

Å. MÖLLER, B. JÄRNEFORS, P. ENGQVIST,
C.-F. MÜLLERN

BESKRIVNING
TILL HYDROGEOLOGISKA
KARTBLADET ÖREBRO NO

DESCRIPTION OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP
ÖREBRO NO



STOCKHOLM 1974

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Ser. Ag

Hydrologiska kartblad i skala 1:50 000

Nr 2

Å. MÖLLER, B. JÄRNEFORS, P. ENGQVIST, C-F. MÜLLERN

**BESKRIVNING TILL HYDROGEOLOGISKA KARTBLADET
ÖREBRO NO**

DESCRIPTION OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP ÖREBRO NO

STOCKHOLM 1974

Kartan är ur sekretessynpunkt godkänd för spridning.
Rikets allmänna kartverk 1974-01-25.

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. Definitioner av begreppet grundvatten	8
4.2. Akviferer	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. Förcastningar och sprickzoner	13
6.1.3. Berggrundens sprickighet	16
6.1.4. Berggrundens vattenförande förmåga	20
6.2. Jordarterna	21
6.2.1. Isälvsbildningar och deras utbredning	21
6.2.2. Jordarternas vattenförande förmåga	21
7. Grundvattentillgångar	23
7.1. Grundvattentillgångar i isälvsavlagringar	23
7.1.1. Allmänt	23
7.1.2. Glanshammarsåsen	23
7.1.3. Norrköpingsåsen	28
7.2. Grundvattentillgångar i berggrund	31
8. Grundvattnets fysikaliska och kemiska egenskaper	33
8.1. Allmänt	33
8.2. Temperaturvariationer	36
8.3. Variationer i den kemiska sammansättningen hos grundvatten från olika berg- och jordartstyper	36
8.3.1. Grundvatten i morän	38
8.3.2. Grundvatten i isälvsavlagringar	38
8.3.3. Grundvatten i urberg	39
8.3.4. Salt grundvatten	39
9. Ordlista	41
10. Referenslitteratur	43
10.1. Utredningar	43
10.2. Litteratur av allmänt intresse	44
11. Bilagor	46
11.1. A. Vattenanalyser	46
11.2. B. Brunnsförteckning	48

1. Förord

Föreliggande kartblad "Hydrogeologiska kartbladet Örebro NO" SGU Ag 2 jämte tillhörande kartbladsbeskrivning är den femte hydrogeologiska översikten i skalan 1:50 000 som utgivits av Sveriges geologiska undersökning. Tidigare utgivna blad är Örebro SV, SGU Ag 1; Örebro NV, SGU Ag 3; Örebro SO, SGU Ag 5; samt Trelleborg NV — Malmö SV, SGU Ag 4. Kartseriens syfte är att lämna en översikt över den hydrogeologiska situationen, dvs. 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 brunnarkivs 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 ekonomiskt 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 de olika urbergstyperna.

Kartan och redogörelsen avser ej att lämna helt kompletta eller 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 ingenjörsfirmor o. d. använts. En kompletterande fältundersökning ägde rum sommaren 1970 av personal från brunnarkivet varvid bl. a. grundvattennivåerna i ett stort antal brunnar uppmättes genom mätning och avvägning, vattenprover för fysikalisk-kemisk analys togs, kapacitetsmätningar i vissa vattendrag och källor utfördes etc. På grund av det vid dessa undersökningar insamlade materialet samt det material från brunnborrningar och andra undersökningar som redan fanns på brunnarkivet har föreliggande översikt utarbetats.

Som geologiskt underlag har det geologiska kartbladet Örebro NO, SGU Ae 7 använts. På detta blad har sedan hydrogeologiska data inlagts med blått övertryck. Med svart övertryck redovisas betydelsefulla större sprickzoner, bergartsgränser etc.

Fältarbeten och redovisningar av grundvattenförekomsterna i isälvsavlagringar har till största delen utförts av statsgeolog Björn Järnefors under ledning av avd.dir. Åke Möller. Genom statsgeolog Järnefors frånfälle hösten 1970 har kartarbetet kommit att fördröjas och det nu redovisade hydrogeologiska materialet är sammanställt av avd.dir. Åke Möller tillsammans med geolog Carl-Fredrik Müllern, vilken svarar för avsnitten om berggrundens hydrologi samt geolog Per Engqvist, vilken svarar för kapitlet om grundvattnets fysikalisk-kemiska egenskaper. Vid fältarbetena har medverkat extrageologen Börje Ahlgren samt teknikerna vid brunnarkivet Gunnar Ekman och Leif Särnblad.

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 1970 including a completed well inventory as well as 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 N.O., SGU Series Ae No. 7.

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. The most important aquifers are however 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.

The quality of the groundwater was 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 some deep-drilled wells 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. The salt water depends mainly on the presence of small and deep pockets in the bedrock and also in Quaternary deposits in some places.

3. Inledning

Av

Å. 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 NO. Redogörelsens tyngdpunkt är lagd på grundvattnets uppträdande i de ur vattenutvinningssynpunkt viktigaste bildningarna nämligen isälvsavlagringarna. Även för grundvattnets uppträdande och förekomst i berggrunden lämnas en ingående redogörelse.

Redogörelsen avser ej att annat än i undantagsfall ge en detaljerad bild av de rent geologiska förhållandena; för dessa hänvisas till de geologiska kartbladsbeskrivningarna, SGU Ae 7 (jordarterna) och SGU Af 103 (berggrunden).

3.2. Beskrivningens omfattning

Beskrivningen är i huvudsak baserad på dels den information som erhållits från konsulterande ingenjörbyråer etc. rörande grundvattenundersökningar, brunnborrningar, m. m. och dels den under sommaren 1970 i brunnarkivets regi gjorda inventeringen varvid ett stort antal brunnar undersökts. Härvid har brunnsdjup, grundvattenytans nivå, uttagen vattenmängd samt de vattenförande berg- eller jordlagrens sammansättning fastställts 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. Vattenprover har tagits i brunnar och källor där vattenkvaliteten bedömts vara representativ för ett större område eller geologisk formation. På dessa vattenprover har kemisk analys utförts och bedömts tillsammans med tidigare insamlade analysresultat.

Resultaten av den hydrogeologiska inventeringen redovisas i kartbladsbeskrivningen med tillhörande hydrogeologiska karta. På kartan är med blå färg inlagt viktiga hydrogeologiska faktorer såsom grundvattendelare, grundvattenytans nivå och lutning, grundvattnets strömningsriktning, källor o. d. Kommunala vattentäkter redovisas, däremot ej alla i övrigt inventerade brunnar, då dessas antal är så stort att de vid övertryck till stor del skulle komma att dölja andra kartdata. Ett antal representativa bergborrade 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 riktvärden. För exaktare värden erfordras propumpningar m. m.

Kapaciteten i brunnar i grusåsar anges ej då detta värde oftast är en ren teknisk fråga beroende bl. a. på storlek och djup på brunnen, pumpkapacitet etc. Där- emot är kapacitetsuppgifter av stort intresse när det gäller bergbörade brunnar.

3.3. Brunnsnumreringsystem

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 löpande nummer för varje brunn. Till exempel inom detta kartblad får samtliga brunnar prefixet 10 F NO. En brunn kan således anges som 10 F NO:3. På kartan är för enkelhetens skull prefixet utelämnat och bara det löpande numret angivet. På arkivkorten i brunnsarkivet anges dock hela numret.

4. Grundvatten — definitioner och grundbegrepp

Av

A. 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 utfyller 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.

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. Grundvattnet kan även avbördas mindre synligt på bred front t. ex. i botten eller längs sidorna av ett vattendrag eller en sjö.

4.2. Akviferer

Med akvifer menas en geologisk formation, bildning 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 akvifer 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 på storlek och avstånd till infiltrations- och uttrinningsområden, uttag från pumpning, markytans och akviferens lutning samt olikheter i permeabilitet och porositet. Genom att mäta grundvattenytans höjdnivå på olika punkter kan grundvattenströmmens riktning bestämmas. En bunden akvifer 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 "piezometrisk yta", är i en bunden akvifer en imaginär nivå som sammanbinder punkter med samma hydrostatiska tryck. Skulle denna trycknivå ligga över markytan blir en brunn eller källa själv rinnande. 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

Grundvattnet utgörs huvudsakligen av infiltrerat nederbördsvatten. Ett undantag är det saltvatten som ibland kan påträffas i lågpartier i grusåsar och i sprickor i berggrunden. Detta vatten är vanligen havsvatten härstammande från den tid då landet låg under havsytan i sen-glacial eller post-glacial tid. Ibland påträffas saltvatten även i sedimentära bergarter. Detta vatten härstammar dock vanligen ej från senkvartär tid utan är troligen vatten som inneslöt i sandstenen då denna en gång bildades. Sådant vatten brukar benämnas "fossil vatten". Salthalten kan här ibland vara högre än i nuvarande havsvatten.

Grundvattenbildningen är avhängig av bl. a. grundvattenytans djup under markytan, markytans lutning, vegetation, jord- eller bergarternas permeabilitet, nederbördens storlek, intensitet och varaktighet. På grund av dessa faktors komplexa natur är det svårt att ange generella regler för infiltrationens storlek, detta speciellt för berggrunden. För kvartära jordarter har man dock vissa em-

piriska riktvärden på infiltrationen som kan användas vid överslagsberäkningar. Dessa redovisas i följande tabell:

Jordarter	Infiltrationsfaktor
sand—grusås i dagen	0.6—0.8
lera—moränområde	0.1—0.3
lera	0 —0.1

Vid användande av dessa värden måste dock stor varsamhet iakttas 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 osv. 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 på 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. moränjordar och finkorniga jordarter som finmo, mjåla 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 permeabilitet och effektiv porositet mellan finkorniga och grovkorniga jordarter. Samma förhållande gäller för bergarter där fluktuationer i porösa sedimentbergarter som sandsten normalt är av mycket 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. Om jordarten däremot är grovt grus kan nederbörden trots det stora djupet nå ner på ibland ett par dagar eller en till två veckor. Dylika förlopp kan numera studeras med hjälp av radioaktiva mätmetoder.

Som generell regel kan sägas att i moränjordar är förändringar på mellan 1 och 2 m i grundvattenytans nivå under torra sommarmånader ej ovanliga. För grundvatten i isälvsavlagringar torde under motsvarande förutsättningar fluktuationer på 0.5 till 1 m vara normalt. 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, 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

Av

Å. MÖLLER

Nederbörden, dess totala mängd, den intensitet med vilken den faller, hur den fördelar sig över året etc. är av största vikt att känna till vid hydrogeologiska bedömningar eller undersökningar.

Nederbördsstationer drivna i SMHI:s regi och från vilka data föreligger inom och omedelbart i närheten av kartbladsområdet är Sickelsjö, Äsplunda, Hälla och Björklund. Mätserierna är avseende Sickelsjö från 1931—1960 och från övriga stationer från 1901—1930. Mätvärdena från dessa olika mätperioder är ej helt jämförbara, en allmän tendens mot något lägre årsmedelvärde i den senare serien har konstaterats. Skillnaden är dock i detta sammanhang av liten betydelse. Av denna anledning redovisas för fullständighetens skull bägge mätserierna.

<i>Station</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>Summa</i>
Sickelsjö	41	33	30	35	38	55	71	76	61	52	56	46	594
Äsplunda	29	22	25	33	42	64	77	84	56	57	40	40	569
Hälla	28	19	21	33	42	59	69	84	56	52	40	39	542
Björklund	38	28	31	41	48	81	75	96	64	66	46	49	658

Som framgår av tabellen är nederbörden störst i kartområdets perifera delar och utpräglat lägst i dess centrala del (Hälla). De största nederbörds mängderna förekommer i områdets nordvästra del (Björklund).

6. Grundvattnets allmänna uppträdande i berggrund och jordarter

6.1. Berggrunden

Av

C.-F. MÜLLERN

6.1.1. Berggrundens sammansättning och bergarternas utbredning

Berggrunden inom kartbladsområdet Örebro NO utgörs så gott som uteslutande av urberg. Undantag utgör ett litet område med sandsten från underkambrisk tid intill Käglans norra gränsförkastning vid Väringsens sydöstra strand från Sånaboda till gården Skogalund. Sandstenen har en ålder av mellan 550 och 600 milj. år. Underkambrisk sandsten kan möjligen även anstå på Björkön i Hjälmaren, på Lungers udde samt vid Hjälmarstranden söder om Nannberga.

De äldsta bergarterna tillhörande urberget är bildningar av sedimentärt och vulkaniskt ursprung. Dessa föreligger nu som kvartsiter och glimmerskiffrar samt mer eller mindre gnejsomvandlade leptiter, med på vissa ställen inlagrad kristallin karbonatsten, t. ex. vid Glanshammar och Jädersbruk. Bergarterna i denna grupp har en ålder av omkring 2 000 milj. år. Yngre än dessa är gnejsgraniterna, dvs. en serie s. k. urgraniter, vilka blivit förgnejsade. De amfiboliter som förekommer inom kartbladsområdet är dels skikt av ytgrönsten i leptitberggrunden, dels större massiv av djupgrönsten, vilka utgör urgraniternas äldsta led, och dels grönstengångar som genomsätter såväl leptitberggrunden som urgranitberggrunden. Ytterligare yngre är de s. k. yngre graniterna av Fellingsbro — Stockholmstyp. Till dessa graniter hör även förekommande pegmatit-, granit- och applitgångar samt migmatitomvandlingen i äldre bergarter. Yngst av bergarterna tillhörande urberget är jotniska diabasgångar, vars ålder är ca 1 200 milj. år. En detaljerad redogörelse för bergarterna lämnas av R. Gorbatshev i beskrivningen till berggrundskartbladet Örebro NO, SGU Af 103.

Kartbladets berggrund domineras söder om Väringen och Arbogaån av leptit med stora, inlagrade karbonatstensstråk vid Glanshammar — Marielund — Balsna och vid Jädersbruk. Omslutet av Glanshammarstråkets kalksten uppträder ett område, där berggrunden domineras av glimmerskiffer. Parallellt med leptitens öst-västliga strykning och branta stupning förekommer i denna bergart rikligt med amfibolitgångar. Också i det 4—5 km breda stråket av gnejsgranit från östra kartbladskanten vid sjön Tjurlången över Götlunda till gårdarna Lysinge och Lysingstorp uppträder ett flertal amfibolitgångar. Vid Gäddeby söder om Glanshammar förekommer även ett mindre amfibolitmassiv. Mindre områden av yngre granit förekommer i södra hälften av kartbladet. Det största av dessa ligger kring Nannberga i kartbladets sydöstra hörn. En svärm jotniska diabaser genomslår berggrunden från trakten av Nannberga i öster till kartbladskanten vid Eriksberg, norr om Glanshammar i väster.

Den norra hälften av kartbladet, norr om Arbogaån och Väringens södra strand, domineras av yngre granit. Det stora sammanhängande granitområdet delas på geologiska grunder upp i Fellingsbro- och Blixterbodamassivet. Som framgår av den hydrogeologiska kartan omges detta granitområde nästan runt om av gnejsgranit. På den norra kartbladshalvan förekommer inga kalkstenar. I de områden som fått beteckningen "övriga bergarter" utgörs berggrunden av amfibolit, utom i de tidigare nämnda områdena vid Glanshammar — Marielund — Balsna samt vid Jädersbruk där den utgörs av kalksten och dolomit.

6.1.2. Förkastningar och sprickzoner

Förkastningar och mer markanta indikationer på sprickzoner, iakttagna genom bl. a. flygbildtolkning, flygmagnetiska mätningar och fältstudier, redovisas på den hydrogeologiska kartan. Av tekniska skäl har endast ett representativt urval kunnat medtagas. Genom dessa förkastningar och sprickzoner är berggrunden uppdelad i olika block. Den topografiskt mest markerade förkastningen är den som bildar berg- och skogsområdet Kägglans nordgräns. Förkastningens språnghöjd är ca 75 m. Denna förkastning tillhör det system av postordoviciska förkastningar som präglar Närkeslätten med dess kambro-ordoviciska sedimentbergarter. Käglan utgör den norra delen av ett komplex av berggrundsblock som i söder avgränsas av en liknande öst—västlig förkastning längs Mellanfjärdens södra strand och ön Valens norra strand. Genom förkastningarna har berggrundsblocken blivit något snedställda så att de så att säga tippat över med en lutning av 5—10 promille mot söder av den ursprungligen relativt plana bergytan, en del av det subkambriska peneplanet. Läget av kartbladsområdets viktigaste ytvattendelare bestäms huvudsakligen av denna blocktektunik. Denna ytvattendelare sträcker sig från skogsområdet söder om Iljansjön vid kartbladsområdets västra kant österut via Kägel-Tors mosse, Ringabymossen, Ringsmossen, Vargmossen, Mosstorpsmossen och Orrkilsmossen fram till Götlundaåsen, som mellan gårdarna Haga och Runeberg utgör vattendelare. Därefter passerar vattendelaren i en båge norr om Högsjön, och vidare mellan Gålsjön och Sirsjön samt når kartbladsområdets östra gräns strax intill europaväg E 3. Allt vatten inom kartområdet norr om denna vattendelare flyter via Arbogaån ut i Mälaren, medan vattnet söder därom rinner till Hjälmaren.

Förutom den nämnda postordoviciska öst—västliga förkastningen, som kan följas från Kilsbergen i väster till Mälaren i öster, förekommer ytterligare två sprickzoner av liknande dimensioner. Dessa är emellertid betydligt äldre, jotniska eller postjotniska. De framträder inte topografiskt lika tydligt som den förra. Däremot framträder de, där de är diabasfyllda, mycket tydligt på den flygmagnetiska kartan som långsträckta, raka positiva magnetiska anomalier, fig. 1. Den västra av dessa sinsemellan parallella sprickzoner övertvåras hela kartbladsområdet i nordnordväst—sydsydöstlig riktning från norra gränsen vid

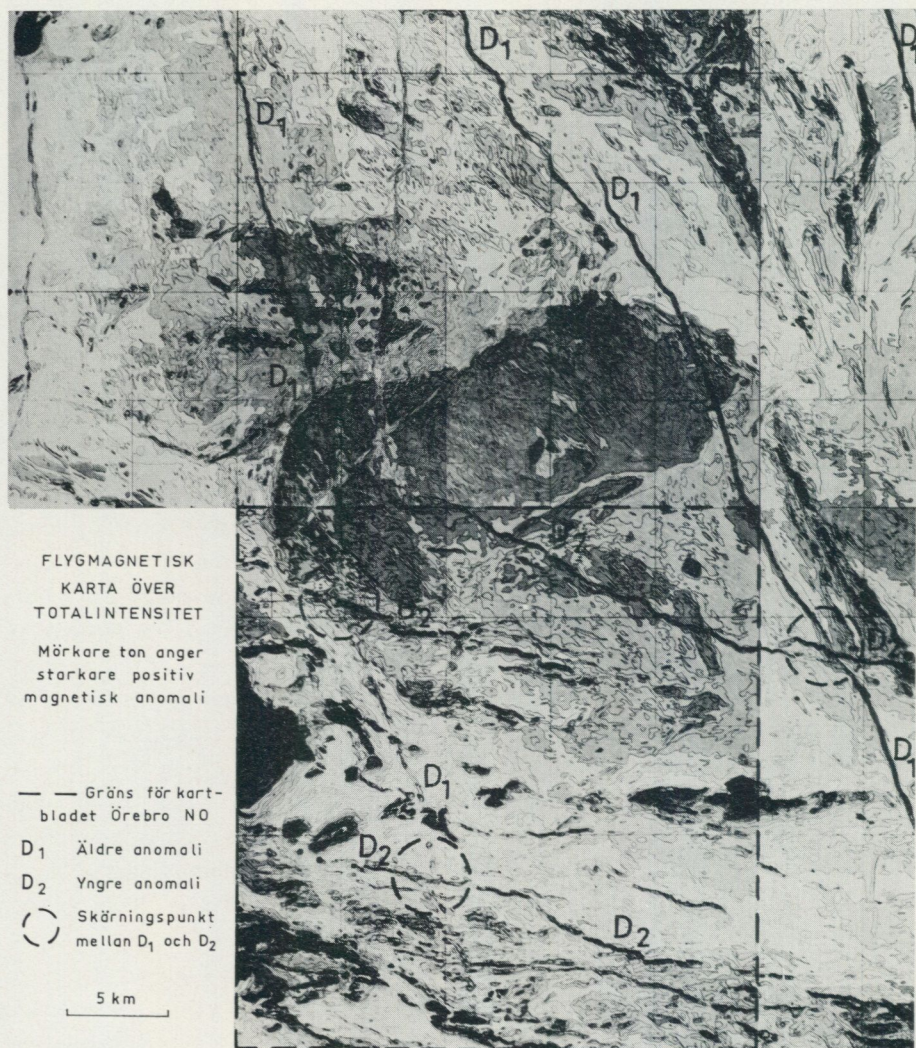


Fig. 1. Flygmagnetisk karta Örebro NO samt delar av angränsande kartblad.

Total-intensity aeromagnetic map Örebro NO with parts of adjoining maps. Darker shades refer to stronger positive anomalies. (Negative anomalies have a very limited occurrence.) Broken straight line marks the border of map-sheet Örebro NO. D₁ and D₂ are respectively older and younger anomalies, partly caused by dolerites. Broken circular lines mark points of intersection between D₁ and D₂. The west—most NNW—SSE-trending anomaly has been traced as a straight line over a distance of 160 kilometres.

gården Jägershus, via Stenby, Rynninge, Björntorp, Munketorp och Götarsvik till en punkt ca 2 km öster om Björkö. Denna sprickzon har utan avbrott kunnat följas både norr och söder ut längs en sträcka av ca 160 km (Müllern 1974). I de norra delarna uppträder diabaser i sprickzonen. En anledning till att diabas ej påträffats i de södra delarna, trots att relativt höga positiva mag-



Fig. 2. Starkt krossad, delvis skölomvandlad diabas. 3 km öster om Medåker. Foto C.-F. Müllern.

Dolerite, heavily crushed and partly transformed into a chlorite-rich shear-zone. 3 kilometres east of Medåker.

netiska anomalier förekommer också där, kan vara att diabaserna, exempelvis i samband med den permiska tektoniken, blivit starkt tektoniserade, uppspruckna och omvandlade till skölar. I samband med detta kan diabasens magnetitinhåll ställvis ha oxiderats till hämatit, varvid den magnetiska anomalien erhållit ett punkterat, avbrutet utseende. Därvid skulle de ha blivit lättroderade, sprickzonen uppensad av inlandsis och sedan delvis återfylld av morän och andra jordarter, fig. 2. Den andra av de två äldre sprickzonerna berör kartbladsområdet endast obetydligt. Den representeras av den nordnordvästliga dalgången vid gården Brandfors i områdets nordöstra hörn. Även denna sprickzon kan följas många mil både norr- och söderut, dels med flygmagnetiska mätningar och dels i form av diabasgångar och väl markerade sprickdalar. Vid Brandfors kallas den på äldre kartor för "Dalsgatan" och längre söderut har den lämpat sig för anläggandet av en vattenväg — Hjälmare kanal. Generellt kan sägas att de flesta väl markerade dalstråken inom kartbladsområdet är betingade av sprickzoner.

Som framgår av den hydrogeologiska kartan, är den dominerande sprickriktningen nordnordväst—sydsydöst. Detta är förhållandet inte bara i hela Örebro-området utan även i stora delar av mellansverige. Sprickorna, som löper i denna riktning, tolkas i det följande som tensionsprickor, dvs. sprickor som

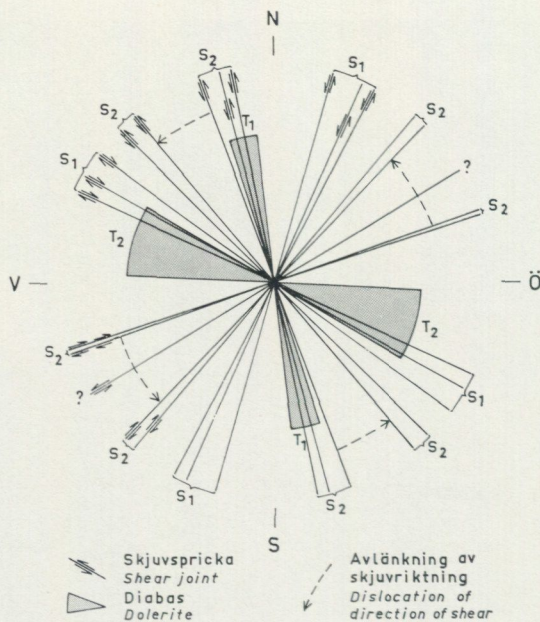


Fig. 3. Visar riktningen av diabasgångar och inmätta skjuvsprickor samt den relativa rörelsen längs dessa. T_1 och T_2 utgör diabasfyllda tensionssprickor tillhörande sprickteknik fas 1 och fas 2. S_1 och S_2 utgör skjuvsprickor tillhörande fas 1 och fas 2.

Direction of dolerites and shear joints. The relative movement is indicated by arrows. T_1 and T_2 are tension joints with dolerite belonging to tectonical phase 1 and phase 2. S_1 and S_2 are shear joints of phase 1 and phase 2.

bildats genom att väggarna skilts något från varandra. De bildades som öppna sprickor, men ändrade spänningsförhållanden i berggrunden kan åter ha slutit dem. I många fall finns det dock anledning att anta att de fortfarande har en viss grad av öppenhet. Dominansen av topografiskt markerade sprickor med denna riktning är även delvis betingad av att denna riktning i stort sett sammanfaller med den senaste inlandsisens rörelseriktning. På grund härav upprensades dessa sprickdalar i varierande grad av isen, medan sprickor med avvikande riktning blev mer eller mindre fyllda 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.

6.1.3. Berggrundens sprickighet

Sprickigheten i berggrunden har uppmätts huvudsakligen i vägsärningar men också i större hållområden, stenbrott m. m. Sprickstereogrammen, som bygger på dessa ca 1 200 mätningar, har konstruerats med hjälp av datamaskin i samarbete med Geodatagruppen i Uppsala och Uppsala Datacentral. Datamaskinen

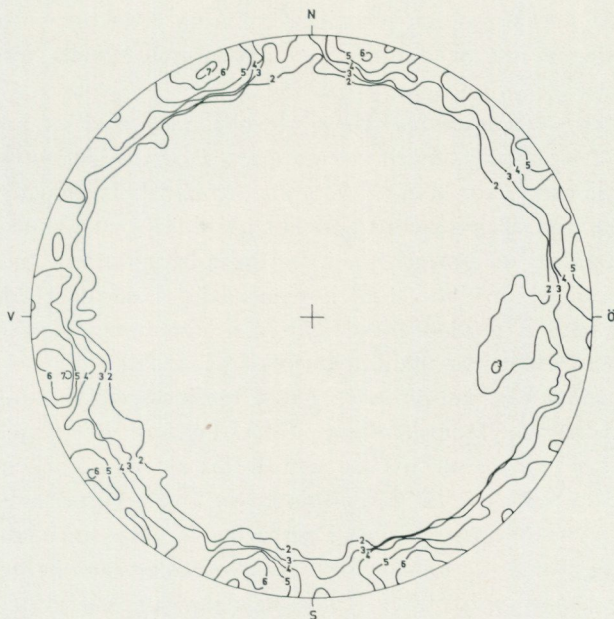


Fig. 4 a. Sprickor inmätta i olika bergarter. Stereografisk projektion av sprickytornas normal, från undre hemisfär till plan enligt Schmidt. 1 470 observationer.

Joints in different kinds of rocks. Stereographic projection of the poles of joints. Lower hemisphere, Schmidt's net. 1 470 joints.

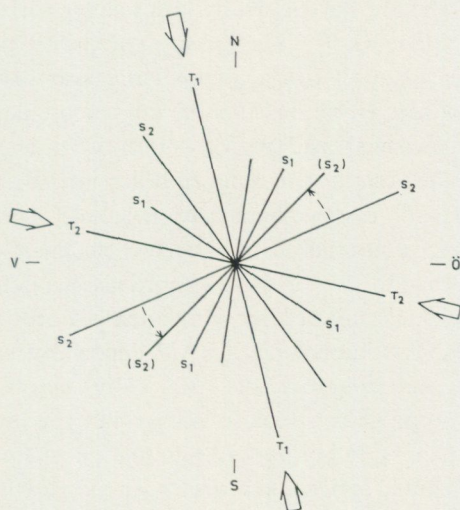


Fig. 4 b. Tolkning av fig. 4 a. Beteckningar som i fig. 3.

Interpretation of fig. 4 a. Designation as in fig. 3.

har matats med stryknings- och stupningsvärden på sprickorna, varefter den på undre hemisfären av ett Schmidtnät plottat den procentuella fördelningen av sprickornas poler.

Tolkningen av stereogrammen har gjorts bl.a. med stöd av i fält iakttagna förskjutningar i skjuvsprickor och orienteringen av diabasgångar. I och med att öppna s. k. tensionssprickor bildats i berggrunden har diabasmagma beretts möjlighet att tränga upp. Den i sådana sprickor avkylda och kristalliserade diabasmagman förekommer nu som gångar i den äldre berggrunden. Inom kartbladsområdet förekommer dels ett flertal i västnordväst—östsydöst orienterade diabasgångar och dels i nordnordväst—sydsydöst orienterade sprickzoner, vilka åtminstone i sin förlängning utanför kartbladet innehåller diabas och möjligen gör det också inom kartbladsområdet. Dessa tensionssprickriktningar representerar två skilda spricktektoniska faser. Tidsskillnaden mellan dessa kan vara stor men den kan också vara mycket liten. Deras ålder är troligen jotnisk eller postjotnisk, 1 200 milj. år eller däromkring. Det är emellertid inte uteslutet att vissa av dessa sprickor varit anlagda i berggrunden långt innan diabasmagman trängt fram. Fig. 3 visar de inmätta skjuvsprickornas orientering och skjuvrörelsernas riktning längs sprickplanen. Endast sådana sprickor är medtagna, som uppvisar säkra spår efter den relativa rörelseriktningen. Sprickstereogrammen, fig. 4 a och 5 a visar att sprickorna generellt stupar mycket brant med mindre avvikelser åt båda håll från vertikalplanet hos de olika huvudsprickriktningarna. De två stereogrammen tolkas i stort sett på samma sätt. I fig. 4 b förefaller vissa av de nordnordvästliga skjuvsprickorna avlänkade mot nordväst och vissa av de västsydvästliga mot sydväst. I föreliggande spricktektoniska tolkning har två olika spricktektoniska faser särskilts. De säkraste indikationerna på dessa spricktektoniska fasers inbördes åldersförhållande framgår av den flygmagnetiska kartan, fig. 1. Vid skärningspunkterna, på fig. 1 (inringade), framgår tydligt att de västnordvästliga anomalierna skär över de nordnordvästliga, vilka således är äldre. Detta förhållande antyder att de förra, vilka sannolikt representerar diabasgångar av Hällefors—Breventyp, är yngre än de senare, vilka i sin direkta förlängning norrut sammanfaller med diabasgångar av Åsbytyp. Direkta fältbelägg för denna åldersrelation saknas dock ännu. Den nordnordväst—sydsydöstliga deformationsriktningen betecknas därför som fas ett och den med öst—västliga till östsydöst—västnordvästliga deformationsriktningen som fas två. Dessa spricktektoniska faser, jämte den postordoviciska förkastningstektoniken är de enda som kunnat påvisas vid denna översiktliga sprickanalys. Det är emellertid mycket sannolikt att såväl äldre som yngre spricktektonik berört området. Vid upprepade sprickbildningar i berggrunden är det mycket vanligt att befintliga äldre sprickor verkar styrande på yngre. Det är därför inte ovanligt att en och samma spricka kan visa spår av att vid olika tillfällen ha fungerat som såväl tensionsspricka som höger- respektive vänsterskjuvspricka. De spänningar som förorsakat nämnda spricksystem är inte nu verksamma. De har sannolikt ersatts av andra, betydligt svagare. Det är även möjligt att spän-

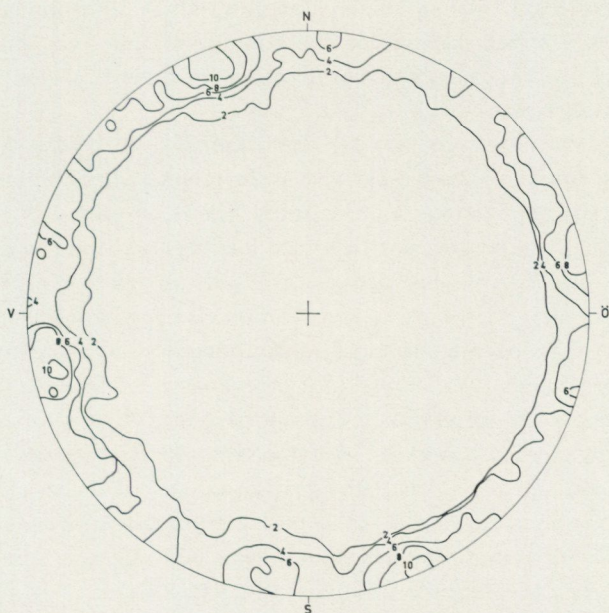


Fig. 5 a. Sprickor inmätta i Fellingsbrogranit. Stereografisk projektion som i fig. 4 a. 332 observationer.

Joints in granite of Fellingsbro type. Stereographic projection as in fig. 4 a. 332 joints.

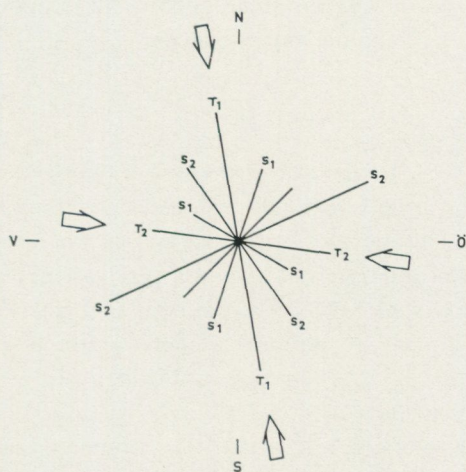


Fig. 5 b. Tolkning av fig. 5 a. Beteckningar som i fig. 3.

Interpretation of fig. 5 a. Designations as in fig. 3.

ningarna varierar lokalt mellan skilda berggrundsblock. Förutom de ur stereogrammen härledda sprickriktningarna förekommer i leptit- och glimmerskifferområdena i stor utsträckning sprickor även längs huvudsakligen öst—västliga skikt- och skiffrihetsplan.

I granitområdena uppträder i viss utsträckning horisontella sprickor, s. k. bankning. Frekvensen av dessa sprickor avtar relativt snabbt mot djupet. De är tensionssprickor framkallade av avlastning 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 fungerar som förbindelse mellan de vertikala sprickorna, genom vilka den huvudsakliga infiltrationen av nederbördsvatten sker.

Ett viktigt förhållande, som bör iaktas vid rekognoscering av lämpliga 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 bergborrade 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.

6.1.4. Berggrundens vattenförande förmåga

Grundvattenföringen i urberg är helt beroende av förekomsten av öppna sprickor, i vilka grundvattnet kan magasineras och röra sig. Urbergets egen genomsläpplighet (permeabilitet) är så liten att inga vattenmängder, som i dessa sammanhang har någon som helst betydelse, kan utvinnas ur själva bergarten. Som jämförelse kan nämnas att permeabiliteten i granit och glimmerskiffer är av storleksordningen 10^{-5} — 10^{-6} cm/tim medan den hos sand är av storleksordningen 200—2 000 cm/tim.

Kapaciteten hos inventerade och undersökta brunnar varierar från ca 0.01 till 2.0 l/s, vilket betyder att den rikaste brunnen gav ungefär tvåhundra gånger mer vatten än den fattigaste. Dessa värden är ändå inte de mest extrema som går att uppbringa. Det finns exempel på brunnar, 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. Isälvsbildningar och deras utbredning

Inom kartbladsområdet förekommer ett stort antal olika jordartstyper. Av dessa är ur hydrogeologisk synpunkt isälvsavlagringar i form av sand- och grusåsar de mest betydelsefulla. Relativt vidsträckta förekomster av svallsediment, dvs. av vatten i samband med landhöjningen omvandlade och omlagrade jordar, förekommer inom bergmassivet söder om Arbogaån. Dessa svalljordar utgörs oftast av ensorterad mo, sand eller grusmaterial. Mäktigheterna är mycket varierande, ibland upp till 4—5 m, oftast är tjockleken dock ej mer än någon meter. Fördelningen är vanligen mycket varierande vilket tillsammans med det kraftigt undulerade underlaget av morän eller berg förhindrar uppkomsten av större sammanhängande grundvattenströmmar eller magasin. I samband med dessa bildningar påträffas i topografiska lågpunkter ofta källor av varierande storlek. Vattenföringen i dessa växlar dock kraftigt med årstiderna och är ur vattenförsörjningssynpunkt därför vanligen av litet intresse. Svallmaterialet underlagras oftast av en jord- eller bergart med grundvatten av en helt annan kvalitet. Liknande svallsandområden förekommer ofta även längs sidorna av de större grusåsarna.

Av isälvsavlagringar, dvs. de mer eller mindre långa stråk av åsar och andra avlagringsformer som finns inom kartbladsområdet kan två större och fyra mindre enheter urskiljas.

De bägge största är Glanshammarsåsen, som passerar Frövi och Glanshammar i kartbladets västra del och Fellingsbroåsen som passerar Fellingsbro och Götlunda i bladets centrala del. Den senare åsen benämnes även Norrköpingsåsen.

I kartbladets norra del förekommer en och i dess södra och sydöstra del tre till storleken relativt obetydliga och lokalt utbildade isälvsavlagringar. Dessa åsbildningar har endast begränsat värde för grundvattenförsörjningen (gårdsbrunnar) och behandlas i detta sammanhang därför ej närmare.

För detaljerade beskrivningar över jordartens utbredning och sammansättning hänvisas till beskrivningen till det geologiska kartbladet SGU Ae 7.

6.2.2. Jordarternas vattenförande förmåga

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

Vid beskrivning av en jordarts (eller bergarts) vattenförande förmåga an-

vänds begreppet permeabilitet. Detta begrepp ingår i Darcy's lag och utgör en mycket viktig del vid bestämningar av grundvattnets rörelsehastighet. Direkta beräkningar 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 grov sand och grus är hastigheter på ca 1—3 m/dygn och i grovmo 0.005—0.01 m/dygn vanliga. Då hastigheten, som ovan nämnts, starkt varierar med bl. a. materialets packningsgrad och grundvattenytans lutning måste de angivna hastigheterna emellertid enbart betraktas som riktvärden.

I detta sammanhang bör nämnas att den vattenmängd som kan uttagas ur en i sand eller grus nedförd brunn inte är ett mått på själva jordartens vattenförande förmåga. Vad en brunn lämnar i fråga om momentan vattenmängd är istället enbart ett uttryck för själva brunns effektivitet och ej ett uttryck för hur mycket vatten som under en längre tid kan erhållas från akviferen. Ofta råkar man i dessa sammanhang ut för en viss begreppsförvirring.

Lera

Lera är ur grundvattenutvinningssynpunkt 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 jordarter under leran.

Morän

Morän saknar i allmänhet intresse för utvinning av större grundvattenmängder då jordartens låga permeabilitet oftast medför att relativt små vattenmängder, från några få liter till ca ett par hundra liter per dygn, går att utvinna ur en brunn.

Anledningen till att brunnar i moränjordar lämnar så varierande vattenmängder beror på ett flertal faktorer. Till exempel lämnar brunnar på höjder i allmänhet mindre vatten än brunnar belägna i dalsänkor eller svackor. Detta beror bl. a. på att brunnar i lågpartier får ett större nederbördsområde och utnyttjar således ett större grundvattenmagasin än brunnar belägna på höjder. Vidare är moränen mycket heterogen i sin uppbyggnad och mer sandiga eller grusiga linser kan förekomma eller helt saknas. Då det är dessa mer vattengenomsläppliga linser som är de huvudsakliga vattentransportörerna i moränen inses lätt att moränbrunnars kapacitet kan variera kraftigt inom ett relativt litet markområde. Förekomsten av sådana sand- och gruslinser är mycket svår att förutsäga, generellt kan dock nämnas att en brunn som nedförs i morän bör göras så djup att den når ner till underliggande berggrund. Ofta är moränen inom de närmaste decimetrarna ovan berggrunden något mer sandig och det är här som det mesta grundvattnet går att utvinna.

7. Grundvattentillgångar

7.1. Grundvattentillgångar i isälvsavlagringar

Av

B. JÄRNEFORS

(reviderat och kompletterat 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 enheterna samt förekomst av källor o. d. Med kännedom om dessa data kan bl. a. överslagsmässiga bedömningar göras av de inom de olika magasinen uttagbara grundvattensmängderna. Särskild vikt har 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 hydrologiska översiktskartan i skalan 1:50 000 redovisas med blått övertryck hydrogeologiska data, dvs. i främsta hand grundvattenytans nivå i meter över havet, grundvattendelare, grundvattnets huvudsakliga strömningsriktning samt källor och andra uttrinningspunkter. 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 september 1970. 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 under året 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 med mycket flack grundvattenyta anges för tolkningens skull ibland grundvattenytans nivå på en decimeter när.

7.1.2. Glanshammarsåsen

Skävesund—Tjugestasjon

Glanshammarsåsens södra del är inom kartbladsområdet utbildad som en sammanhängande åssträcka från Skävesund i söder till strax norr om Tjugestasjon i norr. Efter ett avbrott på ca 3 km framträder den ånyo på Käggholms halvö i sjön Väringen i form av isolerade, smärre åskullar och en ca 1 km lång, sammanhängande åssträcka, på vilken Ödeby kyrka och Käggholms slottsruin är belägna.

Åsen når i allmänhet en höjd av ca 5—15 m över omgivande sediment-slätter, och den ursprungliga åsformen är avplanad på grund av svallning. Bredden varierar mellan ca 50 och 200 m. Materialet såsom det framträder i skärningar i åsen synes i stort sett bestå av tämligen osorterat grus. Bägge åssidorna täcks normalt av en svallgruskappa av varierande mäktighet. Sekundära grundvattenmagasin är därför vanliga och flertalet grävda gårdsbrunnar erhåller sitt vatten härifrån.

Mellan Skävesund och Tjugestajön förekommer fyra olika grundvattenmagasin i åsen, åtskilda av tre grundvattendelare. Det sydligaste av magasinerna sträcker sig från Hjälmarens och Skävesund till i höjd med Glanshammars samhälle där en bergavsänkning, förmodligen betingad av bergartsgränsen mellan leptit och kalksten, gett upphov till en vattendelare. Grundvattenytan, som har förbindelse med Hjälmarens vattenyta (medelvattenstånd 21.9 m ö. h.) stiger från 23 m ö. h. strax söder om Skävesund till ca 25 m intill vattendelaren.

Några källor eller dolda utrinningar har icke kunnat konstateras intill åsen inom grundvattenmagasinets område. Grundvattenutvinning förekommer endast i begränsad omfattning genom grävda brunnar för gårdsbruk.

Nästa grundvattenmagasin sträcker sig från vattendelaren vid Glanshammar till ca 200 m norr om Hälla, där en bergavskärning, indikerad av ett hållparti strax öster om åsen, gett upphov till en ny grundvattendelare. Åskränet ligger här på ca 35 m nivå över havet. Grundvattennivån sjunker från ca 25 m ö. h. vid den förstnämnda vattendelaren till under 24-metersnivån i en utrinning, källan K 1, i ett dike, som skär genom åsen ca 200 m söder om Grusbo. Grundvattenutrinningen är av storleksordningen 1.5 l/s (okt. 1969). Kring den kommunala vattentäkten mellan vattendelaren och källan K 1 har utbildats en lokal sänktratt. Från källan och till grundvattendelaren norr om Hälla stiger grundvattenytan i åsen ca 6 m på en sträcka av ca 1.2 km.

Den kommunala vattentäkten norr om Glanshammar har efter provpumpning beräknats kunna ge ca 5.2 l/s. Grundvattenmagasinets kapacitet är dock icke helt utnyttjad utan ett visst tillskott torde kunna erhållas från åspartiet norr om källan.

Grundvattenmagasinet norr om vattendelaren vid Hälla upptager en åssträcka av ca 3 km fram till Tjugesta, där åskränet ligger på en höjd av ca 51 m ö. h. Även här indikeras vattendelaren av uppstickande hållpartier på var sin sida om åsen. Grundvattenytan sjunker från ca 31 m ö. h. vid Hälla till 24.5 m ö. h. i en utrinning av storleksordningen 2.2 l/s, källan K 2. (okt. 1969) i en dikesskärning genom åsen ca 100 m söder om Åtorp. Från denna stiger grundvattenytan till ca 49—50 m ö. h. vid vattendelaren vid Tjugesta för att mot norr återigen sjunka till ca 49 m ö. h. och sammanfalla med ytvattennivån i Tjugestajön.

En grundvattendelare kan eventuellt finnas strax söder om gården Backa där åsen tunnar ut och är täckt av lera. Grundvattnet i åsdelen norr om

denna eventuella vattendelare borde i så fall ha sin naturliga utläkningspunkt längs det stora diket som passerar ca 30—40 m öster om åsen. Någon utläkning har dock ej kunnat konstateras. Uttagbara vattenmängder, utöver vad som utvinnes vid Glanshammars vattentäkt, torde uppgå till ca 2—3 l/s för åsdelen mellan Källan K 1 och vattendelaren vid Hälla och inom åsområdet Hälla—Tjugesta 5—7 l/s. Här måste dock troligen minst två uttagspunkter användas varvid en bör anläggas i åsdelen strax söder om källan K 2 och en strax norr om gården Backa.

Beträffande grundvattnets kemiska egenskaper finns analyser dels från den kommunala vattentäkten vid Glanshammar och dels från utrinningen söder om Åtorp, källan K 2. På bägge lokalerna var dels järnhalten och dels halten av marmoraggressiv kolsyra hög (0.7 och 1.0 mg/l Fe, resp. 11 och 13 mg/l CO₂). Totalhårdheten var 91 resp. 94 mg/l Ca.

Glanshammarsåsen norr om Frövi

Den sträcka av Glanshammarsåsen inom kartbladsområdet, som fått lokalnamnet Fröviåsen, börjar söder om Frövi köping med en udde i sjön Väringen och fortsätter därefter i nordlig riktning såsom en sammanhängande åsbildning för att söder om Markusmossen vika av mot nordväst. På en sträcka av ca 7 km höjer sig åsen från sjön Väringens yta på en nivå av ca 32 m ö. h. till en nivå av ca 60 m ö. h. väster om Markusmossen.

Åsen är, såsom ofta är fallet inom ett småkuperat moränområde med gott om uppstickande hållpartier, ingen mäktigare bildning. Enligt rördrivningar är åsmaterialets mäktighet i allmänhet omkring och mindre än 10 m, och på några ställen övertväras åsen av i nordsydlig riktning gående berggrundsribbor, som i sin tur gett upphov till grundvattendelare. Åsmaterialet i skärningarna uppvisar en normal sorterings- och rundningsgrad.

Liksom Glanshammarsåsen söder om Väringen innehåller även Fröviåsen ett antal grundvattenmagasin, åtskilda av grundvattendelare. Grundvattenytan i det sydligaste av dessa magasin sammanfaller i söder med ytvattnets i sjön Väringen på en nivå av ca 32 m ö. h. för att mot norr på en sträcka av 2 km stiga till ca 49—50 m ö. h. i en grundvattendelare i Mariedal. Denna liksom de två norr därom inom kartbladsområdet belägna vattendelarna betingas av bergavskärningar genom åsen, vilka samtliga indikeras av uppstickande hållpartier på bägge sidor om åsen. Norr om grundvattendelaren vid Mariedal sjunker grundvattenytan till en nivå av ca 48 m ö. h. vid källan K 3 men stiger ånyo till ca 49—50 m ö. h. vid nästa bergavskärning vid Kolmossen.

Från vattendelaren strax söder om Kolmossen rör sig grundvattnet mot norr till den lågpunkt i systemet som den kommunala vattentäkten vid Pikaboda utgör. Det är emellertid osäkert om fallet är jämnt hela denna åssträcka. Troligen förekommer ett stalp dvs. en berggrundströskel ca 200 m söder om vattenverket, grundvattnet söder därom blir därigenom uppdämt och påverkas

ej av uttaget vid vattenverket. Tyvärr saknas säkra vattenståndsuppgifter inom denna åsdel och hypotesen om berggrundströskeln är enbart baserad på besiktning av området.

Grundvattenmagasinets norra delare är belägen ca 350 meter norr om vattenverket vid en bergklack. Strax söder om denna vattendelare är en mindre infiltrationsanläggning belägen i vilken då och då har infiltrerats ett relativt järnhaltigt vatten från grundvattenmagasinet norr därom. Uttaget i detta magasin sker vid en äldre kommunal brunn belägen ca 700 meter längre norr ut. Anläggningen var dock ur bruk i augusti 1973.

Detta norra grundvattenmagasin dräneras ut där åsen skär ån strax nordost om den stora vägkorsningen, källan K 3A.

Det undersökta åsavsnittet, som har en längd av 7 km, utgör ett exempel på hur grundvattenföringen i en rullstensås i en småkuperad urbergsterräng mer eller mindre helt är beroende av berggrundens topografi. Fyra grundvattendelare, betingade av bergavskärningar genom åsen förekommer och grundvattnets strömningsriktning växlar inte mindre än åtta gånger i det berörda åsavsnittet.

Inom ett åsavsnitt, där grundvattenföringen är så komplicerad som ovan beskrivna, innebär det givetvis vissa problem att beräkna grundvattentillgångarnas storlek. Sålunda torde beräkningar, grundade på bl. a. efter topografien antagna infiltrationsområden icke ge nöjaktiga resultat, ej minst med hänsyn till de lösa jordlagrens växlande sammansättning och därmed infiltrationsegenskaper. En mer eller mindre intensiv täckdikning av lerfalten intill rullstensåsen förändrar även bilden av det naturliga tillskottet av infiltrerat ytvatten.

Sedan år 1946 har olika konsulterande ingenjörsfirmor utfört grundvattenundersökningar inom åsavsnittet för de kommunala myndigheternas räkning. Dessa undersökningars uppskattning av grundvattentillgångarna för konsumtionsvatten inom de olika grundvattenmagasinen grundar sig i allmänhet på omfattande provpumpningar. Sålunda har en provpumpning i åspartiet mellan Frövi samhälle och Varingen, den s. k. Prästryggen, gett fortfarighetstillstånd vid ett uttag av ca 5.8 l/s men på grund av grundvattnets höga järnhalt och förorening av ytvatten, har vattnet icke kunnat utnyttjas såsom konsumtionsvatten.

I grundvattenmagasinet mellan grundvattendelarna vid Mariedal och Kolmossen utfördes år 1946 vid Röjen, ca 200 m norr om Mariedal, en provpumpning, som gav ett fortfarighetstillstånd vid ett uttag av 1.5 l/s. Den låga kapaciteten torde huvudsakligen vara betingad av åsmaterialets relativt ringa mäktighet och de omgivande topografiska förhållandena med begränsad tillrinning av ytvatten som följd. En lämpligare plats hade varit strax söder om källan K 3, ca 700 meter längre norr ut.

Efter de sistnämnda provpumpningarna koncentrerade sig huvudintresset för

prospektering efter grundvatten i åsen till åspartiet vid och norr om Pikaboda. En provpumpning åren 1955—1956 vid Pikaboda på den plats, där det nuvarande kommunala vattenverket är beläget, visade en utvinnbar grundvattenmängd av ca 5 l/s. Denna vattenmängd var emellertid ej tillräcklig för det dåvarande kommunala behovet, varför rekommenderades att genom s. k. återinfiltration utöka kapaciteten hos grundvattenmagasinet samt pumpa vattnet över den på grund av bergavskärningen genom åsen betingade vattendelaren norr om Pikaboda. Samtidigt har man vunnit, att tillskottsvattnet avluftas och förlorar en stor del av den ursprungliga höga järnhalten. Förfaringssättet visar att återinfiltration med framgång kan tillämpas i rullstensåsar av denna typ, vars grundvattenföring utmärkes av flera efter varandra belägna och mer eller mindre begränsade grundvattenmagasin.

Under år 1963 har provpumpning utförts i åsen i närheten av Markusmossen i kartbladets nordvästra hörn. Fortfarighetstillstånd uppnåddes vid en uttagen vattenmängd av ca 5 l/s. Dock visade bl. a. vattnets järnhalt och aggressivitet så höga värden att vattnet ansågs oanvändbart som råvatten till kommunal vattenförsörjning.

Som framgått är den del av Fröviåsens grundvattentillgångar som faller inom kartbladsområdet, i den mån den kemiska beskaffenheten hos grundvatten medgivit detta, till största delen utnyttjade för kommunalt ändamål. I fråga om tekniska utvinningsmetoder bör särskilt framhållas det framgångsrika exemplet på återinfiltration i vattentäkten vid Pikaboda.

Möjligheten att utnyttja grundvattentillgångarna i Fröviåsen till konsumtionsvatten är i hög grad beroende av grundvattnets kemiska beskaffenhet. Sålunda har vid provpumpningar i åsens sydligaste grundvattenmagasin i åspartiet Prästryggen konstaterats, att grundvattnet här tidvis har mycket hög järnhalt. Senare undersökningar har även visat, att vattnet är kraftigt bakteriologiskt förorenat, förmodligen genom avloppsvatten.

Vid provpumpningen i åsen vid Röjen i det norr om det sistnämnda belägna grundvattenmagasinet var halten av marmoraggressiv kolsyra hög (36 mg/l CO_2). Däremot var halterna av järn och mangan låga.

Grundvattenmagasinen vid Pikaboda, som till fullo utnyttjas genom den kommunala vattentäkten, har givetvis blivit grundligt undersökta ur fysikalisk-kemisk synpunkt. Söder om vattendelaren är järn- och manganhalterna låga (0.1 resp. 0.05 mg/l), och beträffande totalhårdheten kan vattnet betecknas såsom medelhårt. Norr om vattendelaren stiger både järn- och manganhalten i vattnet (0.7 resp. 0.2 mg/l) och vattnet blir betydligt hårdare och har dessutom på järn och koppar angripande egenskaper (bl. a. hög halt av marmoraggressiv kolsyra).

Längre mot norr i närheten av Markusmossen försämras grundvattnets egenskaper ur fysikalisk-kemisk synpunkt ytterligare. Analyser från den tidigare omnämnda provpumpningen inom detta område visar, att vattnets järnhalt,

färgstyrka, grumlighet och aggressivitet har så höga värden, att det kan anses helt oanvändbart som råvatten till kommunal vattenförsörjning. Förmodligen infiltreras ytvatten från Markusmossen mer eller mindre kontinuerligt i åsen, och på grund av avsänkningen under provpumpningens gång ökades denna infiltration ytterligare. Allmänt synes det förhållandet råda inom kartbladsområdet, att där moss- och kärrmarker och då även utdikade sådana ligger intill rullstensåsarna, medför detta på grund av infiltration av ytvatten i åsen en påtaglig försämring av grundvattnets kemiska egenskaper, framför allt märkbar i ökade halter av järn och mangan och i förhöjd aggressivitet hos vattnet.

7.1.3. Norrköpingsåsen

Hjälmaren—Arbogaån

Denna del av Norrköpingsåsen, som sträcker sig från Hjälmarren i söder till Arbogaån i norr, är kartbladsområdets mäktigaste åsbildning. Åsformen är mestadels tydligt utbildad, även om krönet vanligen är mer eller mindre avplanat på grund av svallning.

Det ca 12.5 km långa åsstråket innehåller fyra grundvattenmagasin, åtskilda av tre grundvattendelare. Det sydligaste av magasinen sträcker sig från den udde, som åsen bildar i Hjälmarren, till en grundvattendelare vid Dalstorp, som förmodligen liksom vattendelarna i Glanshammarsåsen betingats av berggrundsytans topografi. Inom magasinet stiger grundvattenytan från ytvattnets nivå i Hjälmarren på ca 22 m ö. h. till ca 30 m ö. h. vid vattendelaren. Vid Södra Lunger förekommer utrinning av grundvatten i åsen via dräneringsdikena öster om densamma. Grundvatten rinner även fram i form av små källsprång åt såväl öster som väster i södra delen av åsen i höjd med Ö. Båthamnsviken och Åsboviken. Dessa små vattenmängder kan närmare betraktas som bräddavlopp och den huvudsakliga grundvattenströmmen torde ha sitt utlopp i området söder om kartbladet.

Grundvattenytan inom detta södra grundvattenmagasin är bitvis mycket flack och detta i kombination med åsens storlek och topografiskt låga läge gör att en förhållandevis stor grundvattenmängd bör gå att utvinna. Vidare bör förstärkning genom konstgjord infiltration lätt kunna genomföras. Den kemiska kvaliteten på grundvattnet inom denna åssträcka är dock relativt okänd p. g. a. avsaknaden av djupa brunnar. De vattenprov som tagits i grunda brunnar har visat på låga järn- och manganhalter men dylika brunnar kan ej anses representativa för åsen i sin helhet.

Från vattendelaren vid Dalstorp sträcker sig nästa grundvattenmagasin i åsen ca 2 km mot norr till i höjd med skärningen mellan europaväg E 3 och åsen strax söder om Götlunda samhälle. Grundvattnet har sin naturliga utdränering vid källan vid Lindholmen i K 4. Den här utrunna grundvattenmängden har dock ej gått att mäta med tillräcklig noggrannhet på grund av

den rika ytvattenföringen i diket. Mängden kan dock skattas till mellan 2 och 3 l/s.

Nästa grundvattenmagasin sträcker sig från norr om europavägen till strax norr om gården Haga. Den naturliga dräneringen för grundvattnet inom detta åsavsnitt är källan, K 5, där dräneringsdiket ca 1 km norr om kyrkan vid Götlunda skär åsen. En överfallsmätning gav här vattenmängden till 2.5 l/s grundvatten (aug. 1969). Grundvattenmagasinet är ovanligt långsträckt och det är tänkbart att en vattendelare föreligger i närheten av vägkorset vid gården Runeberg. Några källor har dock ej påträffats här och då kärrområdena väster härom ligger högre än grundvattenytan finns det troligen ingen förbindelse dem emellan.

Den utvinnbara grundvattenmängden inom området mellan Haga och källan K 5 är troligen av storleksordningen 8—12 l/s men uttaget får troligen fördelas på två platser.

Från vattendelaren vid Haga sjunker grundvattenytan på en sträcka av ca 3 km mer än 22 m för att vid Hornudden sammanfalla med vattennivån i Arbogaån. Denna kraftiga sänkning av grundvattenytan från söder till norr är givetvis betingad av den topografiskt framträdande förkastningsbrant, som söder om Arbogaån övertärrar kartbladsområdet från väster mot öster. Åsen är söder om själva förkastningsbranten av ganska ringa mäktighet och några större grundvattenmängder förekommer inte här. Källan K 5 A är belägen i nederdelen av förkastningsbranten och utgörs av grundvattenframträngning till det dike som här kommer från området närmast söder om branten. Vattenmängden uppgår till någon sekundliter. Vattnet hade vid provtagnings-tillfället låga järn- och manganhalter.

Vad gäller de fysikaliskt-kemiska egenskaperna hos grundvattnet inom övriga grundvattenmagasin är detaljkännedomen liten från berörda åsavsnitt. Från den kommunala vattentäkten vid Götlunda redovisas totalhårdheten hos råvattnet till 93 mg Ca/l, järnhalten till 0.1 och manganhalten till 0.05 mg/l, således inga anmärkningsvärda värden. Analyser av vattnet i utrinningarna vid Lindholmen och norr om Götlunda visade dock hög järnhalt (omkr. 2 mg/l), vilket emellertid troligen beror på inblandning av järnhaltigt ytvatten.

Arbogaån—Fellingsbro—Östhammar

Den del av Norrköpingsåsen, som inom kartbladsområdet i nordnordvästlig huvudriktning går från Arbogaån i söder genom Fellingsbro samhälle till Sällingsjön i norr, har fått lokalnamnet Fellingsbroåsen. I sin södra del på en sträcka av ca 2 km uppträder åsen i form av mer eller mindre isolerade åskullar men från Hälla en i stort sett sammanhängande bildning upp till Östhammar, där den väster om Sällingsjön ånyo förekommer som enstaka ryggar och kullar. Så gott som genomgående är Fellingsbroåsen mindre mäktig

och åsformen planare än dess fortsättning söder om Arbogaån men åsmaterialets beskaffenhet synes dock av tillgängliga skärningar att döma vara likartad.

Åsens grundvattenföring är komplicerad, beroende på att inte mindre än fem grundvattendelare förekommer på den ca 15 km långa åssträckan. Grundvattendelarna torde huvudsakligen vara betingade av den underliggande berggrundens topografi på så sätt att berggrundsribbor övertvåras åsen och avskärmar grundvattenmagasinen från varandra.

Från vattenytan i Arbogaån på ca 13 m ö.h., med vilken grundvattenytan sammanfaller, stiger denna till över 25 m ö.h. vid grundvattendelaren vid Eksta i norra delen av Fellingsbro samhälle. På grund av de uppstickande hållpartiernas orientering och topografiska utformning vid samhället finns anledning förmoda, att åsmaterialet inom samhället har ringa mäktighet, och att åsen här övertvåras av flera parallella, i västöstlig riktning gående berggrundsribbor.

Norr om Eksta sjunker grundvattenytan mot en dold grundvattenuttrinring söder om Bäcktorp för att ånyo stiga till en nivå av ca 25 m ö.h. vid en grundvattendelare vid Bäck. Söder om denna sjunker grundvattenytan ned till en nivå av ca 17.7 m ö.h. vid källan K 6 som är dräneringspunkten för detta grundvattenmagasin. Någon kapacitetsmätning har här ej gått att göra på grund av den relativt stora ytvattenföringen i diket.

Nästa grundvattenmagasin har sitt utlopp genom källan K 7 belägen strax norr om Fellingsbro kyrka. Därefter stiger grundvattenytan relativt hastigt till ca 25 m nivå över havet till vattendelaren norr om Järnäs. Källan K 8 är belägen där Lillån (som dränerar Sällingsjön) skär genom åsen strax innan den sammanfaller med Ässingån. Här är den naturliga dräneringspunkten för det relativt stora ås- och grundvattenmagasin som sträcker sig vidare mot norr till grundvattendelaren vid bergsklackarna strax öster om f.d. Sörbysjön. En viss utläckning av grundvatten har även konstaterats längs Lillån där den passerar omedelbart vid sidan av åsen, källan K 9. Här torde ca 1—2 l/s läcka ut till ån längs en sträcka av ca 200 meter. Den totalt utvinnbara grundvattenmängden inom detta grundvattenmagasin torde vara i storleksordningen 4—6 l/s och lämplig uttagpunkt vara strax norr om Vässlingbyholm. Goda möjligheter att kraftigt öka vattentillgången erhålles genom konstgjord infiltration varvid vatten från Lillån bör kunna användas.

De många begränsade grundvattenmagasinen och grundvattnets växlande strömningsriktningar i Fellingsbroåsen antyder svårigheten att säkert beräkna eller uppskatta grundvattentillgångarnas storlek. Detta torde endast vara möjligt genom provpumpningar, och sådana har hittills endast utförts inom Västvallaområdet söder om Fellingsbro samhälle, där den kommunala vattentäkten i medeltal per år ger ca 6 l/s. Sedan år 1949 har dock grundvattenytan inom området avsänkt ca 4 m.

7.2. Grundvattentillgångar i berggrund

Av

C.-F. MÜLLERN

Tabell 1. Fördelningen av antalet brunnar, diameter 100—110 mm, på olika kapacitetsintervall

Bergart	Maximal kapacitet i l/s						Antal brunnar	Median- värde l/s
	0.00— 0.05	0.06— 0.10	0.11— 0.50	0.51— 1.0	1.1— 1.5	>1.5		
<i>Fördelning i procent</i>								
Granit	22	10	37	24	2	5	41	0,28
Gnejsgranit	13	22	52	9	4	0	23	0,20
Leptit	29	21	32	7	4	7	28	0,14
Samtliga	22	16	39	15	3	5	92	0,20

I tab. 1 visas hur de inom kartbladet Örebro NO inventerade bergborrade brunnarnas kapacitet varierar med avseende på de bergarter i vilka brunnarna borrar. Av tabellen framgår att det kapacitetsintervall, som omfattar flest brunnar, är 0.11—0.50 l/s. Detta gäller såväl för samtliga brunnar sammantagna som för de differentierade ”granit-, gnejsgranit- och leptitbrunnarna”. Medianvärdet på maximala kapaciteten för samtliga brunnar är 0.20 l/s. Granit- och gnejsgranitbrunnarna har ungefär likartade medianvärden, 0.28 resp. 0.20 l/s. Leptitbrunnarna däremot har medianvärdet på maximala kapaciteten 0.14 l/s, vilket alltså är hälften av vad granitbrunnarna har. Detta är samma förhållande som brunnarna inom det angränsande kartbladsområdet Örebro NV visar (hydrogeologiska kartbladet Örebro NV, SGU Ag 3). Det finns således en klar tendens till att brunnar borrar i leptitiska bergarter ger mindre vattenmängder än andra bergborrade brunnar. Orsakerna till detta kan vara leptiternas inhomogenitet och den omfattande inlagringen av amfiboliter och grönstengångar, vilket så att säga armerar bergarten och motverkar uppkomsten av kraftiga genomgående sprickor. Dessutom saknar leptiterna de i graniterna vanligen förekommande horisontella sprickorna, bankningen. Å andra sidan är leptiterna sällan eller aldrig helt sprickfria, vilket graniten kan vara. Detta har vid brunnsinventeringen kommit till uttryck på så sätt att det endast i granitområden påträffats helt torra brunnar, fig. 6. Graniten är således en mer gynnsam bergart att brunnsborra i så länge man undviker de mest sprickfattiga eller sprickfria partierna.

Vid den brunnsinventering som gjordes i samband med kartbladsarbetet har inte någon bergborrade brunn med anmärkningsvärt hög kapacitet påträffats. Den högsta kapaciteten, 1.95 l/s, har brunn nr 57 vid gården i Skäcklinge. Genom brunnsinventeringen har inte heller några bergborrade brunnar med större diameter än omkring 110 mm påträffats. Det är emellertid vanligt

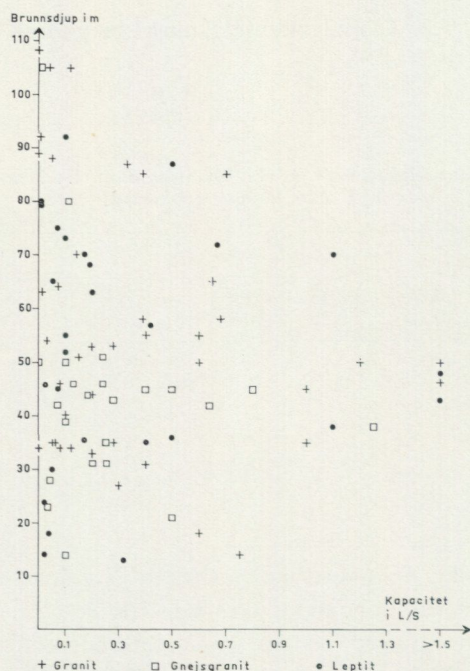


Fig. 6. Förhållandet mellan brunnsdjup och kapacitet hos brunnar borrhade i olika urbergarter. Något påtagligt samband mellan djup och kapacitet föreligger inte. Mediansdjup 46 m, mediankapacitet 0.20 l/s, 92 brunnar, diameter 100—110 mm

Relation between depth and capacity of wells drilled in different kinds of precambrian rocks. There is no obvious connection. Median depth 46 m, median capacity 0.20 l/s, 92 wells, diameter 100—110 mm.

att brunnar med större diameter också ger större vattenmängder. I beskrivningen till hydrogeologiska kartbladet Örebro NV redogörs för kapaciteterna hos brunnar med 135—150 mm diameter borrhade i en berggrund likartad den som uppträder inom föreliggande kartbladsområde. Medianvärdet för den maximala kapaciteten hos dessa brunnar är 0.63 l/s vilket således är omkring tre gånger mer än motsvarande värde för brunnar med 110 mm diameter. Denna kraftiga ökning av kapaciteten med diametern är inte någon generell regel. I en homogen akvifär, vilket sprickigt urberg inte är, ökar kapaciteten med endast ca 10 % vid en fördubbling av brunnsdiametern. En av orsakerna till den förhöjda kapaciteten hos brunnar med större diameter torde vara att sådana brunnar borrhade endast vid behov av större vattenmängder, varför brunnsplatserna väljs med större omsorg, kanske med ledning av geologiska eller geofysiska förundersökningar.

I fig. 6 jämförs brunnsdjup med kapacitet. Mediansdjupet för brunnarna är 46 m. Av figuren framgår att inget påtagligt samband råder mellan kapacitet och djup. Det finns ingenting som tyder på att man kan få mer vatten än normalt, dvs. omkring 0.2 l/s, genom att borra djupare än normalt,

dvs. 40—50 m. Det är snarare ofta så, att om vattentillgången i berggrunden är riklig påträffas vattnet på måttligt djup. Orsaken till att vissa brunnar ger mycket litet vatten torde främst 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 ytterligare borrhning, 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 i kapitlet om grundvattnets kemiska sammansättning.

8. Grundvattnets fysikaliska och kemiska egenskaper

Av

PER ENGQVIST

8.1. Allmänt

Grundvatten bildas i huvudsak genom infiltration av nederbörd i marken. Det är emellertid endast en begränsad del av nederbörden som bildar grundvatten då en stor mängd återföres till atmosfären genom transpiration från växter, träd etc. och genom direkt avdunstning. Nederbördsvattnets kemiska sammansättning kommer härigenom vanligen att förändras på så sätt att vissa ämnen anrikas. Framför allt i det ytliga grundvattnet är anrikning av detta slag av dominerande betydelse. Koncentrationen av vissa ämnen påverkas även av i vilken utsträckning dessa deltagar i de biologiska markprocesserna. Grundvattnets slutgiltiga sammansättning är dock till största delen beroende av jord- och berggrundens sammansättning och beskaffenhet.

Vatten kan betraktas som ett lösningsmedel som alltid söker nå kemisk jämvikt med sin omgivning. Sålunda löser eller fäller vattnet ständigt ut material när det passerar genom jord och berg. Grundvattnet kan även ha varierande sammansättning under olika tider på året beroende bl. a. på skiftande nederbördsförhållanden.

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 2. Riktlinjer som angivits för undersökning och bedömning av ”vatten för enskild förbrukning” kommer ej att beröras i detta sammanhang.

Tabell 2

Ämne eller egenskap	Rekommenderad maximalkoncentration	Karakteristik
Färgstyrka	40 mg/l Pt	Hög färgstyrka ger vattnet ett otillfredsställande utseende och kan indikera förorening.
Permanganatförbrukning, KMnO_4	40 mg/l	Permanganatstyrkan är i regel ett mått på halten organiska ämnen i vattnet.
Ammonium, NH_4	0,5 mg/l 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.
Totalhärdhet	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 härdhet 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 Härdheten kan även anges i s. k. tyska härdhetsgrader °dH.
Järn, Fe	0,4 mg/l Fe	Anmärkningsvärt höga halter förorsakar bruna fläckar på kläder, porslin o. d. 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 (tandröta). Koncentrationer över 1.5 mg/l F kan orsaka besvär såsom fläckar på tänderna.
Sulfat, SO_4	200 mg/l SO_4	Höga halter i kombination med magnesium och natrium kan verka laxerande.
Nitrat, NO_3	30 mg/l NO_3	Höga koncentrationer kan indikera föroreningar från exempelvis avlopp, djurstallar eller konstgödsel. Om nitralhalten i vattnet överstiger 50 mg/l NO_3 bör detta ej givas till barn under 1 år.
Nitrit, NO_2	0,02 mg/l NO_2	Höga koncentrationer kan indikera föroreningar från avlopp, djurstallar eller konstgödsel.
Marmoraggressiv kolsyra, CO_2		Ur halten marmoraggressiv kolsyra i förening med analysresultaten beträffande alkalitet, pH-värde och totalhärdhet kan man bedöma vattnets eventuella ledningsangripande egenskaper.

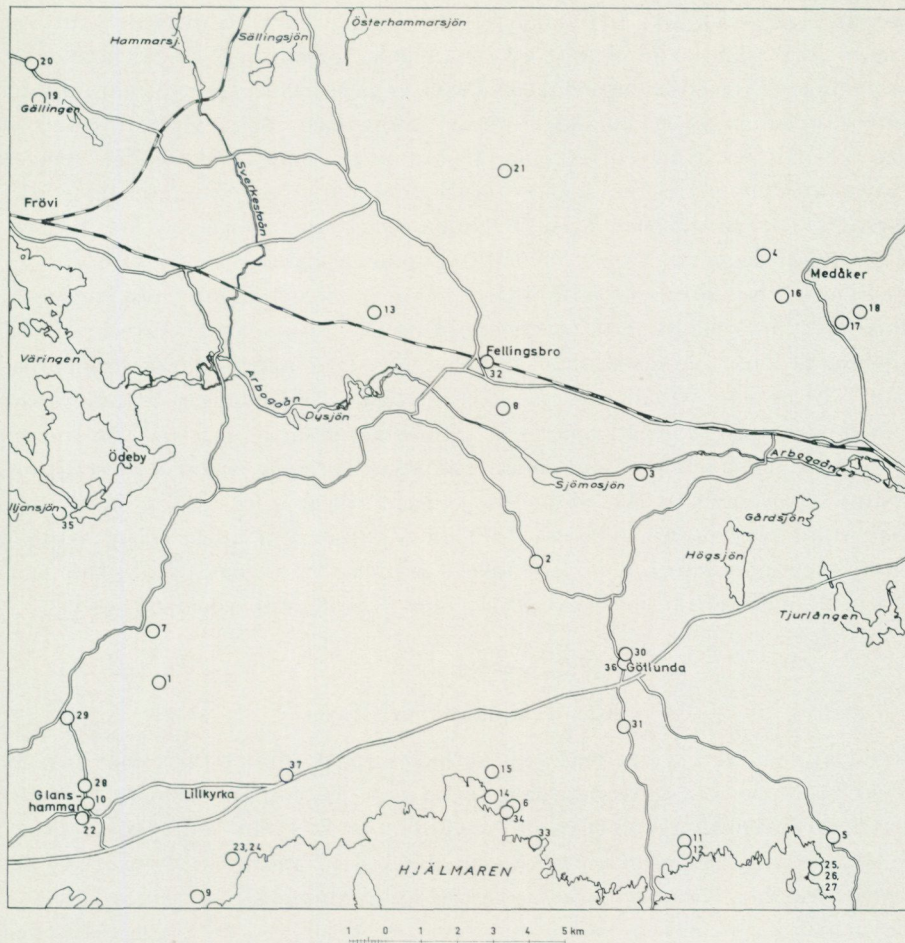


Fig. 7. Provtagningsplatser för vattenanalyser.
 Map showing chemical quality sampling sites.

För råvatten omfattar en normal undersökning följande analyser. Fysikalisk undersökning: färgstyrka, grumlighet, lukt, bottenförorening och specifik ledningsförmåga. Kemisk undersökning: permanganatförbrukning, pH-värde, ammonium, totalhärdhet, järn, mangan, alkalitet, klorid, sulfat, nitrat, nitrit och fosfat. Vid undersökning av renvatten bestäms dessutom marmoraggressiv 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 bakteriologiskt 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 besvärande är föroreningar av petroleumprodukter. Dessa är också i många fall svåra att bli kvitt. Förekomst av främmande föremål såsom växt- och djurdelar i vattnet tyder på dålig isolering eller tätning av brunnen. Vidare bör brunnen vara så belägen att den ej kan förorenas av vatten från gödselstad, avloppsledning eller liknande. För att ytvatten ej skall kunna rinna ned i brunnen bör brunnsbetäckningen ligga ca 3 dm över omkringliggande mark.

I Bilaga A har utdrag ur vattenanalyser från brunnar belägna inom kartbladsområdet sammanställts. Var provtagningarna skett framgår av kartan i fig 7. Analyserna har i görligaste mån kompletterats med uppgifter om brunnarnas djup och lägen i förhållande till rikets nollplan. Huvuddelen av analyserna är hämtade ur av konsultfirmor o. d. gjorda utredningar. Där det förekommit flera analyser från samma vattentäkt redovisas den som bedömts mest karaktäristisk. 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 geologisk 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 ca 30 m under markytan kommer av den anledningen grundvattnets temperatur att variera under året. Under denna nivå sker inga påtagliga säsongmässiga förändringar av temperaturen. I stället ökar temperaturen med djupet med ca 1° för var 40—50 m. Man kan räkna med att temperaturen under sommaren för de flesta brunnarna ligger mellan 6° och 9° 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 4 skilda grundvattentyper. Dessa är: I. grundvatten i morän, II. grundvatten i isälvsavlagringar, III. grundvatten i urberg, IV. salt grundvatten, dvs. vatten med kloridhalt överstigande 300 mg/l Cl. Grundvatten från sand- och grusavlagringar utanför de egentliga rullstensåsarna har förts till typ I.

I tab. 3 finns medianvärden redovisade tillsammans med maximi- och minimivärden för de olika typerna. Spridningen inom de olika typerna, 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 emel-

Tabell 3. Maximum-, median- och minimumvärdena av olika fysikaliskt kemiska undersökningsvariabler för olika grundvattentyper

		Höjd	Djup	KMnO ₄	NH ₄	Glöd- rest	pH	Total- hård- het	Fe	Mn	HCO ₃	Cl	SO ₄	CO ₂	F
		m ö. h.	m	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Typ I Grundvatten i morän	Maximum	30	22	53	—	282	8.3	146	3.80	0.60	378	50	43	59	—
	Median	25	4	33	—	180	7.6	69	0.70	0.38	204	10	26	13	1.4
	Minimum	20	2	7	—	79	6.3	19	0.10	0.05	27	5	22	0	—
	Antal	7	7	7	—	2	12	7	7	7	7	7	3	7	1
Typ II Grundvatten i isälvsavlagringar	Maximum	50	15	320	—	369	8.3	104	2.60	0.20	229	133	184	32	1.4
	Median	30	6	8	—	325	7.5	79	0.19	0.05	128	35	41	14	0.76
	Minimum	20	0	4	—	225	7.1	28	0.05	0.05	49	11	29	0	0.51
	Antal	11	11	11	—	7	5	11	11	11	10	11	8	9	4
Typ III Grundvatten i urberg	Maximum	50	72	44	—	461	7.3	132	1.7	1.1	369	52	52	36	—
	Median	25	46	11	—	371	6.6	42	0.25	0.20	173	21	21	1	1.2
	Minimum	20	20	3	—	267	5.9	31	0.10	0.05	61	5	9	0	—
	Antal	12	11	8	—	5	7	12	12	11	12	10	5	8	1
Typ IV Salt grundvatten	Maximum	25	105	79	—	2468	7.9	479	1.80	0.90	364	4200	73	22	—
	Median	25	70	26	—	837	7.2	145	0.44	0.37	326	500	62	0	3.4
	Minimum	15	22	12	—	799	6.5	74	0.10	0.05	261	350	52	0	—
	Antal	7	7	5	—	3	11	5	5	5	4	7	2	5	1

lertid den omgivning ur vilken vattnet uttagits satt en tydlig prägel på vattnets kemiska sammansättning. Jämfört med analysresultat från andra områden med likartad geologisk miljö visar det här tillgängliga analysmaterialet god överensstämmelse varför man trots den begränsade analystillgången vågar anse att de erhållna tendenserna i materialet är relativt signifikativa.

8.3.1. Grundvatten i morän

Moränen ger i regel små vattenmängder. Genom moränens låga permeabilitet blir vattenomsättningen långsam. Detta ställer stora krav på riktiga brunnskonstruktioner. Tyvärr nödgas man i många fall konstatera att framför allt moränbrunnar uppvisar uppenbara brister i detta avseende. Många gånger saknas tillfredsställande tätning runt brunnen, vilket medför att förorenat vatten kan tränga ned. För att undvika detta bör området runt brunnringarna packas omsorgsfullt med lera eller annat tätande material.

Genom att grundvattenytan i moränbrunnar 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. I reducerande miljö kan då detta skikts järn- och manganföreningar snabbt gå i lösning med en ökning av dessa halter i grundvattnet som följd. Permanganatförbrukningen är ofta stor i moränbrunnar, sannolikt beroende på det vanligen ringa avståndet mellan markyta och grundvattenyta. Lågt pH-värde och ledningsangripande egenskaper är ofta utmärkande för moränbrunnar. Av värdena på glödresten och/eller specifika ledningsförmågan kan utläsas att det totala saltinnehållet i moränbrunnsvatten är lågt.

8.3.2 Grundvatten i isälvsavlagringar

Inom kartbladsområdet kan i regel de största grundvattenmängderna uttagas ur isälvsavlagringarna. Vattnet brukar här vara av god kvalitet. Hårdheten varierar mellan mjukt och hårt vatten. Vattnets totalhårdhet orsakas av förekomst av kalcium och magnesium. I större koncentrationer förekommer dessa ämnen i berggrunden i form av kalcium- och magnesiumkarbonat, t. ex. i 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 (se även kap. 6.1.1.). Fragment från detta och andra förekomster av kalk-

sten påträffas i de olika jordarterna inom kartbladet och kan genom sin förekomst orsaka att grundvattnet i dessa blir hårt.

Höga järn- och manganhalter har rapporterats från flera brunnar. I de flesta fall orsakas dylika höga halter av att grundvattnet är mycket gammalt och att brunnen är nedförd i en åsdel med stagnant vatten. Även brunnar som visserligen är nedförda till eller i isälvsmaterial men som är omgivna eller överlagrade av lera har vanligen höga järn- och manganhalter.

Förutsättningarna för att erhålla ett fullgott vatten är normalt störst i åsarnas centrala delar. Där befinner sig grundvattenytan på större djup under markytan. Genom att isälvs materialet i åskärnan är grövre är förutsättningarna goda för snabb omsättning av vattnet. I andra delar av åsarna är materialet mera finkornigt och vattengenomströmningen långsammare med försämrade vattenkvalitet som följd.

8.3.3. Grundvatten i urberg

Grundvatten från brunnar i urberg är oftast fritt från bakterier. Totalhårheten kan variera kraftigt men vattnet är vanligen snarare hårt än mjukt.

Järn- och manganhalterna kan variera mycket från en brunn till en annan även mellan mycket näraliggande brunnar. Att höga järn- eller manganhalter skulle vara associerade till någon speciell bergartstyp har emellertid ej framkommit av detta material. Detta gäller även för andra ämnen med undantag för att hårt vatten av naturliga skäl är vanligare i berggrund med hög karbonathalt.

8.3.4. Salt grundvatten

Med salt grundvatten avses här vatten med kloridhalter över 300 mg/l Cl. Över detta värde brukar den salta smaken kunna kännas.

Hela kartbladsområdet har efter inlandsisens avsmältning under någon tid varit täckt av salt havsvatten. Vid dessa tillfällen var "grundvattnet" oblandat havsvatten. När landet höjde sig över havsytan förträngdes på grund av nederbörden saltvattnet efterhand från de övre jordlagren. Detta skedde olika snabbt och till olika djup beroende på jordlagrens permeabilitet och vattnets cirkulationshastighet.

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 ovanstående framgår att djupet till detta vatten från mark eller grundvattenyta varierar beroende på de hydrogeologiska förhållandena men att sannolikheten att påträffa detta vatten är störst vid djupa brunnsborrningar belägna i lågpunkter i terrängen. Detta kan utläsas ur fig. 8, som visar förhållandet mellan salthalt, brunnsdjup (avståndet från den sneda linjen, som markerar markytan, till markeringen

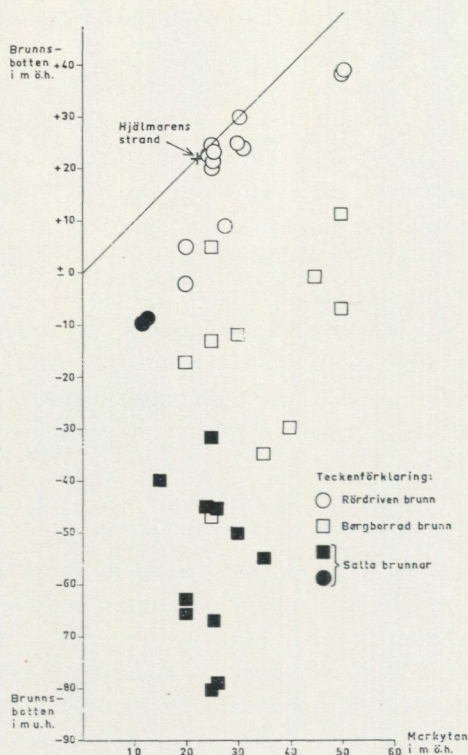


Fig. 8. Förhållande mellan topografisk nivå, brunnsdjup och salthalt.
Correlation between surface level, depth of well and chloride content.

för brunns botten) och topografisk belägenhet för ett drygt trettiotal inventerade brunnar inom kartbladet. Områden där risken att påträffa salt grundvatten är relativt stor är bl. a. Medåkersslätten, Arbogaåns dalgång samt vid stränderna kring Hjälmarens.

I Medåker kring Vretberga by har salt grundvatten påträffats vid rördrivning i lera. I kontakten mellan leran och underliggande morän på ca 20 meters djup erhöles vatten med höga kloridhalter (1 440 mg/l Cl). I ett av rören var det salta vattnet självrinnande.

Pumpningar med stora uttag kan orsaka att salt vatten från djupare nivåer i såväl berggrund som isälvmaterial kommer i rörelse och pumpas upp. Genom att minska uttaget eller genom att fördela uttaget på flera brunnar kan i sådana sammanhang ibland vatten med lägre kloridhalt erhållas. Höga kloridhalter i grundvattnet beroende på spridning eller olämplig lagring av vägsalt är tyvärr ej heller ovanligt.

Inom kartbladsområdet har påträffats flera brunnar med anmärkningsvärt höga halter av fluorid.

9. 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 här 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 själv rinnande.
Artesisk källa	en själv rinnande källa vars vatten härstammar från en artesisakvifer.
Deformationsriktning	den tektoniska rörelsens huvudriktning.
Drumlins	i landisens rörelseriktning utsträckta strömlinjeformade kullar av bottenmorän.
Effektiv porositet	se vattenavgivningstal.
Fossilt grundvatten	grundvatten vilket inneslutits i sediment i samband med dettas bildning eller eljest under ett tidigare skede i områdets geologiska utveckling.
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.
Kambrium	den äldsta perioden av jordens forntid.
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.
Kompetent bergart	en mot deformation motståndskraftig bergart.
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.
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 glidit 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.

10. Referenslitteratur

En förteckning över olika utredningar vilka genomgåts i samband med den hydrogeologiska sammanställningen lämnas nedan. Förteckningen får ej betraktas som en fullständig översikt utan är enbart en sammanställning över de utredningar vilka kommit till SGU:s kännedom under kartarbetets förlopp. Materialet är i de flesta fall hämtat från de olika kommunalkontoren samt från länsstyrelsens naturvårdssektion i Örebro. Utredningar gjorda efter våren 1970 redovisas ej.

10.1. Utredningar

- GEISLER, ERIK, 1947: Förslag till vatten- och avloppsledningar inom Frövi municipal-samhälle, Näsby s:n, Örebro län.
- VIK, 1954: Glanshammars kommun, Kärsta. Grundvattenundersökning.
- IVAT, 1955: Allmän redogörelse för grundvattenundersökningar för Glanshammars samhälle.
- K-konsult, 1955: Utredning angående markbeskaffenhet, vattenförsörjning och avlopp för fritidsbebyggelse, Lunger 2⁵, Glanshammars kommun.
- VIK, 1956: Yttrande över undersökningar för vattenförsörjningen i Frövi köping, Örebro län.
- 1959: Yttrande över utförd provpumpning av grundvattenbrunn vid Västvalla grustag inom Fellingsbro samhälle, Örebro län.
- 1959: Om rätt till uttag (ev. vattentäkt) ur grundvattentäkt inom fastigheten Västvalla 4².
- Aspegrens Ingenjörfirma, 1962: Redogörelse för grundvattenundersökning inom Nannberga sommarstugeomr., Glanshammars kommun.
- VIK, 1963: Riktlinjer angående Frövi köpings framtida vattenförsörjning.
- 1963: Yttrande över fortsatta grundvattenundersökningar i Näsbyåsen för vattenförsörjningen i Frövi.
- 1963: Yttrande över orienterad grundvattenundersökning för civilförsvaret vid Ekebergs gård, Glanshammars kommun.
- 1964: PM beträffande grundvattentäkten vid Prästryggen, Frövi köping.
- VBB, 1966: Förslag till vatten- och avloppsanl. för fritidsbebyggelse å del av fastigheten Grythem 1:4.
- K-konsult, 1967: Utredning ang. vattenförsörjning och avlopp för fritidsbebyggelse inom fast. Sticksjö 1 : 10 m. fl.
- Ing.firm. Rune Svensson, 1968: Komplettering av förslag till utbyggnad av vattenverk för Glanshammars samhälle.

10.2. 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.

GORBATSCHEV, R., 1961: Dolerites of the Eskilstuna region. — SGU C 580.

GORBATSCHEV, R., 1972: Beskrivning till Berggrundskartbladet Örebro NO. — SGU Af 103.

MAGNUSSON, E. och GORBATSCHEV, R., 1972: Beskrivning till geologiska kartbladet Örebro NO. — SGU Ae 7.

MÖLLER, Å., ENGQVIST, P. och MÜLLERN, C.-F., 1971: Beskrivning till hydrogeologiska kartbladet Örebro NV. — SGU Ag 3.

MÖLLER, Å., ENGQVIST, P. och MÜLLERN, C.-F., 1974: Beskrivning till hydrogeologiska kartbladet Örebro SO. — SGU Ag 5.

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

11.1 Bilaga A. Förteckning över vattenanalyser från brunnar och källor inom kartområdet

Siffra och bokstav inom parentes anger ekonomiskt kartblad enligt indelning i huvudkartans ram. Förkortningar: Is=isälvsavlagring, Mä=morän, Ub=urberg.

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

Ana-lys nr	Läge	Mark-nivå m ö.h. m	Djup m	Akvi-fer	Analys datum	KMnO ₄ mg/l	Glöd-rest mg/l	pH	Total-hård-het mg/l Ca	Fe mg/l	Mn mg/l	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₂ mg/l	F mg/l	
1	Skäcklinge 1 ^a	(6f)	30	42	Ub	—	—	7.4	99	0.1	0.40	217	26	—	—	—	
2	Alväng 1 ⁷	(6h)	45	46	Ub	—	—	6.3	31	0.1	0.05	61	—	—	36	—	
3	Torpstång 1 ^a	(7i)	20	37	Ub	—	—	7.8	45	0.1	0.05	153	7	—	—	—	
4	Bejby	(8j)	25	20	Ub	—	—	7.2	132	0.6	—	369	—	—	—	—	
5	Nannberga skola, nr 4	(5j)	25	105	Ub	691110	12	7.99	8.3	479	0.10	0.05	—	350	73	0	3.4
6	Grythem, nr 1	(5h)	25	72	Ub	660319	30	3.77	7.6	58	0.7	0.5	289	5	19	5	—
7	Halvarstorp	(6f)	50	39	Ub	660218	3	—	8.0	40	0.39	0.09	152	22	—	0	—
8	Fellingsbro vv, Västvalla	(7h)	20	15	Is	580313	4	—	7.9	74	0.05	0.05	171	26	45	0	—
9	Sticksjö 1 ¹⁰ , nr 10	(5g)	25	38	Ub	670406	44	4.61	7.8	92	1.7/0.43	1.1/0.43	345	52	52	0	—
10	Glanshammar	(5f)	40	6	Is	551027	8	2.25	7.2	82	0.05	0.05	162	19	—	14	—
11	Lunger 2 ¹²	(5i)	25	57	Ub	650203	79	—	8.1	74	0.8/0.6	0.37	329	367	—	0	—
12	Lunger 2 ⁴	(5i)	25	3	Mä	640728	33	—	6.7	69	1.6/1.1	0.50	95	5	—	37	—
13	Kullen	(8h)	40	70	Ub	670313	5	3.71	7.1	71	0.12	0.28	190	35	25	18	—
14	Grythem 1 ¹⁰	(5h)	25	—	Ub	660627	20	2.69	7.8	39	0.1	0.24	256	12	9	0	—
15	St. Hasstorp 2 ²	(5h)	30	5	Mä	660621	13	7.9	5.9	19	0.1	0.05	27	10	22	59	—
16	Medåker vv	(8j)	20	22	Mä	690629	7	2.82	7.2	61	0.1	0.05	204	50	26	6	1.4
17	Vretberga, rör 1	(8j)	15	22	Mä	670403	26	2.468	7.1	330	1.8/0.30	0.9	364	1440	—	10	—
18	Vretberga, rör 2	(8j)	15	22	Mä	670764	15	8.37	7.3	110	0.44/	0.58	261	350	—	0	—
19	Frövi, Pikaboda	(9f)	50	12	Is	560406	6	—	6.9	43	<0.10 0.05	0.05	89	35	34	26	0.51

Ana-lys nr	Läge	Mark-nivå m ö. h. m	Djup	Akvi-fer	Analys datum	KMnO ₄ mg/l	Glöd-rest mg/l	pH	Total hårdhet mg/l Ca	Fe mg/l	Mn mg/l	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	CO ₂ mg/l	F mg/l	
20	Frövi, Spångboda	(9f)	50	12	Is	560406	6	—	6.8	64	0.19	0.20	93	133	32	26	0.76
21	Norlund	(9h)	35	70	Ub	611211	12	—	7.3	34	1.2	0.12	157	20	—	—	—
22	Glanshammars skola	(5f)	28	9	Is	681205	8	325	7.2	79	0.1	0.05	229	38	—	0	1.4
23	Ekeberg	(5g)	25	5	Mä	630904	20	—	7.3	91	0.7/0.2	0.35	283	30	43	4	—
24	Ekeberg	(5g)	25	70	Ub	631004	32	—	—	145	0.10	0.05	323	500	52	22	—
25	Nannberga 1 ^a , rör	(5j)	25	4	Mä	621017	53	—	7.0	146	0.30	0.60	378	10	—	0	—
26	Nannberga m. fl., rör 2	(5j)	25	3	Mä	621017	53	—	6.5	64	3.80	0.38	136	9	—	22	—
27	Nannberga m. fl., rör 3	(5j)	25	2	Mä	621017	50	—	6.6	99	0.70	0.60	210	14	—	13	—
28	Glanshammar, Källa 1	(5f)	25	0	Is	620919	14	369	7.8	104	0.31	0.05	140	52	150	14	—
29	Åtorp, Källa 2	(5f)	25	0	Is	620919	15	331	7.2	94	1.00	0.05	116	39	184	13	—
30	Götlunda, Källa 3	(6i)	30	0	Is	620919	320	338	6.5	85	2.6/0.43	0.05	49	120	37	32	—
31	Lindholmen, Källa 4	(6i)	30	0	Is	620919	38	239	7.5	62	1.9/0.18	0.05	73	23	95	5	—
32	Fellingsbro TGOJ:s brunn	(8h)	25	3	Is	481118	6	—	7.1	28	1.1	0.05	—	11	—	—	—
33	Kyrkängen	(5h)	25	70	Ub	—	—	—	—	—	—	—	—	4200	—	—	—
34	Grythem	(5h)	25	105	Ub	65	—	—	—	—	—	—	—	1260	—	—	—
35	Fiskartorp 1 st , nr 5	(7f)	45	57	Ub	660815	10	—	8.3	33	0.55	0.06	146	8	—	—	—
36	Götlunda skola	(6i)	31	7	Is	681112	8	284	7.4	93	0.1	0.05	165	32	29	0	1.2
37	Kärsta skola	(5g)	35	70	Ub	681112	9	267	7.7	38	0.1	0.20	143	29	21	0	1.2

11.2 Bilaga B. Förteckning över bergborrade brunnar

Brunns nr	Lokal	Borr djup i berg, m	Totalt djup, m	Kapacitet l/t	Bergart
1	Grythem	70	75	2 000	leptit
2	Krogesta	76	78	1 000	glimmerskiffer
3	S. Lunger	66	70	3 600	leptit
4	Nannberga skola	98	105	430	granit
5	Fiskartorpet	56	57	1 500	leptit
6	Ö. Sörby	81	83	1 400	granit
7	Hovgården	48	50	540	granit
8	Kyrkängen	67	70	600	leptit
9	Södergården	65	65	700	leptit
10	Sticksjö	35	38	6 000	leptit
11	Tallåsen	22	23	120	gnejsgranit
12	Sundby	48	48	120	granit
13	Haga	43	45	120	leptit
15	Lövåsen	16	20	150	leptit
17	Österhammar	95	105	150	granit
18	Uddgarn	34	38	1 800	leptit
19	Grythem	44	46	350	leptit
20	Blomhagen	63	67	180	leptit
21	Balsna 2:15	89	92	360	leptit
22	Hasta 3:2	82	87	1 800	leptit
23	Känäs	33	35	1 000	granit
25	Sörbyholm	27	28	200	granit
27	Norlund	51	55	>1 500	granit
29	Bergaby	30	35	200	granit
30	Fillinge	46	—	900	gnejsgranit
31	Oppegården	60	63	> 25	—
32	Ringaby	70	75	1 800	amfibolit
33	Medinge	34	—	>3 000	granit
34	Bäjby	16	18	2 000	granit
35	Karlslund	49	55	>2 000	granit
36	Ålsänge 1	82	85	>2 500	granit
37	Ålsänge 2	64	—	250	granit
39	Nyckelby	29	33	800	granit
40	Nyckelby	53	—	550	granit
41	Ödeby 1	105	—	400	gnejsgranit
42	Ödeby 2	43	—	1 000	gnejsgranit
43	Ödeby 3	50	—	400	gnejsgranit
44	Sörberga	73	—	1 200	glimmerskiffer
45	Röfors	50	53	1 000	granit
46	Snaren	38	45	2 800	gnejsgranit
47	Travarbo	42	45	1 500	gnejsgranit
48	Johanneslund	14	—	400	gnejsgranit
49	Nyhagen	31	—	1 350	granit
50	Uggelkilen	30	38	4 000	leptit
51	Alväng	44	45	400	gnejsgranit
52	Harparboda	28	—	150	gnejsgranit
53	Krämplinge	31	35	1 500	leptit
54	Ekebyhammar	78	88	200	granit
55	Gåsta	63	—	800	leptit
56	Björka	67	70	1 800	glimmerskiffer
57	Skäcklinge	40	48	7 000	leptit
58	Fellingsbro	60	65	2 300	granit
59	Blyberga	80	—	50	leptit
60	Hyttan	22	25	300—500	kalksten
61	Spånga	35	40	200—500	granit
62	Ekeberg	70	73	350	leptit

KARTBLAD MED BESKRIVNING
PRISKLASS G

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