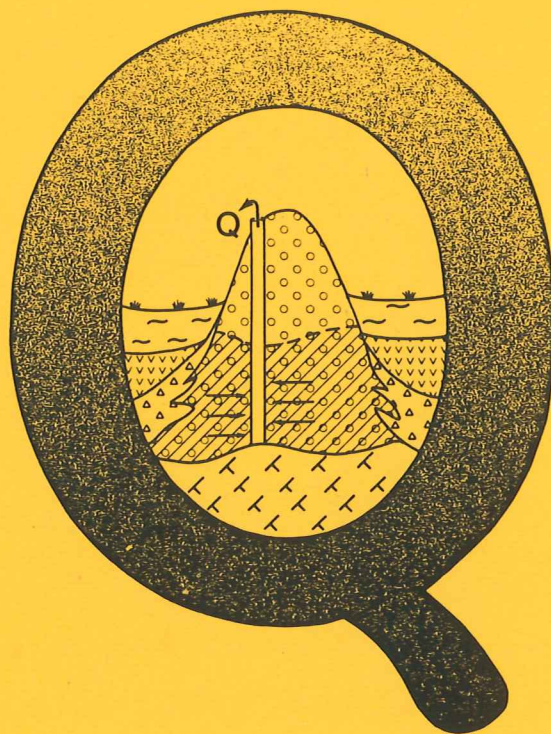


EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Kvartärgeologi



EN GEOLOGISK OCH GEOHYDROLOGISK
UNDERSÖKNING AV SIESJÖOMRÅDET
NORR OM SÖLVESBORG

Per Leander

Charlotte Persson

Lunds univ. Geobiblioteket



15000

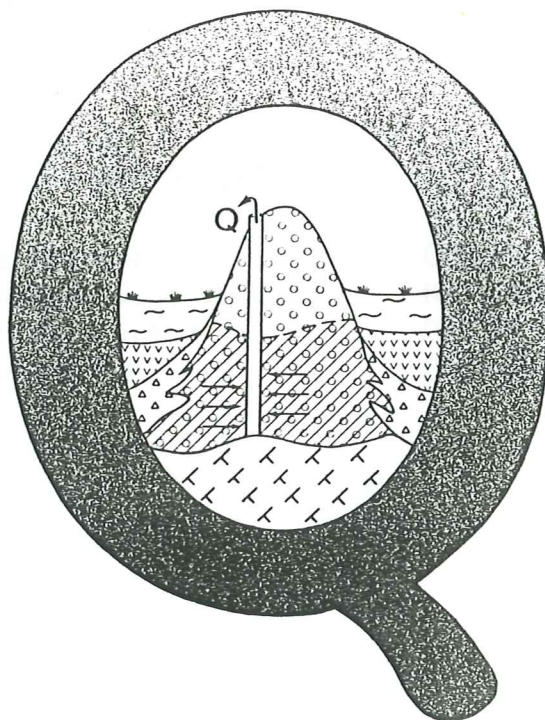
600954131

NR 39

INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Kvartärgeologi



EN GEOLOGISK OCH GEOHYDROLOGISK
UNDERSÖKNING AV SIESJÖOMRÅDET
NORR OM SÖLVESBORG

Per Leander

Charlotte Persson

LUND 1992

NR 39

GEOLOGISKA INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

FÖRORD

Denna utredning, examensarbete i tillämpad geologi vid Geologiska institutionen vid Lunds Universitet, utgör en del av en större utredning rörande Sölvesborgs framtida vattenförsörjning. Uppdraget att utföra den övergripande utredningen om kommunens alternativa lokalisering av nya täkter har lämnats till VBB VIAK, Malmö.

Vi är glada för det förtroende som man visat oss genom att vi har fått utföra denna utredning. Härmed vill vi framföra ett tack till alla som på olika sätt hjälpt oss i vårt arbete.

Malmö, 1992-03-13



Per Leander
Limhamnsvägen 12 c
217 59 MALMÖ
040-26 17 67



Charlotte Persson
Kämnersvägen 8, B:116
225 46 LUND
046-12 83 54

SAMMANFATTNING

Sölvesborgs kommun ser en viss osäkerhet i sin framtida vattenförsörjning. De har bland annat problem med hög salthalt i grundvattnet. Kommunen är därför intresserad av att finna ett nytt vattentäktsområde som komplement och kanske ersättning till deras befintliga täkter. Ett intressant sådant område ligger vid Siesjön strax norr om tätorten Sölvesborg. Här finns möjligheter att hitta en sedimentär berggrund i vilken större grundvattenuttag är möjliga.

Föreliggande undersökning har haft som mål att klarlägga de geologiska och geohydrologiska förhållandena och med ledning av dessa bedöma förutsättningarna för ett större grundvattenuttag. Dessutom görs en konsekvensbedömning med hänsyn till miljöeffekterna av ett sådant grundvattenuttag.

Ett intressant resultat är att undersökningen visat att kalkberggrunden har en betydligt större utbredning och mäktighet än vad som tidigare varit känd. Med de förutsättningar som föreligger för grundvattenbildning innebär detta att sannolikheten för att kunna utvinna betydande mängder grundvatten är stor.

Grundvattenbildningen i det 15 km² stora tillrinningsområdet är 55 l/s, resterande mängd av den vattenbildning på 80 l/s som finns inom området, 25 l/s, avrinner som ytvatten mot Siesjön. Av det bildade grundvattnet tillförs kalkakviferen 48 l/s, vilket skulle vara den teoretiska mängden vatten som kan utnyttjas för vattenförsörjning.

Stora grundvattenuttag i närheten av Siesjön kan innebära att de värdefulla våtmarkerna vid sjöns norra och södra sidor delvis blir dränerade till följd av minskat grundvattentryck i kalkakviferen. Den vertikala dränerings-effekten kan dock klarläggas först efter en provpumpning.

Kommunen har med ledning av resultaten från denna undersökning beslutat att gå vidare med nödvändiga uppföljningar typ vattenprovtagning, provborrning, provpumpning m m.

ABSTRACT

This investigation on geology and hydrogeology has been carried out in Sölvesborg, a municipality in the province of Blekinge in the south-east part of Sweden.

The occurrence of salt groundwater in some of the existing wells within the region, has caused the local water-authority to look for a new water supply. One possible area for a new water supply is close to the lake Siesjön, north of Sölvesborg.

This particular investigation aims to explain the geological and hydrogeological conditions within the area of Siesjön and to determine the possibility to discharge groundwater in the catchment area. Also the environmental consequences of the discharge are examined.

Our results indicate that the calcareous rock is more widely spread and also thicker than previously known. The existing groundwater recharge in combination with the calcareous aquifer makes it possible to extract quite a lot of water. Within the catchment area of 15 km² the recharge is estimated to 55 l/s and the surface runoff to 25 l/s. The percolation to the lower aquifer is 48 l/s. This is the theoretical amount of water that can be extracted from the area.

Large discharges of groundwater in the neighbourhood of the lake may cause a drainage of the vulnerable wetlands situated north and south of the lake. The total effect can not be estimated without a pumping test.

The water-authority has, guided by the results of this investigation decided to carry on with necessary followups, as water sampling, test drilling, pumping test etc.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Mål	2
1.3	Undersökningsområdet	2
2	BEFINTLIGT MATERIAL	6
2.1	Kartor	6
2.2	Flygbilder.....	6
2.3	Tidigare undersökningar	6
3	ALLMÄN GEOLOGISK BESKRIVNING.....	7
3.1	Berggrund	7
3.2	Jordarter	8
3.3	Högsta kustlinjen.....	8
4	UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	9
4.1	Karttolkning	9
4.2	Flygbildstolkning.....	10
4.3	Brunnsinventering	10
4.4	Fältkontroll.....	10
4.5	Grundvattennivåer och ledningsförmåga	12
4.6	Resistivitetsmätningar	14
4.7	Magnetomertermätningar	16
5	GEOLOGISK MODELL	17
5.1	Berggrund	17
5.2	Jordarter	18
5.3	Profilbeskrivning.....	19
6	GEOHYDROLOGISK MODELL	22
6.1	Nederbörd	22
6.2	Avrinningsområdet	22
6.3	Akvifererna	22
6.4	Grundvattenbildningen	23
6.5	Yt- och grundvattenflöden	25
7	DISKUSSION	26
8	UPPFÖLJNING	27
9	REFERENSLISTA.....	28

BILAGEFÖRTECKNING

- Bilaga 1 Grundvattennivå, ledningsförmåga och temperatur
- Bilaga 2 Resistivitetssondering SIE 1
- Bilaga 3 Resistivitetssondering SIE 2
- Bilaga 4 Magnetometerresultat
- Bilaga 5 Vattenmängder

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Inom Sölvesborgs kommun pågår planering för den framtida vattenförsörjningen. Den nuvarande vattenförsörjningen i Sölvesborgs tätort är helt beroende av grundvatten som utvinns i täkterna benämnda Valjeskogen, Svarta Led och Snapphaneeken. Dessutom finns en överföringsledning från täkten i Mjällby. Vattentäkternas läge framgår av översiktskartan i figur 1.

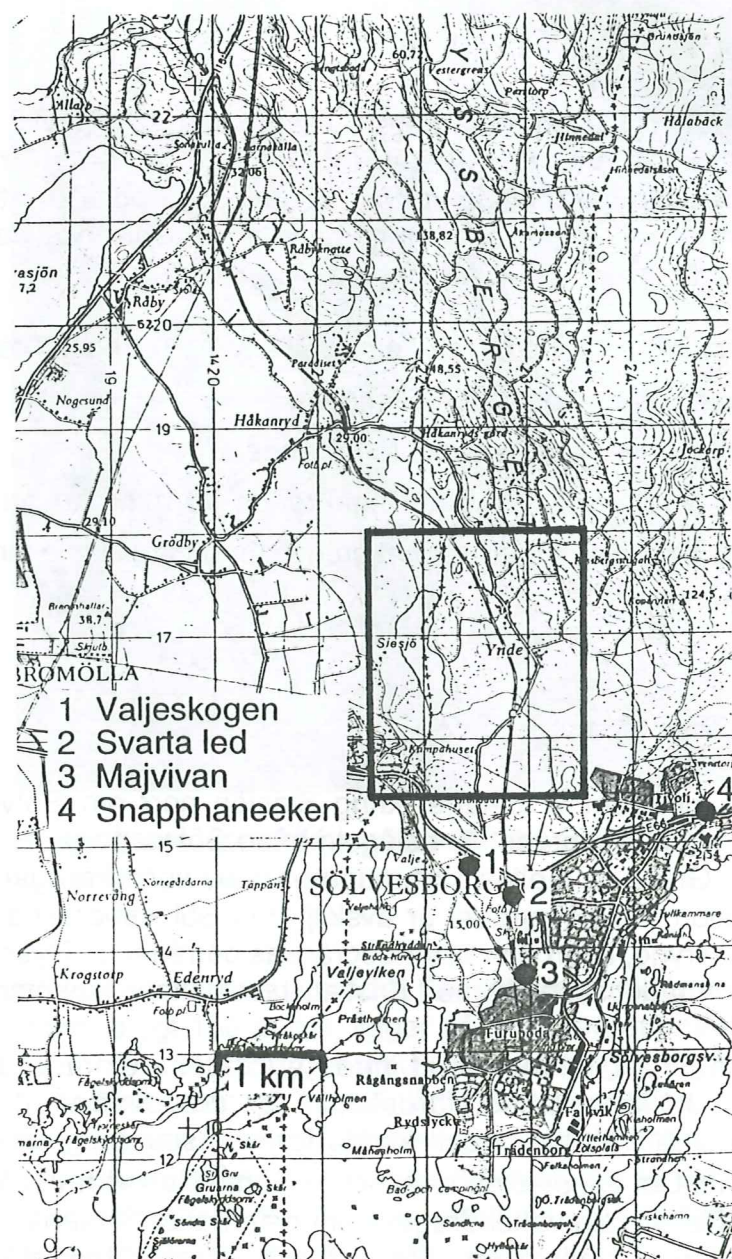


Fig. 1 Karta över undersökningsområdet och befintliga kommunala vattentäkter i Sölvesborg

Flera äldre täkter har stängts som följd av för hög salthalt (kloridhalt) i grundvattnet. Bland dessa kan nämnas täkterna Majvivan och Stads-hotellet. Försök att hitta vatten har gjorts på flera ställen, bland annat i isälvsavlagringar nordost om tätorten Sölvesborg. Även här påträffades salt grundvatten. Det salta grundvattnet är också ett problem för lantbruken på Listerlandet.

Då Sölvesborgs kommun tvingats att stänga täkten Majvivan har belastningen på övriga täkter ökat. Om kommunen av någon anledning tvingas att stänga ytterliggare en takt kan kommunens invånare komma att drabbas av vattenbrist. Därför är kommunen intresserad av att komplettera sin vattenförsörjning med en ny takt.

1.2 Mål

Denna utredning, examensarbete i tillämpad geologi vid Geologiska institutionen vid Lunds Universitet, utgör en del av en större utredning rörande Sölvesborgs framtida vattenförsörjning. Uppdraget att utföra den övergripande utredningen om kommunens alternativa lokalisering av nya täkter har lämnats till VBB VIAK, Malmö.

Examensarbetet har som mål att i ett utvalt undersökningsområde:

- * redovisa de geologiska förhållandena
- * redovisa de geohydrologiska förhållandena
- * avgöra om det finns förutsättningar för ett större grundvattenuttag
- * försöka bedöma vad ett sådant grundvattenuttag skulle innebära för omgivningen

1.3 Undersökningsområdet

Det utvalda området är beläget kring Siesjön norr om Sölvesborg och framgår av figur 1. Området är beläget i både Sölvesborgs och Bromöllas kommuner. Gränsen mellan kommunerna går, som framgår av figur 1, genom Siesjön. Siesjöområdet är avskilt från Sölvesborgshalvön i söder av en urbergsrygg, i norr och öster begränsas området av Ryssberget och i väster står området i kontakt med Kristianstadsslättens kalkområde.

Anledningen till att man visar ett intresse för detta område är dels förekomsten en kalkberggrund, fördelaktig för grundvattenuttag, dels att området är skilt från havet och kända förekomster av grundvatten med hög kloridhalt. Det undersökta området är 5 km² stort varav 0.5 km² består av Siesjön. Det största vattendraget inom området är Sissebäck som rinner från sjön ut mot Valjeviken. Figur 2 och 3 visar två olika delar av Sissebäcken. Ynde är det enda samhälle som ligger inom undersökningsområdet.



Fig. 2 Sissebäcken uppströms pasströsklen. Siesjöns vasskant syns i bakgrunden.

Höjdskillnaderna är stora inom området. De högsta punkterna inom undersökningsområdet, drygt 150 m ö h, ligger på Ryssberget, medan de lägsta ligger kring 10 m ö h. Ryssberget med sina sluttningar utgörs av skogsmark med i huvudsak gran och bok. Kullarna öster om Siesjön är bevuxna med bok. Kring Sissebäcken och på den gamla sjöbotten vid sjön förekommer en mera fuktälskande flora med markant inslag av björk och al. Den låglänta, ej skogsbevuxna marken utnyttjas i huvudsak som betesmark och i mindre utsträckning som åkermark.

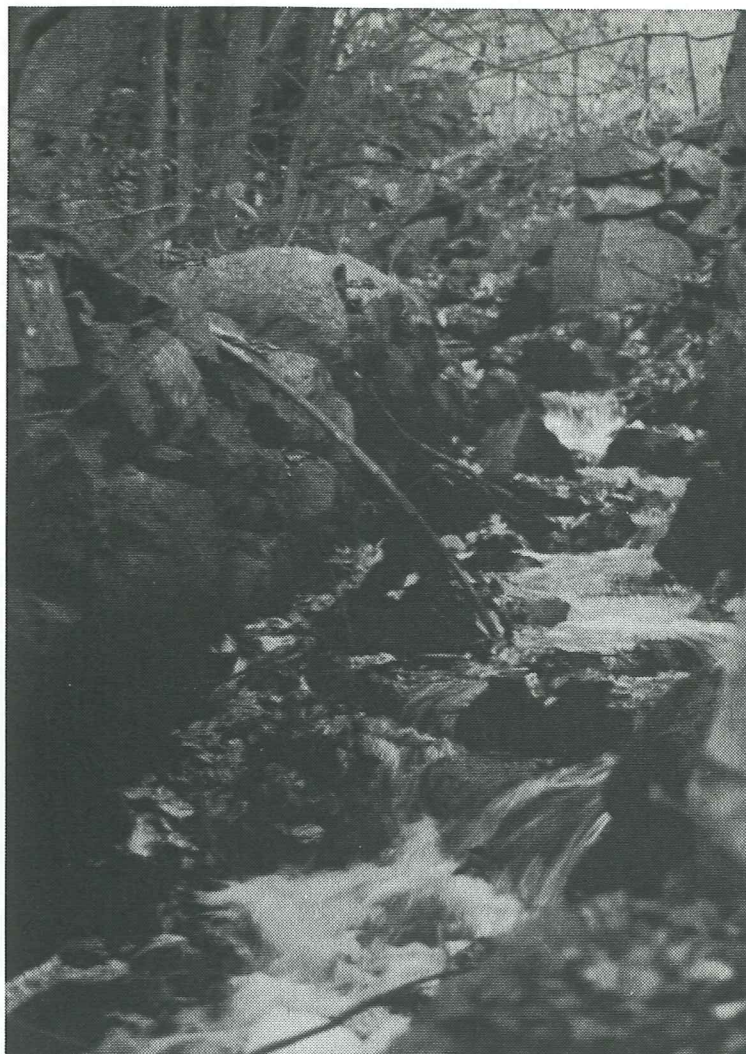


Fig. 3 Sissebäcken nedströms pasströskeln

Kring sjön förekommer större sammanhängande områden med organogena jordar. Västra delen av det kärr som finns norr om sjön sluttar och kan betecknas som en hängmyr. Örtvegetationen är rik och kalkindikerande. Torven är i denna del mer än en meter mäktig (Ringberg 1991). De organogena jordarna söder om sjön är en produkt dels av att det tränger fram grundvatten och dels av att området här är gammal sjöbotten. Siesjön sänktes genom att pasströskeln fördjupades i Sissebäcken med 1.5 meter i mitten av femtiotalet (1956). Söder om sjön ligger en slåtteräng som sköts av den lokala naturskyddsföreningen. En del av slåtterängen syns i figur 4. Denna äng brukas sedan 1985 på gammalt vis med lie och räfsa. En del sällsynta, vackra och till viss del kalkkrävande växter (Krok & Almquist 1986) som tvåblad, krissla, ängsnycklar och kärrviol förekommer på ängen. Dessa tål varken betning eller gödning.



Fig. 4 Ingången till den lokala naturskyddsföreningens slåtteräng.

2 BEFINTLIGT MATERIAL

2.1 Kartor

De viktigaste kartorna som berör undersökningsområdet är topografiska kartan blad Karlshamn 3E SV, berggrunds-, strukturgeologiska- och flygmagnetiska kartan, 3E Karlshamn SV med tillhörande beskrivning (Kornfält & Bergström 1990) och jordartskartan 3E Karlshamn SV med tillhörande korrektur till beskrivning (Ringberg 1991). Dessa kartor är i skala 1:50 000. Dessutom finns den ekonomiska kartan, blad Valje 034 34 3E 3e, och SGUs arbetskarta från jordartskarteringen, båda i skala 1:10 000.

2.2 Flygbilder

Från Lantmäteriverkets rikstäckande flygfotografering har vi använt oss av flygbilderna från stråket 874 3E 1e, nr 01, 02 och 03. Vi har använt svartvita kontaktkopior. Dessa bilder är tagna på 4600 meters höjd och är i skalan 1:30 000

2.3 Tidigare undersökningar

Då den nya sträckningen av E 66 skall gå genom det nämnda känsliga området söder om Siesjön har professor Gert Knutsson, institutionen för kulturteknik, KTH, utfört en grundvattenundersökning åt vägförvaltningen över det området som berörs av vägbyggnationen (Knutsson 1988 a, 1988 b och 1989). Knutsson fastslår att såväl ytvattenflödet som grundvattenflödet styrs topografiskt och att vatten från ett stort område dräneras mot Siesjön. Allt vattenflöde bort från området sker genom Sissebäcken enligt Knutsson. Knutsson visar även att det existerar två grundvattenmagasin i området söder om sjön. Det undre magasinet har en tryckyta som ligger cirka 1 meter över markytan medan det övre magasinet har en tryckyta som ligger i marknivå. I sina skrivelser fastslår Knutsson att det vägalternativ som kallas fastmarksalternativet inte nämnvärt bör påverka grundvattenförhållandena, förutom en viss mindre påverkan i vägens närhet. Knutsson nämner även att torvmarken söder om sjön kan påverkas om man avskärmar den från grundvattentillflödet.

3 ALLMÄNN GEOLOGISK BESKRIVNING

3.1 Berggrund

Urberget i Siesjöområdet består av mycket finkorniga grå gnejser. De utgör den sydligaste delen av Västanåformationens metavulkaniter. En metavulkanit är en metamorf vulkanisk bergart. Metavulkaniterna i Västanåformationen övergår österut i medelkorniga gnejser. Metavulkaniten i Siesjöområdet har en ryolitisk sammansättning och bildades för något mer än 1700 miljoner år sedan. Färgen är vanligen mörkgrå på friska ytor medan vittrade ytor är ljusgrå. Som följd av den höga glimmerhalten har bergarten en dålig nötningsbeständighet. I den grå metavulkaniten kan man på ett fåtal ställen, i blottningar och genom den flygmagnetiska kartan, spåra partier av en grönaktig, gråsvart, finkornig bergart, så kallad grönsten. Grönstenen utgörs i allmänhet av amfibolit (Kornfält & Bergström 1990).

Urbergsytan har under långa tidsperioder utsatts för en genomgripande vittring. Genom denna vittring har kaolin bildats. Kaolin uppstår vid vittring av främst fältspater men även av glimmer och andra aluminiumförande mineral i silikatbergarter (Lundegårdh 1971). Kaolinbildningen är störst under varma och fuktiga förhållanden, vilka rådde här på våra breddgrader vid slutet av trias och början av jura, den så kallade rät-lias perioden (Jeppsson 1980).

När havet under senare delen av kritperioden nådde in över den av kaolin täckta urbergsytan omlagrades betydande delar av den vittringsbildade kaolinen. Det finare materialet sköljdes bort och bildade leror, medan det grövre materialet stannade kvar och bildade sandstenar (Gustavsson et al. 1979). Dagens ojämna urbergslandskap i och kring Kristianstadsslätten är till stor del en produkt av dessa processer.

Sedimentenbergrunden på Kristianstadsslätten avsattes under krittiden, en period i jordens historia som började för 130 miljoner år sedan och slutade för 70 miljoner år sedan (Jeppsson 1980). Under denna tidsperiod transgrederade havet in över Kristianstadsslätten minst fyra gånger (Kornfält et al. 1978). De skiftande betingelserna medförde avsättning av olika typer av sediment, främst leror, sandstenar och olika typer av skalgrus. Den kaolinvittring som föregick avsättningen av sediment inom Kristianstadsslätten gav upphov till ett vittringstäcke som utgjorde råmaterial till sedimenten (Kornfält & Bergström 1990). Avlagringarna från kritperioden består av sediment med växlande kornstorlek, kalkhalt och konsolideringsgrad.

I de undre delarna av sedimentpacken förekommer allmänt en okonsoliderad glaukonitsandsten. Denna är mer eller mindre grön till färgen på grund av det grönfärgade mineralet glaukonit. Inom glaukonitsandstenen förekommer tunna skikt av konsoliderad kalksandsten. Glaukonitsandstenen avsattes över så gott som hela slätten vid krithavets successiva

framträngande (Kornfält & Bergström 1990). Glaukonitsandstenen har, där den existerar, en stor betydelse som akvifer (Nilsson 1966).

De övre partierna av kritsedimenten utgörs av kalkhaltiga sandstenar men även ren kalksten förekommer. Sandstenarna byggs upp av kvartskorn och en varierande mängd kalciumkarbonat. Kalkstenarna består av diverse kalkhaltiga rester från till exempel musslor, bläckfiskar, sjöborrar och brachiopoder. Kalkstenarna kan vara fin- eller grovkorniga, lösa eller fasta och kan innehålla flinta (Kornfält & Bergström 1990).

3.2 Jordarter

Morän är den dominerande jordarten inom området. På de flesta ställen inom området underlagras de andra jordarterna av morän. Där moränen är den dominerande ytjordarten ger hållfrekvensen en uppfattning om moränens mäktighet. I urbergsområden där hållarna är talrika och ligger tätt kan man förvänta sig en ringa moränmäktighet medan det i moränhöjder utan synligt berg kan finnas mäktigare moräntäcken (Ringberg 1991).

Den morän som finns i detta område är en sandig-moig morän. På vissa ställen är moränen lerig, vilket främst beror på att landisen tagit upp kaolin, som sedan avlagrats tillsammans med övrigt berggrundsmaterial. Där de leriga moränerna innehåller paleozoiska kalkstenar kan man förmoda att lerinnehållet härstammar från äldre leror som upptagits och transporterats till platsen av isen. Vid Ryssberget och dess utlöpare mot väster förekommer både blockrik- och storblockig morän (Ringberg 1991).

3.3 Högsta kustlinjen

Eftersom högsta kustlinjen (HK) brukar definieras som högsta gränsen där svallning förekommit finns skillnader i HKs läge som följd av skillnader i exponering för vågor. Kustlinjen väster om Ryssberget låg i lä för vågor med långa våglängder. HK utbildades genom Baltiska issjöns svallning mot Ryssberget i samband med att området blev isfritt efter senaste nedisningen. För Ryssbergsområdets del skedde detta för cirka 12 700-12 600 år sedan (Björk & Möller 1987). På västra sidan av Ryssberget har HK fått obetydligare strandmärken jämfört med de imponerande bildningar som förekommer på Ryssbergets östsida. Dessutom var Baltiska issjöns svallning något högre på Ryssbergets östsida och sydsida än på de områden som låg i lä på västsidan (Ringberg 1991). Högsta höjd för svallning runt Ryssbergets södra delar pendlar därför lite beroende på var man mäter. På västsidan ligger HK på 52 m ö h, sydsidan 55.9 m ö h och på östsidan på 56.7 m ö h (Hellberg 1971).

4 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Då det befintliga kartmaterialet och de tidigare undersökningarna inom området inte ger svar på våra frågor, har vi bedömt det som lämpligt att utföra följande undersökningar:

4.1 Karttolkning

På berggrundskartan (Kornfält & Bergström 1990) har hela området från Ynde och söderut inkarterats som urberg och även området mellan Ynde och Siesjön är till övervägande del tolkat som urberg. Större kalkförekomster finns söder och väster om Siesjön. En av anledningarna till att området direkt öster om sjön tolkas som ett urbergsområde är att man där har hittat block vilka bedömts vara kärnblock. Exempel på så kallade kärnblock från trakten visas i figur 5. Kärnblock bildas när uppsprucket urberg kaolinvittrar och en rest av ovittrat berg blir kvar mitt i ett uppsprucket och vittrat block. Om sedan kaolinen tvättas bort ligger dessa restblock, så kallade kärnblock, ofta kvar i nära kontakt med urberget. Då det inte finns några bergblottningar kan man ifrågasätta om man kan dra sådana slutsatser. Det är tänkbart att kärnblocken istället är dittransporterade av inlandsisen.



Fig. 5 Kärnblock på kullarna öster om Siesjön.

På jordartssidan har mer detaljerat material varit tillgängligt tack vare möjligheten att använda arbetskartorna från SGUs karteringen. Någon anledning att ifrågasätta jordartskarteringen har ej konstaterats.

4.2 Flygbildstolkning

Flygbilderna är utvalda så att man får stereotäckning över undersökningsområdet. Med hjälp av stereoskop har en översiktlig granskning av flygbilderna utförts. Denna flygbildstolkning har gett en god uppfattning om områdets topografiska förhållanden både kring sjön och på Ryssbergets sluttningar. Tolkningen har även bekräftat markanvändningen och givit en översiktlig jordartsfördelning.

4.3 Brunnsinventering

Vid all brunnsborrning som utförs i Sverige har den som ansvarar för borrningen skyldighet enligt lag att rapportera resultaten till SGUs brunnsarkiv. Därvid skall insändas borrprotokoll med uppgifter om bland annat brunnsläge, lagerföljd, brunnstyp och om utförda kapacitetsbestämningar, analyser m m. SGU sammanställer och arkiverar uppgifterna i sina brunnsarkiv. Dessa brunnsarkiv är tillgängliga för allmänheten och utgör ofta en värdefull och kostnadsbesparande tillgång (Knutsson & Morfeldt 1978).

Vid besök på brunnsarkivet i Lund har det utförts en inventering av befintligt material rörande brunnar i Siesjöområdet. Övervägande antalet brunnar som finns inom det aktuella området ligger i anknytning till Ynde by. Från Ynde finns fem borringar inrapporterade till SGU och utanför undersökningsområdet har lokaliserats ytterligare sex borringar som ligger tillräckligt nära undersökningsområdet för att vara intressanta.

Brunnsinventering i området har visat att det inte ligger något ytligt urberg i Ynde. Istället indikeras betydande mängder kalk ovanför urberget. De befintliga borringarna tyder på att det finns minst 20 till 30 meter kalk ovanför urberget. Ingen av borringarna i Ynde har nått ner till urberget.

4.4 Fältkontroll

Under fältarbetet, vilket företogs under oktober och november 1991, har området översiktligt rekognoserats från bil längs de mindre skogsvägarna samt mer i detalj till fots. Besök har gjorts vid Sissebäcken, vilket är det enda vattendraget som dränerar området, för att få en uppfattning om hur stora flödena är i bäcken. Dessutom har de vattendrag som rinner till sjön inventerats. Flödena i Sissebäcken har uppskattats till mellan 10 och 20 l/s. Vattendragen som rinner till Siesjön har så låga flöden att det inte går att göra några uppskattningar. När man kör längs vägarna på Ryssbergets sluttning parallellt med krönet, förvånas man av den nästan

totala avsaknaden på vattendrag eller bäckar.

Då man går västerut på betesängarna från Ynde ner mot södra änden av Siesjön ser man kraftiga stengärdsgårdar som innehåller stora block. Detta tyder dels på att markerna tidigare utnyttjats som åkermark, dels på att marken varit blockrik (Fig. 6). När man närmar sig sjön syns en tydlig förändring i markvegetation och övergång från moränjordar till organogena jordar, indikerande utströmningsområden med uppåtriktat grundvattenflöde. Vid södra änden av sjön måste det organogena jordtäcket vara tjockt för här får man uppfattningen att marken sviktar när man går på den.



Fig. 6 Översiktsbild av områdets södra delar. I bilden syns betesmarker och stengärdsgårdar. Till höger i bilden syns ett vattendrag som rinner ner mot Siesjön.

Siesjön är till stora delar helt igenväxt (Lindström 1990). Runt stora delar av sjön växer ett flera meter brett och två till tre meter högt vassbälte (Fig. 7). Detta vassbälte gör det nästan omöjligt att ta sig fram till öppet vatten. Sjön är inte speciellt djup, troligen inte mer än några meter. Siesjöns forna strandlinje från tiden innan sänkningen på 50-talet kan tydligt skönjas längs sjöns östra sida (Fig. 8). Det är även på sjöns östra sida man hittar de så kallade kärnblocken som SGU använt sig av vid upprättandet av berggrundskartan.

4.5 Grundvattennivåer och ledningsförmåga

Grundvattnets förekomst och rörelse bestäms enklast genom att mäta vattenståndet i brunnar och observationsrör. Vattenståndet återspeglar trycknivån i akviferen på platsen. Mer noggranna bestämningar kräver dessutom provpumpningar med tillhörande mätningar och beräkningar. För denna översiktliga undersökning har det bedömts tillräckligt med enbart bestämning av trycknivåer inom området.



Fig. 7 Siesjön sedd från östra sidan mot söder

Vattennivån har mätts vid ett tillfälle både i privata brunnar, där tillstånd till detta givits, och i de observationsrör som placerats i samband med förundersökningarna för den nya sträckningen av väg E 66. Mätresultaten är sammanställda i bilaga 1. Markytans läge vid mätpunkterna har avvägts i samband med tidigare undersökningar. På kartan i figur 9 har de beräknade isolinjerna för grundvattenytans trycknivåer i den undre grundvattenakviferen (kalkakviferen) markerats.

På några ställen har det även varit möjligt att bestämma trycknivån i den övre akviferen. Kunskapen om de båda akviferernas tryckförhållanden ger information om de vertikala grundvattenflödenas riktning. Med undantag för området närmast Siesjön och Sissebäcken är flödet nedåtriktat. Merparten av området är således ett inströmningsområde.



Fig. 8 Siesjöns östra sida. I bildens högra del kan man se den gamla strandlinjen från tiden innan Siesjön sänktes i mitten av femtiotalet. Man ser även dagens strand.

I de brunnar där vattenståndet uppmätts har även temperatur och ledningsförmåga uppmätts. I Knutssons undersökning (1988 a) finns analysresultat som uppvisar ett samband mellan vattnets ledningsförmåga och dess kalciuminnehåll. Med ledning av detta samband har vi försökt att göra en korrelation mellan ledningsförmågan i de brunnar som mätts och en teoretisk kalciumhalt.

Då våra mätningar av ledningsförmågan gett ungefär samma värde på ledningsförmågan i rör 8705 a och b, bilaga 1, har vi funderat på möjliga förklaringar till detta. Under mätarbetet i fält registrerade vi att det i vissa observationsrör luktade lösningsmedel, troligen någon form av anti-frostmedel. Sambandet mellan rör med lukt av lösningsmedel och en ledningsförmåga kring 40 mS/m är påfallande. Observationsrör med mistänkt lösningsmedel i, är markerade med stjärna (*) i tabellen i bilaga 1. Genom denna troliga felkälla för ett flertal observationsrör återstår ett begränsat material att använda till korrelationer mellan olika ledningsförmågor och olika akviferer. Det verkar emellertid som om vatten från brunnar i moränakviferen generellt har en lägre ledningsförmåga än vattnet i brunnar som når ner till kalkakviferen.

Mätningarna visar däremot att salt grundvatten för närvarande inte förekommer inom området.

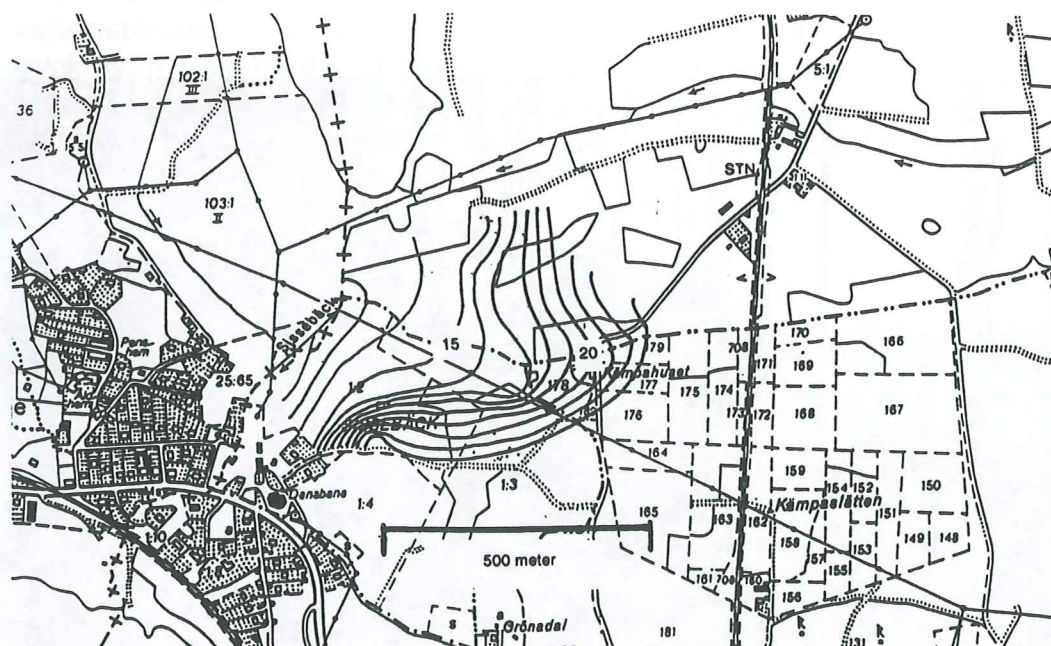


Fig. 9 Grundvattennivåkarta över den undre akvifären söder om Siesjön. Nivåerna är angivna i meter över havet.

4.6 Resistivitetmätningar

Mätningar av markens elektriska motstånd, så kallad resistivitetmätning, används för att undersöka jordlagars och berglagars uppbyggnad. Denna geofysiska mätmetod bygger på att olika geologiska material uppvisar olika resistivitet. Urberg har en resistivitet mellan 1000 och 100 000 Ωm , kalksten och sandsten mellan 35 och 4000 Ωm , morän mellan 10 och 5000 Ωm och leror som har resistiviteter under 100 Ωm (Barmen 1987 a). Genom att kartlägga hur resistiviteten varierar med djupet kan man bestämma lagerföljden.

En resistivitetmätning utförs med hjälp av två elektroder som leder ner en känd elektrisk ström i marken. Denna ström ger upphov till en potentialskillnad i marken. Med hjälp av två andra elektroder mäts potentialskillnaden. Genom Ohms lag, $U = R \times I$, kan sedan resistansen beräknas. Med detta resistansvärde kan en skenbar resistivitet beräknas med hjälp av avståndsförhållandena mellan strömelektroder och mätelektroder. Det värde man får fram vid beräkningen kommer att vara ett medelvärde av de olika ingående materialens resistivitet och kallas därför skenbar resistivitet (Jeppsson 1989).

Vid resistivitetssondering utförs resistivitetmätningarna i samma punkt, med gradvis ökande avstånd mellan strömelektroder och mätelektroder. Därvid kommer nedträngningsdjupet successivt att öka. På

detta sätt erhålles mätvärden som visar hur den skenbara resistiviteten varierar med djupet. Mätvärdena från sonderingen bearbetas med ett modellprogram i en dator vilken presenterar resultatet som en lagerföljd med angivna lagerresistiviteter och lagermaktigheter. Resistivitetsvärdena är nu inte längre skenbara utan de enskilda lagrens beräknade resistiviteter (Jeppsson 1989).

Inom undersökningsområdet har höjderna öster om Siesjön föranlett en diskussion om hurvida de består av urberg eller något annat. För att besvara denna fråga har vi koncentrerat våra sonderingar till detta område. Figur 10 visar var resistivitetssonderingar utförts. Resultaten från våra två sonderingar är redovisade i bilaga 2 och 3.

Genom tolkning av de utförda sonderingarna i kullarna öster om Siesjön bedömer vi det som sannolikt att kullarna ej har en kärna av fast berg. Denna del av vårt undersökningsområde är på SGUs berggrundskarta (Kornfält & Bergström 1990) inlagt som urberg. Vi har inget som tyder på att urberget ligger ytligare än -30 m ö h. Den ena sonderingen (SIE 1) tyder på att vi nått ner till urberget, medan den andra (SIE 2) inte uppvisar den karakteristiska form som erhålls vid urbergskontakt, se bilaga 2 och 3. Ett yligt lager kan urskiljas i båda sonderingarna, vilket vi tolkar som morän. Därunder uppträder olika lager med lägre resistiviteter där det är svårt att uttala sig om innehållet i de specifika lagren men det är sannolikt att de inte består av fast berg.

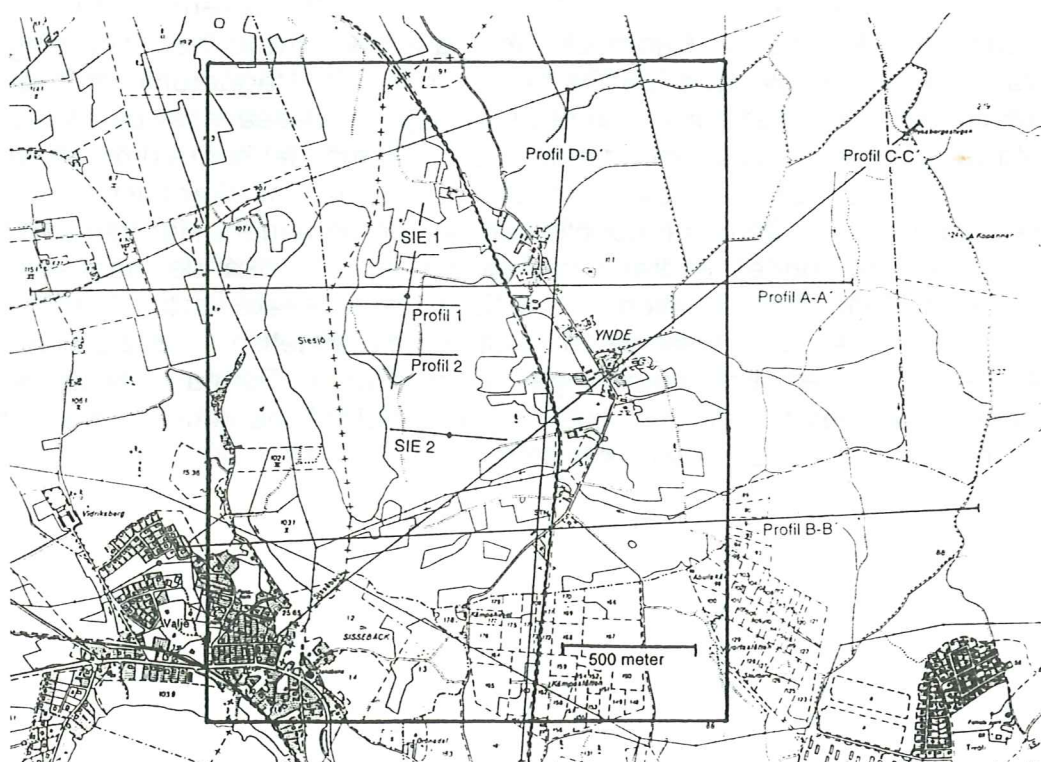


Fig. 10 Undersökningsområdet med resistivitetssonderingspunkter, magnetometrimätningssnitt och sektionerna markerade.

4.7 Magnetometermätningar

Vid mätning av magnetiska fält med hjälp av magnetometer är det ett totalfält som uppfattas. I detta totalfält ingår jordmagnetfältet samt lokala variationer. Mätningen utförs med utgångspunkt från en fast punkt med ett känt lokalt fält till vilken man återvänder med jämna mellanrum för att kontrollera variationerna i jordmagnetfältet (Barmen 1987 b).

För våra magnetometermätningar har vi använt oss av en protonmagnetometer. Denna bygger på en protonrik syra som är innesluten i en spole. När en spänning läggs över spolen skapas ett inducerat magnetfält i denna. Resultatet blir att protonerna riktar in sig så att deras magnetiska vektor är parallell med resultanten till det inducerade magnetfältet och det externa magnetfältet som råder på mätpunkten och som man vill bestämma. När den pålagda spänningen avlägsnas försvinner också det interna magnetfältet. Protonerna försöker nu rikta in sin magnetiska vektor parallellt med det externa magnetfältet. De tvingas då till en så kallad precessionsrotation med en frekvens som är proportionell mot fältets styrka. Då protonerna och deras magnetiska vektor roterar induceras en växelström i spolen med samma frekvens som protonernas rotation. Genom att mäta växelströmmens frekvens kan därmed också det externa fältets styrka bestämmas (Parasnis 1986).

Vi har undersökt samma område med protonmagnetometern som tidigare med resistivitetssonderingarna för att se om ett överensstämmande resultat kunde erhållas. Undersökningarna inom området har skett längs två profiler, redovisade på kartan i figur 10. Magnetometerundersökningarnas resultat finns redovisade i bilaga 4. Dessa visar på ökande totalvärden från det låga området öster om sjön mot det högre området vid sjön. Det finns två förklaringar till resultatet. Antingen minskar avståndet till berggrunden eller ändras magnetismen hos berggrunden. Här verkar det som om berggrunden ändrar sammansättning med ökande magnetism som följd. Detta stämmer även med SGUs flygmagnetiska karta (Kornfält & Bergström 1990), som visar på en lokalt högre magnetism i detta område. Man kan se en amfibolit i blottningar längre söderut. Denna amfibolit ger sannolikt upphov till den utdragna magnetismförhöjning som sträcker sig igenom det aktuella undersökningsområdet.

5 GEOLOGISK MODELL

Med hjälp av befintligt material och det material som tillförts genom våra egna undersökningar har fyra geologiska tvärprofiler konstruerats över området. I tvärprofilerna har vi lagt ut lagergränserna på de nivåer som vi finner mest troliga. Det är möjligt att vissa av lagren ligger något djupare.

5.1 Berggrund

Inom undersökningsområdet sammanfaller i stort sett förekomsten av hållar med ytligt liggande urberg. Väster om Siesjön höjer sig den urbergsrygg, som sträcker sig i sydöstlig riktning mot norra Sölvesborg, upp över markytan. Två av de borrhningar vi funnit i brunnsarkivet är belägna på västra kanten av urbergsryggen utanför undersökningsområdet, på ett inbördes avstånd av cirka 100 meter. I en av dessa har fast berg erhållits på nivån 1 m ö h, medan man i den andra borrhningen inte har nått urberget på -22 m ö h. Detta tyder på att urberget stupar brantare än vad berggrundskartan (Kornfält & Bergström 1990) antyder. Den här framtagna urbergskartan (figur 11) bygger på denna indikation tillsammans

med resultaten från de andra undersökningarna. Detta innebär att gränsen mellan kalk och urberg ligger närmare hållarna än vad man tidigare antagit.

Det är svårt att uttala sig om förekomsten av kaolin inom området, då inga borrhningar har nått ner till de nivåer i vilka man kan vänta sig kaolin. Vid resistivitetssonderingarna har dock ett lager med låga resistivitetsvärden identifierats, vilket skulle kunna vara kaolin.

I området kring Ynde är det uppenbart att betydande mängder kalk- och sandsten överlagrar urberget. Ingen av brunnsborrningarna i trakten här har nått ner till urberget. Enligt den lokala brunnsborraren avslutar han borrhningen när han bedömer att brunnen kommer att uppnå tillräcklig kapacitet. Då sandstenen har utmärkta uttagsmöjligheter av grundvatten, 6 000 till 20 000 l/h (Pousette et al. 1983), har han inte haft anledning att borra djupare än cirka 20 meter i kalksandstenen.

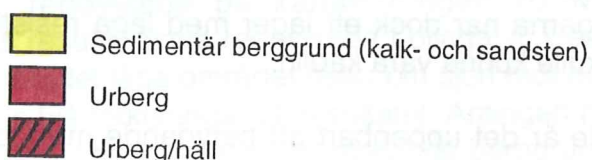
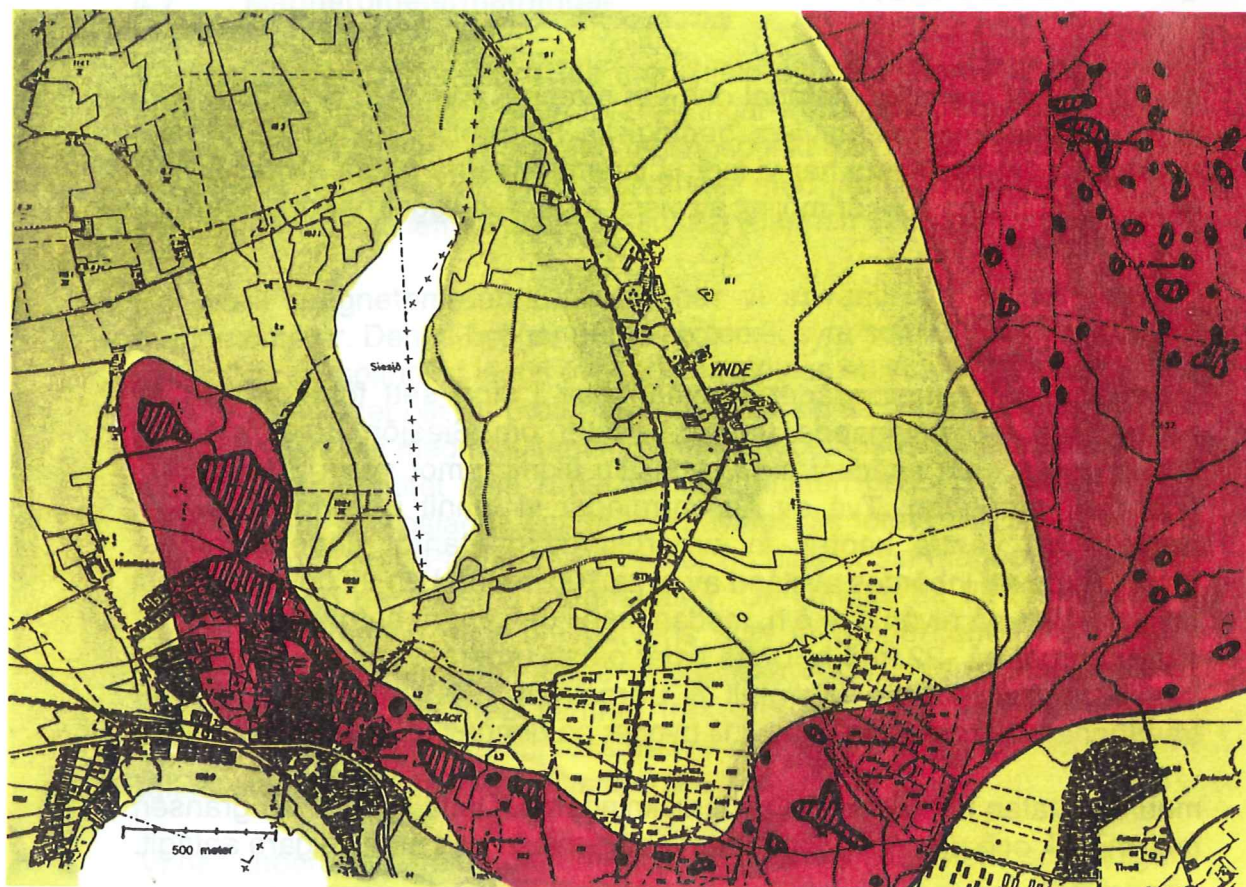


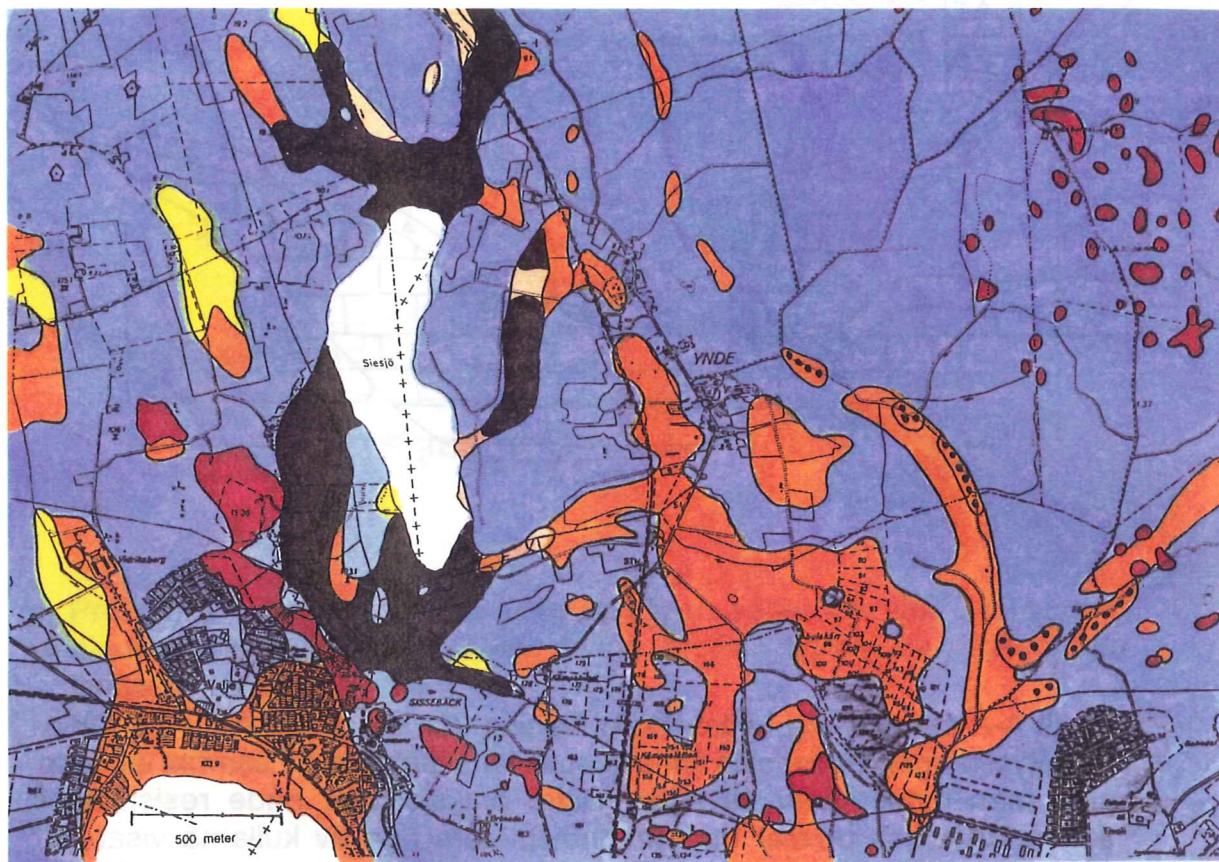
Fig. 11 Berggrundskarta.

5.2 Jordarter

Hela området täcks i princip av en sandig moig morän, utom där urberget går i dagen, som framgår av figur 12. Moräntäcket inom området har en mäktighet som varierar mellan 0 och 20 meter. Stora stengärdsgårdar med block, upp mot en kubikmeter, indikerar att moränytan ursprungligen varit relativt storblockig. Glaciala leror och glacial finmo bildar markyta främst i den västra delen av området kring sjön. Vanligen överlagras dock dessa glaciala finkorniga sediment av senare avsatta svall- och strandsediment (grus och sand) samt av finkorniga sjösediment och organogena jordarter (Ringberg 1991)

Längs Ryssbergets västra sida på cirka 52 m ö h finns grov strandklapper som indikerar HKs läge.

På de låglänta områden kring Siesjön finns varierande mäktigheter med organogena jordar avsatta i Siesjön innan denna sänktes samt senare genom torvbildning som följd av framträngande grundvatten.











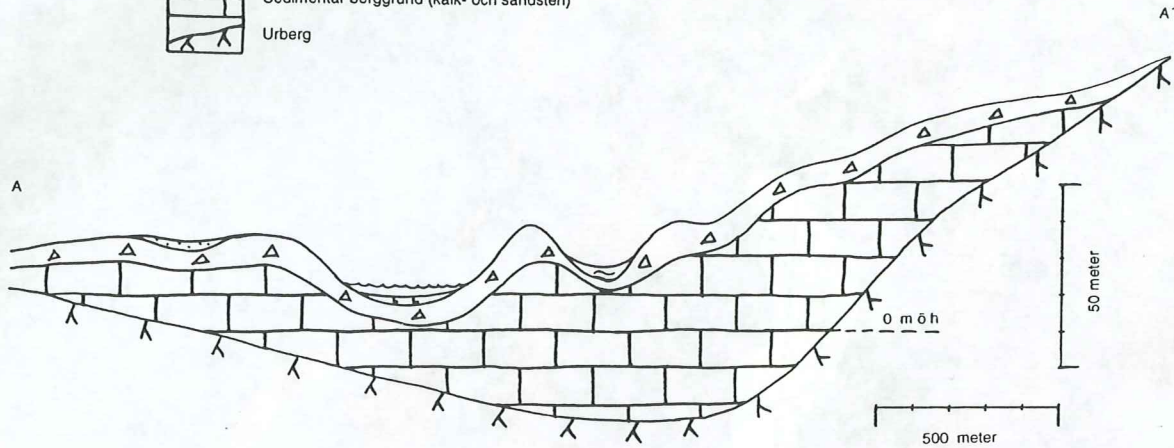
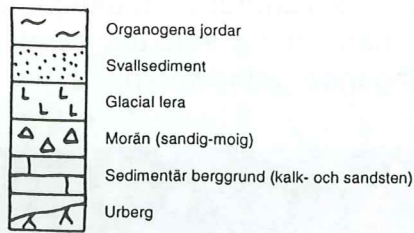
	Organogena jordar		Grövre svallsediment (klapper)
	Svåmsediment		Glacial lera
	Postglacial finmo		Morän (sandig-moig)
	Svallsediment		Urberg

Fig. 12 Jordartskarta.

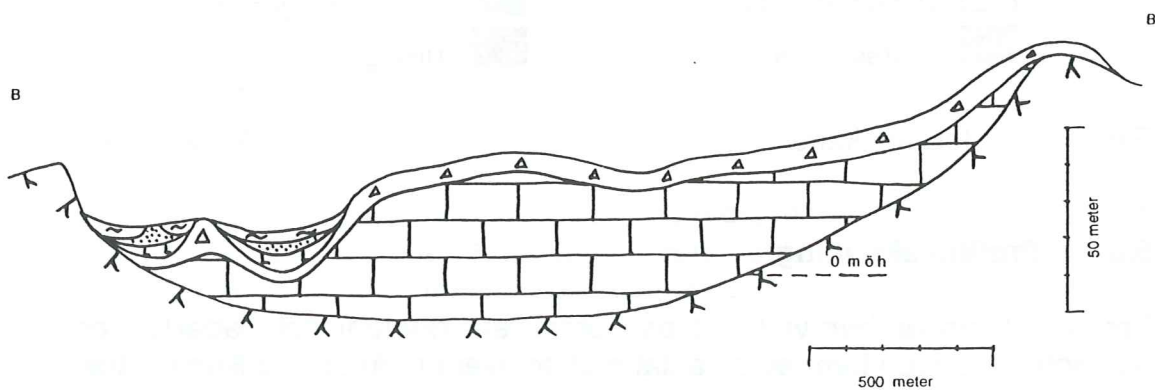
5.3 Profilbeskrivning

För att illustrera hur vi tänkt oss områdets geologi och lagerföljder presenteras detta i form av ett antal profiler över området. Profilernas läge finns markerade i figur 9. Den angivna vertikala och laterala fördelningen av jord- och berglager längs de utvalda profildragningarna bygger på kända jordlager i markytan, på markytans topografi längs profilen och på den principiella jord- och berglagerföljdsmodellen som skisserats ovan i kap 5.1 och 5.2. Ett problem i detta hänseende är att inga borrhningar nått ner under kalken. Det är därför inte helt klarlagt att en förväntad lagerföljd med morän, kalk, glaukonitsand, lera, kaolin och urberg verkligen existerar.



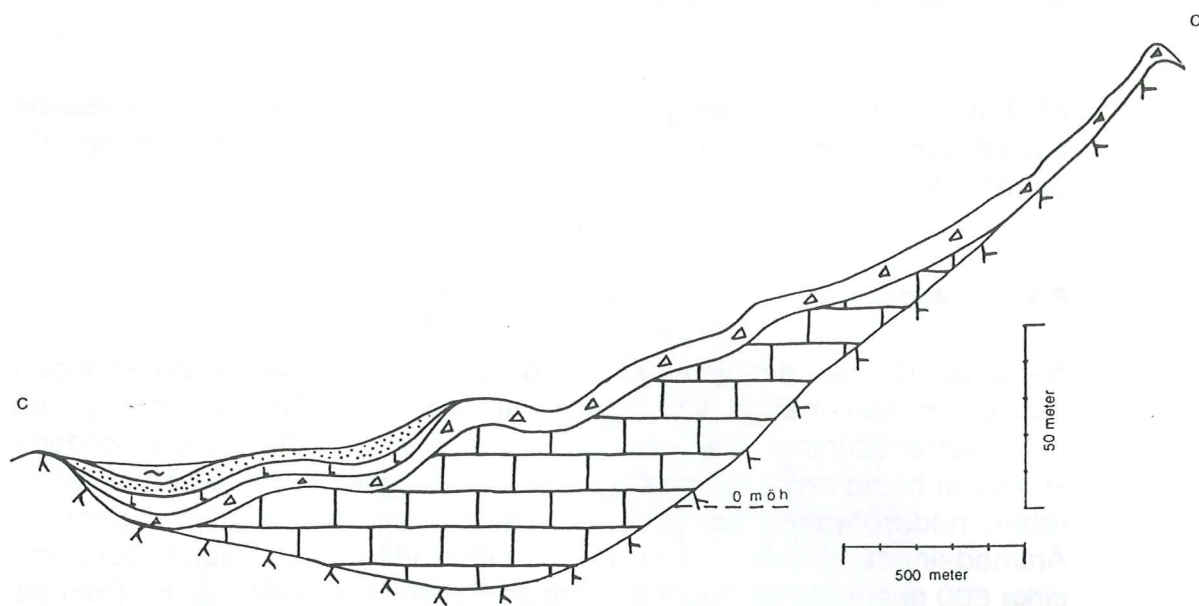
Profil A A'

Profil A-A' sträcker sig i väst-östlig riktning från norra delen av sjön upp mot Ryssberget. Under sjön finns troligen fortsättningen på samma lerlager som man hittar söder om sjön. Öster om sjön har både resistivitetsonderingar och profiler med magnetometern i en av kullarna visat att denna sannolikt inte består av fast urberg. Strax öster om kullen finner man ett område med organogena jordar som är bildade innan sjön sänktes. Längre österut mot Ryssberget bygger profilen på borningar i Ynde.



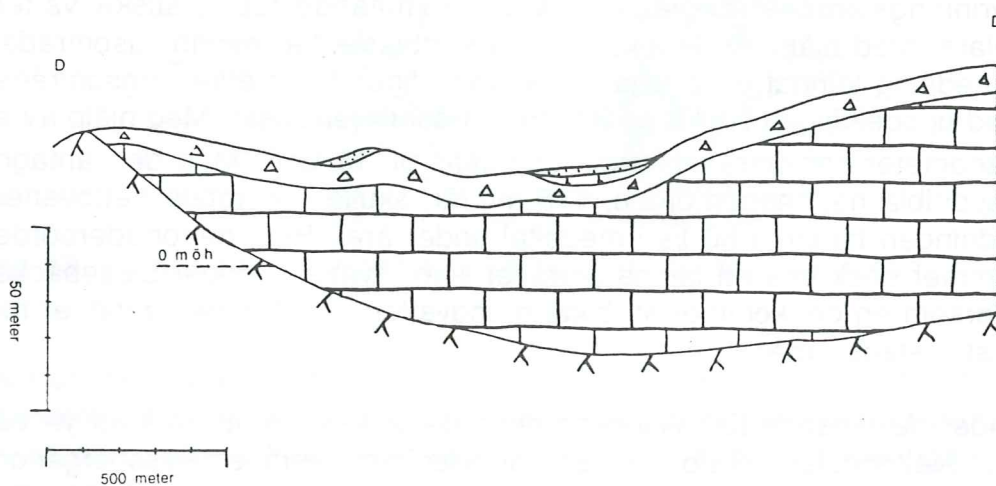
Profil B B'

Profil B-B' sträcker sig i väst-östlig riktning från Siesjöns södra ände och avslutas på Ryssberget. Söder om sjön överlagras moränen av glaciallera, silt och organogena jordar.



Profil C C'

Profil C-C' sträcker sig från urbergsryggen söder om sjön i nordostlig riktning mot Ryssberget. Även denna profilen korsar de organogena jordlagren söder om sjön.



Profil D D'

Profil D-D' har en syd-nordlig riktning. Den ger en viss uppfattning om hur urberget stupar från urbergsryggen och norrut.

6 GEOHYDROLOGISK MODELL

Med utgångspunkt från de geologiska data som presenterats i föregående kapitel samt hydrologiska antaganden, har en geohydrologisk modell för området konstruerats.

6.1 Nederbörd

Nettonederbörden definieras som nederbörden minus totalavdunstningen och utgör den mängd vatten som är tillgängligt för ytavrinning och grundvattenbildning. De faktorer som bestämmer nettonederbördens storlek är bland annat lufttemperaturen, luftfuktigheten, nederbördsintensiteten, nederbördens årscykel, vegetationstyper och markens geologi. Årsmedelnederbörden varierar mellan cirka 500 mm/år i Sölvesborg och cirka 600 mm/år på de högre delarna av Ryssberget (VIK 1976). Som ett genomsnitt för undersökningsområdet har antagits en medelnederbörd på 550 mm/år. Avdunstningen från mark och vatten samt växternas transpiration utgör den totala avdunstningen. Medelvärdet av den totala avdunstningen inom området ligger mellan 350 och 400 mm/år (VIK 1976). Härav följer att nettonederbörden är 150-200 mm/år. Medelvärdet, 175 mm/år, har använts för de fortsatta beräkningarna.

6.2 Avrinningsområdet

Avrinningsområdet begränsas av förekommande topografiska vattendelare. Med hjälp av det ekonomiska kartbladet har avrinningsområdets utbredning kunnat definieras. På kartan i figur 13 är avrinningsområdet, med uppdelningen i olika infiltrationsområden, redovisat. Med hjälp av en planometer har områdets areal uppmätts till 15 km². Med den antagna disponibla nettonederbörden, 175 mm/år, skulle den totala nettovattenbildningen bli cirka 80 l/s i medeltal under året. Hela nettonederbörden kommer dock inte att lämna området som ytvatten genom Sissebäcken eftersom en del kommer att bilda grundvatten som troligen avrinner mot Kristianstadsslätten.

Under de rådande förhållandena finns det anledning att anta att yt- och grundvattendelare till stor del sammanfaller inom området. Ryssberget och urbergsryggen får även anses som täta hydrauliska gränser.

6.3 Akvifererna

Genom den geologiska uppbyggnaden av området kan man urskilja två olika akviferer. En övre öppen och en undre, som till stor del är sluten. Den övre akviferen finns i moränen och i de mindre svallavlagringar som på skilda ställen överlagrar moränen. Moränen är inte intressant för större grundvattenuttag på grund av dess låga permeabilitet. Dock kan grävda

brunnar i moränen ge tillräckligt med vatten för enskilda fastigheter. Sådana brunnar har oftast stor variation i vattenståndet som följd av uttagens variation och årstiden. Själva brunnen utgör den reservoar ur vilken vattnet tas och tillförseln av vatten sker långsamt.

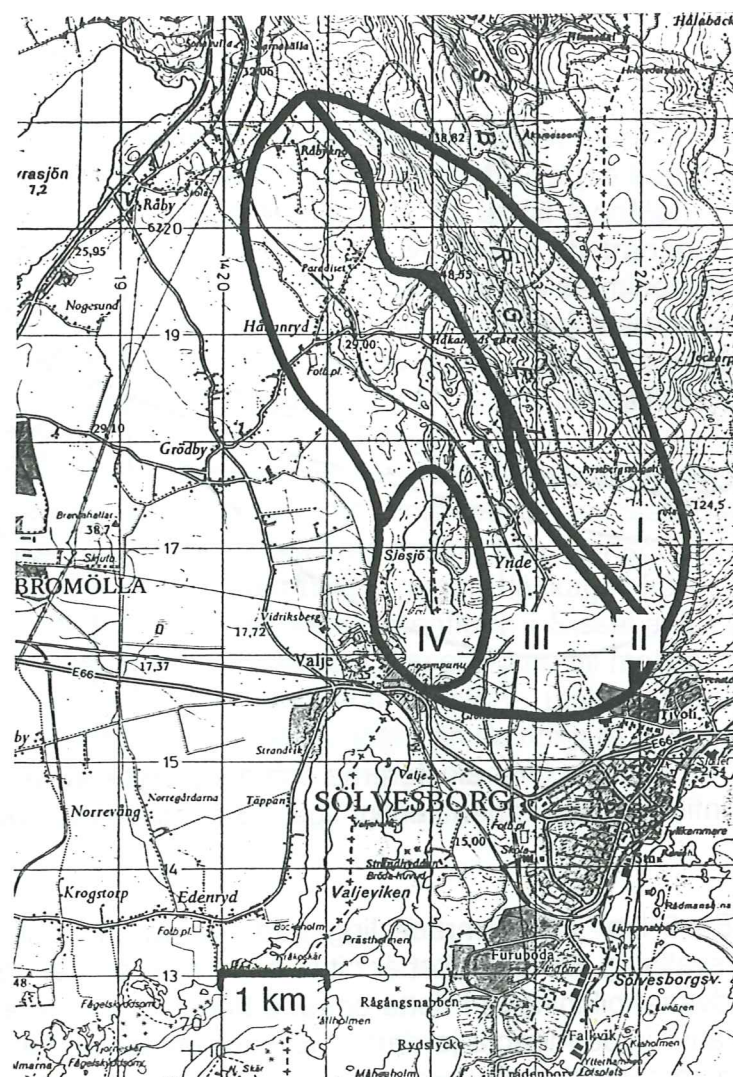


Fig. 13 Karta över avrinningsområdet med infiltrationsområden.

Den undre akviferen finns i kalkstenslagren. Dessa lager är intressanta eftersom det är här som stora grundvattenuttag är möjliga. Detta som följd av att den undre kalkakviferen både är mer permeabel och mäktigare än moränakviferen.

6.4 Grundvattenbildningen

Förhållandet mellan tryckytorna i de olika akvifererna är en viktig faktor för grundvattenbildningen i respektive akvifer. Samspelet mellan de olika akvifererna genom läckage i olika riktningar, beroende på tryckskillnader, är viktig för grundvattenbildningen inom området.

Avrinningsområdet kan delas in i fyra olika områden beroende på varierande förutsättningar för grundvattenbildning. Områdena framgår av figur 14.

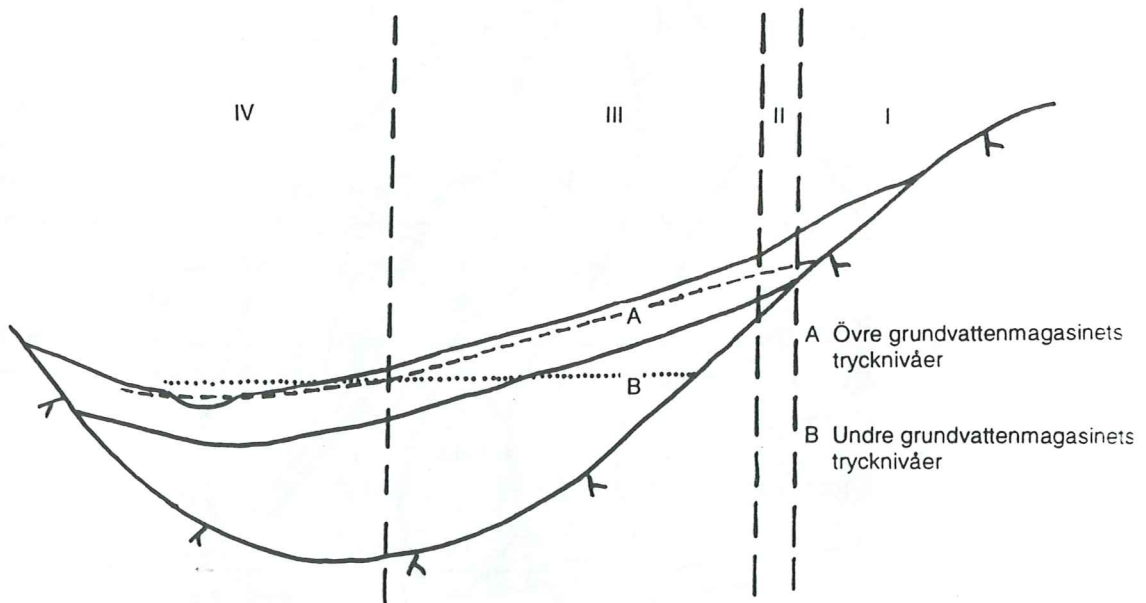


Fig. 14 Principskiss över akvifererna och deras trycknivåer. De olika infiltrationsområdena enligt figur 13 är också utmärkta.

Område I. Ett 5 km² stort område liggande ovanför HK och därför inte påverkat av svallning. Moräntäcket är bitvis tunnt med en del uppstickande hållar. Grundvattenbildningen i detta område bedöms som relativt liten på grund av relativt impermeabla jordarter. En stor del av nettonederbörden torde avrinna som ytvatten mot område II.

Område II. Är 0.5 km² stort och består huvudsakligen av svallavlagringar kring HK. Moränen inom området är bitvis kraftigt svallad, vilket torde medföra att vatten har lättare för att tränga igenom denna. Även ytvatten från område I infiltrerar här.

Område III. Är 7.5 km² stort och ligger under HK. Området består av mer eller mindre svallad morän, bitvis täckt av tunnare svallavlagringar. Grundvattenbildning i detta område beror till stor del på moränens permeabilitet. I område II och III bildas grundvattnet i moränakviferen, vilket sedan genom läckage transporteras till kalkakviferen.

Område IV. Är 2 km² stort och beläget kring Siesjön. Här förekommer troligen ingen grundvattenbildning, då man här har en uppåtriktad tryckgradient. Tryckskillnaden mellan övre och undre akvifer är cirka 1 meter, varför ett uppåtriktat läckage från den undre akviferen utbildas. Läckaget

bromsas av det glaciala lerlagret som existerar mellan de två akvifererna. Delar av vegetationen söder om sjön är dock kalkkrävande, vilket indikerar att vatten från den undre kalkakviferen till viss del tränger igenom det glaciala lerlagret.

6.5 Yt- och grundvattenflöden

Inom avrinningsområdet skulle nettonederbörden resultera i en teoretisk total ytvatten- och grundvattenavrinning på 80 l/s (se kap 6.2). Av denna infiltreras, enligt beräkningar i bilaga 5, 55 l/s till moränen. Av det vatten som infiltreras i moränen kommer huvuddelen att transporteras genom läckage till kalkakviferen. Från denna sker sedan ett mindre läckage uppåt genom lerlagret kring Siesjön. Även inom moränakviferen sker en mindre vattentransport mot sjön. Överskottsvattnet, i storleksordningen 48 l/s, transporteras troligen i kalkakviferen mot Kristianstadsslätten.

Från nettonederbörden avgår enligt våra uppskattningar en ytvattenbildning på 25 l/s som avrinner från området genom Sissebäck. Till detta kommer även de mindre vattenmängder som transporteras i moränakviferen och det vattnet som tillförs genom läckaget från kalkakviferen. Detta skulle innebära ett årsmedelvattenflöde i Sissebäck på 32 l/s. Vid besök i november bedömdes flödet i Sissebäcken till mellan 10 och 20 l/s, vilket med hänsyn till årstiden och Siesjöns utjämnande effekt torde bekräfta att medelvattenföringen är lägre än de tidigare antagna 80 l/s.

7 DISKUSSION

Vad kommer ett större grundvattenuttag att innebära för området med avseende på grundvattenbildningen, fuktmarkernas bevarande och befintliga brunnar?

Små uttag ur kalkakviferen kommer troligen endast att innebära att mängden grundvatten som läcker mot Kristianstadsslätten minskas med ungefär samma mängd som uttagen. Vid uttag kommer en avsänkings-tratt att utbildas kring tälten. Storleken på tratten blir bland annat beroende av uttagens storlek. Det är rimligt att anta att, med lämpligt placerade brunnar, stora delar av den grundvattenmängd som nybildas inom området teoretiskt kan utvinnas i tälten. Avsänkningen kan också förväntas resultera i att grundvattenbildningen ökar inom ett begränsat område. Det kan inte uteslutas att, vid en kraftig avsänkning, grundvattenströmningen kan vändas så att grundvatten från Kristianstadsslätten tillförs tälten.

Tillräckligt stora uttag kommer som nämnts att innebära att trycket i kalkakviferen minskas och permanent ändrar området med fuktängarna från ett utströmningsområde till ett inströmningsområde. Eftersom det inom detta område finns en mycket tät glaciallera mellan akvifererna och tryckskillnaden är relativt liten mellan dessa, torde det nuvarande vertikala läckaget vara relativt begränsat. Även om tryckskillnaden blir större och omvänd vid ett framtida vattenuttag torde ett vertikalt nedåtriktat bidrag bli relativt litet. Den övre akviferen kommer därför även i fortsättningen att existera och tillföras nederbördsvatten. Detta innebär att merparten av fuktängarna, som också har viss kontakt med Siesjön, förblir fuktängar.

En viss kvalitetsförändring på vattnet inom fuktängarna kan bli följden av minskad tillförsel av det kalkrika vattnet från den undre akviferen. Vissa kalkkrävande växter kan därför komma att påverkas negativt.

De grävda brunnarna inom områdets övre moränakvifer kommer med största sannolikhet inte att påverkas nämnvärt av ett uttag ur kalkakviferen. Däremot kan grävda brunnar och även borrhålls brunnar som når ner i kalkakviferen komma att påverkas, detta som en följd av att akviferens trycknivå kommer att sänkas inom ett inte helt klarlagt område. Detta områdes storlek kan endast klarläggas efter genomförandet av en propumpning inom området.

8 UPPFÖLJNING

Denna utredning har visat att det bör föreligga möjligheter att utvinna relativt stora mängder vatten inom undersökningsområdet. Sölvesborgs Energi & Vatten AB, före detta elverket och gatukontoret, är därför intresserat av att genomföra mer utförliga undersökningar. För närvarande planeras undersökningar av grundvattenkvaliten, bestämning av utflödet från Siesjön och sjöns nivåfluktuationer samt en provborrning med efterföljande provpumpning.

Vattenkvalitetsundersökningarna kommer att ske på vattenprov, tagna i de befintliga borrade brunnarna. Fler prov bör senare tas i samband med provpumpningen. Vattenståndsvariationerna i Siesjön kommer att följas med hjälp av en pegel som placeras på lämpligt ställe. Med hjälp av ett skibord, Thomsonöverfall eller annan typ, kommer flödet i Sissebäcken att bestämmas.

Under provborrningen kommer en kontinuerlig provtagning att göras för bestämning av de genomborrade lagrens sammansättning. Borrningen bör förlöpa tills det att urberg nås. Denna brunn kommer sedan att provpumpas och kapacitetsbestämmas samtidigt som bestämning av avsäkringstrattens storlek sker. Efter utvärdering av dessa undersökningar kan tillstånd för permanent uttag sökas enligt vattenlagens bestämmelser.

Sölvesborgs Energi & Vatten AB kommer även på lämpligt sätt att informera de berörda markägarna och boende i området om de planerade arbetena och deras omfattning.

9 REFERENSLISTA

Barmen, G. 1987 a: Geoelektrik. I Geofysiska metoder, kompendium för fältundersökningsmetodik. Lunds Tekniska Högskola, institutionen för Geoteknik, avdelningen för Teknisk Geologi. 95 s. Lund.

Barmen, G. 1987 b: Magnetometri. I Geofysiska metoder, kompendium för fältundersökningsmetodik. Lunds Tekniska Högskola, institutionen för Geoteknik, avdelningen för Teknisk Geologi. 95 s. Lund.

Björk, S. and Möller, P. 1987: Late Weichselian Environmental History in Southeastern Sweden during the Deglaciation of the Scandinavian Ice Sheet. *Quaternary Research* 28. s. 1-37.

Gustafsson, O., Andersson, J.-E. och De Geer, J. 1979: Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. Sveriges Geologiska Undersökning, Rapporter och meddelanden nr 12. 84 s. Uppsala.

Hellberg, K. 1971: Inlandsisens recession och den sen-glaciala strandförskjutningen i västra Blekinge och nordöstra Skåne. Lunds Universitets Naturgeografiska Institution, Rapporter och notiser. 124 s. Lund.

Jeppsson, H. 1989: Resistivitetmätning. VIAK AB. 10 s. Malmö.

Jeppsson, L. 1980: Skandinavien under 570 miljoner år. Avdelningen för Historisk Geologi och Paleontologi, Lunds Universitet. 34 s. Lund.

Knutsson, G. 1988 a: Grundvattenförhållandena i området söder om Siesjön och möjliga konsekvenser av planerad ny sträckning av E 66. Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för Kulturteknik. 9 s. Stockholm.

Knutsson, G. 1988 b: Angående grundvattenförhållandena i området söder om Siesjön. Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för Kulturteknik. 4 s. Stockholm.

Knutsson, G. 1989: Väg 66, förbifart Sölvesborg utlåtande rörande grundvattenförhållandena. Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för Kulturteknik. 6 s. Stockholm.

Knutsson, G. och Morfeldt, C.-O.: 1978. Vatten i jord och berg. Ingenjörsläroverket AB. 188 s. Stockholm.

Kornfält, K.-A., Bergström, J., Carsrud, L., Henkel, H. och Sundquist, B. 1978: Beskrivning till berggrundskartan Kristianstad SO. Sveriges Geologiska Undersökning, serie Af, Nr 121. 120 s. Uppsala

Kornfält, K.-A. och Bergström, J. 1990: Beskrivning till berggrundskartorna Karlshamn SV och SO. Sveriges Geologiska Undersökning, serie Af, Nr 167 och 168. 74 s. Uppsala.

Krok och Almquist. 1986: Svensk Flora, fanerogamer och ormbunksväxter. Esselte studium AB. 570 s. Uppsala.

Lindström, P. 1990: Den flytande fågelfotografen. I tidskriften Aktuell Fotografi, nummer 3, 1990. 90 s. Laholm.

Lundegårdh P. H. 1971: Nyttosten i Sverige. Almqvist & Wiksell. 271 s. Stockholm.

Nilsson, K. 1966: Geological data from the Kristianstad plain, southern Sweden. Sveriges Geologiska Undersökning, avhandlingar och uppsatser, ser. C, Nr 605. 32 s. Växjö.

Parasnis, D. S. 1986: Principles of Applied Geophysics, fourth edition. Chapman and Hall. 402 s. Bristol.

Pousette, J., Fogdestam, B., Gustafsson, O. och Engquist, P. 1983: Beskrivning och bilagor till hydrologiska kartan över Blekinge län. Sveriges Geologiska Undersökning, serie Ah, Nr 4. 67 s. Uppsala

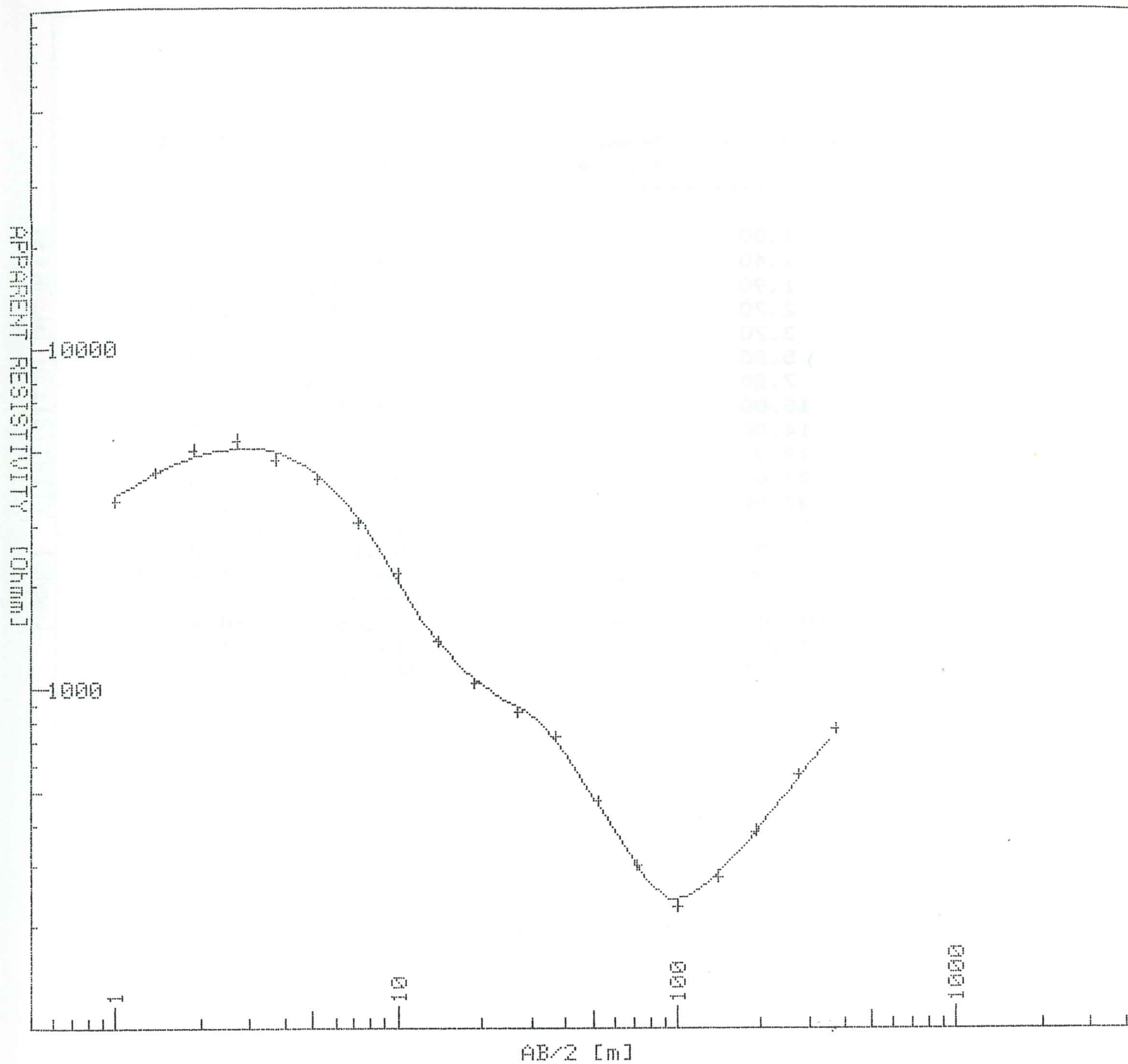
Ringberg, B. 1991: Korrektur till Beskrivning till jordartskartan Karlshamn SV. Sveriges Geologiska Undersökning, serie Ae, Nr 106. 38 s.

VIK. 1976: Sölvesborgs kommun, Grundvattenundersökning. 32 s. Malmö.

Mätningar utförda den: 1991-10-23

Brunn/rör nr:	temp °C	ledningsförmåga mS/m	vattenstånd m ö h	anm. brunn avsl. i
8701			14.48	undre akv.
8703	8.8	77	15.48	undre akv.
8704	9.7	70	11.25	urberg
8705 a *	7.8	41	12.63	undre akv.
8705 b *	7.8	40	11.49	övre akv.
8706	11.0	60	16.46	undre akv.
8707 *	10.1	44	13.41	undre akv.
8708 *	10.4	36	14.65	undre akv.
8709 *	7.7	46	17.25	undre akv.
8710	8.6	57	23.93	undre akv.
8711			23.38	urberg
8712 *	8.1	41	20.08	undre akv.
Br 9	9.3	59	14.27	ej klarlagt
Br 10	8.2	35	18.83	övre akv.
Br 14	8.5	72	28.90	undre akv.
Br 15	9.7	83	28.51	ej klarlagt
Br 15 borrarad	9.5	45	28.33	ej klarlagt
Br 16	9.4	83	31.11	ej klarlagt
Br 17	11.0	18	37.14	ej klarlagt
Br 18	9.2	25	37.45	övre akv.
Br 19	9.3	14	39.21	övre akv.

* Brunnar med antifrostmedel

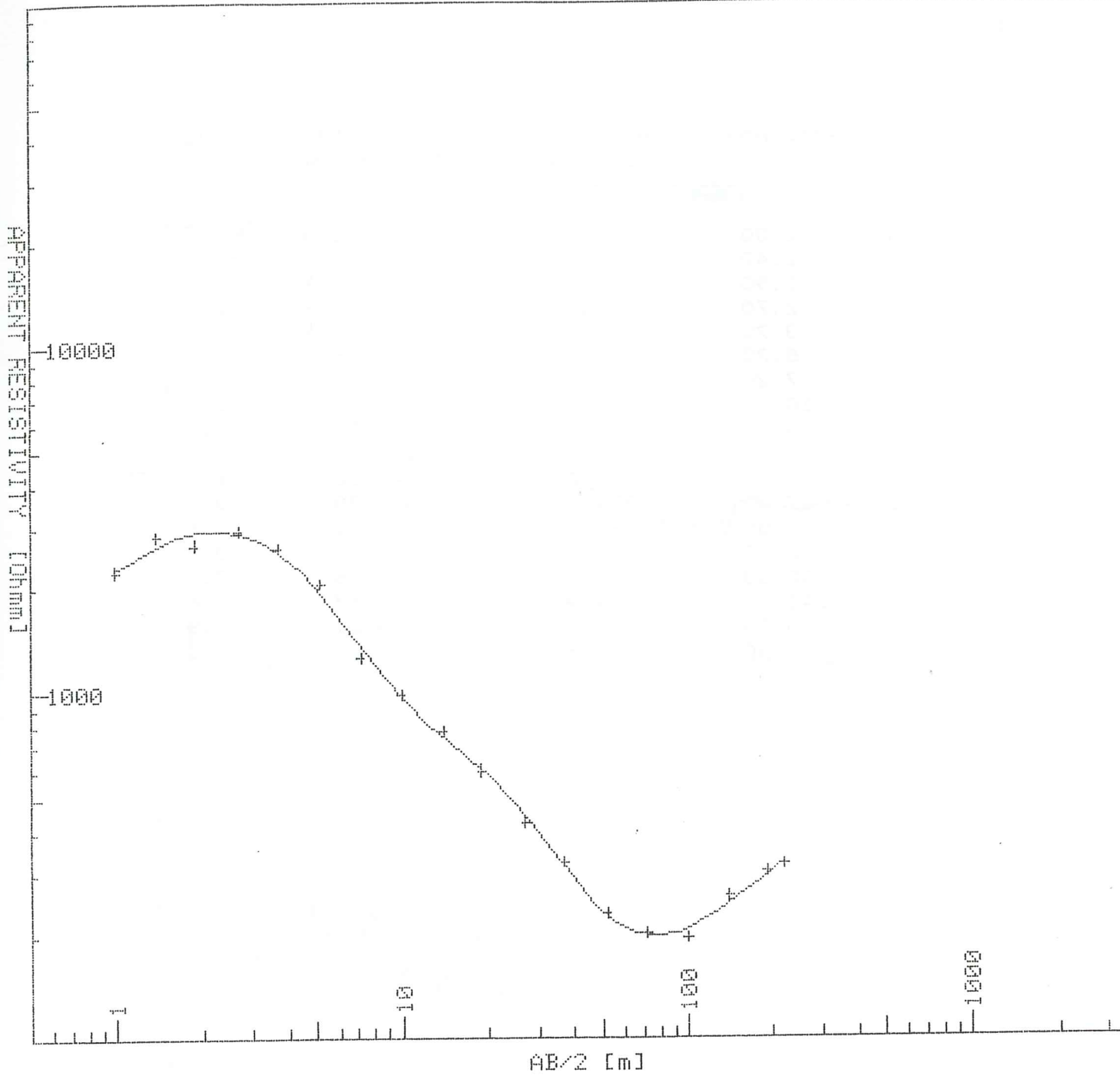


MODEL INTERPRETATION

Layer	Resist. $\Omega\text{m}\text{\AA}$	Thickn. $\text{\AA}\text{m}\text{\AA}$	Depth $\text{\AA}\text{m}\text{\AA}$
1	1061.24	0.2	0.2
2	7141.01	2.4	2.6
3	899.98	10.2	12.8
4	1983.12	6.8	19.6
5	42.66	20.4	40.0
6	101692.00		

Mätvärden till resistivitetssondering SIE 1

AB/2 ÄmÅ	Measured App.ResÄΩmÅ	Calculated App.ResÄΩmÅ	Dev. %
1.00	3.55 k	3.66 k	1.3
1.40	4.30 k	4.30 k	-0.0
1.90	5.03 k	4.79 k	-2.1
2.70	5.37 k	5.09 k	-2.3
3.70	4.68 k	4.96 k	2.5
5.20	4.10 k	4.23 k	1.3
7.20	3.08 k	3.15 k	1.1
10.00	2.18 k	2.05 k	-2.7
14.00	1.37 k	1.38 k	0.1
19.00	1.04 k	1.07 k	1.3
27.00	859.93	885.56	1.3
37.00	728.20	702.38	-1.6
52.00	467.02	460.85	-0.6
72.00	299.89	298.57	-0.2
100.00	226.64	236.89	1.9
140.00	279.32	288.87	1.5
190.00	380.94	377.86	-0.4
270.00	561.57	543.68	-1.4
370.00	760.70	743.92	-1.0

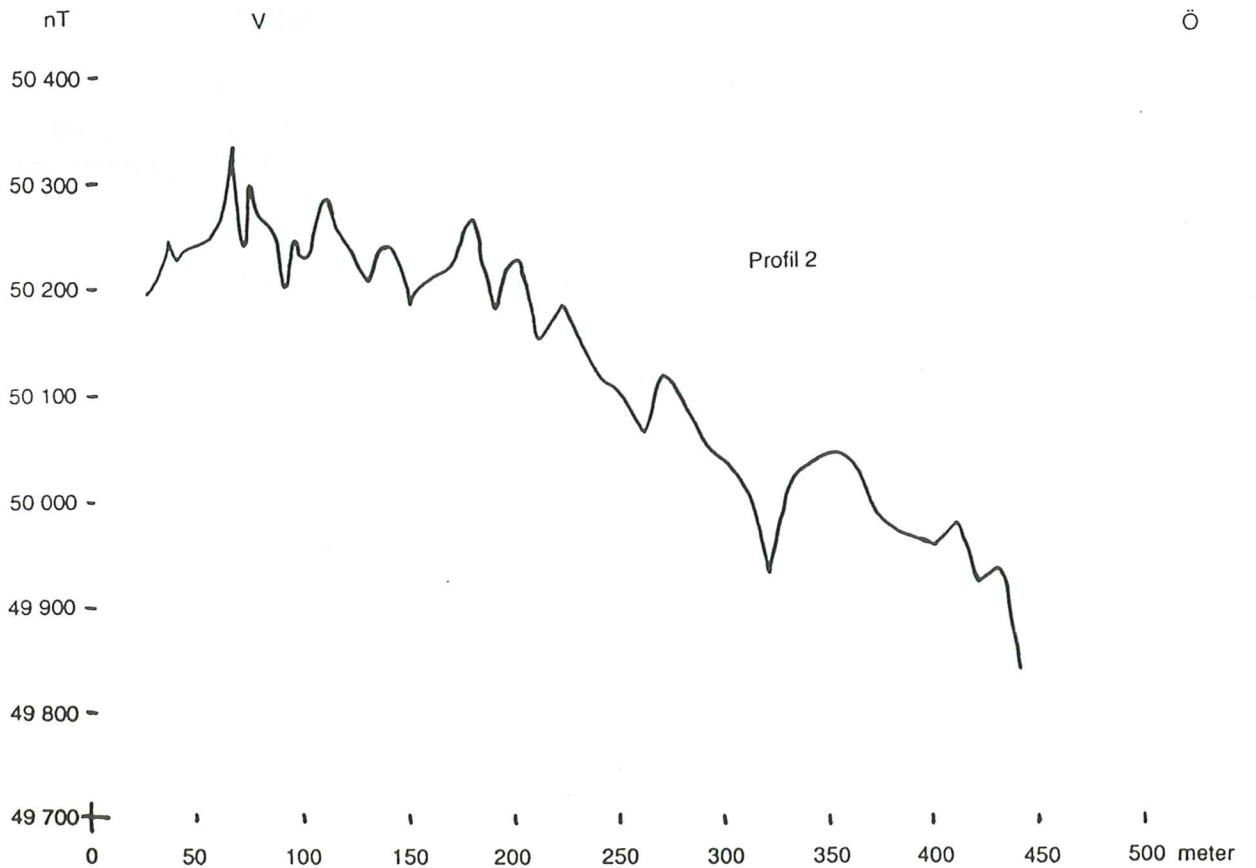
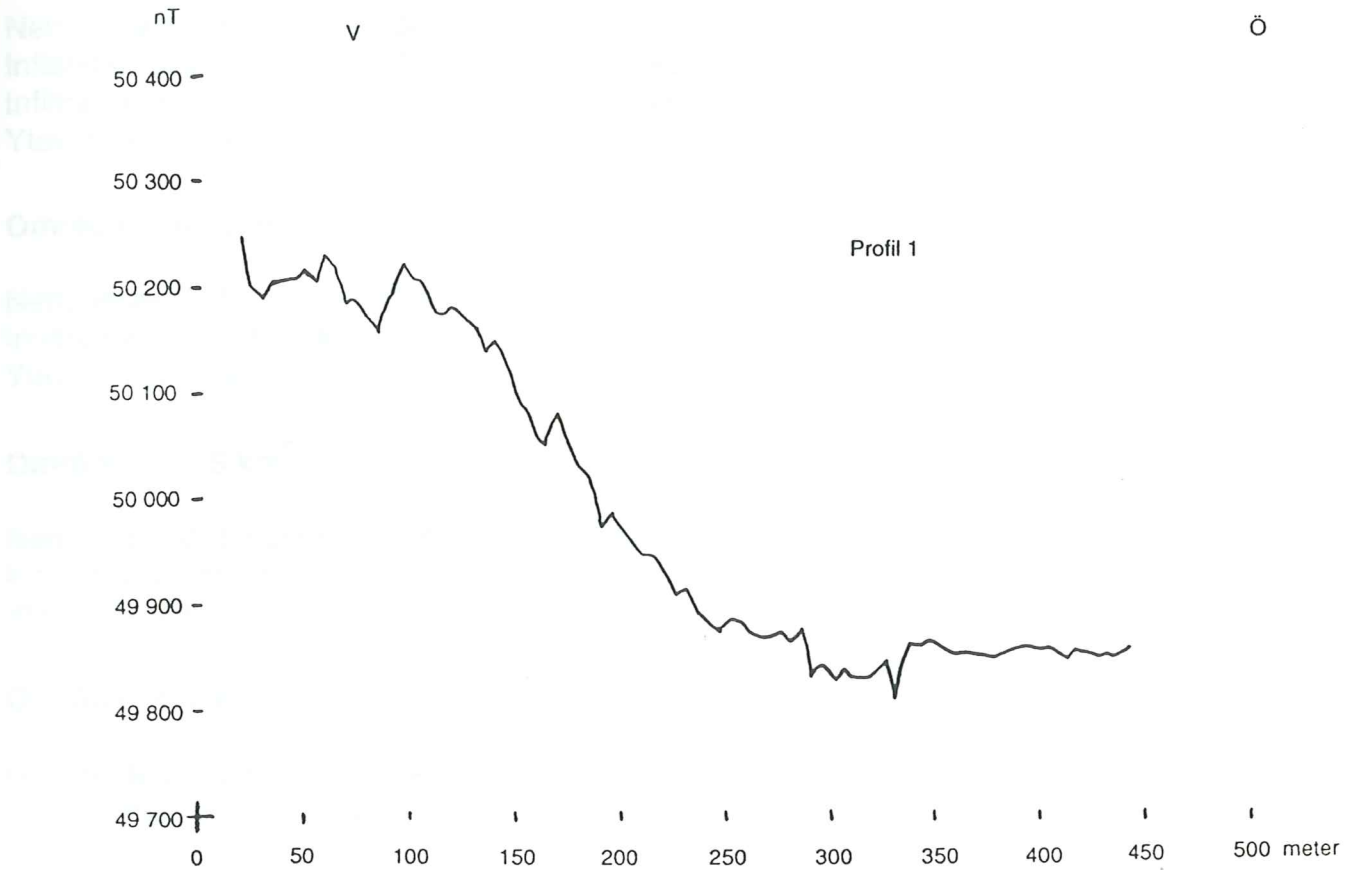


MODEL INTERPRETATION

Layer	Resist. $\Omega\text{m}\text{A}$	Thickn. AmA	Depth AmA
1	1198.49	0.4	0.4
2	6427.03	1.0	1.3
3	754.72	12.6	13.9
4	150.05	61.7	75.6
5	720.17		

Mätvärden till resistivitetssondering SIE 2

AB/2 ÄmÅ	Measured App.ResÄΩmÅ	Calculated App.ResÄΩmÅ	Dev. %
1.00	2.26 k	2.30 k	0.7
1.40	2.87 k	2.69 k	-2.8
1.90	2.70 k	2.93 k	3.5
2.70	2.95 k	2.93 k	-0.3
3.70	2.63 k	2.57 k	-0.9
5.20	2.07 k	1.96 k	-2.3
7.20	1.26 k	1.36 k	3.3
10.00	987.35	978.17	-0.4
14.00	777.33	740.55	-2.1
19.00	602.31	611.13	0.6
27.00	427.22	443.18	1.6
37.00	324.97	320.79	-0.6
52.00	230.58	226.41	-0.8
72.00	203.55	201.11	-0.5
100.00	198.12	209.66	2.5
140.00	259.98	250.57	-1.6
190.00	305.48	299.21	-0.9
220.00	319.85	327.53	1.0



Område I: 5 km²

Nettonederbörd inom området:28 l/s
 Infiltration inom området 50%:14 l/s
 Infiltration inom område II 40%:11 l/s
 Ytavrinning 10%:3 l/s

Område II: 0.5 km²

Nettonederbörd inom området:2.5 l/s
 Infiltration inom området 90%:2.0 l/s
 Ytavrinning 10%:0.5 l/s

Område III: 7.5 km²

Nettonederbörd inom området:39 l/s
 Infiltration inom området 70%:28 l/s
 Ytavrinning 30%:11 l/s

Område IV: 2 km²

Nettonederbörd inom området10,5 l/s
 Ytavrinning 100%:10.5 l/s

Totalt

	Infiltration	Avrinning
	55 l/s	25 l/s
flöde i moränen	-5 l/s	5 l/s
flöde till utströmning	-2 l/s	2 l/s
	<hr/>	<hr/>
summa	48 l/s	32 l/s

Order # 1000

Information from order 1000
Total amount \$100.00
Total quantity 1000 units

Order # 1001

Information from order 1001
Total amount \$100.00
Total quantity 1000 units

Order # 1002

Information from order 1002
Total amount \$100.00
Total quantity 1000 units

Order # 1003

Information from order 1003
Total amount \$100.00
Total quantity 1000 units

Total

Order #	Quantity	Amount
1000	1000	\$100.00
1001	1000	\$100.00
1002	1000	\$100.00
1003	1000	\$100.00
Total	4000	\$400.00

Tidigare skrifter i serien "Examensarbeten i Geologi vid Lunds Universitet":

3. Simeonov, A.: En jämförelse mellan Jorandomens tennanomala graniters och revsundsgranitens (Västerbotten) mineralogiska och petrografiska karaktär. 1984.
4. Annertz, K.: En petrografisk karakteristik av en sent postorogen mafisk intrusion i östra Värmland. 1984.
5. Sandström, K.: Kartläggning av grundvattenförhållandena i ett delområde av provinsen Nord Kordofan, Sudan. 1984.
6. Gustafsson, B.-O., Ralfsson, S.: Undersökning av högsta kustlinjen på Rydsbjär vid Margreteberg i södra Halland. 1985.
7. Helldén, J., Nilsson, A.-G.: Undersökning av den baltiska moränleran vid Svalöv, NV-Skåne. 1985.
8. Persson, K.: Kobolt i pyrit från Kiruna Järnmalmgruva. 1985.
9. Ekström, J.: Stratigrafisk och faunistisk undersökning av Vitabäckslerorna i Skåne. 1985.
10. Säll, E.: *Neobeyrichia* from the Silurian of Bjärsjölagård. 1986.
11. Markholm, C.-O.: Svagt naturgrus och bergkrossmaterial till bärlager. En laboriestudie. 1986.
12. Hellström, C.: Klassifikation av leptiter i malmstråket mellan O. Silvberg och Vallberget, Dalarna. 1986.
13. Öhman, E.: En petrografisk och mineralogisk studie av en komplex gång bestående av metadiabas och kvartskratofyr i Kiirunavaara-gruvan. 1986.
14. Holmberg, G., Johansson, L.: Sedimentologisk undersökning av de övre glacifluviala avlagringarna i Vombsänkan, södra Skåne. 1986.
15. Thuning, B., Linderson, H.: Stratigrafi och överplöjning i Bussjöområdet, Ystad. 1986.
16. Bergstedt, E., Löf, A.I.: Naturvärme- och teknik och geologi med en översiktlig kartläggning av tillgångarna i Kalmar län och Västerviks kommun. 1986.
17. Elg, A.: Investigation of a wollastonite occurrence in central Sweden. 1987.
18. Andrésdóttir, A.: Glacial geomorphology and raised shorelines in the Skardsströnd-Saurbauer Area, west Iceland. 1987.
19. Eken, K.: Geohydrologisk undersökning vid Filborna avfallsupplag i Helsingborg. 1987.
20. Kockum, K.: Alkalisering vid konstgjord infiltration : En vattenkemisk studie i tre vattentäkter i sydöstra Småland. 1987.

21. Wedding, B.: Granitförande pegmatiter i SV Värmland. En mineralogisk och kemisk studie. 1987.
22. Utgår.
23. Hammarlund, D.: Sedimentstratigrafiska och paleohydrologiska undersökningar av Fönesjön och Kalvs Mosse inom Vombslätten, centrala Skåne. 1988.
24. Jansson, C.: Basiska bergarter, gångbergarter, sedimentbergarter och breccior i vaggerydssyenit. En undersökning i protoginonen vid Vaggeryd. 1988.
25. Jerre, F.: Silurian conulariids from the Lower Visby Beds on Gotland. 1988.
26. Svensson, E.: Upper Triassic depositional environments at Lunom, northwest Scania. 1989.
27. Vajda, V.: Biostratigrafisk indelning av den Mesozoiska lagerföljden i Köpingsbergsborrningen 3, Skåne. 1988.
28. Persson, A.: En biostratigrafisk undersökning av conodontfaunan i Limbatakalkstenen på lokalen "Stenbrottet" i Västergötland. 1988.
29. Regnell, M.: Stenåldersmänniskans vegetationspåverkan på Kullaberg, nordvästra Skåne. En paleoekologisk studie. 1988.
30. Siverson, M.: Palaeospinacid selachians from the Late Cretaceous of the Kristianstad Basin, Skåne, Sweden. 1989.
31. Mathiasson, L.: REE i svekofenniska migmatitneosomer och sensvekofenniska graniter från Nyköpingsområdet. 1989.
32. Månsson, A.: Kinematic analysis of the basement-cover contact of the western margin of the Grong-Olden Culmination, Central Norwegian Caledonides. 1990.
33. Lagerås, P.: Kontinuitet i utnyttjandet av Baldringes utmarker. En pollenanalytisk studie i Skogshejdan, Skåne. 1991.
34. Rundgren, M.: Litostratigrafi och paleomiljöutveckling i Langelandselv-området, Jameson Land, östra Grönland. 1991.
35. Björkman, L.: Vegetationshistorisk undersökning av en förhistorisk jordmansprofil begravd under en stensträng i Rösered, Västergötland. 1991.
36. Holmström, P., Möller, P., Svensson, M.: Water supply study at Manama, southern Zimbabwe. 1991.
37. Barnekow, L.: Jämförelse mellan hydrometerpipett- och sedigrafimetoderna för kornstorleksanalyser. 1991.
38. Ask, R.: Rocks of the Anorthosite-Mangerite-Charnockite-Granite suite along the Protogine Zone, southern Sweden. 1992.