

# Dimensionerande vattenförbrukning och alternativa vattenkvaliteter

***Julia Chonewicz***

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,  
kandidatarbete, nr 544  
(15 hp/ECTS credits)





# **Dimensionerande vattenförbrukning och alternativa vattenkvaliteter**

Kandidatarbete  
Julia Chonewicz

Geologiska institutionen  
Lunds universitet  
2019

# Innehåll

<b>1 Introduktion</b> .....	<b>7</b>
1.1 Målsättning .....	7
<b>2 Bakgrund</b> .....	<b>7</b>
2.1 Vattenförbrukning .....	7
2.2 Hydrogeologi och geologi .....	8
2.2.1 Allmänt om grundvatten .....	8
2.2.2 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden i södra Sverige .....	10
2.2.3 Öland .....	11
2.2.4 Gotland .....	11
2.2.5 Vattenbrist .....	11
2.3 Vattenkvalitet och dricksvatten .....	12
2.4 Lilla Klåveröd .....	
<b>3 Metoder</b> .....	<b>14</b>
3.1 Inventering på Lilla Klåveröd .....	14
<b>4 Resultat</b> .....	<b>15</b>
4.1 Internationella exempel på lösningar .....	15
4.2 Grundvattendammar .....	15
4.2.1 Åtgärder i Sverige .....	16
4.2.2 Åtgärder på Öland .....	16
4.2.3 Åtgärder på Gotland .....	16
4.2.4 Grundvattendammar i Sverige .....	17
4.3 Information om styrmedel .....	17
4.4 Ekonomiska styrmedel .....	18
4.5 Vattenförbrukning på Lilla Klåveröd .....	18
<b>5 Diskussion</b> .....	<b>19</b>
5.1 Jämn vattenförbrukning .....	19
5.2 Alternativa vatten .....	19
<b>6 Slutsatser</b> .....	<b>20</b>
<b>7 Tackord</b> .....	<b>20</b>
<b>8 Referenser</b> .....	<b>20</b>
8.1 Internetreferenser .....	21
<b>Bilagor</b> .....	<b>23</b>

# Dimensionerande vattenförbrukning och alternativa vattenkvaliteter

JULIA CHONEWICZ

Chonewicz, J., 2019: Dimensionerande vattenförbrukning och alternativa vattenkvaliteter. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 544, 22 sid. 15 hp.

**Sammanfattning:** Vatten är en nödvändighet för ett funktionellt samhälle. Grundvatten är, förutom yt- och havsvatten, en av de stora resurser som vi använder för att tillgodose vårt vattenbehov. Globalt varierar världens vattenanvändning och tillgängligheten av dricksvatten, där en stor andel har någon form av problem med att upprätthålla en god vattenstatus med avseende på vattenkvalitet och kvantitet. Även i Sverige är vattenläget inte idealiskt. Trots att det teoretiskt sett finns tillräckligt med vatten är kvaliteten, tillgängligheten och underhållet av infrastruktur och skydd bristande. Dessa brister baseras på geologiska förhållanden, befolkningsökning, men även på klimatförändringar. Exempel på områden utsatta för vattenbrist är sydöstra Sverige, och då främst Öland och Gotland. Syftet med detta arbete är att åskådliggöra dimensionering av vattenförbrukningen från grundvatten samt hur åtgärder, som alternativa vattenkvaliteter, kan leda till minskad vattenförbrukning av dricksvatten och därigenom säkra vattenförsörjningen. Förutom alternativa vattenkvaliteter är frågan om spridning av information om vattnets kretslopp viktig för ett bättre kunskapsläge nationellt, som kan bidra till en mer hållbar framtid. Detta arbete är fortsättningen på två tidigare examensarbeten i kunskapsprojektet Lilla Klåveröd, som åskådliggör vattnets kretslopp i liten skala, där det här dokumentet kommer att fokusera på uttag och användning av dricksvattnet i detta kretslopp. Arbetet ger insikt i vilka faktorer som påverkar grundvattnets kvalitet och kvantitet samt möjliga förbättringar. Slutatserna är att inspiration för användningen av alternativt vatten används som ett sätt att spara pengar samt för att underlätta vattendistributionen. Det alternativa vattnet är exempelvis regnvatten för tvätt, bevattning eller toalettspolning som uppmuntras i flera andra länder. Med hjälp av ekonomiska styrmedel, kunskapsspridning och tekniska lösningar såsom vattenlagring, skulle en mer jämn vattenförbrukning uppnås. Detta medför stabilare grundvattennivåer samt förebygger vattenbrist och försämring av vattenkvalitet.

**Nyckelord:** grundvatten, vattenkvalitet, vattenfördelning, vattenanvändning, Lilla Klåveröd, Dimensionerande vattenförbrukning, södra Sverige, klimatförändringar, grundvattennivåer, vattenbrist.

**Handledare:** Charlotte Sparrenbom, Göran Persson (HP Borningar), Peter Dahlqvist (SGU), Mattias Gustafsson (SGU)

**Ämnesinriktning:** Kvärtärgeologi

*Julia Chonewicz, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige. E-post: j.chonewicz@gmail.com*

# Dimensional water consumption and alternative water qualities

JULIA CHONEWICZ

Chonewicz, J., 2019: Dimensionerande vattenförbrukning och alternativa vattenkvaliteter. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 544, 22 pp. 15 hp (15 ECTS credits).

**Abstract:** Water is a necessary resource for a sustainable society. Groundwater is one of our supplies for potable water, other than surface- and seawater. Around the world the usage and accessibility of potable water varies, and many in places there are problems with maintaining a good water situation regarding both water quality and quantity. Even in Sweden, the water situation is not ideal. Even though we theoretically have enough water, the quality, accessibility as well as the maintenance of the infrastructure and protection are poor in places and at times, based on geological conditions, population increase and climate change. Water shortage problems occur in SE Sweden, where mainly Öland and Gotland are struggling. The aim of this paper is to illustrate the dimensioning of water usage from groundwater as well as to suggest actions, such as usage of alternative qualities of water that could lead to reduction of consumption of water of drinking water quality and thereby obtain a more secure water supply. Other than economize water usage, with alternative water qualities, the matter of spreading knowledge about the water cycle to contribute to a more sustainable future is important. As a continuation of the project Lilla Klåveröd, this paper moves on from the two previous theses, dealing with illustrating the water cycle on a small scale that is Lilla Klåveröd. Whereas this paper will focus on the withdrawal and usage of potable water in our water cycle providing insight on possible improvements. Conclusions are that the usage of alternative water such as rainwater for purposes such as washing, irrigation or toilet flushing, are in several countries motivated and used as a way of saving money and facilitate the water distribution. Measures like higher costs, alternative water storing, information spreading, and technical solutions would convey a steady and consistent water usage that would also result in more steady water levels, preventing both water shortages and deterioration of water qualities.

**Keywords:** groundwater, water quality, water distribution, water use, Lilla Klåveröd, Dimensioning water consumption/use, south Sweden, climate change, groundwater levels, water shortage.

**Supervisor(s):** Charlotte Sparrenbom, Göran Persson (HP Borningar), Peter Dahlgvist (SGU), Mattias Gustafsson (SGU)

**Subject:** Quaternary Geology

*Julia Chonewicz, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: j.chonewicz@gmail.com*

# 1 Introduktion

En av de faktorer som driver dagens samhällen är tillgång på vatten. Vattenresurser spelar en viktig roll för ekonomi, hållbar utveckling, människans välmående samt den miljö vi lever i. Globalt står många delar av världen inför vattenunderskott, medan efterfrågan på vatten ökar (Connor 2015). I Sverige har den generella vattensituationen alltid ansetts vara bra och när det gäller dricksvatten är tillgången generellt god. Men även på vissa platser i Sverige förekommer periodvis något som många andra länder handskas med ständigt, och det är råvattenbrist (Sjöstrand 2014). Sveriges geologiska undersökning (SGU) har i sitt arbete beräknat en påtaglig minskning av grundvattenbildning i södra Sverige i jämförelse med referensperioden 1961–1990 (Vikberg 2015). De lägre grundvattennivåerna som noterats i de södra delarna av landet medför nya utmaningar för de som förlitar sig på grundvatten som dricksvattenresurs (Vikberg 2015).

Exempel på områden där vattenbrist uppkommit de senaste åren är Öland och Gotland, vilka båda visar på hur vattenanvändningen i samspel med klimatförändringar påverkar samhällets resursförsörjning. Samspelet mellan nederbörd och avdunstning samt rådande förhållanden som på vissa platser gör att förutsättningarna för grundvattenbildning inte är särskilt goda, leder till grundvattenbrist. Detta är ogynnsamma förhållanden som leder till att grundvattennivåer sjunker och därmed ökar risken för saltvatteninträngning i kustnära områden och kan medföra att vattenkvaliteten försämras (Nördström 2005, Eveborn 2017). Vattenbristen som råder just nu förväntas vara ett återkommande problem i framtiden (Eveborn 2017), vilket är besvärligt både praktiskt och tekniskt för samhället, men även kostsamt. För att på ett så effektivt sätt som möjligt kunna förebygga vattenbrist i framtiden och för att säkerställa tillgången av en tillfredställande mängd vatten av god kvalitet, krävs att vi både sprider kunskap och väcker intresset hos allmänheten, men även att vi förebygger och planerar innan problemen uppstår.

Detta arbete är en del av informationsprojektet Lilla Klåveröd som har initierats av Göran Persson på HP Borrningar AB. Projektet är en informationskampanj med syfte att sprida kunskap om vattenfrågor till allmänheten och framförallt till yngre personer. Tidigare arbeten i serien har utförts av Jorunn Falkenhaus för att åskådliggöra vattnets kretslopp i området Lilla Klåveröd (Falkenhaus 2014) och av Pontus Olsson, som genomförde en riskinventering på plats och redogjorde för möjlig klassificering av ekologiskt vatten (Olsson 2016). Nästa steg är att redogöra för storleken (d.v.s. mängden) på vattenförbrukningen, och fördelningen av vatten till olika aktiviteter, såsom exempelvis dusch, bad, konsumtion, industri eller bevattning. Kan vattenförbrukningen styras eller fördelas mellan olika typer av användning beroende på vattnets kvalitet, eller kan vi med andra åtgärder möjliggöra en säkrare vattenförsörjning? Detta är utgångspunkter för aktuellt arbete där jag ämnar redogöra för dimensionerande vattenförbrukningar av grundvatten och alternativa vattenkvaliteter i Sverige, med fokus på den södra delen av landet.

## 1.1 Målsättning

Detta arbete är en sammanfattning och utvärdering av hur Sveriges vattenanvändning, speciellt i södra Sverige, ser ut i jämförelse med omvärlden. Arbetets fokus ligger på Sverige, och dess södra delar, men fastigheten Lilla Klåveröd används som exempel på vattenförbrukningen på en fastighet och de olika användningsområdena. En inventering av vattenförbrukningen på Lilla Klåveröd har utförts som en del i arbetet. Även vattenkvaliteten och dess förändringar berörs, också med koppling till vattenanvändningen. Åtgärder för att minska vattenförbrukningen föreslås.

Frageställningar:

- Hur ser vattenförbrukningen ut i Sverige och specifikt i Lilla Klåveröd. Hur kan vattenförbrukningen påverkas för att få en mer hållbar situation?
- Kan en förändrad fördelning av vattnet i Sverige, genom att förbrukningen blir jämnare, leda till en minskad vattenanvändning, och kan en sådan fördelning baseras på tillgång av olika vattenkvaliteter? Kan användning av alternativa vattenkvaliteter eventuellt leda till förebyggande av vattenbrist?
- Kan vi med förändrade vattentaxor, eller genom att öka kunskapen om vårt vatten, minska förbrukningen av grundvatten? Hur mycket kan vi minska förbrukningen genom att öka kunskapen? Hur ser det ut i andra länder?

## 2 Bakgrund

### 2.1 Vattenförbrukning

Globalt sett är vattenförbrukningen mer omfattande än vad den är i Sverige, då jordbruket står för 80 procent av världens vattenanvändning (Nordström 2005), jämfört med 3 procent i Sverige. Sveriges Statistiska Centralbyrå (SCB) redovisar vattenanvändningen i Sverige och har beräknat uttaget av sötvatten till 2 444 miljoner m<sup>3</sup> år 2015, men råvattnet härstammande från olika källor. Det mesta av vattenuttaget kommer från ytvatten, där konstgjort grundvatten är inkluderat, och sammanlagt uppgår detta till 80 procent av det totala uttaget. Grundvatten utgör 13 procent av uttaget och för 7 procent är ursprunget inte definierat. Uttagen finns sammanställda i figur 1. Av det svenska totala sötvattenuttaget är enskilda vattentäkter ansvariga för 65 procent, medan de kommunala står för 35 procent (SCB 2017).

Hälften av allt vatten som används för kommunal vattenförsörjning kommer från grundvatten, medan resterande del härstammar från andra källor såsom vattendrag och sjöar. Försörjningen i de enskilda vattentäkterna domineras däremot av grundvatten (Svensk vatten 2007). Knappt 88 procent av den svenska befolkningen har kommunal vattenförsörjning, medan

återstående 12 procent förlitar sig på enskild vattenförsörjning (SCB 2017).

För att förenkla uppdelningen av vattenuttaget kan det delas in i fyra områden som skiljer sig åt, nämligen; hushåll, industri, jordbruk och övrig användning. I nuläget är industrisektorn den ledande vattenanvändaren i Sverige, men hänsyn måste även tas till att vattnet har olika ursprung, som t.ex. ytvatten, grundvatten, men även havsvatten. Sötvattenuttaget för industrin från yt- och grundvatten utgör 61 procent av den totala vattenanvändningen i Sverige. Hushållsanvändningen drygt 23 procent och jordbruket endast 3 procent av den totala användningen. Ospecificerad övrig användning uppgick till cirka 13 procent (figur 2) av den totala vattenanvändningen i Sverige år 2015 (SCB 2017). Det generella uttaget av dricksvatten per individ ligger på 300 m<sup>3</sup> årligen, utan hänsyn tagen till vissa skillnader lokalt eller för säsongsvariationer (SOU 2016:32). Enligt statistiken använder en individ i genomsnitt 157 liter dricksvatten dagligen (SCB 2017).

Situationen för vattenanvändning förändras ständigt då vårt samhälle konstant utvecklas. SCB har, trots en ökande befolkning, noterat en minskning av vattenförbrukning sedan 90-talet vad gäller hushållsanvändningen (SCB 2017). En trolig anledning till den mer sparsamma vattenanvändningen är teknikens framsteg, som gör att det förbrukade vattnet används på ett mer effektivt sätt, som t. ex. snålspolande toaletter och andra tekniska hjälpmedel (SOU 2016:32). Som nämnts tidigare står industrin för den största vattenanvändningen, men även här har en minskning på cirka 5 procent noterats mellan 2010 och 2015 (SCB 2017).

Råvatten som uppfyller krav för dricksvattenkvalitet används till fler ändamål än förtäring (Svenskt Vatten 2017). Ur ett globalt perspektiv är det svårt att uppskatta den generella volymen vatten en individ använder p.g.a. stora variationen mellan olika länder. En uppskattning gjord av "The International Water Association" bedömer en daglig vattenanvändning till mellan 28 och 631 liter i ett hushåll (Hammenecker 2016). Enligt Svenskt Vatten (2018) kan den ungefärliga fördelningen av vattenförbrukningen i ett hushåll på 140 liter per person, uppskattas enligt följande (se även figur 3):

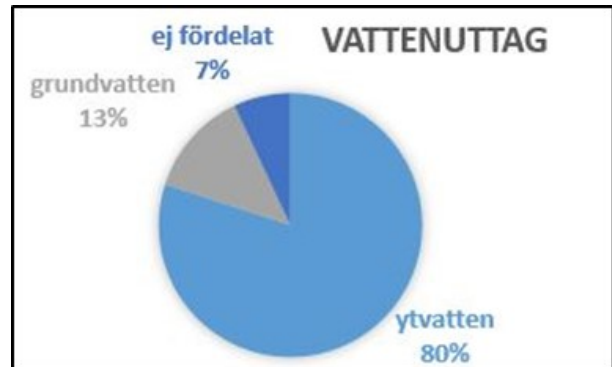
- 30 liter för toalettspolning
- 15 liter för tvätt
- 15 liter för disk
- 60 liter för personlig hygien
- Övriga 10 liter för annat syfte
- Återstående 10 liter används till livsmedel och dricksvatten (Svenskt Vatten 2018).

## 2.2 Hydrogeologi och geologi

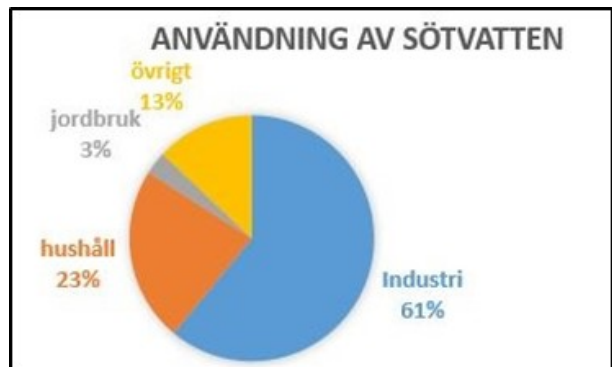
### 2.2.1 Allmänt om grundvatten

Vatten kan röra sig olika vägar beroende på de krafter det utsätts för, gravitationen och solenergin, som driver vattnets kretslopp (se figur 4). Vatten som finns i atmosfären kondenseras och faller som nederbörd.

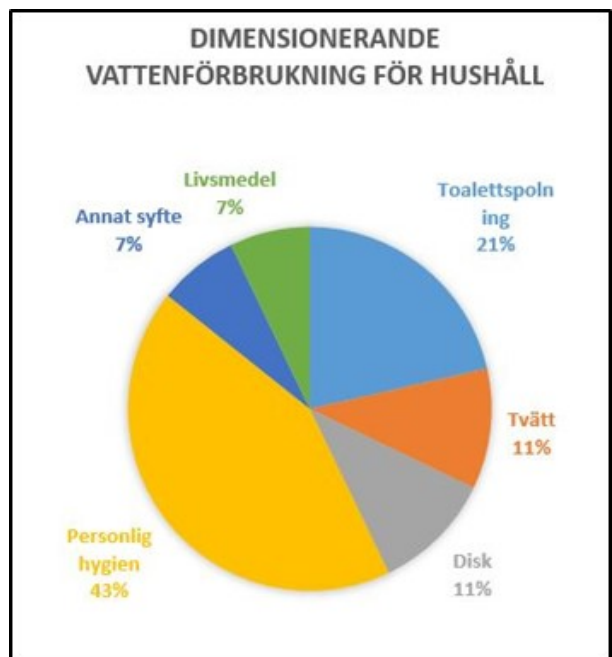
Nederbörden kan infiltrera marken direkt eller genom läckage från vattensamlingar. Resterande vatten följer topografin som ytavrinning och hamnar till slut i ha-



Figur 1. Vattenuttaget från olika källor i Sverige år 2015 (SCB 2017).



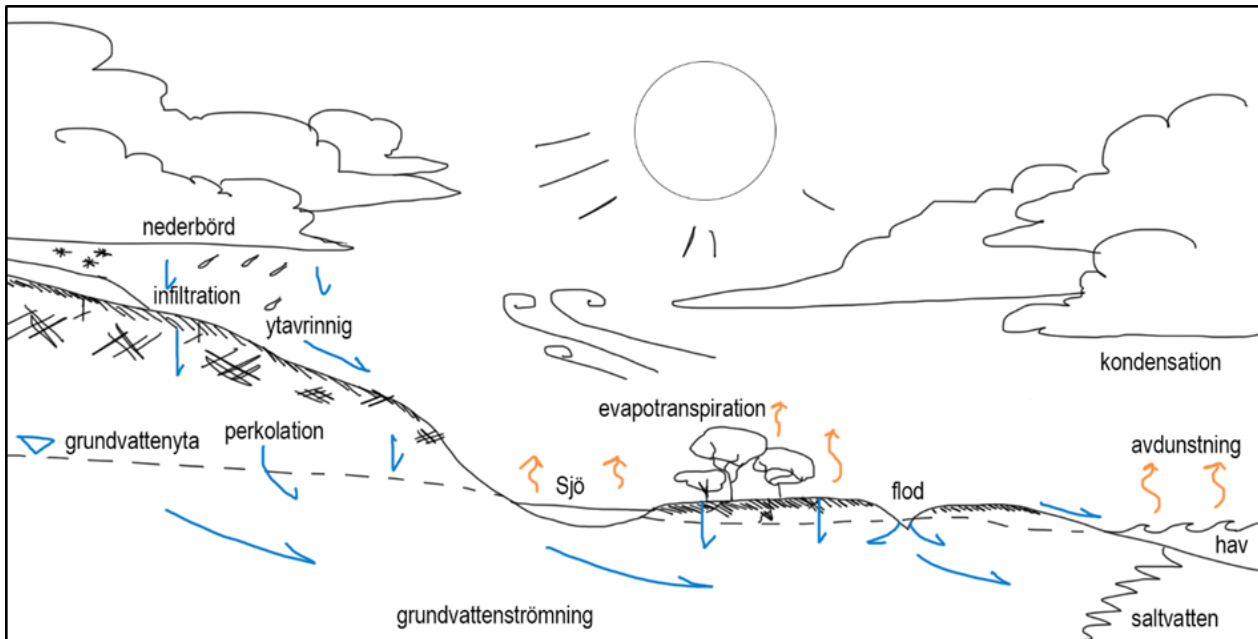
Figur 2. Vattenanvändningen av sötvatten i Sverige år 2015, för olika sektorer i samhället (SCB 2017)



Figur 3. Dimensionerande vattenförbrukning i ett hushåll med en genomsnittlig vattenanvändning på 140 liter per person. Enligt data från Svenskt Vatten (2018).

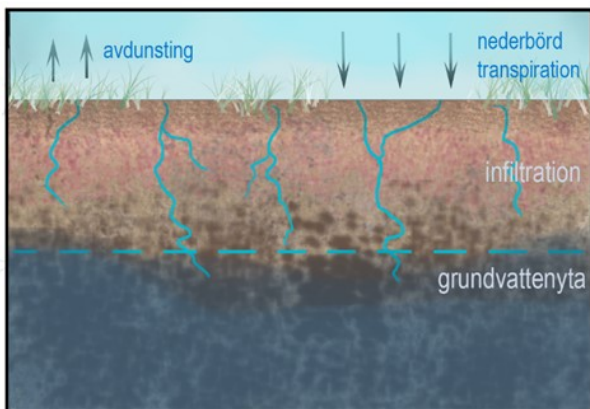
vet. Vattnets väg tillbaka till atmosfären sker genom avdunstning från markvatten och ytvatten samt genom evapotranspiration från växter (Knutsson & Morfeldt 2002).





Figur 4. En översiktlig bild av vattnets kretslopp. Baserad på och modifierad från illustration i Knutsson & Morfeldt (2002).

Olika markförhållanden medför att infiltrationsegenheterna skiljer sig mellan olika områden. Gynnsamma egenskaper för infiltration är t. ex. grovkorniga jordarter med hög porositet. Även vegetationen har en inverkan på infiltrationen, p.g.a. växternas förmåga att ta upp vatten i marken. Beroende på det geologiska materialets genomsläpplighet (permeabiliteten) kommer vattnet att perkolera igenom materialet och föras vidare i hålrummen genom den omättade zonen. Det infiltrerande vattnet rör sig i marken i olika riktningar beroende på materialets hydrauliska konduktivitet och den aktuella lagerföljden i marken (Fetter 2013). I övergången mellan den omättade och mättade zonen befinner sig grundvattenytan (figur 5), under vilken hålrum, sprickor eller porer i det geologiska materialet är vattenfyllda. Vid grundvattenytan är trycket lika med atmosfärstrycket, men i akviferen är trycket högre än atmosfärstrycket. Grundvattenmagasin som är av ekonomiskt intresse benämns akvifer (Knutsson & Morfeldt 2002).



Figur 5. Schematisk bild av grundvattenbildning från infiltration.

Grundvattenbildning sker i såväl berg som i jord, men på olika sätt och i olika grad. I jorden uppehåller sig vattnet i hålrummen mellan partiklar, exempelvis

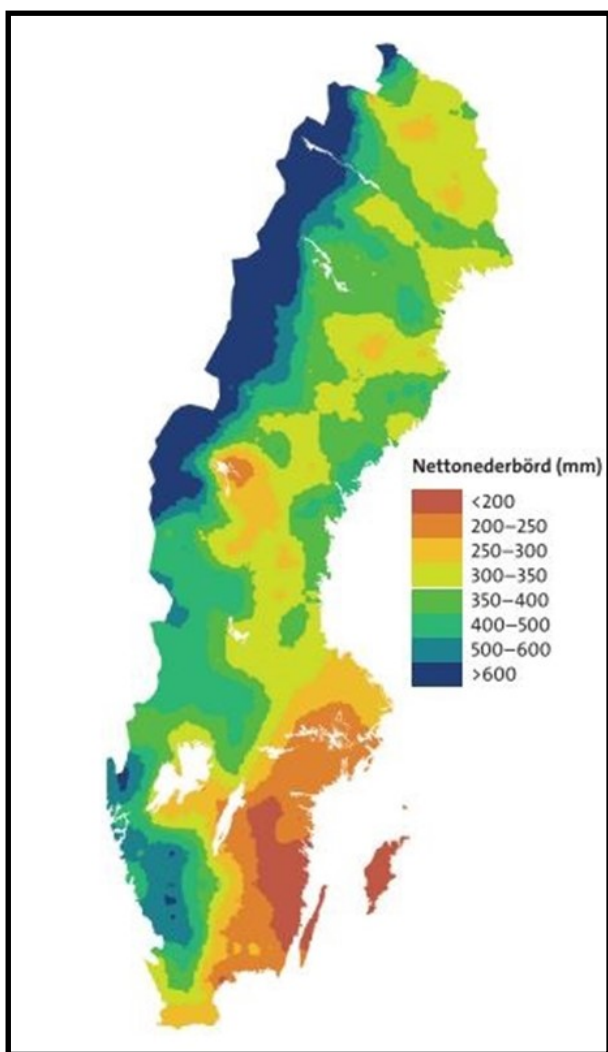
grus eller sand. I kristallin berggrund, men även viss sedimentär berggrund som kalksten, finns oftast sprickakviferer där vattnet transporteras och uppehåller sig i sprickor. Porakviferer innehåller vatten som uppehåller sig och transporteras i porutrymmen, vilket sker i både jord och vissa sedimentära bergarter. En annan typ av akvifer förekommer i karstmiljö, där berggrunden är starkt uppsprucken, och medför spatioösa och snabba flödesvägar (Knutsson & Morfeldt 2002).

Vattenförhållande i grundvattenmagasin är kopplade till temperatur och nederbörds mängd samt evapotranspiration. I figur 6 åskådliggörs nettonederbörden i olika delar av Sverige. Variationer i nettonederbörd beroende på säsong gör att grundvattenbildningen fluktuerar med årstid och medför variation i grundvattennivåer under året (Knutsson & Morfeldt 2002).

Under sommarmånaderna är vegetationen omfattande och mer aktiv än under resten av året (Eveborn 2017). I områden med riklig nederbörd kan grundvattenbildningen uppnå 500–700 mm årligen, medan i områden med mindre nederbörd, som sydöstra Sverige, är grundvattenbildningen endast 150–200 mm per år (Eveborn 2017). Under vegetationsperioden under sommar-månaderna blir infiltrationen och grundvattenbildningen betydligt mindre än under resten av året (Eveborn 2017). Årstidsskillnader som delvis kan knytas till vegetationen är mest märkbara i de mindre grundvattenakvifererna. Större akviferer som finns i mäktiga isälvavlagringar med bra vattenledningsförmåga reagerar inte lika kraftigt på årstidspåverkan som de mindre magasinerna (Knutsson & Morfeldt 2002).

Pågående undersökningar vid SGU i samarbete med SMHI visar att i samband med snösmältningen, stiger de svenska grundvattennivåerna. Nivåerna i södra Sverige är högst (se figur 7) under våren och sänks markant till de lägsta nivåerna på hösten efter den torra sommarperioden. I centrala Sverige och Norrland, kan en sänkning av grundvattennivåerna observeras under vintern (Vikberg 2015) beroende på

att marken vintertid är frusen och att ingen nybildning sker då.



Figur 6. Medelnettonederbörd i Sverige under perioden 1961 till 1990. Nettonederbörden är det vattnet som infiltrerar marken efter avdunstning och växternas uttag (evapotranspiration) och omfattar den ungefärliga grundvattenbildningen. Källa: © Sveriges geologiska undersökning (2013).



Figur 7. Det var en väldigt torr vår och sommar, men det blev väldigt blött i markerna under hösten! Dokumentation och foto taget på Öland 2017 av Göran Persson, HP Borrningar AB.

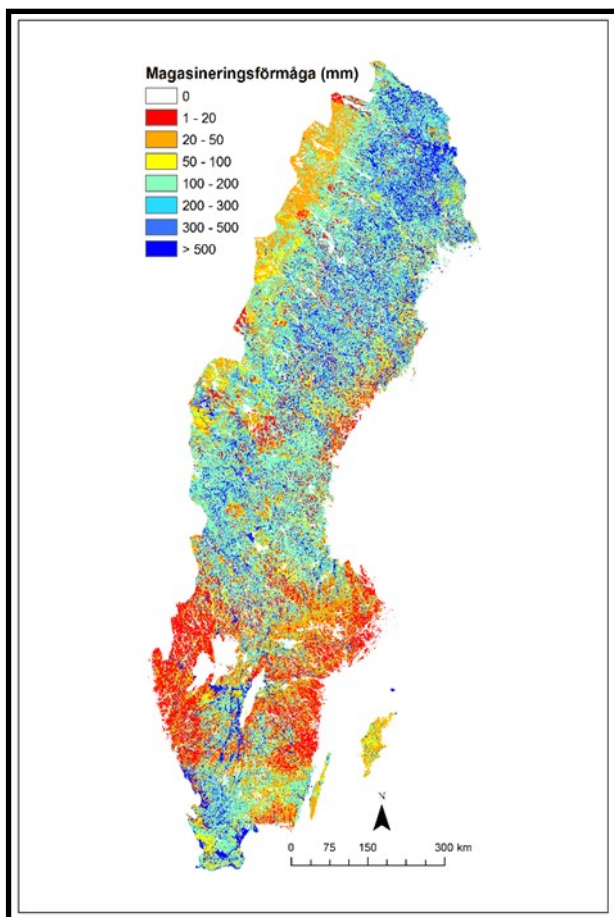
Grundvattenbildningen beräknas försämrats i södra Sverige i framtiden jämfört med resten av landet. Minskningen i grundvattenbildning i södra Sverige har en koppling till förhållandena mellan nederbörd och avdunstning. Nivåskillnaderna i grundvattnet beräknas öka i norr, medan den minskar i södra Sverige, trots att sänkningen av grundvattennivåerna kommer att ske just i södra delarna av landet (Vikberg 2015).

## 2.2.2 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden i södra Sverige

Då Sverige är beläget på den Fennoskandiska urbergsskölden, domineras berggrunden av kristallint berg. Urberget överlagras av förekommande sedimentära bergarter, vilka täcker bland annat delar av sydöstra Sverige, såsom stora delar av Skåne samt Öland och Gotland (Knutsson & Morfeldt 2002).

I söder utgörs majoriteten av de sedimentära bergarterna av meso- och kenozoiska sandstenar, kalkstenar och skifferar. Centralt i söder är paleozoiska sandstenar, skifferar, kalkstenar samt diabasgångar förekommande, övergående till mer gnejsdominerade områden norrut. Bevarade kvartära avlagringar är i jämförelse mäktiga i centrala Skåne, med mindre utbredning i sydväst och sydöst (Andreasson 2006). De kvartära avlagringar i södra Sverige är till stor del kvarlämningar efter istider, då isen deponerade sediment under sin rörelse genom landet (Wohlfarth 2008). Isälvsgrus och sand möjliggör större magasinering av grundvatten (Ladenberger 2012), medan leror avsatta efter isavsmältningen på många ställen utgör ett skyddande lager till underliggande grundvattenmagasin (Knutsson & Morfeldt 2002).

Grundvattenbildning i Sverige är generellt god och beror främst på nederbörden och evapotranspirationen kopplat till rådande markförhållanden. Dessa förhållanden är dock sämre i sydöst vilket ändrar på förutsättningar för grundvattenbildningen här (Eveborn 2017). Omfattande delar av mellersta och södra Sverige (Skåne exkluderat) har p.g.a. sämre förutsättningar för grundvattenbildning (figur 8), fått uppleva vattenbrist (Eveborn 2017). Sydöstra Götaland är en av dessa platser, där bra grundvattentillgångar är begränsade, med avseende på kvantitet och vattenkvalitet p.g.a. speciella geologiska förutsättningar och tät befolkningsmängd (Nordström 2005). Eftersom vattnet blir lokalt påverkat på sin väg genom kretsloppet, kan vi dela in Sverige i regioner med likartade förutsättningar baserat på berggrund, jordart, rådande klimat och hydrologi, se figur 9 (SGU 2013). Betydande mängder vatten från snösmältning efter vintern, bidrar till grundvattenbildning i framförallt de norra delarna av landet (Dahlqvist m.fl. 2017).



Figur 8. Översiktliga beräkningar av berggrundens och jordlagrens förmåga att magasinera vatten. Resultaten baseras på parametrar såsom grundvattennivå, jorddjup, antaganden om berggrundens och jordarternas genomsläpplighet samt möjlig avsänkning orsakad av vattenuttag. Bild från (Eveborn m.fl. 2017) Publicerat med tillstånd från © Sveriges Geologiska Undersökning.

### 2.2.3 Öland

Öland består av sedimentära bergarter såsom sandsten, lerskiffer, alunskiffer och överlagrande kalksten (Pousette 1972). Vatteninfiltrationen till berggrunden är relativt bra p.g.a. sprickor i berggrunden, Topografin på ön gör dock att vattenavrinningen sker i två riktningar, med en brant lutning på västra sidan av ön, och långsamt stupande i östlig och sydöstlig riktning. Jordtäcket på ön är tunt, och de förekommande jordarterna är morän, isälvsmaterial och organogena jordarter samt formationer som strandbildningar. Merparten består dock av lerig morän med liten genomsläpplighet. Förr i tiden fanns fler våtmarker, som nu dränerats/dikats bort. Förekomst av våtmarker medför längre uppehållstid för vattnet i marken och en bättre möjlighet för infiltration och grundvattenbildning. Utdikning har resulterat i att våtmarker på ön minskat drastiskt. Vattnets rörelse sker framförallt i den sprickiga berggrunden. Spricksystem i berggrunden kan leda inträngningar av saltvatten till brunnar (Pousette 1972). Saltvatteninträngning i Ölands kustområden beräknas också inträffa i större omfattning med den stigande havsni-

vån. Redan i nuläget är många brunnar utsatta för risk för saltvatteninträngning (Eriksson 2018).

### 2.2.4 Gotland

Ön Gotlands berggrund består av sandsten, lerskiffer, kalksten och mörkel (Fredén 1998). Den uppspruckna berggrunden är utsatt för karstbildning, vilket medför större sprickor och en snabbare flödesväg för vattnet. Detta leder därmed till snabbare grundvattennivåförändringar. Varierande geologi medför anisotropa förutsättningar för vattnets rörelse, som då blir olika i horisontell och vertikal riktning. Vissa tätande lager kan utgöra barriärer för grundvattnet som kan ändra vattnets flöde eller förhindra snabba transporter. Jordlagrens mäktighet är ringa, men den jord som finns bidrar till infiltrationen. Förmågan att magasinera vatten på Gotland är relativt låg p.g.a. geologin, därav uppstår problem med vattenuttag på ön (Dahlqvist m. fl. 2017), se vidare i avsnitt 2.2.5.

### 2.2.5 Vattenbrist

Faktorer som t. ex. urbanisering och befolkningsökning, och därmed också ökad konsumtion eller ändrade förutsättningar för behandling av energikällor och livsmedel i ett samhälle, har en stark påverkan på efterfrågan av vatten. I nuläget har en överexploatering av akviferer i världen medfört en minskning av grundvattentillgångarna globalt med cirka 20 procent (Connor 2015).

Som nämndes i avsnitt 2.2.2 har vissa delar av södra Sverige sämre grundvattentillgångar och upplever vattenbrist (Eveborn 2017). Överuttaget kan i kustnära områden resultera i saltvatteninträngning till brunnar, vilket försämrar vattenkvaliteten ytterligare (Nordström 2005).

Öland är ett av områdena i Sverige som säsongvis lider av vattenbrist. Vattentillgångarna är inte stora och turismen på sommarhalvåret medför ökande vattenuttag och därmed överutnyttjande av grundvattenresurserna på ön. Vattenkvaliteten är också delvis otillräcklig på ön, detta med anledning av geologi/geokemi samt påverkan från havet i de kustnära områdena med saltvatteninträngning som resultat (Nordström 2005). I juni 2016 noterades rekordlåga grundvattennivåer på ön och de förväntas bli ännu lägre de kommande åren (SGU 2016).

Ett annat exempel på bristande vattentillgångar är Gotland (Knutsson & Morfeldt 2002). På Gotland, som är ett populärt turistmål liksom Öland (Nordström 2005), uppkommer vattenbrist på sommarhalvåret p.g.a. överutnyttjande och brunnar sinar när befolkningen tätnar. Överutnyttjandet har krävt begränsningar i vattendistribution med ett påföljande bevattningsförbud varje år, som infördes våren 2016 (Dahlqvist m. fl. 2017).

Nederbördsmängden är enligt mätningar tillräckligt för att tillfredsställa det befintliga vattenbehovet, men de geologiska förhållandena på Gotland är dock dåliga



(avsnitt 2.2.4) för vattenmagasinering. Detta då infiltration är låg och uppehållstiden för vattnet är relativt kort. Osäkerheter finns även kring kvaliteten på vattnet, som präglas av påverkan från kalkberggrund, som ger hårt vatten, och mörgel, som sannolikt bidrar med bor och salt (Dahlqvist m. fl. 2017).

## 2.3 Vattenkvalitet och dricksvatten

I samband med vattenbristen ska inte kvalitetsproblemen försummas. För att kunna bruka vattnet som tas ut måste det uppfylla kvalitetskraven, och i Europa och inte minst i Sverige, finns det problem när det gäller uppfyllandet av kraven för god vattenstatus. I många författningar, exempelvis lagen om vattentjänster (2006:412), Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter (SLVFS 2001:30), miljöbalken (1998:808, främst kapitel 7 och 11) och plan- och bygglagen (2010:900), berörs många av frågorna som rör säkerställande och beredning av råvatten till distribution och användning för att uppfylla kvalitetskraven (SOU 2016:32).

I Sverige är grundvattnets kvalitet generellt god jämfört med Europa, men vattenkvalitetsavvikelser förekommer (Nordström 2015). I Sverige pågår det ständiga arbetet för att nå de 16 miljö kvalitetsmålen, som ur ett nationellt perspektiv bidrar till att nå FN:s globala mål för en hållbar utveckling. Ett av dessa mål är *grundvatten av god kvalitet* och lyder enligt följande; "*Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.*" (Naturvårdsverket 2017).

Det finns sex preciseringar som bör ingå i arbetet för att målet ska uppfyllas: grundvattnets kvalitet, god kemisk grundvattenstatus, kvaliteten på utströmmande grundvatten, god kvantitativ grundvattenstatus, grundvattennivåer och bevarande av naturgrusavlagringar. Målet för grundvatten av god kvalitet uppnås inte i dagsläget och övervakningen behöver förbättras för att utöka underlaget och möjligheten att upptäcka problem (naturvårdsverket 2017). Fördelen med grundvattenbildning är att det sker en naturlig rening av vattnet då det infiltreras genom olika "sediment/jordarter" och/eller berggrund. Det finns dock persistenta föroreningar i vår miljö (SOU 2016:32) och så även i grundvattenmiljön. Sänkta vattennivåer kan i samband med vattnets rörelse i marken också ha inverkan på vattenkvalitet, då vattnet använder andra flödesvägar och den geokemiska miljön kan komma att förändras (såsom pH, syresättning, alkalinitet). Avsänkning av grundvattennivåer resulterar också i att koncentration av exempelvis järn och mangan blir högre (SGU 2013).

Idag har reducerade utsläpp av svavelföreningar i luften bidragit till att sulfathalterna minskat. Sulfat agerar försurande på marken och gynnar spridning av metaller, men tack vare minskning av svavelutsläpp, förekommer detta i mindre utsträckning än tidigare. Dock kan uppehållstiden i grundvattnet vara lång och förhöjda sulfathalter kan fortfarande vara närvarande i grundvattnet. Oxidering av metaller har en negativ inverkan med avseende på tekniska aspekter då det skadar vattenledningar. Sulfathalter förekommer naturligt i förhöjda halter i sedimentär berggrund, såsom

alunskiffer, och de kan även öka p.g.a. saltvatteninträngning som ett resultat av kustnära grundvattenuttag. Till följd av att järn och mangan finns i de flesta geologiska formationer (berggrund och jordlager) är även halter av dessa ganska höga i grundvattnet. Mangan och järn är i Sverige ett vanligt förekommande problem för vattenkvaliteten (SGU 2013).

Kväveföreningar som leder till förhöjda nitrathalter i marken är i södra Sverige en parameter som uppmärksammas i samband med antropogen påverkan och överuttag i dessa områden. Södra Sverige är i stor utsträckning även utsatt för påverkan från saltvatten i kustområden (se figur 9C), till vilket överuttag eller stort brunnsdjup bidrar. Ämnen som är mer farliga än andra, som t. ex. kvicksilver, kadmium och bly härstammar ofta från berg och/eller jordarter, men även från antropogena verksamheter. Trots att utsläppen av kvicksilver, kadmium och bly har minskat och halterna är relativt låga i svenskt grundvatten, så förekommer det fortfarande naturligt i en del geologiska formationer beroende på materialets vittring och kemiska sammansättning (figur 9) (SGU 2013). Nya hotbilder för vattenkvalitet förekommer även p.g.a. alla de kemiska föreningar som människan sprider, exempelvis poly- och perfluorerade alkylsyror (PFAS) med flera undergrupper som exempelvis PFAA. Kemikalierna kan vara lättspridda i grundvatten, såsom exempelvis brandskum. På flera platser i Sverige har grundvattnet blivit förorenat av PFAS-ämnen (Glynn 2013).

Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter (SLVFS 2001:30) innehåller gränsvärden som anger krav för vattenkvalitet. För att nå kvalitetskraven ska vattnet bedömas som tjänlig, tjänlig med anmärkning eller otjänlig enligt gränsvärden i dessa föreskrifter. Gränsvärden för dricksvattnet finns för parametrar som försämrar vattnets kvalitet och då kan medföra hälsorisker. Vattnet behöver då behandlas om det bedöms vara otjänligt, men åtgärder för förbättring behöver även vidtas om det finns anmärkningar (tjänligt med anmärkning) för en försämrad kvalitet. Dricksvatten kan även få anmärkningar och bedömas som otjänligt utifrån estetiska och tekniska perspektiv. Huvudparametrar med krav på dricksvatten är ställda för mikrobiologiska parametrar (exempelvis koliforma bakterier) och kemiska parametrar (exempelvis arsenik eller bekämpningsmedel). Dricksvattenföreskrifter gäller för de allmänna vattenverken som förser över 50 personer med vatten alternativt ett uttag på 10 m<sup>3</sup> dagligen (SLVFS 2001:30). Enskilda vattentäkter inkluderas inte i Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter. Där emot finns det rekommendationer från SLV gällande enskild vattenförsörjning. Livsmedelsverket redovisar att en del (35 procent grävda och 10 procent borrhå) enskilda brunnar drabbas av bristande kvalitet i dricksvattnet, främst p.g.a. mikroorganismer, men även p.g.a. kemiska orsaker. De vanligaste exemplen på gränsvärden för kemiska parametrar som överskrider i enskilda brunnar och orsakar kvalitetsproblem är uran, nitrat och koppar i grävda brunnar, medan det i borrhå brunnar är uran, arsenik och fluorid (Livsmedelsverket 2018).

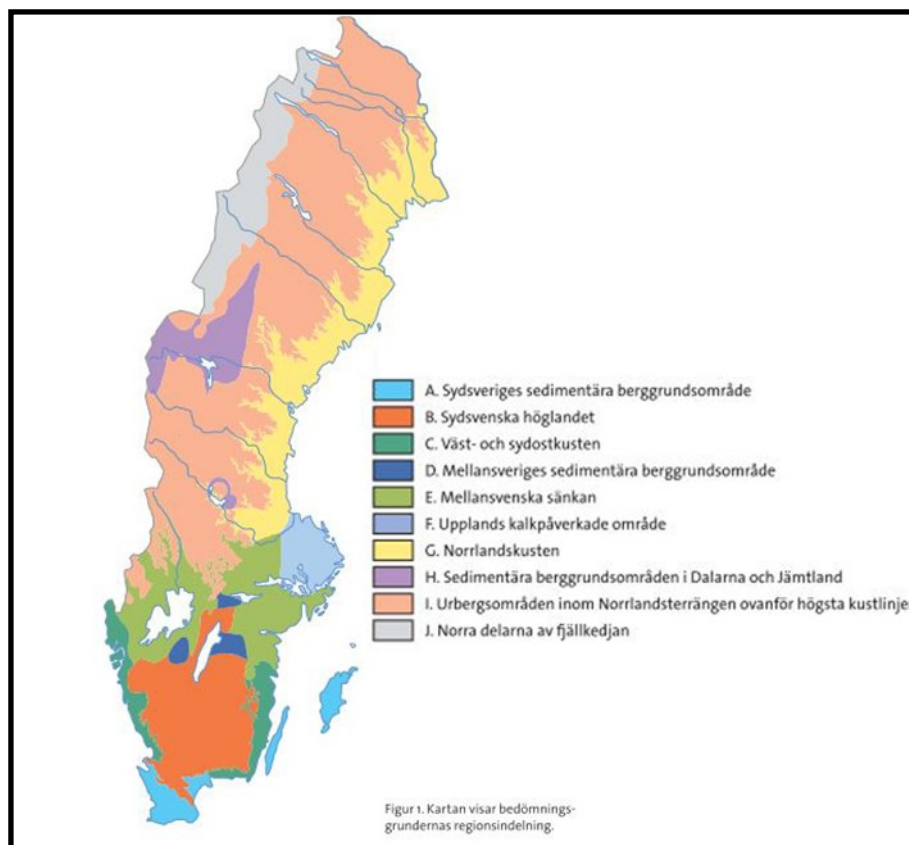
Som nämnts ovan är vattenkvaliteten på Öland och Gotland bristande. På Gotland medför rådande markförhållanden problem med vattnets kvalitet, där berggrundens sprickighet gynnar förorenings spridning.

Kalkberggrunden vållar problem med hårt vatten (Dahlqvist m. fl. 2017), vilket på lång sikt kan vara skadligt för ledningar (Svenskt Vatten 2017b). Bergarten mörkgrå kalk kan vara orsaken till förhöjda salthalter, men även bristfälligt konstruerade brunnar ger samma förhållanden i brunnsvattnet (Dahlqvist m. fl. 2017).

Klimatförändringar är en aktuell förändringsfaktor för vattenkvaliteten i Sverige. Klimatet har en påverkan på förhållandena i grundvattnet, exempelvis genom temperaturens inverkan på vattnets kemi, förändringar i nederbörd eller påverkan från stigande havsnivåer. Åtgärder som vidtas idag är inte anpassade för de förändringar som är i antågande (Svensk vatten 2007).

## 2.4 Lilla Klåveröd

Lilla Klåveröd utgör ett exempel på undersökning av vattenanvändning och eventuella åtgärder för att minska användningen. Gården är belägen inom naturreservatet Traneröds mosse, sydväst om Ljungbyhed (se Figur 10). Gården Lilla Klåveröd är dock inte en del av reservatet (Länsstyrelsen i Skåne län 2006). Examensarbetet genomfört av Falkenhaus (2014) på Lilla Klåveröd redogjorde för platsens hydrogeologi och geologi, som påvisade bra grundvattentillgång, men med anmärkning på vattenkvaliteten p.g.a. förhöjda halter av mangan, järn och aluminium (Falkenhaus



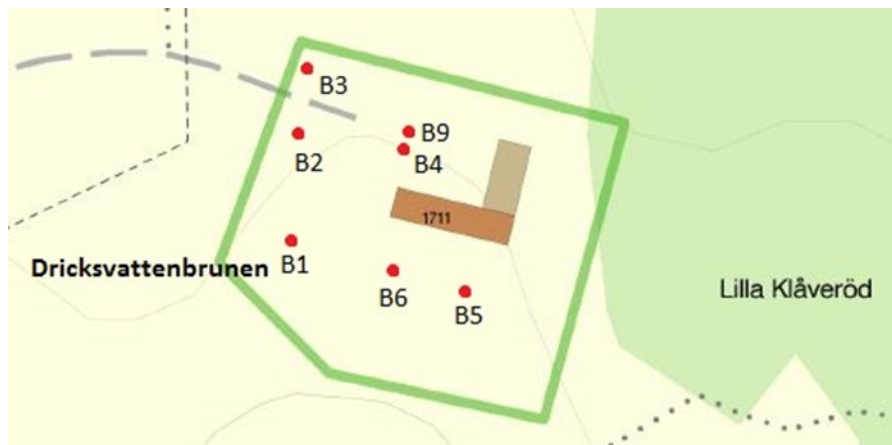
Figur 9. Den geografiska regionindelning beroende på naturliga geologiska förutsättningar. Hämtad från Bedömningsgrunder för grundvatten ©SGU 2013.

2014). I påföljande examensarbete (Olsson 2016) berördes föroreningar på platsen, och vatten undersöktes ytterligare för att kartlägga vattenkvaliteten mer ingående (Olsson 2016). Av fastighetens 9 brunnar (figur 11) används en för uttag av vatten till hushållet (B1) och en annan för grundvattenvärme (B6) (Falkenhaus 2014). I detta arbete undersöktes pumpanläggningen i brunn B1 vidare, då pumpning för dricksvattenförsörjningen till fastigheten sker där. Aktiviteterna på fastigheten är varierande och kan ske i perioder, med perioder av större uttag p.g.a. större konferenser och möten, och lugnare perioder med mindre eller inget uttag. Aktiviteter som pågår på fastigheten under mätningsperioden (Se 3.1 och bilaga 1) är en person boende i hushållet (toalett, personlig hygien m.m.) samt arbete med bygganläggning. Mer vattenkrävande aktiviteter

tillkom under mätningen, som matlagning för flera personer, påfyllning av badtunna samt de behov som en grupp personer har som besöker ett hushåll under några dagar (Persson pers. kom. maj 2018).



Figur 10. Naturreservatet Traneröds mosse samt Lilla Klåveröd som är belägen i nordvästra delen av reservatet och är markerat på kartan med en grön avgränsade linje inom det större grönmarkerade reservatsområdet. © Lantmäteriet (hämtad 16/04/2018)



Figur 11. Placeringen av brunnar på fastigheten Lilla Klåveröd. Bilden är baserad på information från Falkenhaus (2014) och © Lantmäteriets karta (hämtad 05/28/2018).

### 3 Metoder

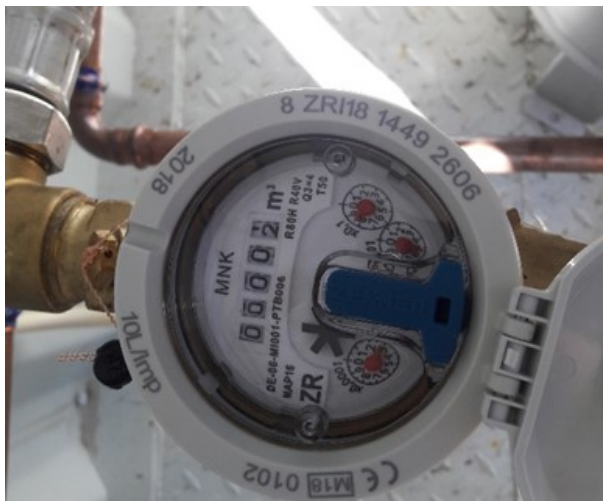
Metoderna som använts utgjordes av litteratursökning i form av, internationella, nationella, regionala samt kommunala rapporter och undersökningar, sammanställd statistik och vetenskapliga artiklar. Litteratur hittades genom sökmotorer som Web of Science, Google scholar och SGU:s Geolagret. Relevanta källor som hittades i artiklar kunde användas för vidare sökning. Sökord som oftast användes var grundvatten, vattenkvalitet, vattenfördelning, vattenanvändning, Lilla Klåveröd och dimensionerande vattenförbrukning. Tidigare examensarbeten som var en del av projektet Lilla Klåveröd användes delvis som ett underlag. Avgränsningen för arbetet är södra Sverige gällande den regionala tolkningen där platser som Öland och Gotland uppmärksammas. Lokalt är Lilla Klåveröd ett undersökningsområde som åskådliggör vattenförbrukning i liten skala.

Utöver litteratursökning har även platsbesök och en inventering i liten skala på Lilla Klåveröd genomförts. Inventeringen sammanställde vattenförbrukningen för fastigheten under en kortare tidsperiod.

#### 3.1 Inventering på Lilla Klåveröd

En inventering av vattenförbrukningen på Lilla Klåveröd gjordes med vattenmätare (figur 12) som installerades i anslutning till pumpen i brunn B1 (se belägenhet i figur 11) som försörjer fastigheten med dricksvatten. Vattenmätaren installerades 2018-05-03 klockan 13. En vattenmätare installerades på pumpledning för inkommande vatten, där både vattenuttag för dricksvatten och vatten för annat ändamål (ex. bevattning, anläggningsarbete eller spolvatten till filter) passerar. En andra vattenmätare monterades på ledningen för renat vatten till hushållet, belägen efter reningsfiltret.

Genom att ta reda på hur mycket råvatten som pumpen tar in och hur mycket av det vattnet som renas och överförs till fastigheten, kan man även avgöra hur mycket vatten som förbrukas till andra ändamål, såsom rening av filtren, bevattning och då bygganläggning är igång på fastigheten. På det sättet kan en ungefärlig vattenförbrukning på Lilla Klåveröd åskådliggöras. Vattenförbrukningen mättes under en tid på cirka två veckor, under vilken aktiviteter på fastigheten varierade



Figur 12. En vattenmätare för att mäta vattenförbrukningen på fastigheten. Bild tagen 2018.

## 4 Resultat

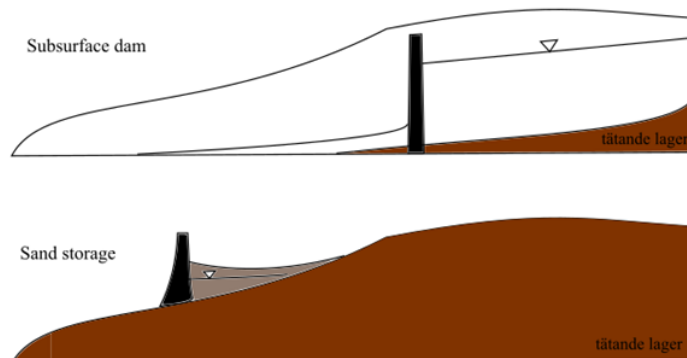
### 4.1 Internationella exempel på lösningar

Inspiration och lärdom från andra länder som handskas med utmaningar gällande vattentillgång kan även nyttjas i Sverige. För att undkomma vattenbristen har alternativa sätt till vattenanvändning utvecklats, varav en av dem är användning av regnvatten uppsamlat från exempelvis tak, så kallad ”*Rainwater Harvesting*”. Principen går ut på att regnvatten samlas in och genomgår en mekanisk rening med hjälp av ett filter, för att slutligen sedan samlas upp i en tank. Från tanken kan vattnet sedan ledas vidare till en fastighet för användning till olika ändamål. *Rainwater Harvesting* används vanligen inte för dricksvattenförsörjning, men

till andra ändamål som inte kräver samma höga kvalitet, t. ex. tvätt. I exempelvis Tyskland har metoden växt i popularitet under de senaste 15–20 åren. Metoden syftar till att minska användningen av dricksvatten till ändamål som t. ex. toalettspolning, bevattning eller tvätt och i stället använda alternativa vattenkvaliteter (Herrmann, 2000). Resultatet av den tyska satsningen är över 50 000 nya hushåll med anläggningar för insamling av regnvatten som en del av infrastrukturen (Nolde 2007). Ett vanligt hushåll kan på detta sätt minska sin användning av vatten med dricksvattenkvalitet med 30–60 procent, beroende på använd insamlingsmetod och installationen på plats samt hur mycket vatten som ursprungligen använts (Herrmann, 2000). Numera finns det en avgift på dagvatten som leds via konventionella avloppssystem, som gör att tyska hushåll kommer att främjas ekonomiskt om de använder den alternativa vattenförsörjningen. Detta gör att alternativ vatteninsamling och -användning blir ett incitament till mer hållbara lösningar (Berlin Senate Department for Urban Development 2010). Tysklands erfarenhet, mer specifikt i Berlin, visar att användning av regnvatten är en kostnadseffektiv lösning för vidare utveckling av infrastruktur, och leder till en mer hållbar vattenförsörjning och därmed en mer hållbar utveckling i samhället (Zang m.fl. 2017).

### 4.2 Grundvattendammar

Värt att uppmärksamma är grundvattendammar i tropiska och arida miljöer. Dessa konstruktioner kan ha en större spatiell utbredning än regnvattentankarna, speciellt den sorts grundvattendammar som anläggs under marken för att inte bli alltför mycket påverkade av avrinning och/eller evaporation. Denna metod kallas ”*subsurface dams*” eller på svenska; underjordsdammar (figur 13) och främjar grundvattenbildningen. Genom att anlägga en tätande damm (barriär) i en naturlig akvifer, förhindras avrinning/dränering av grundvattnet och på så sätt sänks inte grundvattennivån lika snabbt. En ”*sand storage dam*” (figur 13) är en annan sorts damm som till skillnad från föregående är ytligare. Här ansamlas vatten bakom en tät dammvägg och bakom denna barriär finns sandmaterialet som stoppas av dammen. På så sätt spärras vattnets ytavrinning och vattnet ackumulerar i den bakomliggande sanden som till viss del förhindrar avdunstning (Hansson & Nilsson 1986).



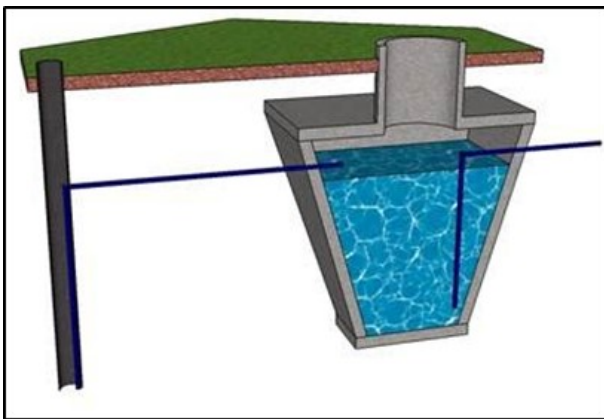
Figur 13. Två enkla ritningar av vanliga grundvattendammar. Bilden är baserad på illustrationer från Ishida (2001)



#### 4.2.1 Åtgärder i Sverige

Sölvesborg är en av de platser där bevattningsförbud har använts som en metod att minska på vattenförbrukningen och spara på dricksvattnet. Statistiken från kommunen visar hur en rockfestival i Sölvesborg påverkar redan ansträngda grundvattennivåer på sommaren. För att vattennivåerna inte ska sänkas så mycket så att de inte kan tillfredsställa kommunens behov, används bevattningsförbud och information för att minska vattenförbrukningen när nivåerna blir för låga. Under festivalperioden ökar uttaget, och inför festivalen behöver ett bevattningsförbud införas för att förebygga vattenbrist inom kommunen (Wildt-Persson 2016).

En lösning utan koppling till vattenbristområden, men som är ett hållbart sätt för vattenhantering, är nyttjande av lågvattenreservoar. En lågvattenreservoar (figur 14) fylls på under en period med låg vattenkonsumtion. När ett stort vattenuttag behövs är bassängen påfylld och kan användas för att säkra vattenförsörjningen till användarna med tillräcklig vattenmängd. Påfyllningen under perioder med lågt konsumtionsbehov bildar en ”buffert” för att utjämna variationer i uttag som kan råda i vissa områden. Under nödsituationer där stora mängder vatten krävs, finns reservvattnet i reservoaren (Ahlström 2011). Dock finns det risker för mikrobiell tillväxt, som ofta orsakas av tekniska fel såsom läckor orsakade av inkommande luft och således mer gynsam miljö för mikroberna. Detta medför att det krävs kontinuerlig övervakning och underhåll av reservoaren (Säve-Söderbergh 2013).



Figur 14. Principskiss på lågvattenreservoar. Illustration: John Olsson, HP Borringar.

#### 4.2.2 Åtgärder på Öland

För att få en bättre förståelse för grundvattenförhållandena och om möjligt finna nya möjligheter för grundvattenuttag har SGU utfört översiktlig undersökning av geologin och hydrogeologin på Öland. Projektet genomfördes 2016 med en geofysisk mätmetod kallad SkyTEM, det vill säga helikopterburen transient elektromagnetisk mätning, över områden av intresse. Metoden mäter markens egenskaper och på så sätt kan

den ge en uppfattning om utsträckningen av olika geologiska material, såsom olika typer av berggrund och jordarter. Resultatet medför bland annat information om på vilka nivåer grundvattnet är tillgängligt, men också på vilka nivåer grundvattnet kan antas ha högre salthalt. På så sätt kan man peka ut områden och djup som har stor risk för saltvattenpåverkan. Genom en mer noggrann identifiering av de geologiska förhållanden på Öland, kan resultatet även användas som underlag för vidare utredningar gällande vattenförsörjningsplanering på ön (SGU u.å.).

En av åtgärderna för att komma till rätta med en dålig grundvattenbildning är anläggning av våtmarker. Historiska utdikningar på Öland har resulterat i reduktion av mängden våtmarker på ön. Med mindre andel våtmarker har förhållandena för vattnets uppehållstid i marken minskat och avrinningen ökat, vilket medför försämrad grundvattenbildning. Förutsättningarna för magasinering av vatten blir dessutom negativt påverkade av klimatförändringarna som förmodas medföra minskad nederbörd och även ökande avdunstning (Eveborn 2017). Genom uppdamning och återbildning av Ölands våtmarker bidrar man till att avrinningen minskar och på så sätt ökar grundvattenbildningen, vilket leder till större uttagsmöjligheter (Bergqvist 2015).

I spåren efter vattenbristen som inträffat de senaste åren (2016), anlades ett avsaltningsvattenverk på Öland för att trygga vattenförsörjningen. Det nya vattenverket baseras på en avsaltningssteknik av Östersjövattnet. Filtertechniken som används möjliggör för vattenverken att behandla flera olika/andra vattenkvaliteter och därför spara på grundvattnet. Trots en komplicerad process är metoden relativt billig i jämförelse med äldre avsaltningsanläggningar (Borgholm Energi hämtad 2018).

#### 4.2.3 Åtgärder på Gotland

SkyTEM-metoden har använts även på Gotland. Som i föregående exempel genomfördes geofysiska mätningar med hjälp av helikopter i fyra potentiella områden lämpliga för, eller som har behov av grundvattenuttag. Vid kartläggning av lämplig geologi för att bilda grundvatten, togs det hänsyn till bland annat rådande markförhållanden, magasinens mäktighet och lagerföljd samt risk för saltvatteninträngning (Dahlqvist 2017).

I en rapport om våtmarker och grundvattenbildning på Gotland redogörs det för förutsättningar att förbättra grundvattenbildningen till redan existerande täkter (Dahlqvist m. fl. 2017). I rapporten berörs även problemet med säsongmässig vattenbrist på Gotland. Bevattningsförbud är ett exempel på styrmedel som används för att förhindra vattenbrist på ön sedan 2016, men bristförebyggande åtgärder utvecklas. Med hänsyn till geologi och hydrogeologi på ön föreslår SGU även möjliga lösningar i form av våtmarksanläggningar och utökad infiltration. Den föreslagna infiltrationen



kan ske genom infiltrationsanläggningar, och en förstärkt uppehållstid och därmed större magasinering kan uppnås med utökning av våtmarksområden. Hånsyn måste även tas till vattnets kvalitet, innehåll av t.ex. bekämpningsmedel, bor och nitrat. Kvaliteten kan påverkas av en kvantitativ ökning av grundvattenbildning (Dahlqvist m. fl. 2017). Risken för försurning dämpas av motståndskraft från kalkberggrunden (figur 9A), vilket annars kan noteras i vatten med längre uppehållstid (SGU 2013).

#### 4.2.4 Grundvattendammar i Sverige

Förutom våtmarker kan dammar vara av nytta. Några finns bevattningsdammar på Gotland som är utgrävda magasin med förhöjda kanter där grundvattnet ackumuleras med pump. Med en grundvattendamm, som nämndes i avsnitt 4.2, skulle man kunna dämna upp grundvatten, förhindra grundvattnets rörelse och leda till mer stabila grundvattennivåer (Dahlqvist m. fl. 2017). I en studie av Jamali (2016) är slutsatsen att även i kallare länder, som Sverige, kan grundvattendammar vara en hållbar lösning för grundvattenförsörjning, speciellt i kustnära områden som riskerar saltvatten-inträngning (Jamali 2016). Enligt Prof. Bo Olofsson (KTH), är magasinering av vatten i grundvattendammar en rimlig lösning, då resurser är tillräckliga så länge dessa kan tas tillvara och magasineras på rätt sätt (Fredelius 2017). Ett aktuellt projekt som avser delar av södra Gotland som testbädd för olika metoder för att hantering av vatten ska utvecklas inom kort (IVL 2017).

### 4.3 Information om styrmedel

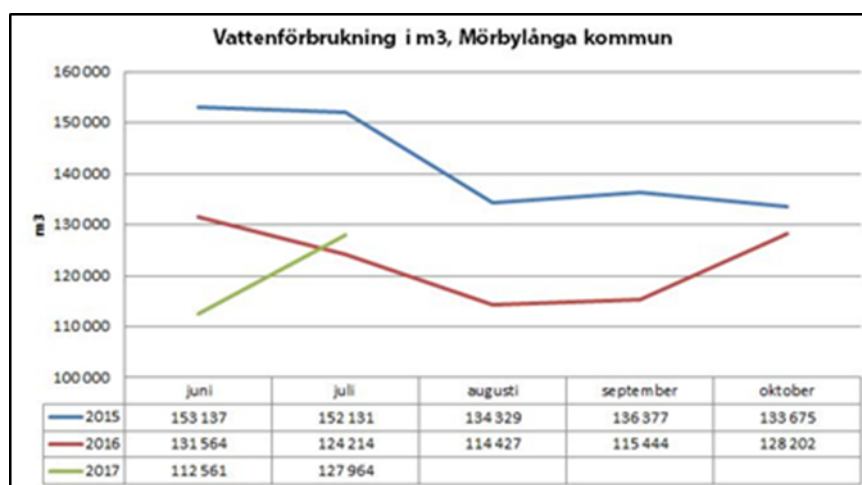
En informationskampanj, Vattensmart, som startades på Öland 2016, har enligt Mörbylånga kommun minskat vattenanvändningen med 20 % (figur 15). Kommunen presenterar vattenförbrukningen under tidsperioden då deras största årliga vattenuttag vanligtvis sker, nämligen sommarmånaderna 2016 (Mörbylånga kommun 2016).

Ytterligare ett exempel på informationsspridning är kunskapsprojektet Lilla Klåveröd (se även 2.4), där examensarbete genomförts, med följande mål som utgångspunkt:

*“Lilla Klåveröd föddes som en idé för att öka förståelsen för vattnets kretslopp och hur viktig roll grundvattnet spelar. Lilla Klåveröd ska knyta samman både grundskola, akademi och näringsliv för att tillsammans öka förståelsen för grundvattnet inom alla dessa grupper”* (Lilla Klåveröd 2018).

Kunskapen på individnivå är viktig, liksom kunskapen hos verksamheter och mindre företag. Flera olika organisationer jobbar med att nå ut med information till allmänheten, såsom exempelvis branschorganisationen Svenskt vatten. Svenskt Vatten har gjort vägledning med tips, såsom *“Värt att veta om vatten”*-broschyren som finns för att uppmärksamma allmänheten. Även digitala hjälpmedel som *“vattenskolan”* där lärare och skolbarn är målgruppen för att sprida information om vattnets kretslopp och vattenanvändning finns tillgängliga här. Dessutom finns internationella organisationer som exempelvis WHO som uppmärksammar problemet på en mer global skala (Svenskt Vatten 2018). Under tider med vattenbristsituationer har kunskapsspridningen tidigare förekommit, med både positiva och negativa återkopplingar. Poängen med informationskampanjer som uppmärksammar vattenbrist och vattenanvändning, är att minska på vattenanvändningen för varje individ, som på så sätt kan bidra till en mer hållbar situation i samhället. Ett kostnadseffektivt sätt att sprida kunskap om vattenanvändning är att belysa en individs egen konsumtion, med en uppföljning över en tidsperiod och i förhållande till andra individer. Detta ökar individens medvetenhet om vattenanvändning (Hamilton 1985).

Olika exempel på spridning av kunskap om vatten kan kopplas samman med förslaget som utredningen om en trygg dricksvattenförsörjning presenterar (SOU 2016:32). Förslaget är nämligen att ett kunskapscent-



Figur 15. Minskande trend i vattenförbrukning som syns under åren efter informationskampanjen om att hushålla vatten startade. Publicerad med tillstånd från Mörbylånga kommun.

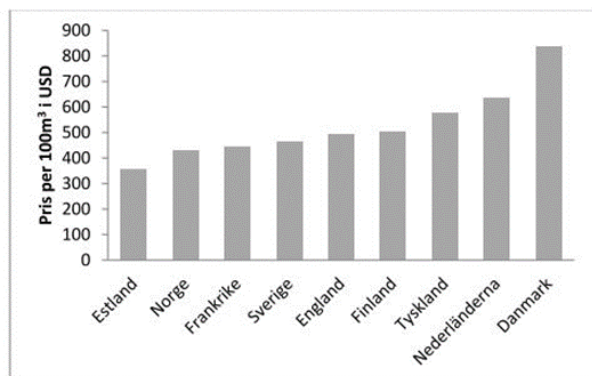
rum för dricksvattenfrågor etableras samt att en informations- och kunskapsplattform inrättas. I samarbete med myndigheter och organisationer som berör vattenfrågor, kan olika frågeställningar bemötas med den kunskap som krävs och nå ut till både allmänheten samt vattenverksamheter. Ett citat från regeringens utredning om att trygga dricksvattenförsörjningen lyder:

”Utveckling av ett centralt kunskapscentrum ger förutsättningar att förvalta och förmedla en kunskapsbas, som kan bygga på centrala riktlinjer, handböcker, forskning, utveckling och nödvändigt expertstöd. Den allmänna dricksvattenförsörjningen utgör ett viktigt offentligt åtagande av stor betydelse för enskilda, företag och andra verksamheter” (SOU 2016:32).

På detta sätt kan frågor gällande klimatförändringar, samhällsutveckling, vattenskydd och beredning uppmärksammas och åtgärdas inför kommande behov (SOU 2016:32).

#### 4.4 Ekonomiska styrmedel

Sverige är ett av länderna med särskilt låga kostnader för vattentjänster. Figur 16 visar ungefärliga vattenkostnader för några av Europas länder, som har olika avgifter beroende på skillnader i styrning och system. Ett grundvattenberoende land som Danmark kräver stort underhåll av vattenverksamheter. Landet präglas av överuttag och föroreningar som leder till högre vattenkostnader. Andra länder har andra förutsättningar och därav priser, men även styrmetoderna skiljer sig (WSP 2016). Ett exempel på annorlunda styrning som tidigare nämnts (se avsnitt 4.1.1) är avgift på dagvatten



Figur 16. Vattenpriser i dollar per m<sup>3</sup> i några av Europas länder. Källa (WSP 2016). Bilden är tagen från En trygg dricksvattenförsörjning (SOU 2016:32), vars data bygger på *International Water Association* (2012), *International Statistics for Water Services*.

som avleds till avloppet (Berlin Senate Department for Urban Development 2010)

Klimatförändringar kommer långsiktigt att förändra förhållanden för vattenförsörjningen och utan beredskap kommer kostnaderna att öka mer än kostnaderna för förebyggande åtgärder. VA-taxan ska tillgodose behoven för att säkra dricksvattenkvaliteten med tillräckliga reningssteg, anpassa anläggningar för det förändrande klimatet samt skötsel av avlopp med

mera. Avgifter som betalas i VA-taxan är anläggningsavgift för anslutning till ett kommunalt vattenverk, och bruksavgiften står för underhållskostnader samt nya investeringar för vattentjänster inom kommunen. Inte många kommuner höjer bruksavgiften till vad som anses behövas för att upprätthålla en hållbar vattenförsörjning. Taxorna i kommunerna ska inte överstiga de behov som vattentjänsterna kräver. Kommunernas behov av underhåll skiljer sig beroende på rådande lokala förhållanden, vilket medför varierande kostnader (Svenskt Vatten 2017b).

De svenska VA-taxorna fördelas individuellt i varje kommun efter förutsättningar för vattenförsörjningen och det behov som gäller för att tillgodose bra vatten. Utredningens förslag till finansiering i vattenfrågor innebär en ökning av kostnader för dricksvattenförsörjningen. Förslaget bör täcka behov av skydd och försörjning av vattenförekomster samt vara mer anpassad för respektive områden, med avseende på rådande förutsättningar (SOU 2016:32).

Svenskt Vatten redogör för vilka investeringar som krävs för att säkerställa vattenbehovet i Sverige gällande det kommunala vattnet och lyder enligt följande:

”Idag investeras 12 miljarder per år i infrastrukturen för kommunal vatten- och avloppsförsörjning. Denna investeringsnivå skulle under kommande 20 åren behöva öka med 35 % för att klara ett säkert dricksvatten och rena sjöar och hav även i framtiden. För att finansiera denna ökning kommer VA-taxorna att behöva fördubblas i dagens penningvärde de kommande 20 åren.” (Svenskt Vatten 2017a).

#### 4.5 Vattenförbrukning på Lilla Klåveröd

Det resulterande vattenuttaget härstammar från måttlig aktivitet på fastigheten som redogjordes i avsnitt 2.4. I bilaga 1 redovisas specifika aktiviteter för varje dag som pågick på fastigheten under relevant tid för mätning av vattenanvändningen. Pumpen som försörjer hushållet med vatten renas av ett filter som backspolas i reningssyfte. Detta inträffar en till tre gånger per vecka. Backspolningen förbrukar teoretiskt ca 40 liter under 20 minuter (Persson pers. kom. maj 2018). Differensen mellan de två stationerna med anlagda vattenmätare visar hur mycket av uttagsvattnet som förloras till bevattning av växter, backspolning och annat uttag av råvatten (tabell 1).

Mätningar av den totala vattenvolymen som pumpades till fastigheten visar sig vara stor under den korta tidsperioden för vilken mätningen utfördes. I och med att fastigheten periodvis inte är lika aktiv som vid mätningen, kan den jämföras med t. ex. turistboende på Öland. En väsentlig andel råvatten används för andra ändamål än försörjning av hushållet. Det vattnet kräver inte dricksvattenkvalitet och skulle kunna ersättas med alternativt vatten.

I framtiden är målet på Lilla Klåveröd att få ner vattenförbrukningen med hjälp av regnvatten. Det finns planer på att ta tillvara på regnvatten samt backspolningsvatten som används för rensning av filter. Det återanvända vattnet kan t. ex. användas för bevattning av växter (Persson pers. kom. maj 2018).

Tabell 1. Det uppmätta vattenuttaget på fastigheten Lilla Klåveröd som försörjer gården. Se även bilaga 1 för mer detaljer.

Dagar efter montering av vattenmätaren	7	9	13	14	16	16 (2) *	17	22	23
Råvatten m <sup>3</sup> (inkommande)	2,855	2,908	7,091	9,133	9,926	3,578	1,797	8,087	3,328
Renvatten till fastighet m <sup>3</sup>	0,934	1,51	5,797	8,822	9,032	3,191	1,63	6,264	2,746
Bevattning och övrigt** m <sup>3</sup>	1,921 (67%)	1,398 (48%)	1,294 (18%)	0,311 (3%)	0,894 (9%)	0,389 (11%)	0,167 (9%)	1,823 (22%)	1,212 (36%)

\*Den dagen utfördes två mätningar.

\*\*Vattnet tas ut för bevattningsändamål och eventuellt för byggarbete som är pågående på fastigheten. Någon gång i veckan sker backspolning, vars uttag också räknas hit.

## 5 Diskussion

Sverige är ett land som är känt för god vattentillgång och god vattenkvalitet. Som det redogjorts för i detta arbete finns det dock områden med vattenbrist även i Sverige, speciellt i de sydöstra delarna såsom exempelvis Gotland och Öland. Vattenuttaget är högt i dessa områden och de är beroende av grundvatten. Detta medför problem och osäkerheter p.g.a. brist på vatten under sommarsäsongen samt dålig vattenkvalitet. Ett komplext samhälle som det vi lever i idag använder sig av flera styrmedel för att tillhandahålla en god dricksvattenförsörjning, som exempelvis ekonomisk styrning (avsnitt 4.4), information (avsnitt 4.3) eller tekniska lösningar (avsnitt 4.1 och 4.2).

### 5.1 Jämn vattenförbrukning

Återanvändning av vattnet är ett sätt att spara på vatten, men att hushålla med vatten med anpassad vattenkvalitet för rätt ändamål kan vara en mer långsiktig lösning (Persson pers. kom. maj 2018). Styrning och/eller dimensionering av vattenförbrukning syftar till att uppnå en jämn förbrukning utan fluktuationer. Storskaliga variationer i grundvattennivåer kan vara orsaker till försämrade grundvattenkvalitet, vilket bör undvikas för att kunna tillfredsställa dricksvattenbehovet. Som resultatet i detta arbete visar, kan stora fluktuationer i grundvattennivåer orsaka vattenbrist i områden som är grundvattenberoende, t. ex. sydöstra Sverige, men också orsaka stora variationer eller försämring av grundvattenkvaliteten.

Vattenledningar är anpassade till att klara en uttagsstopp, men när vattenförbrukningen är ojämn, det vill säga att uttagsmängden varierar, kommer ledningar och tekniska installationer att kräva mer underhåll än vid ett jämnt uttag (Persson pers. kom. maj 2018). En jämnare förbrukning kan bygga på en form av magasinering av vatten under perioder med mindre efterfrågan och mer omfattande grundvattenbildning. Det magasinerade vattnet kan användas som en reserv under mer utmanande perioder, som när vattenbehovet ökar på sommaren, men då grundvattennivåerna samtidigt är låga. Lågvattenreservoarer och dammar kan tänkas vara bra anläggningar för att magasinera vatten under längre tid. Grundvattendammar kan också bidra till lagring och lägre belastning på vattennivåer under extrema perioder.

Med tanke på klimatpåverkan och förändrande

förutsättningar, därav förändringar i grundvattenmiljön, kommer beredning och skydd att kräva mer uppmärksamhet. Genom att samla vattnet kan man jämna ut vattenförbrukningen och inte belasta grundvattennivåerna lika mycket vid ett ökat vattenbehov. Åtgärder som lågvattenreservoar (figur 13) är en föreslagen lösning som skulle kunna bli applicerbar på fastigheter där vattenanvändning varierar periodvis, som Lilla Klåveröd eller semesterhem på Öland och Gotland. Lilla Klåveröd kan liknas vid turisttöta Öland på sommaren, och den ojämna förbrukningen kan likställas med befolkningsökningen vid en kort period. Dock måste även hänsyn tas till att det finns risker för mikrobiella problem i en reservoar vid dålig omsättning (Svenskt Vatten 2007, se även avsnitt 4.2).

Utjämnning av vattenförbrukningen vid det stora vattenuttagsbehovet för musikfestivalen i Sölvesborg är ett bra exempel (se 4.2), då lågreservoarer kan göra stor nytta. Att i ett förebyggande syfte samla reservvattnet till ett planerat stort uttag skulle tillfredsställa vattenbehovet för festivalen utan att anstränga grundvattennivåerna. Även alternativt vatten för exempelvis toaletter och dusch skulle i det fallet vara en bra förberedande åtgärd, som skulle spara det tillgängliga dricksvattnet och eventuella kostnader för inköp därav.

### 5.2 Alternativa vatten

Inspiration kan tas från andra länder där man utnyttjar regnvatten till andra ändamål som inte är livsmedelsrelaterade och som inte nödvändigtvis behöver vara av dricksvattenkvalitet. Ekonomiska styrmedel kan komma in i detta sammanhang. Vi ser att vissa länder har högre fasta och rörliga kostnader för vatten. Med högre kostnad finns incitament till en önskan att betala mindre och därmed vända sig till alternativa lösningar, som att använda annat billigare vatten (se avsnitt 4.1). I Sverige skulle detta fungera speciellt på sommaren p.g.a. den ökade efterfrågan på vatten, och på det sättet förebygga vattenbrist vid förbrukningstoppar. Inspiration från andra länder kan dock inte översättas till svenska förhållanden direkt och förslag behöver ses över och anpassas innan de kan förverkligas. Beredningstekniker är ofta anpassade till de förhållanden som gäller i respektive område, som varmare klimat och högre vattentemperaturer söderut (Svenskt Vatten 2007). Mer ett högre pris på vatten kan även bidra till mer resurser för skydd och beredning av vatten. Även föroreningsrisker och bevarande av en god vattenkva-

litet behövs för att kunna anpassa vattenförsörjning till ett förändrat klimat.

Förutom ett jämnt uttag kan man minska vattenuttaget på både Lilla Klåveröd och på andra platser, genom att hushålla med andra alternativ för ändamål som inte kräver dricksvatten, med exempelvis regnavatteninsamling. Metoden har visat sig vara effektiv för minskning av dricksvattenförbrukning i andra länder och uppmuntras på flera håll i världen (se 4.1). Man kan därför tänka sig att, både på Lilla Klåveröd, och på andra platser, hushålla med vattnet, jämna ut förbrukningen samt använda olika vattenkällor till olika kvalitetsbehov. På så sätt skulle man kunna minska belastningen på grundvattenresurserna när de är som mest utsatta för stora uttag. Det alternativa vattnet kan användas för andra ändamål som inte kräver dricksvattenkvalitet som t. ex. bevattning, tvätt eller badtunna.

Informationsspridning kan ha en inverkan på vattenanvändningen. Kunskapsspridning har på bland annat Öland visat sig vara en ekonomiskt lyckad och gynnsam handling för minskning av vattenanvändning. Genom att åskådliggöra vattenanvändning på en liten skala som Lilla Klåveröd, och genom att förstå hydrogeologin som tidigare examensarbeten har redogjort för (Falkenhaus 2014 och Olsson 2016), kan hållbara lösningar översättas till större skala på andra platser, som områden där vattnet kan bli eller redan är en bristvara. Regeringen utser också kunskapsspridning som ett sätt för utveckling inom vattenförsörjning (SOU 2016:32).

Det finns ett informations- och forskningsbehov kring vatten hos både kommuner och personer med egna brunnar för att kunna använda kunskapen mot bättre och hållbarare lösningar för att hushålla med vatten (Svenskt Vatten 2007). Dessa förslag kan möjligen bidra till minskning av vattenanvändningen från olika sektorer, men även förebygga situationer där vattnet inte är tillgängligt som vi är vana vid.

## 6 Slutsatser

- Att hushålla med vatten genom att använda alternativa vattenkvaliteter som t. ex. insamling av regnvatten till övriga ändamål såsom tvätt eller toalettspolning är ett hållbart sätt att spara på dricksvattnet och säkra vattentillgången, till såväl enskilda som större anläggningar. På så sätt sparas dricksvatten av god kvalitet till nödvändig livsmedelsförbrukning.
- Jämn vattenförbrukning med hjälp av olika styrmedel för en hållbar samhällsutveckling gynnar både ekonomi, vattenkvalitet och vår naturmiljö. Bland styrmedel är spridning av information en ekonomiskt lönsam lösning för att minska vattenförbrukningen. Att uppnå en jämn förbrukning förebygger dålig vattenkvalitet och vattenbrist under högsäsongerna. Tekniska lösningar som lagring av vatten, skulle också utjämna grundvattennivåerna vid ojämn vattenförbrukning.
- Ökad vattenkostnad kan vara en lösning för minskad förbrukning och frigörelse av resurser

för att planera och säkerställa vatten av god kvalitet och framtida vattenförsörjning. P.g.a. rådande förhållanden och klimatförändringar förutspås ökade vattenpriser.

## 7 Tackord

Jag vill tacka mina handledare Charlotte Sparenbom på Lunds universitet, Göran Persson från HP Borrningar samt Peter Dahlqvist och Mattias Gustafsson från SGU. Tack för allt stöd, vägledning och kritiskt granskande. Slutligen vill jag även tacka personal och studenter på geologiska institutionen vid Lund Universitet.

## 8 Referenser

- Ahlström, J., 2011: Sammanställning av slutritning över tryckförhöjningsstation: en jämförelse av vatten och eldistributionsnätet, 42 sid.
- Andreasson, Per-Gunnar, 2006: *Geobiosfären: En introduktion*. Studentlitteratur, Lund. 604 s.
- Bergqvist, M., 2015: Kan Ölands grundvatten öka vid en uppdämning av de utgrävda dikena genom strandvallarna på Ölands östkust? Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet, nr. 456, 16 sid. 15 hp.
- Berlin Senate Department for Urban Development, 2010: Rainwater management concepts – greening buildings, cooling buildings (planning construction, operation and maintenance guidelines). Berlin: Berlin Senate Department for Urban Development. 72 sid.
- Dahlqvist, P., 2017: SkyTEM-undersökningar på Gotland, del 2. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning, 139 sid.
- Dahlqvist, P., Thorsbrink, M., Holgersson, B., Nisell, J., Maxe, L. & Gustafsson, M., 2017: Vätmarker och grundvattenbildning- om möjligheten till ökad kapacitet vid grundvattentäkter på Gotland: *SGU rapport 2017 01*, 73 sid.
- Eriksson, M., Ebert, K. & Jarsjö, J., 2018: Well Salinization Risk and Effects of Baltic Sea Level Rise on the Groundwater-Dependent Island of Öland, Sweden: *Water 10*. doi: 10.3390/w1002014. 17 sid.
- Eveborn, D., Vikberg, E., Thunholm, B., Hjerne, C.-E. & Gustafsson, M., 2017: Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige, rapportering av regeringsuppdrag: kunskapsunderlag om grundvattenbildning: *SGU rapport 2017:09*, 57 si.
- Falkenhaus, J. 2014. Vattnets kretslopp i området vid Lilla Klåveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, 401. 1-38 sid.
- Fetter, C.W., 2014: Applied Hydrogeology, 4th edition. Essex, Pearson Education . 614 sidor
- Fredén, C. 2002: *Sveriges Nationalatlas: Berg och Jord*. Vällingby: Sveriges nationalatlas (SNA), Vällingby. 208s.

- Glynn, A., Cantillana, T. & Bjerme, H., 2013: Riskvärdering av perfluorerade alkylsyror i livsmedel och dricksvatten: *Livsmedelsverket Rapport*, 11-2013. 74 sid.
- Hamilton, L. C., 1985: Self-reported and actual savings in a water conservation campaign: *Environment and Behaviour* 17, 315-326.
- Hanson, G. & Nilsson, A., 1986: Ground-water dams for rural-water supplies in developing countries. *Groundwater*, 24, 497-506.
- Herrmann, T., & Schmida, U., 2000: Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. *Urban water*, 1, 307-314
- Ishida, S., Tsuchihara, T., Yoshimoto, S. & Masayuki, I., 2011: *Sustainable Use of Groundwater with Underground Dams*. 11 sid.
- Jamali, I. A. 2016: *Subsurface dams in water resource management: methods for assessment and location*. KTH Royal Institute of Technology. 52 sid.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C.-O., 2002: Grundvatten: teori & tillämpning. Svensk Byggtjänst. 227 sid.
- Ladenberger, A., Andersson, M., Reimann, C., Tarvainen, T., Filzmoser, P., Uhlbäck, J., Morris, G. & Sadeghi, M., 2012: Geochemical mapping of agricultural soils and grazing land (GEMAS) in Norway, Finland and Sweden-regional report: *Geological Survey of Sweden, report 17*, 160.
- Länsstyrelsen i Skåne, 2006: NR beslut 061211 Traneröds mosse. Länsstyrelsen i Skåne län. 11 sid.
- Naturvårdsverket, 2017. Miljömålen, Årlig uppföljning av Sveriges nationella miljömål 2017. 336 sid.
- Nolde, E., 2007: Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces: *Desalination* 215, 1-11.
- Nordström, A., 2011: Dricksvatten för en hållbar utveckling. Studentlitteratur. 216 sid.
- Olsson, P., 2016: Ekologiskt vatten från Lilla Klåveröd: en riskinventering för skydd av grundvatten. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, 487. 1- 26sid.
- Pousette, J. & Möller, Å., 1972: Ölands hydrogeologi: en översikt. Stockholm, 1972; (Växjö: Davidsson). 63 sid.
- Schmidt, M. 2009. Rainwater harvesting for mitigating local and global warming. In *Fifth Urban Research Symposium* Vol. 26, No. 28.6, 09 sid.
- Sjöstrand, K. & Kärrman, E., 2014: InnoVa–Innovationer i områden med vattenbrist. *SP rapport 2014:61*. Borås, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 32 sid.
- SLVFS 2001:30. 2001. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. 32 sid.
- Statistiska Centralbyrån, 2016. Industrins vattenanvändning 2015. Rapport MI16SM1601. 26 sid
- Statistiska Centralbyrån, 2017. Vattenanvändningen i Sverige 2015. Rapport, Stockholm, 57 sid.
- Svensk Vatten, 2017a, Investeringsbehov och framtida kostnader för kommunalt vatten och avlopp. 54 sid.
- Svenskt Vatten, 2007. Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat-Underlagsrapport till Klimat-och sårbarhetsutredningen. 64 sid.
- Svenskt Vatten, 2017b. Kommentarer till 2017 års taxestatistik. Rapport 16 sid.
- Sverige & Dricksvattenutredningen (SOU 2016:32), 2016: *En trygg dricksvattenförsörjning: slutbetänkande*. Wolters Kluwer, Stockholm. 1061 sid.
- Sveriges Geologiska Undersökning, 2013: *Bedömningsgrunder för grundvatten*. Uppsala: SGU rapport 2013: 01. 238 sid.
- Säve-Söderbergh, M., Malm, A., Dryselius, R. & Toljander, J., 2013. Mikrobiologiska risker vid dricksvattendistribution- översikt av händelser, driftstörningar, problem och rutiner. Livsmedelsverket Rapport 19. 48 sid.
- Water, U.N., 2015. Water for a sustainable world. *The United Nations World Water Development Report*.
- Vikberg, E., Thunholm, B., Thorsbrink, M. & Dahné, J., 2015: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier: *SGU-rapport 2015 19*, 26 s.
- Statistiska Centralbyrån, 2017. Vattenanvändningen i Sverige 2015. Report, Stockholm, 57 sid.
- Wohlfarth, B., Björck, S., Funder, S., Houmark-Nielsen, M., Ingólfsson, Ó., Lunkka, J.-P., Mangerud, J., Saarnisto, M. & Vorren, T., 2008: Quaternary of Norden: *Episodes* 31, 73-81.
- WSP. 2016. Ansvar och ekonomiska förutsättningar för dricksvattenförsörjning – en Europeisk utblick. Underlag till utredningen, 2016-01-15. 18 sid.
- Wågman, Å. 2002. *Ger hindrad avrinning mer våtmarker och därmed ökad grundvattennivå på södra Öland?* (Independent thesis Advanced level (degree of Master (One Year)) Student level (degree of Master (One Year)) Student thesis). DiVA database. 23 sid.
- Zhang, D., Gersberg, R. M., Ng, W. J. & Tan, S. K., 2017: Conventional and decentralized urban stormwater management: A comparison through case studies of Singapore and Berlin, Germany: *Urban Water Journal* 14, 113-124 sid.

## 8.1 Internetreferenser

- Borgholm Energi u.å. Vattenverk Sandvik – produktion av dricksvatten av bräckt havsvatten. Hämtad 2018-05-15 från [21](https://www.borgholmenergi.se/vatten-avlopp/vara-anlaggningar/avsaltning-av-vatten/Connor, R., 2015: The United Nations world water develop-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)



- ment report 2015: water for a sustainable world*. UNESCO Publishing.
- IVL Svenska Miljöinstitutet Årsredovisning, 2017: Indiska lösningar ska minska vattenlösningar på Gotland. Hämtad 2018, från <http://arsredovisning.ivl.se/sidor/indiska-losningar.html>.
- Fredelius, A., 2017: Gammal teknik kan hindra vattenbrist Hämtad 2018 från <https://www.nyteknik.se/miljo/gammal-teknik-kan-hindra-vattenbrist-6851516>.
- Hammenecker, J. & Bijmens, A., 2016. International Statistics for Water Services 2016. The International Water Association (IWA), Report 4 sid. Hämtad 2018-04-13, från: [https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2016/10/Water\\_Statistics\\_SCREEN.pdf](https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2016/10/Water_Statistics_SCREEN.pdf)
- Länsstyrelsen, u.å. Geologi på Öland, Kalmar län hämtad 2018 från <http://www.lansstyrelsen.se/Kalmar/sv/om-lansstyrelsen/om-lanet/fakta-kalmar-lan/lanets-natur/natur-och-kultur-pa-oland/Pages/geologi.aspx?keyword=geologi%20p%C3%A5%20%C3%B6land>
- Sveriges Geologiska Undersökning u.å, Flygmätningar för att hitta grundvatten på Öland. Hämtad 2018-05-16 från <https://www.sgu.se/om-sgu/verksamhet/kartlaggning/hydrogeologisk-kartlaggning/flygmatningar-for-att-hitta-grundvatten-pa-oland>
- Sveriges Geologiska Undersökning, 2016: Extrema grundvattennivåer förväntas bli ännu lägre. Hämtad 2018-03-27, från <https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2016/juni/grundvattennivaer-i-juni-2016/>.
- Wildt-Persson C. 2015 . Pressmeddelande 2015-05-25, Bli vattensmart du också!. Sölvesborgenergi. Hämtad 2018-05-22 från <http://www.solvesborgenergi.se/1506> [https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2016/10/Water\\_Statistics\\_SCREEN.pdf](https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2016/10/Water_Statistics_SCREEN.pdf)
- Livsmedelverket u.å., 2018, hämtad 2018-05-14 från: <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/egen-brunn/dricksvattenkvalitet---egen-brunn>
- Svensk Vatten 2018, Dricksvattenfakta, hämtad 2018-05-15 från <http://www.svenskvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/>
- Lilla Kläveröd. u.å. hämtad 2018-05-22 från <http://www.lillaklaverod.se/syfte/>
- Mörbylånga kommun 2016, hämtad 2018-05-10 från <https://www.morbylanga.se/kommun-politik/Press--och-informationsmaterial/Pressmeddelanden/Torsten-har-bidragit-till-minskad-vattenforbrukning/>

# Bilagor

## Bilaga 1

Vattenförbrukning på Lilla Klåveröd maj 2018.  
Utfört av Göran Persson HP Borningar (2018).

### Lilla Klåveröd - Vattenförbrukning

Datum: 2018-05-03 -- 25



<u>Datum</u>	<u>Tid</u>	<u>Total mängd (rå + renvatten)</u>		<u>Uttagen volym per tidsenhet sedan tidigare tagna mätvärde</u>		<u>Sign.</u>
		<u>Råvatten</u>	<u>Efter vattenren.</u>	<u>Råvatten</u>	<u>Efter vattenren.</u>	
2018-05-03	14:00	0	0			
Montering vattenmätare på råvatten samt på renat vatten						JO
2018-05-09	11:40	2,855	0,934	2,855	0,934	JC
Begränsad aktivitet. 1 person boende. Nyplanterade växter där vatten tas från råvattenuttag						
2018-05-11	16:30	5,763	2,444	2,908	1,51	GP
Begränsad aktivitet. Stenläggning. Nyplanterade växter där vatten tas från råvattenuttag						
2018-05-15	11:40	12,854	8,241	7,091	5,797	GP
HP aktivitet. 6 personer matlagning, badtunna, duschar, vattning av växter mm						
2018-05-16	15:30	21,987	17,063	9,133	8,822	GP
HP aktivitet. Diskning samt duschar						
2018-05-18	15:30	31,913	26,095	9,926	9,032	GP
HP aktivitet. 20 personer matlagning, badtunna, duschar, vattning av växter mm						
2018-05-18	21:20	35,491	29,286	3,578	3,191	GP
HP aktivitet. Diskning samt duschar						
2018-05-19	11:00	37,288	30,916	1,797	1,63	GP
HP aktivitet. Frukost, duschning mm						
2018-05-24	12:20	45,335	37,18	8,047	6,264	JO
HP aktivitet. 12 personer matlagning, badtunna, duschar, vattning av växter mm						
2018-05-25	08:30	48,663	39,926	3,328	2,746	PF
HP aktivitet. 12 personer matlagning, badtunna, duschar, vattning av växter mm						





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

326. **Tidigare skrifter i serien  
”Examensarbeten i Geologi vid Lunds  
universitet”:**
- Karlsson, Michelle, 2016: Utvärdering av metoderna DCIP och CSIA för identifiering av nedbrytningszoner för klorerade lösningsmedel: En studie av Färgaren 3 i Kristianstad. (45 hp)
- Elali, Mohammed, 2016: Flygsanddyners inre uppbyggnad – georadarundersökning. (15 hp)
- Preis-Bergdahl, Daniel, 2016: Evaluation of DC Resistivity and Time-Domain IP Tomography for Bedrock Characterisation at Önnestöv, Southern Sweden. (45 hp)
- Kristensson, Johan, 2016: Formation evaluation of the Jurassic Stø and Nordmela formations in exploration well 7220/8-1, Barents Sea, Norway. (45 hp)
- Larsson, Måns, 2016: TEM investigation on Challapampa aquifer, Oruro Bolivia. (45 hp)
- Nylén, Fredrik, 2017: Utvärdering av borrhålskartering avseende kalksten för industriella ändamål, File Hajdarbrottet, Slite, Gotland. (45 hp)
- Mårdh, Joakim, 2017: A geophysical survey (TEM; ERT) of the Punata alluvial fan, Bolivia. (45 hp)
- Skoglund, Wiktor, 2017: Provenansstudie av detritala zirkoner från ett guldförande alluvium vid Ravlunda skjutfält, Skåne. (15 hp)
- Bergcrantz, Jacob, 2017: Ett fönster till Kattegatts förflutna genom analys av bottenlevande foraminiferer. (15 hp)
- O'Hare, Paschal, 2017: Multiradionuclide evidence for an extreme solar proton event around 2610 BP. (45 hp)
- Goodship, Alastair, 2017: Dynamics of a retreating ice sheet: A LiDAR study in Värmland, SW Sweden. (45 hp)
- Lindvall, Alma, 2017: Hur snabbt påverkas och nollställs luminiscenssignaler under naturliga ljusförhållanden? (15 hp)
- Sköld, Carl, 2017: Analys av stabila isotoper med beräkning av blandningsförhållande i ett grundvattenmagasin i Älvkarleby-Skutschär. (15 hp)
- Sällström, Oskar, 2017: Tolkning av geofysiska mätningar i hammarborrhål på södra Gotland. (15 hp)
- Ahrenstedt, Viktor, 2017: Depositional history of the Neoproterozoic Visingö Group, south-central Sweden. (15 hp)
- Schou, Dagmar Juul, 2017: Geometry and faulting history of the Long Spur fault zone, Castle Hill Basin, New Zealand. (15 hp)
- Andersson, Setina, 2017: Skalbärande marina organismer och petrografi av tidigcampanska sediment i Kristianstadsbassängen – implikationer på paleomiljö. (15 hp)
- Kempengren, Henrik, 2017: Förorenings-spridning från kustnära deponi: Applicering av Landsim 2.5 för modellering av lakvattentransport till Östersjön. (15 hp)
- Ekborg, Charlotte, 2017: En studie på samband mellan jordmekaniska egenskaper och hydrodynamiska processer när erosion påverkar släntstabiliteten vid ökad nederbörd. (15 hp)
- Silvén, Björn, 2017: LiDARstudie av glaciala landformer sydväst om Söderåsen, Skåne, Sverige. (15 hp)
- Rönning, Lydia, 2017: Ceratopsida dinosauriers migrationsmönster under krittiden baserat på paleobiogeografi och fylogeni. (15 hp)
- Engleson, Kristina, 2017: Miljökonsekvensbeskrivning Revinge brunnsfält. (15 hp)
- Ingered, Mimmi, 2017: U-Pb datering av zirkon från migmatitisk gnejs i Delsjöområdet, Idefjordenterrängen. (15 hp)
- Kervall, Hanna, 2017: EGS - framtidens geotermiska system. (15 hp)
- Walheim, Karin, 2017: Kvartsmineralogins betydelse för en lyckad luminiscensdatering. (15 hp)
- Aldenius, Erik, 2017: Lunds Geotermisystem, en utvärdering av 30 års drift. (15 hp)
- Aulin, Linda, 2017: Constraining the duration of eruptions of the Rangitoto volcano, New Zealand, using paleomagnetism. (15 hp)
- Hydén, Christina Engberg, 2017: Drumlinerna i Löberöd - Spår efter flera isrörelseriktningar i mellersta Skåne. (15 hp)
- Svantesson, Fredrik, 2017: Metodik för kartläggning och klassificering av erosion och släntstabilitet i vattendrag. (45 hp)
- Stjern, Rebecka, 2017: Hur påverkas luminiscenssignaler från kvarts under laboratorieförhållanden? (15 hp)
- Karlstedt, Filippa, 2017: P-T estimation of the metamorphism of gabbro to garnet amphibolite at Herrestad, Eastern Segment of the Sveconorwegian orogen. (45 hp)
- Önnervik, Oscar, 2017: Ooider som naturliga arkiv för förändringar i havens

- geokemi och jordens klimat. (15 hp)
- Nilsson, Hanna, 2017: Kartläggning av sand och naturgrus med hjälp av resistivitmätning på Själland, Danmark. (15 hp)
- Christensson, Lisa, 2017: Geofysisk undersökning av grundvattenskydd för planerad reservvattentäkt i Mjölkalånga, Hässleholms kommun. (15 hp)
- Stamsnijder, Joaen, 2017: New geochronological constraints on the Klipriviersberg Group: defining a new Neoproterozoic large igneous province on the Kaapvaal Craton, South Africa. (45 hp)
- Becker Jensen, Amanda, 2017: Den eocena Furformationen i Danmark: exceptionella bevaringstillstånd har bidragit till att djurs mjukdelar fossiliserats. (15 hp)
- Radomski, Jan, 2018: Carbonate sedimentology and carbon isotope stratigraphy of the Tallbacken-1 core, early Wenlock Slite Group, Gotland, Sweden. (45 hp)
- Pettersson, Johan, 2018: Ultrastructure and biomolecular composition of sea turtle epidermal remains from the Campanian (Upper Cretaceous) North Sulphur River of Texas. (45 hp)
- Jansson, Robin, 2018: Multidisciplinary perspective on a natural attenuation zone in a PCE contaminated aquifer. (45 hp)
- Larsson, Alfred, 2018: Rb-Sr sphalerite data and implications for the source and timing of Pb-Zn deposits at the Caledonian margin in Sweden. (45 hp)
- Balija, Fisnik, 2018: Stratigraphy and pyrite geochemistry of the Lower–Upper Ordovician in the Lerhamn and Fågelsång -3 drill cores, Scania, Sweden. (45 hp)
- Höglund, Nikolas, 2018: Groundwater chemistry evaluation and a GIS-based approach for determining groundwater potential in Mörbylånga, Sweden. (45 hp)
- Haag, Vendela, 2018: Studie av mikrostrukturer i karbonatlagkåglor från nedslagsstrukturen Charlevoix, Kanada. (15 hp)
- Hebrard, Benoit, 2018: Antropocen – vad, när och hur? (15 hp)
- Jancsak, Nathalie, 2018: Åtgärder mot kusterosion i Skåne, samt en fallstudie av erosionsskydden i Löderup, Ystad kommun. (15 hp)
- Zachén, Gabriel, 2018: Mesosideriter – redogörelse av bildningsprocesser samt SEM-analys av Vaca Muerta-meteoriten. (15 hp)
- Fägersten, Andreas, 2018: Lateral variability in the quantification of calcareous nannofossils in the Upper Triassic, Austria. (15 hp)
- Hjertman, Anna, 2018: Förutsättningar för djupinfiltration av ytvatten från Ivösjön till Kristianstadbassängen. (15 hp)
- Lagerstam, Clarence, 2018: Varför svalde svanödlor (Reptilia, Plesiosauria) stenar? (15 hp)
- Pilser, Hannes, 2018: Mg/Ca i bottenlevande foraminiferer, särskilt med avseende på temperaturer nära 0°C. (15 hp)
- Christiansen, Emma, 2018: Mikroplast på och i havsbotten - Utbredningen av mikroplaster i marina bottensediment och dess påverkan på marina miljöer. (15 hp)
- Staahlnacke, Simon, 2018: En sammanställning av norra Skånes prekambriiska berggrund. (15 hp)
- Martell, Josefín, 2018: Shock metamorphic features in zircon grains from the Mien impact structure - clues to conditions during impact. (45 hp)
- Chitindingu, Tawonga, 2018: Petrological characterization of the Cambrian sandstone reservoirs in the Baltic Basin, Sweden. (45 hp)
- Chonowicz, Julia, 2019: Dimensionerande vattenförbrukning och alternativa vattenkvaliteter. (15 hp)



# LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen  
Lunds universitet  
Sölvegatan 12, 223 62 Lund

