

Undersökning av kalciumkarbonat- förekomsten i infiltrationsområdet i Sydvattens vattenverk, Vombverket

Sandra Andersson

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 420
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

Undersökning av kalciumkarbonat- förekomsten i infiltrationsområdet i Sydvattens vattenverk, Vombverket

Kandidatarbete
Sandra Andersson

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

Innehållsförteckning

1 Inledning	7
1.1 Syfte	7
2 Bakgrund	8
2.1 Sydvatten	8
2.2 Vombsjön	8
2.3 Geologi	10
2.4 Hydrogeologi	11
2.5 Buffring av konstgjord infiltration	12
3 Metoder	12
3.1 Litteratur	12
3.2 Fältarbete	12
3.3 Siktanalys	13
3.4 Kalciumkarbonatanalys	13
3.4.1 Beräkning av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet	14
3.5 Neutralisationskraften	14
4 Resultat	14
4.1 Siktanalys	14
4.2 Kalciumkarbonathalten i proverna	14
4.2.1 Frätandet vid tillförsel av saltsyra	14
4.2.2 Kalciumkarbonathalt för olika fraktioner och total kalciumkarbonathalt	14
4.3 Kalciumkarbonathalt i infiltrationsområdet	17
4.4 Neutralisationskraften	18
5 Diskussion	18
5.1 Felkällor	20
6 Slutsatser	20
7 Tack	21
8 Referenser	22
Bilaga 1	23
Bilaga 2	24
Bilaga 3	25
Bilaga 4	26
Bilaga 5	27
Bilaga 6	28

Undersökning av kalciumkarbonatförekomsten i infiltrationsområdet i Sydvattens vattenverk, Vombverket

SANDRA ANDERSSON

Andersson, S., 2014: Undersökning av kalciumkarbonatförekomsten i infiltrationsområdet i Sydvattens vattenverk, Vombverket. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 420, 22 sid. 15 hp.

Sammanfattning: Sydvatten är ett företag som ägs av 16 kommuner i Skåne och producerar dricksvatten till dessa. En av sydvattens vattentäkt är Vombsjön. Sydväst om Vombsjön ligger Vombverket där beredning från sjövattnet till dricksvatten sker. De första stegen av beredningen sker genom att vatten från sjön pumpas in till Vombverkets infiltrationsdammar och därifrån infiltrerar ned genom den omättade zonen till den mättade zonen av isälvsväglagringar för att slutligen bilda grundvatten. Främst i den omättade zonen sker buffring av vattnet, dvs. det sura vattnet neutraliseras då jonbyte av vätejoner till positiva joner av främst kalcium och magnesium äger rum. Det här arbetet syftar till att uppskatta hur stor mängd kalciumkarbonat det finns i infiltrationsområdet vid Vombverket och därmed hur effektiv neutralisationskraften i jordlagren är. Vidare har det undersökts vilken fraktion i isälvssedimenten som har den högsta kalciumkarbonathalten. Syftet med att undersöka kalciumkarbonathalten i området är att avgöra hur bra marken kan buffra om ett eventuellt framtida intag av surare vatten än det nuvarande Vombsjövattnet sker. Fem sandprover samlades in från utspridda provpunkter i infiltrationsområdet i Vombverket och analyser genomfördes. Först utfördes siktanalys och därefter karbonathaltanalys med hjälp av saltsyra för respektive siktat prov. Kalciumkarbonathalten befanns variera i de olika sandproverna men var generellt hög (ca 2 – 14 %). Den totala massan av kalciumkarbonat i infiltrationsområdet bestämdes med hänsyn till volym och densitet, dvs. möjlig porositet i jorden. Resultatet blev mellan 3 400 000 ton kalciumkarbonat och 5 100 000 ton kalciumkarbonat i infiltrationsområdet. Neutralisationskraften bestämdes med hjälp av kemiska ekvationer och beräkningar. Neutralisationskraften var förhållandevis hög i området. Neutralisationskraften för infiltrationsområdet beräknades till att mellan 68 000 000 000 mol HCl och 100 000 000 000 mol HCl kan neutraliseras på den varierade mängden kalciumkarbonat som uppskattades i infiltrationsområdet. Karbonathalten i området är generellt hög och har en bra förmåga att buffra ett allt mer surare vatten än Vombsjövattnet. En beräkning av den årliga konsumtionen av kalciumkarbonat i infiltrationsområdet genomfördes för att se hur mycket av den beräknade kalciumkarbonaten som förbrukas årligen i området och resulterade i att 750 ton CaCO₃ löses upp årligen. Provpunkterna i detta arbete är få och för utspridda, både på bredden och på djup, varför de ger ett mycket ungefärligt svar på kalciumkarbonathalten i det beräknade infiltrationsområdet. Trots det bör fler provpunkter och tätare provtagningar göras i området för att få en mer exakt och specifik beräkning av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet.

Nyckelord: Konstgjord infiltration, Vombsjön, kalciumkarbonat, Vombverket, Sydvatten, infiltrationsområde

Handledare: Per Möller, Lunds universitet. **Externa handledare:** Kenneth M Persson och Linda Parkefelt, Sydvatten.

Ämnesinriktning: Kvärtärgeologi (Hydrogeologi)

Sandra Andersson, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige. E-post: saandraandersson@gmail.com

A Survey of the Occurrence of Calcium Carbonate in the Infiltration Area in the Water Treatment Installation Vombverket of Syd-vatten

SANDRA ANDERSSON

Andersson, S., 2014: A survey of the occurrence of calcium carbonate in the infiltration area in the water treatment installation Vombverket of Syd-vatten. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 420, 22 pp. 15 hp (15 ECTS credits) .

Abstract: Syd-vatten is a company part-owned by 16 different municipalities in Skåne, south of Sweden. Syd-vatten produces drinking water to these municipalities and the Vombsjö lake is one of Syd-vatten's water catchments. Southwest from the lake the water treatment installation Vombverket is found. At Vombverket the water from the lake Vombsjön is processed to drinking water. The water from the lake goes through pipes to the infiltration dams in the infiltration area where the water later slowly infiltrates down through the unsaturated zone to the saturated zone and reaches the groundwater aquifer. Soils in the infiltration area are build up by glacio-fluvial deposits. The buffering of the infiltrated water generally occurs in the unsaturated zone where it in the slightly acid water occurs an exchange between hydrogen ions and cations of mostly calcium and magnesium. The aim of this thesis is to approximate how much calcium carbonate there is in the infiltration area in order to establish if an intake of water with a pH below 7 is possible due to the amount of calcium carbonate which can buffer the water. To assess that goal, several surveys have been conducted. First, estimation of the calcium carbonate in the total infiltration area. Second, a calculation of the neutralization strength of the amount of calcium carbonate in the infiltration area. Third, different fractions in the soil have been analyzed to find out which have the highest concentration of calcium carbonate. The fourth and last, how much calcium carbonate that yearly solutes. Spread over the infiltration area, five soil samples was collected. The five samples went through grading analysis and calcium carbonate analysis (by using HCl) in the lab. The concentration of calcium carbonate had a variation between 2 – 14 % in the five samples. The total mass of calcium carbonate was decided by anticipation of volume and density. The total mass of calcium carbonate in the infiltration area resulted in between 3 400 000 tonne CaCO₃ to 5 100 000 tonne CaCO₃. The strength of neutralization was decided through equations and calculations. The neutralization strength is relatively high in the infiltration area. Between 68 000 000 mole HCl to 100 000 000 mole HCl can be neutralized by the total mass of calcium carbonate. The concentration of calcium carbonate is generally high and the capability to buffer water with a lower pH than 7 is good. In the end, an estimation of how much calcium carbonate which yearly solutes in the infiltration area was produced and resulted in 750 tonne CaCO₃/year. The number of samples in this thesis was limited and gave thus restricted information of the concentration of calcium carbonate in the infiltration area of Vombverket. More samples should be taken, both across the area and deeper into the ground to get even more precise results of the concentration of calcium carbonate. This thesis only provides a general overlook of the concentration in the area.

Keywords: Artificial recharge, Vombsjön, calcium carbonate, Vombverket, Syd-vatten, infiltration area

Supervisor(s): Per Möller, Lund University. **External supervisors:** Kenneth M Persson och Linda Parkefelt, Syd-vatten.

Subject: Quaternary Geology (Hydrogeology)

Sandra Andersson, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: saandraandersson@gmail.com

1 Inledning

Vombsjön ligger i Skåne, ca 20 km öster om Lund och utgör en av Sydsvattens vattentäkter för produktion av dricksvatten för anslutna kommuner (Fig. 1). Vombsjön har en yta på 12 km² och ett avrinningsområde på 447 km². Sydsvatten har genom vattendom rätt att pumpa ut 1 500 liter per sekund, men normaluttaget är idag på ca 1 000 liter vatten per sekund ur Vombverket. Vattnet tas ut via två intagsledningarna in i Vombverket som ligger ca 5 km från Vombsjön. Vattnet leds till Vombverkets 54 infiltrationsdammar. I dammarna infiltreras vattnet ned genom filterbäddar och sedan isälvavlagringar av sand och grus till det naturligt underliggande grundvattenmagasinet. Efter infiltration och transport genom isälvavlagringarna pumpas vattnet upp via 120 brunnar belägna kring infiltrationsdammarna för att därefter ledas in i själva vattenverket för slutbehandling. Vombverket producerar i slutändan ca 900-1000 liter dricksvatten per sekund som leds ut i företagets distributionsnät (Sydsvatten, 2014).

I botten av infiltrationsdammarna ligger konstgjorda filterbäddar. När vattnet infiltreras ned genom dessa filterbäddar och underliggande isälvavlagringar genom en luftad (omättad) zon till grundvattenmagasinet avlägsnas oönskade ämnen och föroreningar. Det föreligger en fara för att markens buffringsförmåga med tiden kommer att minska, på grund av surt infiltrerande vatten, vilket kan leda till att de naturliga processerna inte kommer att fungera lika effektivt och till

slut upphöra att buffra vattnet. Markens buffringsförmåga beror helt och hållet på kalciumkarbonathalten i och kring infiltrationsområdet, samt surhetsgraden i det infiltrerande vattnet (Hanson, 2000).

1.1 Syfte

Syftet med föreliggande arbete är att utreda om jordlagren inom infiltrationsområdet på Vombverket har en kalciumkarbonathalt som ger en tillräcklig buffringskapacitet för att klara av ett framtida vattenintag på strax under 7 pH (muntligt M. Persson).

För att avgöra det har mängden kalciumkarbonat i jordlagren undersökts inom infiltrationsområdet på Vombverket. Det vatten som idag infiltreras har ett pH på 7-8. För att undersöka denna buffringsförmåga har jordprover insamlats för bestämning i vilken kornstorleksfraktion som kalciumkarbonathalten är störst och en vidare uppskattning av den totala mängden kalciumkarbonat i området. Vidare har neutralisationskraften av jordlagren inom infiltrationsområdet bestämts. Slutligen har en beräkning av den årliga kalciumkarbonatförbrukningen uppskattats baserad på data från en vattenkvalitetsundersökning från 2005-2007 i området. Svaret på den årliga konsumtionen av kalciumkarbonat i infiltrationsområdet har jämförts med den totala kalciumkarbonathalten som har bestämts inom infiltrationsområdet i detta arbete.

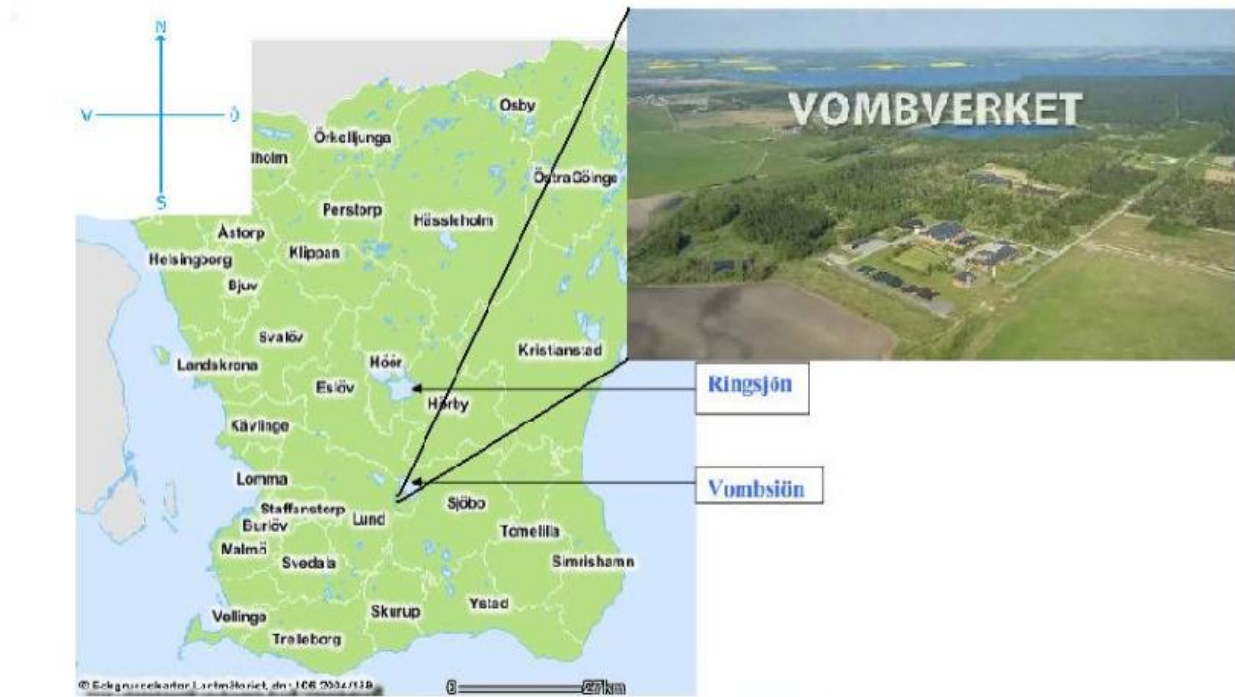


Fig. 1. Karta över två av sydsvattens vattentäkter och lokalisering av Vombverket (Länsstyrelsen & Sydsvatten).

2 Bakgrund

Vombverket använder sig av så kallad konstgjord infiltration, även kallad bassänginfiltration (Hanson, 2000). I Vombsjön pumpas 1 000 liter vatten per sekund upp och passerar mikrosilar genom de två intagsledningarna på sin väg till infiltrationsdammarna. Mikrosilarna filtrerar ut t.ex. vass och partiklar. Vattnet leds via intagsledningarna in i infiltrationsdammarna som är totalt 54 till antalet med en sammanlagd yta av 400 000 m². Alla infiltrationsdammarna är dock inte i drift samtidigt (Sydvatten, 2014). Vattnet infiltreras sakta ned i marken, som består av isälvsavlagringar av sand och grus, ned till det naturliga grundvattenmagasinet, varvid vattnet renas på vägen ner genom marklagren i främst den omätade, men även i den mättade zonen. Vattnet pumpas sedan upp ur någon av de 120 uttagsbrunnarna. Vattnet har därmed uppehållit sig i grundvattenzonen i 2-3 månader. Därefter börjar den slutgiltiga behandlingsprocessen i själva vattenverket. När vattnet pumpas in i vattenverket sker en luftning via överfallsplåtar, varefter vattnet går genom en avhärtningsreaktor där vattnet görs mjukare genom borttagning av kalciumkarbonat. Detta sker genom att det kalkrika vattnet i reaktorn blandas med natriumhydroxid och mycket väl sorterad sand. Det leder till att kalk fälls ut på sandkornen som trycks in i reaktorn och svävar fritt, dessa sandkorn blir till slut så tunga att de sjunker till botten. Den kalkbemängda sanden avskiljs från reaktorbotten och används huvudsakligen för kalkning av våtmarker och sjöar i Småland. Från avhärtningsreaktorn leds vattnet vidare till blandningsöverfall där ytterligare utfällningar av kalk görs. I blandningsöverfallet tillsätts dessutom en mindre mängd järnklorid som fångar upp de resterande mikrokristaller av kalk som inte har avskiljts än. Dessa avskiljs när vattnet passerar ett snabbfilter med sandbäddar. Vattnet har nu nått fram till själva vattenreservoaren där den sista justeringen görs genom att blanda i desinficeringsmedel i form av klor som tar död på even-

tuella bakterier och förhindrar tillväxt av bakterier i ledningarna ut till kunder (muntligt Parkefelt). Därefter pumpas det färdiga dricksvattnet ut till kunderna genom högtryckspumpar (Fig. 2).

2.1 Sydsvatten

Sydsvatten bildades som ett resultat av en statlig utredning av Skånes vattenförsörjning. 1966 slog sig fem kommuner samman för gemensam vattenförsörjning; Malmö, Eslöv, Lund, Helsingborg och Landskrona. De fem kommunerna bildade bolaget Sydsvatten. Bolaget är kommunägt och med åren har fler kommuner tillkommit som delägare för att idag omfatta sammanlagt 16 kommuner i sydvästra Skåne (Sydvatten, 2014). Sydsvatten består av två vattenverk, Vombverket och Ringsjöverket. Sjövattnet som omvandlas till dricksvatten i Vombverket kommer som tidigare nämnt från Vombsjön, medan Ringsjöverket numera tar vatten från Bolmen via Bolmentunneln (Sydvatten, 2014). Vattnet från sjön Bolmen färdas genom en ca 80 km lång bergtunnel (Bolmentunneln) till Åktaboden (Perstorp) och därifrån ytterligare 25 km till Ringsjöverket via en dubbel råvattenledning. I Bolmentunneln färdas vattnet med självfall då det är 90 m höjdskillnad från Bolmen till Åktaboden (Sydvatten 2014). Ringsjöverket har Ringsjön som vattenreserv medan Vombverket inte har någon vattenreserv (muntligt Parkefelt). Sydsvatten pumpar varje dag ut ca 190 000 m³ dricksvatten via ledningsnät från Ringsjöverket och Vombverket och varje dag tillhandahåller Sydsvatten dricksvatten till 900 000 personer. Årligen pumpas 70 miljoner kubikmeter dricksvatten. Från huvudledningsnätet från de två verken ansvarar sedan de olika delägarkommunerna för ledningsnätet i respektive kommun (Fig. 3) (Sydvatten, 2014).

2.2 Vombsjön

Vombsjön är en slättsjö som är belägen i de tre kommunerna Eslöv, Lund och Sjöbo (Sydvatten, 2013) och tillhör vattendistriktet Södra Östersjön.

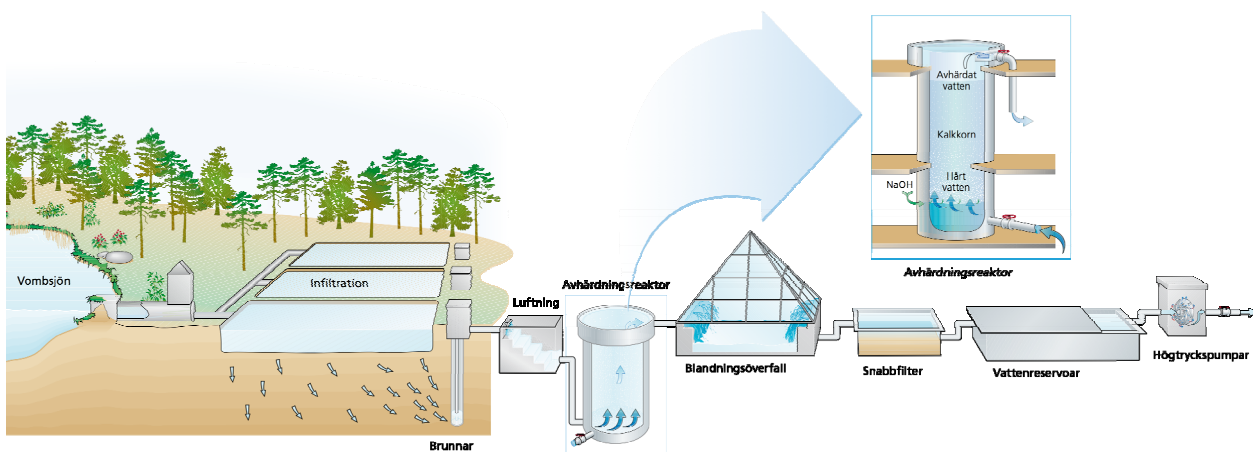


Fig.2. Vattenberedningen i Vombverket (Sydvatten, 2014).

Namnet Vombsjön har sitt ursprung från byn Vomb. Namnet på byn Vomb är man osäker var det härstammar från. Antingen från det forndanska ordet wamb som betyder vom eller mage, eller från det fornvästnordiska ordet hvammr som betyder sänka eller liten dal (Sydvatten, 2013). Sjön har ett maxdjup på 15 m och tillrinningsområdet för sjön består mestadels av åkermark vilket bland annat har lett till att sjön är mycket näringsrik (hypertrofisk) (Länsstyrelsen i Skåne Län, 2012). Att sjön är hypertrofisk innebär att det är en förorenad sjö och att den totala fosforhalten är över $100 \mu\text{g l}^{-1}$ (Brönmark & Hansson, 2010).



Fig. 3. Ledningsnät (blå linje) från sjö (vattentäkt) via Sydvattnens vattenverk Vombverket och Ringsjöverket, vidare till de delägande kommunerna (Sydvatten, 2014).

Bottenfaunan i sjön är artfattig och statusen för fisk i sjön är måttlig (Collvin & Månsson, 2011). I sjön finns följande fiskarter: abborre, björkna, braxen, ål, löja, mört, öring, gers och gös. Trots att sjöns fiskstatus är måttlig utövas yrkesmässigt fiske i sjön. Sjön är övergödd och varje år inträffar blomning av blågröna alger (Fig. 4).

Vombsjön har ett pH på 7-8 och är därmed karaktäriserad som en neutraliserad sjö (muntligt Parkfelt). Vattenvegetationen är idag begränsad, vilket beror på att sjön har använts som dricksvattentäkt sedan 1948, då av Malmö stad. Det har lett till att sjön har en reglering av vattenståndet på 2,5m, vilket därmed har påverkat vattenvegetationen (Länsstyrelsen i Skåne Län, 2012). Kävlingeån startar i den västra delen av sjön och är

Vattenkemiskt tillstånd

Tillståndsklassning av resultat enligt Naturvårdsverkets Rapport 4913

Tillstånd avser de tre senaste augustivärdena (år-år)

Fosfor (tot-P, $\mu\text{g/l}$): (2008 - 2010)	190
Kväve (tot-N, $\mu\text{g/l}$): (2008 - 2010)	826
Siktdjup (m): (2008 - 2010)	1,4
Färg (mgPt/l): (-)	
Alkalinitet (mekv/l): (2008 - 2010)	2,43
Klorofyll a (mg/m^3) (2008 - 2010)	54

■ Mycket bra ■ ■ ■ ■ Dåligt

Fig. 4. Vattenkemitillståndet i Vombsjön (Länsstyrelsen, 2012).

det enda utloppet. Avrinningsområdet är totalt 447 km^2 (inklusive sjön) (Fig. 5) (Sydvatten, 2011). Tillrinnande vattendrag till Vombsjön, huvudsakligen i öster, är Björkaån, Borstbäcken, Övedsbäcken samt några mindre tillflöden. Medeltillrinning av sjön är 10 liter per sekund och km^2 (Länsstyrelsen i Skåne Län, 2012). I början av 1930-talet gick jordbrukare längs med Kävlingeån och Vombsjön samman och bildade företaget "Kävlingeåns Vattenavledningsföretag av år 1936". Syftet var att torrlägga delar av Kävlingeån mellan Vombsjön och Flyinge, samt markerna kring Krankesjön och Vombsjön och vid tilloppet till ån och sjöarna. Det gjordes genom att åfåran nedströms från Vombsjöns utlopp rätades och rensades samt att en regleringsdamm byggdes vid utloppet från Vombsjön. Syftet var att magasinera vårfloden så att vatten successivt skulle kunna avtappas under sommaren. Mellan 1964 och 1969 skedde en viss invallning av Vombsjön samt en höjning av dämningens gräns som ledde till en vattendom att pumpa 1 500 l/s år 1969 och



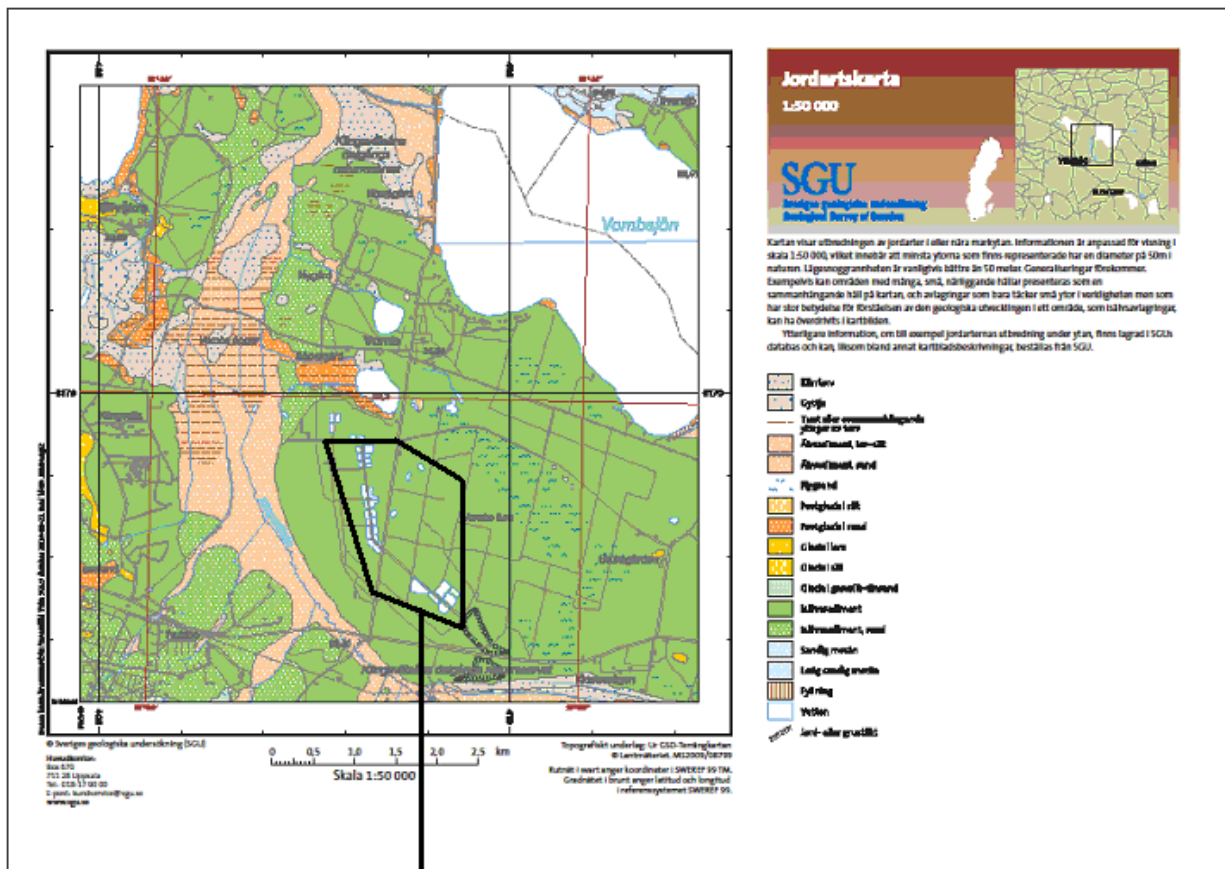
Fig. 5. Kävlingeåns avrinningsområde (Länsstyrelsen i Skåne Län, 2012).

framåt (Länsstyrelsen, 1983). Algtoxiner bildas till och från i sjön. En stor musseldöd ägde rum i sjön 2009 och man tror att den kan ha orsakats av algtoxiner i sjön (Länsstyrelsen i Skåne Län,

2012). Vombsjöns syrgasförekomst är god genom hela vattenmassan. Syrgasförekomsten från ytan och 10 meter ned har vid mätningar visat en övermättnad (över 100 %) och från 10 meter och ned till botten råder en god syrgasförekomst (över 60 %) (Collvin & Månsson, 2011). Dock visar genomförda undersökningar från i år (2014 av Syd-vatten) ett annat värde på syrgasförekomsten i bottenvattnet i Vombsjön. Det mättes till syrebrist på 15 meters djup i bottenvattnet (muntligt Parkefelt). Vombsjön är angiven som värdefullt nationellt vatten och är en betydelsefull rastlokal för fåglar samt en allmän badplats (Länsstyrelsen i Skåne Län, 2012).

2.3 Geologi

Vombverket ligger på Vomb-Sjöbofältet vilket utgörs av flackt liggande isälvsavlagringar. Sedi- menten i ytan av fältet består av sand och grusig sand, och vissa delar av fältet har ett ytlager av flygsand och/eller är stenförande. Västra delen av fältet, vid Vombsänkan där Vombverket är beläget, ligger på 25-30 m ö.h. Den östra delen ligger på ca 60 m ö.h., alltså 30-35 m högre än den västra. I den västra delen av området finns tydliga terrasser och hak i området. De översta 10-15 m av avlagringen består av sand och grusig sand



Infiltrationsområdet

Fig. 6. Jordartskarta över sydvästra Vombsjöområdet (©Sveriges geologiska undersökning).

som därefter är underlagrat av omväxlande lager av silt, lera och sand ned till 20 m under markytan (Daniel, 1999). Sedimentprover från södra delen av infiltrationsområdet har en bergartssammansättning med ca 60 % urberg (prekambriska bergarter), ca 9 % sandsten, ca 6 % alunskiffer, ca 10 % lerskiffer, ca 10 % paleozoisk kalksten samt ca 5 % kritbergarter (Daniel, 1999). Infiltrationsområdet vid Vombverket har karterats som tre olikajordlagerenheter: (i) isälvsavlagringar i allmänhet (isälvsavlagringar med grov, växlande eller ofullständigt känd sammansättning), (ii) is-sjösediment samt (iii) sand med ett tunt ytlager av torv. Största delen av området där infiltrationsdammarna är belägna betecknas som (i) isälvsavlagringar i allmänhet (Sveriges geologiska undersökning, 1989). Jordartskartan över området för infiltrationsområdet indikerar att området består av homogena isälvsavlagringar (Fig. 6). Isälvsavlagringarna på platsen har bildats genom att smältvattnet från inlandsisen samlades i isälvar inuti isen i form av tunnlar i olika storlekar. Dessa ledde vatten fram till inlandsisens retirande front där det grövre materialet som transporterades med smältvattnet avsattes framför istunnlarnas mynningar, medan det finare materialet avsattes längre bort från mynningarna. Sedimenten avsatta framför isfronten har huvudsaklig-

en karaktär av så kallade sandurplan (Daniel, 1999). I Vombsänkan lämnades bitar av is kvar som så kallad dödis, vilken blev inbakad i avsatta sediment. När isblocken slutligen smält bort har dessa lämnat spår efter sig som dödishålor, som idag är större eller mindre stora sjöar (Daniel, 1999).

2.4 Hydrogeologi

Området sydväst om Vombsjön, där Vombverkets infiltrationsområde är placerat, består av isälvsavlagringar med en mediankapacitet på >60 000 liter per timme, en mycket hög uttagskapacitet (Fig. 7). Hydrauliska konduktiviteten ligger på 0,001 m/s och upp till 0,002 m/s i vissa områden av infiltrationsområdet (Håkansson & Sjöberg, 2006). Grundvattenmagasinet som har byggts upp i isälvsavlagringarna utgör en porakvifär. Denna akvifär har utvecklat en grundvattendelare i nordvästlig-sydöstlig riktning (Fig. 7). Grundvattenflödet vid Vombverket rör sig i en sydvästlig riktning, medan grundvattnet norr om grundvattendelaren har en motsatt rörelseriktning (Sveriges geologiska undersökning, 2000). Infiltrationsområdet bildar på djupet en öppen akvifär, med stor magasineringförmåga (Håkansson & Sjöberg 2006). Grundvattennivån inom Vombverkets infiltrationsområde ligger mellan 3 och 5 me-

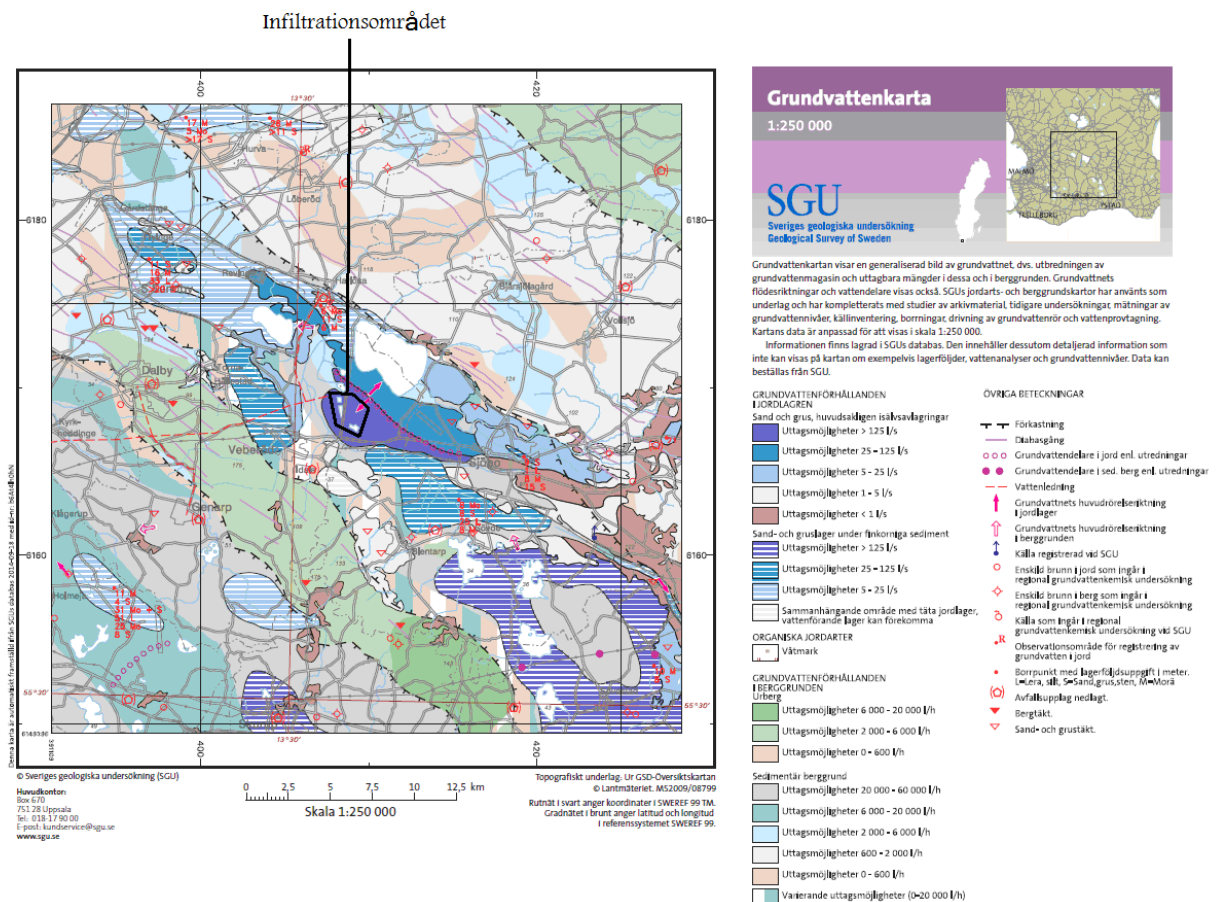


Fig. 7. Grundvattenkarta över sydvästra Vombsjöområdet (©Sveriges geologiska undersökning).

ter under markytan (muntligt Fridström). Grundvattenkvalitet i infiltrationsområdet bestäms bl.a. genom halterna av kalcium, magnesium och alkaliniteten mm. Den sammanlagda halten av magnesium och kalcium utgör den så kallade totala hårdheten (Ca+Mg) i vattnet. Grundvattnet i Vombverkets infiltrationsområde har en relativt hög kalciumhalt på ca 70 mg/liter och magnesiumhalten ligger kring 5,7 mg/liter. Hårdheten ligger kring 12-12,5 tyska hårdhetsgrader (°dH) (muntligt Fridström). Alkaliniteten HCO_3 ligger på >150 mg HCO_3/L , (Gustafsson, 2005).

2.5 Buffring vid konstgjord infiltration

Reningsprocessen vid konstgjord infiltration skiljer sig från naturlig infiltration genom att infiltrationsmängden är större än vid naturlig infiltration (nederbörd) och att reningen vid konstgjord infiltration sker först genom filterbäddar (filterhud) och sedan genom den naturliga reningsprocessen i de befintliga jordlagren. Filterbädden är ett utjämnande lager av jämnkornig mellansand, grusig sand och fingrus (även kallat filtersand) placerad över hela botten av infiltrationsbassängen. Detta lager skapar jämna infiltrationsförhållanden i bassängen och är viktigt för reningsprocessen (Hanson 2000). När ytvattnet infiltrerar ned i marken genom infiltrationsbassängerna förs det vanligtvis med mer organiskt material än vad det gör vid naturlig infiltration. Det organiska materialet utgörs bl.a. av växt- och djurplankton, som ej blivit avskilda i mikrosilarna från det uppumpade Vombsjövattnet, humus ifrån de omkringliggande markerna samt från produktion av organiskt material i ytvattnet inom själva infiltrationsbassängerna. Som regel är det aningen lättare att bryta ned detta organiska material än de humusämnen som förs med vid naturlig infiltration.

I filterbäddens översta del bildas en biozon där det organiska materialet bryts ned och koldioxid bildas. Det leder till att infiltrationsvattnet blir surare efter att ha passerat biozonen. Efter filterbädden går infiltrationsvattnet genom den omätade zonen. Här sker den naturliga reningsprocessen. Främst i den omätade zonen sker det ett jonbyte och det är här den huvudsakliga buffringen äger rum. Vätejoner i infiltrationsvattnet byts ut till positiva joner som löses ut från lättvittrade material som innehåller främst kalcium och magnesium. Både kalcium och magnesium påverkar vattnets hårdhet genom att pH och alkaliniteten ökar, dvs. vattnet neutraliseras eller med andra ord buffras (Hanson 2000). Marklagrens buffringförmåga kan med tiden avta då de lättvittrade materialen går i lösning och marken urlakas. Allt detta beror på hur stor mängd kalciumkarbonat det finns i området och hur neutralt eller surt infiltrationsvattnet är (Hanson 2000).

3 Metoder

Metoder enligt nedan är de som valts på grund av att de tidsmässigt passade bäst. Borrning med spadborr är en metod som är enkel och förhållandevis snabb i förhållande till tillgänglig arbetskraft. Siktanalys med siktstapel användes för att avskilja och kvantifiera fraktionerna i proven och är en snabb och noggrann metod. Kalciumkarbonathalten bestämdes genom att täcka proven med saltsyra och låta dem stå och dra och sedan värmas. Det är en enkel metod och ger en översiktlig bild av kalciumkarbonatmängden i ett prov. De utförda beräkningarna är rekommenderade av Kenneth M. Persson på Sydvatten och används i arbetet då de är mest lämpade. Alla metoder som används är främst valda på grund av deras effektivitet och tillgängligt material.

3.1 Litteratur

Arbetet igångsattes med en litteraturstudie över konstgjord infiltration och reningsprocessen vid konstgjord infiltration. Sydvattens syfte och uppbyggnad, samt hur Vombverket fungerar i stort studerades. En översikt över Vombsjön och över geologin och hydrogeologin i området där Vombverket ligger gjordes. Senare togs data fram angående Vombverkets infiltrationsområde och studerades. Hansons (2000) rapport om konstgjord grundvattenbildning har varit en viktig del av arbetet för att förstå grunden och själva processen till konstgjord infiltration som används vid Vombverket. Dessutom har Sydvattens hemsida och kontaktpersoner på Vombverket varit betydelsefulla för att förstå verksamheten och hur beredningen av vattnet sker vid Vombverket, dess vattenkvalitet, samt för allmän information om infiltrationsområdet.

3.2 Fältarbete

Den 1 oktober 2014 genomfördes fältarbete i området mellan infiltrationsdammarna och uttagbrunnarna i Vombverket. Sammanlagt togs 5 sandprover utspjutt över tre infiltrationsdammsytor och deras närliggande uttagsbrunnar i infiltrationsområdet (Fig. 8). Tre prover togs i närheten av infiltrationsdammarna och två prover togs i närheten av uttagsbrunnarna. Fyra prover togs från 2,00 – 2,10 meters djup, således provtagning över ett djup på ett 10 cm intervall, genom att först gräva med hjälp av spade och sedan använda en spadborr för att nå ned till provtagningsdjupet. För att bestämma djupet användes en 2 meter lång tumstock. Materialet volymsbestämde (1,5 liter) för att sedan läggas i plastpåsar. Det femte provet (5 Damm 223) togs på 1 meters djup och i en mängd av 1,0 liter på grund av en stor sten som gjorde att spadborren fastnade. GPS-

koordinatsystemet som användes var RT 90 och SWEREF 99 TM (se tabell 1 för koordinater för provtagningspunkterna).

3.3 Siktanalys

De fem sandproverna torkades i ugn vid 105°C i 24 timmar. Proverna vägdes därefter och 300-400 g per prov avskiljdes med en provdelare för att få en jämn fördelning av kornstorlekarna. Proven lades därefter i vatten och omrörning med sked utfördes under 5 minuter för att lösa upp möjliga aggregat (främst silt- och lerpartiklar) i sandprovet. Därefter lades provet i en tvättsikt för avskiljande av material mindre än 0,063 mm, varefter kvarvarande material i tvättsikten återigen ugnstorkades vid 105°C i 17 timmar för att sedan vägas. Proverna >0,063 mm siktades under 15 minuter i siktstaplar med 19 siktar med olika storlekar mellan 0,063 mm och 22,40 mm, varefter varje fraktion på respektive siktbotten vägdes. Fraktionerna överfördes till skilda plastpåsar för vidare analys. Alla de 5 sandproverna gick igenom processen.

Tabell 1. Koordinater för provtagningspunkterna.

Provtagningspunkter	Koordinater enligt SWEREF 99 TM	Koordinater enligt RT 90
1 Damm 201 B	N6167561, E0408926	X6170749, Y1358197
2 Pump E49	N6168731, E0407924	X6171933, Y1357208
3 Damm 36	N6168221, E0408204	X6171418, Y1357483
4 Pump J3	N6167477, E0408699	X6170668, Y1357969
5 Damm 223	N6168447, E0409147	X6171633, Y1358428

3.4 Kalciumkarbonatanalys

De olika kornstorlekarna i respektive sandprov lades i glasbägare. Därefter tillsattes 10 %-ig saltsyra (HCl), framställd genom blandning av 730 ml destillerat vatten och 270 ml 37 %-ig saltsyra. Den tillsatta syran täckte med marginal sedimentmaterialet i respektive glasbägare. Efter omrörning av proverna fick de stå och dra över dagen. Ytterligare saltsyra tillsattes under omrörning, för att sedan stå och dra över natten. Dagen efter värmdes proverna på en värmeplatta till ca 60°C under omrörning och tillförsel av saltsyra. Proverna sedimenterade i glasbägarna. Kvarvarande sediment tvättades med destillerat vatten för att neutralisera proven med vattenbyte 3-7 gånger och omrörning av prov vid varje vattenbyte. När proverna neutraliserats fick de torka i ugnen vid 105°C i 14 timmar under natten, varefter de vägdes och kalcium karbonathalten (som materialförlust under syrabehandlingen) kunde beräknas.

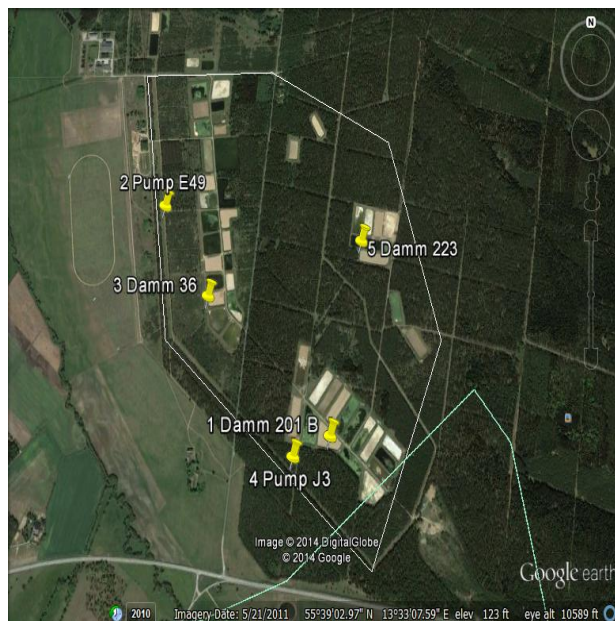


Fig. 8. Karta över provtagningspunkterna (gula nålarna) i infiltrationsområdet på Vombverket, samt gränsen för området (vita linjen) inom vilket beräkning av kalciumkarbonathalten utförts.

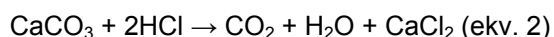
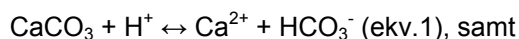
Detta förfarande genomfördes för varje fraktion i respektive sandprov. Hur starkt vardera prov fräste vid tillförsel av saltsyra undersöktes och studerades enligt tabell 2 och sedan jämfördes med resultaten från vägning före och efter användningen av saltsyra. En kontroll av noggrannhet av beräkningen av kalciumkarbonathalten efter syrabehandlingen av proverna utfördes genom ett dubbelprov. Två testprover togs ut från prov 1 Damm 201 B med blandad kornstorlek och utsattes för samma syrabehandling som för de framsiktade fraktionerna av provet. En jämförelse mellan dessa två testprover genomfördes för att se hur noggrant resultaten kunde tolkas. En alternativ metod är att istället använda Passons apparat, men vid laborationsstillfället fanns inte instrumentet tillgängligt för användning.

3.4.1 Beräkning av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet

Karbonathalten för alla 5 proverna och deras delfraktioner utgjorde grund för beräkning av ett medelvärde för karbonathalten. Ytan enligt Fig. 8 multiplicerat med det minsta maxdjupet och det maximala maxdjupet av isälvsavlagringar i infiltrationsområdet (10 – 15 m) och ger volymen. Torr densiteten för denna volym framräknades genom att dividera vikten av proverna med deras uppmätta volymer för prov 1 Damm 201 B och prov 3 Damm 36. Den beräknade densiteten innefattar även porositeten i jorden. Materialet är inte lika hårt packat under lika stort tryck efter att ha plockats upp. Det påverkar densiteten samt porositeten och ger inte ett riktigt rätt resultat av densiteten. En mer riktig densitet bör ligga mellan 1,7 och 2,0 ton/m³ av en porositet på mellan 25 % och 35 % av densiteten på kvarts på 2,65 ton/m³ (Deer, 2004). Volymen multiplicerad med den densiteten ger totalmassan av materialet. Denna totalmassa multipliceras med medelvärdet för halten CaCO₃ för de 5 tagna proverna för att ge totala massan kalciumkarbonat i infiltrationsområdet. En jämförelse med tidigare bedömning av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet från 2005 – 2007 har genomförts genom att beräkna en årlig förbrukning av kalciumkarbonat i infiltrationsområdet. Enligt tidigare bedömning låg kalciumhalten vid intaget från Vombsjön på 61,5 mg Ca/l medan vatten från uttagsbrunnarna – således efter infiltration i dammarna och grundvatten-transport till brunnarna - på 71 mg Ca/l. Utifrån den faktan har det beräknats hur mycket kalciumkarbonat som förbrukas i infiltrationsområdet på årsbasis vilket, jämförts med hur mycket kalciumkarbonat som finns i marken i dagsläget. Från undersökningen 2005-2007 antas det att skillnaden på 9,5 mg Ca/l har uppstått genom reaktion mellan infiltrerat vatten och kalkpartiklar i de passerade jordlagren.

3.5 Neutralisationskraften

För att bedöma hur lång tid det tar för ett surt vatten att neutraliseras av jordlagren i infiltrationsområdet vid infiltration användes följande beräkningar och kemiska ekvationer:



Ekvation 2 används som en förklaring till ekvation 1. Per 1 mol CaCO₃ går det 2 mol HCl. HCl motsvarar H⁺ i ekvation 1 och med resultatet av CaCO₃-halten i vardera sandprov kan ekvation 1 användas för att beräkna neutralisationskraften i de enskilda provtagningarna. Utifrån den totala variationen av massan kalciumkarbonat som har uppskattats i infiltrationsområdet beräk-

nas ett medelvärde av neutralisationskraften utifrån den totala variationen kalciumkarbonatmassan i infiltrationsområdet.

4 Resultat

4.1 Siktanalys

Resultatet av siktanalyserna redovisas som korsstorlekskurvor i figurerna 9-13. Prov 1-4 är alla välsorterad, svagt grusig sand (grus ca 3-12 %). Prov 5 (Fig. 14) är något grövre, en grusig sand (grus ca 24 %), också denna välsorterad. Halten material <0,063 mm är för alla 5 prover mindre än 7 % (ca 3-7 %). Material med en kornstorlek <0,063 mm tvättades bort inför siktanalysen på grund av att det inte går att sikta material < 0,063 mm i den siktstapel som användes.

4.2 Kalciumkarbonathalten i proverna

4.2.1 Frätandet vid tillförelse av saltsyra

Ett fräsningsprov genomfördes på proverna, vilket uppvisade olika stark frätning vid tillsättning av HCl (tabell 2) och gav därmed en ungefärlig uppskattning av kalciumkarbonathalten. I prov 1 Damm, det prov som fräste starkast, fräste alla fraktioner i hela provet starkt och ihållande oavsett kornstorlek. I prov 3 Damm fräste vissa fraktioner av provet starkt och ihållande som i prov 1 Damm, medan andra fraktioner i provet fräste stark men ej ihållande till svagt. I prov 5 damm fräste vissa fraktioner av provet starkt och ihållande medan andra fräste svag till ytterst svagt (följaktligen mindre än i prov 3 Damm). Alla fraktioner i prov 4 Pump fräste svag till ytterst svagt. Samtliga fraktioner i prov 2 Pump fräste ytterst svagt till ingen fräsning.

4.2.2 Kalciumkarbonathalt för olika fraktioner och total kalciumkarbonathalt

Kalciumkarbonathalten i respektive sandprov är framräknad efter användning av saltsyra och framgår av Bilagorna 1-5. Generellt sett har de finaste fraktionerna högst kalciumkarbonathalt men samtidigt har dessa fraktioner en låg viktandel av den totala mängden sand.

Prov 1 Damm– Siktfraktionerna inom finsand (0,063 – 0,250 mm) (ca 4 % av sandprovet) uppvisar kalciumkarbonathalter på 12-25 %. Samtidigt utgör dessa fraktioner endast ca 4 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentet. Den helt dominerande mellan-grovsandfraktionen (0,250 – 2,00 mm) (ca 85 % av sandprovet) har en kalciumkarbonathalt varierande mellan 11 och 18 % på ingående fraktioner och utgör tillsammans 82 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Grusfraktionerna (2,00 – 22,40 mm) (ca 9 % av sandprovet) har också höga kalciumkarbonat-

Prov 1 Damm

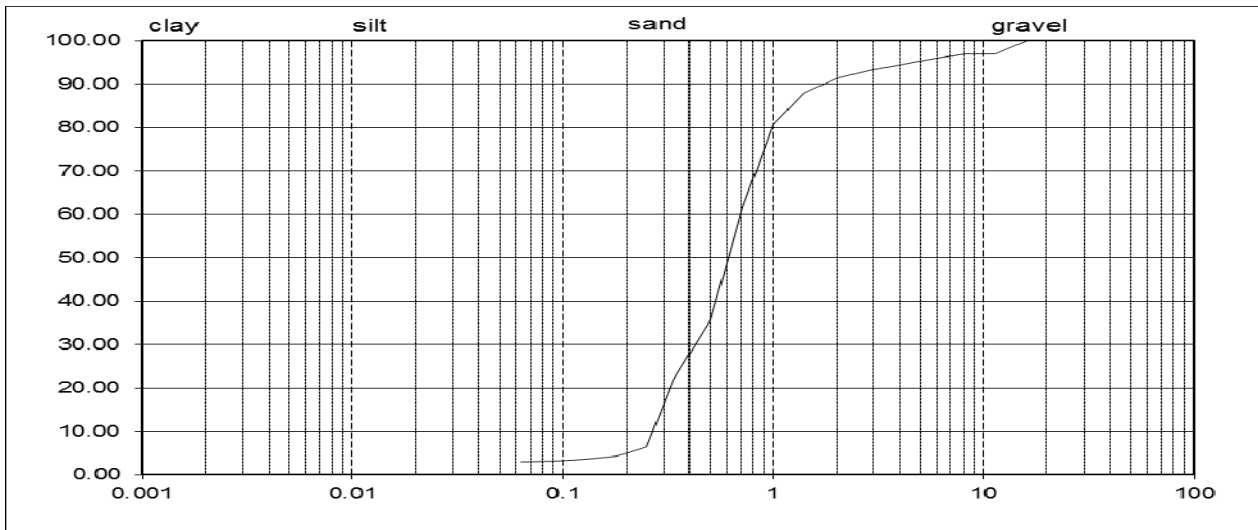


Fig. 9 Kornstorleksanalys av prov 1 Damm 201 B (hädaneftter benämnd 1 Damm).

Prov 2 Pump

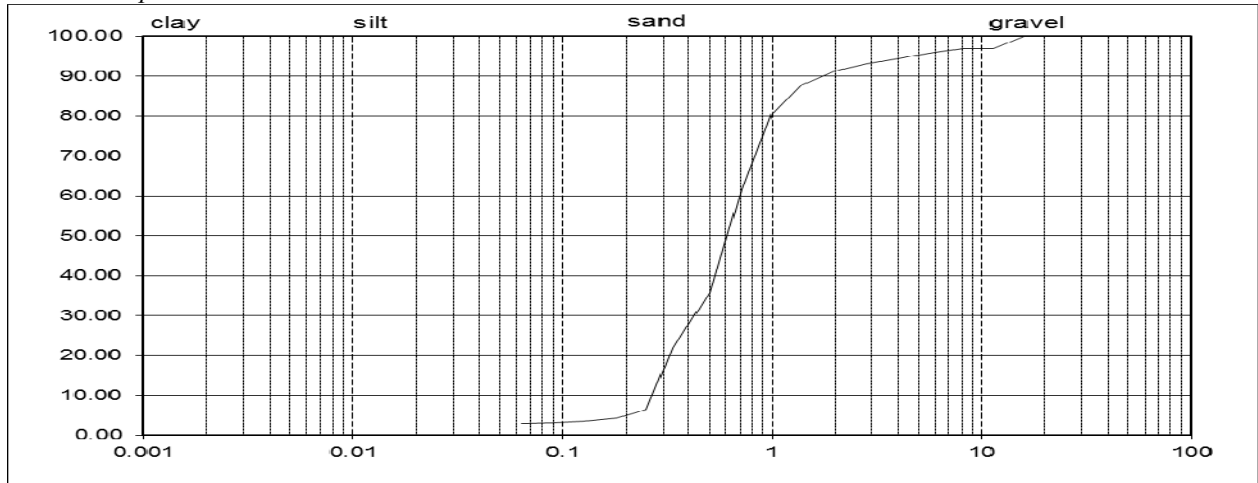


Fig. 10 Kornstorleksanalys av prov 2 Pump E49 (hädaneftter benämnd 2 Pump).

Prov 3 Damm

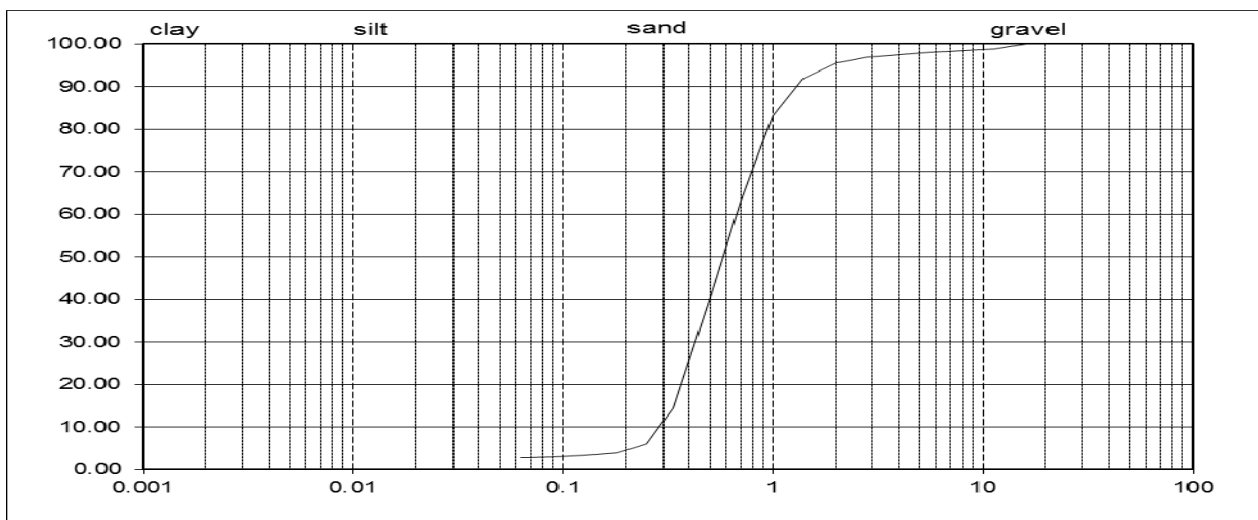


Fig. 11 Kornstorleksanalys av prov 3 Damm 36 (hädaneftter benämnd 3 Damm).

Prov 4 Pump

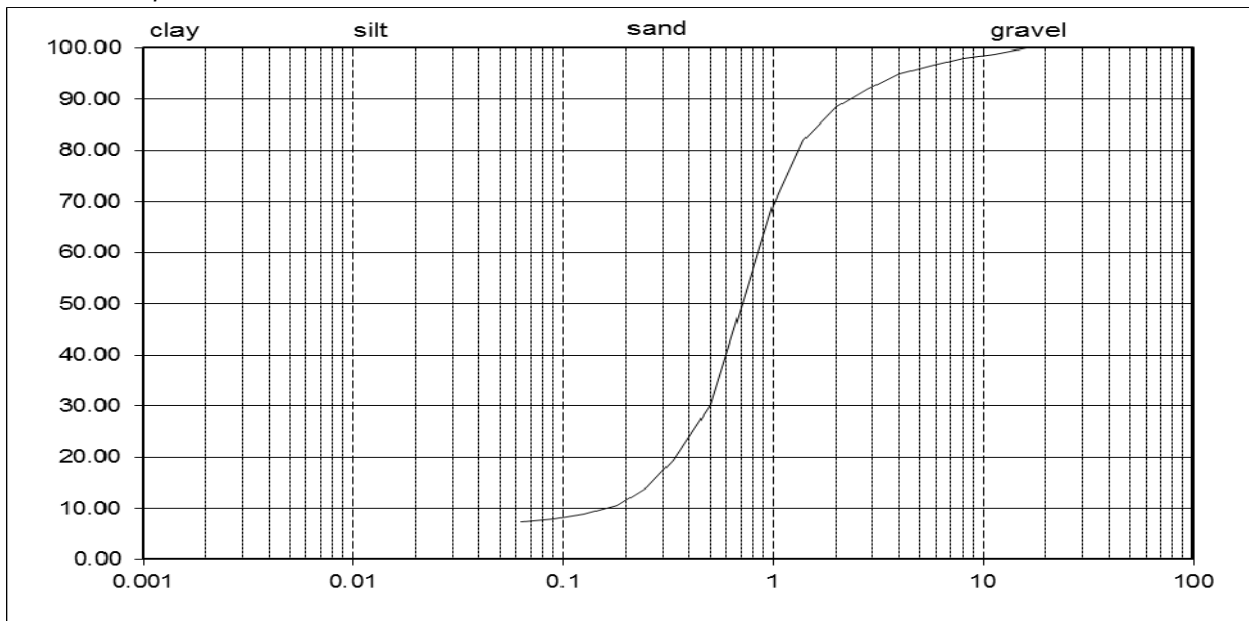


Fig. 12 Kornstorleksanalys av prov 4 Pump J3 (hädanefter benämnd 4 Pump).

Prov 5 Damm

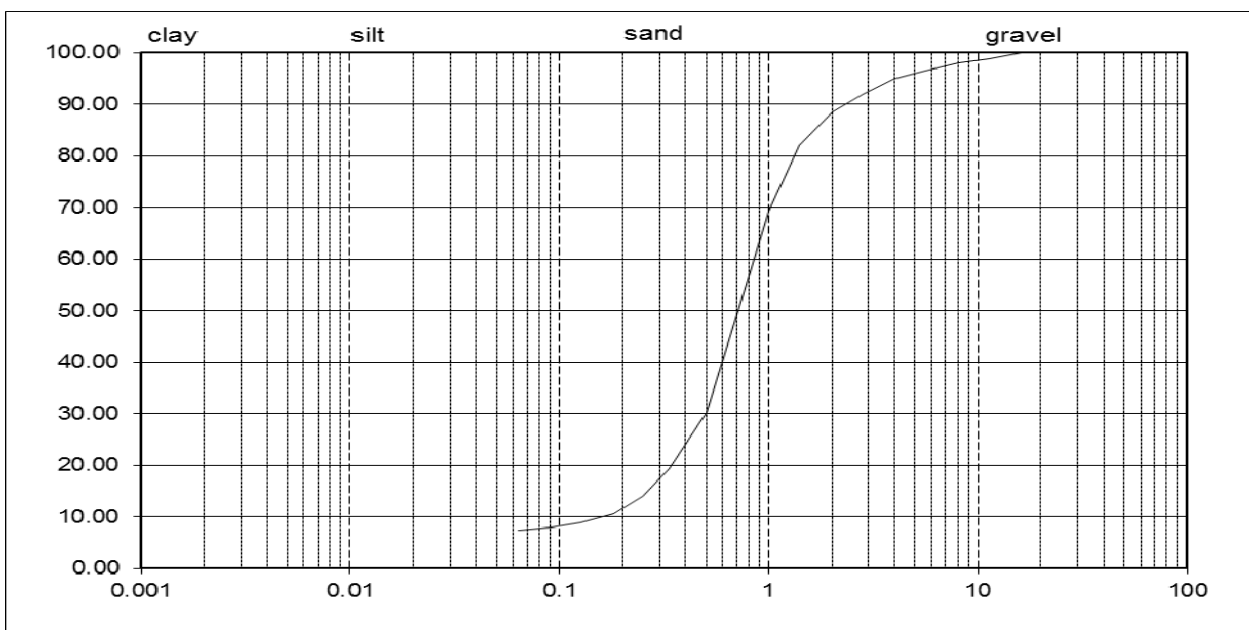


Fig. 13 Kornstorleksanalys av prov 5 Damm 223 (hädanefter benämnd 5 Damm).

halter mellan 0 och 49 % och utgör tillsammans ca 14 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Medelvärdet för kalciumkarbonathalten för prov 1 Damm har beräknats till 13,58 % av totala sedimentprovet.

Prov 2 Pump - Siktfractionerna inom finsand (0,063 – 0,250 mm) (ca 4 % av sandprovet) uppvisar kalciumkarbonathalter på ca 3-8 %. Samtidigt utgör dessa fraktioner endast ca 10 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentet. Den helt dominerande mellan-grusandfraktionen (0,250 – 2,00 mm) (ca 87 % av sandprovet) har

en kalciumkarbonathalt varierande mellan 1 och 3 % på ingående fraktioner och utgör tillsammans 85 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Grusfraktionerna (2,00 – 22,40 mm) (ca 3 % av sandprovet) har också höga kalciumkarbonathalter mellan 0 och 4 % och utgör tillsammans ca 5 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Medelvärdet för kalciumkarbonathalten för prov 2 Pump har beräknats till 1,86 % av totala sedimentprovet.

Prov 3 Damm - Siktfractionerna inom finsand (0,063 – 0,250 mm) (ca 3 % av sandprovet) upp-

visar kalciumkarbonathalter på ca 9-16 %. Samtidigt utgör dessa fraktioner endast ca 3 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentet. Den helt dominerande mellan-grovsandfraktionen (0,250 – 2,00 mm) (ca 90 % av sandprovet) har en kalciumkarbonathalt varierande mellan 10 och 13 % på ingående fraktioner och utgör tillsammans 93 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Grusfraktionerna (2,00 – 22,40 mm) (ca 4 % av sandprovet) har också höga kalciumkarbonathalter mellan 0 och 18 % och utgör tillsammans ca 8 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Medelvärde för kalciumkarbonathalten för prov 3 Damm har beräknats till 11,14 % av totala sedimentprovet.

Prov 4 Pump - Siktfraktionerna inom finsand (0,063 – 0,250 mm) (ca 7 % av sandprovet) uppvisar kalciumkarbonathalter på ca 3-11%. Samtidigt utgör dessa fraktioner endast ca 7 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentet. Den helt dominerande mellan-grovsandfraktionen (0,250 – 2,00 mm) (ca 75 % av sandprovet) har en kalciumkarbonathalt varierande mellan 2 och 9 % på ingående fraktioner och utgör tillsammans 75 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Grusfraktionerna (2,00 – 22,40 mm) (ca 12 % av sandprovet) har också höga kalciumkarbonathalter mellan 0 och 11 % och utgör tillsammans ca 18 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Medelvärde för kalciumkarbonathalten för prov 4 Pump har beräknats till 4,62 % av totala sedimentprovet.

Prov 5 Damm – Siktfraktionerna inom finsand (0,063 – 0,250 mm) (ca 8 % av sandprovet) uppvisar kalciumkarbonathalter på ca 2-9 %. Samtidigt utgör dessa fraktioner endast ca 8 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentet. Den helt dominerande mellan-grovsandfraktionen (0,250 – 2,00 mm) (ca 63 % av sandprovet) har en kalciumkarbonathalt varierande mellan 2 och 5 % på ingående fraktioner och utgör tillsammans 56 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Grusfraktionerna (2,00 – 22,40 mm) (ca 24 % av sandprovet) har också höga kalciumkarbonathalter mellan 0 och 10 % och utgör tillsammans ca 36 % av totala kalciumkarbonathalten i sedimentprovet. Medelvärde för kalciumkarbonathalten för

prov 5 Damm har beräknats till 3,73 % av totala sedimentprovet.

Sandprovet med högst kalciumkarbonathalt är således prov 1 Damm (13,58 %), medan prov 2 Pump uppvisar lägst kalciumkarbonathalt (1,86 %). Det dubbla testprovet som togs från prov 1 Damm visar att utförd syrebehandling på samma prov ger likartat resultat då skillnaden i kalciumkarbonat mellan de två proverna endast skiljer sig på 0,15 g (se tabell 3).

Medelvärdet av kalciumkarbonathalten för alla de fem sandproverna kan beräknas enligt:

$$124,16 \text{ g/l} / 774,33 \text{ g} * 100 = 6,998 \approx 7 \%$$

4.3 Kalciumkarbonathalt i infiltrationsområdet

För att bestämma den totala mängden kalciumkarbonat i infiltrationsområdet har volymen sand inom infiltrationsområdet beräknats genom att multiplicera ytan inom infiltrationsområdet (Fig. 8) med det minsta maxdjupet och det maximala maxdjupet av isälvsavlagringar i infiltrationsområdet (10 – 15 m).

$$\text{Yta av infiltrationsområdet: } 2,64 \text{ km}^2 = 2,64 \text{ km}^2 * 1000 * 1000 = 2\,640\,000 \text{ m}^2$$

Totalt djup av isälvsavlagringarna inom infiltrationsområdet: 10 - 15 m

$$\text{Volym: } 2\,640\,000 \text{ m}^2 * 10 = 26\,400\,000 \text{ m}^3$$

$$2\,640\,000 \text{ m}^2 * 15 = 39\,600\,000 \text{ m}^3$$

För att beräkna totalmassa av kalciumkarbonat inom området måste en uppskattning av massan isälvmaterial beräknas genom en uppskattning av dess densitet. Vid provtagning gjordes en uppskattning av dylik densitet genom att dividera torrvikten av prov 1 Damm(500 ml) och prov 3 Damm (500 ml) med deras sammanlagda volym (1000 ml):

$$1\,677,09 \text{ g/l} / 1\,000 \text{ ml} = 1,6771 \text{ g/ml} \approx 1,68 \text{ g/cm}^3 * (1 \text{ kg} / 1\,000 \text{ g}) * (100 \text{ cm} / 1 \text{ m})^3 = 1,68 * 1\,000 = 1\,680 \text{ kg/m}^3$$

En sådan låg densitet erhålls emellertid pga. att

Tabell 3. Resultat av kalciumkarbonathalten i de representativa proven från prov 1 damm.

Prov	Testprov 1	Testprov 2	Differens (g)
Vikt (g) innan HCl	29,11	29,11	0
Vikt (g) efter HCl	24,87	24,72	0,15

porositeten ökat vid upptagningen av provet från marken till en orealistiskt hög procentsats. En mer sannolik porositet på 25-35% av kvarts densitet på 2,65 ton/m³ är lämpligt och ger istället en densitet mellan 1,7 och 2,0 ton/m³. Ett medelvärde mellan 1,7 och 2,0 ton/m³ har en densitet på 1,85 ton/m³ vilket har valts att räknas på.

Densiteten multipliceras med de två olika volymerna av material för att få totalmassan:

$$26\,400\,000 * 1\,850 = 48\,840\,000\,000 \text{ Kg} = 48\,840\,000 \text{ ton}$$

$$39\,600\,000 * 1\,850 = 73\,260\,000\,000 \text{ Kg} = 73\,260\,000 \text{ ton}$$

Medelvärdet för kalciumkarbonaten i de fem proverna (bilaga 1-5) uppgår enligt ovan till 7 %.

Totalmassa kalciumkarbonat i infiltrationsområdet:

$$0,07 * 48\,840\,000 = 3\,418\,800 \text{ ton CaCO}_3 \approx 3\,400\,000 \text{ ton CaCO}_3$$

$$0,07 * 73\,260\,000 = 5\,128\,200 \text{ ton CaCO}_3 \approx 5\,100\,000 \text{ ton CaCO}_3$$

Från undersökningen 2005 – 2007 visar det sig att 9,5 mg Ca/liter tillkommer från att vattnet infiltreras och sedan pumpas upp. Utifrån den faktan kan det beräknas att det årligen löses ut 750 ton CaCO₃ från jordlagren i infiltrationsområdet på Vombverket (se bilaga 6 för beräkning).

4.4 Neutralisationskraften

Neutralisationskraften för de fem olika provtagningspunkterna beräknas enligt följande:

$$1 \text{ Damm: } 46,72 \text{ g CaCO}_3 * 1 \text{ mol CaCO}_3/100,0872 \text{ g CaCO}_3 = 0,467 \text{ mol CaCO}_3 * 2 = 0,934 \text{ mol HCl}$$

0,934 mol HCl kan neutraliseras av 46,72 g CaCO₃.

$$2 \text{ Pump: } 6,46 \text{ g CaCO}_3 * 1 \text{ mol CaCO}_3/100,0872 \text{ g CaCO}_3 = 0,065 \text{ mol CaCO}_3 * 2 = 0,130 \text{ mol HCl}$$

0,130 mol HCl kan neutraliseras av 6,46 g CaCO₃.

$$3 \text{ Damm: } 41,3 \text{ g CaCO}_3 * 1 \text{ mol CaCO}_3/100,0872 \text{ g CaCO}_3 = 0,413 \text{ mol CaCO}_3 * 2 = 0,826 \text{ mol HCl}$$

0,826 mol HCl kan neutraliseras av 41,3 g CaCO₃.

$$4 \text{ Pump: } 16,27 \text{ g CaCO}_3 * 1 \text{ mol CaCO}_3/100,0872 \text{ g CaCO}_3 = 0,167 \text{ mol CaCO}_3 * 2 = 0,334 \text{ mol HCl}$$

$$= 0,334 \text{ mol HCl}$$

0,334 mol HCl kan neutraliseras av 16,27 g CaCO₃.

$$5 \text{ Damm: } 13,41 \text{ g CaCO}_3 * 1 \text{ mol CaCO}_3/100,0872 \text{ g CaCO}_3 = 0,134 \text{ mol CaCO}_3 * 2 = 0,268 \text{ mol HCl}$$

0,268 mol HCl kan neutraliseras av 13,41 g CaCO₃.

Neutralisationskraften över hela infiltrationsområdet från det minsta maxdjupet och det maximala maxdjupet:

$$3\,400\,000 \text{ ton CaCO}_3 * 1000 * 1000 = 3\,400\,000\,000\,000 \text{ g CaCO}_3$$

$$5\,100\,000 \text{ ton CaCO}_3 * 1000 * 1000 = 5\,100\,000\,000\,000 \text{ g CaCO}_3$$

$$3\,400\,000\,000\,000 * 1 \text{ mol CaCO}_3/100,0872 \text{ g CaCO}_3 = 33\,970\,377\,830 \text{ mol CaCO}_3$$

$$33\,970\,377\,830 \text{ mol CaCO}_3 * 2 = 67\,940\,755\,660 \text{ mol HCl} \approx 68\,000\,000\,000 \text{ mol HCl}$$

$$5\,100\,000\,000\,000 \text{ g CaCO}_3 * 1 \text{ mol CaCO}_3/100,0872 \text{ g CaCO}_3 = 50\,955\,566\,760 \text{ mol CaCO}_3$$

$$50\,955\,566\,760 \text{ mol CaCO}_3 * 2 = 101\,911\,133\,500 \text{ mol HCl} \approx 100\,000\,000\,000 \text{ mol HCl}$$

Mellan 68 000 000 000 mol HCl och 100 000 000 000 mol HCl kan neutraliseras på 3 400 000 ton CaCO₃ och 5 100 000 ton CaCO₃ i infiltrationsområdet.

5 Diskussion

Genom beräkning av medelvärdet av kalciumkarbonaten i alla de fem sandproverna kan en totalmassa av kalciumkarbonat i Vombverkets infiltrationsområde uppskattas utifrån volymen och densiteten inom infiltrationsområdet. Kalciumkarbonatmassan i infiltrationsområdet uppgår till en variation av 3 400 000 ton kalciumkarbonat och 5 100 000 ton kalciumkarbonat. Likväl kan neutralisationskraften för det inneslutna området fastläggas utifrån den totala variationen av kalciumkarbonatmassan i infiltrationsområdet. Mellan 68 000 000 000 mol HCl och 100 000 000 000 mol HCl kan neutraliseras på 3 400 000 ton kalciumkarbonat och 5 100 000 ton kalciumkarbonat. En beräkning av hur mycket kalciumkarbonat som löses upp årligen i infiltrationsområdet resul-

terar i 750 ton CaCO₃/år. Det vill säga att kalciumkarbonatmängden i infiltrationsområdet är stor och kan tänkas buffra det infiltrerade vattnet i många år framöver.

Kornstorlekarna i de fem sandproverna påvisar att fraktionerna mellan- till grovsand innehåller störst mängd kalciumkarbonat. Det är relevant eftersom det är det material som är mest volym- och viktmässigt i alla respektive fem sandproverna. De enskilda kornen med högst kalciumkarbonathalt föll däremot inte inom kornstorleksramen mellan- och grovsand, utan de föll inom antingen finsand eller grus. I jordlagren kan det tolkas att man hittar störst mängd kalciumkarbonat i kornstorleken mellan- till grovsand. De grövre fraktionerna vägde mer efter frätning av HCl. Troligtvis beror det på att de inte torkade tillräckligt i ugnen under natten. Ett försök gjordes att torka dessa prov längre. De allra grövsta fraktionerna hjälpte det på ibland, men de mindre grova vägde trots allt mer än vad de gjorde före frätning. Det kan fortfarande handla om att de inte hann torka tillräckligt, för det beror även på hur mycket vatten det fanns i glasbägaren när den ställdes in i ugnen.

Fränsningsstyrkan av fraktionerna i de olika sandproven överensstämmer någorlunda bra med vad slutresultatet från HCl-behandlingen visar. Prov 1 Damm och prov 3 Damm visar på att det finns en kalciumkarbonathalt på över 5 % i sandproven då majoriteten av fraktionerna fräter starkt och ihållande. Slutresultatet påvisar att de båda proverna har en kalciumkarbonathalt över 5 %. De andra tre proven, prov 2 Pump, prov 4 Pump och prov 5 Damm visar på att det kan finnas mindre än 5 % kalciumkarbonat i sandproven, vilket överensstämmer med slutresultatet då alla tre sandproverna har en kalciumkarbonathalt på under 5 %.

Som tidigare nämnts togs och genomfördes ett dubbelprov. Det dubbelprovet visar på att resultaten kan tolkas som noggranna då det inte skiljer mer än 1 g mellan de två testproven efter frätning av saltsyra. Resultaten av kalciumkarbonaten i de fem provpunkterna visar på att de högsta kalciumkarbonathalterna finns intill infiltrationsdammarna då 1 Damm hade en kalciumkarbonathalt på 13,58 % och 3 Damm en kalciumkarbonathalt på 11,14 % jämfört med de resterande 3 proverna som har en kalciumkarbonathalt mellan ca 2 och 5 %. Hög kalciumkarbonathalt i och kring infiltrationsdammarna är utmärkt, som prov 1 Damm och prov 3 Damm uppvisar, eftersom det är där vattnet infiltrerar ned via den omättade zonen till den mättade zonen och neutraliseras på vägen ned. Utifrån de olika resultaten av kalciumkarbonathalterna på olika provpunkter skiljde sig även neutralisationskraften mellan de fem sand-

proverna från varandra då neutralisationskraften följer kalciumkarbonathalten.

Det femte provet (5 Damm) togs på endast 1 meters djup, på grund av borrh tekniska problem, medan de andra fyra togs på 2 meters djup; syftet var dock att alla 5 skulle ligga på en nivå av 2 meters djup. Detta kan förklara varför kalciumkarbonathalten är lägre vid provpunkt 5 Damm än vid de andra provpunkterna som togs intill infiltrationsdammarna eller så är kalciumkarbonathalten generellt lägre i det området. Neutralisationskraften i prov 5 Damm är även här lägre än i prov 1 Damm och prov 3 Damm, det kan även förklaras av att prov 5 Damm är taget 1 meter närmare markytan än de två andra proverna och att neutralisationskraften följer kalciumkarbonathalten.

Den specifika ytan av kornen är större vid mindre kornstorlek därmed kan det påverka att kornen av mindre kornstorlek visar en högre halt kalciumkarbonat än de större kornen. Därav bör framförallt de grövre kornen krossas vid en framtida undersökning av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet i Vombverket.

Jordartskartan Tomelilla SV (Daniel, 1999) anger i bergartssammansättningen att det finns en möjlig kalciumkarbonatsammansättning i marken på ca 15 % (10 % paleozoisk kalksten och 5 % kritbergarter). Utifrån undersökningen i det föreliggande arbetet ger den informationen två indikationer. Först att resultatet i föreliggande arbete ger ett trovärdigt resultat då ett av proverna uppvisade 14 % kalciumkarbonat. Dessutom visar det att undersökningen i beskrivningen till jordartskartan kan vara aningen optimistisk då de funna kalciumkarbonathalterna i föreliggande arbete ligger på en variation mellan 2 och 14 % kalciumkarbonat beroende på var i infiltrationsområdet man befinner sig. Detsamma gäller medelvärdet av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet som ligger på 7 %. Det ska dock påpekas att i de 15 % kalciumkarbonatförande stenarterna finns det samtidigt andra mineral än just kalciumkarbonat. Det innebär att de 15 % som jordartskartan syftar på är inte ren kalciumkarbonat.

Andra metoder finns för att framställa kalciumkarbonatmängden i sandprover som också har sina för- och nackdelar som den metod som används i föreliggande arbete. För att få en bättre uppfattning av kalciumkarbonathalten i Vombverkets infiltrationsområde bör fler prover tas som är jämnt utspridda och fördelade över ytan. Därmed bör det även tas prover på ett mer utspritt, frekvent och större djup än vad som förekommit i detta arbete. Det kommer att leda till en mer exakt uppfattning och samtidigt en mer heltäckande bild av området. Det kan då vara möjligt att man ur-

skiljer områden där kalciumkarbonathalten antingen är högre eller lägre. Fler provtagningar ger även ett bättre svar på hur buffringskapaciteten är på det totala och möjliga djupet av infiltrationsområdet.

5.1 Felkällor

- Proven skulle möjligen behöva stå under en längre period i saltsyra för att all CaCO_3 säkert hade förbrukats. Det kan framförallt gälla de grövre fraktionerna i sandproven som mestadels inte visade någon stor förändring i vikt efter behandling med HCl.
- Vid karteringen föll sediment från kanterna ned i hålet, vilket kan innebära att allt insamlat material inte är från samma djup.
- Prov 5 Damm togs på endast 1 meters djup istället för 2 meters djup som resterande prover togs på, på grund av sten som gjorde att spadborren fastnade.
- Förlust av material vid förflyttning från skål till sikt till plastpåse till glasbägare.
- Förlust av material genom ej färdigsedimenterat prov vid avtappning av HCl eller vid neutralisationsfasen av proverna.
- Material < 0,063 mm tvättades bort i siktnalysen för att göra siktningen möjlig, vilket ledde till att kalciumkarbonathalten i materialen < 0,063 mm inte uppmättes.
- Efter användning av HCl stod vissa prov längre i ugn än andra
- De grövre fraktionerna hade möjligtvis behövt krossas före tillförsel av HCl för att ge bättre reaktion av kalciumkarbonat i kornen.
- Stor del av bakgrundsfakta kommer från Sydvatten. Det beror på att Sydvatten föreligger med rätt information angående information om infiltrationsområdet i Vombverket.
- Det gjordes ingen beräkning av att nederbörden kan påverka surheten och tillförsel av vattenmängden i infiltrationsområdet.

6 Slutsatser

Fem sandprover insamlades från infiltrationsområdet i Vombverket för analys. Siktnalys och kalciumkarbonatanalys utfördes på sandproverna. Siktnalysen gjordes för att bestämma kalciumkarbonathalten i olika fraktioner och resultatet blev att fraktionerna mellansand och grovsand

dominerade vikt- och volymmässigt och därmed representerar den högsta halten kalciumkarbonat i respektive sandprov. Kalciumkarbonathalten i vardera fem sandprover visar att; Prov 1 Damm har den högsta kalciumkarbonathalten på 13,58%. Medan prov 2 Pump har lägst kalciumkarbonathalt på 1,86 %.

Neutralisationskraften för provpunkterna skiljer sig från varandra beroende på mängden kalciumkarbonat i respektive sandprov. I prov 1 Damm är neutralisationskraften som högst på 0,934 mol HCl på 46,72 g CaCO_3 . I prov 2 Pump är neutralisationskraften som lägst på grund av lägre kalciumkarbonathalt, 0,130 mol HCl på 6,46 g CaCO_3 . Proverna med högst kalciumkarbonathalt och högst/bäst neutralisationskraft ligger intill infiltrationsdammarna. Dock har prov 5 Damm mycket lägre kalciumkarbonathalt, vilken även ger den en lägre neutralisationskraft än prov 1 Damm och prov 3 Damm som också ligger intill infiltrationsdammarna. Orsaken till den lägre kalciumkarbonathalten och neutralisationskraften kan bero på att prov 5 Damm är taget på 1 meters djup medan de andra två proven är tagna på 2 meters djup.

Kalciumkarbonatmängden i hela infiltrationsområdet beräknades till en variation av totalmassa på 3 400 000 ton kalciumkarbonat till 5 100 000 ton kalciumkarbonat. Neutralisationskraften beräknades till att Mellan 68 000 000 000 mol HCl och 100 000 000 000 mol HCl kan neutraliseras på 3 400 000 ton kalciumkarbonat och 5 100 000 ton kalciumkarbonat i infiltrationsområdet i Vombverket. Förbrukningen av kalciumkarbonat i infiltrationsområdet beräknades till 750 ton CaCO_3 per år. Med tanke på det är kalciumkarbonathalten generellt god i infiltrationsområdet, likväl som buffringsförmågan är generellt hög. Infiltrationsområdet har en hög kapacitet att buffra inkommande vatten under en lång tid framöver.

Fler och mer utförliga undersökningar bör trots allt utföras innan en mer rättvisande bild av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet kan fastställas. Det gäller i flera aspekter av arbetet. För det första bör fler och mer jämnt utspridda och fördelade prover tas i området för att få en mer exakt bedömning av kalciumkarbonaten i infiltrationsområdet och samtidigt en mer heltäckande bild av området. Fler och mer jämnt fördelade provpunkter och prover är även bra för att få en bild av variationen av kalciumkarbonathalten i infiltrationsområdet. Trots att området är homogent leder det inte automatiskt till att kalciumkarbonathalten är homogen i området. För det andra bör provtagningar ske på ett mer utspritt och större djup, dvs. på olika punkter på vägen ner till lerlagret under isälvsavlagringarna. Därigenom

får man en mer rättvisande och tydligare bild av hur stor mängd kalciumkarbonat hela området innehåller och dess potentiella buffringskapacitet.

Utifrån det resultat som erhålls av kalciumkarbonatmängden i infiltrationsområdet i Vombverket skulle det vara möjligt att ta in ett surare vatten än Vombsjövattnet. Marken kommer att buffra det infiltrerade vattnet bra med den mängd kalciumkarbonat som finns i jordlagren i infiltrationsområdet och den neutralisationskapacitet som kalciumkarbonaten har. Däremot är fler undersökningar starkt rekommenderade och bör göras för att bedöma en potentiell buffring av ett införande av annat vatten med andra egenskaper. Framförallt en undersökning av hela djupet. Idag kan det endast antas att kalciumkarbonathalten är stabil vid ett fåtal punkter ända ned till lerskiktet under isälvsavlagringarna. Undersökningen har mest gett en inblick av hur stor kalciumkarbonatmängden i infiltrationsområdet kan uppskattas att vara, men för att få ett svar som är relevant för att föra in ett surare vatten med säkerhet måste fler och större undersökningar genomföras.

7 Tack

Stort tack till min handledare Per Möller på geologiska institutionen på Lunds universitet för att ha väglett mig genom arbetet. Ett stort tack till mina handledare Kenneth M Persson och Linda Parkefelt på Sydvatten för att ha gett mig denna möjlighet att skriva mitt examensarbete hos er och har stöttat och hjälpt mig genom hela examensarbetet. Jag vill rikta ett tack till alla anställda på den geologiska institutionen för att ha hjälpt mig med vissa praktiska delar genom mitt examensarbete. Framförallt tack till Per Sandgren, Helena Alexandersson, Git Klintvik-Ahlberg och Britta Smångs. Jag vill även tacka Vombverket för att ha gjort provtagningarna möjliga, framförallt ett tack till Mikael Henriksson på Vombverket för att åkt med och hjälp till med borrhningen. Samt tack till Lars-Anders Fridström på Vombverket för nödvändig information om infiltrationsområdet på Vombverket. Jag vill tacka min familj och vänner för all stöttning och hjälp jag har fått med examensarbetet.

8 Referenser

- Brönmark, C & Hansson, L-A. 2010: *The biology of lakes and ponds*. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 285 s.
- Collvin, L. & Månsson, J-I. 2011: *Vombsjön – nätprovfiske 2011*. Länsstyrelsen i Skåne Län. Hämtad den 13 oktober 2014, från: http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/djur-och-natur/fiske/Sj%C3%B6provfiske_Kalkning_Vombsjon_Provfiske_2011.pdf
- Daniel, E. 1992: *Jordartskartan 2D/1D = Beskrivning till jordartskartorna Tomelilla SV och Ystad NV = Description to the quaternary maps Tomelilla SV and Ystad NV*. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- Deer, W-A. (red.). 2004: *Framework silicates: Silica minerals, Feldspathoids and the Zeolites*. London: Geological Society
- Delteus, Å. & Kristiansson, J. (red.) 2000: *Kompendium i jordartsanalys: laboratorieanalyser*. 4. omarb. uppl. Stockholm: Kvartergeologiska institutionen, Stockholms universitet, 2000, 166 s.
- Fridström, L-A. 2014: Projektingenjör på Sydva-
ten AB Vomb. 2014. Intervju och mejl 29/10 & 31/10.
- Gustafsson, Ove., 2005. *Beskrivning till karta över grundvattnet i Skåne Län = Description to the Hydrological map of Skåne county*. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- Hanson, G. 2000: *Konstgjord grundvattenbildning: 100-årig teknik inom svensk dricksvattenförsörjning*. Va-forsk rapport, 2000-5.
- Håkansson, Å. & Sjöberg, A. 2006: *Grundvattenmodell, Vombfältet: Uppbyggnad och kallibrering*. Malmö: WSP environmental.
- Länsstyrelsen. 1983: *Vombsjön: faktasammanställning 1983*. Länsstyrelsen i Malmöhus län, Naturvårdsenheten, 105 s.
- Länsstyrelsen i Skåne Län. 2012: Vombsjön. Hämtad den 15 september 2014, från: <http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/Fakta%20om%20sk%C3%A5nska%20sj%C3%B6ar/Vombsj%C3%B6n.pdf>
- M.Persson, K. 2014: Forskningschef på Sydva-
ten AB och professor i tekniskt vattenresurslära vid Lunds Universitet. Intervju 17/9.
- Parkefelt, L. 2014: Forskningsledare på Sydva-
ten AB. Intervju 8/9 & 16/9.
- Sveriges geologiska undersökning. 1989: Karta över jordarterna i Tomelilla SV. [kartografiskt material]. 1:50 000. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- Sveriges geologiska undersökning. 2000: Karta över grundvattnet i Skåne län. [kartografiskt material]. 1:250 000. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- Sydvatten. 2013: Årsredovisning 2013, 42 s.
- Sydvatten. 2014: Vår verksamhet. Hämtad den 11 september 2014, från: <http://sydvatten.se/var-verksamhet>
- Sydvatten. 2011: Uttagsrätter. Hämtad den 11 september 2014, från: <http://sydvatten.se/var-verksamhet/ravattentakter/uttagsratter>
- Sydvatten. 2014: Vårt uppdrag. Hämtad den 12 september 2014, från: <http://www.sydvatten.se/om-sydvatten>
- Sydvatten. 2014: Bolmentunneln. Hämtad den 12 september 2014, från: <http://www.sydvatten.se/bolmentunneln-1>
- Sydvatten. 2014: Vombverket. Hämtad den 16 september 2014, från: <http://sydvatten.se/var-verksamhet/vattenverk/vombverket>

Figurförteckning

- *Fig. 1. Länsstyrelsen Skåne., Karta över Skåne. Hämtad den 8 oktober 2014. Från: <http://www.lansstyrelsen.se/skane/sv/om-lansstyrelsen/eu-och-internationellt/lagar-och-regelverk/Pages/Fiskvattendirektivet.aspx>
- Fig. 1. Sydvatten., 2013, bild på Vombverket. Hämtad den 8 oktober 2014. Från: <http://www.sydvatten.se/se-filmen-om-vombverket>
- Fig. 2. Sydvatten., 2014, delägarkommuner. Hämtad den 12 september 2014. Från: <http://www.sydvatten.se/om-sydvatten/delagarkommuner>
- Fig. 3. Sydvatten., u.å., vattenberedning Vombverket. Hämtad 18 september 2014. Från: [http://sydvatten.se/\\$2/vombverket-process.pdf](http://sydvatten.se/$2/vombverket-process.pdf)
- *Fig. 4. Länsstyrelsen i Skåne Län., 2012, Vattenkemiskt tillstånd. Hämtad den 23 september 2014. Från: <http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/Fakta%20om%20sk%C3%A5nska%20sj%C3%B6ar/Vombsj%C3%B6n.pdf>
- *Fig. 5. Länsstyrelsen i Skåne Län., 2012, Avrinningsområde. Hämtad den 23 september 2014. Från: <http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/Fakta%20om%20sk%C3%A5nska%20sj%C3%B6ar/Vombsj%C3%B6n.pdf>
- Fig. 6. Sveriges geologiska undersökning, 2014. Jordartskarta över sydvästra Vombsjön området. [kartografiskt material]. 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, SGU.
- Fig. 7. Sveriges geologiska undersökning, 2014. Grundvattenkarta över sydvästra Vombsjön området. [kartografiskt material]. 1:250 000. Sveriges geologiska undersökning, SGU.
- * Fått godkännande från Länsstyrelsen Skåne att få använda deras figurer i arbetet.

Bilaga 1

1 Damm

Bilaga 1. Beräkning och resultat av kalciumkarbonathalten vid provtagningspunkten 1 damm, samt viktfordelning av kornstorlekar.

material mm	Vikt material (g) innan saltsyra	Vikt material (g) efter saltsyra	Total mängd Karbonat (g)	% Karbonat-halt
Total mängd	354,32			
Efter tvätt	343,90			
mtrl<0.063	10,42			
mtrl<0.063 (%)	2,94			
>22.40	0	0	0	0
22.40-19.00	0	0	0	0
19.00-16.00	0	0	0	0
16.00-11.20	10,76	10,79	-0,03	-0,28
11.20-8.00	0	0	0	0
8.00-5.60	4	2,47	1,53	38,25
5.60-4.00	5,1	2,57	2,53	49,61
4.00-2.80	4,34	3,28	1,06	24,42
2.80-2.00	6,1	4,71	1,39	22,79
2.00-1.40	12,45	10,18	2,27	18,23
1.40-1.00	25,88	22,17	3,71	14,34
1.00-0.710	67,44	58,75	8,69	12,89
0.710-0.500	91,97	80,28	11,69	12,71
0.500-0.355	48,76	42,78	5,98	12,26
0.355-0.250	54,59	48,55	6,04	11,06
0.250-0.180	7,76	6,8	0,96	12,37
0.180-0.125	2,78	2,35	0,43	15,47
0.125-0.090	1,21	0,95	0,26	21,49
0.090-0.063	0,85	0,64	0,21	24,71
Total	343,99	297,27	46,72	13,58

Bilaga 2

2 Pump

Bilaga 2. Beräkning och resultat av kalciumkarbonathalten vid provtagningspunkten 2 pump, samt vikt-fördelning av kornstorlekar.

material mm	Vikt material (g) innan saltsyra	Vikt material (g) efter saltsyra	Total mängd Karbonat (g)	% Karbonat-halt
Total mängd	369,83			
Efter tvätt	347,76			
mtrl<0.063	22,07			
mtrl<0.063 (%)	5,97			
>22.40	0	0	0	0
22.40-19.00	0	0	0	0
19.00-16.00	0	0	0	0
16.00-11.20	0	0	0	0
11.20-8.00	1,39	1,38	0,01	0,72
8.00-5.60	0,22	0,22	0	0
5.60-4.00	1,54	1,5	0,04	2,60
4.00-2.80	3,43	3,4	0,03	0,87
2.80-2.00	6	5,77	0,23	3,83
2.00-1.40	12,93	12,65	0,28	2,17
1.40-1.00	35,86	35,38	0,48	1,34
1.00-0.710	95,64	94,24	1,4	1,46
0.710-0.500	115,98	114,09	1,89	1,63
0.500-0.355	45,44	44,45	0,99	2,18
0.355-0.250	16,28	15,8	0,48	2,95
0.250-0.180	5,83	5,61	0,22	3,77
0.180-0.125	3,63	3,51	0,12	3,31
0.125-0.090	1,95	1,79	0,16	8,21
0.090-0.063	1,64	1,51	0,13	7,93
Total	347,76	341,3	6,46	1,86

Bilaga 3

3 Damm

Bilaga 3. Beräkning och resultat av kalciumkarbonathalten vid provtagningspunkten 3 damm, samt vikt-fördelning av kornstorlekar.

material mm	Vikt material (g) innan saltsyra	Vikt material (g) efter saltsyra	Total mängd Karbonat (g)	% Karbonat-halt
Total mängd	381,22			
Efter tvätt	370,75			
mtrl<0.063	10,47			
mtrl<0.063 (%)	2,75			
>22.40	0	0	0	0
22.40-19.00	0	0	0	0
19.00-16.00	0	0	0	0
16.00-11.20	4,84	4,65	0,19	3,93
11.20-8.00	1,35	1,3	0,05	3,70
8.00-5.60	1,35	1,31	0,04	2,96
5.60-4.00	1,8	1,64	0,16	8,89
4.00-2.80	2,41	1,97	0,44	18,26
2.80-2.00	4,86	4,11	0,75	15,43
2.00-1.40	13,79	12	1,79	12,98
1.40-1.00	33,94	30,27	3,67	10,81
1.00-0.710	72,4	64,01	8,39	11,59
0.710-0.500	89,76	79,28	10,48	11,68
0.500-0.355	99,74	89,44	10,3	10,33
0.355-0.250	31,64	28,04	3,6	11,38
0.250-0.180	7,96	7,07	0,89	11,18
0.180-0.125	2,78	2,53	0,25	8,99
0.125-0.090	1,24	1,08	0,16	12,90
0.090-0.063	0,89	0,75	0,14	15,73
Total	370,75	329,45	41,3	11,14

Bilaga 4

4 Pump

Bilaga 4. Beräkning och resultat av kalciumkarbonathalten vid provtagningspunkten 4 pump, samt vikt-fördelning av kornstorlekar.

material mm	Vikt material (g) innan saltsyra	Vikt material (g) efter saltsyra	Total mängd Karbonat (g)	% Karbonat-halt
Total mängd	380,56			
Efter tvätt	352,24			
mtrl<0.063	28,32			
mtrl<0.063 (%)	7,44			
>22.40	0	0	0	0
22.40-19.00	0	0	0	0
19.00-16.00	0	0	0	0
16.00-11.20	4,66	4,72	-0,06	-1,29
11.20-8.00	2,82	2,9	-0,08	-2,84
8.00-5.60	5,81	5,37	0,44	7,57
5.60-4.00	5,78	5,62	0,16	2,77
4.00-2.80	11,87	10,52	1,35	11,37
2.80-2.00	13,05	12,01	1,04	7,97
2.00-1.40	24,22	21,99	2,23	9,21
1.40-1.00	48,63	45,51	3,12	6,42
1.00-0.710	73,43	70,1	3,33	4,53
0.710-0.500	75,41	73,29	2,12	2,81
0.500-0.355	41,03	40,08	0,95	2,32
0.355-0.250	20,2	19,68	0,52	2,57
0.250-0.180	13,54	13,2	0,34	2,51
0.180-0.125	6,49	6,17	0,32	4,93
0.125-0.090	3,21	2,96	0,25	7,79
0.090-0.063	2,09	1,85	0,24	11,48
Total	352,24	335,97	16,27	4,62

Bilaga 5

5 Damm

Bilaga 5. Beräkning och resultat av kalciumkarbonathalten vid provtagningspunkten 5 damm, samt vikt-fördelning av kornstorlekar.

material mm	Vikt material (g) innan saltsyra	Vikt material (g) efter saltsyra	Total mängd Karbonat (g)	% Karbonat-halt
Total mängd	382,23			
Efter tvätt	359,59			
mtrl<0.063	22,64			
mtrl<0.063 (%)	5,92			
>22.40	0	0	0	0
22.40-19.00	13,26	13,16	0,1	0,75
19.00-16.00	10,21	10,14	0,07	0,69
16.00-11.20	2,2	2,23	-0,03	-1,36
11.20-8.00	15,47	14,57	0,9	5,82
8.00-5.60	11,08	10,11	0,97	8,75
5.60-4.00	8,08	7,24	0,84	10,40
4.00-2.80	13,36	12,31	1,05	7,86
2.80-2.00	16,31	15,42	0,89	5,46
2.00-1.40	26,1	24,91	1,19	4,56
1.40-1.00	44,07	42,4	1,67	3,79
1.00-0.710	52,79	51,06	1,73	3,28
0.710-0.500	58,87	57,25	1,62	2,75
0.500-0.355	33,29	32,49	0,8	2,40
0.355-0.250	23,13	22,57	0,56	2,42
0.250-0.180	15,78	15,4	0,38	2,41
0.180-0.125	9,4	9,12	0,28	2,98
0.125-0.090	3,93	3,74	0,19	4,83
0.090-0.063	2,26	2,06	0,2	8,85
Total	359,59	346,18	13,41	3,73

Bilaga 6

Undersökningen 2005 – 2007 av vattenkvalitén i infiltrationsområdet inom Vombverket påvisade en ökning på 9,5 mg Ca/l efter infiltration i dammarna och grundvattentransport till uttagsbrunnarna. För att beräkna hur stor andel kalciumkarbonat som löses ut på de 9,5 mg Ca/l behöver först kalciummängden omvandlas till kalciumkarbonatmängd. På varje 100 g kalciumkarbonat går det 40 g kalcium:

$$\text{Kvot: } 100/40 = 2,5 \quad 2,5 * 9,5 \text{ mg Ca/liter} = 23,75 \text{ mg CaCO}_3/\text{liter} \quad 23,75 \text{ mg}/1\ 000 = 0,02375 \text{ g CaCO}_3/\text{liter}$$

Hur mycket kalciumkarbonat som förbrukas från jordlagren årligen beräknas enligt följande; I Vombverket pumpas det ut 1000 liter/sekund från verket. Varje liter ger 0,02375 g CaCO₃/l. Per sekund förbrukas:

$$1\ 000 * 0,02375 = 23,75 \text{ g CaCO}_3$$

På ett dygn pumpas:

$$3\ 600 * 1\ 000 = 3\ 600\ 000 \text{ liter/timme} \quad 3\ 600\ 000 * 24 = 86\ 400\ 000 \text{ liter/dygn}$$

På ett år (365 dagar) förbrukas:

$$86\ 400\ 000 * 365 = 31\ 536\ 000\ 000 \text{ liter/år Vatten pumpas}$$

$$31\ 536\ 000\ 000 \text{ liter} * 0,02375 \text{ g CaCO}_3/\text{liter} = 748\ 980\ 000 \text{ g CaCO}_3 \text{ per år}$$

$$748\ 980\ 000 / 1\ 000 = 748\ 980 \text{ Kg} = 748,98 \text{ ton} \approx 750 \text{ ton CaCO}_3 \text{ per år}$$

Årligen förbrukas 750 ton Kg CaCO₃ från jordlagren i infiltrationsområdet vid Vombverket.

Tidigare skrifter i serien

”Examensarbeten i Geologi vid Lunds universitet”:

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 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, Joaen, 2014: Bestämning av kvartshalt i sandprov - metodutveckling med OSL-, SEM- och EDS-analys. (15 hp)
384. Helmfrid, Annelie, 2014: Konceptuell modell över spridningsvägar för glasbruksföreningar 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 anomalt 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 feldspars. (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 borrhämlor 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: Paleoeko

- logisk och kemisk-fysikalisk undersökning av ett avvikande sedimentlager i Barsebäcks mosse, sydvästra Skåne, bil dat 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)
402. Heingård, Miriam, 2014: Long bone and vertebral microanatomy and osteohistology of 'Platecarpus' ptychodon (Reptilia, Mosasauridae) – implications for marine adaptations. (15 hp)
403. Kall, Christoffer, 2014: Microscopic echinoderm remains from the Darriwilian (Middle Ordovician) of Västergötland, Sweden – faunal composition and applicability as environmental proxies. (15 hp)
404. Preis Bergdahl, Daniel, 2014: Geoenergi för växthusjordbruk – Möjlig anläggning av värme och kyla i Västskåne. (15 hp)
405. Jakobsson, Mikael, 2014: Geophysical characterization and petrographic analysis of cap and reservoir rocks within the Lund Sandstone in Kyrkheddinge. (15 hp)
406. Björnfors, Oliver, 2014: A comparison of size fractions in faunal assemblages of deep-water benthic foraminifera—A case study from the coast of SW-Africa.. (15 hp)
407. Rådman, Johan, 2014: U-Pb baddeleyite geochronology and geochemistry of the White Mfolozi Dyke Swarm: unravelling the complexities of 2.70-2.66 Ga dyke swarms on the eastern Kaapvaal Craton, South Africa. (45 hp)
408. Andersson, Monica, 2014: Drumliner vid moderna glaciärer — hur vanliga är de? (15 hp)
409. Olsenius, Björn, 2014: Vinderosion, sanddrift och markanvändning på Kristianstadsslätten. (15 hp)
410. Bokhari Friberg, Yasmin, 2014: Oxygen isotopes in corals and their use as proxies for El Niño. (15 hp)
411. Fullerton, Wayne, 2014: REE mineralisation and metasomatic alteration in the Olserum metasediments. (45 hp)
412. Mekhaldi, Florian, 2014: The cosmic-ray events around AD 775 and AD 993 - Assessing their causes and possible effects on climate. (45 hp)
413. Timms Eliasson, Isabelle, 2014: Is it possible to reconstruct local presence of pine on bogs during the Holocene based on pollen data? A study based on surface and stratigraphical samples from three bogs in southern Sweden. (45 hp)
414. Hjulström, Joakim., 2014: Bortforsling av kaxblandat vatten från borrhningar via dagvattenledningar: Riskanalys, karaktärisering av kaxvatten och reningsmetoder. (45 hp)
415. Fredrich, Birgit, 2014: Metadolerites as quantitative P-T markers for Sveconorwegian metamorphism, SW Sweden. (45 hp)
416. Alebouyeh Semami, Farnaz, 2014: U-Pb geochronology of the Tsineng dyke swarm and paleomagnetism of the Hartley Basalt, South Africa – evidence for two separate magmatic events at 1.93-1.92 and 1.88-1.84 Ga in the Kalahari craton. (45 hp)
417. Reiche, Sophie, 2014: Ascertaining the lithological boundaries of the Yoldia Sea of the Baltic Sea – a geochemical approach. (45 hp)
418. Mroczek, Robert. 2014: Microscopic shock-metamorphic features in crystalline bedrock: A comparison between shocked and unshocked granite from the Siljan impact structure. (15 hp)
419. Balija, Fisnik. 2014: Radon ett samhällsproblem - En litteraturstudie om geologiskt sammanhang, hälsoeffekter och möjliga lösningar. (15 hp)
420. Andersson, Sandra. 2014: Undersökning av kalciumkarbonatförekomsten i infiltrationsområdet i Sydsvarens vattenverk, Vombverket. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund