014-04-01.

Temperatur i botten-sediment, några cm ned.	Akviferens tryckyta	Vattentemperatur	Brunnsdjup till botten från r.ö.k.	Koordinater (SWEREF 99 tm)
5,6 °C	12,5 cm över m y	5,6 °C.	1,61 m	N 6213232 E 385945

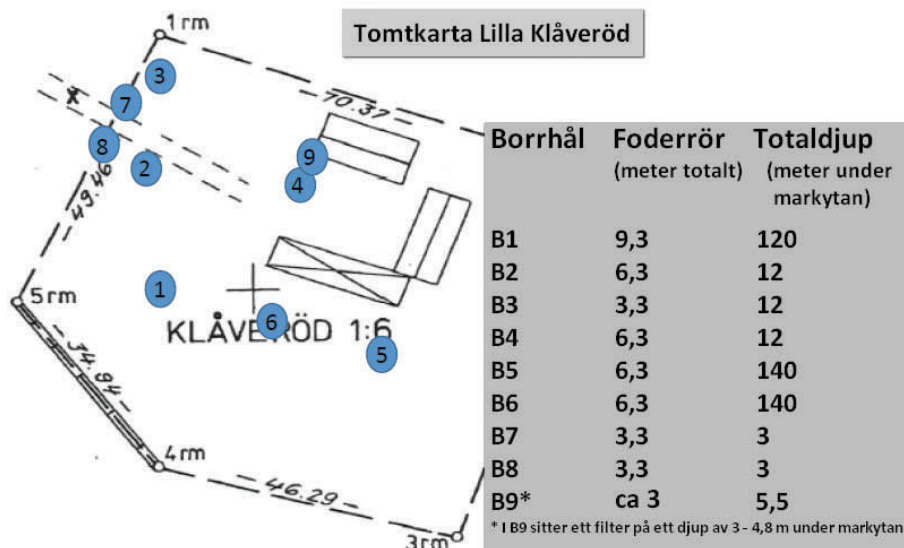


Fig. 12. Borrhålens placering på Lilla Klåveröds tomtkarta. Dricksvattenuttag kommer ske i brunn 1. 2-6 och 9 är observationshål och 7-8 är borrhåll grund för grindstolpar. Modifierad efter opublicerat material. Publicerad med tillstånd från Göran Persson, HP Borringar AB (2014).

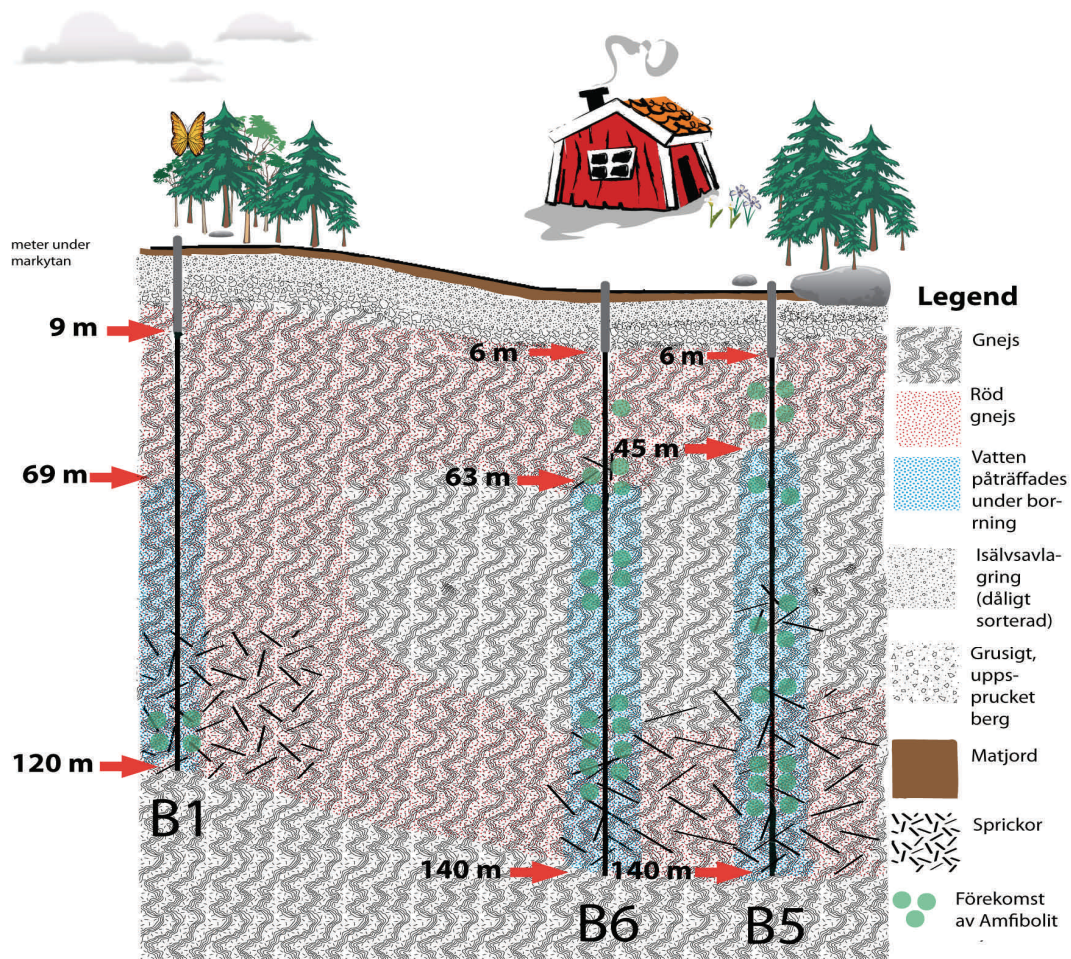


Fig 13. Generaliserad stratigrafisk beskrivning av Lilla Klåveröd. Kraftigt uppsprucket berg markeras med sprickor. Rikliga amfibolitförekomster har markerats med (gröna) cirklar. Ej skalenlig bild. Baserad på information från borrhåll 1-140999, 5-140999 och 6-140999 (Bilaga 3) (HP Borringar AB, 2014).

som påträffades var kvarts, kalifältspat, glimmer och hornblände. Stundtals återfanns partier av amfibolit, liksom mer mikroklin-rika partier.

Berggrunden var emellanåt mycket uppsprucken och vittrad, med en ökande sprickfrekvens mot djupet (Fig. 13). Invändig filmning av borrhålen B5 och B6 påvisade ytterligare den rika förekomsten av sprickor i berggrunden (Fig. 14). Sprickorna har både horisontell och vertikal riktning. De mycket uppspruckna och vitt-rade delarna förekom mestadels i anslutning till övergången mellan gnejs och amfibolit (Fig. 14).

I B1, B5 och B6 påträffades vatten på ett djup av 69 m, respektive 45 m och 63 m u my (Fig. 13 och 15). I B4 och B9 påträffades ett lager med fuktig sand på ett djup av 3-4,8 m u my. Efter cirka en dag trängde vatten upp i B2, B3 och B4. I B9 trängde vatten upp nästan direkt efter borring. Vattenflöden i B1, B5 och B6 var ej konstanta under borring utan ökade medan borringen fortskred och nya vattenförande sprickzoner passerades (Fig. 15). Vilande grundvattenytor (g v y) presenteras i Fig. 16. Det bör observeras att marknivån varierar i m ö. h. på Lilla Klåveröds tomt. Höjdkurvan för 170 m ö. h. går enligt Lantmäteriets terrängkarta (Lantmäteriet 2014) precis vid gårdshuset på tomten och B5 och B6 ligger på denna nivå. Exakta höjddata för de övriga brunnarnas respektive placering har ej fastställts. Däremot har marknivån vid brunnarnas respektive placering uppskattas till höjd i m ö. h. utifrån den kända höjden vid B5 och B6 (Fig. 16). Osäkerheten för dessa uppskattade höjder relativt den kända höjden uppskattas till cirka en meter, varför även g v y i m u my har angetts i Fig. 16.

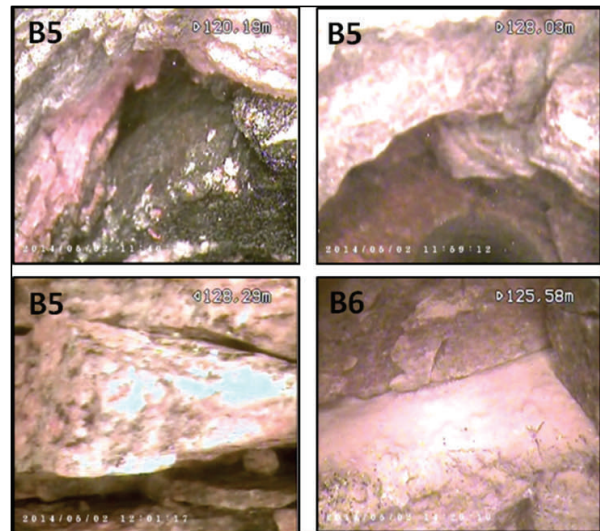


Fig 14. Bilder från invändig filmning av borrhålen B5 och B6. Tydliga kontaktytor mellan gnejs och amfibolit samt mycket uppspruckna partier förekom. Publicerad med tillstånd från Göran Persson, HP Borringar AB. (Oppublicerat material, HP Borringar AB, 2014).

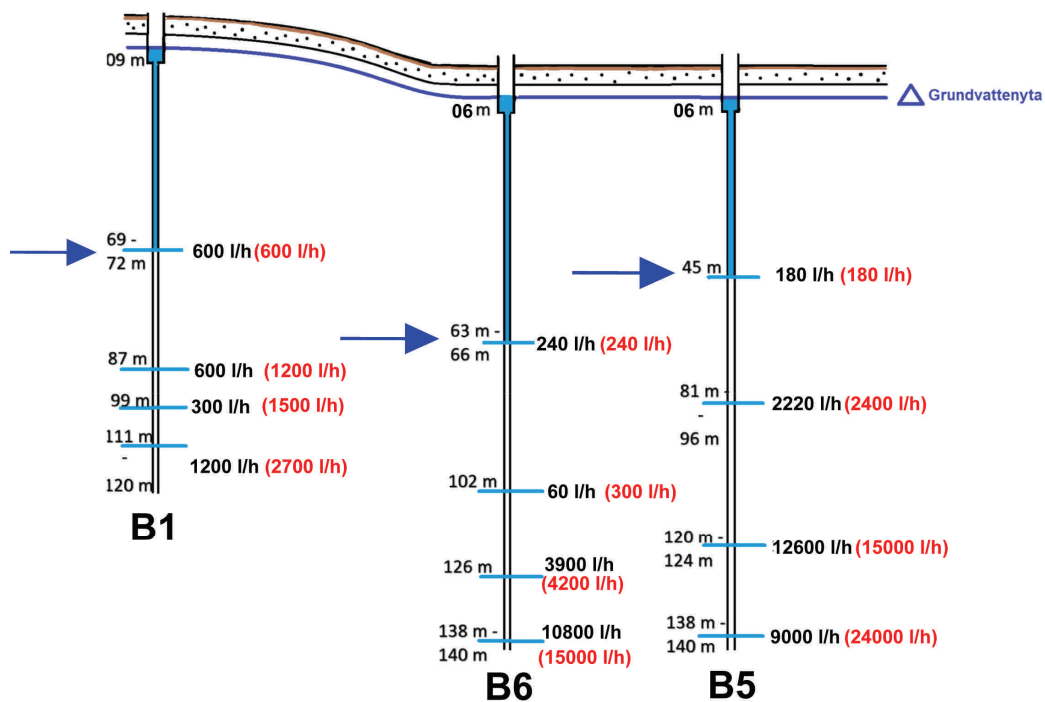


Fig 15. Uppmätta flöden i samband med borring vid Lilla Klåveröd för brunn 1, 5 och 6. Flöde anges i flödesökning per nivå (svart) samt ackumulativt flöde (rött). Samtliga värden angivna i m syftar till meter under markytan. Blå pilar anger vart vatten påträffades i berggrunden i samband med borring. Baserad på information från borrhövis 1-140999, 5-140999 och 6-140999 (Bilaga 3) (HP Borringar AB, 2014).

Vilande grundvattenyta på Lilla Klåveröd

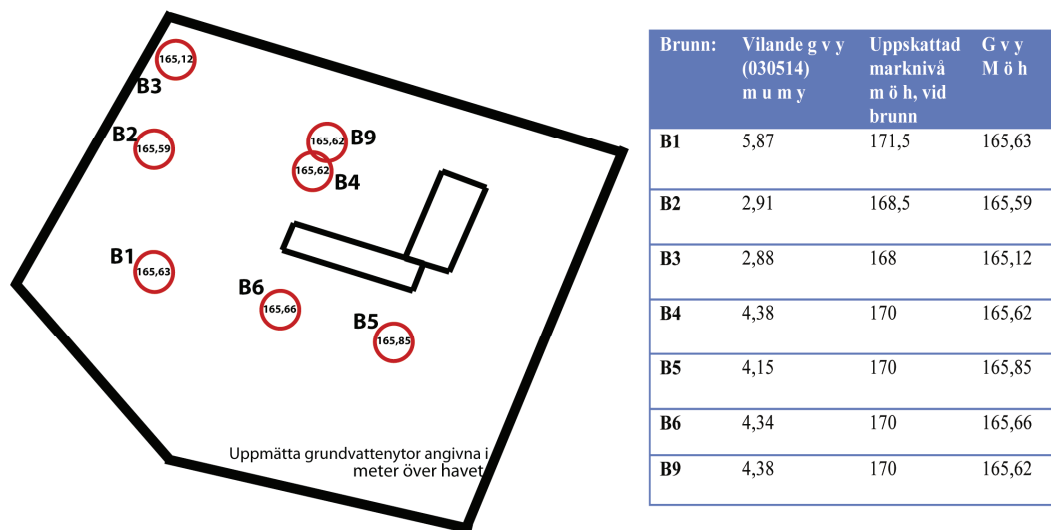


Fig. 16. Vilande grundvattenytan i samtliga brunnar. Uppmätt 2014-05-03. Osäkerheten i uppskattad höjd över havet (m ö. h.) är cirka en meter. Uppskattade höjder i m ö. h. samt uppmätta värden för grundvattenytan i meter under markytan (m u m y) anges i figuren.

4.4 Provpumpning

Vid avslutad provpumpning hade avsänkning skett i observationsbrunnarna B2, B3, B4, B5 och B6 (Fig. 17). De djupa brunnarna (B5 och B6) började avsänkas nästan direkt efter pumpstart, medan de ytligt borrade brunnarna (B2, B3, B4) reagerade med en viss fördröjning (Fig. 18). I B9 avsänktes g v y enbart med 3 cm vilket skulle kunna vara en början till avsänkning. Dock finns en viss mätosäkerhet i denna siffra då vegetabilisk olja från borrningen som ansamlats i B9 störde mätning av g v y i brunnen den första dagen. Efter 3410 minuters pumpning steg g v y i B9. Även i B4 började grundvattenytan stiga efter 6090 minuter. Vid provpumpningens slut hade grundvattenytan i B9 höjts med 0,32 m jämfört med vilande trycknivå vid provpumpningens början (Fig. 17).

4.5 Vattenbalans

Grundvattenbildning för tomten Lilla Klåveröd beräknades enligt ekvationen för vattenbalans:

$$Q_g = N - (A_{ET} + Q_y \pm \Delta M)$$

Nederbörden uppskattades enligt statistik från SMHI till 800 mm/år (SMHI 2009; SMHI 2014). A_{ET} bestämdes enligt Knutsson och Morfeldt (2002) till 450 mm/år. Vidare antogs magasinförändringen vara försumbar och anges därför som 0 (se bakgrundskapitel). Även Q_y antogs vara försumbar då någon ytavrinning ej påvisats inom infiltrationsområdet. Detta antagande baseras på observationer av att allt utpumpat vatten från B1 infiltrerade marken, även efter flera dagars kraftig nederbörd mot slutet av provpumpningen. Ytavrinningen sattes därför till 0.

$$Q_g = 800 \text{ mm/år} - (450 \text{ mm/år} + 0 + 0) = 350 \text{ mm/år}$$

1 mm nederbörd motsvarar vattenmängden

1 liter/m². Enligt infiltrationsområdet för gården Lilla Klåveröd som markerats på jordartskartan (Fig. 19) är arean av infiltrationsområdet 5990 m². Detta infiltrationsområde har uppskattats utefter den ytvattendelaren som finns i området. 350 mm/år ger då: 350 mm/år * 5990 m² = 2096500 liter ≈ 2100 m³ nybildat grundvatten/år.

5 Diskussion

5.1 Flödesriktning och vattenkvalité

Analysen av flödesriktning mellan yt- och grundvatten visade enbart en marginell skillnad i temperatur mellan bottensediment jämfört med ytvattnets temperatur. Även om dessa skillnader tyder på att grundvatten flödar ut i vattendragen, är de för små för att med säkerhet konstatera detta. Sannolikt fungerar metoden med temperaturstickspjutet bättre under vinter och sommar då temperaturskillnader är större mellan yt- och grundvatten.

Däremot finns andra indikationer på att det är grundvatten som flödar ut i Mölledammen och även i bäckar runt om i området. Den första är att B0, brunnen med artesisk tryckyta strax intill Mölledammen, har sin potentiometriska tryckyta på ungefär samma nivå som Mölledammen. Detta indikerar att den artesiska tryckytan övergår i Mölledammens vattenyta. Således kan Mölledammen sannolikt vara ett utströmningsområde för grundvatten.

Den andra är att det vid Traneröds mosse finns uppgifter om naturliga källor vilket indikerar att grundvattnet ligger mycket ytligt i hela området (Liedberg & Thelaus 1979). I Traneröds mosse har

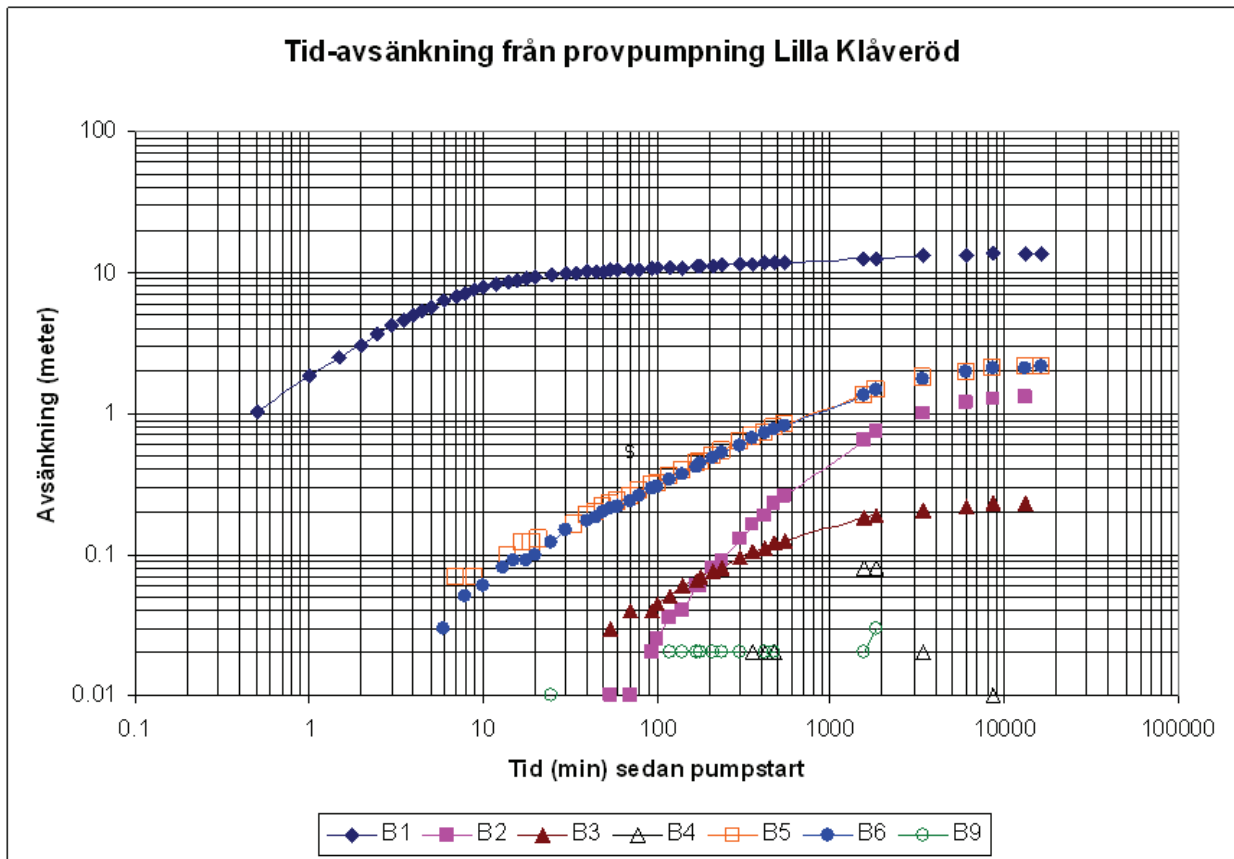


Fig. 17. Avsänkning i pumpbrunnen B1 och samtliga observationsbrunnar plottad mot tid. Tydlig avsänkning skedde i B1, B2, B3, B5 och B6. B4 avsänktes med totalt 8 cm, därefter började g v y stiga. B9 avsänktes enbart 3 cm innan g v y började stiga. Den siffran innehåller en viss måtosäkerhet, då förekomst av vegetabilisk olja från borrhningen i brunns vattenyta, störde mätning av g v y det första dygnet. Det skulle dock kunna vara en början till avsänkning. G v y i B9 höjdes med totalt 32 cm mot pumpningens slut. Då negativa värden ej kan redovisas i en logaritmisk skala, framkommer ej höjning av g v y i B4 och B9 i figuren.

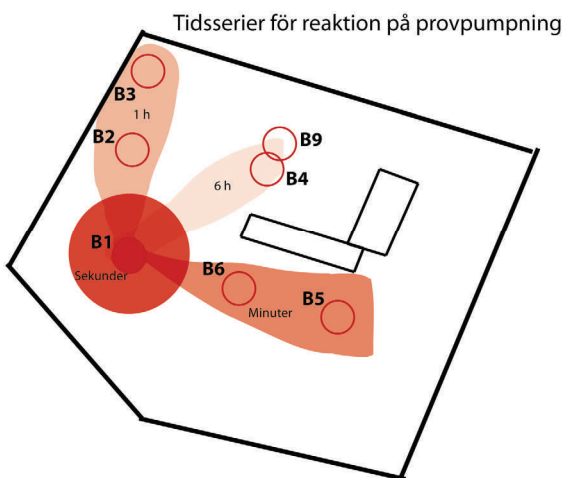


Fig. 18. Tidsskala med vilken de olika observationsbrunnarna började reagera på provpumpning i brunn 1. Observera att B9 enbart är delvis fylld, då brunns avsänkning på 3 cm eventuellt beror på måtosäkerheter och inte på provpumpningen.

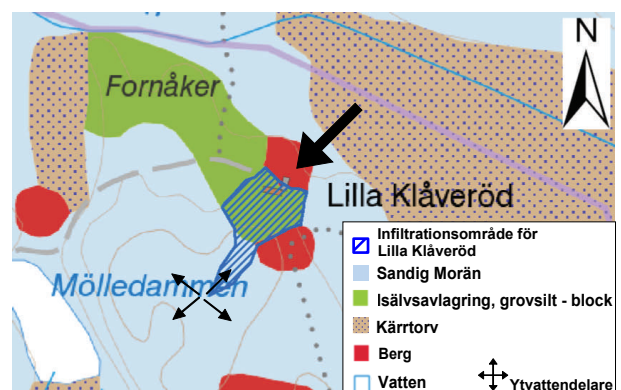


Fig. 19. Infiltrationsområdet för tomten på Lilla Klåveröd är markerad med streckad (blå) linje. Infiltrationsområdet baseras på den i området topografiskt högsta punkten, en så kallad ytvattendelare. Modifierad efter Sveriges geologiska undersöknings jordartskarta (2014b). ©Sveriges geologiska undersökning. Bakgrundskarta ©Lantmäteriet.

dessutom Klövbäcken sin källa, vilket innebär att den är grundvattenmatad. Att detta gäller även för de bäckar i området som bildas uppströms Mölledammen och rinner ned i denna är därför mycket troligt.

En felkälla till den flödeshastighetsmätning som utfördes i bäcken vid Mölledammens utlopp är att den enbart representerar april månad 2014. Statistiskt är detta inget säkerställt värde utan måste jämföras med mätningar från en större tidsperiod. Framtagna data presenteras dock i denna rapport för att kunna användas i framtida undersökningar av Mölledammens avrinning.

Gällande vattenkvalitén i de undersökta ytvattendragen i anslutning till Mölledammen, kan det konstateras att pH var mycket lågt i samtliga undersökta bäckar. En förklaring kan vara lösta humusämnen från den mycket täta granskogen i området vid bäckarna, då granskog ofta har sur mark. Även nedbrytningsprocesser i ytvattendrags bottensediment kan orsaka låga pH (Knutsson & Morfeldt 2002). Ytterligare något som avviker är turbiditeten för mätpunkt V3, vilken är en tiopotens högre än i övriga provtagningspunkter. Detta beror sannolikt på att det strömmande vattnet i bäcken i V2 var mycket turbulent där mätningen utfördes. För övrigt erhöles normala och för området förväntade värden av salinitet, redox-förhållanden och turbiditet.

Grundvattnet vid Lilla Klåveröd kan utifrån resultaten av vattenanalyserna konstateras vara av god kvalitet, trots anmärkning på höga järn- och manganhalter. Detta är inte ovanligt för vatten i kontakt med granitberggrund, då denna är rik på dessa ämnen. Järn och manganhalterna kan enkelt åtgärdas med exempelvis luftning för att fällas ut som järn- och manganoxider. Vattnet leds därefter genom ett filter där utfällningarna fastnar. Det är dock viktigt att åtgärda höga järn- och manganhalter då detta kan orsaka utfällningar i rör som delvis kan täppa igen och/eller orsaka missfärgning av vattnet och därigenom missfärga tvätt, porslin och sanitetsporslin (Ceder 2006).

Den höga förekomsten av koliforma bakterier i B0 kan vara ett resultat av att brunnen ej omsattes innan vattenprovtagning. Då något avlopp ej finns i närheten är det inte troligt att detta är orsak till förekomst av koliforma bakterier, utan mest troligt är att bakterierna härstammar naturligt från jord eller organismer som lever i brunnen (World Health Organization 2011). Exempelvis upptäcktes en groda i brunnen som mycket väl kan ha bidragit med sin bakterieflora (Kumar & Puri 2012). Att vattnet har låg alkalinitet och totalhårdhet i B0 kan även öka risken för korrosionsangrepp på ledningar då alkalinitet bör överstiga 60 mg/l HCO₃ (Livsmedelsverket 2013). I nuläget utgör inte dessa anmärkningar ett problem då brunnen ej är i bruk, men bör beaktas vid eventuella framtida planer för brunnen. En rensning av brunnen skulle då vara lämplig.

Likaså beror sannolikt de mycket höga halterna av koliforma bakterier och förekomst av *E. coli* bakterier i det provtagna vattnet från Mölledammens utlopp (M1), av naturliga orsaker. Då det provtagna vattnet är

ett ytvattendrag, är det inte ovanligt att dessa resultat erhålls.

5.2 Brunnar

De lagerföljder som dokumenterats under borring överensstämmer väl med SGU:s kartering. Överst finns en isälvsavlagring, därunder berggrund av gnejs/migmatisk gnejs. Den höga sprickfrekvensen som påträffades i berget är karakteristisk för Söderåsen, liksom mycket djupvittring. Vid bedömning av lagerföljder bör dock beaktas att en viss fördröjning, upp till 0,2 m kan ha skett innan borrkaxet hade blåsts upp till ytan. Dessutom kan borrkaxet blandas i röret när det blåses upp vilket orsakar ytterligare fördröjning, framförallt under den perioden då vatten först påträffades och en lerblandning, så kallad "slurry" erhöles.

Informationen från invändig filmning av B5 och B6 gav därför ett mycket bra komplement till hur berg och sprickor uppträder på djupet. Det förefaller som att sprickor har både horisontell och vertikal riktning. Vittringszoner förekommer mestadels i anslutning till amfibolitlager och i övergång mellan amfibolit- och gnejs-lager. Från ett djup av cirka 120 m under marken och nedåt i både B5 och B6, var gnejs-berggrunden så kraftigt uppsprucken och vittrad att berget mer eller mindre låg i block. Löst grusigt vittringsmaterial fyllde sprickorna och mycket kaviteter förekom.

5.3 Provpumpning

På grund av den täta kristallina berggrunden vid Lilla Klåveröd är grundvattnet som påträffats i berggrunden begränsat till att uppehålla sig i sprickor, eller kaviteter bildade av vittringsprocesser. Då det tunna lager av jordmån följt av ca 3,5 – 4,5 m isälvsavlagring vilken överlagrar berggrunden, ej är tätande lager, kan slutsatsen dras att det rör sig om en öppen sprickakvifer i berget. Då uppmätta grundvattenytor i samtliga brunnar visar att akviferens tryckyta är belägen i isälvsavlagringen, måste det antas att det även finns en mättad zon med grundvatten i isälvsavlagringen. Detta bekräftas av att vatten omedelbart rann till i brunn 9 vilken är den enda brunnen i kontakt med isälvsavlagringen. Då tätande lager saknas mellan jordlager och berggrund, måste grundvattenförekomster i dessa två medier betraktas som en akvifer.

Eftersom överytan av berggrunden ej kunnat definieras exakt och troligtvis är mycket heterogen, går det ej att i nuläget bedöma mäktigheten av den mättade zonen i isälvsavlagringen.

Antagandet att den öppna akviferen är ett samverkande system mellan por- och sprickakvifer styrks ytterligare av att grundvattenytan i B4 ställde in sig på samma nivå som i B9. Detta oavsett att vattnet i B4 rann till enbart genom sprickor i berggrunden, över ett dygn efter slutförd borring.

Vatten rann även till i övriga ytligt borrade brunnar (B2 och B3) cirka en dag efter slutförd borring. Detta påvisar att sprickorna på djupet har vertikal kontakt med den ytliga berggrunden. Omvänt innebär det per

definition även att ytvatteninfiltration på Lilla Klåveröd påverkar sprickakviferen. Ur förorenings synpunkt är detta negativt då en eventuell förorening av området kan nå grundvattnet.

Provpumpningen visar att observationsbrunnarna B2, B3, B4, B5 och B6 avsänktes när B1 pumpades. Dock avstannade avsänkning i B4 efter 8 cm avsänkning och steg därifrån, till 2 cm över vilande g v y, under pågående provpumpning. Det är osäkert om någon avsänkning skedde i B9 då denna enbart avsänktes med 3 cm, vilket eventuellt skulle kunna bero på mätfel. Mätning med lod stördes nämligen den första mät dagen beroende på vegetabilisk olja i brunnens vattenyta. Att g v y i B9 sedan började stiga med totalt 35 cm tyder på påverkan från det vatten som pumpades ut. Marken påvisade nämligen mycket god infiltrationsförmåga under provpumpningens gång. Allt vatten som pumpades ur B1 och leddes ut cirka 20 meter öster om B5, infiltrerades omedelbart i marken, även efter tillskott av intensiv nederbörd mot slutet av provpumpningen. Det är då naturligt att påverkan av återinfiltration först sker i B9 eftersom den står i kontakt med isälvsvavlagringen.

Troligtvis hade avsänkning pågått fram till provpumpningens slut även i B4 och B9 om denna återinfiltration ej skett. Det går ej att utesluta att återinfiltration av utpumpat vatten även påverkade övriga brunnar och därmed utgör en felkälla till provpumpningsdata.

Det är osäkert om stationära förhållanden hade inträffat vid pumpstopp. Två dygn innan pumpstopp steg g v y med 1 cm i B1, varför det beslutades om pumpstopp. Dagen innan pumpstopp hade dock g v y i B1 återigen sjunkit med 14 cm, vilket talar emot att stationära förhållanden hade inträffat.

Då kaviteter förekommer i berggrunden är det troligt att vatten förekommer i ett dubbelporositetssystem. Om så är fallet och provpumpning hade fått pågå under en längre period, hade eventuellt en ny avsänkningsfas kunnat observeras (Gilli et al. 2012).

En naturlig fortsättning på projektet är att utvärdera befintliga provpumpningsdata för att därigenom kunna beskriva sprickakviferens egenskaper närmare. Nämnade felkällor bör då beaktas.

5.4 Vattnets Kretslopp

Enligt den beräknade vattenbalansen nybildas cirka 2100 m³ grundvatten per år inom området för gården Lilla Klåveröd (Fig. 19). Denna siffra är mycket generaliserad då ingående parametrar såsom nederbörd och evapotranspiration är uppskattade värden för området. Den största felkällan till den beräknade nybildningen av grundvatten per år är däremot bedömningen av infiltrationsområdets area, då infiltrationsområdet till tomten på Lilla Klåveröd är bedömt baserat på topografin utefter den ytvattendelare som finns i området, och inte innefattar eventuella grundvattendelare längsmed sprickplan i berggrunden. Då det rör sig om en sprickakvifär i berggrunden kan det inte uteslutas att vatten genom sprickor når akviferen från områden på

andra sidan den ytvattendelare som angetts på infiltrationskartan. Det är även möjligt att vatten i berggrunden nedströms akviferen genom sprickor rinner ”uppströms” längsmed sprickplan och fyller på akviferen vid Lilla Klåveröd. För vidare kartläggning och förståelse av spricksystemen i berggrunden vid Lilla Klåveröd skulle geofysiska undersökningar kunna utföras.

Grundvattnet vid Lilla Klåveröd bildas genom infiltration av den nederbörd som ej avdunstar direkt. I rotzonen tas en viss mängd markvatten upp av växter och återförs till atmosfären genom transpiration. Därefter återstår det vatten som kan perkolera ned genom isälvsvavlagringen tills det når den mättade zonen. När vattnet efterhand når olika sprickor i berggrundsövertan fortsätter det nedåt, sannolikt i mycket komplexa nät av sprickor. På så sätt fylls sprickakviferen på med grundvatten.

Hur lång tid processen för nybildning av grundvatten tar kan i nuläget ej utvärderas utifrån tillgängliga data, men det skulle vara intressant att undersöka grundvattnets ålder på djupet genom åldersdatering med naturliga spårämnen eller via ett spårämnesförsök. Dateringsmetoder vilka kan tillämpas för ett vatten yngre än cirka 50 år är klorfluorkarboner (CFC) och tritium-helium ³H/³He (Jaunat et al. 2012). Om vattnet är äldre än så kan kryptonisotopen ⁸¹Kr användas som spårämne (Du et al. 2003). Att utföra en åldersdatering av vattnet skulle även kunna ge underlag till en mer detaljerad undersökning av grundvattnets flödessystem i berggrunden och flödes hastighet i olika sprickor (Jaunat et al. 2012).

Med information om det hydrologiska kretsloppet vid Lilla Klåveröd kan en generaliserad modell över den hydrologiska cykeln vid Lilla Klåveröd skapas. För att på ett lättöverskådligt sätt påvisa samtliga processer i vattnets kretslopp, antas det att någon typ av ytavrinning sker i området (Fig. 20).

5.5 Hydrogeologi i skolan

För att säkerställa vattenkvaliteten av Sveriges grundvattenförekomster och undvika problematik inom bygg- och infrastruktursektor krävs som tidigare diskuterats i denna rapport ökat fokus på hydrogeologi. För att uppnå detta är det av central vikt att öka den allmänna förståelsen av hydrogeologi. Detta kan rimligtvis uppnås genom större utrymme för hydrogeologi i skolan. Liksom skolverkets kommentarer till kursplanerna i ämnena geografi, kemi och biologi visar finns det en tydlig hänvisning till lärare att undersöka om processerna kring vattnets kretslopp (Skolverket 2011a & Skolverket 2011b). Dock ställs det inte några specifika kunskapskrav på vattnets kretslopp eller allmän hydrogeologi i dessa tre ämnens kursplaner (Skolverket 2011c; Skolverket 2011d; Skolverket 2011e). Detta resulterar onekligen i att det blir varje enskild lärares beslut, om han/hon anser det viktigt att lära ut om hydrogeologiska frågor på ett bredare plan än basala kunskaper som exempelvis vattnets olika aggregationstill-

stånd. Ett ökat intresse för hydrogeologi i samhället skulle kunna förändra detta, så att vatten blir en integrerad del i grundskoleutbildningen.

I ett större perspektiv är emellertid inte avsaknad av hydrogeologi i grundskolan det enda som kan diskuteras som en brist i grundskoleutbildningen, då även grundskoleelevers kunskaper i naturvetenskapliga ämnen i stort tycks vara bristfälliga. Enligt den senaste internationella studien PISA (programme for international student assessment) från 2012 nådde 22 procent av eleverna i årskurs nio i svenska grundskolan, inte upp till grundläggande naturvetenskapliga kunskaper (Skolverket 2013).

Oavsett var grundskolans undervisning i naturvetenskap brister, är det uppenbart att en förändring måste ske. Möjligtvis kan inspirerande undervisningsmaterial, med mer anknytning till verkligheten, förändra elevers intresse och förståelse för naturvetenskap. Då vattnets kretslopp är en av de stora globala processerna som i stor utsträckning påverkar jordens ekosystem och människans livsmiljö, kan detta anses som en av de viktigare aspekterna av naturvetenskap att utveckla en förståelse för, helst på ett tidigt stadium av skol-

gången.

En av anledningarna till varför HP Borringar valde att starta projektet Lilla Klåveröd är just att kunna bidra med lättillgänglig och inspirerande information om vattnets kretslopp i förhoppningen att möjligtvis kunna inspirera framförallt barn och ungdomar att vilja lära sig ytterligare om ämnet. Om barn inspireras att lära sig mer om vatten kommer detta på sikt kunna utveckla kunskapsbasen om hydrogeologi i många skilda branscher såsom geoteknik, byggsektor, vattenförsörjning, utbildningsväsende, etc. Även andelen med högre utbildning inom området kommer möjligen på sikt öka utfall fler unga intresseras av hydrogeologiska frågor.

I grund och botten är kunskap om hydrogeologi en nyckelfråga för att klara den ökande miljöbelastning vår planet utsätts för. I Sverige kan de flesta fortfarande dricka rent kranvatten – i andra länder är detta inte lika självklart. För att säkerställa en god vattenkvalité är det av central vikt att utbildning i vattenfrågor sker från ett tidigt stadium av grundskoleutbildningen – projektet Lilla Klåveröd eftersträvar att erbjuda den möjligheten.

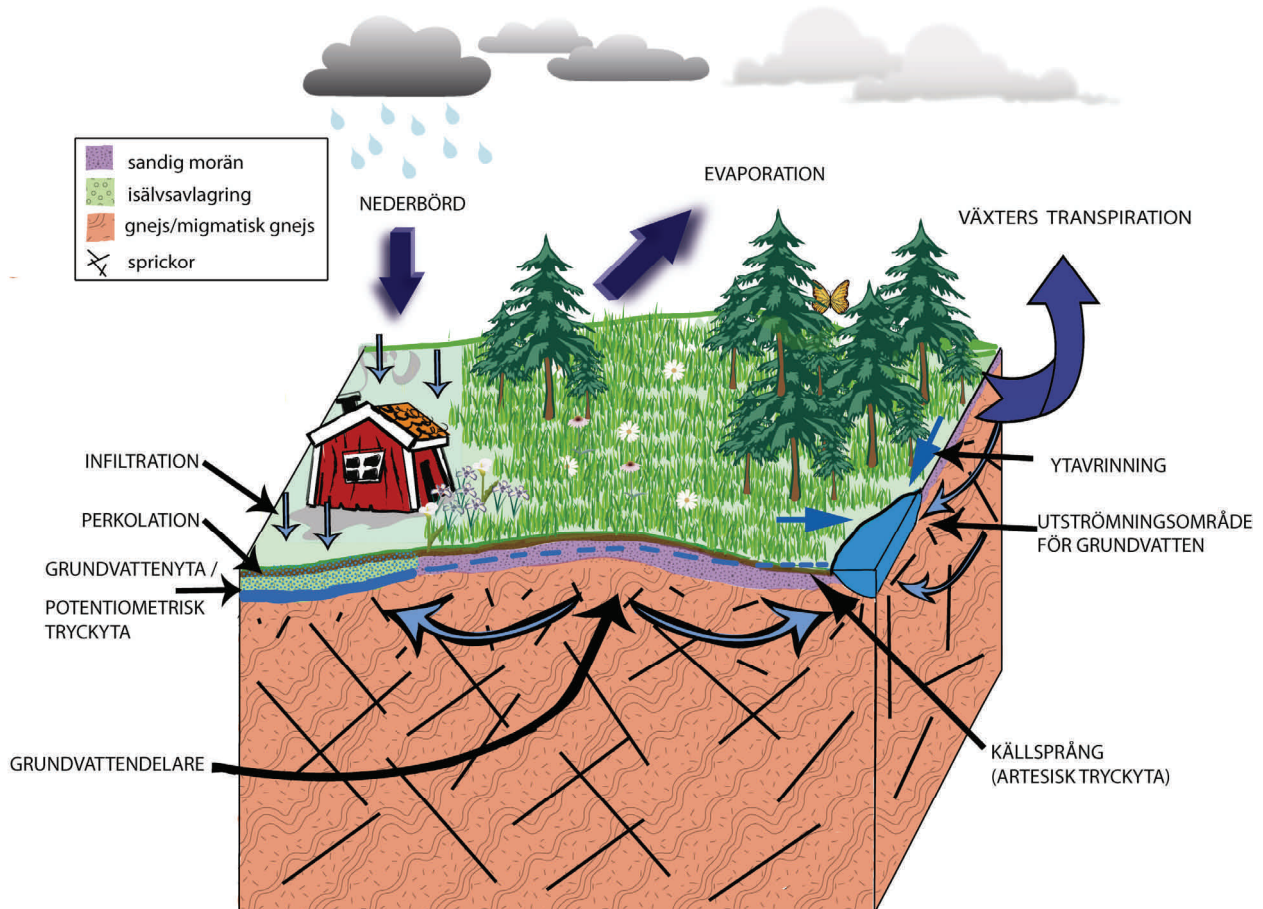


Fig 20. Generaliserad bild av vattnets kretslopp vid Lilla Klåveröd. Grundvatten i området förekommer framförallt i sprickor i berggrunden, men även i den undre delen av isälvsvavlagringen.

6 Slutsatser

- Flödesriktning i området, mellan yt- och grundvatten domineras troligtvis av grundvattenutströmning till ytvatten.
- Vattenkvaliteten i undersökta ytvatten vid Lilla Klåveröd med avseende på kemisk-fysikaliska parametrar mätt i fält, är överlag god. Undantaget är det mycket låga pH (cirka pH 4-5) i de bäckar som rinner ut i Mölledammen. Detta kan förklaras med nedbrytningsprocesser från organiskt material.

Analyssvaren av provtaget grundvatten på Lilla Klåveröd med avseende på fysikalisk-kemisk-bakteriologiska standardanalyser, visar att det provtagna vattnet i brunn 1 är tjänligt med anmärkning på järn- och manganhalter. Detta kan åtgärdas med hjälp av exempelvis luftning och sandfilter.

I den grävda brunnen vid Mölledammen (B0) visar de fysikalisk-kemisk-bakteriologiska standardanalyserna att vattnet är tjänligt med anmärkning med avseende på hög förekomst av koliforma bakterier. Detta kan bero på bakterier från jord eller organismer i brunnen. Om brunnen ska tas i bruk rekommenderas därför rensning.

I Mölledammens utlopp (M1) är vattnet otjänligt med avseende på den bakteriologiska bedömningen, där halter av koliforma bakterier överstiger 2400 cfu/100 ml. Förekomst av *E. coli* bakterier påträffas även i vattnet.

- Lagerföljden vid Lilla Klåveröd består av först cirka 40-60 cm jordmån och därefter 3,5-4,5 meter dåligt sorterad isälvsavlagring. Berggrunden tar vid på ett djup av cirka 4-5 meter under markytan och är mestadels gnejsig, med inslag av amfibolit. Berget är mycket uppsprucket och emellanåt kaolinvittradt, med en ökad sprickfrekvens under 100 m u my där även mycket kaviteter påträffas. Berggrunden är mycket heterogen med avseende på sprickförekomster och vittringszoner.
- I marken vid Lilla Klåveröd finns en öppen sprickakvifer. Akviferens potentiometriska tryckyta är belägen i isälvsavlagringen vilken överlagrar gnejsberggrunden. Vatten uppehåller sig därför delvis i den mättade, undre zonen av isälvsavlagringen, men framförallt i sprickor och kaviteter i berggrunden.
- Avslutningsvis hänvisas till Fig. 20 för en generaliserad bild av vattnets kretslopp vid Lilla Klåveröd, med förhoppning att den kan uppmuntra till vidare kunskapsinhämtning.

7 Tack

Först och främst vill jag tacka mina handledare Charlotte Sparrenbom och Göran Persson, som med stort engagemang och många goda skratt hjälpt mig under arbetets gång. Utan deras goda råd och kritiska granskning av arbetet hade rapporten inte varit densamma.

Jag vill även tacka mina handledare på SGU; Mattias Gustafsson och Peter Dahlqvist för granskning och utlåning av fältinstrument. Vidare vill jag tacka Helena Alexandersson för råd om sedimentologiska tolkningar och Max Adolfsson som hjälpte mig att friska upp mina kunskaper i GIS.

Slutligen vill jag tacka alla från HP Borringar som på något vis varit inblandade i mitt examensarbete.

8 Referenser

- Atkins, P. W., Jones, L. & Laverman, L., 2013: *Chemical principles : the quest for insight*. W H Freeman. 1024 sid.
- Björk, L., Bergman, C. & Stridsberg, S., 2003: *Vibrerande urtid : en upptäcktsresa genom Skånes årsmiljoner*. Corona. 109 sid.
- Bogren, J., Gustavsson, T. & Loman, G., 2008: *Klimat och väder*. Studentlitteratur. 296 sid.
- Ceder, H., 2006: Dricksvatten från enskilda brunnar och mindre vattenanläggningar. Bergslagens Grafiska. 112 sid.
- Drake, M. J. & Campins, H., 2005: Origin of water on the terrestrial planets. *Proceedings of the International Astronomical Union 1*, 381-394.
- Du, X., Purtschert, R., Bailey, K., Lehmann, B. E., Lorenzo, R., Lu, Z. T., Mueller, P., O'connor, T. P., Sturchio, N. C. & Young, L., 2003: A new method of measuring 81Kr and 85Kr abundances in environmental samples. *Geophysical Research Letters* 30, 2068.
- Fetter, C. W., 2014: *Applied hydrogeology*. Pearson Education. 612 sid.
- Gilli, É., Mangan, C. & Mudry, J., 2012: *Hydrogeology : objectives, methods, applications*. Science; Taylor & Francis [distributör]. 367 sid.
- Jaunat, J., Huneau, F., Dupuy, A., Celle-Jeanton, H., Vergnaud-Ayraud, V., Aquilina, L., Labasque, T. & Le Coustumer, P., 2012: Hydrochemical data and groundwater dating to infer differential flow-paths through weathered profiles of a fractured aquifer. *Applied Geochemistry* 27, 2053-2067.
- Klein, C. & Dutrow, B., 2007: *The manual of mineral science : (after James D. Dana)*. Wiley. 675 sid.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 2002: *Grundvatten : teori & tillämpning*. Svensk byggtjänst. 227 sid.
- Kumar, M. & Puri, A., 2012: A review of permissible limits of drinking water. *Indian journal of occupational and environmental medicine* 16, 40-44.
- Lantmäteriet. 2014. Terrängkartan. Hämtad 2014-03-31. http://kso2.lantmateriet.se/?e=386603&n=6213851&z=10&profile=default_terrängkartan_noauth

- Liedberg, B. & Thelaus, M., 1979: *Traneröds mosse - Stratigrafi och utvecklingshistoria*. Lund, Lunds Universitet. 50 sid. Med tillstånd från Ronnie Liljegen.
- Livsmedelsverket, 2013: Råd om enskild dricksvattenförsörjning. Rådgivningsenheten. 17 sid.
- Länsstyrelsen i Skåne, 2006: NR beslut 061211 Traneröds mosse. Länsstyrelsen i Skåne län. 11 sid.
- Nordström, A., 2011: *Dricksvatten för en hållbar utveckling*. Studentlitteratur. 216 sid.
- Pearson, D. G., Brenker, F. E., Nestola, F., McNeill, J., Nasdala, L., Hutchison, M. T., Matveev, S., Mather, K., Silversmit, G., Schmitz, S., Vekemans, B. & Vincze, L., 2014: Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within diamond. *Nature* 507, 221-224.
- Rau, G. C., Andersen, M. S., Mccallum, A. M., Roshan, H. & Acworth, R. I., 2014: Heat as a tracer to quantify water flow in near-surface sediments. *Earth-Science Reviews* 129, 40-58.
- Setterby, Y. & Malmgren, A., 2009: Fastställande av skötselplan för naturreservatet Traneröds mosse. *Länsstyrelsen i Skåne län*. 32 sid.
- Sveriges geologiska undersökning, 2014a: Berggrundskarta 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning.
- Sveriges geologiska undersökning, 2014b: Jordartskarta 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning.
- Skolverket, 2011a: Kommentarmaterial till kursplanen i geografi. Västerås, Edita. 43 sid.
- Skolverket, 2011b: Kommentarmaterial till kursplanen i kemi. Edita. 41 sid.
- Skolverket, 2011c: Grundskolans kursplan i geografi. 11 sid.
- Skolverket, 2011d: Grundskolans kursplan i kemi. 13 sid.
- Skolverket, 2011e: Grundskolans kursplan i biologi. 13 sid.
- Skolverket, 2013: Rapport 398. PISA 2012, 15-åringars kunskaper i matematik, läsförståelse och naturvetenskap. 163 sid.
- Skolverket. 2014. Betygsskalan A-E. Hämtad 2014-04-15, från <http://www.skolverket.se/bedomning/betyg>.
- Smhi. 2009. Normal uppmätt årsnederbörd 1961 - 1990. Hämtad 2014-05-14, från <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/normal-uppmatt-arsnederbord-medelvarde-1961-1990-1.4160>.
- Smhi. 2014. Årsnederbörd år 2000 och framåt. Hämtad 2014-05-14, från <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/2.135/monYrTable.php?month=13&par=nbdYr>.
- Sou, 1998: SOU 1998:137. Statens offentliga utredningar. 356 sid.
- Vattenmyndigheterna, 2013: Anpassning av övervakning till ramdirektivet för vatten - Vattenmyndigheternas förslag till strategi. Vattenmyndigheterna i Samverkan. 36 sid.
- Wikman, H., Bergström, J. & Sivhed, U., 1993: *Berggrundskartan [Kartografiskt material]. [3C Helsingborg SO]. Beskrivning till berggrundskartan Helsingborg SO. Description to the map of solid rocks Helsingborg SO*. SGU. 114 sid.
- World Health Organization, 2011: Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva, World Health Organization. 564 sid.

HP Borrningar i Klippan AB
 John Olsson
 Idrottsvägen 19
 264 31 KLIPPAN
AR-14-SL-046963-01**EUSELI2-00163959**

Kundnummer: SL8470334

Analysrapport

Provnummer:	177-2014-04160045	Ankomsttemp °C	5,0
Provbeskrivning:		Brunnstyp	Grävd brunn
Matris:	Brunnsvatten	Kommun	Klippan
Provet ankom:	2014-04-15 20:30	Provtagare	Fredrik Olsson
Utskriftsdatum:	2014-04-24	Provtagningsdatum	2014-04-15 11:00
Provmärkning:	Kläveröd Grävd brunn		
Provtagningsplats:	NONE		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref
Odlingsbara mikroorganismer 22°C	520	cfu/ml		ISO 6222 b)
Koliforma bakterier	88	/100 ml		IDEXX Colilert-18 b)
Escherichia coli	< 1	/100 ml		IDEXX Colilert-18 b)
Lukt, styrka, vid 20°C	ingen			fd SLV 1990-01-01 mod a)
Lukt, art, vid 20 °C	ingen			fd SLV 1990-01-01 mod a)
Turbiditet	0.30	FNU	20%	SS-EN ISO 7027 a)
Färg (410 nm)	< 5.0	mg Pt/l	20%	EN ISO 7887 - Method C a)
pH	6.5		0.2	SS-EN ISO 10523:2012 a)
Temperatur vid pH-mätning	22.8	°C		SS-EN ISO 10523:2012 a)
Alkalinitet	15	mg HCO3/l	10%	SS EN ISO 9963-2 a)
Konduktivitet	9.9	mS/m	10%	SS-EN 27888 a)
Klorid	15	mg/l	10%	EN ISO 10304-1 a)
Sulfat	7.0	mg/l	15%	StMeth 4500-SO4 / Kone a)
Fluorid	< 0.20	mg/l	25%	St Meth 4500-F / Kone a)
COD-Mn	0.66	mg O2/l	20%	fd SS 028118 / mod a)
Ammonium	0.018	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005 / Kone a)
Ammonium-nitrogen (NH4-N)	0.014	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005 / Kone a)
Fosfat (PO4)	< 0.020	mg/l	30%	SS-EN ISO6878:2005 /KONE a)
Fosfatfosfor (PO4-P)	< 0.0050	mg/l	30%	SS-EN ISO6878:2005 /KONE a)
Nitrat (NO3)	0.44	mg/l	20%	SS 028133 / Kone a)
Nitrat-nitrogen (NO3-N)	0.10	mg/l	20%	SS 028133 / Kone a)
Nitrit (NO2)	< 0.0070	mg/l	15%	SS EN 26777 / Kone a)
Nitrit-nitrogen (NO2-N)	< 0.0020	mg/l	15%	SS EN 26777 / Kone a)
NO3/50+NO2/0,5	<1.0	mg/l		SS 028133 / Kone a)
Totalhårdhet (°dH)	1.4	°dH		Beräkning (Ca+Mg) a)

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 godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Natrium Na (end surgjort)	7.6	mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Kalium K (end surgjort)	< 1.0	mg/l	20%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Kalcium Ca (end surgjort)	7.2	mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Järn Fe (end surgjort)	0.028	mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Magnesium Mg (end surgjort)	1.6	mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Mangan Mn (end surgjort)	< 0.010	mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Koppar Cu (end surgjort)	< 0.020	mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
<p>Kemisk bedömning Tjänligt (enl. Livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning) Fluoridhalten understiger för kariesförebyggande verkan gynnsamt värde. Alkaliniteten ligger under 60 mg/l HCO₃ vilket ökar risken för korrosionsangrepp på ledningarna. Vattnet har mycket låg totalhårdhet. En kalciumhalt mellan 20 och 40 mg/liter minskar korrosionsrisken.</p> <p>Mikrobiologisk bedömning Tjänligt med anmärkning (enl. Livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning) pga att antalet koliforma bakterier är högt (hälsomässig anmärkning). Förekomsten av koliforma bakterier kan tyda på att vattentäkten påverkats av ytvatten.</p> <p>Hur tolkar jag resultatet? Förklaring till analysresultatet gällande din brunnsvattenanalys hittar du på vår hemsida: www.eurofins.se/brunnsvatten</p>					

Utförande laboratorium/underleverantör:

- a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), SWEDEN
- b) Eurofins Food & Agro (Jönköping), SWEDEN

Ulla Eriksson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

AR-003v35

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.

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

AR-14-SL-046962-01
EUSELI2-00163957

Kundnummer: SL8470334

Analysrapport

Provnummer:	177-2014-04160043	Ankomsttemp °C	5,0
Provbeskrivning:		Brunnstyp	Borrad brunn
Matris:	Brunnsvatten	Kommun	Klippan
Provet ankom:	2014-04-15 20:30	Provtagare	Fredrik Olsson
Utskriftsdatum:	2014-04-24	Provtagningsdatum	2014-04-15 11:00
Provmärkning:	Kläveröd Brunn 1		
Provtagningsplats:	NONE		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref
Odlingsbara mikroorganismer 22°C	48	cfu/ml		ISO 6222 b)
Koliforma bakterier	< 1	/100 ml		IDEXX Colilert-18 b)
Escherichia coli	< 1	/100 ml		IDEXX Colilert-18 b)
Lukt, styrka, vid 20°C	svag			fd SLV 1990-01-01 mod a)
Lukt, art, vid 20 °C	svavelväte			fd SLV 1990-01-01 mod a)
Turbiditet	2.8	FNU	20%	SS-EN ISO 7027 a)
Färg (410 nm)	27	mg Pt/l	20%	EN ISO 7887 - Method C a)
pH	7.7		0.2	SS-EN ISO 10523:2012 a)
Temperatur vid pH-mätning	22.6	°C		SS-EN ISO 10523:2012 a)
Alkalinitet	82	mg HCO3/l	10%	SS EN ISO 9963-2 a)
Konduktivitet	17	mS/m	10%	SS-EN 27888 a)
Klorid	8.2	mg/l	10%	EN ISO 10304-1 a)
Sulfat	1.6	mg/l	15%	StMeth 4500-SO4 / Kone a)
Fluorid	0.92	mg/l	10%	St Meth 4500-F / Kone a)
COD-Mn	0.99	mg O2/l	20%	fd SS 028118 / mod a)
Ammonium	0.028	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005 / Kone a)
Ammonium-nitrogen (NH4-N)	0.022	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005 / Kone a)
Fosfat (PO4)	0.031	mg/l	30%	SS-EN ISO6878:2005 /KONE a)
Fosfatfosfor (PO4-P)	0.010	mg/l	30%	SS-EN ISO6878:2005 /KONE a)
Nitrat (NO3)	< 0.44	mg/l	20%	SS 028133 / Kone a)
Nitrat-nitrogen (NO3-N)	< 0.10	mg/l	20%	SS 028133 / Kone a)
Nitrit (NO2)	< 0.0070	mg/l	15%	SS EN 26777 / Kone a)
Nitrit-nitrogen (NO2-N)	< 0.0020	mg/l	15%	SS EN 26777 / Kone a)
NO3/50+NO2/0,5	<1.0	mg/l		SS 028133 / Kone a)
Totalhårdhet (°dH)	3.6	°dH		Beräkning (Ca+Mg) a)

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 godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v35

Natrium Na (end surgjort)	6.8 mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Kalium K (end surgjort)	< 1.0 mg/l	20%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Kalcium Ca (end surgjort)	20 mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Järn Fe (end surgjort)	0.53 mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Magnesium Mg (end surgjort)	3.9 mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Mangan Mn (end surgjort)	0.36 mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Koppar Cu (end surgjort)	< 0.020 mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
<p>Kemisk bedömning Tjänligt med anmärkning (enl. Livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning) p g a järnhalten (e, t). p g a manganhalten (e, t). Järn och manganhalten kan orsaka utfällningar i kärl och ledningar samt medföra skador på tvättgods. Järn och mangan kan även påverka vattnets färg, lukt och smak. Fluoridhalten har kariesförebyggande verkan. Anmärkningar: e = estetisk, t = teknisk</p> <p>Mikrobiologisk bedömning Tjänligt (enl. Livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning)</p> <p>Hur tolkar jag resultatet? Förklaring till analysresultatet gällande din brunnsvattenanalys hittar du på vår hemsida: www.eurofins.se/brunnsvatten</p>				

Utförande laboratorium/underleverantör:

- a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), SWEDEN
- b) Eurofins Food & Agro (Jönköping), SWEDEN

Ulla Eriksson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

AR-003v35

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.

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

AR-14-SL-057702-01
EUSELI2-00163961

Kundnummer: SL8470334

Analysrapport

Provnummer:	177-2014-04160046	Ankomsttemp °C	5,0	
Provbeskrivning:		Brunnstyp	Grävd brunn	
Matris:	Brunnsvatten	Provtagare	Fredrik Olsson	
Provet ankom:	2014-04-15 20:30	Provtagningsdatum	2014-04-15 11:00	
Utskriftsdatum:	2014-05-15			
Provmärkning:	Kläveröd Grävd utlopp			
Provtagningsplats:	NONE			
Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref
Odlingsbara mikroorganismer 22°C	1200	cfu/ml		ISO 6222 b)
Koliforma bakterier	> 2400	/100 ml		IDEXX Colilert-18 b)
Escherichia coli	4	/100 ml		IDEXX Colilert-18 b)
Lukt, styrka, vid 20°C	ingen			fd SLV 1990-01-01 mod a)
Lukt, art, vid 20 °C	ingen			fd SLV 1990-01-01 mod a)
Turbiditet	1.1	FNU	20%	SS-EN ISO 7027 a)
Färg (410 nm)	79	mg Pt/l	20%	EN ISO 7887 - Method C a)
pH	5.5		0.2	SS-EN ISO 10523:2012 a)
Temperatur vid pH-mätning	22.5	°C		SS-EN ISO 10523:2012 a)
Alkalinitet	< 2.0	mg HCO3/l	10%	SS EN ISO 9963-2 a)
Konduktivitet	7.1	mS/m	10%	SS-EN 27888 a)
Klorid	12	mg/l	10%	EN ISO 10304-1 a)
Sulfat	7.3	mg/l	15%	StMeth 4500-SO4 / Kone a)
Fluorid	0.24	mg/l	25%	St Meth 4500-F / Kone a)
COD-Mn	9.8	mg O2/l	20%	fd SS 028118 / mod a)
Ammonium	< 0.010	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005 / Kone a)
Ammonium-nitrogen (NH4-N)	< 0.010	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005 / Kone a)
Fosfat (PO4)	< 0.020	mg/l	30%	SS-EN ISO6878:2005 /KONE a)
Fosfatfosfor (PO4-P)	< 0.0050	mg/l	30%	SS-EN ISO6878:2005 /KONE a)
Nitrat (NO3)	1.0	mg/l	20%	SS 028133 / Kone a)
Nitrat-nitrogen (NO3-N)	0.23	mg/l	20%	SS 028133 / Kone a)
Nitrit (NO2)	< 0.0070	mg/l	15%	SS EN 26777 / Kone a)
Nitrit-nitrogen (NO2-N)	< 0.0020	mg/l	15%	SS EN 26777 / Kone a)
NO3/50+NO2/0,5	<1.0	mg/l		SS 028133 / Kone a)
Totalhårdhet (°dH)	0.75	°dH		Beräkning (Ca+Mg) a)

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 godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v35

Natrium Na (end surgjort)	7.1 mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Kalium K (end surgjort)	< 1.0 mg/l	20%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Kalcium Ca (end surgjort)	3.2 mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Järn Fe (end surgjort)	0.52 mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Magnesium Mg (end surgjort)	1.3 mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Mangan Mn (end surgjort)	0.079 mg/l	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)
Koppar Cu (end surgjort)	< 0.020 mg/l	10%	SS 028150-2 / ICP-AES	a)

Kemisk bedömning

Tjänligt med anmärkning (enl. Livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning)

pga den kemiska syreförbrukningen, CODMn (e)

pga färgtalet (e)

p g a järnhalten (e, t).

Halten av organiskt material (COD-Mn) är hög vilket kan tyda på påverkan av ytligt grundvatten. Organiskt material består oftast av humus och kan påverka vattnets färg.

Järnhalten kan medföra utfällningar, missfärgning och smak. Risk för skador på textilier vid tvätt och igensatta ledningar. I vissa vatten kan olägenheter uppstå även vid lägre halter än 0,5 mg/l.

p g a pH (t).

Vattnets låga pH medför en ökad risk för ledningsangrepp.

Fluoridhalten understiger för kariesförebyggande verkan gynnsamt värde.

Alkaliniteten ligger under 60 mg/l HCO₃ vilket ökar risken för korrosionsangrepp på ledningarna.

Vattnet har mycket låg totalhärdhet. En kalciumhalt mellan 20 och 40 mg/liter minskar korrosionsrisken.

Anmärkningar: e = estetisk, t = teknisk

Mikrobiologisk bedömning

Otjänligt (enl. Livsmedelsverkets råd om enskild dricksvattenförsörjning)

pga att antalet koliforma bakterier är mycket högt (hälsomässig anmärkning).

Koliforma bakterier finns i tarmkanalen hos djur och människor men även som omgivningsbakterie i jord och förorenat vatten.

Även Tjänligt med anmärkning:

pga att antalet E.coli är högt (hälsomässig anmärkning).

Förekomst av E.coli tyder på att vattentäkten påverkats av avlopp, gödsel eller dyl.

pga att antalet odlingsbara mikroorganismer (3 dygn, 22°C inkubering) är högt (hälsomässig anmärkning).

Vattnets bakteriehalt tyder på inläckage av förorenat vatten från ytliga jordlager. Vattenkvaliteten kan därför variera med nederbörden.

Hur tolkar jag resultatet?

Förklaring till analysresultatet gällande din brunnsvattenanalys hittar du på vår hemsida: www.eurofins.se/brunnsvatten

Utförande laboratorium/underleverantör:

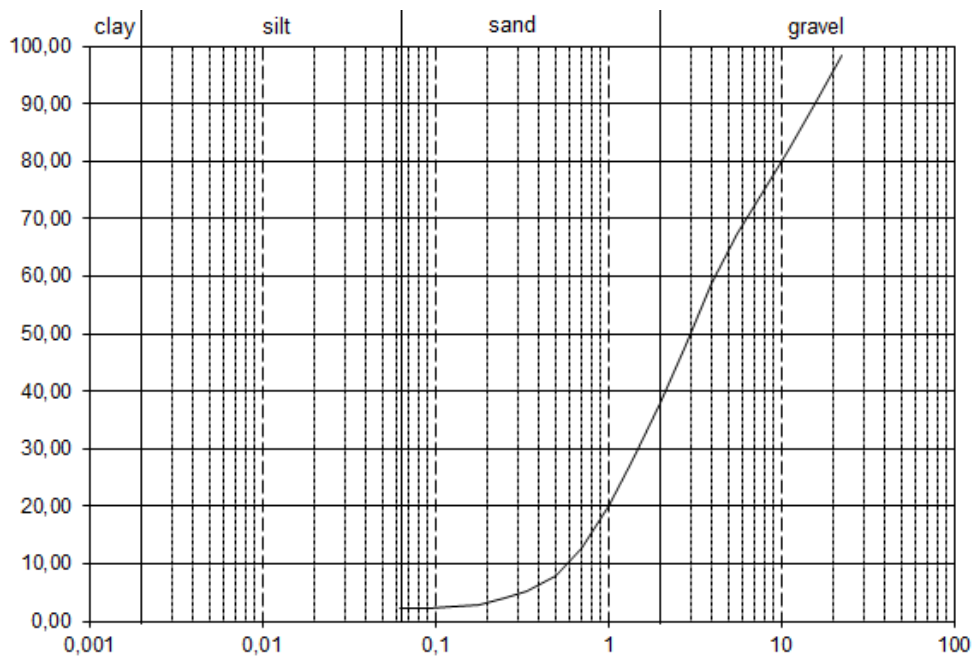
a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), SWEDEN

b) Eurofins Food & Agro (Jönköping), SWEDEN

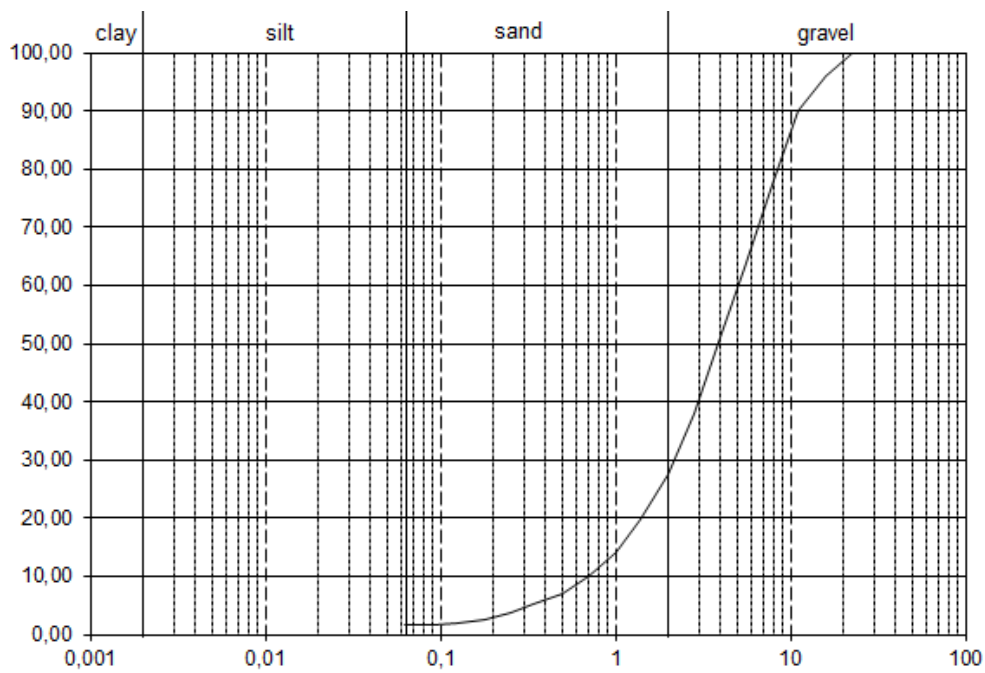
Ulla Eriksson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

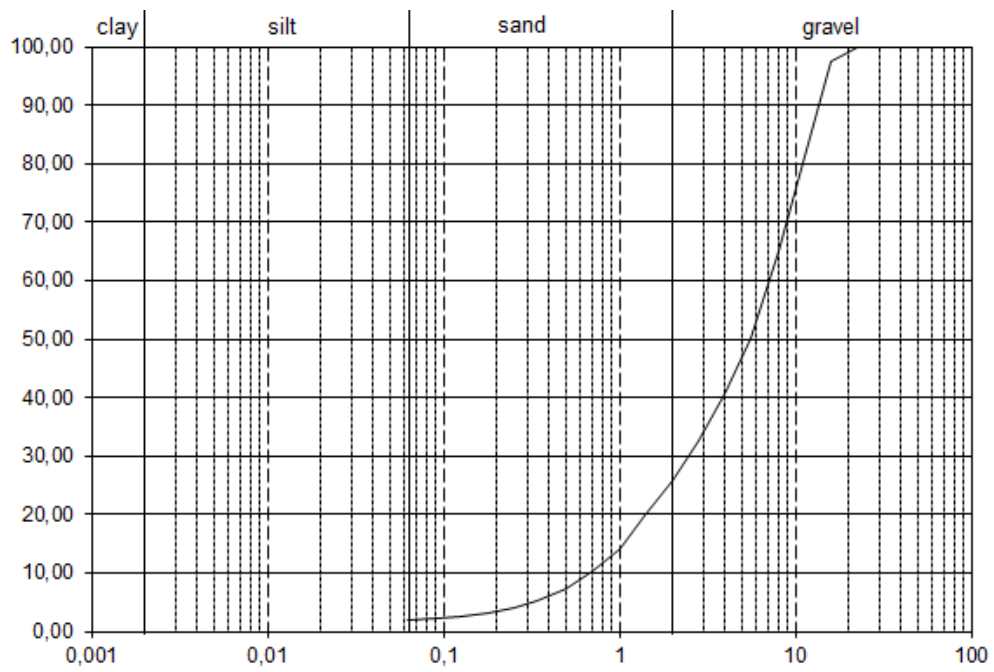
Bilaga 2 - Kornstorleksanalyser



Figur 1. Kornstorleksanalys för jordprov provtaget en meter nordväst om B2, nederst i skärningen.



Figur 2. Kornstorleksanalys för jordprov provtaget en meter nordväst om B2, överst i skärningen.



Figur 3. Kornstorleksanalys för jordprov provtaget cirka 200 m väst om gården Lilla Klåveröd.



Detta borrbevis har

Nr: **1-140999**

BORRBEVIS 2014

över utförd brunnborrning enligt System Avanti

Detta formulär för borrprotokoll tillhandahålles av Sveriges Avanti- Borrarens förening.

Rättigheten att utfärda detta borrbevis tillkommer endast Behörig Avanti-borrare.

Följande borrprotokoll har upprättats:

Fastighetsbeteckning: **Lilla Klåveröd 1:6** Församl.: **Konga**
 Kommun: **Svalöv**
 Fastighetens adress: **Lilla Klåveröd , 268 76 Kågeröd (ej postadress)**
 Borrhålets plats **Ca 19 m VSV boningshus** x- 6216786 y- 1335939
 Ägare/Beställare **HP Borrningar AB**
 Adress: **Idrottsvägen 19 , 264 31 Klippan**
 Telefon: **0435-10900**

Borrhålet avser bergvärme vattenförsörjning
 Borrhålets totala djup mätt från orörd marknivå (före ev. grävning) **120 meter**

Borrhålet utgör fördjupning av tidigare grävd brunn
 utgör ej borrad

Uppmätt avstånd från marknivå till fast berg **5,5 meter**

Jordart/bergart	Djup från markytan	Jordart/bergart (färg)
från 0 till 5,5 m	Grus / block (överg.mkt sprucken gnejs)	
från 5,5 till 69 m	Gnejs, röd/grå	
från 69 till 90 m	Gnejs, röd/grå delvis vittrad / sprucken	
från 90 till 120 m	Gnejs, röd till röd/grå inslag amfibolit	

Borrhålet har beklättas med stålrör \varnothing **168,3*157,1** mm **9,3** meter

Borrhålet har beklättas med filterrör \varnothing mm meter

Särskild tätning har utförts mellan beklädnadsrör och fast berg genom elastisk borttätning

Vattenförande zoner	Djup	flöde	konduktivitet
69-72 m	ca 600 l/t	274 uS/cm	
87 m	ca 1200 l/t	204 uS/cm	
99 m	ca 1500 l/t	188 uS/cm	
111-120 m	ca 2700 l/t	174 uS/cm	

Borrhålets bottendiameter: **136,8** mm

Uppmätt vattenflöde vid provtagningstillfälle den **07-apr 2014** **2700** l/tim

Mätningmetodik Blåsning Flottörmätning Provpumpning **1** tim

Vid propumpn sjönk vattenytan (räknat från markytan) från till meter

Stabil vattennivå efter avslutad borrning antal meter under marknivå **6,22** meter

Mätningstidpunkt **1** dygn tim efter avslutad borrning

Klippan den **07-apr 2014**
 HP Borrningar i Klippan AB


 Behörig Avanti-borrare

Ev. reklamation mot ovan beskrivna arbete skall göras inom skälig tid från detta borrbevis utfärdande.

Denna handling kan lämpligen förvaras tillsammans med fastighetens övriga värdehandlingar





Detta borrbevis har

Nr:

5-140999

BORRBEVIS 2014

över utförd brunnborrning enligt System Avanti

Detta formulär för borrprotokoll tillhandahålles av Sveriges Avanti- Borrarens förening.

Rättigheten att utfärda detta borrbevis tillkommer endast Behörig Avanti-borrare.

Följande borrprotokoll har upprättats:

Fastighetsbeteckning: **Lilla Klåveröd 1:6** Församl.: **Konga**
Kommun: **Svalöv**
Fastighetens adress: **Lilla Klåveröd , 268 76 Kågeröd (ej postadress)**
Borrhålets plats **Ca 6 m SSO boningshus** x- 6216777 y- 1335983
Ägare/Beställare **HP Borrningar AB**
Adress: **Idrottsvägen 19 , 264 31 Klippan**
Telefon: **0435-10900**

Borrhålet avser bergvärme vattenförsörjning
Borrhålets totala djup mätt från orörd marknivå (före ev. grävning) **140 meter**

Borrhålet utgör fördjupning av tidigare grävd brunn
 utgör ej borrad

Uppmätt avstånd från marknivå till fast berg **4 meter**

Jordart/bergart	Djup från markytan	Jordart/bergart (färg)
från 0 till 3 m	Grus / block	
från 3 till 40 m	Gnejs, röd/grå	
från 40 till 120 m	Gnejs, grå/röd vittrad / sprucken	
från 120 till 140 m	Gnejs, röd/grå delvis mkt sprucken	

Borrhålet har beklättas med stålrör \varnothing **168,3*157,1** mm **6,3** meterBorrhålet har beklättas med filterrör \varnothing mm meterSärskild tätning har utförts mellan beklädnadsrör och fast berg genom elastisk borttätning

Vattenförande zoner	45 m flöde	81-96 m flöde	120-124 m flöde	138-140 m flöde	ca 180 l/t	ca 2400 l/t	ca 15000 l/t	ca 24000 l/t	konduktivitet	204 uS/cm	170 uS/cm	163 uS/cm	173 uS/cm
---------------------	------------	---------------	-----------------	-----------------	------------	-------------	--------------	--------------	---------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Borrhålets bottendiameter: **135,3** mmUppmätt vattenflöde vid provtagningstillfälle den 10-apr 2014 **24000** l/timMätningmetodik Blåsning Flottörmätning Provpumpning **1** tim

Vid propumpn sjönk vattenytan (räknat från markytan) från till meter

Stabil vattennivå efter avslutad borrning antal meter under marknivå **5,79** meterMätningstidpunkt **5** dygn tim efter avslutad borrning

Klippan den 10-apr 2014
HP Borrningar i Klippan AB


Behörig Avanti-borrare

Ev. reklamation mot ovan beskrivna arbete skall göras inom skälig tid från detta borrbevis utfärdande.

Denna handling kan lämpligen förvaras tillsammans med fastighetens övriga värdehandlingar





Detta borrbevis har

Nr:

6-140999

BORRBEVIS 2014

över utförd brunnborrning enligt System Avanti

Detta formulär för borrprotokoll tillhandahålles av Sveriges Avanti- Borrarens förening.

Rättigheten att utfärda detta borrbevis tillkommer endast Behörig Avanti-borrare.

Följande borrprotokoll har upprättats:

Fastighetsbeteckning: **Lilla Klåveröd 1:6** Församl.: **Konga**
Kommun: **Svalöv**
Fastighetens adress: **Lilla Klåveröd , 268 76 Kågeröd (ej postadress)**
Borrhålets plats **Ca 8 m SSV boningshus** x- 6216782 y- 1335964
Ägare/Beställare **HP Borrningar AB**
Adress: **Idrottsvägen 19 , 264 31 Klippan**
Telefon: **0435-10900**

Borrhålet avser bergvärme vattenförsörjning
Borrhålets totala djup mätt från orörd marknivå (före ev. grävning) **140 meter**

Borrhålet utgör fördjupning av tidigare grävd brunn
 utgör ej borrad

Uppmätt avstånd från marknivå till fast berg **4 meter**

Jordart/bergart	Djup från markytan	Jordart/bergart (färg)
från 0 till 3 m	Grus / block	
från 3 till 63 m	Gnejs, röd/grå	
från 63 till 126 m	Gnejs, grå/röd inslag amfibolit	
från 126 till 140 m	Gnejs, röd/grå delvis mkt sprucken	

Borrhålet har beklättats med stålrör \varnothing **168,3*157,1** mm **6,3** meter
Borrhålet har beklättats med filterrör \varnothing mm meter

Särskild tätning har utförts mellan beklädnadsrör och fast berg genom elastisk borttätning

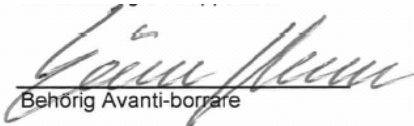
Vattenförande zoner	63-66 m	flöde	ca 240 l/t	konduktivitet	293 uS/cm
	102 m	flöde	ca 300 l/t	konduktivitet	355 uS/cm
	126 m	flöde	ca 4200 l/t	konduktivitet	164 uS/cm
	138-140 m	flöde	ca 15000 l/t	konduktivitet	169 uS/cm

Borrhålets bottendiameter: **137,4** mmUppmätt vattenflöde vid provtagningstillfälle den 11-apr 2014 **15000** l/timMätningemetod Blåsning Flottörmätning Provpumpning **1** tim

Vid propumpn sjönk vattenytan (räknat från markytan) från till meter

Stabil vattennivå efter avslutad borrning antal meter under marknivå **5,95** meterMätningstidpunkt **4** dygn tim efter avslutad borrning

Klippan den 11-apr 2014
HP Borrningar i Klippan AB


Behörig Avanti-borrare

Ev. reklamation mot ovan beskrivna arbete skall göras inom skälig tid från detta borrbevis utfärdande.

Denna handling kan lämpligen förvaras tillsammans med fastighetens övriga värdehandlingar



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

355. Månsson, Anna, 2013: Hydrogeologisk kartering av Hultan, Sjöbo kommun. (15 hp)
356. Larsson, Emilie, 2013: Identifying the Cretaceous–Paleogene boundary in North Dakota, USA, using portable XRF. (15 hp)
357. Anagnostakis, Stavros, 2013: Upper Cretaceous coprolites from the Münster Basin (northwestern Germany) – a glimpse into the diet of extinct animals. (45 hp)
358. Olsson, Andreas, 2013: Monazite in metasediments from Stensjöstrand: A pilot study. (15 hp)
359. Westman, Malin, 2013: Betydelsen av raka borrhål för större geoenergisystem. (15 hp)
360. Åkesson, Christine, 2013: Pollen analytical and landscape reconstruction study at Lake Storsjön, southern Sweden, over the last 2000 years. (45 hp)
361. Andolfsson, Thomas, 2013: Analyses of thermal conductivity from mineral composition and analyses by use of Thermal Conductivity Scanner: A study of thermal properties in Scanian rock types. (45 hp)
362. Engström, Simon, 2013: Vad kan inneslutningar i zirkon berätta om Varbergscharnockiten, SV Sverige. (15 hp)
363. Jönsson, Ellen, 2013: Bevarat maginnehåll hos mosasaurier. (15 hp)
364. Cederberg, Julia, 2013: U-Pb baddeleyite dating of the Pará de Minas dyke swarm in the São Francisco craton (Brazil) – three generations in a single swarm. (45 hp)
365. Björk, Andreas, 2013: Mineralogisk och malmpetrografisk studie av disseminerade sulfider i rika och fattiga prover från Kleva. (15 hp)
366. Karlsson, Michelle, 2013: En MIFO fas 1-inventering av förorenade områden: Kvarnar med kvicksilverbetning Jönköpings län. (15 hp)
367. Michalchuk, Stephen P., 2013: The Säm fold structure: characterization of folding and metamorphism in a part of the eclogite-granulite region, Sveconorwegian orogen. (45 hp)
368. Praszkiar, Aron, 2013: First evidence of Late Cretaceous decapod crustaceans from Åsen, southern Sweden. (15 hp)
369. Alexson, Johanna, 2013: Artificial groundwater recharge – is it possible in Mozambique? (15 hp)
370. Ehlorsson, Ludvig, 2013: Hydrogeologisk kartering av grundvattenmagasinet Åsumsfältet, Sjöbo. (15 hp)
371. Santsalo, Liina, 2013: The Jurassic extinction events and its relation to CO₂ biologi levels in the atmosphere: a case study on Early Jurassic fossil leaves. (15 hp)
372. Svantesson, Fredrik, 2013: Alunskiffern i Östergötland – utbredning, mäktigheter, stratigrafi och egenskaper. (15 hp)
373. Iqbal, Faisal Javed, 2013: Paleocology and sedimentology of the Upper Cretaceous (Campanian), marine strata at Åsen, Kristianstad Basin, Southern Sweden, Scania. (45 hp)
374. Kristinsdóttir, Bára Dröfn, 2013: U-Pb, O and Lu-Hf isotope ratios of detrital zircon from Ghana, West-African Craton – Formation of juvenile, Palaeoproterozoic crust. (45 hp)
375. Grenholm, Mikael, 2014: The Birimian event in the Baoulé Mossi domain (West African Craton) — regional and global context. (45 hp)
376. Hafnadóttir, Marín Ósk, 2014: Understanding igneous processes through zircon trace element systematics: prospects and pitfalls. (45 hp)
377. Jönsson, Cecilia A. M., 2014: Geophysical ground surveys of the Matchless Amphibolite Belt in Namibia. (45 hp)
378. Åkesson, Sofia, 2014: Skjutbanors påverkan på mark och miljö. (15 hp)
379. Härling, Jesper, 2014: Food partitioning and dietary habits of mosasaurs (Reptilia, Mosasauridae) from the Campanian (Upper Cretaceous) of the Kristianstad

- Basin, southern Sweden. (45 hp)
380. Kristensson, Johan, 2014: Ordovicium i Fågelsångskärnan-2, Skåne – stratigrafi och faciesvariationer. (15 hp)
381. Höglund, Ida, 2014: Hiatus – Sveriges första sällskapsspel i sedimentologi. (15 hp)
382. Malmer, Edit, 2014: Vulkanism- en fara för vår hälsa? (15 hp)
383. Stamsnijder, Joän, 2014: Bestämning av kvartshalt i sandprov – metodutveckling med OSL-, SEM- och EDS- analys. (15 hp)
384. Helmfrid, Annelie, 2014: Konceptuell modell över spridningsvägar för glas bruksföroreningar i Rejmyre samhälle. (15 hp)
385. Adolfsson, Max, 2014: Visualizing the volcanic history of the Kaapvaal Craton using ArcGIS. (15 hp)
386. Hajny, Casandra, 2014: Ett mystiskt ryggradsdjursfossil från Åsen och dess koppling till den skånska, krittida ryggradsdjursfaunan. (15 hp)
387. Ekström, Elin, 2014: – Geologins betydelse för geotekniker i Skåne. (15 hp)
388. Thuresson, Emma, 2014: Systematisk sammanställning av större geoenergianläggningar i Sverige. (15 hp)
389. Redmo, Malin, 2014: Paleontologiska och impaktrelaterade studier av ett normalt lerlager i Schweiz. (15 hp)
390. Artursson, Christopher, 2014: Comparison of radionuclide-based solar reconstructions and sunspot observations the last 2000 years. (15 hp)
391. Svahn, Fredrika, 2014: Traces of impact in crystalline rock – A summary of processes and products of shock metamorphism in crystalline rock with focus on planar deformation features in feldspar. (15 hp)
392. Järvin, Sara, 2014: Studie av faktorer som påverkar skredutbredningen vid Norsälven, Värmland. (15 hp)
393. Åberg, Gisela, 2014: Stratigrafin i Hanöbukten under senaste glaciationen: en studie av borrhälor från IODP's expedition nr 347. (15 hp)
394. Westlund, Kristian, 2014: Geomorphological evidence for an ongoing transgression on northwestern Svalbard. (15 hp)
395. Rooth, Richard, 2014: Uppföljning av utlastningsgrad vid Dannemora gruva; april 2012 - april 2014. (15 hp)
396. Persson, Daniel, 2014: Miljögeologisk undersökning av deponin vid Getabjär, Sölvesborg. (15 hp)
397. Jennerheim, Jessica, 2014: Undersökning av långsiktiga effekter på mark och grundvatten vid infiltration av lakvatten – fältundersökning och utvärdering av förhållanden vid Kejsarkullens avfallsanläggning, Hultsfred. (15 hp)
398. Särman, Kim, 2014: Utvärdering av befintliga vattenskyddsområden i Sverige. (15 hp)
399. Tuveesson, Henrik, 2014: Från hav till land – en beskrivning av geologin i Skrylle. (15 hp)
400. Nilsson Brunlid, Anette, 2014: Paleoekologisk och kemisk-fysikalisk undersökning av ett avvikande sedimentlager i Barsebäcks mosse, sydvästra Skåne, bildat för ca 13 000 år sedan. (15 hp)
401. Falkenhaus, Jorunn, 2014: Vattnets kretslopp i området vid Lilla Klåveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund