

Å. MÖLLER, P. ENGQVIST, C.-F. MÜLLERN

BESKRIVNING  
TILL HYDROGEOLOGISKA  
KARTBLADET ÖREBRO SO

DESCRIPTION OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP  
ÖREBRO SO



STOCKHOLM 1974

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

---

SER. Ag

Hydrogeologiska kartblad i skala 1 : 50000

Nr 5

Å. MÖLLER, P. ENGQVIST, C.-F. MÜLLERN

**BESKRIVNING TILL HYDROGEOLOGISKA KARTBLADET  
ÖREBRO SO**

Description of the Hydrogeological Map Örebro SO

STOCKHOLM 1974

Textkartorna är ur sekretessynpunkt för spridning godkända  
i rikets allmänna kartverk 1973-12-21

## INNEHÅLL

1. Förord . . . . .	5
2. Abstract . . . . .	6
3. Inledning. . . . .	7
3.1. Syfte och ändamål med beskrivningen . . . . .	7
3.2. Beskrivningens omfattning . . . . .	7
3.3. Brunnsnumreringssystem . . . . .	8
4. Grundvatten — definitioner och grundbegrepp . . . . .	8
4.1. Definition av begreppet grundvatten . . . . .	8
4.2. Akvifer . . . . .	9
4.3. Grundvattenbildning . . . . .	9
4.4. Grundvattenytans fluktuationer . . . . .	10
5. Nederbördsförhållanden . . . . .	11
6. Grundvattnets allmänna uppträdande i berggrund och jordarter . . . . .	12
6.1. Berggrunden . . . . .	12
6.1.1. Berggrundens sammansättning och bergarternas utbredning . . . . .	12
6.1.2. Förkastningar och större sprickzoner . . . . .	16
6.1.3. Berggrundens sprickighet . . . . .	18
6.1.4. Berggrundens vattenförande förmåga . . . . .	25
6.2. Jordarterna . . . . .	27
6.2.1. Jordarterna och deras utbredning . . . . .	27
6.2.2. Jordarternas vattenförande förmåga . . . . .	29
7. Grundvattentillgångar . . . . .	33
7.1. Grundvattentillgångar i isälvsavlagringar . . . . .	33
7.1.1. Allmänt . . . . .	33
7.1.2. Glanshammarsåsen . . . . .	34
7.1.3. Valstaåsen . . . . .	36
7.1.4. Lännåsåsen . . . . .	38
7.1.5. Karlsbygget — Slätmon . . . . .	40
7.1.6. Stockbäcken . . . . .	40
7.1.7. Vinön . . . . .	41
7.2. Grundvattentillgångar i berggrunden . . . . .	43
7.2.1. Urberg . . . . .	43
7.2.2. Kambro-ordoviciska sedimentbergarter . . . . .	45
8. Grundvattnets fysikaliska och kemiska egenskaper . . . . .	46
8.1. Allmänt . . . . .	46
8.2. Temperaturvariationer . . . . .	48
8.3. Variationer i den kemiska sammansättningen hos grundvatten från olika berg- och jordartstyper . . . . .	49
8.3.1. Grundvatten i morän . . . . .	51
8.3.2. » » isälvsavlagringar . . . . .	51
8.3.3. » » sandsten och alunskiffer . . . . .	54
8.3.4. » » urberg . . . . .	54
8.3.5. Salt grundvatten . . . . .	55
8.4. Konstjord infiltration . . . . .	55
9. Källor . . . . .	57
9.1. Allmänt . . . . .	57
9.2. Källor i Glanshammarsåsen . . . . .	57
9.3. » » Valstaåsen . . . . .	58
9.4. » » Lännåsåsen . . . . .	58
9.5. Stockbäcken . . . . .	58
10. Ordlista . . . . .	58

11. Referenslitteratur . . . . .	61
11.1. Utredningar . . . . .	61
11.2. Litteratur av allmänt intresse . . . . .	62
12. Bilagor . . . . .	64
12.1. A. Vattenanalyser . . . . .	64
12.2. B. Brunnsförteckning . . . . .	66

## 1. Förord

Föreliggande kartblad »Hydrogeologiska kartbladet Örebro SO» SGU Ag 5 jämte tillhörande kartbladsbeskrivning är den fjärde hydrogeologiska översikten i skalan 1 : 50 000 som utgivits vid Sveriges geologiska undersökning. Tidigare utgivna blad är Örebro SV, SGU Ag 1; Örebro NV, SGU Ag 3 samt Trelleborg NV — Malmö SV, SGU Ag 4. Kartseriens syfte är att lämna en redogörelse för grundvattnets uppträdande, förekomst och kvalitet i olika berg- och jordarter inom ett visst kartbladsområde och ingår som ett led i SGU:s brunnsarkivs försöksverksamhet.

Redogörelsens tyngdpunkt är lagd på grundvattnets uppträdande och förekomst i framför allt de stora isälvsavlagringarna. Grundvattnets uppträdande i jordarter som lera och morän berörs mer översiktligt av den anledningen att grundvatten här ej är utvinnbart annat än i mycket små mängder. Detta beror framför allt på dessa jordarters ringa vattenförande förmåga i jämförelse med t. ex. sand och grus. I fråga om berggrunden redovisas grundvattnets uppträdande och förekomst i såväl de olika urbergstyperna som sedimentbergarterna.

Kartan och redogörelsen avser ej att lämna helt fullständiga uppgifter på uttagbara grundvattenmängder, grundvattennivåer etc. inom de olika grundvattenmagasinen utan angivna värden måste betraktas som riktvärden. Vid bestämning av dylika data, framför allt inom åsstråken, har, där så funnits, uppgifter från tidigare gjorda grundvattenundersökningar av olika ingenjersfirmor o. d. använts. En kompletterande fältundersökning ägde rum sommaren 1971 av personal från brunnsarkivet varvid bl. a. provborrningar och seismiska och geoelektriska undersökningar gjordes för bestämning av jordlagrens mäktighet och sammansättning på vissa platser. Grundvattennivåerna i ett stort antal brunnar avvägdes, vattenprover för fysikalisk-kemisk analys insamlades, kapacitetsmätningar i vissa vattendrag och källor utfördes etc. Vid dessa undersökningar insamlat material samt de uppgifter från brunnsborrningar och andra undersökningar som redan fanns på brunnsarkivet har legat till grund för föreliggande översikt.

Som geologiskt underlag har det geologiska kartbladet Örebro SO, SGU Ae 8 använts. På detta blad har sedan hydrogeologiska data inlagts med blått övertryck. Med svart övertryck redovisas betydelsefulla större sprickzoner, bergartsgränser etc.

Arbetet med kartbladet har utförts under ledning av avd. dir. Åke Möller, vilken även svarar för beskrivningen av framför allt grundvattenförekomsterna i jordlagren. För avsnitten om grundvattnet i berggrunden svarar geolog Carl-Fredrik Müllern och för grundvattnets kemi geolog Per Engqvist. Vid fältarbetena har medverkat extrageologerna Anders Carlstedt, Torbjörn Fagerlind, Per Lindberg och Lars Linde samt teknikerna vid brunnsarkivet Gunnar Ekman

och Leif Särnblad. Ritningsarbetena har utförts av A-C Sjöberg, Ulla Skarin, Greta Hellström och Inga Palmér, SGU och renskrivning av manuskript av Lisbeth Lagerberg och Kerstin Brodén, SGU.

## 2. Abstract

The purpose of this map is to give a detailed description and a summary of the most interesting and significant groundwater-bearing formations within the map area. The data used for preparation of this map have to a large extent been water well data and data from various groundwater investigations carried out by consulting engineering companies etc. These data have been collected and compiled by the staff of the Section of Well Records (Brunnsarkivet) at the Geological Survey of Sweden. In addition to this basic information an extensive field investigation was carried out in the summer of 1971 including a well inventory as well as a levelling of the groundwater level in various wells and springs, water samples were collected for chemical analysis, discharge measurements on springs were made etc. Base map is the geological map-sheet Örebro SO, SGU Series Ae 8.

Groundwater in exploitable amounts is mainly found in the often large deposits of sand and gravel which occur in form of eskers. To some extent groundwater can also be extracted from wells drilled in the Precambrian crystalline bedrock. In the central part of the map area Cambrian sandstone and Ordovician limestone and alum shales cover the crystalline bedrock. The main aquifer here is the sandstone. The most important aquifers however are the eskers, and the greater part of the report deals with the hydrogeological situation within these. Two esker systems running from south to north exist within the map area. In these eskers the various groundwater systems or basins have been determined as well as the direction of the groundwater movement and the areas of natural discharge. Also the quality of the groundwater was checked and was sometimes found to vary considerably within the same groundwater system both in relation to depth and location. Usually high iron and manganese contents are found in the deeper parts of the eskers, particularly in areas where the sand and gravel is covered with clay and where the circulation of groundwater is very slow.

Salt water with a concentration of more than 300 ppm of chloride has been found in one deep-drilled well in the crystalline bedrock. This salt water is probably a residue from the time when sea water covered the area as a consequence of the last glaciation. There seems to be no particular pattern in the distribution of such wells. The occurrence of salt water is instead mainly depending on the presence of small and deep pockets in the bedrock from which the precipitation and the overlaying fresh water has not been able to wash away the heavier salt water.

### 3. Inledning

AV A. MÖLLER

#### 3.1. Syfte och ändamål med beskrivningen

Beskrivningen avser att belysa de hydrogeologiska förhållanden som råder i de jord- och bergarter som förekommer inom det geologiska kartbladet Örebro SO. Redogörelsens tyngdpunkt är på jordartssidan helt lagd på grundvattnets uppträdande i de ur vattenutvinnings synpunkt viktigaste bildningarna nämligen isälvsavlagringarna. På berggrundssidan behandlas de inom området areellt dominerande urbergarterna i ungefär samma utsträckning som sedimentbergarterna. Redogörelsen avser ej, annat än i undantagsfall, att ge en detaljerad bild av de rent geologiska förhållandena, för dessa hänvisas till den geologiska kartbladsbeskrivningen, SGU Ae 8.

#### 3.2. Beskrivningens omfattning

Beskrivningen är i huvudsak baserad på den information som erhållits vid de till SGU:s brunnarsarkiv från brunnborrningsfirmor, konsulterande ingenjörbyråer etc. insända resultaten från grundvattenundersökningar, brunnborrnings m. m. Vidare har under sommaren 1971 i brunnarsarkivets regi ett stort antal brunnar genomgått i fält. Härvid har brunnens djup, grundvattentans nivå, uttagen vattenmängd samt de vattenförande berg- eller jordlagrens sammansättning fastställs där så varit möjligt. Även vid källor, större grundvattentäkter o. d. har den utrunna eller uttagna vattenmängden om möjligt uppmätts och de vattenförande formationerna kartlagts. Ett antal vattenprover har tagits i brunnar och källor där vattenkvaliteten bedömts vara representativ för ett större område eller geologisk formation. På dessa vattenprover har fysikalisk-kemisk analys utförts och bedömts tillsammans med analysresultat från via brunnarsarkivet insamlade data.

Resultaten av den hydrogeologiska inventeringen redovisas i kartbladsbeskrivningen med tillhörande hydrogeologiska karta. På kartan är med blå färg inlagda viktiga hydrogeologiska faktorer såsom grundvattendelare, grundvattentans nivå, grundvattnets strömningsriktning, källor o. d. Av grundvattentans nivålinjer framgår bl. a. om och var inom en åssträckning den är av den »dränerande» eller »läckande» typen. Kommunala vattentäkter av betydelse redovisas, däremot ej alla i övrigt inventerade brunnar, då dessas antal är så stort att de vid övertryck helt skulle komma att dölja övriga kartdata. Ett antal representativa bergborrhade brunnar eller brunnar där speciella geologiska eller hydrologiska förhållanden råder är dock angivna på huvudkartan och refereras till i olika textavsnitt.

Översiktliga bedömningar av den uttagbara grundvattenmängden inom varje grundvattenområde i de olika åssystemen har gjorts, dessa värden måste dock

betraktas som grova riktvärden och ej definitiva då för detta mer detaljerade undersökningar inkluderande bl. a. provpumpningar erfordras. Kapaciteten i brunnar i grusåsar anges ej då detta värde oftast är en ren teknisk fråga beroende bl. a. på typ, storlek och djup på brunnen, pumpkapacitet etc. Däremot är kapacitetsdata av stort intresse när det gäller bergborrade brunnar.

### 3.3. Brunnsnumreringssystem

De på den hydrogeologiska kartan förekommande brunnsnumren är samma som användes vid SGU:s brunnsarkiv. Nummersystemet är baserat på det topografiska kartbladet i skalan 1 : 50 000 där kartbladsnumret används som huvudnummer följt av ett löpnummer för varje brunn. Till exempel inom detta kartblad får samtliga brunnar prefixet 10 F SO. En brunn kan således anges som 10 F SO: 3. På kartan är för enkelhetens skull prefixet utelämnat och bara det löpande numret angivet. På arkivkortet i brunnsarkivet anges dock hela numret.

## 4. Grundvatten — definitioner och grundbegrepp

AV Å. MÖLLER

### 4.1. Definitioner av begreppet grundvatten

I det följande lämnas en kort översikt över vissa hydrogeologiska fackuttryck och termer vilka är nödvändiga att känna till för förståelse av kartbladsbeskrivningen. För mer detaljerade begreppsförklaringar, hydrogeologiska grundbegrepp och arbetsmetoder etc. hänvisas till läroböcker i ämnet samt den år 1970 av Tekniska Nomenklaturcentralen utgivna Vattenordlista 2.

Med grundvatten menas i allmänhet det fria och rörliga vatten som uppfyller sprickor och håligheter i en geologisk formation. Grundvattnets övre fria gräns benämnes grundvattenyta och representeras av den nivå som vattenytan i en brunn intar om brunnen är nedförd i den vattenförande formationen.

Grundvatten bildar i det vattentransporterande mediet en mättad zon som särskiljs från den omättade eller luftade zonen, vilken i princip sträcker sig från grundvattenytan och upp till markytan. Ingen skarp gräns mellan dessa två zoner existerar beroende på att den kapillära stighöjden i olika jord- och bergarter kan variera avsevärt.

Grundvattnet rör sig från områden med högre topografiskt belägen grundvattenyta till områden med lägre. Den hastighet med vilken detta sker är i homogena formationer bl. a. proportionell mot grundvattenytans lutning. I

sprickförande bergarter eller jordlager med varierande vattengenomsläpplighet följer grundvattnet de zoner som har den största genomsläppligheten.

Grundvattnet har sitt naturliga utlopp på platser där markytan är lägre än grundvattenytan. Finns här vattengenomsläppliga jord- eller bergarter uppstår källor som ibland kan vara tydligt iakttagbara. Grundvattnet kan även avbördas mindre synligt på bred front t. ex. i botten eller längs sidorna av en å eller flod eller till en sjö.

#### 4.2. Akvifer

Med akvifer menas en geologisk formation eller avlagring som har en så hög permeabilitet eller vattentransporterande förmåga att man via brunnar eller liknande kan utvinna grundvatten. Goda akviferer är, vad gäller jordarter, sand- och grusåsar men däremot ej lera eller moränjordar; för berggrunden gäller att t. ex. gnejs och granit är dåliga akviferer i jämförelse med porösa eller sprickiga sand- och kalkstenar. Akvifererna kan vidare delas upp i så kallade bundna eller artesiska och obundna eller fria. En obunden akvifer är en vattenförande formation i vilken grundvattenytan utgör den översta delen av den mättade zonen. Grundvattenytan i en sådan akvifer varierar i form och lutning beroende bl. a. på storlek och avstånd till infiltrations- och uttrinningsområden, topografi samt olikheter i permeabilitet och porositet. Genom att mäta grundvattenytans nivå på olika punkter kan grundvattenströmmens riktning bestämmas. En bunden eller artesisk akvifer förekommer där grundvattnet är under större tryck än atmosfärtrycket. I en brunn som är nedförd i en sådan akvifer stiger därför vattenytan i brunnen över underdelen av den tätande formationen.

Vattenståndsfluktuationer i brunnar, vilka får sitt vatten från bundna akviferer, beror i huvudsak på förändringar i tryck snarare än på förändringar i grundvattenmagasinet. Grundvattenytan, eller som den även benämnes »piezometriska ytan», är i en bunden akvifer en imaginär nivå som sammanbinder punkter med samma hydrostatiska tryck. Skulle denna trycknivå ligga över markytan uppstår en självrinnande brunn eller källa. Det bör påpekas att en bunden akvifer blir obunden om trycknivån sjunker under botten på den överliggande täta formationen, vanligt är också att en obunden akvifer existerar ovanpå en bunden.

#### 4.3. Grundvattenbildning

Det grundvatten som påträffas i svenska jord- och bergarter utgörs nästan undantagslöst av infiltrerat nederbördsvatten. Undantag är det saltvatten som ibland kan påträffas i lågpartier i grusåsar och ibland även i sprickor i urberget. Detta vatten är vanligen havsvatten härstammande från den tid då landet låg under havsytan i sen-glacial eller postglacial tid. Ibland påträffas

även saltvatten i djupt liggande sandstensformationer, detta vatten härstammar dock ej från senkvartär tid utan är troligen vatten som inneslöts i sandstenen då denna en gång bildades. Sådant vatten brukar benämnas »fossilt vatten». Salthalten kan här ibland vara högre än i nuvarande havsvatten.

Grundvattenbildningen är avhängig av bl. a. temperaturen, grundvattenytans djup under markytan, markytans lutning, vegetation, jord- och bergarternas sammansättning och mäktighet samt nederbördens intensitet och varaktighet. På grund av dessa faktorers komplexibilitet är det svårt att ange generella regler för infiltrationens storlek, detta speciellt för berggrunden. För jordarter har man dock vissa empiriska riktvärden på infiltrationen som kan användas vid överslagsberäkning. Dessa redovisas i följande tabell:

<i>Jordarter</i>	<i>Infiltrationsfaktor<sup>1)</sup></i>
sand-grusås i dagen	0,6—0,8
lera-moränområde	0,1—0,3
lera	0 —0,1

<sup>1)</sup> Mätt som del av den totala årsnederbörden.

Vid användande av dessa värden måste dock stor varsamhet iakttagas då det t. ex. vid leror har stor betydelse hur tjock leran är, om den är mycket torr vid tidpunkten för infiltrationen, om leran underlagras av mer vattenförande jordar som sand och grus, art av vegetation o. s. v. För detaljstudier hänvisas till facklitteratur.

#### 4.4. Grundvattenytans fluktuationer

I såväl artesiska som icke artesiska akviferer fluktuerar grundvattentrycket eller grundvattenytan. Varaktigheten av dessa fluktuationer samt storleken av dem beror på flera faktorer, till exempel påverkar nederbörd samt infiltration från vattendrag o. d. grundvattenytan så att den stiger, medan dränering via vattendrag, sjöar, pumpning o. d. så att den sjunker. I områden där grundvattenytan ligger relativt nära markytan kan även en stor avbördning ske via avdunstning från träd, växter och mark.

Vattenståndsfluktuationernas storlek under ett år varierar i olika jordarter. I t. ex. finkorniga jordar som finmo, mjäla och lera kan de uppgå till flera meter, i sand och grus däremot brukar variationerna sällan överstiga en meter. Detta sammanhänger främst med den stora skillnaden i effektiv porositet mellan finkorniga och grovkorniga jordarter. Samma förhållande gäller för bergarter där fluktuationer i porösa sedimentbergarter som sandsten normalt är av mindre storleksordning än vad fallet är i gnejser och graniter, där grundvattnet enbart magasineras i sprickor som relativt snabbt fylls med en snabb stigning av grundvattenytan som följd. Fluktuationerna är minst i närheten av källor eller andra fasta dräneringspunkter för att öka i riktning mot

grundvattendelaren. En annan faktor av stor betydelse när det gäller relationen mellan nederbörd och grundvattenytans nivåförändringar är djupet från markytan till grundvattenytan. Ju större detta avstånd är desto senare påverkas grundvattenytans nivå av nedträngande regnvatten. Härvidlag spelar givetvis även jordartens permeabilitet stor roll liksom nederbördens storlek, intensitet och varaktighet. I finkorniga sandjordar med ett djup av 15—20 m till grundvattenytan kan det taga flera år för nederbörden att tränga ner, är däremot jordarten grovt grus kan nederbörden trots det stora djupet nå ner på ibland ett par dagar eller en till två veckor. Dylika förlopp kan numera lätt studeras med hjälp av radioaktiva spårämnen.

Som generell regel kan sägas att i moränjordar med grundvattenytan cirka 1 m under markytan är förändringar på mellan 1 och 2 m i grundvattenytans nivå under torra sommarmånader ej ovanliga. För grundvatten i isälvsavlagringar är fluktuationer på 0.5 till 1 m normala. Beträffande leror bör man komma ihåg att i dessa jordarter kan efter en längre tids torka uppstå torksprickor. Via dessa sprickor kan relativt stora vattenmängder infiltreras och nå under leran liggande mer vattenförande jordarter. Detta gäller dock endast i de fall där torksprickorna når igenom lerlagret. Vidare är sprickorna endast öppna i början av en regnperiod och på grund av absorption av vatten sväller snart leran och sprickorna täpps till igen. Dessa faktorer måste beaktas vid t. ex. bedömning av inträffade skador på vattentäkter genom bakteriell förorening o. d. Man kan t. ex. således ej alltid utgå från att täckande lerlager i alla sammanhang utgör fullgott skydd för brunnar.

## 5. Nederbördsförhållanden

Nederbörden, dels dess totala mängd och dels dess fördelning över året, är av största vikt att känna till vid hydrogeologiska bedömningar eller undersökningar. Nederbördsstationer belägna inom kartbladet och varifrån data finns tillgängliga föreligger emellertid ej. Två närliggande stationer, nr 921 Örebro flygplats och 901 Högsjö, redovisas dock här då de ändå kan anses representativa för det aktuella kartbladsområdet. Mätserierna omfattar tiden 1931—1960.

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Summa
Örebro	47	38	30	37	41	55	72	82	65	56	63	55	641
Högsjö	48	38	34	36	40	52	74	77	61	55	60	48	623

## 6. Grundvattnets allmänna uppträdande i berggrund och jordarter

### 6.1. Berggrunden

AV C.-F. MÜLLERN

#### 6.1.1. Berggrundens sammansättning och bergarternas utbredning

Inom kartbladsområdet Örebro SO, förutom Hjälmaren med öar, utgörs berggrunden till ca två tredjedelar av prekambrisk berggrund (urberg) och till ca en tredjedel av paleozoiska bergarter. De äldsta prekambrisk bildningarna är bergarter av sedimentärt och vulkaniskt ursprung, vilka nu föreligger som mer eller mindre förgnejsade glimmerskiffrar och leptiter med på några ställen inlagrad kristallin karbonatsten, t. ex. vid Älghult norr om N. Villtungla och sydväst om Köpsta. Dessa utpräglade skiffriga bergarter förekommer dels som ett sammanhängande, öst-västligt, ca 5 km brett stråk i södra delen av kartbladsområdet från förkastningsbranten vid Vinala och Testa till kartbladets sydöstra hörn, dels som mer eller mindre sammanhängande öst-västliga skivor mellan det nyss nämnda stråket och förkastningen mellan Tångsätter och Ö. Dimbo, och dessutom som mindre, av yngre granit uppsplittrade smala öst-västliga stråk mellan Norrbyås och Hjälmarsnäs. Yngre än glimmerskiffrar och leptiter är en serie omvandlade djupbergarter, som benämns gnejsgraniter. Dessa förekommer huvudsakligen i tre öst-västliga zoner: en längs kartbladsområdets södra kant, en längs höjd- och skogsområdet mellan Malgräva och Läppe, samt en med sträckning från Hjälmarbaden mot Göksholm och Biskopsvrak. Yngre än gnejsgraniterna är granit och pegmatit, vilka bildar massiv, gångar och ådror i den äldre berggrunden. Mindre massiv finns i kartbladets södra hälft och ett större sammanhängande massiv mellan Norrbyås och Hemfjärdens södra strand. Det senare splittras upp och kilar ut mot öster. Dessutom förekommer yngre granit tillhörande större massiv i kartbladsområdets nordöstra och nordvästra hörn. Yngst av de prekambrisk bergarterna är diabas, som uppträder i form av gångar, vanligen med öst-västlig strykning. Den största blottade diabasgången har påträffats på ön Valen. En detaljerad beskrivning av kartbladets prekambrisk berggrund av P. H. Lundegårdh åtföljer berggrundskartan Örebro SO (SGU Af 104).

Paleozoiska sedimentbergarter av kambrisk och ordovicisk ålder har relativt stor utbredning i området. De förekommer i två separata öst-västligt utsträckta områden, vilka båda i söder begränsas av förkastningar och i norr av erosionsgränser. Det södra området upptar större delen av Kvismardalen och begränsas i söder av en förkastning, som sträcker sig från Testa i väster till Läppe i öster. Dess norra erosionsgräns går i en vid båge mot nordöst från södra delen av f. d. Ö. Kvismaren över St. Mellösa till trakten av Hjälmarsholm. Det norra stråket begränsas i söder av förkastningar, som med vissa vinklingar

vid Stånger och Göksholm sträcker sig från kartbladskanten väster om Hjälmarmbaden till ön Valen (se hydrogeologiska kartan). Den norra erosionsgränsen beräknas gå över södra delen av Äsön och öster ut någonstans nära Hjälmarens norra strand. Det norra sedimentområdet är således i övervägande grad beläget under Hjälmarens yta förutom strandremsan väster om Hjälmarmbaden, området vid Stånger och Ö. Rynninge samt nordöstra delen av halvön vid Göksholm.

De paleozoiska sedimenten är avlagrade på en relativt jämn urbergsyta, det s. k. prekambriskä peneplanet. Utanför de sedimenttäckta områdena är denna yta mer eller mindre uppbruten av erosion, och peneplanets vittrade överyta är nu bevarad endast under de skyddande sedimentbergarterna. Vittringen

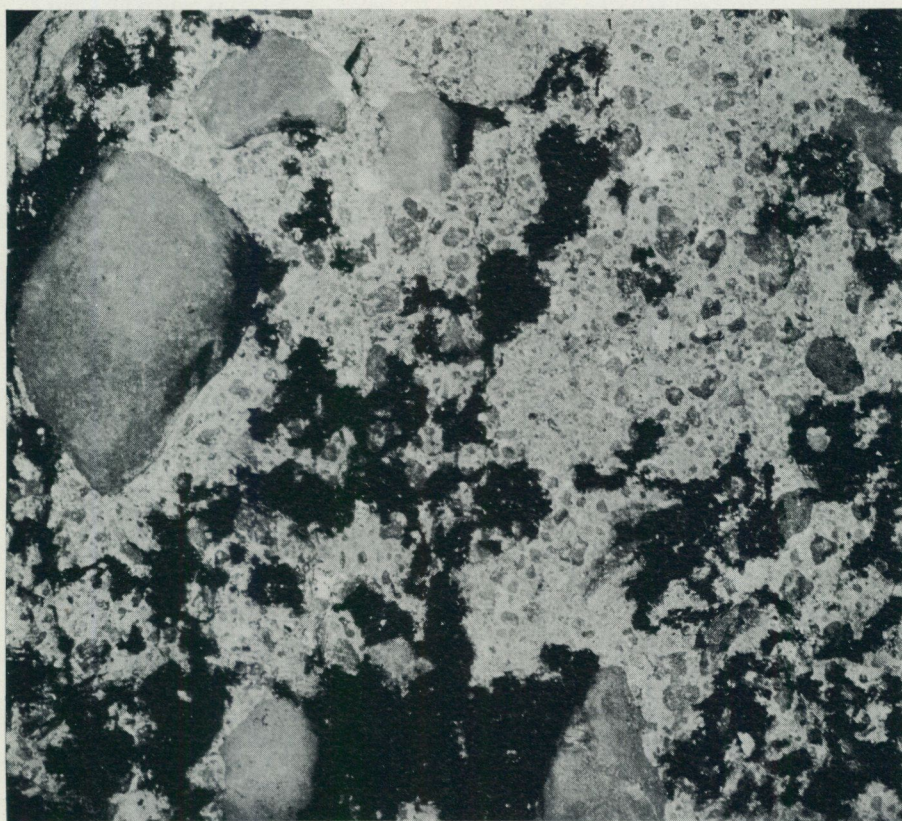


Fig. 1. Block av det underkambriska bottenkonglomeratet. Såväl de större som de mindre bollarna består av mycket ren kvarts. De mörka partierna är i hålrum utfällda järn- och manganföreningar. Utfällningen har sannolikt skett i fast berg. Naturlig storlek.  
Foto C.-F. Müllern.

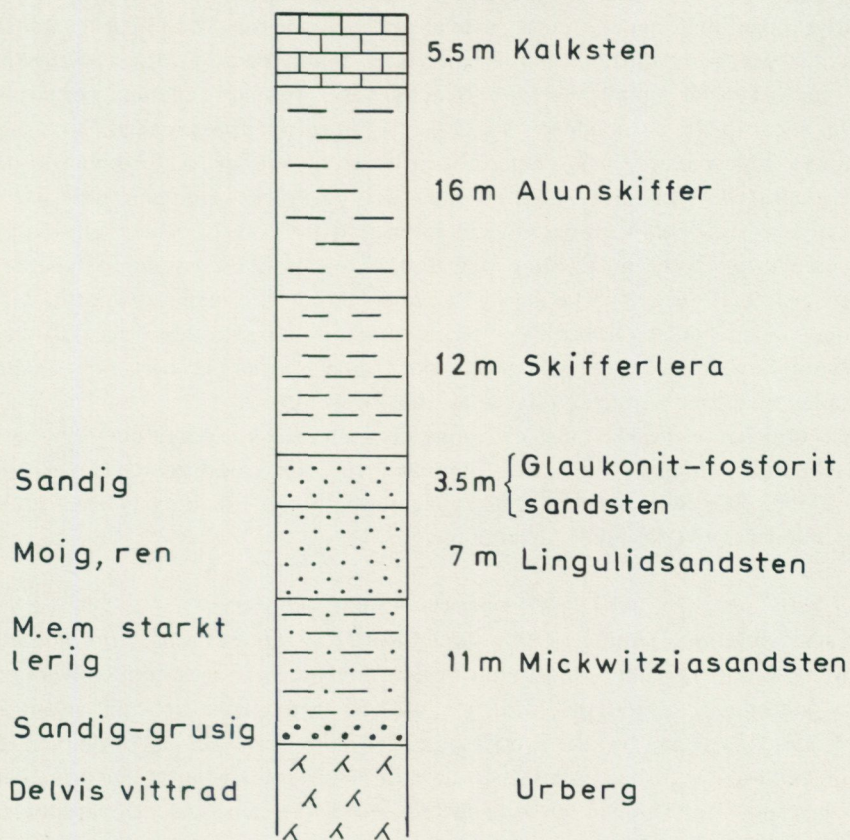
*Boulder of the lower Cambrian basal conglomerate. Both large and small clasts consist of very pure quartz. Dark areas are iron and manganese compounds precipitated in cavities. The process occurred in solid rock. Natural size.*

är starkast i urbergets överyta särskilt längs sprickor och pegmatitgångar. Den avtar gradvis nedåt för att i allmänhet upphöra på några meters djup. Vittringsprodukterna är främst lermineralen kaolinit och klorit. Genom att dessa i samband med grundvattnets rörelser i viss mån är rörliga kan de sätta igen sprickor i urbergets övre delar, vilket kan försämra vattenföringen. Det har emellertid ofta visat sig vid brunnsborrningar att just gränsen mellan sandsten och urberg är den mest vattenförande zonen. Den understa delen av sandstenen, som är lagrad direkt på urbergets vittringsyta, är relativt grovkornig och ibland utbildad som konglomerat med upp till 5 cm stora bollar av kvarts, fig. 1. Denna bottenbildning har ofta förutsättningar att vara starkt vattenförande och det kan tänkas, att lermineralen vid strömningar i sandstenens bottenskikt spolats bort från den allra översta delen av vittringszonen, varvid sprickorna öppnas för vattenpassage. Detta kan i första hand tänkas inträffa vid pumpning i en brunn, varvid dock endast ett mycket begränsat område påverkas. Huvuddelen av vattnet från gränsen urberg — sandsten får därför sannolikt tillskrivas sandstenen.

Fig. 2 ger en förenklad bild av lagerföljden. Underst och alltså äldst i den sedimentära lagerserien är den grovkorniga bottensandstenen, avlagrad på den vittrade urbergsytan. Mäktigheten av denna bottenbildning varierar mellan en och ett par meter. På denna följer successivt yngre, på varandra planparallellt lagrade sediment. Mickwitziasandstenen, som den undre delen av de underkambriska sandstenslagren kallas, fortsätter uppåt med ojämnt lagrade växelvis moiga och leriga skikt. Dess totala mäktighet är vid Bernstorp ca 11 m, och 3 km östsydöst om Lännäs kyrka drygt 12 m. Därefter följer lingulidsandsten, som är en mycket ren och homogen bergart, där kornstorleken kan betecknas som grovmo. I denna förekommer några få centimeter-tunna lerskikt, medan mickwitziasandstenens talrika leriga partier vanligen är någon decimeter mäktiga. Lingulidsandstenen är vid Bernstorp ca 7 m och vid Lännäs drygt 6 m. De konglomeratiska bottenbildningarna samt de sandiga och moiga partierna av sandstenen har relativt god vattengenomsläpplighet, medan de leriga har mycket dålig sådan.

Lagerserien fortsätter uppåt med mellankambrisk skifferlera. Denna består i sin understa del av grön-brun glaukonit-fosforitsandsten, som uppåt gradvis övergår i skifferleran. I Rynninge är den endast en knapp halvmeter, vid Lännäs ca 2.5 m och vid Bernstorp ca 3.5 m. Den egentliga sandstenen, dvs. mickwitzia- och lingulidsandstenens totala mäktighet inom kartbladsområdet, är 16—18 m. Det är dock troligt att glaukonit-fosforitsandstenen i många fall i brunnsborrningsuppgifterna sammanslås med den underkambriska sandstenen, varför uppgifter på sandstensmäktigheter på 20 m och något däröver inte är orimliga. Mäktigheten av skifferleran inklusive glaukonit-fosforitsandstenen är vid Rynninge ca 9 m, vid Lännäs nästan 13 m och vid Bernstorp ca 16 m. Skifferleran har, som namnet anger, i flera avseenden de egenskaper som kännetecknar en lera. I detta sammanhang är det främst hög

## Borrprofil från Bernstorp



## Schematiserat efter B. Dahlman

Fig. 2. Förenklad bild av den kambro-ordoviciska lagerföljden vid Bernstorp. Grundvatten av god kvalitet erhålls huvudsakligen från lingulidsandstenen, från mickwitziasandstenens sandig-grusiga bottenbildning samt från kontaktzonen mot urberget.

*Drill core, simplified, showing the Cambro-Ordovician rock sequence at Bernstorp. From top: 5.5 m limestone; 16 m alum shales; 12 m clayey shale; 3.5 m glauconite-phosphorite-bearing sandstone; 7 m lingulid sandstone, fine sand fraction; 11 m mickwitzia sandstone with several intercalated layers of clay. The lowermost part consists of the fractions of sand and gravel. The sediments rest on a weathered surface of Precambrian crystalline basement. Water of high quality is obtained from the lingulid, the lowermost part of the mickwitzia sandstone and from the contact zone to the crystalline basement.*

plasticitet med ringa eller ingen tendens till sprickbildning samt mycket låg permeabilitet, som gör bergarten i det närmaste ogenomsläpplig för vatten.

På skifferleran följer alunskiffer, som vid Tångsätter är ca 15 m, och 4 km öster därom, vid Östersätter, ca 17 m. Den innehåller på flera nivåer orsten i form av linser, vilka i vissa fall bildar sammanhängande bankar. Alunskif-

fern är överkambrisk med undantag av cirka en meter av dess understa del, som på några ställen avsatts redan i mellankambrisk tid. På grund av de relativt höga halterna av järn-, svavel- och organiska föreningar i alunskiffern har det grundvattnen, som erhålls från denna bergart, oftast dålig smak och lukt. Det är emellertid inte ovanligt att brunnar i denna bergart ger rikligt med vatten beroende på att den ofta är starkt uppsprucken.

Yngst i den paleozoiska lagerföljden i detta område är ordovicisk ortoceratitkalksten, vars mäktighet i denna del av Närke vanligen inte överstiger 6 à 7 m. Vid Tångsätter och Svensgården, 500 m söder om Köpsta, har emellertid ca 12 m kalksten påträffats. Den hittills största mäktigheten av ordovicisk kalksten i Närke har påträffats ett par kilometer öster om Garp-hyttan på kartbladet Örebro NV där närmare 30 m genomborrats. Brunnar i kalksten kan ibland vara rikligt givande, men vattnet är hårt och utsätts i områden med tunt jordtäckte relativt lätt för föroreningar.

En utförligare beskrivning av områdets paleozoiska berggrund ges av L. Karis och E. Magnusson i beskrivningen till berggrundsgeologiska kartbladet Örebro SO, SGU Af 104, från vilket uppgifterna om bergarternas utbredning och delar av tektoniken är hämtade.

#### 6.1.2. Förkastningar och större sprickzoner

En spricktekonisk undersökning har utförts av sprickornas uppträdande i kartområdets berggrund. Resultaten baserar sig på flygbildtolkning, flygmagnetiska mätningar, kartanalys, tidigare utförda geologiska arbeten i området samt sprickkartering i fält. Undersökningen avser att ge en principiell bild av de tektoniska förhållandena, så att man med utgångspunkt härifrån bättre kan bedöma, hur och var en bergborrad brunn bör anläggas. Den redovisade kartan är emellertid inte av sådan karaktär, att man med dess hjälp på metern när kan ange det exakta läget av bästa platsen för brunnsborrning.

Med stöd av bl. a. tolkning av flygbilder och flygmagnetiska mätningar samt kartanalys redovisas på den hydrogeologiska kartan förkastningar och mera markanta indikationer på sprickzoner. De yngre, postordoviciska förkastningarna, som bildar de paleozoiska sedimentens södra gräns, har i första hand öst-västlig riktning. Den norra sidan av dessa förkastningar har rört sig nedåt jämfört med den södra. Det maximala förkastningsbeloppet torde i kartbladets västra kant vid Testa — Svenstorp vara omkring 130 m och i den östra kanten vid Leppe omkring 90 m. Sannolikt består förkastningarna inte alltid av endast ett plan utan ibland av flera parallella plan, varvid förkastningarna blir trappstegsformade, vilket visat sig vara fallet på flera håll i Närke.

Särskilt i och kring Kvismardalen är indikationerna på sprickzoner mera osäkra. Indikationerna representerar emellertid huvudsakligen genom erosion mer eller mindre väl markerade tektoniska sprickzoner. De yngre eller åtminstone relativt sent regenererade förkastningarna och sprickzonerna, vilka kan föl-

jas i topografien, torde fortfarande stå mer eller mindre öppna. De äldre, prekambriskas förkastningar och sprickzoner, som påvisats med flygmagnetiska mätningar, sammanfaller i viss utsträckning med de sprickzoner, som kan spåras i topografien. Detta gäller i första hand de med nordnordvästlig och nordvästlig riktning.

Från Dimbobaden sträcker sig en sådan förkastning mot nordväst ut i S. Hjälmarén. Den rullstensås, som övertvårar Vinön, ändrar riktning, eller rättare den isälv, som norrifrån träffade denna förkastning ändrade riktning och följde förkastningen mot sydöst, vilket gav upphov till att åsen på detta ställe till riktning och läge sammanfaller med förkastningen. Detta förhållande tyder på att förkastningen fortfarande är topografiskt markerad i urbergsytan under sjön och de lösa jordlagren.

Vad som sagts tyder på att även dessa äldre spricktekoniska strukturer till vissa delar är öppna. På kartan har riktningen av den relativa förskjutningen vid förkastningarna angivits med pilar.

Den nordnordvästliga strukturen, som kan följas från N. Villtungla över Biskopsvrak och ut till norra kartkanten, intar en särställning bland de flygmagnetiska strukturerna. Någon relativ förskjutning har inte kunnat påvisas längs denna. Den uppträder i stället som ett avbrott i övriga magnetiska drag, längs vilket mer eller mindre punktvisa förhöjningar i berggrundens magnetisering förekommer. På två sådana ställen har t. o. m. gruvbrytning eller försök därtill förekommit, nämligen vid Gruvfallet och Mässingsberget. Strukturen har med flygmagnetiska mätningar kunnat följas vidare norrut till en längd av inte mindre än 110 km. I dess norra delar är den förhöjda magnetiseringen mer sammanhängande och gångformigt utsträckt, och i trakten av Ramsberg samt nordöst om Ljusnarsberg sammanfaller den med diabasgångar påträffade i fast klyft (se kartbladen SGU Aa 46 och 175). Från sjön S. Hörken på gränsen mellan Örebro och Kopparbergs län kan strukturen fortsättningsvis följas som mer eller mindre sammanhängande diabasgångar, först fram till Saxberget norr om Grängesberg, därefter förkastad eller omböjd och med vissa avbrott fram till trakten sydväst om Björbo vid Västerdalälven (se länskartan SGU Ca 40). Denna spricktekoniska struktur har alltså i det närmaste kontinuerligt kunnat följas en sträcka av sammanlagt drygt 160 km. Björbo i norr respektive N. Villtungla i söder är sannolikt inte de definitiva slutpunkterna på denna sprickbildning. Den kan emellertid f. n. inte följas vidare helt kontinuerligt, men diabasgångar, topografiskt markerade sprickor och flygmagnetiska strukturer med samma riktning förekommer på större avstånd i dess förlängning mot både norr och söder. I beskrivningen till berggrundskartan över Kopparbergs län framhåller S. Hjelmqvist (1966), att diabaserna i denna del av strukturen är av Åsbytyp och har en åldersställning mellan jotnium och kambrium (sannolikt närmare jotnium). Det är emellertid inte uteslutet att diabasernas magma trängt upp efter det ursprungliga anläggandet av denna anmärkningsvärda sprickbildning.

Genom förkastningarna har berggrunden inom kartbladsområdet delats upp i flera stora block, vilka så att säga tippat över mot söder. På så sätt lutar nu urbergsytan svagt mot söder, exempelvis från trakten omedelbart söder om Mellanfjärden mot Köpsta — Tångsätter.

Läget av den hydrologiskt mest betydelsefulla ytvattendelaren inom kartbladsområdet bestäms huvudsakligen av denna blockteknik. Vattendelaren sträcker sig från kartbladets sydvästra kant, söder om Skoghall, till en början i nordöstlig riktning till Svenstorp, där den frånsett en skarp krok mot sydöst, som omfattar kärret Venen, har en i stort sett rakt östlig riktning. Vattendelaren går härvid över gårdarna Stensätter och Alltorp vidare över Moaberget och Olofsbergsbacken till Vargbacken. Där ändrar vattendelaren riktning och fortsätter mot sydöst samt lämnar kartbladet vid Gustavsholm. Allt vatten inom området norr om denna vattendelare tillhör Hjälmarens vattenområde, medan vattnet söder därom via ett långt system av sörmländska åar och sjöar vid Nyköping avbördas till Östersjön.

Som framgår av den hydrogeologiska kartan, är den dominerande sprickbildningen nordnordväst-sydsydöst. Sprickorna, som löper i denna riktning, tolkas i det följande som tensionssprickor, dvs. sprickor som bildats genom att väggarna skiljts något från varandra. De bildades som öppna sprickor, och mycket tyder på att de fortfarande till viss del står öppna. Dessa sprickor tillsammans med de stora, yngre, öst-västförkastningarna, vilka också tolkas som bildade genom tension, bedöms vara mest gynnsamma för utvinning av grundvatten.

Vid betraktande av det hydrogeologiska kartbladet förefaller området vara ganska sprickfritt, särskilt i Kvismardalen med omnejd. Detta beror i första hand på att berggrunden är blottad endast i mycket ringa utsträckning. Inom jordtäckta områden är det ibland t. o. m. så att sprickzoner förekommer i större utsträckning än i välblottade områden, där de verkligen kan iakttagas.

Dominansen av topografiskt markerade sprickor med nära nog nord-sydlig riktning är delvis betingad av att denna riktning sammanfaller med den senaste inlandsisens rörelseriktning. På grund härav upprensades sprickor med denna riktning i varierande grad av isen, medan sprickor med avvikande riktning blev mer eller mindre igenfyllda och maskerade av den morän, som isen medförde. Detta är orsaken till att sprickmätningar direkt i berggrunden ger fler och delvis på annat sätt dominerande riktningar än de, som framkommer vid flygbildtolkning och kartanalys. (Jfr fig. 3 a och b samt hydrogeologiska kartan.)

### 6.1.3. Berggrundens sprickighet

Föreliggande kartblad är ovanligt hållfattigt. Hällarna är i stort sett begränsade till två områden: ett mindre mellan Hjälmarbaden och Norrbyås, samt ett större öst-västligt från sjön Open till höjdområdet mellan Vinala och Forntomta. Inom hela kartbladsområdet finns för närvarande endast en större

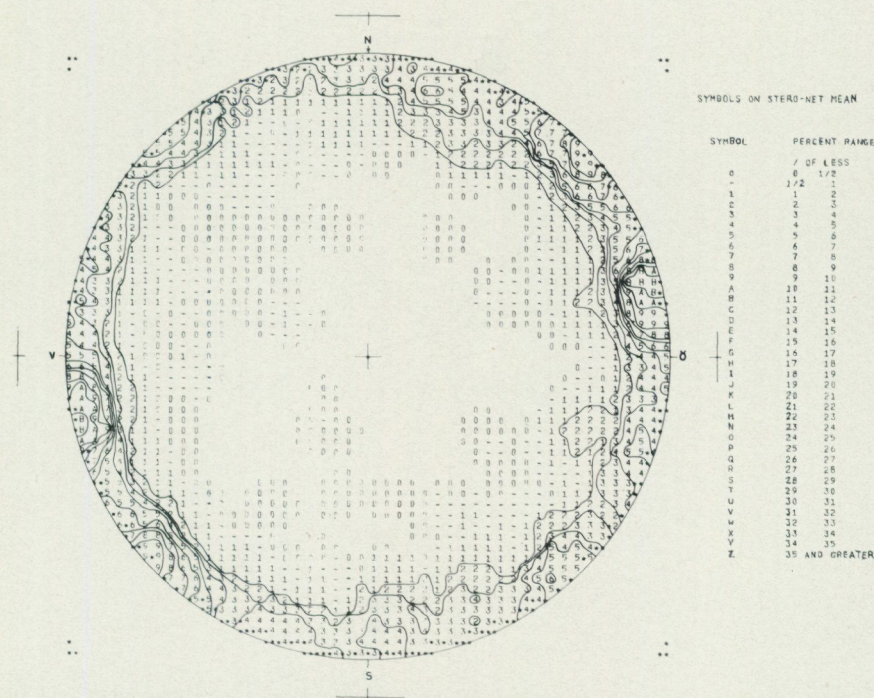


Fig. 3 a. Sprickor inmätta i urbergshällar inom kartbladsområdet. Stereografisk projek- tion av sprickyternas normal, från undre hemisfär till plan enligt Schmidt. Projektionen är gjord av datamaskin. Kurvorna är ritade för hand. 700 observationer.

*Joints in outcrops of the Precambrian crystalline basement in the map area. Stereographic projection of the poles of joints. The projection is made by a computer. Curves are drawn by hand. Lower hemisphere, Schmidt's net. 700 joints.*

vägskäring genom fast berg. Den är belägen vid det södra landfästet till den nybyggda bron över S. Åssundet (bron och vägen ej markerade på kartan). Av denna anledning har sprickorna uppmätts främst i hällområdena i kartbladets södra delar. Sprickstereogrammet, fig. 3 a, som bygger på dessa ca 700 mätningar, har konstruerats med hjälp av datamaskin i samarbete med Uppsala Datacentral. Datamaskinen har matats med stryknings- och stupningsvärden på sprickorna, varefter den på undre hemisfären av ett Schmidtnät plottat den procentuella fördelningen av sprickyternas poler. Stereogrammet och tolkningen, fig. 3 b, anger sprickighetens generella utseende, om alla sprickor i kartbladsområdet tänks skära varandra i en och samma punkt.

Tolkningen av stereogrammet har delvis gjorts med stöd av de relativa förskjutningar vid förkastningarna, som framgår av den flygmagnetiska kartan och berggrundskartan SGU Af 104. Dessa förkastningar med förskjutningar har markerats på den hydrogeologiska kartan. Tolkningen stöds även av orienteringen av förekommande diabasgångar samt av spricktekoniken inom

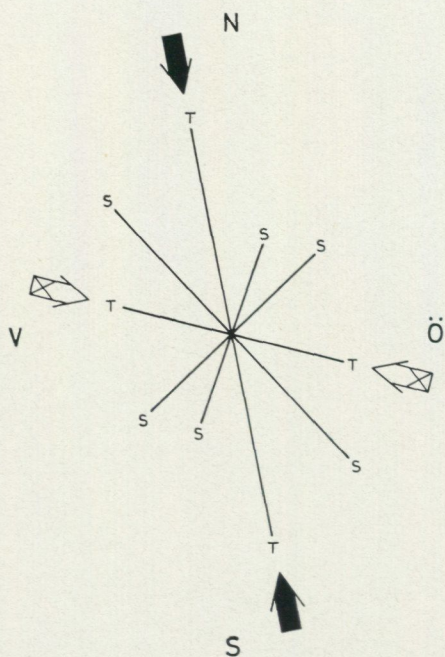


Fig. 3 b. Tolkning av fig. 3 a. Sprickighetens huvudriktningar; längden anger den relativa frekvensen. Svarta pilar: prekambrisk deformationsriktning fas 1. Pilar med kryss: prekambrisk deformationsriktning fas 2. T=tensionsprickor, S=skjuvsprickor.

*Interpretation of fig. 3 a. The length of the main joint directions indicate their relative frequency. Black arrows: Precambrian direction of deformation, phase 1. Crossed arrows: Precambrian direction of deformation, phase 2. T=tension joints, S=shear joints.*

angränsande kartblad. Mätningarna i urberg visar två tydligt urskiljbara spricktekoniska faser, vilka båda är prekambrika. De är jotniska eller av närliggande ålder, dvs. 1 200 milj. år. Den ena har deformationsriktning, max tryckriktning, i NNV—SSÖ. I denna riktning bildades mer eller mindre öppna s. k. tensionssprickor, och vissa av dessa har medgivit framträngande av diabasmagna, i en del fall även malmineraliseringar, se s. 17. Skjuvsprickriktningarna, som hör till denna fas, är NV—SÖ och NNÖ—SSV. Den andra spricktekoniska faser har deformationsriktning i VNV—ÖSÖ till Ö—V. En större diabas med denna riktning förekommer på ön Valen och öarna väster därom. Skjuvsprickriktningarna tillhörande denna fas är NV—SÖ, sammanfallande med den ena riktningen i det förra systemet, samt SV—NÖ.

De spricksystem, som tillhör dessa två tektoniska faser, uppträder inte renodlat på alla ställen. Lokala avvikelser förekommer, sannolikt främst beroende på berggrundens inhomogenitet, vilken medför att tryckriktningar och följaktligen sprickriktningar avlänkas åt ena eller andra hållet. Av samma skäl varierar även den relativa frekvensen mellan olika spricktyper från område till område.

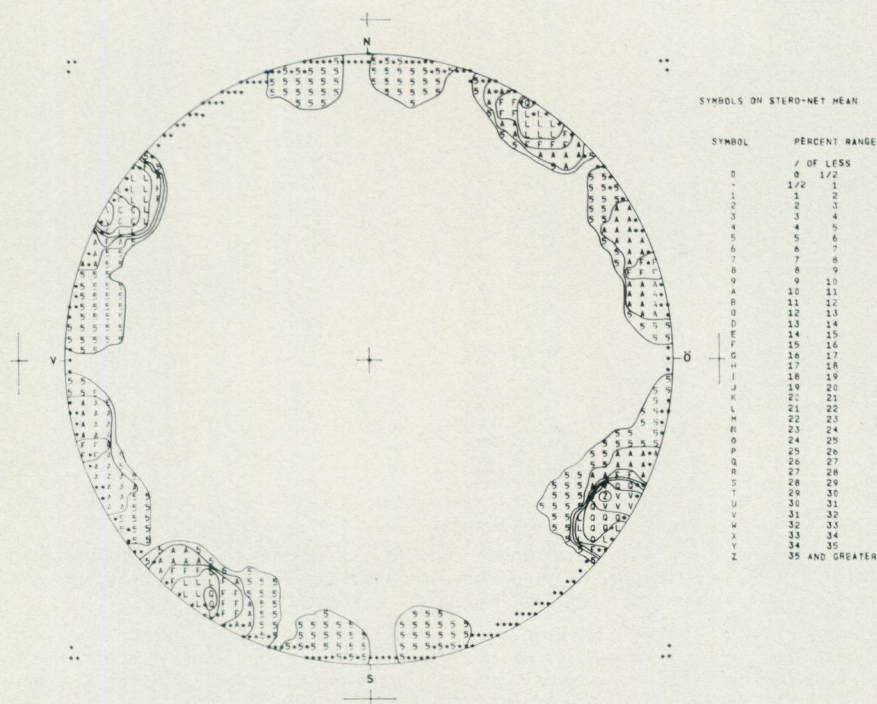


Fig. 4 a. Sprickor i ordovicisk kalksten vid Primo. Stereografisk projektion som i fig. 3 a. 20 observationer.

*Joints in Ordovician limestone at Primo. Stereographic projection as in Fig. 3 a. 20 joints.*

En tredje spricktektonisk fas är påvisad genom sprickmätningar i den underordoviciska ortoceratitkalkstenen i Primo kalkstensbrott. Denna tektoniska fas har postordovicisk ålder, sannolikt permisk, dvs. ca 350 milj. år. Kalkbrottet är relativt litet och var vid mätillfället till största delen vattenfyllt, varför antalet sprickobservationer, som kunde göras, är alltför litet för en säker bedömning av sprickigheten. Mätningarna antyder emellertid att spricksystemet är mycket likt det i ortoceratitkalkstenen vid Kvarntorp (SGU Ag 1, s. 30). Detta tyder på att väl utbildade skjvsprickor är orienterade NV—SÖ och SV—NÖ samt svagt utbildade tensionsprickor i ungefär Ö—V. På samma sätt som vid sprickmätningarna i Kvarntorpstrakten förefaller det även i Primo vara så, att under denna senare spricktektoniska fas rörelser i den starkt markerade NNV-riktningen slagit igenom i kalkstenen, fig. 4 a och b. Det postordoviciska spricksystemet sammanfaller alltså med det andra av de två prekambrika. Av denna anledning har man svårt att i urbergsområden särskilja dessa två system. Det råder emellertid ingen tvekan om att det yngsta systemet har berört även urberget. Där har man således i själva verket minst tre spricktektoniska faser av regional omfattning.

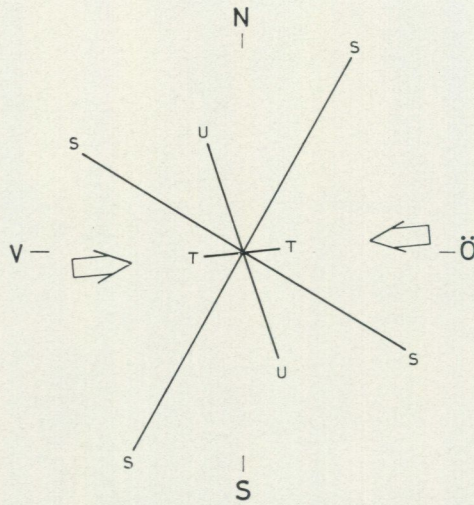


Fig. 4 b. Tolkning av fig. 4 a. Beteckningar som i fig. 3 b. Dessutom ofyllda pilar = post-ordovicisk deformationsriktning, U = sprickor som härleds till urbergets NNW-riktning. (Tolkningen något osäker på grund av få observationer.)

*Interpretation of Fig. 4 a. Symbols as in Fig. 3 b. Furthermore, unfilled arrows mean post-Ordovician direction of deformation, and U, joints related to the NNW direction in the Precambrian bedrock. (The interpretation is approximate due to the small number of joints.)*

I den överkambriska alunskiffern har inga sprickmätningar gjorts. Denna bergart är emellertid ofta mycket starkt uppsprucken. På de ställen, där den är blottad, dvs. i de gamla alunskifferbrotten, vilka är markerade på kartan, är den mer eller mindre kraftigt störd av den senaste inlandsisen. Detta har resulterat i veckning, uppsprickning och ibland överskjutning, ofta i kombination (fig. 5; E. Magnusson, muntligt meddelande). På så vis har det äldre sprickmönstret rubbats, samtidigt som det som isen orsakat, till utseende och karaktär växlar starkt från plats till plats, även inom små områden. Det är också ovisst hur långt ner isen har kunnat påverka alunskiffern på detta sätt.

Den mellankambriska skifferleran är inte blottad inom kartbladsområdet. Sannolikt har eventuella sprickor relativt kort tid efter sin bildning åter tätats på grund av de starkt plastiska egenskaperna hos denna bergart. Skifferleran får snarast betraktas som ett effektivt hinder för grundvattenströmningar.

Inte heller är den kambriska sandstenen, som är den för grundvattenutvinning mest betydelsefulla bergarten, blottad någonstans inom kartbladsområdet. Då emellertid sprickigheten i såväl det underliggande urberget som i den överliggande ordoviciska kalkstenen i detta område mycket liknar sprickigheten i Kvarntorpsområdets urberg och kalksten (se beskrivningen till hydrogeologiska kartbladet Örebro SV, SGU Ag 1), kan man möjligen våga anta att sprickigheten också i sandstenen överensstämmer i de två områdena. Följ-



Fig. 5. Av inlandsisen veckad och uppsprucken alunskiffer vid Stånger. Foto C.-F. Müllern.  
*Folds and fractures in alum shales caused by the ice of the latest glaciation.*

aktligen kan man anta att sandstenen har tensionssprickor i ungefär Ö—V och skjuvsprickor i ungefär NV—SÖ samt SV—NÖ.

Utöver de tre klart urskiljbara spricktekoniska faserna har sannolikt flera andra förekommit. Att dessa inte framträder lika tydligt kan bl. a. bero på att de sammanfallit med någon av de här utskilda. De spänningar i jordskorpan, som orsakat nämnda spricksystem, har säkerligen förändrats väsentligt och har eventuellt nu ersatts med andra, sannolikt betydligt svagare.

De sprickstereogram, som konstruerats, visar att sprickigheten i princip är vertikal. 86 % av alla sprickor stupar brantare än  $75^\circ$ , och 92 % stupar brantare än  $70^\circ$ . Detta visar att de spänningar i jordskorpan, som förorsakat sprickbildningarna, varit starkast i horisontalled. Mätning av spänningar i berggrunden i mellersta Sverige har visat, att också i dag de horisontella spänningarna är de starkaste, betydligt starkare än exempelvis de vertikala (N. Hast 1958).

Utöver de vertikala eller branta sprickorna förekommer även horisontella, framför allt i de utpräglade skiktade kambro-ordoviciska sedimentbergarterna kalksten, alunskiffer och sandsten. I skifferleran, däremot, är såväl de horisontella som de vertikala sprickorna mycket svagt eller inte alls representerade, beroende på denna bergarts starkt plastiska egenskaper. I de skiktade bergarterna uppträder de horisontella sprickorna företrädesvis längs skiktgränserna, vilka i allmänhet representerar svaghetszoner. I urbergsområden förekommer horisontella sprickor framför allt i granit, s. k. bankning. De horison-

tella sprickorna uppträder emellertid i betydligt mindre utsträckning i grani-  
terna än i de kambro-ordoviciska bergarterna. De avtar också snabbt i frekvens  
mot djupet. Horisontalsprickorna är tensionssprickor framkallade av avlast-  
ning genom erosion och borttransport av tidigare överlagrade bergmassor.  
Även de kvartära nedisningarnas belastande och avlastande effekt torde ha  
medverkat till deras bildning. Dessa sprickor är ofta vattenförande och fun-  
gerar som förbindelse mellan de vertikala sprickorna, genom vilka den huvud-  
sakliga infiltrationen av nederbördsvatten sker.

Det förhållandet, att sprickigheten i berggrunden till övervägande del är  
vertikal eller brant, innebär att om man borrar en brunn vertikalt, vilket är  
det vanliga, så blir den nära nog parallell med de flesta sprickor. Brunnen  
kommer följaktligen att träffa endast ett relativt fåtal sprickor. I områden  
där berggrunden är sprickfattig och sprickavståndet stort, kan det inträffa  
att man får borra många tiotal meter innan en vertikal brunn skär en nästan  
parallellt löpande spricka. Om brunnen däremot borrar snett, dvs. i vinkel  
mot vertikalplanet, ökar sannolikheten att man träffar sprickor, och därmed  
också möjligheterna att man får vatten. Sannolikheten att träffa sprickor  
växer med ökande vinkel. Även med en så pass moderat avvikelse från verti-  
kalplanet som  $15^\circ$ — $25^\circ$  torde man göra väsentliga vinster.

För att öka möjligheterna att träffa vattenförande sprickor, bör man borra  
brunnen vinkelrätt mot de rikast vattenförande sprickorna, vilka utan exakt  
kännedom om förhållandena vid varje enskild borrhållplats kan förutsättas vara  
de s. k. tensionssprickorna. Riktningen av dessa framgår av fig. 3 a och 4 a.  
Optimala resultat nås, om man kan borra i skärningspunkten mellan flera  
vattenförande sprickor. Detta kräver emellertid närmare undersökningar vid  
borrhållplatsen och torde vara aktuellt endast vid behov av större vattenmängder.  
Vid privata brunnsborrningar, t. ex. för husbehov, måste val av brunnsplats i  
de flesta fall göras inom mycket begränsade områden, oftast mindre än 50—75  
meter från förbrukningsstället. Möjligheterna att man inom så begränsade  
områden påträffar större sprickzoner kan anses vara mycket små. Vad man  
däremot kan göra, är att borra brunnen i gynnsammast möjliga vinkel i för-  
hållande till de allmänna sprickriktningarna. I områden där man kan utvinna  
vatten ur sandsten, får en borring som lutar ca  $60^\circ$  från horisontalplanet  
med riktning ungefär N—S anses som mest gynnsam mot bakgrund av här  
anförda skäl. I urbergsområden har man flera sprickriktningar att ta hänsyn  
till. Motsvarande gynnsamma borrhållningar torde där vara ungefär ÖNÖ—VSV  
eller NNÖ—SSV, med ca  $60^\circ$  lutning från horisontalplanet.

Det bör kanske påpekas, att de nämnda borrhållningarna ingalunda är de  
enda, som kan ge goda resultat. Beroende på bl. a. ändrade tryckförhållanden  
i berggrunden kan nämligen snart sagt varje sprickriktning tänkas vara vatten-  
förande. Andra riktningar än nämnda huvudriktningar får dock i allmänhet  
tillmätas mindre möjligheter att lämna goda resultat.

Ett annat viktigt förhållande, som bör iaktas vid rekognoscering av lämp-

liga platser för bergbrunnar, är att sprickorna oftast är bäst utbildade i topografiskt låga partier, t. ex. dalgångar och sänkor. Möjligheterna att finna vatten i bergklackar eller höjdområden är oftast små, då sprickorna här vanligen är svagare utbildade. Detta sammanhänger med att sådana höjdområden kan sägas ha utgjort stela block, avskilda genom sprickbildning. Man bör således i allmänhet eftersträva att lokalisera bergborrhade brunnar till låglänta delar av terrängen, gärna längs kanten av själva sänkan och ej till mitten, detta för att undvika att eventuellt förorenat ytvatten samlas i närheten av brunnen och förorenar den. Såväl grundvatten som ytvatten strävar mot topografiskt låga partier, varför de i sådana lägen ofta väl utbildade spricksystemen också i allmänhet är rikligt vattenförande. Ett annat förhållande, som i detta sammanhang kan påpekas, är att ljusa bergarter i allmänhet för mer vatten än mörka. Detta beror på mörka bergarters större tendens att vid vittring ge upphov till lermineral, som kan sätta igen sprickor och därmed hindra vattenföringen.

**Tabell 1. Permeabilitetsvärden för olika berg- och jordarter**

		(i cm/h och tryckgradient 1)	
<i>Bergarter</i>		<i>Jordarter</i>	
Mickwitziasandsten, sandig-grusig bottenbildning (Lännäs)	2.4	Grus	20 000—2 000
Mickwitziasandsten, sandig (N. Mossby)	0.28	Sand	2 000— 200
Lingulidsandsten, moig (N. Mossby)	0.026	Mo	200— 2
Mickwitziasandsten, lerig (N. Mossby)	0.0006	Mjåla	2—0.002
Granit (USA)	0.00002	Lera	0.002—0.00002
Mörk glimmerskiffer (USA)	0.000002	Morän	0.2 —0.00002

(Sandstenarna: SGU jordartslaboratorium 1969, 1972. Granit och glimmerskiffer: D. W. Kessler, 1926. Jordarterna utom morän: G. Lindskog, 1964. Morän: L. Bernell, 1957. I förekommande fall är värdena omräknade och avrundade.)

#### 6.1.4. Berggrundens vattenförande förmåga

Grundvattenföringen i urberg är helt beroende av förekomsten av öppna sprickor, i vilka grundvattnet kan röra sig. Urbergets egen porositet och permeabilitet är så liten att inga vattenmängder, som i dessa sammanhang har någon som helst betydelse, kan utvinnas ur själva bergarten, tabell 1. Detta förhållande är grundläggande för förståelsen av hur grundvattnet uppträder i urberg och hur man kan tillgodogöra sig det. Också i den kambriska sandstenen är sprickigheten av stor betydelse, men inte helt avgörande. Detta har närmare belysts i beskrivningen till hydrogeologiska kartbladet Örebro SV, SGU Ag 1. Beräkningarna visar där att sandstenens egen permeabilitet endast svarar för

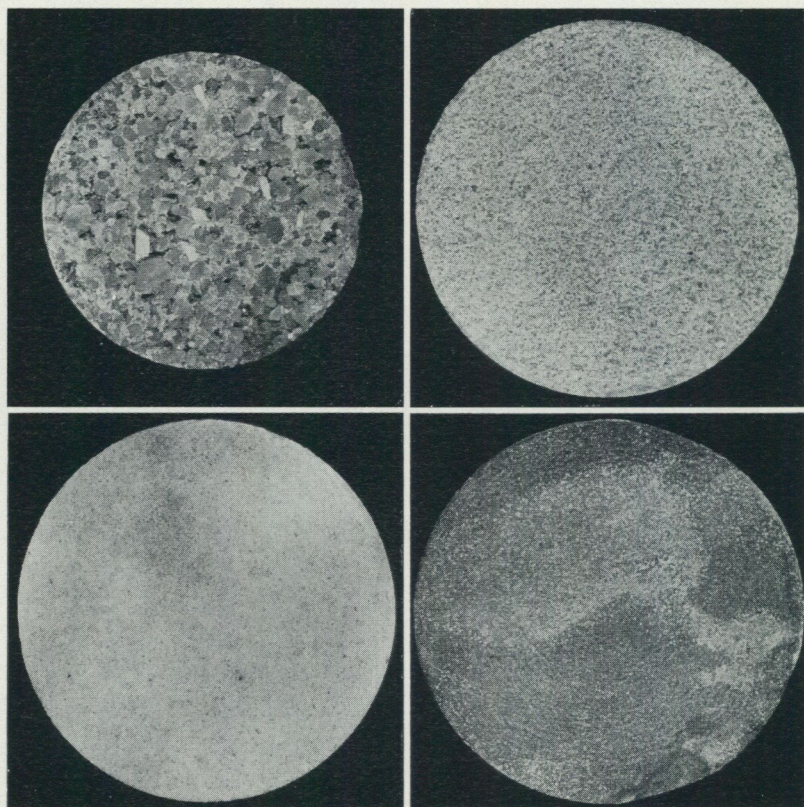


Fig. 6. Uppe till vänster: mickwitziasandsten, sandig-grusig bottenbildning. Permeabilitet 2.41 cm/h. Rundade korn är kvarts, kantiga är fältspat.  
 Uppe till höger: mickwitziasandsten, sandig. Permeabilitet 0.28 cm/h.  
 Nere till vänster: lingulidsandsten, moig. Permeabilitet 0.026 cm/h.  
 Nere till höger: mickwitziasandsten, lerig-moig. Permeabilitet 0.00061 cm/h. Borrkärnor, bildtytor parallella lagring, permeabilitet uppmätt vinkelrätt lagring. Naturlig storlek.  
 Foto A. Sjödin.

*Above, left: mickwitzia sandstone, sandy-gravelly, bottom formation. Permeability 2.41 cm/h. Rounded grains are quartz, angular are feldspar.*

*Above, right: mickwitzia sandstone, sandy. Permeability 0.28 cm/h.*

*Below, left: lingulid sandstone, silty. Permeability 0.026 cm/h.*

*Below, right: mickwitzia sandstone, clayey (dark) — silty (light). Permeability 0.00061 cm/h. Drill cores, picture surfaces parallel to bedding, permeability measured at right angle to bedding. Natural size.*

en liten del av den kapacitet, som sandstensbrunnar i allmänhet har. Fig. 6 a—d är fotografier av de borrkärnprover, som använts vid permeabilitetsmätningarna redovisade i tabell 1.

De kambro- ordoviciska sedimentbergarterna, i första hand den underkamb-riska sandstenen, upptar större delen av Kvismardalen. I detta område har sandstenen stor betydelse för vattenförsörjningen. Medianvärdet på den maxi-

mala kapaciteten hos 54 brunnar med 100—110 mm diameter, vilka får sitt vatten från sandstenen, är 1.2 l/s. Värdet är beräknat på de data, som erhållits vid provpumpning i samband med borrning av respektive brunn. Brunnar som borrar med större diameter ger i allmänhet något mer vatten. Medianvärdet på max. kapaciteten hos 18 brunnar med 150 mm diameter är 2 l/s. (En del av brunnarna är belägna inom det angränsande kartbladet Örebro SV.)

De brunnar inom kartbladsområdet, som får sitt vatten från urberget, ger vanligtvis betydligt mindre vattenmängder än de som får vattnet från sandstenen. Medianvärdet på den maximala kapaciteten hos 22 urbergsbrunnar med 100—110 mm diameter är 0.2 l/s, vilket endast är en sjättedel av motsvarande värde för sandstensbrunnar med samma diameter. Detta innebär, att det i allmänhet lönar sig föga att i områden med kambrisk sandsten fördjupa en bergborrade brunn långt ner i urberget.

Tabell 2 visar hur kapacitetsvariationerna uppträder i olika typer av bergborrade brunnar. Brunnarna borrhade i sandsten med 150 mm diameter har som synes avgjort högre kapacitet än de övriga.

Kapacitetsvariationerna i bergborrade brunnar ger en god uppfattning om hur mycket den vattenförande sprickigheten betyder för berggrundens vattenförande förmåga. Detta kommer tydligast till uttryck beträffande urbergsbrunnarna. Permeabiliteten i sprickfritt urberg kan anses vara konstant och i praktiken lika med noll. Kapaciteten hos urbergsbrunnarna varierade från 0.01 l/s till 2.1 l/s, vilket betyder att den rikaste brunnen gav ett par hundra gånger mer vatten än den fattigaste. Dessa värden är ändå inte de mest extrema som går att uppbringa. Det finns ju exempel på urbergsbrunnar, som inte ger något vatten alls. Detta visar, att sprickigheten är helt avgörande för vattentillgången i bergborrade brunnar i urbergsområden.

## 6.2. Jordarterna

AV Å. MÖLLER

### 6.2.1. Jordarterna och deras utbredning

Inom kartbladsområdet förekommer ett stort antal olika minerogena och organogena jordartstyper. Av dessa är ur hydrogeologisk synpunkt isälvsavlagringar i form av sand- och grusåsar de mest betydelsefulla. Även morän kommer att närmare behandlas då det i denna jordart ofta förekommer grävda brunnar. Kapaciteten hos dessa är dock för det mesta mycket låg och är ur vattenförsörjningssynpunkt därför av litet intresse annat än för enskilda gårdar etc.

Relativt stora förekomster av svallsand och svallmo föreligger inom kartbladsområdet. Det är framför allt inom de topografiskt högre belägna delarna som dessa bildningar finns. De är på kartan betecknade med orange grundfärg. Ur vattenutvinningsynpunkt är dessa jordarter dock oftast av mindre betydelse.

Tabell 2. Fördelningen av antalet brunnar på olika kapacitetsintervall

Bergart och brunnsdiameter	Maximal kapacitet i l/s									Antal brunnar	Median- värde i l/s
	0.01—0.05	0.05—0.1	0.1—0.5	0.5—1.0	1.0—1.5	1.5—2.0	2.0—2.5	2.5—3.0	>3.0		
Urberg, 100—110 mm	9 %	32 %	40 %	9 %	5 %	0 %	5 %	0 %	0 %	22	0.2
Sandsten, 100—110 mm	0 %	6 %	18 %	22 %	24 %	11 %	4 %	7 %	8 %	54	1.2
Sandsten, 150 mm	0 %	0 %	16 %	6 %	6 %	22 %	6 %	6 %	38 %	18	2.0

Man måste komma ihåg att de vanligen är mycket tunna, en eller annan meter, och att de oftast underlagras av lera eller morän. Kvaliteten på grundvattnet i dessa bildningar varierar dessutom starkt från en plats till en annan likaväl som den vanligen skiljer sig starkt från kvaliteten hos grundvattnet i de underliggande jord- eller bergarterna.

Av isälvsavlagringar, dvs. de mer eller mindre sammanhängande stråk av åsar eller andra avlagringsformer som finns inom kartbladsområdet, kan tre större enheter urskiljas. I nordvästra delen av kartbladet är den s. k. Glanshammarsåsen belägen och i kartbladets centrala del Valstaåsen och Lännåsåsen. Ett mindre åssystem passerar över Vinön, resten av denna ås är till största delen dold av Hjälmarens vatten.

Utöver de här nämnda isälvsstråken förekommer åtskilliga mindre bildningar. I de flesta fall utgöres de av lokala sand- eller grusfält och saknar oftast intresse i grundvattensammanhang annat än för enskilda hushåll eller mindre grupper av fastigheter. Till dylika bildningar kan räknas isälvsavlagringarna inom kartbladets sydöstra del samt åsen längs landsvägen från ungefär i höjd med Karlsbygget och söderut till kartbladsgränsen inom kartans sydvästra del.

Av övriga inom kartbladsområdet förekommande jordarter som ur hydrogeologisk synpunkt bör redovisas, är moränen en av de viktigaste. Visserligen är denna en av de sämsta tänkbara jordarterna i vilka en brunn kan placeras men då det speciellt vid äldre landsbebyggelse oftast är dylika brunnar som får klara av vattenförsörjningen bör storleken på de vattenuttag som här är möjliga redovisas. Detta görs i kapitel 6.2.2.

För en detaljerad beskrivning över jordarternas utbredning och sammansättning hänvisas till beskrivningen till det geologiska kartbladet SGU Ae 8.

### 6.2.2. Jordarternas vattenförande förmåga

En jordarts vattenförande förmåga beror på ett flertal faktorer bl. a. kornstorleksfördelningen, packningsgraden, jordartens mäktighet samt grundvattentytans lutning. Då samtliga dessa faktorer oftast varierar väsentligt inom mycket små markområden följer att grundvattenföringen normalt är mycket omväxlande från en plats till en annan.

Som mått för en jordarts (eller bergarts) vattenförande förmåga används normalt begreppet permeabilitet. Detta begrepp ingår i Darcy's lag och utgör en mycket viktig del av bestämningar av grundvattnets rörelsehastighet. Direkta mätningar av permeabiliteten kan göras antingen i fält (vanligen provpumpningar) eller i ett laboratorium (på upptagna jord- eller bergprover).

#### Isälvsavlagringar

Isälvsavlagringar i form av sand- och grusåsar är våra bästa grundvattenledare. Detta hänger samman med den stora permeabilitet och porositet som dessa

jordarter har. I grus och grov sand kan strömningshastigheter på cirka 1—5 m/dygn förekomma, i mellansand är hastigheten avsevärt lägre, vanligen 0.05—0.3 m/dygn och i grovmo 0.005—0.001 m/dygn. Då hastigheten, som ovan nämnts, starkt varierar med bl. a. materialets packningsgrad och grundvattentytans lutning måste de angivna hastighetsvärdena enbart betraktas som grova riktvärden.

I detta sammanhang bör nämnas att den vattenmängd, som en i sand eller grus nedförd brunn lämnar, ej ger ett direkt mått på själva jordartens vattenförande förmåga. Vad en brunn lämnar i fråga om vattenmängd är oftast enbart en teknisk fråga, i stället bör undersökas vad akviferen i sin helhet kan lämna.

### Lera

Lera är ur grundvattenutvinningsynpunkt föga intressant. Brunnar nedförda i denna jordart ger oftast mycket litet vatten, är så ej fallet beror detta på att brunnen når igenom lerlagren och utnyttjar vatten från marklager under leran.

### Morän

Morän saknar i allmänhet intresse i grundvattensammanhang då jordartens låga permeabilitet oftast medför att relativt små vattenmängder, vanligen från cirka 10 l/t upp till cirka 150 l/t, går att utvinna ur en brunn.

För att belysa vattentillgången i moränbrunnar inom kartbladsområdet gjordes sommaren 1971 en mindre undersökning varvid 20 brunnar provpumpades. Undersökningen tillgick så att sedan brunnens djup, diameter och vattendjup uppmätts avsänktes vattenytan snabbt genom pumpning med en transportabel pump. Oftast sänktes vattenytan till nära brunnsbotten. Tiden för vattenytans stigning i brunnen noterades sedan, resultatet redovisas på fig. 7 samt i tabell 3. Den beräknade kapaciteten är baserad på återhämtningen 40 till 100 minuter efter pumpstopp. Metoden är visserligen ej ur matematisk-hydrologisk synpunkt korrekt men gör i alla fall en viss jämförelse mellan brunnnarna möjlig.

Undersökningen utfördes inom två olika områden, den ena kring trakten av Ingvaldstorp i sydöstra delen av kartan och den andra i höjdområdena kring Resta och Karlstorp i kartans nordvästra del. Data från dessa områden redovisas separat. Ser vi till att börja med på fig. 7 framgår tydligt hur varierande återhämtningen är. Brunn 5 visar den i genomsnitt bästa stigningen men är emellertid belägen i sandig-moiga jordarter och ej typisk för moränbrunnar i övrigt. Ser vi på tabell 3 där data från Ingvaldstorp redovisas, brunnsnummer 1—10, framgår att kapaciteterna varierar mellan 11 och 150 l/t frånsett brunn 5. Av de kemiska analysvärden som redovisas framgår att spridningen på framför allt järnhalten är stor och att halterna i de flesta fall är för höga för att godkännas som konsumtionsvatten. Att pH-värdena i flera fall visar

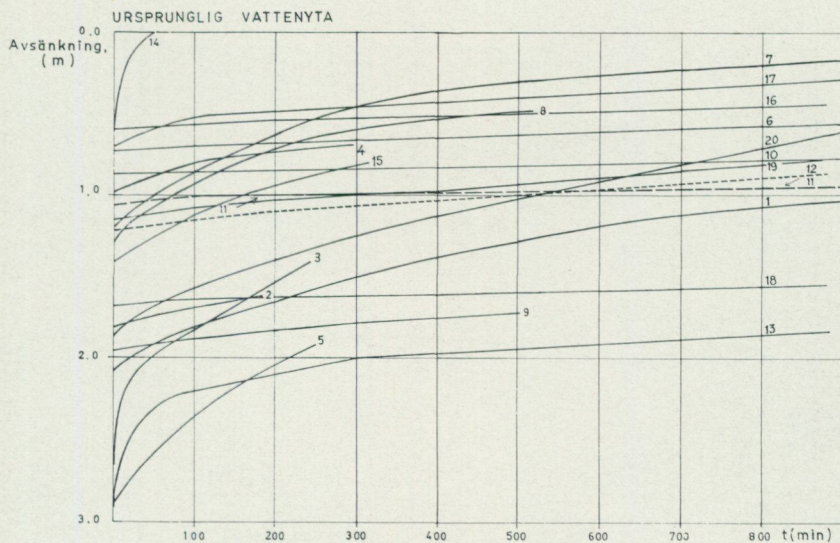


Fig. 7. Återhämtningskurvor från moränbrunnar.  
*Recovery graphs from wells in till.*

på alkaliskt vatten samt att totala hårdheten oftast är hög beror på närheten av ordovicisk kalksten i norr.

Ser vi därefter på analyserna för brunnarna 11—20 där data från Resta och Karlstorp redovisas, framgår att kapaciteterna här är något lägre (utom för brunn 15 vilken dock tar vatten från ett tunt skikt av isälvs-material under lera). Även här är järnhalterna mycket höga, en klar skillnad uppvisar dock pH och hårdheten. Skillnaden är dock väntad och beror på en här lägre halt av kalkbergarter i moränen.

Sammanfattningsvis kan sägas att järnhalterna vanligen är höga, att hårdheten varierar med den geologiska berggrundsbilden och att manganhalten vanligen är noll. Kapaciteten varierar kraftigt och beror mer på rent lokala förhållanden i moränens struktur än på brunnens djup eller diameter. Mediankapaciteten är cirka 45 l/t.

Vid samtliga undersökta brunnar befanns att dessa ej varit i bruk sedan flera år. Vid kontinuerliga uttag brukar vattnets kvalitet, speciellt vad beträffar järnhalten, förbättras.

Tabell 3

Brunnsdata						Provpumpningsdata		Vattenkemiska data				
Nr	Diameter m	Djup m	Vatten- djup, m	Konstruktion	Jordart	Avsänkn. m	Ungefärlig kapacitet l/t	Fe mg/l	Mn mg/l	pH	Cl mg/l	TH mg/l Ca
1	1,3	3,2	2,2	Grävd, stensatt	morän	2,1	150	—	—	—	—	—
2	0,7	3,9	1,9	» »	»	1,8	23	—	—	7,0	38	107
3	0,7	3,3	2,7	» »	»	2,6	76	0,04	—	7,0	192	179
4	1,0	1,9	1,1	» »	»	1,0	78	0,10	—	5,5	15	50
5	1,0	3,9	3,0	Grävd, cementringar	sand, mo	2,9	234	1,0	0,6	6,8	—	107
6	1,0	3,2	2,9	» »	morän, botten på berg	1,9	117	1,0	1,5	6,7	—	100
7	1,0	3,7	1,5	Grävd, stensatt	morän, botten trol. på berg	1,2	140	0,16	—	6,8	15	79
8	1,0	3,0	1,4	» »	morän	1,3	135	0,74	0,2	7,4	15	93
9	0,9	3,4	2,2	» »	»	1,9	25	0,18	—	6,9	23	93
10	1,2	4,7	1,3	» »	morän, grävd till berg	0,9	11	1,0	—	6,9	23	71
11	1,2	2,9	1,2	» »	morän	1,2	34	1,0	—	7,0	15	136
12	1,0	3,6	1,4	Grävd, cementringar	»	1,2	31	0,34	—	7,6	8	71
13	1,0	5,3	3,0	» »	»	2,9	110	0,80	1,4	8,5	15	114
14	0,6	4,8	0,6	» »	»	0,6	62	—	—	—	—	—
15	1,5	1,8	1,7	Grävd, stensatt	passerar genom lera till isälvsmaterial	1,4	270	0,06	—	6,5	30	57
16	1,5	2,9	0,7	» »	morän	0,6	40	0,88	—	6,5	15	36
17	0,8	1,4	0,7	» »	passerar 1 m lera till morän	0,7	48	1,0	—	6,3	15	43
18	1,0	3,3	1,7	» »	morän	1,7	25	0,04	—	6,4	15	29
19	1,0	4,0	2,3	» »	»	1,2	25	0,26	—	6,6	23	50
20	1,5	1,6	0,8	» »	»	0,7	37	1,0	1,2	6,3	23	100

## 7. Grundvattentillgångar

### 7.1. Grundvattentillgångar i isälvsavlagringar

AV Å. MÖLLER

#### 7.1.1. Allmänt

I det följande redovisas de olika grundvattenmagasinen inom de viktigaste isälvsavlagringarna. Speciell vikt har fästs vid fastställande av grundvattendelare, grundvattnets strömningsriktning inom de olika grundvattenenheterna, förekomst av källor o. d. Med kännedom om dessa data kan bl. a. överslagsmässiga bedömningar göras av de olika magasinens kapacitet. Särskild vikt har även lagts på den kvalitativa sidan och ett flertal analyser på grundvatten från olika källor och brunnar m. m. har utförts. Dessa data behandlas i ett separat kapitel.

På den hydrogeologiska översiktskartan i skalan 1 : 50 000 redovisas hydrografiska data såsom diken, vattendrag, sjöar o. d. samt med blått övertryck hydrogeologiska data, dvs. i främsta hand grundvattenytans nivå i meter över havet, grundvattendelare, grundvattnets huvudsakliga strömningsriktning samt källor och andra utsläppspunkter. Dessa data är baserade på en omfattande inventering av såväl grävda som borrhade brunnar belägna i och i omedelbar närhet av åssystemen samt uppgifter från olika ingenjörsfirmor och av dem gjorda grundvattenundersökningar. Grundvattenytorna i ett flertal brunnar och källor har avvägts och de angivna nivåerna avser förhållandena i slutet av juli 1971. De angivna värdena har vanligen avrundats till närmast hela meter och någon hänsyn till grundvattenytans fluktuation över året har ej tagits. Då dessa fluktuationer speciellt i sand- och grusåsar oftast är mindre än en meter och då ändringarna sker tämligen likartat utom för delar där grundvattennivån regleras av ett ytvattendrag, pumpning eller dylikt, är detta av mindre betydelse vid betraktande av åsen som helhet. I områden där det varit mycket glest mellan observationspunkterna har undersökningsrör neddrivits i SGU:s regi och jordlagerföljden och grundvattenytans nivå fastställts.

Med hjälp av grundvattennivålinjerna kan ibland avgöras vilka delar av åsen som är »dränerande» respektive »läckande». Med dränerande menas att grundvattenytan i åsen är lägre än den i omgivningen, vilket medför att grundvattnet rör sig från kringliggande områden in mot åsen. Uttag i åsen medför här lätt att närliggande brunnar kan komma att dräneras, likaså är möjligheterna stora att en eventuell förorening i områden nära åsen kan komma in i själva åsen och påverka dess grundvatten. Med en läckande ås menas att grundvattenytan i åsen står högre än den i omgivande områden. Detta är oftast en följd av att lera täcker de lägre liggande åsdelarna och så att säga vallar in åsen och inneliggande grundvatten. Brunnar utförda i kanten av en ås kan under sådana betingelser bli själv rinnande om de penetrerar

lerlagret. En läckande ås kan bli dränerande om den naturliga grundvattensituationen ändras genom t. ex. stora uttag. Vid en dränerande ås är nivålinjerna konkava sett i grundvattenströmmens riktning, medan de vid en läckande ås är konvexa.

I de inom kartbladet förekommande åsbildningarna har, där så varit möjligt, fastställts var åsarna har varit av den dränerande eller läckande typen. Detta har skett genom jämförelse av grundvattenytorna i åsarna med omgivande terräng, antingen genom avvägning eller genom skattning av nivåerna.

### 7.1.2. Glanshammarsåsen

I denna åssträcka finns inom kartbladsområdet i huvudsak fem olika grundvattensystem. De olika systemen är från norr till söder sett a) södra delen av åspartiet som från vattendelaren vid Glanshammar sträcker sig mot N. Ässundet vid Hjälmaran, b) Äsön, c) åsdelen mellan Hjälmarsnäs och cirka 300 m norr Resta, d) Resta söderut till Åsen och e) Åsen (Norrbyås till Kvismare kanal). De olika systemen beskrivs i detalj i det följande.

#### Glanshammar—N. Ässundet

Åsen når i allmänhet en höjd av 5—15 m över omgivande lertäckta slätter. Bredden varierar mellan 50 och 200 m. Åsen är svallad och åssidorna täcks normalt av en svallgruskappa av varierande mäktighet.

Grundvattnet rinner från grundvattendelaren vid kyrkan vid Glanshammars samhälle mot söder. Några egentliga källor har inte påträffats. Grundvattnet torde ha sin normala dränering dels där åsen passerar intill Skävesundsviken men även vid Stenhov i halvöns sydspets. Lämpliga platser för grundvattenuttag är här vid norra delen av Gubbskogen eller strax norr om Skävesund.

#### Äsön

Ön utgör en sammanhängande isälvsbildning, bitvis mycket mäktig. Grundvattenytan står i genomsnitt någon decimeter över Hjälmarens vattenyta. En eventuell vattentäkt kan i stort sett läggas var som helst, vid större uttag bör den dock placeras centralt på ön. Totalt uttagbar mängd bör ligga omkring 3—5 l/s om ej infiltration från Hjälmaran förekommer. Momentant torde väsentligt större vattenmängder kunna uttas.

#### Hjälmarsnäs—Resta

Denna åsdel är relativt liten i höjd och bredd och täcks i sin södra del till stor del av lera. Åsen når ej ned till Hjälmaran utan slutar i norr mot en uppstickande berghäll. Grundvattnet rör sig mot norr och har sitt naturliga utlopp via en källa, K 1. En viss utläckning äger troligen rum till dräneringsrör väster om åsen i höjd med nivålinjen för +29 m. Ur denna åsdel bör mellan 3 och 5 l/s kontinuerligt kunna erhållas och lämpligt läge för en vattentäkt bör vara i åspartiet mellan nivålinjerna för +28 och +27 m.

Vattenprov taget vid K 1 hade en järnhalt av  $< 0.1$  mg/l, pH 6.2, mangan  $< 0.1$  mg/l och en total hårdhet av 54 mg Ca/l. Vid ett prov taget ur ett observationsrör vid nivålinjen +34 var järnhalten 0.22 mg/l, mangan  $< 0.1$  mg/l, pH 6.5 och den totala hårdheten 128 mg Ca/l.

#### Resta—Åsen

Åsen vilar delvis vid sidan av och på själva sluttningen av det urbergsmassiv som här stiger upp ur de lertäckta slättmarkerna. Detta medför att grundvatten dels rör sig från de högre belägna områdena väster om själva åsen och in mot denna och dels att grundvattnet i åsens centrala och djupare belägna delar rör sig mot söder. Grundvattenströmmens normala utlopp sker delvis där Djursbäcken skär igenom åsen, det största utloppet förekommer dock inom området 200—400 m längre norrut där bortledning av grundvatten via dräneringsrör konstaterats. Detta framgår även klart av grundvattenytans nivåförhållanden inom detta område.

Det exakta läget av den södra grundvattendelaren är ej helt klarlagt. Det på den hydrogeologiska kartan redovisade läget är fastställt genom avvägningar av grundvattenytan. Cirka 300 m längre söderut förekommer dock i åsen uppstickande berghällar, vilka eventuellt i stället utgör en vattendelare.

Vattenytan i den lilla branddammen strax norr om vattendelaren ligger ett par meter högre än grundvattenytan i området och dammen bör därför vara underlagrad av lera eller andra tätande jordarter.

Den inom detta grundvattensystem uttagbara vattenmängden ligger i storleksordningen 7—10 l/s och lämplig uttagspunkt bör vara i åspartiet cirka 500 m norr om gården Bärsta.

Vattenprov tagna i en grävd brunn vid Rönneberget hade en järnhalt av 0.11 mg/l, mangan  $< 0.1$  mg/l, pH 6.4, klorid 15 mg/l och total hårdhet 57 mg Ca/l. Ett vattenprov taget i en grävd brunn cirka 200 m norr om södra vattendelaren hade en järnhalt av 0.11 mg/l, mangan  $< 0.1$  mg/l, pH 5.7, klorid 18 mg/l och en total hårdhet av 86 mg Ca/l.

#### Åsen—Kvismare kanal

Åsen går här från det topografiskt högre belägna området vid Åsen ned mot lerslätten och det delvis utdränerade området Östra Kvismaren söder om Kvismare kanal. Grundvattnet rör sig mot söder inom hela systemet och har sin huvudsakliga uttrinring i kärrområdet strax söder om kanalen. Någon utläckning till kanalen har ej kunnat påvisas. Några egentliga källor har inte påträffats längs åssidorna. På ett par ställen längs åsens östra sida i höjd med nivålinjen för +24 förekommar dock smärre fuktiga platser och en viss mängd vatten, i storleksordningen 0.5—1 l/min trängde fram.

Vid ett vattenprov, som togs ur ett av SGU nedslaget observationsrör i gruskullen omedelbart norr om Kvismare kanal, var järnhalten 0.10 mg/l, mangan  $< 0.1$  mg/l, pH 6.7, klorid 65 mg/l och den totala hårdheten 114 mg Ca/l.

Uttagmöjligheter i detta grundvattensystem bör vara goda och en lämplig plats för en större vattentäkt bör finnas i åsdelen söder om gården Ön. Den här uttagbara vattenmängden kan skattas till mellan 5 och 7 l/s.

### 7.1.3. Valstaåsen

Denna isälvsbildning sträcker sig från strax nordost om St. Mellösa och söderut, passerar väster om Odensbackens samhälle och slutar mot höjdområdet vid Sandvad. Åsen är till största delen relativt blygsam till sitt format och är i de högre belägna områdena kraftigt utplanad genom svallning.

Två grundvattensystem förekommer, dels det norra vilket sträcker sig från åsen nordost om St. Mellösa mot söder via Kvismare kanal till åskullen strax söder om gården Mörby och dels det södra, vilket går från Sandvad mot norr till den tidigare nämnda grundvattendelaren strax söder om Mörby.

#### St. Mellösa—Mörby

Åsen börjar som en tunn och avplanad mestadels sandig bildning vid Sandåker för att ner mot St. Mellösa samhälle bli mäktigare samtidigt som den här dyker ner och till stora delar täcks av lera. Söder om samhället och ända ner mot den södra vattendelaren går enbart enstaka kullar av isälvsmaterial i dagen.

Grundvattnet rör sig inom hela systemet mot Kvismare kanal där det har sitt naturliga utlopp. Smärre källor förekommer och en viss avrinning av grundvatten från dräneringsrör o. d. har konstaterats. Grundvattenytans lutning är söder om gårdarna vid Åkerby mycket flack och fallet härifrån ned mot kanalen är bara två meter. Omsättningen på grundvattnet är av denna anledning ringa och vattenkvaliteten inom detta åsavsnitt sämre än norr därom.

Den enda källan av intresse torde vara källan K 4. Här sker utläckning till diket i storleksordningen 0.5 l/s. Den närbelägna branddammen strax sydväst om källan saknar med all säkerhet förbindelse med grundvattnet då vattenytan ligger cirka 2 m över grundvattenytan i området.

Vid de vattenprover, 3 st, som tagits ur grävda brunnar inom samhället har samtliga haft relativt höga järnhalter: 0.48, 0.56 och 0.36 mg/l. Inget mangan kunde påvisas och den totala hårdheten var 64—78 mg Ca/l. Vattenproverna togs strax norr om ålderdomshemmet, i närheten av källan K 4 och vid gårdarna omedelbart norr om Åkerby. Som jämförelse kan nämnas att den tidigare använda grävda brunnen vid f. d. mejeriet hade järnhalter på i genomsnitt 0.10 mg/l och manganhalter på omkring 0.20 mg/l. Skillnaderna torde bero på variationen i omsättningen av grundvatten. Av de brunnar som SGU provat var ingen längre i bruk vid provtagningstillfället. Provet från mejeriet är från 1964 då brunnen var i användning.

Vid ett vattenprov från den södra gården vid Åkerby var järnhalten < 0.1 mg/l, manganhalten < 0.1 mg/l, pH 7.2, kloridhalten 36 mg/l och den totala

hårdheten hela 157 mg Ca/l. Vid åskullen strax sydväst gårdarna vid Väla drevs ett undersökningsrör. Lagerföljden var här sand till 6.2 m från markytan, därefter löst packad morän. Vattenprov togs på 1, 5 och 6 m under markytan. Följande värden erhöles, järn: mer än 1.0 mg/l i samtliga, mangan: < 0.1, 1.3 och 1.9 mg/l, pH: 7.9, 7.2 och 7.2, total hårdhet: 150, 200 och 214 mg Ca/l och slutligen klorid: 36, 47 resp 47 mg/l.

Vid en grundvattenutredning som gjordes 1964 av Kommunernas Konsultbyrå — LBF propumpades mejeribrunnen varvid man erhöill 28 m<sup>3</sup>/d eller cirka 0.3 l/s. Tyvärr drogs därav den felaktiga slutsatsen att mer grundvatten ej gick att utvinna, det vanliga felet att sammanblanda begreppen vad en brunn kan lämna med vad som går att totalt utvinna ur de vattenförande lagren gjordes. Med en bättre och modernare brunnskonstruktion borde här mellan 2 och 3 l/s gått att erhålla. En lämpligare plats hade dock varit i åskullen vid Åkerby där man troligen bättre kunnat utnyttja tillrinningen i åssystemet såväl från söder som norr.

Från den södra grundvattendelaren strax sydost om gården Mörby rör sig grundvattnet mot norr och dräneras ut i Kvismare kanal.

#### Mörby—Sandvad

Denna åssträcka är belägen längs östra kanten av en berg- och moränrygg. Åsen är, speciellt i de södra delarna, kraftigt svallad och omges av ibland ett par meter mäktiga svallsandslager i vilka en övre grundvattenvåning kan förekomma. Mäktigheten av det primära isälvmaterialet är mestadels cirka 4—7 m och vattenföringen av denna anledning relativt ringa.

Grundvattnet rör sig i hela systemet mot norr. Då åsen ligger längs kanten av en topografisk höjdrygg sker även en viss strömning av grundvatten från väster ned mot lågpartiet öster om åsen. Grundvattnets huvudsakliga utläckning sker via dräneringsdiken och rör i området nordost om gårdarna vid Valsta. Någon särskild källa har dock ej påträffats här.

Materialet i åsen bör till största delen vara mer sandigt än grusigt, detta framgår av det stora fallet på grundvattenytan speciellt i dess centrala och södra delar.

Vid en grundvattenundersökning utförd av Orrje & Co 1966 vid Husar- torpet konstaterades att åsen här bara var 3—4 m mäktig. Vattnet hade utom vid ett undersökningsrör låga järn- och manganhalter. Vid vattenprov tagna av SGU i grävda brunnar längs åsen var järn- och manganhalterna i de flesta fall låga, vattnet var svagt alkaliskt och den totala hårdheten mellan 71 och 142 mg Ca/l.

Sammanfattningsvis kan för detta grundvattensystem sägas att vattenkvaliteten är tillfredsställande utom vad beträffar hårdheten. Däremot är den totalt uttagbara mängden måttlig beroende på åsens ringa bredd och djup. För enstaka gårdar bör dock tillgången vara fullt tillräcklig vid användandet av lämpligt konstruerade brunnar.

#### 7.1.4. Lännäsåsen

Denna isälvsbildning kan följas inom kartbladet från Göksholm i norr ända till södra kartbladsgränsen. Åsen är avbruten på en sträcka av cirka 2 km i södra delen av kartan. Där åsen är topografiskt högt belägen är den kraftigt svallad och utplanad men är mer bevarad i lägre belägna områden.

Grundvattensystemen i åsen är många och är i de flesta fall små. I vissa fall är läget av grundvattendelarna osäkert beroende på en mycket flack grundvattenyta, detta gäller speciellt för åsens centrala delar. På grund av grundvattentytans ringa lutning har på den hydrogeologiska kartan grundvattennivålinjerna angivits med en decimal inom dylika områden.

I det följande redovisas enbart de större grundvattensystemen med början från norr.

#### Täbyfallen

Detta grundvattensystem kan vara av intresse för den inom området omfattande fritidsbebyggelsen. Åsen är kraftigt svallad och mäktigheten cirka 3—5 m. Åsen ligger topografiskt till största delen högre än omgivande terräng och saknar bitvis på grund av svallningen dämmande lerlager. Grundvattentytan står därför oftast lågt.

Grundvattnet rör sig i huvudsak från väster mot öster. Huvuddelen dräneras ut till den mindre bäck vilken genomskär åsen i dess norra del, en mindre del dräneras ut åt sydost i åsdelens södra del.

Vattenprover från tre brunnar inom området har analyserats. Brunnarna är belägna i åsens norra, mellersta och sydöstra del. Järnhalterna var i de två förstnämnda brunnarna 0.20 mg/l och i den södra över 1 mg/l, manganhalterna < 0.1, pH var 6.0, 5.5 och 6.0 respektive och den totala hårdheten 50, 36 och 43 mg Ca/l. Det låga pH-värdet i den centrala brunnen beror troligen på inverkan från den närliggande bäcken.

#### Åsby—Backalund

Denna åsdel utgör en mindre gren vilken sträcker sig åt nordost från i höjd med Åsby. Åsen är i den norra delen mer svallad än i söder. Grundvattnet rör sig mot norr inom större delen av åsen för att dräneras ut i det låglänta området nordost om gårdarna vid Backalund. Något läckage direkt ut till Hjälmarens har ej kunnat påvisas. Det exakta läget av den södra vattendelaren är något osäker. Eventuellt kan den ligga cirka 150—200 m norr om det på kartan angivna läget.

Vattenkvaliteten varierar något men järnhalterna är i allmänhet omkring 0.10—0.05 mg/l, pH 7.3—8.0 och den totala hårdheten 100—143 mg Ca/l.

#### Egby—Kvismare kanal

Detta grundvattenmagasin är ett av de största inom Lännäsåsen och den gemensamma kommunala vattentäkten för St. Mellösa, Odensbacken och Asker

är belägen här. Åsen är i systemets centrala del mycket mäktig även om den här är kraftigt svallad. Åsen omges av relativt vidsträckta svalljordsavlagringar i huvudsak sand och mo.

Grundvattnet rör sig från såväl norr som söder mot den kommunala vattentäkten vid Jungfru Annas källa. Denna källa har nu till största delen sinat beroende på uttaget ur vattentäkten. Grundvattentytans lutning är mycket flack, vilket medfört att det exakta läget av den norra vattendelaren är något oklar. Den kan eventuellt ligga ett par hundra meter längre söderut. Likaså är det ej helt fastställt om grundvatten rör sig från åskullen omedelbart sydväst om Segersjö herrgård och norrut under Kvismare kanal. Troligtvis utgör dock kanalen och Hjälmarens en lågpunkt i systemet och vattnet från nämnda åskulle går ut i kärrområdet nordost om kullen.

Vid en av ingenjörfirman Orrje & Co år 1966 gjord grundvattenutredning vid området kring Jungfru Annas källa konstaterades att den naturliga grundvattentillgången är cirka 4 l/s, eventuellt dock något större. En utbyggnad för förstärkning av den uttagbara mängden genom konstgjord infiltration testades vid samma undersökning och utföll gynnsamt. En infiltrerad mängd av 8—10 l/s rekommenderades härvid, dock bör vid anläggandet av flera infiltrationsdammar minst den dubbla mängden kunna infiltreras. Som råvatten avses att användas Hjälmarvattnet.

#### Lännäs

Från gården V. Kohagen rör sig grundvattnet mot söder. En viss utläckning till det strax söder om gården belägna diket äger rum, det mesta vattnet rör sig dock vidare söderut för att avbördas till det stora diket omedelbart norr om Lännäs samhälle. Hit avbördas även vatten från den södra delen av åsen.

Vattenkvaliteten, representerad av vattenprover tagna i grävda brunnar, är bra, vid t. ex. ett dräneringsrör strax väster om landsvägsbron över dräneringsdiket var järnhalten 0.02 mg/l, pH 6.7, totala hårdheten 50 mg Ca/l och kloridhalten 45 mg/l. Vid en brunn söder om landsvägen var järnhalten 0.08 mg/l, pH 6.9, totala hårdheten 114 mg Ca/l och kloridhalten 30 mg/l. Järnhalten kan dock förväntas vara högre på större djup under grundvattentytan.

Den totalt ur åsdelen uttagbara vattenmängden kan skattas till 3—5 l/s och lämpliga uttagningpunkter är strax söder om stora landsvägen eller cirka 250—300 m norr om kyrkan.

#### Asområdet kring sjöarna Finntorpasjön och Himmersjön

Längst söderut mot kartbladsgränsen är ett större område med isälvsmaterial beläget omkring de små sjöarna Finntorpasjön och Himmersjön. Avlagringarna är emellertid, utom i området närmast sydväst om Himmersjön, relativt dåligt sorterade och mäktigheten ringa.

Huvuddelen av grundvattnet rinner ut till och längs det dike som förbinder de bägge sjöarna, källan K 8. Vattenkvaliteten i grundvattnet strax norr om diket visade på relativt höga järnhalter. Fe var 0.82 mg/l, Mn < 0.1 mg/l, pH 7.3, klorid 15 mg/l och totala hårdheten 92 mg Ca/l. Betydligt lägre järnhalt erhöles vid ett vattenprov taget ur en rörspets neddriven 2 m under grundvattenytan i området strax söder om nivålinjen för 78 m ö. h. Här var järnhalten 0.03 mg/l, manganhalten < 0.1 mg/l, pH 7.5, klorid 15 mg/l och den totala hårdheten 86 mg Ca/l. En vattentäkt med kapaciteten cirka 1—2 l/s bör kunna anläggas i denna åsdel, förslagsvis i närheten av nivålinjen för 77 m ö. h.

Den åsdel, som sträcker sig mot väster från i höjd med vägkorset vid punkt 85,94 är troligen mycket tunn och några nämnvärda vattenmängder går ej att erhålla. Grundvattnet rör sig åt norr och nordväst för att dräneras ut till kärrområdet norr om åsen. Tagna vattenprover hade låga järn- och manganhalter. Någon egentlig grundvattenströmning mellan denna åsdel och den i nord-sydlig riktning sträckande huvudåsen föreligger troligen ej även om detta skulle kunna antagas på grund av kartbildens utseende.

I området söder om vattendelaren är förhållandena mer komplicerade. Grundvattnet rör sig här till största delen åt söder men en viss strömning ut till kärrområdet väster om åsen torde även förekomma. Vidare sker en inläckning till åsen från kärrområdet öster om åsen. Detta framgår av den höga permanganatförbrukningen, cirka 115 mg/l, och de mycket höga järnhalter, 18—26 mg/l, som påträffades i norra delen av denna åsdel vid en av VBB år 1964 utförd grundvattenundersökning för Kilsmo samhälle.

#### 7.1.5. Karlsbygget—Slätmon

I kartbladets sydvästra del är en långsträckt isälvsbildning belägen. Såväl åsens bredd som mäktighet är oftast blygsam och sorteringsgraden på själva sand- och grusmaterialet låg. Dessa förhållanden medför att uttagbara grundvattenmängder ej är stora, i det centrala grundvattenmagasinet cirka 2—3 l/s.

Kvaliteten på grundvattnet har ej närmare undersökts men vattnet kan bedömas ha höga järn- och manganhalter samt hög permanganatförbrukning och vara starkt aggressivt.

#### 7.1.6. Stockbäcken

I kartbladets sydöstra hörn är en mindre grusås belägen. Grundvattnet i åsen avvattnas till dräneringsdiket i skärningspunkten med landsvägen. Åsen är, speciellt de närmaste 200—300 m sydöst om själva diket, relativt mäktig. Vid en av SGU hösten 1971 utförd översiktlig grundvattenundersökning uppmättes vid en seismisk profil jorddjup på 7—9 m under grundvattenytan. Den uttagbara mängden vatten beräknades vid kontinuerligt uttag till mellan 2 och 4 l/s vid en brunnplats strax söder om landsvägsbron. Emellertid var

vattnet starkt järnhaltigt, prover från ett flertal observationsrör hade halter varierande mellan 1.2 och 4.5 mg/l. Även manganhalterna var höga, mellan 0.05 och 0.27 mg/l.

Åsen är delvis kraftigt svallad och gårdens brunn, en cirka 2.5 m djup grävd brunn, är troligen nedförd i svallsand. Vattenkvaliteten är här utmärkt. Vid fältanalys kunde ringa järn- och manganhalter påvisas. Tyvärr är brunns kapacitet genom sitt läge begränsad och går ej att utnyttja för större förbrukare.

#### 7.1.7. Vinön

Tvärs över Vinön passerar i nord-sydlig riktning en isälvsbildning som i övrigt kan spåras såväl vidare söderut som norrut genom Hjälmarens. Åsen är en fortsättning av den s. k. Norrköpingsåsen och utgör ett mycket markant topografiskt inslag på själva ön men är relativt sett ej särskilt mäktig.

I södra delen av ön sväller åsen till ett par hundra meters bredd. Vid brunnsgrävningar och borrhningar har en moig morän påträffats under själva åsmaterialet på ett flertal punkter och den egentliga åskärnan torde vara betydligt smalare än vad som framgår av kartan. Ansvällningen eller utbredningen av åsen kan eventuellt bero på den i åsens östra del belägna bergklack som enligt utförda borrhningar sticker upp till cirka 4 m över Hjälmarens nivå. Isälvs materialet har s. a. s. dämpts upp av denna klack och avlagrats på ömse sidor. Åskärnan passerar troligen omedelbart öster om denna klack, grundvattenutläckning har nämligen konstaterats i Hjälmarens cirka 100 m öster om färjeläget.

Åsen är speciellt i de högre belägna delarna kraftigt svallad och avsevärda mängder sand påträffas längs åsens sidor. Detta förhållande medför att inom praktiskt taget hela åsområdet förekommer två olika grundvattennivåer, en lägre i själva åsen och en något högre i de brunnar som är belägna i svalljordarna längre ut mot åsens kanter.

Tre olika grundvattensystem kan urskiljas, se kartan och fig. 8. I det södra systemet rör sig grundvattnet mot söder; i det mellersta dräneras vattnet ut åt öster via dräneringsdiken och i det norra systemet rör sig grundvattnet mot norr. Här har grundvattenutströmning konstaterats längs stranden av Hjälmarens. Den nu torrlagda torvmarken öster om det mellersta grundvattensystemet hänger troligen samman med det här tidigare utrunna grundvattnet. Det närliggande dräneringsdiket fördjupades 1968, vilket direkt följdes av en grundvattensänkning av cirka 1 m såväl i den närliggande åsen som i svallmaterialet. Grundvattensänkning inträffade härvid även i det södra systemet.

Den tidigare omnämnda bergklacken i den södra åsdelen är belägen strax norr om södra nivålinjen för 25 m ö. h. fig. 8. Den starka lutningen på grundvattenytan framför allt söder och sydväst om bergklacken beror troligen på övergången från ett grövre och mer permeabelt kärnmaterial till ett mer finkornigt distalmaterial. I det norra grundvattensystemet är grundvattenytans

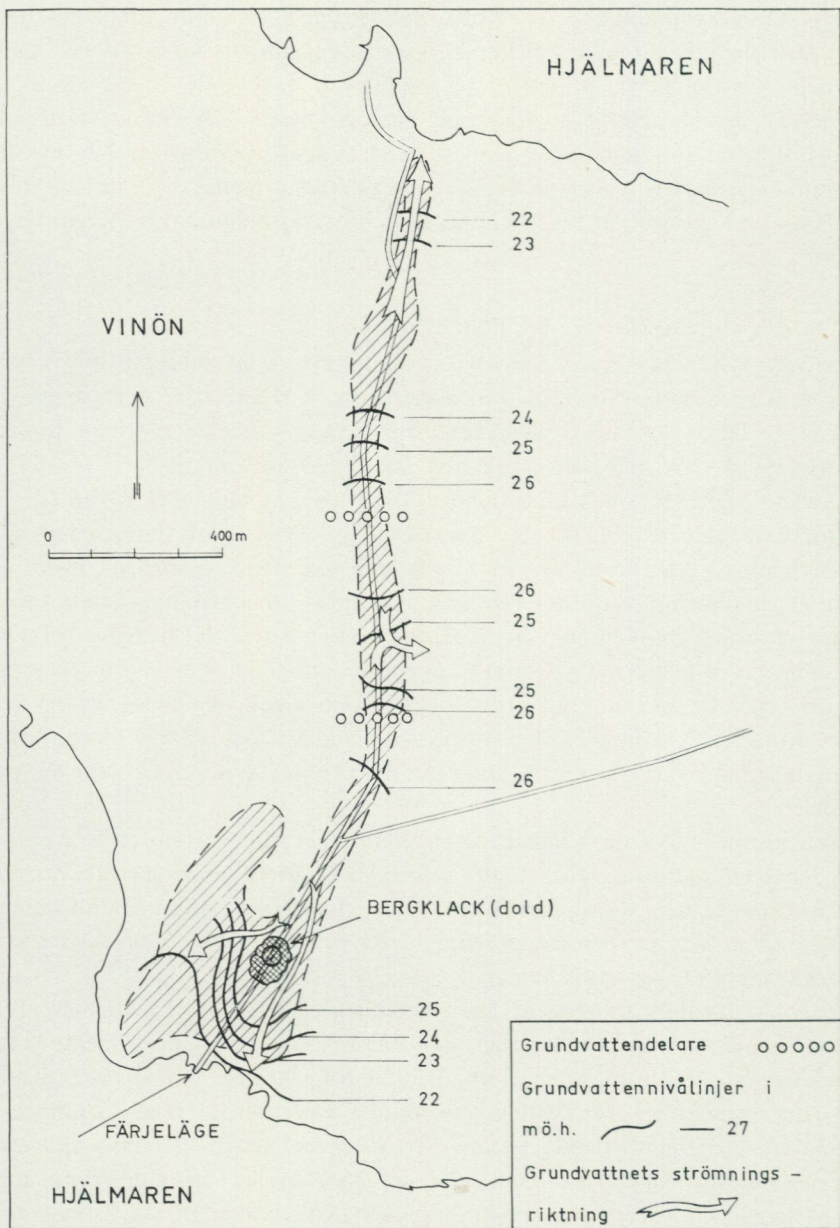


Fig. 8. Grundvattnets nivå samt olika rörelseriktningar hos grundvattnet i grusåsen på Vinön.

*The ground water level and the main directions of the ground water flow in the esker at Vinön.*

lutning mer jämn och åsens materialsammansättning kan därför bedömas vara relativt likartad.

Vad beträffar vattenkvaliteten har prover tagits från 16 brunnar och järn, mangan, klorid, pH och total hårdhet analyserats. Järnhalterna befanns variera kraftigt, dock var det bara 7 st prover som hade halter lägre än 0,2 mg/l. I övrigt varierade värdena mellan 0.3 och 1.1 mg/l. Manganhalterna var utom i ett fall mindre än 0.1 mg/l. Undantaget hade en halt av 0.8 mg/l. Järnhalten var här 0.11 mg/l. Kloriden mättes i ett fall och var 36 mg/l. pH-värdet var vanligen 6.3—6.5 men såväl surare som mer basiska vatten påträffades. Totala hårdheten varierade mellan 28 och 93 mg Ca/l.

Den totalt uttagbara grundvattenmängden kan beräknas till cirka 2—3 l/s för hela åssystemet. Denna vattenmängd måste dock fördelas på de olika grundvattenområdena varvid man i det södra bör kunna utvinna 1—1,5 l/s, i det mellersta cirka 0.5 l/s och i det norra cirka 0.4—0.6 l/s. Lämpliga uttagsplatser torde i södra åsdelen vara i höjd med nivålinjerna +23 till +24 öster eller söder om den här belägna bergklacken samt i norra systemet i höjd med nivålinjerna +23 i åsens centrala del, se fig. 8.

## 7.2. Grundvattentillgångar i berggrunden

AV C.-F. MÜLLERN

### 7.2.1. Urberg

Kartbladets största urbergsområde, beläget i södra delen av kartbladet, utgörs huvudsakligen av glest bebyggda skogsområden samt moss- och kärrmarker. Antalet bergborrade brunnar i urberg, tillgängliga för denna redogörelse, är också relativt litet. I kapitlet om berggrundens vattenförande förmåga har redan omnämnts att medianvärdet på den maximala kapaciteten för dessa brunnar är 0.2 l/s. Detta är således ungefär den vattenmängd, som man normalt kan förvänta sig vid brunnsborrning i urberg inom kartbladsområdet.

De urbergsbrunnar, som har den högsta kapaciteten, är belägna vid gårdarna Himmer, nr 45, 2.1 l/s, och Resta, nr 46, 1.1 l/s. Det framgår inte av den hydrogeologiska kartan att den förra är placerad i någon större sprickzon, vilket däremot den senare är. Man kan emellertid generellt säga att alla brunnar i urberg, som ger stora vattenmängder, måste vara borrade i större vattenförande sprickor. Sådana sprickor behöver däremot inte vara så kraftigt utbildade, att de framträder vid en undersökning i föreliggande skala. Beträffande brunn nr 14 tycks denna ligga nära en flygmagnetiskt indikerad förkastning men ger trots detta endast ca 0.07 l/s. Avståndet mellan brunnen och förkastningen är emellertid av storleksordningen 50—100 m, vilket är fullt tillräckligt för att ett samband dem emellan inte skall föreligga.

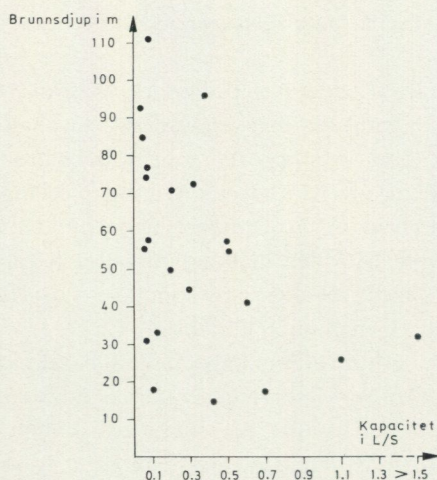


Fig. 9. Förhållandet mellan brunnsdjup och kapacitet hos brunnar borrade i urberg. Antalet brunnar är för litet för en säker slutsats, men hög kapacitet tycks vara förknippad med måttligt djup. Mediandjup 56 m, mediankapacitet 0.2 l/s, 22 brunnar, diameter 100—110 mm.

*Relation between depth and capacity of wells drilled in Precambrian crystalline rocks. The small number of wells does not permit any reliable conclusion, but high capacity seems to be connected with moderate depth. Median depth 56 m, median yield 0.2 l/s, 22 wells, diameter 100—110 mm.*

Det finns dock goda möjligheter att utvinna större vattenmängder genom att man borrar en brunn med särskild hänsyn tagen till förekommande sprickor i berggrunden. Sprickornas läge och vattenförande förmåga kan bedömas genom undersökning av förklyftning i berghällar och genom studium av geologiska och topografiska kartor. Om det inte går att observera sprickorna direkt, t. ex. i jordtäckta områden, finns det möjlighet att lokalisera större sprickzoner med seismiska metoder. Man kan även med ledning av platsens topografi rent allmänt göra ett lämpligare val av brunnsplats genom att välja lågpartier i stället för höjdparter. Dalgångar och sänkor är som tidigare nämnts ofta betingade av sprickor i berggrunden, medan höjdparter är relativt sprickfria.

I fig. 9 jämförs brunnsdjup med kapacitet. Mediandjupet för dessa urbergsbrunnar är 56 m. Det finns ingenting som tyder på att man kan få mer vatten än normalt genom att borra djupare än normalt. Det är snarare ofta så, att om vattentillgången i berggrunden är riklig, påträffas vattnet på måttligt djup. Orsaken till att vissa urbergsbrunnar ger mycket litet vatten torde vara, att de råkat bli placerade i relativt sprickfritt berg. Då sprickigheten oftast avtar mot djupet och sprickorna där bl. a. på grund av högre bergtryck i mindre utsträckning står öppna, är sannolikheten inte stor att man genom djupborring, dvs. mer än 90 à 100 m, skall kunna påträffa större vattenmängder. En viss risk föreligger även, att man i djupare brunnar kan få salt

vatten. Detta problem behandlas närmare i kapitlet om grundvattnets kemiska sammansättning.

### 7.2.2. Kambro-ordoviciska sedimentbergarter

Den ordoviciska kalkstenen och den överkambriska alunskiffern har inte sällan förutsättningar för riklig vattenföring, men vattnet från dessa bergarter är oftast inte av högsta kvalitet. Vattnet är vanligen hårt och har dålig smak och lukt beroende på höga halter av järn- och svavelföreningar samt organiska ämnen.

Den mellan alunskiffer och sandsten belägna gröna skifferleran är i sig själv betydelselös för utvinning av vatten, då den på grund av sina starkt plastiska egenskaper till följd av den höga lermineralhalten praktiskt taget saknar fritt grundvatten. Den har emellertid sin stora betydelse som skärm mellan det ovanför belägna alunskiffervattnet och det under, i sandstenen befintliga vattnet av bättre kvalitet.

Av den hydrogeologiska kartan framgår tydligt, att brunnarna i områden med kambrisk sandsten har högre kapacitet än brunnarna i urbergsområden. Samtliga på kartan inom sedimentområdena markerade brunnar går ner i sandsten, och de flesta tar sitt vatten enbart från denna bergart.

Sandstenens vattenförande förmåga är relativt god, särskilt i mickwitziasandstenens understa partier, vid dess kontakt mot urberget samt i lingulid-sandstenen. I mickwitziasandstenens översta 7—8 m är den vattenförande förmågan emellertid väsentligt nedsatt, beroende på hög lerhalt i dessa lager.

I kapitlet om berggrundens vattenförande förmåga anges medianvärdet för maximala kapaciteten hos sandstensbrunnar med 100—110 mm diameter till 1.2 l/s. Flera brunnar inom kartbladsområdet har emellertid kapacitet över 3 l/s, exempelvis brunn nr 44 vid Hummelsta och brunn nr 30 vid Mörby. Den högsta kapaciteten har brunn nr 26 vid Göksholm. Den är borrarad i sandsten med 150 mm diameter och har provpumpats i en vecka med 10.4 l/s. Den kemiska analysen av vattnet, Bil. A, nr 22, visar, att detta ej kan härröra från Hjälmarens, jfr analyserna 1 och 3, Tab. 8. Möjligen kan den exceptionellt höga kapaciteten bero på ett samband mellan brunnen och den närliggande förkastningen.

De stora förkastningarna, som utgör sandstensområdenas södra begränsning, har sannolikt goda förutsättningar att vara vattenförande. Dessa skulle kanske i vissa fall kunna utnyttjas för större grundvattenuttag. För lokalisering av lämpliga brunnspplatser längs förkastningarna fordras dock oftast detaljerade förundersökningar, t. ex. seismiska mätningar.

Eftersom sandstenens understa partier oftast är starkast vattenförande, bör en brunn borraras helt igenom sandstenen ner till urberget, vilket också är brukligt. Har man emellertid då inte erhållit önskad vattenmängd, kan man borra ytterligare någon eller några meter ner i urbergets sprickiga och vittrade partier. Det är därefter vanligtvis bättre att borra en ny brunn i sandstenen, eventuellt med större diameter, än att borra vidare ner i urberget.

## 8. Grundvattnets kemiska och fysikaliska egenskaper

AV PER ENGQVIST

### 8.1. Allmänt

Grundvatten bildas genom infiltration av nederbörd. I tabell 4 visas exempel på koncentrationen av några i nederbörden förekommande ämnen. Provtagningsplatsen, »Kvarntorp 7», är belägen i Norrbyås. Analysresultaten har hämtats från Internationella meteorologiska institutet, IMI.

**Tabell 4**  
Koncentrationen av vissa ämnen i nederbörden från Kvarntorp 7

		1967	1968	1969
Nederbörd i mm		546	378	367
Sulfat	SO <sub>4</sub> mg/l	4.56	4.95	4.71
Klorid	Cl »	0.83	0.59	0.90
Nitrat	NO <sub>3</sub> »	1.37	1.51	1.99
Ammoniak	NH <sub>4</sub> »	0.53	0.43	0.77
Natrium	Na »	0.64	0.46	0.68
Kalium	K »	0.35	0.27	0.22
Magnesium	Mg »	0.16	0.17	0.21
Kalcium	Ca »	0.95	1.15	1.18
pH		5.0	4.5	5.0

Nederbördens kemiska sammansättning förändras när den kommer i kontakt med marken. Genom avdunstningen kommer vissa ämnen att anrikas. Jämför man den potentiella årsavdunstningen, som i dessa trakter uppskattas till omkring 350—400 mm, med den normala årsnederbörden på ca 625 mm, ser man att anrikningen bör vara av den storleksordningen att den påtagligt kan förändra sammansättningen. Framför allt för det ytliga grundvattnets sammansättning är anrikning av detta slag av dominerande betydelse. Grundvattnets slutliga sammansättning är dock till största delen beroende av jord- och bergarternas beskaffenhet. Det bör kanske påpekas att koncentrationen av en del ämnen påverkas även av i vilken utsträckning dessa deltagar i de biologiska markprocesserna.

Vatten kan betraktas som ett lösningsmedel som alltid söker nå kemisk jämvikt med sin omgivning. Sålunda löser eller faller vattnet ständigt ut material när det passerar genom jord och berg. Hur fort den kemiska jämvikten skall uppnås beror i stor utsträckning på materialet i omgivningen. Är det till exempel fråga om ren kvartssand tar det mycket lång tid. Det utvunna vattnet kan ha varierande sammansättning under olika tider på året bl. a. beroende på skiftande nederbördsförhållanden. Även förhållanden av teknisk natur påverkar sammansättningen.

Tabell 5

Ämne eller egenskap	Rekommenderad maximal koncentration	Karakteristik
Färgstyrka	40 mg/l Pt	Hög färgstyrka ger vattnet ett otillfredsställande utseende och kan indikera förorening.
Permanganatförbrukning, $\text{KMnO}_4$	40 mg/l	Permanganatstyrkan är i regel ett mått på halten organiska ämnen i vattnet.
Ammonium $\text{NH}_4$	0.5 mg/l $\text{NH}_4$	Ammonium kan indikera förorening från exempelvis avlopp, djurstallar eller konstgödsel. Kan även förekomma normalt i vattnet och saknar då betydelse ur hygienisk synpunkt
Glödrest		Ett mått på vattnets halt av lösta mineralsalter. Det kan bestämmas direkt eller beräknas med hjälp av specifika ledningsförmågan.
pH		Ett för vattnet onormalt pH-värde kan tyda på främmande påverkan av vattentäkten. Vatten från nyanlagda brunnar kan ha höga pH-värden. I regel fordras ny kemisk och bakteriologisk undersökning i dessa fall. pH-värdet bör ligga mellan 7 och 9.5.
Totalhårdhet	100 mg/l Ca	Beror på höga halter kalcium och magnesium. Förorsakar ökad tvålförbrukning genom att kalktvål bildas. Vid uppvärmning av hårt vatten kan olägenheter uppstå genom avsättningar i vattenvärmare, pannor, disk- och tvättmaskiner o. dyl. Följande skala för vattnets hårdhet brukar användas 0— 15 mg/l Ca mycket mjukt 15— 35 mg/l Ca mjukt 35— 70 mg/l Ca medelhårt 70—150 mg/l Ca hårt över 150 mg/l Ca mycket hårt Hårdheten kan även anges i s. k. tyska hårdhetsgrader °dH.
Järn, Fe	0.4 mg/l Fe	Anmärkningsvärt höga halter förorsakar bruna fläckar på kläder, porslin o. dyl. Stora skillnader kan förekomma mellan rapporterade och verkliga koncentrationer beroende på tillskott från rör och ledningar. Koncentrationerna påverkas även av mikroorganismer. Järnhalten kan i nyanlagda brunnar vara hög.
Mangan, Mn	0.1 mg/l Mn	Samma olägenheter som vid järn.
Klorid, Cl	300 mg/l Cl	Stora mängder ger tillsammans med det natrium som finns i vattnet en salt smak.
Fluorid, F	1.5 mg/l F	Koncentrationer omkring 1 mg/l F ger skydd mot karies (tandträta). Koncentrationer över 1.5 mg/l F kan orsaka besvär såsom fläckar på tänderna.
Sulfat, $\text{SO}_4$	200 mg/l $\text{SO}_4$	Höga halter i kombination med magnesium och natrium kan verka laxerande.
Nitrat, $\text{NO}_3$	30 mg/l $\text{NO}_3$	Höga koncentrationer kan indikera föroreningar från exempelvis avlopp, djurstallar eller konstgödsel. Om nitrathalten i vattnet överstiger 50 mg/l $\text{NO}_3$ bör detta ej givas till barn under 1 år.
Nitrit, $\text{NO}_2$	0.02 mg/l $\text{NO}_2$	Höga koncentrationer kan indikera föroreningar från avlopp, djurstallar eller konstgödsel.
Marmoraggressiv kolsyra, $\text{CO}_2$		Ur halten marmoraggressiv kolsyra i förening med analysresultaten beträffande alkalitet, pH-värde och totalhårdhet kan man bedöma vattnets eventuella ledningsangripande egenskaper.

I »Meddelande nr 122 från Kungl. Medicinalstyrelsen» finns anvisningar för hur vattnets lämplighet ur olika synpunkter skall bedömas. Där skiljs mellan å ena sidan vatten »för enskild förbrukning» och å den andra »vatten underkastat kontroll enligt §§ 32 och 33 i hälsovårdsstadgan» och »renvatten, som avses i §§ 3 och 14 i livsmedelsstadgan, samt övrigt renvatten t. ex. vatten för sjukhus, ålderdomshem, skolor, barnhem och andra vårdanstalter samt för hotell och pensionat». Rekommenderade maximala koncentrationer av olika ämnen finns upptagna i tabell 5. Riktlinjer som angivits för undersökning och bedömning av »vatten för enskild förbrukning» kommer ej att beröras i detta sammanhang.

För råvatten omfattar den fysikalisk-kemiska undersökningen följande analyser. Fysikalisk undersökning: färgstyrka, grumlighet, lukt, bottensats och specifik ledningsförmåga. Kemisk undersökning: permanganatförbrukning, pH-värde, ammonium, totalhårdhet, järn, mangan, alkalitet, klorid, sulfat, nitrat, nitrit och fosfat. Vid undersökning av renvatten bestäms dessutom marmor-aggressiv kolsyra och fluorid. Om vattnet råkar ha för höga halter av något ämne kan i många fall åtgärder vidtagas för att förbättra kvaliteten.

Ur riktigt konstruerade och utförda brunnar erhålls i regel ett ur bakteriologisk synpunkt tillfredsställande vatten. Vattnets kvalitet ur bakteriologisk synpunkt påverkas endast i undantagsfall av de geologiska förhållandena. Om vattnet skall användas till dricksvatten, är det av stor betydelse att utseende, smak och lukt är tilltalande. Ett grumligt eller illaluktande vatten är ofta en indikation på förekomst av främmande ämnen. Särskilt irriterande är föroreningar av petroleumprodukter. Dessa är också i många fall svåra att bli kvitt. Förekomst av främmande föremål såsom växt- och djurdelar tyder på dålig isolering av brunnen. I bilaga A har utdrag ur vattenanalyser från brunnar belägna inom kartbladsområdet sammanställts. Var provtagningarna skett framgår av kartan i fig. 10. Analyserna har i görligaste mån kompletterats med uppgifter om brunnarnas djup och lägen i förhållande till rikets nollplan. Totalhårdheten för brunnar i olika geologiska material finns redovisade i fig. 11. Huvuddelen av analyserna är hämtade ur utredningar. Där det förekommit flera analyser från samma vattentäkt har endast en medtagits i tabellen. På grund av befolkningens olika fördelning m. m. har analyserna kommit att koncentreras till vissa delar inom kartan. För att få en uppfattning om vattnets egenskaper inom områden där uppgifter saknas måste man jämföra med analyser från närliggande områden med likartad hydrogeologisk miljö.

## 8.2. Temperaturvariationer

Grundvattnets temperatur beror av värmetransport från jordens inre och av solvärme. Medan solvärmens varierar under året, är värmetransporten från jordens inre praktiskt taget konstant. Ned till cirka 30 m under markytan kommer av den anledningen grundvattnets temperatur att variera under året. Under

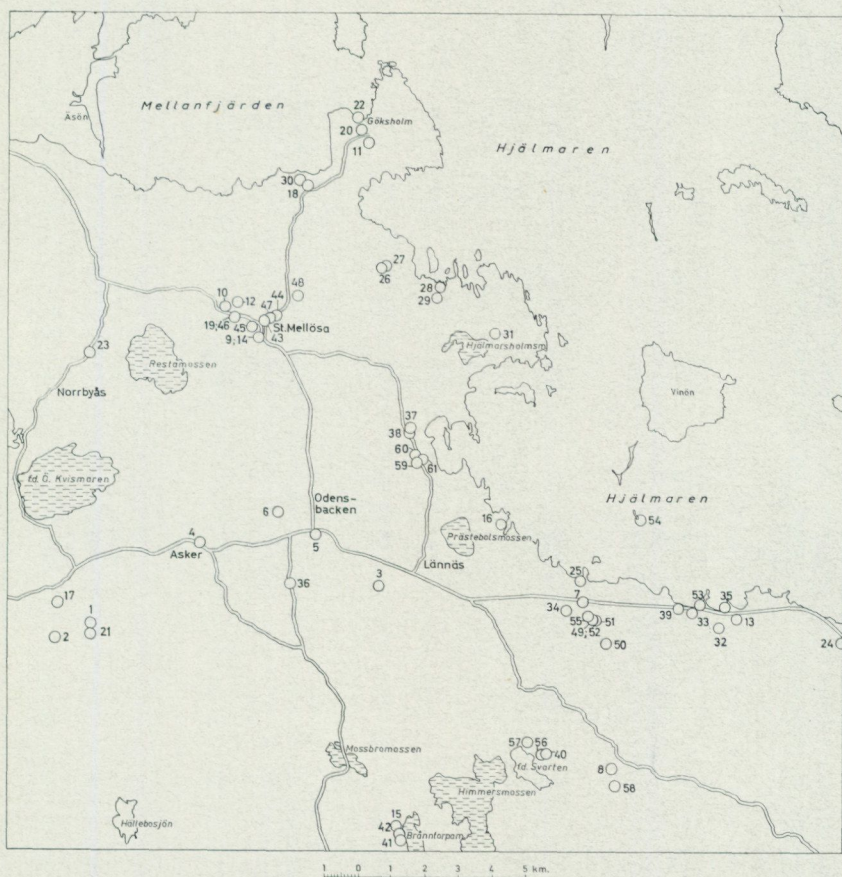


Fig. 10. Översiktskarta över brunnar från vilka vattenanalyser tagits. Numreringen hänför sig till analysnumren.

*Map showing chemical quality sampling sites.*

denna nivå sker inga påtagliga säsongmässiga förändringar av temperaturen. I stället ökar temperaturen med djupet med cirka  $1^\circ$  för var 40—50 m. Man kan räkna med att temperaturen under sommaren för de flesta brunnarna ligger mellan  $6^\circ$  och  $9^\circ$  C.

### 8.3. Variationer i den kemiska sammansättningen hos grundvatten från olika berg- och jordartstyper

Vattenanalyserna har med avseende på brunnarnas geologiska miljö indelats i 6 skilda grundvattentyper. Dessa är: I. grundvatten i morän, II. grundvatten i isälvsavlagringar, III. grundvatten i sandsten täckt av skifferlera, IV. grundvatten i sandsten, ej täckt av skifferlera, V. grundvatten i urberg, VI. salt grundvatten, dvs. vatten med kloridhalt överstigande 300 mg/l Cl.



I tabell 6 finns medianvärden redovisade tillsammans med maximi- och minimivärden för de olika typerna. Spridningen inom de olika grupperna kan bero på normala variationer inom grundvattentypen, men kan även till en del hänföras till analysfel och svårigheter att differentiera de olika typerna. I regel har den omgivning ur vilken vattnet uttagits dock satt en tydlig prägel på vattnets kemiska beskaffenhet.

### 8.3.1. Grundvatten i morän

Moränen ger i allmänhet små mängder vatten. Beroende på dåliga brunnskonstruktioner och avsaknaden av underhåll av brunnarna är detta vatten i många fall av undermålig kvalitet. Ett ofta återkommande fel är att tillfredsställande tätning runt brunnen saknas, vilket medför att vatten från markytan lätt kan tränga ner och förorena grundvattnet i brunnen. För att undvika detta bör man packa området runt brunnringarna med tätande lera. Vidare bör fogarna mellan ringarna cementeras. För att hindra djur och människor från att förorena brunnen bör brunnplatsen vara inhägnad och brunnen försedd med ett lämpligt utformat lock.

Även om brunnen skulle vara utförd på ett tillfredsställande sätt kan olägenheter ofta förekomma i form av höga järn- och manganhalter i vattnet. Genom att grundvattenytan i dessa brunnar ofta fluktuerar inom en zon belägen jämförelsevis nära markytan, kan grundvattnet under vissa perioder komma att nå upp i det rostjordskikt, som allmänt förekommer omedelbart under markytan. Om reducerande miljö då är för handen, kan detta skikts järn- och manganföreningar snabbt gå i lösning med en ökning av dessa halter i grundvattnet som följd. Permanganatförbrukningen är högre inom denna typ. pH-värdet är lägre än i bergborrade brunnar och vattnet har i flera fall ledningsangripande egenskaper.

### 8.3.2. Grundvatten i isälvsavlagringar

Inom kartbladsområdet kan i regel de största grundvattenmängderna uttagas ur isälvsavlagringarna. För att bättre kunna belysa kvaliteten hos detta vatten har utöver de i tabell 6 redovisade analyserna ett 60-tal analyser utförts i samband med fältarbetet under sommaren 1971. Resultaten av analyserna redovisas i tabell 7. De erhållna värdena för de olika ämnena får betraktas som mer approximativa än övriga analysvärden genom att ett enklare analysförfarande använts.

Som framgår av tabell 7 och fig. 11 är totalhårdheten något lägre för Glanshammarsåsen än för Valsta och Lännäsåsarna. Detsamma gäller även pH-värdet. För Lännäsåsen gäller att vattnet i själva huvudåsen är hårt. Anmärkningsvärt är det därför att biåsarna vid Täbyfallen och sydväst om Finntorpsjön har medelhårt vatten. Medelhårt vatten har även Norrköpingsåsens olika delar såväl i avsnitten söder om Hjälmarens som på Vinön och Rönnerget.

Vattnets totalhårdhet orsakas av förekomst av kalcium och magnesium. I

Tabell 7

	pH	Fe mg/l	Total- hårdhet mg/l Ca	Cl mg/l	Gv-yta m u. my.	Brunnens djup m u. my.
Glanshammarsåsen:						
Maximum	6,8	1,0	129	107	12,10	13,25
Median	6,4	0,10	64	30	4,02	4,74
Minimum	5,7	0	36	8	0,11	1,82
Antal	15	15	15	15	15	15
Valstaåsen:						
Maximum	7,6	22	221	212	4,98	7,25
Median	6,9	0,04	107	23	2,45	4,52
Minimum	5,5	0	43	8	0,82	2,10
Antal	23	23	23	23	19	19
Lännäsåsen:						
Maximum	7,9	1	179	91	6,35	6,95
Median	7,2	0,10	107	23	2,48	4,10
Minimum	5,5	0	36	8	0,65	1,13
Antal	25	25	25	25	24	23

större koncentrationer förekommer dessa ämnen i berggrunden i form av kalcium- och magnesiumkarbonat, t. ex. i ordovicisk kalksten och urkalksten bestående av marmor och dolomit. Under istiden krossade och plockade den norr ifrån kommande inlandsisen upp delar av den karbonathaltiga berggrunden, som tillsammans med övrigt bergartsmaterial transporterades längre eller kortare sträckor. Även isälvarna deltog i denna process. På detta vis kom jordarter söder om de kalkrika områdena att få inslag av kalk.

I höjd med Glanshammar utbreder sig ett marmorstråk i öst-västlig riktning. Fragment från detta och andra förekomster av kalksten påträffas i de olika jordarterna inom kartbladet och har genom sin förekomst orsakat att grundvattnet i dessa blivit hårt, se fig. 11.

Höga järn- och manganhalter har rapporterats från flera brunnar. I många fall orsakas de höga halterna av dessa ämnen av grundvattenytans höga läge i förhållande till markytan inom vissa delar av åsarna. Markytans järn- och mangankoncentrationer kan, som redan nämnts under moränavsnittet, då under särskilda betingelser komma att gå i lösning.

Förutsättningarna för att erhålla ett fullgott vatten är störst i åsarnas centrala delar. Genom att isälvmaterialet i åskärnan är grövre än längs dess perifera delar är förutsättningarna här goda för snabb omsättning av vattnet. I andra delar av åsarna är materialet mera finkornigt och vattengenomströmningen långsammare med försämrade vattenkvalitet som följd. I åsar, som gränsar till torvavlagringar, kan under speciella förhållanden vattnet plötsligt försämrats genom att torvmarkernas humusrika, sura och järnhaltiga vatten får tillfälle att tränga in i åsen. Vid förundersökningen för Kilsmo vattentäkt, analyserna 41 och 42 i Bil. A, erhöles så höga järnvärden som 18 respektive 22 mg/l Fe. I båda brunnarna var manganhalten 1.10 mg/l Mn vid detta till-

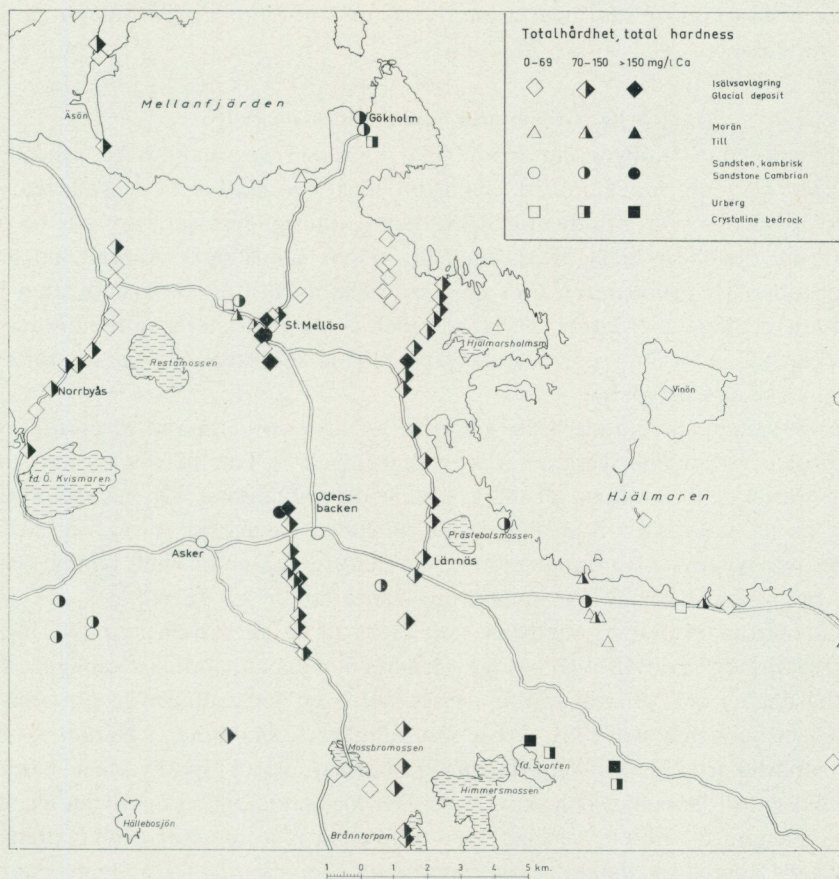


Fig. 11. Karta över grundvattnets totalhårdhet inom olika akviferer.  
Map showing total hardness of different aquifers.

fälle. Här är det sannolikt vatten från Brännertorpamossen som trängt in i åsen. Risken för att få in icke önskvärt vatten i åsen ökar vid stora grundvattenuttag. Humusrikt vatten erbjuder i allmänhet stora svårigheter vid reningsförsök.

Flera analyser visar att kloridhalterna i en del brunnar är högre än normalt för åsar i dessa trakter. Orsaken till detta kan vara vägsalt. Vägarna är i regel anlagda på själva åsarna. Vid saltning av vägbanan kan lätt salt vatten under tider med stor avrinning komma att strömma ned i närbelägna oskyddade brunnar. Dessutom är det inte ovanligt att vägsalt lagras i övergivna grustag. Detta salt kan vid oförsiktig hantering mycket lätt hamna i grundvattnet och försämravattnet i åsen. Flera brunnar i Valstaområdet har på detta vis erhållit kloridkoncentrationer som är högre än normalt.

Vid undersökning av vattentäkten vid S:t Annas källa noterades periodvis under provpumpningen något förhöjda nitrathalter, upp till cirka 15 mg/l  $\text{NO}_3$ .

Orsaken till dessa förändringar ansågs vara att konstgödning spridits på åkrarna runt vattentäkten.

### 8.3.3. Grundvatten i sandsten och alunskiffer

Av huvudkartan framgår det inom vilka områden den kambriska sandstenen utbreder sig och var kambrisk sandsten täckt av skiffer eller kalksten och skiffer påträffas. Då grundvattnets kvalitet i sandstenen visat sig vara beroende av om denna är täckt av skiffer eller ej har sandstensbrunnarna indelats i två grupper: III grundvatten från sandsten täckt av skiffer, IV grundvatten från sandsten ej täckt av skiffer. Då sandstenen i regel är mera vattenförande än urberget har en brunn som borrhats genom både sandsten och urberg förts till någon av sandstentyperna.

Grundvatten härrörande från kambrisk sandsten överlagrad av skiffer, typ III, brukar i allmänhet vara av god kvalitet, tabell 6. Totalhårdheten kan emellertid variera från mjukt till hårt vatten. Kloridvärdena för några brunnar tyder på att salt vatten från djupare nivåer har pumpats upp i viss omfattning.

Det bör noteras att brunnar i kambrisk sandsten på en del håll lämnat vatten med ur hygienisk synpunkt anmärkningsvärda halter av fluorid.

Vatten från brunnar i sandsten som ej är täckt av skiffer, typ IV, brukar vara av mindre god kvalitet. Höga järn- och manganhalter är vanliga. Även totalhårdheten och sulfathalten är i vissa fall över det godtagbara. Orsaken till detta kan vara den svavelkis,  $\text{FeS}_2$ , som allmänt förekommer i Närkes skifferar och sandstenar. Genom syrerikedom i marken och i sjunkvattnet oxiderar svavelkisen till järnsulfat och svavelsyra. Det för denna process nödvändiga syret erhålls genom att luften med sitt syre tränger in i de ovanför grundvattenytan befintliga lagren, när denna genom pumpning eller naturliga grundvattenstånds-förändringar avsänkes. Den bildade svavelsyran verkar kraftigt utlösande på andra material och intensifierar verkan av det perkolerande vattnet. När det sura vattnet rör sig nedåt reagerar det med kalkhaltiga lager och kalcium- och sulfatjoner bildas. Vattnet blir härvid neutralt eller alkaliskt, men innehåller fortfarande avsevärda mängder järn och sulfat.

Vatten från alunskiffern brukar ofta lukta och smaka illa. En viss förbättring kan erhållas om vattnet luftas före användningen. Endast en analys, nr 21 från Köpsta, avser vatten från alunskiffern. För att utestänga det mindre angenäma alunskiffervattnet brukar man vid konstruktion av brunnar rekommendera rördrivning förbi skiffern ned i sandstenen några meter, där cementering utföres så att endast vatten från sandstenen och under denna befintligt vatten kan tränga in i brunnen.

### 8.3.4. Grundvatten i urberg

Grundvatten från brunnar i urberg ger oftast ett utomordentligt dricksvatten fritt från bakterier och med en tilltalande temperatur och utseende samt med en angenäm frisk smak.

Totalhårdheten varierar mellan medelhårt och mycket hårt.

Järn- och manganhalterna kan variera mycket från den ena brunnen till den andra. Att höga järn- eller manganhalter skulle vara associerade till någon speciell bergart inom urberget har ej framkommit av detta material. Detta gäller även för andra ämnen med undantag för att hårt vatten förekommer i berggrund med hög karbonathalt.

### 8.3.5. Salt grundvatten

Med salt grundvatten avses här vatten med kloridhalter över 300 mg/l Cl. Vid detta värde brukar den salta smaken kunna kännas. Inom detta kartblad har salt vatten påträffats i en brunn invid Mörby, analys nr 6, bilaga A. Vattnets kloridhalt var vid analystillfället 650 mg/l Cl. Även vatten från Ässundet 1<sup>1</sup> har uppgivits vara salt. Någon analys föreligger emellertid ej därifrån. Även från andra brunnar har vatten med höga kloridvärden rapporterats dock ej överstigande 300 mg/l Cl.

Hela kartbladsområdet har efter inlandsisens avsmältning under någon tid varit täckt av hav. Vid dessa tillfällen var »grundvattnet» oblandat havsvatten. När landet höjde sig förträngde nederbörden efterhand saltvattnet från de övre jordlagren. Detta skedde till olika djup beroende på jordlagrens permeabilitet och vattnets cirkulationshastighet. Det salta vattnet blev därvid samtidigt uppblandat med färskvatten till allt större djup.

Genom att grundvattnets naturliga strömning och omsättning i regel avtar med djupet kan det salta vatten som en gång trängt ned i berggrunden i vissa områden förbli där under långa tider. Av det ovanstående framgår att djupet till detta vatten varierar beroende på de hydrogeologiska förhållandena men att risken att påträffa detta vatten är störst vid djupa brunnsborringar. I Mörby befinner sig brunns botten cirka 18 m under havsytan. Vid Ässundet 1<sup>1</sup> är motsvarande värde 60 m.

Vid pumpningar med stora uttag kan salt vatten från djupare nivåer komma i rörelse och pumpas upp. Genom att minska uttaget eller genom att fördela uttaget på flera brunnar kan man ibland erhålla vatten med lägre kloridhalt. Förhöjda kloridhalter i grundvattnet beroende på spridning eller olämplig lagring av vägsalt är tyvärr inte ovanligt. Om saltet hamnar i grundvatten i permeabla avlagringar, t. ex. en rullstensås, kan stora grundvattentillgångar snabbt fördäras.

### 8.4. Konstgjord infiltration

Tätorterna Odensbacken, Askers by, Stora Mellösa och Hampetorp erhåller sitt vatten från ett vattenverk i Lännäsåsen. Detta är beläget vid S:t Annas källa, som ligger cirka 1 km nordväst om Segersjö herrgård. Anläggningen togs i bruk år 1967. Vattnet pumpas ur åsen genom två brunnar. Cirka 200 m från dessa ligger två infiltrationsdammar. För att förstärka de naturliga grundvat-

tentillgångarna i åsen låter man vatten från Hjälmarren infiltrera i dessa dammar. Detta sker huvudsakligen höst och vår. Den vattenmängd, som infiltreras, är ej föremål för mätning. Vattentäkten levererade år 1969 18 450 m<sup>3</sup> och år 1970 22 350 m<sup>3</sup> vatten.

Vattnet distribueras obehandlat till konsumenterna. Vattnets kvalitet vid två tillfällen framgår av analysresultaten i tabell 8. Analyserna nr 1 och 3 avser råvatten från Hjälmarren medan analyserna nr 2 och 4 avser det distribuerade vattnets kvalitet. Som framgår av analyserna höjs halterna för de flesta ämnen efter infiltrationen. Permanganatförbrukningen, som är ett mått på halten organiska ämnen i vattnet, minskar emellertid. Ur bakteriologisk synpunkt har vattnet genom infiltrationen påtagligt förbättrats vilket framgår av resultaten av de bakteriologiska undersökningarna.

Tabell 8

Analys nr	1	2	3	4
Datum	69 08 21	69 09 29	70 04 02	70 04 02
Färg, Pt mg/l	26	5	21	5
Grumlighet, ZP-enh.	tydlig	ingen	ingen	ingen
Lukt, styrka	svag	ingen	ingen	ingen
Bottensats	icke obet	ingen	ingen	ingen
Permanganatförbr. KMnO <sub>4</sub> mg/l	39	7	24	8
Specifik lednings- förmåga × 10 <sup>6</sup>	179	481	193	373
Glödningsrest, beräknad	125	337	135	261
pH	7,4	7,3	7,2	7,6
Ammonium, NH <sub>4</sub> mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1
Totalhårdhet, Ca »	30	94	33	74
Järn, Fe »	0,80	0,05	0,09	0,18
Mangan, Mn »	0,34	0,05	0,05	0,05
Bikarbonat, HCO <sub>3</sub> »	37	177	44	137
Klorid, Cl »	14	28	13	21
Sulfat, SO <sub>4</sub> »	50	71	53	59
Nitrat, NO <sub>3</sub> »	2	11	2	10
Nitrit, NO <sub>2</sub> »	0,03	0,01	0,01	0,01
Fosfat, PO <sub>4</sub> »	0,1	0,1	0,1	0,1
Fluor, F »	0,6	—	—	—
Marmoraggressiv kolsyra, CO <sub>2</sub> »	8	0	2	2
Bakteriologisk				
Antal kolonier: (per ml) å agarplattor vid 22° efter 48 tim.	10 500	10	550	40
Jäsningsprov vid 35°: Sannolika antalet coliaero- genesbakterier per 100 ml	100	1	2	1
Jäsningsprov vid 44°: Sannolika antalet termostabi- la colibakterier per 100 ml	40	—	1	—

Analyserna 1 och 3 avser råvatten från Hjälmarren.

Analyserna 2 och 4 avser renvatten från vattenverket vid S:t Annas källa.

## 9. Källor

AV Å. MÖLLER

### 9.1. Allmänt

Med en källa menas vanligen en punkt eller plats där grundvatten rinner fram ur marken. Den på detta sätt framträngande vattenmängden kan variera från någon liter i minuten till flera tusen sekundliter. Dylika stora källor förekommer dock inte i vårt land.

Källor påträffas vanligen i topografiska lågpunkter dvs. sänkor eller svackor och utgör en naturlig dräneringspunkt i ett grundvattenmagasin. Flera dylika dräneringspunkter kan förekomma inom ett och samma grundvattenmagasin eller system. Någon generell regel för antalet kan ej ges utan detta beror helt på lokala topografiska och geologiska förhållanden.

Vattenflödet i källor kan vara relativt konstant men kan även variera kraftigt under året. Detta hänger främst samman med grundvattenmagasinets storlek, ju större magasin ju mer utjämnande effekt och desto mer konstant avbördning via källan. Ju mindre ett grundvattenmagasin är ju känsligare och mer beroende av nederbörden blir det och desto ojämnare blir flödet i källan.

I det följande kommer främst källor som har samband med isälvsavlagringar att beskrivas. Härvid tas endast upp sådana källor där vattenflödet kan bedömas vara av sådan storleksordning (större än 0.5 l/s) att de kan vara av intresse för vattenutvinning eller på annat sätt hydrologiskt intressanta. Källor i moränmarker o. d. är vanligen så varierande i såväl flöde som kvalitet att de saknar intresse ur rationell vattenutvinningsspunkt och behandlas därför ej.

### 9.2. Källor i Glanshammarsåsen

De här beskrivna källorna redovisas på den hydrogeologiska kartan med bokstaven K följt av ett löpande nummer.

Källa K 1. Källan är belägen i nordligaste delen av åsen och utgör den huvudsakliga dräneringspunkten för grundvattenmagasinet. Källans flöde uppgår till mellan 0.5 och 1 l/s och används som vattentäkt för Hjälmarsnäs gård. Vattnets kvalitet var enligt utförd analys av god beskaffenhet, se 7.1.2. Ur en här belägen filterbrunn bör mellan 3 och 5 l/s kunna erhållas, en något högre järnhalt kan dock förväntas vid detta uttag.

Källa K 2. Längs botten av Djursbäcken rinner grundvatten fram längs en sträcka av cirka 50 m öster om landsvägen där denna korsar bäcken. Totalt torde utflödet uppgå till 1—2 l/s, någon mätning har dock ej gjorts. Ytterligare grundvatten avleds från åsen inom området cirka 300 m norr om K 2 via här belägna dräneringsrör. Kvaliteten på källvattnet är obekant.

Källa K 3. Den naturliga avrinningen för en stor del av grundvattnet i åsdelens mellan källan och samhället Norrbyås har sitt utlopp till kärrområdet

söder om Kvismare kanal. Grundvattnet tränger fram på ett flertal ställen, speciellt där dräneringsdiken genomskurit den här belägna åskullen.

Ytterligare källor av intresse har ej påträffats längs denna ås.

### 9.3. Källor i Valstaåsen

I denna ås har endast påträffats två större källor, ett smärre antal utflöden i storleksordningen 1—3 l/min förekommer dock speciellt i åsområdet söder om Kvismare kanal längs åsens östra sida.

Källa K 4. Åsen tangerar här ett större dike och grundvatten läcker fram i skärningspunkten på en sträcka av cirka 50 m. Detta har indikerats av temperaturmätningar, något försök att mäta mängden exakt har ej gjorts på grund av den stora totala vattenföringen i diket. Mängden bör dock vara cirka 0.5—1 l/s.

Källa K 5. Denna källa ligger i slänten och botten av Kvismare kanal och är ej synlig. Källan utgör dräneringen av grundvatten från såväl söder som norr. Flödets storlek är obekant.

### 9.4. Källor i Lännäsåsen

Källa K 6. Denna källa är den s. k. Jungfru Annas källa och har varit den huvudsakliga dräneringspunkten för detta grundvattenmagasin. Källan har nu sinat beroende på den närliggande nyanlagda vattentäkten.

Källa K 7 och K 8. Grundvatten från åsdelen norr respektive söder om källorna avrinner här längs botten av dräneringsdiken. Mängden vid K 7 är cirka 0.3—0.4 l/s och vid K 8 något större. Flödena torde dock variera kraftigt under året.

### 9.5 Stockbäcken

Källa K 9. Grundvatten från åsdelen såväl norr som söder om källan har här sitt utlopp. Vattenmängden uppskattas till cirka 1 l/s, någon mätning har dock ej varit möjlig att göra på grund av den stora vattenföringen i diket. Vattnet är starkt järnhaltigt, se 7.1.6.

## 10. Ordlista

I det följande lämnas en förteckning över vissa hydrogeologiska och andra termer vilka använts i beskrivningen. Då adekvata definitioner i flera fall saknas, speciellt vad gäller de rent hydrogeologiska termerna kan där använda termer i viss mån något avvika från vad som påträffas i annan svensk eller utländsk litteratur. Det är dock författarnas åsikt att de här redovisade förklaringarna och definitionerna är de för svensk praktisk hydrogeologi mest användbara.

I Tekniska Nomenklaturcentralens publikation TNC 45 »Vattenordlista 2» har försök gjorts att definiera geologiska, hydrologiska och meteorologiska termer. De här givna definitionerna har i stor utsträckning tagits från denna ordlista. Vissa avvikelser förekommer dock.

Akvifer	en geologisk formation, som uppträder som en hydrogeologisk enhet och som har tillräcklig permeabilitet för att avge vatten i användbara mängder.
Artesisk akvifer	en akvifer i vilken grundvattnet står under ett sådant tryck att grundvattennivån i en brunn nedförd i akviferen står högre än övre begränsningsytan av den vattenförande formationen.
Artesisk brunn	en brunn nedförd i en artesisakvifer i vilken grundvattnet har ett sådant tryck att brunnen är självrinnande.
Artesisk källa	en självrinnande källa vars vatten härstammar från en artesisakvifer.
Deformationsriktning	den tektoniska rörelsens huvudriktning.
Drumlins	i landisens rörelseriktning utsträckta strömlinjeformade kulor av bottenmorän.
Effektiv porositet	se vattenavgivningstal.
Fosforit	vanligen brunaktiga korn eller klumpar av fosforhaltigt material (apatit).
Fossilt grundvatten	grundvatten vilket inneslutits i sediment i samband med dettas bildning eller eljest under ett tidigare skede i områdets geologiska utveckling.
Glaukonit	som gröna korn uppträdande kalihaltigt mineral.
Gnejsgranit	bergart med huvudsakligen granitisk sammansättning och gnejsig struktur.
Grundvattenmagasin	grundvattenförande lager med relativt stor mäktighet och avgränsat så att det kan betraktas som en hydrologisk enhet.
Grundvattenområde	ett i jord- eller berggrund naturligt avgränsat, sammanhängande område med grundvatten. Flera grundvattenmagasin kan förekomma inom ett grundvattenområde.
Grundvattendelare	gränslinjen mellan olika grundvattenmagasin.
Infiltrationsfaktor	förhållandet under längre tid, vanligen ett eller flera år, mellan den infiltrerade vattenmängden och nederbörden.
Jotnium	period från senare delen av jordens urtid.

Kapillära zonen	den grundvattenfria zonen mellan jordluftzonen och grundvattenzonen i vilken kapillärvatten förekommer.
Kapillär stighöjd	den höjd till vilken vattnet stiger på grund av kapillära krafter.
Kapillärvatten	i jord- och berggrund förekommande vatten som till följd av ytspänningskrafter kvarhålls i de mindre hålrummen.
Kambrium	den äldsta perioden av jordens forntid.
Kompetent bergart	en mot deformation motståndskraftig bergart.
Konkretion	en genom kemisk omsättning bildad, vanligen klumpformad, avlagring med från berg- eller jordarter i övrigt avvikande sammansättning.
Konsolidering	process där löst sediment hårdnar.
Leptit	en metamorf (omvandlad) vulkanisk bergart.
Manschett	anordning, som möjliggör avskärmning av olika nivåer i en brunn som provpumpas.
Migmatitomvandling	tillförsel av smältflytande material, vanligen kvarts och fältspat, som gångar eller ådror i en äldre bergart.
Ordovicium	den näst äldsta perioden av jordens forntid.
Orsten	kalkkonkretioner i alunskiffer.
Pegel	anordning för mätning av vattenstånd.
Perm	den yngsta perioden av jordens forntid.
Permeabilitet	ett mått på ett materials, i detta fall en jord- eller bergarts, förmåga att släppa igenom en vätska.
Porositet, hålfaktor	ett mått på förhållandet mellan hålvolymen och den totala volymen; anges oftast i procent.
Sediment	avlagring, som avskilts ur vatten eller luft.
Skjuvspricka	en sluten spricka, där väggarna tryckts ihop och gnidits mot varandra.
Specifik kapacitet	ett mått på en brunns vattenavgivande förmåga uttryckt i kapacitet per enhet avsänkning av grundvattenytan i brunnen.
Strykning	skärningslinjen mellan skiktyta och horisontalplan.
Stupning	lutning av skiktyta vinkelrätt mot strykningen.

Svallmaterial	här avses i första hand material, oftast sand och grus, som bildats genom vågornas sorterande och omlagrande inverkan.
Sänktratt	den trattformiga del av grundvattenytan som bildas kring en grundvattentäkt vid pumpning.
Tektonik	deformation i berggrunden, t. ex. genom sprickbildning.
Tensionsspricka	en öppen spricka, där väggarna avlägsnat sig något från varandra.
Vattenavgivningstal	förhållandet mellan avgiven mängd vatten och den totala volymen hos en vattenmättad jord- eller bergart vid dränering genom gravitationskraften.
Överuttag	det uttag ur en akvifer som överstiger den årliga nybildningen av grundvatten i denna.

## 11. Referenslitteratur

En förteckning över olika utredningar i vilka grundvattenförhållanden inom kartbladet berörs lämnas nedan. Förteckningen får inte betraktas som en fullständig översikt över samtliga utförda utredningar utan utgör endast en sammanställning över de utredningar som kommit SGU till handa under kartarbetets förlopp. Kopior på de flesta av de här angivna utredningarna finns tillgängliga på länsstyrelsens naturvårdssektion i Örebro.

### 11.1. Utredningar

- K-konsult — LBF, 1963: Förslag till komplettering av vattenverk samt utredning angående tryckförhållanden och vattentorn i St. Mellösa kyrkby.
- Orrje & Co AB, 1966: Redogörelse för grundvattenundersökning i Askers och St. Mellösa kommuner.
- 1967: Översiktlig utredning av vatten- och avloppsfrågorna för kommande fritidsbebyggelse utmed södra Hjälmarsstranden i Askers kommun.
- 1970: Översiktlig utredning av vatten och avloppsfrågorna för kommande fritidsbebyggelse utmed södra Hjälmarsstranden i St. Mellösa kommun.
- VBB, 1961: PM angående gemensamma anläggningar för vattenförsörjning inom Odensbacken och Askers by.
- 1964: Askers kommun. Kilsmo vattenförsörjning och avlopp.
- VIK, 1956: PM beträffande propumpning av bergborrade brunnar i Hampetorps samhälle, Askers kommun, Örebro län.
- 1957: PM beträffande principförslag för vatten- och avloppsanläggningar inom Hampetorps samhälle, Askers kommun, Örebro län.
- 1958: Yttrande över grundvattenundersökningar för vattenförsörjningen inom Hampetorps samhälle i Askers kommun, Örebro län.
- 1966: Förslag till vatten- och avloppsanläggningar för fritidsbebyggelse inom Galnetorp i Askers kommun, Örebro län.
- 1966: Redogörelse för grundvattenundersökning inom Svenska Tomtblaget AB:s område för fritidsbebyggelse vid Galnetorp, Askers kommun, Örebro län.
- SGU, 1971: Redogörelse för översiktlig grundvattenundersökning inom Lappeområdet.

## 11.2. Litteratur av allmänt intresse

GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar

SGU = Sveriges geologiska undersökning

ASKLUND, B., 1923: Bruchspaltenbildungen im südöstlichen Östergötland nebst einer Übersicht der geologischen Stellung der Bruchspalten Südostschwedens. — GFF 45.

BERNELL, A., 1953: Proceedings of the fourth international conference on soil mechanics and foundation engineering. — London.

DAHLMAN, B.: Sammanställda borrhuggifter. SGU:s arkiv.

EKLUND, J., 1961: Kumlabygden. Del I. — Kumla.

HAST, N., 1958: The measurement of rock pressure in mines. — SGU C 560.

HJELMQVIST, S., 1966: Beskrivning till berggrundskarta över Kopparbergs län. — SGU Ca 40.

KARLSSON, V., 1873: Geologiska kartbladet Riddarhyttan. — SGU Aa 46.

KESSLER, D. W., 1926: Permeability of stone. — Nat. bur. of Standards, Technical paper 305. Washington.

LINDSKOG, G., 1964: Geoteknik. — Stockholm.

LUNDEGÅRDH, P. H., KARIS, L. och MAGNUSSON, E., 1973: Beskrivning till berggrundskartbladet Örebro SO. — SGU Af 104.

MAGNUSSON, E. och LUNDEGÅRDH, P. H., 1972: Beskrivning till geologiska kartbladet Örebro SO. — SGU Ae 8.

MAGNUSSON, N. H. och LUNDQVIST, G., 1932: Geologiska kartbladet Nya Kopparberg. — SGU Aa 175.

MÖLLER, Å., ENGQVIST, P., MÜLLERN, C.-F. och BENGTON, P., 1971: Beskrivning till hydrogeologiska kartbladet Örebro SV. — SGU Ag 1.

Svenska diamantbergborrnings AB, 1959: Brunnsborrnningar.

(nuvarande Terratest AB)

» 1964: »

» 1967: »

Tekn. Nomenklaturcentralen, 1970: Vattenordlista 2. — TNC 45.

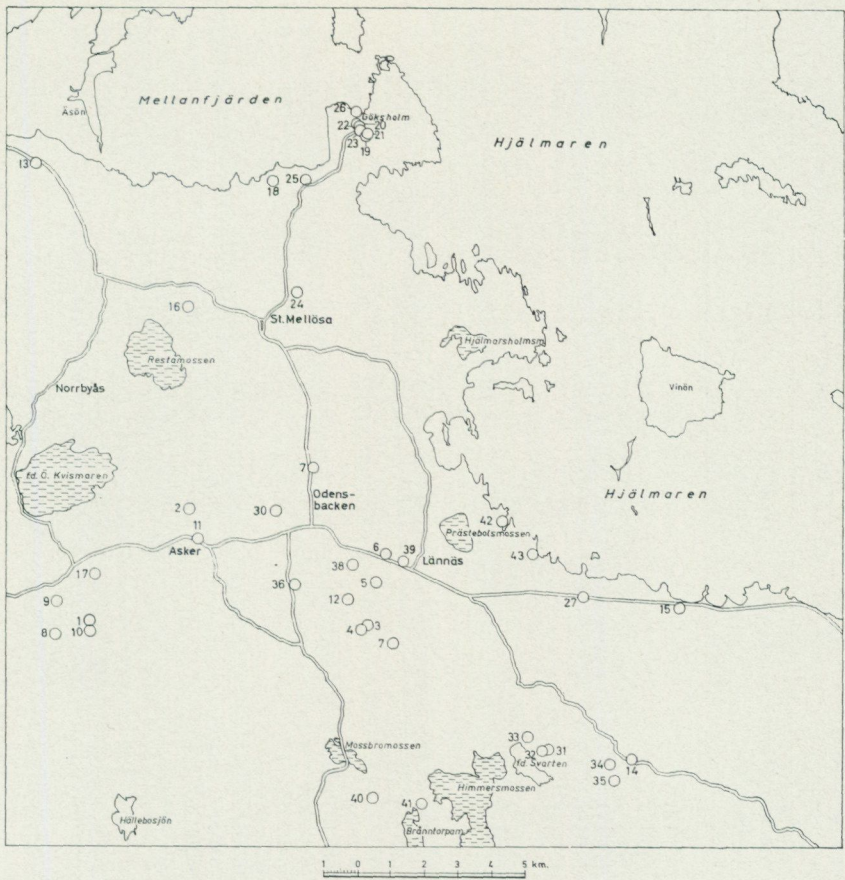


Fig. 12. Översiktskarta över bergborrade brunnar.  
 Map showing location of drilled wells.

## 12. Bilagor

### 12.1. Bilaga A. Förteckning över vattenanalyser från brunnar och källor inom kartbladsområdet

Siffra och bokstav inom parentes anger ekonomiskt kartblad enligt indelning i huvudkartans ram.  
Förkortningar: Is = isälvsvavlagring, Mä = morän, Ks = kalksten, Sk = skiffer, Ss = sandsten, Ub = urberg.

64

Ana-lys nr	Läge	Höjd m ö. h.	Djup m	Akvi-fer	Analys datum	KMnO <sub>4</sub> mg/l	Glöd- rest mg/l	pH	Total hårdhet mg/l Ca	Fe mg/l	Mn mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	
1	Köpsta, nr 1	(1f)	50	53	Ks-Ss	670111	—	—	7,3	106	0,05	0,01	192	19	73	—
2	Skruke, nr 8	(1f)	60	65	Ks-Ub	670111	—	—	—	139	0,64	0,20	473	154	130	—
3	Margretelund, nr 5	(1h)	35	25	Ss-Ub	670111	—	—	7,7	82	1,20	0,20	276	11	53	—
4	Asker, nr 11	(1g)	55	51	Sk-Ss	670111	—	—	8,0	18	0,05	0,05	169	88	27	—
5	Odensbacken vv	(1g)	25	27	Ss	560516	9	—	7,6	78	0,10	0,21	229	167	0	—
6	Mörby, nr 30	(2g)	25	43	Ss-Ub	670712	—	—	—	182	0,80	0,50	182	650	100	—
7	Hampetorp, konsum, nr 27	(1i)	37	40	Ks-Ss	561231	10	—	8,1	85	0,08	0,10	298	55	12	—
8	Östantorp 1 <sup>3</sup> , nr 34	(0i)	75	58	Ub	640319	28	574	7,3	170	2,10/ 0,15	0,75	335	92	—	0
9	St. Mellösa vv grävd brunn	(3g)	30	5	Is	640331	12	592	7,0	150	0,10	0,24	311	72	—	0
10	Mellsagård	(3g)	35	32	Ub	630926	—	—	—	61	0,10	0,05	—	—	—	—
11	Göksholm, Berget nr 19	(4h)	31	28	Ub	611211	—	—	11,5	96	0,10	0,05	—	13	—	—
12	St. Mellösa, Ekeby 3 <sup>2</sup>	(3g)	32	21	Ss-Ub	630926	—	—	—	141	0,10	0,20	—	—	—	—
13	Dimbotorp	(1j)	35	55	Ub	661101	4	—	7,9	—	0,03	0,11	—	—	—	—
14	St. Mellösa vv	(3g)	28	62	Ss-Ub	670626	8	—	7,1	157	0,10	0,36	326	105	120	0
15	Kilsmo vv	(0h)	70	4	Is	640205	4	214	7,6	68	0,10	0,05	169	11	27	0
16	Styrsta 1 <sup>3</sup> , nr 42	(1h)	25	52	Ss-Ub	670403	—	—	7,7	81	0,09	0,16	177	220	42	—
17	Övre Skruke, nr 9	(1f)	40	26	Ss	670111	—	—	7,6	71	0,05	0,04	162	14	77	—
18	Ledet, nr 25	(3g)	40	46	Sk-Ss	680417	—	—	7,9	56	0,40	0,11	215	15	4	—
19	Dömmesta	(3g)	28	80	Ss-Ub	630926	—	—	—	51	0,10	0,05	—	—	—	—
20	Göksholm, Lokakällan	(4h)	25	55	Ss-Ub	660214	—	—	7,1	114	0,10	0,05	—	—	—	—
21	Köpsta, nr 10	(1f)	50	29	Sk	670112	—	—	7,7	53	0,60	0,03	167	3	16	—
22	Göksholm, nr 26	(4h)	23	23	Ss-Ub	710913	27	879	7,4	107	3,00	1,20	360	225	—	0
23	Bärsta	(2g)	25	5	Is	680904	12	332	7,2	79	4,40	0,05	140	58	105	14
24	Läppe	(1j)	40	7	Mä	660704	11	294	7,2	62	1,80/ 0,18	0,16	180	7	15	14
25	Hampetorp	(1i)	23	6	Mä	560328	46	—	7,8	111	5,40/ 0,10	0,40	255	16	50	0
26	Täby	(3h)	32	4	Is	680102	26	104	6,3	18	0,26	0,03	24	14	15	40
27	Skogalund	(3h)	31	4	Is	680102	33	184	6,7	34	0,08	0,02	64	36	14	15
28	Åsby 1 <sup>32</sup>	(3h)	25	4	Is	680108	9	386	7,7	104	0,13	0,03	253	46	27	0
29	Solvik 1 <sup>20</sup>	(3h)	25	5	Is	680108	9	440	7,9	116	0,14	0,03	233	26	48	0

30	Skogshyddan	(4g)	31	8	Mä	680417	11	175	7,1	37	0,24	0,06	38	13	34	18
31	Biskopsvrak	(3i)	23		Mä	680417	64	452	7,4	35	0,45	0,86	380	16	32	0
32	Bäckedorps skola	(1j)	50	3	Mä	661101	5		7,6		0,14/ 0,08	0,21				
33	Hällegöl 1 <sup>5</sup>	(1j)	40	5	Mä	661101	9		6,5		0,34/ 0,19	0,07				
34	Gluggstugan	(1i)	47	4	Mä	661123	40		6,5		0,06	0,01				
35	Djursnäs	(1j)	23	5	Is	670703	10	200	6,5	50	0,26	0,08	85	20	31	45
36	Husartorp	(1g)	40	4	Is	660510	1	288	7,8	86	1,90	0,24	124	40	50	9
37	Jungfru Annas källa, rör 16	(2h)	27	7	Is	660603	2	309	7,7	103	0,17	0,08	198	34	34	3
38	Jungfru Annas källa, rör 9	(2h)	22	6	Is	660518	1	253	7,3	82	0,06	0,01	135	20	32	3
39	Rud 1 <sup>10</sup> , nr 15	(1j)	35	45	Ub	670103	9	—	8,1	42	0,32	0,08	290	55	—	0
40	Ingvaldstorp 1 <sup>30</sup> , nr 31	(0i)	75	96	Ub	710811	—	—	7,5	121	0,18	0,01	—	15	—	—
41	Kilsmo Sofielund	(0h)	76	8	Is	640709	97	377	7,2	104	18	1,10	268	10	2	3
42	Kilsmo Glashyttan	(0h)	76	6	Is	640716	116	282	6,9	100	22	1,10	278	9	3	1
43	St. Mellösa skola	(3g)	31	5	Is	630508	13	520	7,0	156	0,10	0,05	348	24	139	0
44	St. Mellösa bastu	(3g)	32	4	Is	540707	15		7,4	86	0,36	0,11	159	21	—	6
45	L. Mellösa 1 <sup>0</sup>	(3g)	28	7	Mä	631015				75	0,10	0,05				
46	Dömmesta 2	(3g)	29	4	Mä	631015				106	0,10	0,05				
47	Alm 1 <sup>20</sup>	(3g)	32	6	Is	631015				66	0,18	0,05				
48	Sandåker 1 <sup>1</sup>	(3g)	36	4	Is	631015	82			57	0,10	0,07				
49	Hampetorp, Ruddammen	(1i)	44	5	Mä	670412	16	252	7,6	93	0,73	0,59	236	10	18	0
50	Hampetorp 500 m S. Ruddammen	(1i)	45	5	Mä	670412	36	49	6,3	16	1,80	0,03	38	6	1	67
51	Hampetorp, Ruddammen	(1i)	45	7	Mä	670412	10	19	6,7	64	2,60	0,01	119	6	35	25
52	Hampetorp, Ruddammen	(1i)	45	5	Mä	670426	9	71	6,3	21	0,12	0,02	18	0	20	22
53	Hampetorp, Dimbobacken	(1j)	23	9	Mä	670503	36	256	7,1	100	4,20	0,42	223	1	53	12
54	Rönnerberget, ön	(1i)	22	20	Is	670424	55	133	6,3	39	11	0,03	76	11	16	60
55	Mosstorp 1 <sup>4</sup>	(1i)	43	3	Mä	670426	21	104	7,0	54	2,80	0,25	69	0	18	15
56	Ingvaldstorp 1 <sup>0</sup> III, nr 32	(0i)	75	73	Ub	710811			7,9	136	0,14	0,20		30		
57	Fasttorp 1 <sup>2</sup> II, nr 33	(0i)	75	78	Ub	710812			7,0	107	0,40	0,90				
58	Sjögetorp 1 <sup>2</sup> , nr 35	(0i)	75	55	Ub	710820			7,3	114	1,00	0,01		30		
59	Segersjö, svinhuset	(2h)	25	8	Is	691029	47		7,0	141	0,90	1,00	372	69		0
60	Segersjö, mejeriet	(2h)	25	8	Is	691029	10		7,5	104	0,46	0,09	153	27		0
61	Segersjö, Blombacken	(2h)	25	10	Is	691029	11		7,4	135	0,10	0,12	154	29		1

Anm. Där för järn (Fe) och mangan (Mn) två värden anges, avses halterna före respektive efter luftning.

## 12.2. Bilaga B. Förteckning över inventerade bergborrade brunnar inom kartbladsområdet

66

Siffror och bokstaver inom parentes anger ekonomiskt kartblad enligt indelning i huvudkartans ram.  
Höjder, i meter över havet, angivna med en decimal är avvägda medan övriga höjder är skattade från den topografiska kartan.

Förkortningar: G = grävd brunn, R = rördriven brunn, B = borrade brunn, Sa = sand, L = lera,  
Mä = morän, Ks = kalksten, Sk = skiffer, Ss = sandsten, Ub = urberg.

Nr	Ägare eller namn	Höjd m ö. h.	Djup m u. my.	Utförande diam. mm	Rör till m u. my.	Jord- lager	Bergyta m u. my.	Bergart	Gv-stånd m u. my.	Datum	Kap l/s	Vatten- analys	
1	Köpsta	(1f)	50	53	GB 100		1,3	Ks-Ss	18	47	1,1	1	
2	Led	(2g)	35	47	RB 100	20	Mä	20	Ss-Ub		0,37		
3	Skärsätter	(1h)	50	55	GB	0,75	Mä	0,75	Ks-Ss	15	46	0,80	
4	Bunksätter	(1h)	55	47,5	GB 110		5,5	Ks-Ss			0,78		
5	Margretelund	(1h)	35	25	GB 125		Mä	5	Ss-Ub	7	45	1,70	3
6	Karlslund	(1h)	25	35	RB 125		Mä	8	Ss-Ub				
7	Skärsätter	(1h)	55	46	GB 100		Mä	1,5	Ks-Ss	10,5	51		
8	Skruke	(1f)	60	65	GB 150		5,5	Ks-Ub	25	41	5,95	2	
9	Övre Skruke	(1f)	40	26	RB 100	16	Mä	16	Ss	7	43	0,75	17
10	Köpsta	(1f)	50	29	GB 100		Mä	3,5	Ks-Sk	2	40		21
11	Asker	(1g)	55	51	GB 125		2	Sk-Ss	24	53	0,58	4	
12	Klänkeberg	(1h)	55	46	RB	20	Mä	20	Sk-Ss	7	48	0,75	
13	Stg 1942, Örebro	(4f)	50	18,5	RB 114/110		Mä	2,5	Ub	+ 0,2	670613	0,10	
14	Norra Vill- tungla 1:13	(0i)	75	31,4	GRB 114		Mä	1	Ub	2	670412	0,07	
15	Rud 1:16	(1j)	35	45	RB 114/110		Mä	3,1	Ub	1,5	670109	0,33	39
16	Röhammar 2:2	(3g)	31	19	GRB 900/ 117/110	8	Mä	8	Ss-Ub	1,5	670517	0,07	
17	Berga	(1f)	45	27,1	GB 110		Mä	7,1	Sk-Ub	2,4	65	1,25	
18	Parkudden	(3g)	40	48	RB 150/110		Mä	8	Sk-Ub	12	64	1,25	
19	Berget, Göksholm	(4h)	31	28,1	GB		Mä	2,9	Ub	5,1	41	0,18	11
20	Lokakällan, Göksholm	(4h)	25	55,1	GB		L	2,5	Ss-Ub	2,5	41	0,11	20
21	Berget, östra brun- nen, Göksholm	(4h)	31	17,5	RB 130/120		Mä	3,1	Ub			0,34	
22	Gamla magasinet, Göksholm	(4h)	25	93	RB		Mä	17,7	Ss-Ub			0,01	

Nr	Ägare eller namn	Höjd m ö. h.	Djup m u. my.	Utförande diam. mm	Rör till m u. my.	Jord- lager	Bergyta m u. my.	Bergart	Gv-stånd m u. my.	Datum	Kap l/s	Vatten- analys
23	Allén, Göksholm	(4h)	25	58	B		0	Ub			0	
24	Sandåker	(3g)	35	45	RB	Sa	12	Ub			0,17	
25	Ledet	(3g)	40	46				Sk-Ss			1,51	18
26	Göksholm	(4h)	23	23	B	Mä	12	Ss-Ub	0,7	710802	10	22
27	Hampetorp	(1i)	37,1	40	RB 110	Mä	19	Sk-Ss	5,0	561119	1,7	7
30	Mörby	(2g)	25	43	GRB 110		15	Ss-Ub			3	6
31	Ingvaldstorp 1 : 33	(0i)	75	96				Ub			0,37	40
32	Ingvaldstorp 1 : 9 III	(0i)	75	73				Ub			0,32	56
33	Fasttorp 1 : 2 II	(0i)	75	78				Ub			0,07	57
34	Östantorp 1 : 3	(0i)	75	58			2	Ub			0,08	8
35	Sjögetorp	(0i)	75	55			8	Ub			0,05	58
36	Valsta	(1g)	40	38			25	Sk-Ub			1,25	
37	Hummelsta	(2g)	25	38	GRB 110		8,4	Ss-Ub			1,25	
38	Skatteby	(1h)	40	38	RB 100		17,5	Ss-Ub			1,50	
39	Lännäs	(1h)	25	28			10,5	Ss-Ub			2,33	
40	Finntorp	(0h)	80	52			6,7	Ub			0,12	
41	Östmossa	(0h)	80	37	B 110		3,8	Ub			0,11	
42	Styrsta 1 : 3	(1h)	25	52	B			Ss-Ub			0,12	16
43	Åspenäs	(1i)	30	28	GRB 100		14,6	Ub			0,33	
44	Hummelsta	(2g)	25	33	B 110			Ss-Ub			3	
45	Himmer	(0h)	85	32	B 110			Ub			2,10	
46	Resta	(3f)	35	27	B 110			Ub			1,1	

KARTBLAD MED BESKRIVNING  
PRISKLASS G

Tryckning och distribution  
SVENSKA REPRODUKTIONS AB  
FACK, 162 10 VÄLLINGBY 1