

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 538.

ÅRSBOK 48 (1954) N:o 3.

HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN
INOM SLITE KÖPING
PÅ GOTLAND

AV

HELGE TULLSTRÖM

WITH ENGLISH SUMMARY

Pris 1.50 kronor

STOCKHOLM 1956
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
551232

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

Avhandlingar och uppsatser

N:o 538.

ÅRSBOK 48 (1954) N:o 3.

HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN
INOM SLITE KÖPING
PÅ GOTLAND

AV

HELGE TULLSTRÖM

STOCKHOLM 1955

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

551232

Hydrogeologiska förhållanden inom Slite köping på Gotland.

ABSTRACT: *Hydrogeological Conditions of the Slite area in the Island of Gotland.*

The rocks in the region of Slite are mainly marl and marly limestone. In a few hills limestone rests upon the marl as erosive residue. Probably the marl is about 43 metres thick and underlaid by another limestone which is an aquifer. The thickness of this limestone is unknown.

Aquifers in quaternary deposits are only met with in the valley at File and Ytlings (fig. 1). The water-supply is about 200 cubic metres/day.

The waterworks of Slite pump from two wells No 20 and 27 (fig. 2) which reach down to the limestone aquifer (fig. 4 B). Pumping tests have shown the artesian nature of those wells (fig. 7). They yield about 2 700 l/h.m. The drawdown of the piezometric surface could be noticed in the area of influence marked shaded on fig. 2. The salinity of the water from the wells No 27 and 20 is rather high (fig. 8) and will rise when the drawdown exceeds 7 metres. Continuously about 450 cubic metres/day may be taken from the wells corresponding to an infiltration area of 3,3 square kilometres.

Both water-table and artesian conditions occur but probably most of the wells in the western part of the Slite area are artesian. It is difficult to decide whether some wells are artesian without a pumping test to determine the hydraulic characteristics of the aquifer.

Some springs at Dyhagen (fig. 4) yield about 180 cubic metres/day. The contour map fig. 2 shows three minor areas of ground-water flow parted by depressions in the water-table. The ground-waters of these areas have different chemical compositions, this is shown by analyses from the wells No 51, 46, 231 (fig. 8).

Salt water (containing more than 300 p. p. m. of chlorine) is found near the surface in the area shown in the contour map fig. 9. The occurrence of the salt water is independent of the stratigraphy but it probably depends on hydrostatical and tectonic matters.

Vid de översiktliga rekognosceringar, som förf. utfört på Gotland, för att utröna landskapets hydrogeologiska förhållanden, för vilka preliminär rapport tidigare lämnats (Tullström, 1954), har särskilt intresse ägnats åt Slite köping. Avsikten med undersökningarna har varit att främst få en allmän översikt över vattnets förekomst i de olika siluriska bergartsleden, grundvattenytans lägen förr och nu och inverkan av hydrotekniska åtgärder och andra mänskliga ingrepp. Det insamlade materialet skulle arkiveras för framtida behov.

Sliteområdet bjuder på diverse problem av allmänt intresse, och då det för närvarande är aktuellt att anskaffa ny vattentäkt till köpingens vattenledning, bör det praktiska värdet av en sammanställning nu vara särskilt stort.

Rekognosceringen har bestått i en brunnsinventering och ett studium av de allmänna geologiska förhållandena inom Boge och Othems socknar. I det följande redovisas undersökningsresultat från Boge Clint i söder till Othems kyrka i norr inom området öster om File haidar.

Materialet har insamlats från flera olika håll. Besök har gjorts hos brunnsägare med avsikt att lokalisera borrhunnar, om vilka uppgifter erhållits från Slite kommunalkontor, Gotlands brunnsborrare, ingenjörsfirmor, som varit verksamma inom området samt Lantbrukskemiska stationen i Visby. Till alla uppgiftslämnare, förutan vilka undersökningen hade varit omöjlig att genomföra, får förf. härmed framföra sitt varma tack.

Geologiska förhållanden.

Berggrunden.

Bästa översikten av de geologiska förhållandena inom området får man av Sveriges geologiska undersöknings kartblad Ser. Aa nr 169 Slite och Ser. Aa nr 171 Kappelshamn. Berggrunden utgöres i sin helhet av bergarter tillhörande Slitegruppen. De består av lagrad, i regel kristallinisk kalksten, revkalksten, lerig kalksten och kalkhaltig lersten. De båda sistnämnda bergarterna bildar tillsammans den s. k. Slitemärgelstenen (Hede, 1928, p. 19).

Slitemärgelstenen är den mest utbredda inom undersökningsområdet. Litologiskt är den tämligen likartad inom områdets skilda delar. Den består av tunna bankar eller linser av vanligen blåaktigt grå eller ljus brunaktigt grå, starkt lerig kalksten, växellagrad med skikt eller tunna band av tät, kalkhaltig lersten av vanligen blågrå färg.

Märgelstenen överlagras av lagrade kalkstenar och revkalkstenar i de här och var förekommande »klintarna» såsom Boge Clint, Slottsbacken, Solclint, Lotsbacken, Lännaberget och Klints eller Spillings klint. Ett mera sammanhängande lager av kalksten täcker märgelstenen öster om landsvägen mellan Othems kyrka och den s. k. Ytlingskvarn. Även de östligaste delarna av File haidar uppbygges av kalkstenar av såväl den lagrade som revbildande komponenten, som även där täcker märgelstenen. Längre åt nordväst på File haidar övergår sannolikt märgelstenen successivt i en kalkigare facies. Klintarna är att betrakta som erosionsrester av ett en gång sammanhängande kalkstenslager.

Slitemärgelstens mäktighet är känd endast på ett par punkter. Upplysande borrhullningar är sällsynta. Vid borrhullningar för Slite vattenverk genomgicks följande lager.

Aa 169: 27¹ Spillings 1¹⁴, ca 14 m ö. h.

Borrhullning: Bröderna Jakobsson, Hemse. 1951.

Mylla och vittringsjord	0—1	m
Slitemärgelsten	1—36	»
Hård, vattenförande kalksten	36—39,5+	»

¹ Betecknar brunn 27 på geologiska kartbladet Aa 169.

Märgelstenens övre begränsning kan genom jämförelse med förhållandena vid den intilliggande klinten beräknas ha legat på ca 21 m ö. h., vilket skulle betyda, att Slitemärgelstenen på denna plats varit ca 43 m mäktig.

Aa 169: 20 Spillings 1⁸, 11,6 m ö. h.

Borrare: Bröderna Jakobsson, Hemse. 1945.

Grovmo, s. k. »flytsand» 0—6 m

Kalkrik moränlera, hård 6—20 »

Slitemärgelsten, blågrå 20—40 »

Hård kalksten, ljusare grå, vattenförande 40—41+ »

Övre gränsen för märgelstenen i klinten 15 m väster om borrhningen ligger på ca 15 m ö. h., varför märgelstenens totala mäktighet här kan beräknas till ca 44,5 m.

Tyvär saknas sådana borrhprotokoll från övriga borrhningar, att man därav kan sluta något om lagringsförhållandena. Förfrågningar hos brunnsborrharna har gjorts, huruvida det undre hårda kalkstenslagret påträffats i andra borrhningar, men ingen av dem kunde erinra sig, att så varit fallet. Endast den gråblå slitemärgelstenen skulle ha genomborrhats bortsett från dessa två redovisade borrhningar.

I stort sett stupar lagren mot sydost, men flera avvikelser kan konstateras. Sålunda har gradienten norr om borrhpunkt 51, norr om Ytlings, uppmätts till 25 ‰ mot söder, medan den under klinten vid Spillings är 7 ‰ mot sydost. Uppe i klinten finnes kalkstenslager med 5—8° stupning åt nordväst, men de är lokalt påverkade av förekomsten av ett kalkstensrev i sydost. En utflackning av lagren synes föreligga mellan Spillings klint och Lännaberget, där stupningen torde vara omkring 3 ‰ mot ostsydost, medan stupningen strax norr om torget i Slite är 13 ‰ mot ostsydost. Under Lotsbacken åter finnes på östra sidan lager, som stupar mot nordväst in under klinten. Det är en rätt vanlig företeelse, att de kalkiga lerstenarna på Gotland skålformigt nerpressats under kalkstensrev, medan å andra sidan de ovanpå reven liggande lagren ofta sluttar nedåt vid revens kanter. Helt omöjligt är det inte, att Bogeviden ligger i ett svagt utbildat tråg med axeln i NNO—SSV.

Kvartärlagringar.

De kvartära avlagringarna utgöres av moränlera, grus och sand samt mindre områden av glacial lera. Deras tjocklek är vanligen liten, men lokalt kan, beroende på berggrundsyntans form (jfr fig. 1) mäktigheten uppgå till för Gotlands del stora belopp. Sålunda har stora jorddjup konstaterats vid en borrhning vid File:

Aa 169: 295 File 1¹⁰, ca 25 m ö. h.

Borrare: Arvid Buskas, Hemse. 1953.

Sand 0 — 3 m

Lerrand, blågrå 3 — 3,3 »

Grus (sannolikt isälvsgrus) 3,3—5,0 »

Moränlera, hård	5,0—19,3 m
Slitemärgelsten, mörkgrå, medelhård, vattenförande från 32 meter	19,3—39+ »

Det är sannolikt, att de lösa avlagringarna har rätt stor mäktighet i hela dalgången från File till Ytlings, men de djupaste sänkorna i berggrunden uppträder som regel i anslutning till en klint. Sålunda har nära klinten vid Spillings på östra sidan konstaterats en sänka, fylld med grovmo och morän, som når ned till minst 8 m under havsytan (jfr borrhning Aa 169: 20, p. 2). Likheten i uppträdande mellan dessa överfördjupningar i berggrunden och dem, som finnes i Lojsta och Etelhem (Lundqvist, 1940, p. 11; Munthe, 1913, p. 20), förtjänar att påpekas. De senare är icke fyllda med kvartära avlagringar, men fyllda sänkor har även konstaterats t. ex. i Etelhem vid järnvägsstationen, där jorddjupet i en borrhning (Aa 156: 126) var 16 meter.

Moränen i Slitetrakten är kalkhaltig och starkt lerig. I ytan är den genom frostvittring relativt lucker, men vid 60 cm djup är den synnerligen hård och svårgrävd, så att man vid dikesgrävning i morän icke lägger dräneringsrör under detta djup.

Isälvsgrus saknas i Slites närmaste omgivning. Den närmaste förekomsten vid File och vid Othems kyrka ligger ovanför grundvattenytan och saknar därför betydelse ur vattenanskaffningssynpunkt.

Sand förekommer bl. a. i dalgången mellan Spillings klint och File haidar. Den är postglacial till åtminstone 2 meters djup vid File, där det uppges, att snäckskal påträffats vid brunnsgrävning. Sanden är vattenförande och grundvattenytan låg 1952 på 1,7 m djup vid Ytlings i de där 2,4 meter djupa brunnarna. Tiden har ej medgivit närmare undersökning av sandområdet söder om File eller av de där grävda brunnarnas kapacitet. Tillgången på vatten angavs vara god, men vattnet uppdrages med hink, varför uppgifterna icke kan tillmätas någon större betydelse.

Övriga sand- och grusförekomster i Sliteområdet är av ingen eller ringa betydelse för vattenförsörjningen, medan glacialeran endast innehåller ringa mängder av ytligt grundvatten (jfr Ekström 1951).

Markytans och berggrundens topografi.

Eftersom endast relativt tunna kvartära avlagringar täcker bergytan, utom i ett par nedan omnämnda fall, avviker en bild av markytans topografiska förhållanden endast obetydligt från berggrundens topografi. Jag har därför nöjt mig med att här redovisa en karta, som med nivåkurvor för var femte meter åskådliggör berggrundstopografin (fig. 1). Från File haidars och Hejnum hållars höjdområden i väster sänker sig berggrundsytan från ca 75 m mot den s. k. Kallgateburg vid ca 38 meters nivån. Till denna nivå nådde ancyclusjöns vågor och i strandlinjen utbildades alltefter förhållandena en strandvall eller ett strandhak. Mellan 38 och 23 meter faller terrängen vid File haidars sydöstra del hastigt på en sträcka av 200—300 meter. Vid 23 meter ligger litorinahavets gräns, även den utbildad med strandvallar och strandhak.

Nedanför litorinagränsen är terrängformerna mera utjämnade och sänkor i berggrundsytan utfyllda med lösa jordlager. Spillings klint, Lännaberget och Bogeklint når över litorinagränsen och vid densamma har litorinahavet utskulpterat raukar.

I dalgången mellan File haidar och Spillings klint är berggrundsytans läge icke känd. Spillings klint och dess fortsättning norrut utgör en vattendelare mellan två bäckar, som båda mynnar i Bogeviden. Dalgången vid File begränsas norrut av en i ost—västlig riktning ca 1 km norr om Othems kyrka gående vattendelare, som fortsätter mot sydväst över Soidbro till File haidar. Nederbördsområdet för den västra av bäckarna vid skärningen med gränsen mellan Othems och Boge socknar har beräknats till 15 km². Den östliga bäckens nederbördsområde omfattar i stort sett dalgången norr om Långume till St. Banne i Lärbro kommun. Nederbördsområdet norr om landsvägen vid Spillings är 10 km².

Mellan Spillings klint och Bogeklint är landskapet obetydligt kuperat och utgör en mot Bogeviden från alla håll sakta fallande slätt. Hela nederbördsområdet till Sju strömmar är omkring 44 km².

Grundvattnets uppträdande.

Förslag till jordvattnets terminologi är tidigare publicerat av Gunnar Ekström (1938).

Grundvatten är det fria vatten, som uppträder under markytan i jordlager och berggrund inom en zon, i vilket det utfyller alla hålrum. Dess hydrostatiska tryck är större än atmosfärtrycket. Hålrummen i jordskorpan varierar i antal, storlek och form inom mycket stora gränser. Det finns sålunda mikroskopiskt små porer mellan partiklarna i leror och lerstenar, större porer mellan kornen i sand och grus. Sprickor i berggrunden kan vara så gott som slutna eller stå öppna, och i kalkstenar kan de genom kalkens utlösning i grundvattnet vidgas till underjordiska kanaler. Ju större öppningarna i berg- eller jordmaterialet är, desto snabbare kan grundvattnet röra sig och desto större blir permeabiliteten, förutsatt att förbindelse finns mellan de olika hålrummen. En avlagring, i vilken kommunicerande porer och sprickor är stora nog att tillåta vattnets strömning mot källor eller brunnar, kallas internationellt en aquifer eller på svenska ett grundvattenförande lager. (Ekström, 1938, p. 11.)

Grundvattenytan är den övre begränsningen av den med vatten fullständigt mättade grundvattenzonen. Det hydrostatiska trycket i denna yta är lika med atmosfärtrycket. Grundvattenytan kommer förr eller senare till synes, när man gräver eller borrar ett hål i jorden. Ovanför den ligger en grundvattenfri zon bestående av en kapillärzon och en jordluftzon, som ligger närmast jordytan.

Om grundvattenytan sänkes genom pumpning, avvattnas en del av materialet i brunnens omgivning. Omvänt innebär en grundvattenhöjning, att förut omättade lager mättas med vatten. När grundvattnet reagerar på detta sätt, föreligger en fri grundvattenyta.

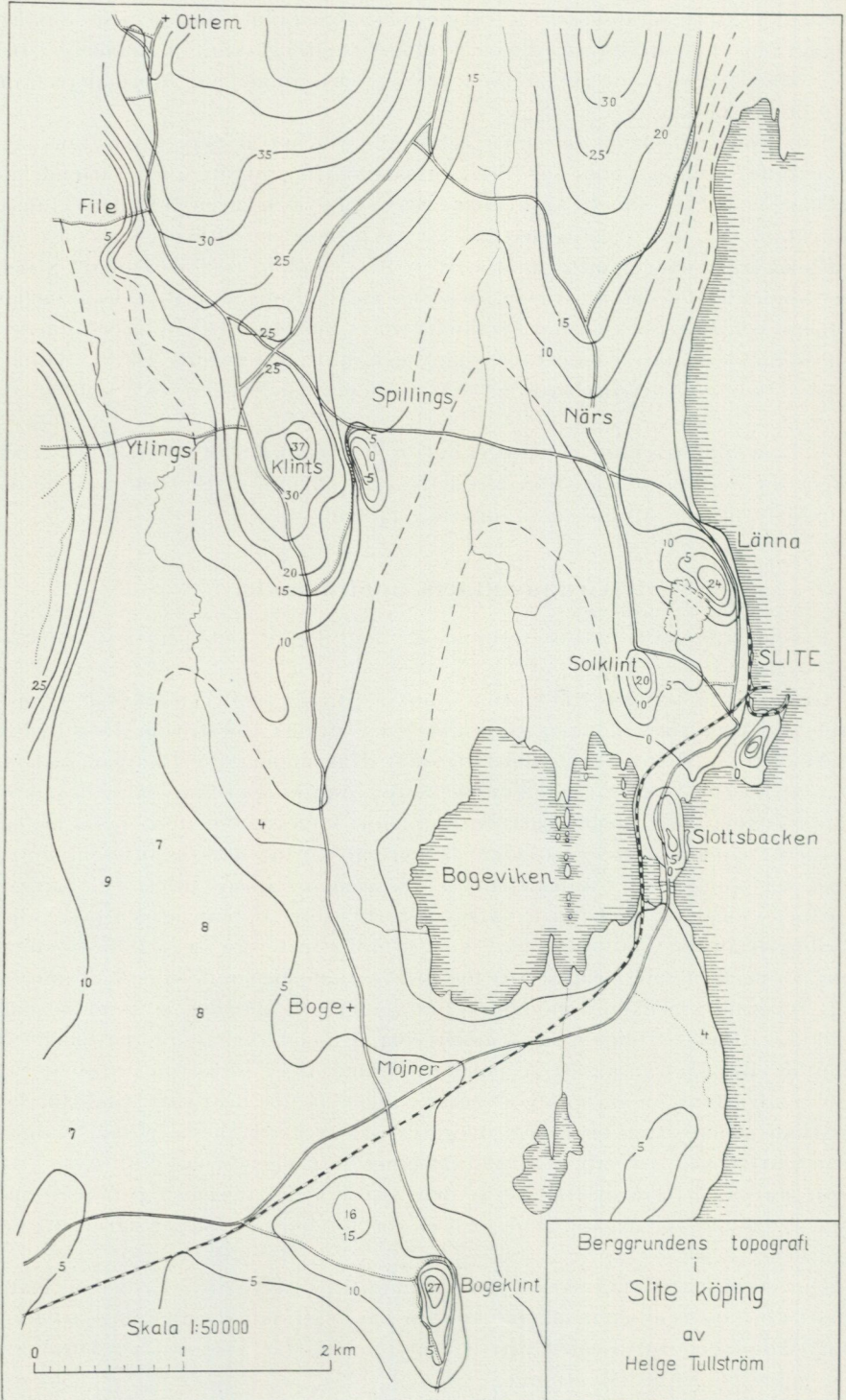


Fig. 1. Berggrundsyttans topografi i Slite. Nivåkurvor med 5 m ekvidistans. Godkänd för publicering den 18/4 1955 i Rikets allm. kartverk.
 Contour map showing the bedrock-surface topography in the Slite area (Contour lines at 5 meter intervals; heights in metres).

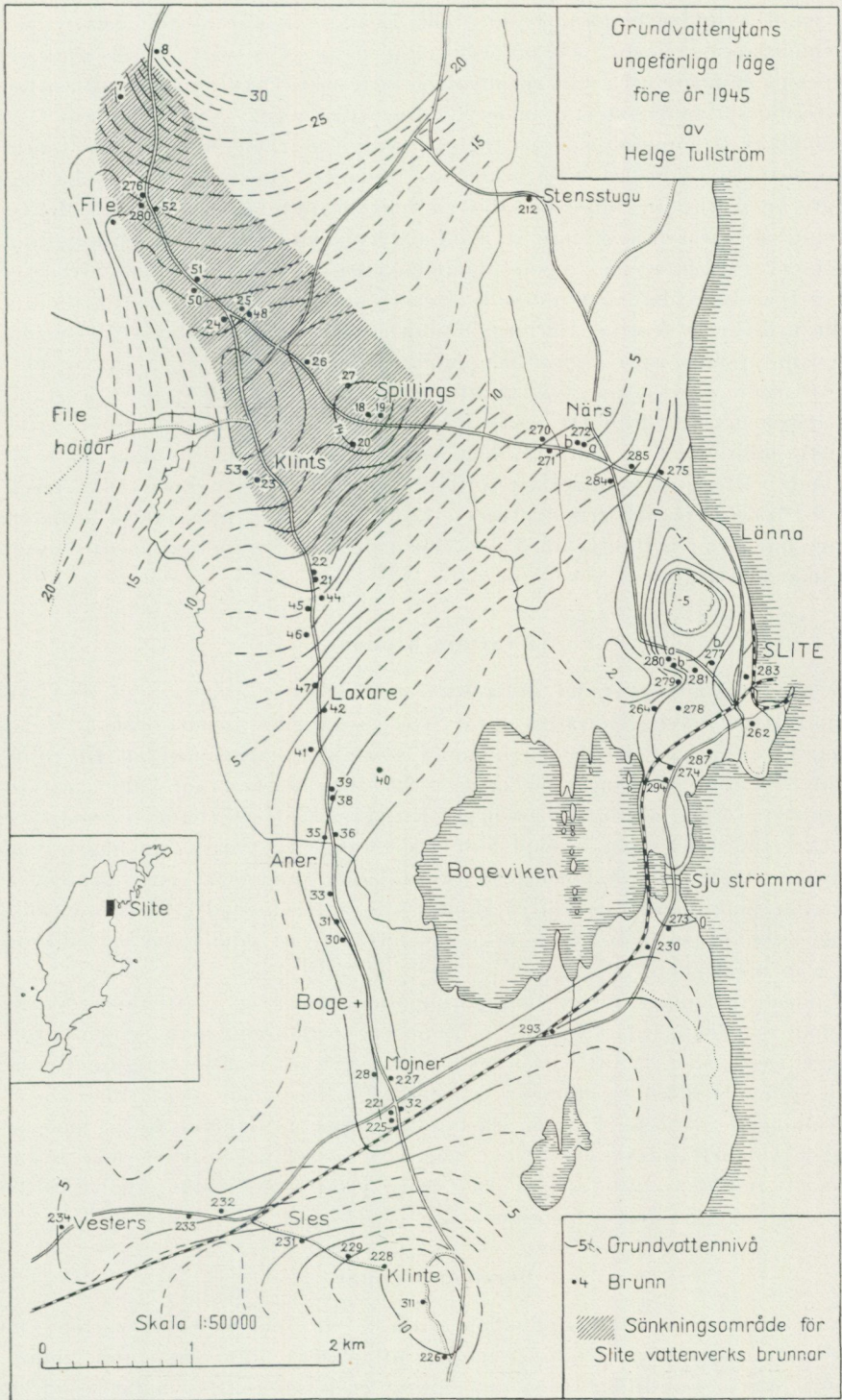


Fig. 2. Grundvattenkarta visande det ungefärliga tillståndet före Slite vattenverks utbyggnad 1945. Med snedstreckning markeras sänkingsområdet för brunnarna nr 20 och 27. Godkänd för publicering den 18/4 1955 i Rikets allm. kartverk.

Approximate ground-water contours (1 metre intervals) before 1945 and the area of depression (shaded) caused by pumping the Wells No. 20 and 27 belonging to the waterworks of Slite.

Om ett grundvattenförande lager, eller aquifer, är begränsat av relativt sett ogenomsläppliga lager, och om tillrinningen av grundvattnet till aquiferen ligger på en högre nivå, blir grundvattnet artesiskt. Detta innebär, att vattnet i det inneslutna lagret står under hydrostatiskt tryck. När ett sådant lager genomborras, kommer grundvattnet att stiga i borrhålet till en nivå, som är lika med det hydrostatiska trycket hos aquiferen. Om tryckytan skulle ligga högre än markytan, blir resultatet en själv rinnande artesisk brunn. Men en brunn kan vara artesisk utan att vara själv rinnande. Om det artesiska grundvattnets tryckyta sänkes genom pumpning eller genom att vattnet själv rinner, avvattnas icke det vattenförande lagret, utan är fortfarande fullständigt fyllt med vatten. Vattnet tillrinner från den högre liggande delen av det mellan ogenomsläppliga lager begränsade grundvattenmagasinet.

En brunn kan naturligtvis få sitt vatten dels från den övre, fria grundvattenzonen, dels från ett vattenförande lager med artesiskt grundvatten. I detta fall skulle man kunna tala om en halvartesisisk brunn, i vilken den resulterande vattenytan kommer att ställa in sig mellan den hydrostatiska tryckytan till det artesiska grundvattnet och den fria grundvattenytan i brunnens omgivning. Det hydrodynamiska trycket i den resulterande grundvattenytan är lika med atmosfärtrycket.

Kvartära brunnar.

I sliteområdet uppträder såväl fritt som artesiskt grundvatten. Det fria grundvattnet föreligger främst i grävda och sprängda, grunda brunnar. I dalgången vid Ytlings, där det förekommer en sänka i berggrundsytan, till en del fylld med sandavlagringar, vilka med säkerhet mottager ansevära vattenkvantiteter från dalsidorna, föreligger fritt grundvatten. Detta är endast till mycket ringa del taget i anspråk för de fåtaliga bostäder, som ligger inom området. Dalgången är emellertid icke nöjaktigt undersökt, men genom ett lämpligt anordnande av vattentäkter torde vattenmängder av storleksordningen 200 m³ per dygn kunna utvinnas, förutsatt att sandlagren har omkring 4—5 m mäktighet.

Endast undantagsvis ger moränbrunnarna tillräckliga vattenmängder för hushåll och ladugårdar. Oftast är brunnarna nedförda i berggrunden några meter. De erhåller då sitt vatten från smärre sprickor i själva berggrundsytan. Den sprängda delen av brunnen tjänstgör som reservoar, men vid torka, då tillrinningen till dessa brunnar nästan helt upphör, tömmas det så magasinerade vattnet ganska snabbt och någon ny påfyllning erhålles icke förrän efter ett regn om minst 25 mm. Det säkraste sättet att i Slite erhålla vatten har visat sig vara genom bergborrning.

Borrade brunnar.

Vid bergborrning träffas ej sällan artesiska eller halvartesisiska vatten. Om artesiskt vatten föreligger är ej möjligt att avgöra utan omfattande pumpförsök. Vattnet i slitemärgelstenen uppträder framförallt i vanligen lodrätt

stående sprickor. Här och var förekommer även vatten i skiktfogarna, men ett studium av förhållandena i Slite cementfabriks stenbrott vid Länna visar tydligt, att de ojämförligt rikligaste flödena kommer från vertikalsprickorna invid stenbrottets botten.

Huvuddelen av brunnarna i slitetrakten eller 35 av 63 undersökta har ett djup mellan 30 och 40 meter. Diametern är vanligen 85 mm. Det har uppgivits, att 6 brunnar lämna otillräcklig, 17 tillräcklig, 14 god och 22 riklig vattenmängd till hushållsförbrukning och ladugårdar. I tabellen å sid. 12 lämnas en sammanfattande översikt över de undersökta brunnarna. Ytterligare ett antal brunnar från själva Slite tätbebyggelse kunde ha medtagits, men eftersom samhället nu fått vattenledning, saknar dessa större betydelse.

Vattenverkets brunnar ligger vid Spillings. För de geologiska förhållandena har redogjorts på sid. 4. År 1940 påbörjades de första undersökningarna för Slite vattenverk. Man fann vid då företagen inventering av befintliga brunnar, att två av dem hade artesiskt vatten. En första kortvarig provpumpning gjordes av brunn nr 18, varvid man fann, att denna gav omkring 1 800 l/h vid 3,6 m avsänkning. Brunn nr 19 provpumpades år 1941 mellan den 10/9 och 18/9. Resultatet av denna provpumpning var, att 5 000 l/h kunde pumpas med 6 m avsänkning. Fortvarighetstillstånd hade aldrig uppnåtts vid detta tillfälle, men det beslöts, att samhällets första vattentäkt skulle placeras vid Spillings. Den avslutades i juli 1945.

Borrningen (Aa 169: 20) utfördes med 203 mm stålrör till berggrunden vid 20 m djup, varefter den fortsattes som stötborrning med 150 mm mejsel till det vattenförande kalkstenslagret på 40 meters djup. Brunnen blev artesisk och vattenståndet 3,6 meter över markytan, när det samtidigt avrann 5 000 l/h eller 120 m³/dygn. Vid rörets mynning på 11,6 m ö. h. borttrann till en början artesiskt 13 800 l/h eller 330 m³/dygn. Efter 9½ timmars pumpning med 29 500 l/h rann åter vatten artesiskt ur borrhålet med 9 000 l/h vid en beräknad avsänkning av 3,4 m. Intensiteten i den artesiska avrinningen avtog för varje dag, och efter 11 dagars pumpning slutade vattnet att rinna över rörkanten. Pumpningen hade successivt ökats till 36 000 l/h men varade fortfarande endast 9½ timme per dygn.

Nästa borrning för vattenverket (Aa 169: 27) utfördes år 1951. Den neddrevs i samma kalkstenslager som föregående brunn och utfördes som en 150 m/m stötborrning. Vattenytan i borrhålet ställde in sig på 13 m ö. h., då samtidigt 5 400 l/h pumpades från den gamla brunnen. Det visade sig, att de båda brunnarna hade förbindelse med varandra. Grundvattenytans läge hade således sjunkit 2 m under den korta tid anläggningen varit i bruk. Medeldygnsförbrukningen var under april—juli 1950 94,4 m³/dygn. Den specifika medeldygnsförbrukningen var under denna tid 158 l/p. d.¹ Sedan dess har förbrukningen ökat genom inkoppling av allt flera fastigheter. Under 1953 åtgick i medeltal 365 m³/dygn och under tiden 1/1—1/4 1954 521 m³/dygn. Vattentäkten måste således legaliseras av vattendomstol och man nödgas på nytt söka efter möjligheter att öka vattentillgångarna.

¹ Liter per person och dygn.

Tabell över borrade brunnar i slitetrakten.

Arkivnr Aa 169:	Borrplats	Diam mm	Marknivå	Bergytans nivå	Djup	Brunnsbott- nens nivå	Grundvattens nivå vid borrning	Mängd	Borrare	År	Kvalitet eller analysdatum
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
226	Klinte I: 4	—	16	15	36	— 20	c 10	tr	Jakobsson	1935	dålig
311	» I: 10	—	14	12	9	+ 5	—	otr	—	—	^{19/5} 53
228	» I: 16	—	14	13	36	— 22	c 10	tr	—	—	god
229	Sles I: 5	—	12,5	10,5	28,5	— 16	9,5	900	Olsson	1950	god
231	» 6: 1	82	12	10	33	— 21	7	rikl.	Jakobsson	1936	^{19/5} 53
232	» 2: 1	75	11	9	34	— 23	5	rikl.	Arvidsson	1936	god
233	Vesters I: 3I	82	10	8	31	— 21	4	god	»	1939	dålig
234	» I: 23	87	7	4,5	22	— 15	4,5	2 400	»	1939	god
225	Mojner I: 52	85	7	6,5	28	— 21	2	2 500	»	1938	god
221	» I: 51	85	7	7	37	— 30	2	1 800	»	1938	^{5/9} 53
32	» I: 10	85	6	6	47	— 41	4,3	3 500	Jakobsson	1935	god
227	» I: 44	—	7	6,4	36	— 29	1,5	rikl.	Olsson	1950	god
28	» I: 47	85	6	5,5	49	— 43	3	god	—	1946	^{16/7} 52
30	» I: 8	—	5	4,5	20	— 15	—	—	—	1949	mycket salt
31	Aner I: 15	85	5	—	14	— 9	—	tr	Olsson	1950	^{16/7} 52
33	» I: 5	85	4	3,5	33	— 29	1,5	tr	Jakobsson	1922	obet. salt
35	» I: 19	85	4	4	32	— 28	—	god	—	—	salt
36 b	Laxare I: 25	85	4	2	23	— 19	1,7	100	—	1948	salt
38	» I: 34	85	5	5	33	— 28	2	tr	Jakobsson	—	^{9/5} 53
39	» I: 22	85	6	4,5	23	— 17	2	tr	Olsson	1950	god
40	» I: 21	75	5	2	22	— 17	—	god	Jakobsson	1922	ngt salt
41	» I: 29	75	7	6	28	— 21	3	god	»	1924	god
42	» I: 17	84	8	8	30	— 22	4	tr	Ahlqvist	1939	dålig
47	» I: 11	75	8	—	20	— 12	—	tr	—	1914	dålig
46	» I: 13 C	85	12	9	25	— 13	8	tr	Jakobsson	1932	^{19/5} 53
45	» I: 13 D	—	14,5	14	23	— 8,5	—	tr	Hallin	1945	dålig
44	» I: 14	85	14	14	26	— 12	c 8	tr	Jakobsson	1937	god
21	Hus å Klints I: 3	85	17	16,5	28	— 11	10	—	—	—	—
22	» » »	85	18,5	18	30	— 11,5	10	tr	—	—	god
23	Klints I: 3	85	29	29	40	— 11	14	god	Jakobsson	1939	dålig
53	» I: 16	85	27	27	37	— 10	15	tr	—	—	ej fullgod

20	Spillings I: 8	150	11,6	-8,4	41	-29,4	15,2	29 500	Jakobsson	1945	ngt salt, 1952
18	» I: 23	80	12	11	?	?	c 14	2 000	—	—	god
19	» I: 22	85	12	11	22	-10	c 14	4 880	—	—	god
27	» I: 14	150	14	13	40	-26	13	18 000	Jakobsson	1951	1951
26	» I: 12	85	24	—	31	-7	13	—	—	—	dålig
24	» I: 32	85	25	24	22	+3	13,5	—	—	—	god
48	Otemars I: 14	—	26	26	37	-11	15	1 500	—	1944	god
25	Ytlings I: 44	85	26,5	24,5	33	-7,5	15	2 100	—	—	god
50	» I: 31	85	26	25,6	25	+1	17	otr	Lingstedt	1950	god
51 a	Otemars I: 40	85	26	25,6	29	-3	—	god	—	1938	³ / ₈ 53
295	File I: 10	85	25	6	39	-14	—	tr	Buskas	1953	—
286	» I: 11	85	33	26	44	-11	c 17	god	Jakobsson	—	god
52	Otemars I: 37	85	33,5	33	38	-4,5	17	god	Yttergren	1944	god
276	Kviende I: 11	85	33	27	25	+8	—	otr	Lingstedt	1950	god
293	Mojner I: 46	86	6	4	33	-27	2	god	Arvidsson	1938	god
230	» I: 24	85	3,5	0,5	32	-28,5	0,5	god	»	1938	god
273	» I: 49	80	3	2,5	34	-31	0	rikl.	Jakobsson	1936	god
294	Klints I: 4	72	3	0	40	-37	0	rikl.	Arvidsson	1936	³ / ₈ 39
274	» I: 7	85	2	-3	36	-34	-1	god	»	1938	obet. salt
287	Österby I: 263	85	1,5	0,5	35	-33,5	-1,4	god	»	1937	obet. salt
262	Slite hotell	80	5	-2,5	35	-30	0	god	Jakobsson	1936	salt
264	Närs I: 103	85	8	6,5	39	-31	-0,5	rikl.	Arvidsson	1937	god
278	Kv. Parken	85	5	2,5	25	-20	?	rikl.	Hansson	1936	god
279	Lindhagsvägen	85	6	3	35	-28	1	rikl.	Arvidsson	1936	god
280 a	»	85	9	6	37	-28	-3	god	»	1939	god
280 b	»	85	9	8	35	-26	-2	god	»	1939	god
281	Mellangatan	85	9	8	35	-26	-2	god	»	1939	god
277 b	Österby I: 64	?	6	2,5	39	-33	-1,5	otr	»	1936	?
283	» I: 15	85	2	1	32	-30	0,2	god	»	1936	god
275	Kv. Ryssjan 12	85	6	3	37	-31	0	—	Jakobsson	1936	salt
285	Kv. Ryssjan	85	8	3	32	-24	3	rikl.	»	1936	god
284	Närs I: 179	87	8	5	31	-23	3,3	2 100	Arvidsson	1939	god
272 a	» I: 70	85	7	6,5	24	-17	5	rikl.	»	1936	dålig
272 b	» I: 100	85	7	?	30	-23	?	?	Jakobsson	?	ngt salt
270	» I: 22	85	6,5	4,5	33	-26,5	6	god	»	1923	ngt salt
271	» I: 155	85	6	3,5	28	-22	?	tr	»	1930	salt
Aa 171:											
212	Stenstugu I: 8	84	14	13	24	-10	11	rikl.	Arvidsson	1938	god
12	Sudervange I: 9	85	c 24	24	27	-3	c 20	god	Boberg	1951	ngt salt ibland
7	Kviende I: 1	85	35	35	47	-12	15	tr	Olsson	1951	—
8	» I: 6	84	38	33	22	+16	30	god	Arvidsson	1936	¹⁹ / ₈ 53
N:o	Locality	Diom	Soil surface	Rock surface	Depth	Bottom level of the well	Ground water surface	Yield	Well drilling company		Quality or date of analysis

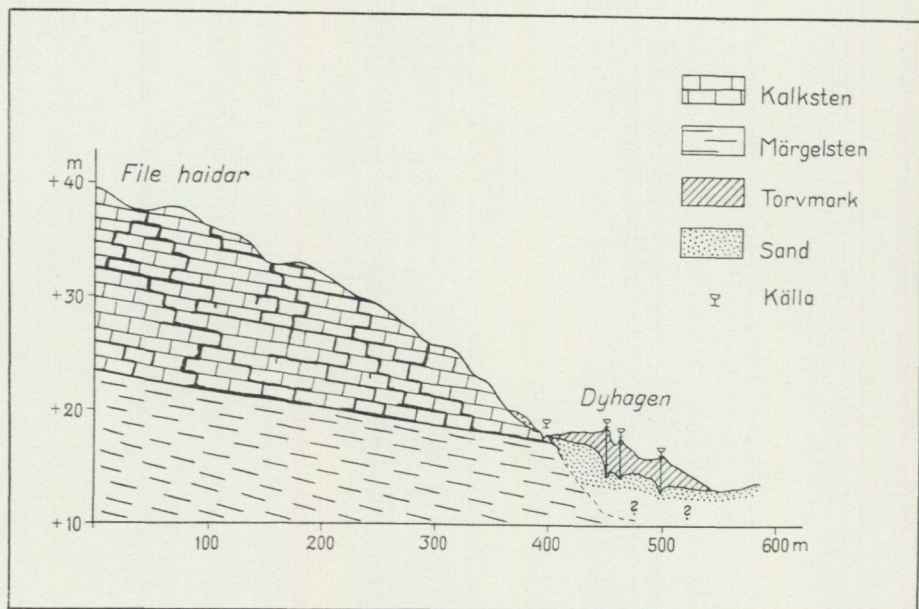


Fig. 3. Geologisk profil genom Dyhagens källor.

Geological section of the Dyhagen Springs.

Kalksten = limestone, märgelsten = marl, torvmark = bog, sand = sand, källa = spring.

Källor

Under undersökningarna har källor påträffats endast på några få ställen. Strax norr om Othems kyrka finns en källa, som utbyggt så, att den nöd-torftigt kan förse kyrkogården och prästgården med vatten. Vattnet kommer ur isälvgrus helt nära kalkstenshällen.

Öster om Spillingsklint finns en mindre källa, som förser en liten lantgård med vatten. Vattnet räcker nätt och jämnt under torra perioder. Vattnet samlas upp i en i märgelstenen gjord urholkning och kommer sannolikt fram ovanpå märgelstenen i gränsytan till den överlagrande kalkstenen.

En samling källor, som förtjänar ett särskilt omnämnande, finns i och väster om den s. k. Dyhagen på fastigheten Klints 1¹⁶. Källorna mynnar dels i toppen av torvkupoler ute i myren dels i myrkanten, där vattnet kommer ur kalkberget. Förhållandena vid Dyhagen är ingående behandlade av Gösta Lundqvist (1928, p. 99). Källorna i myren erhåller sitt vatten ur sandlager, som utgör myrens underlag. Sanden i sin tur synes erhålla sitt vatten från File haidar, på sätt som åskådliggjorts i fig. 3. Kalkstenen underlagras av slitemärgelsten, på vars yta vatten ansamlas och rinner av i gränsytans lutningsriktning. Ett av källflödena kommer direkt ur kalkberget. Den 19/7 1952 gjordes ett försök att mäta avrinningen från denna källa på följande sätt. En fördämning bestående av en jordvall gjordes i avloppet från källan. När vattnet hade stigit så mycket, att det precis började rinna över, östes 100 liter vatten ur källan och tiden togs, tills vatten på nytt började rinna över jordvallen.

Det visade sig, att källans kapacitet var 4 000 l/h. Då det samtidigt rann bort vatten från källorna i Dyhagen med minst samma belopp, är det ingen överdrift att uppskatta avrinningen till omkring 180 m³/dygn. Vattnet ger upphov till en liten bäck, som sedan förenar sig med den från Ytlings kommande bäcken.

En egendomlighet i samband med vattenflödet i bäcken kan anföras. Man har vid de gårdar, som ligger vid bäcken i Boge, iakttagit, att den i denna del av sitt lopp sommartid nästan torra bäcken stundom under ett par dagar blir rikligt vattenförande, fastän det icke under tiden fallit nederbörd. Jag tyckte, att berättelserna om bäcken verkade otroliga, i synnerhet som några av bönderna satte fenomenet i samband med månstånd och väder, tills jag en dag fick en redogörelse för en annan egendomlighet, som kan sättas i samband med bäckens tillfälliga rikare vattenflöden.

Vid Slite cementfabriks undersökningar av kalkstenen på File haidar hade man gjort ett djupt schakt. Vid arbetet med schaktet påträffades ett vattenförande skikt och schaktet fylldes nästan med vatten, så att det måste övergivas. Vid andra arbeten i närheten gick en av företagets ingenjörer ofta förbi schaktet och lade märke till att vattnet steg. En dag, när han kom förbi, var det emellertid tomt och eftersom det föreföll honom egendomligt, studerades i fortsättningen förhållandena vid schaktet. Det visade sig, att vattnet efter någon tid på nytt började stiga, varefter schaktet ånyo hastigt tömdes, sedan vattnet nått en viss nivå. Förklaringen till fenomenet synes vara, att någon sifon småningom fylls och träder i funktion, när vattnet i magasinet nått hävertens övre nivå, varefter hela magasinet plötsligt tömmes.

Nederbördsförhållanden.

Medelnederbördens storlek i sliteområdet uppgår till 500 mm per år (Pers-hagen, 1951, p. 148). Under vegetationsperioden maj—oktober är nederbörden 270—280 mm och under tiden november—april 230 mm. Sommarens nederbörd faller huvudsakligen i form av skurar. Vinternederbörden införes huvudsakligen med nordostliga till sydostliga vindar, och omkring 15—20 % av årsnederbörden utgöres av snö.

Av nederbörden avdunstar årligen omkring 350—400 mm (Melin, 1951, p. 140). Återstoden 100—150 mm står sålunda till förfogande för infiltration och ytavrinning. Infiltrationens storlek är beroende av geologiska faktorer. Sålunda är den ganska stor på hållmarksområden, där vattnet snabbt försvinner ner i den sprickrika kalkstenen, medan betydligt mindre vattmängder förmår tränga ner genom moränlerorna (jfr även Ekström 1948). Sommarnederbörden avdunstar och transpirerar genom växtligheten så gott som fullständigt, om regnen icke är mera långvariga. Den största påfyllningen av grundvattenmagasinen sker med höstregnen och vid snösmältningen. Vid denna tid är avdunstningen på grund av luftens lägre temperatur minst. Inom File haidar har grundvattennivån uppmätts till + 48 meter under snösmältningen i början av april, medan den redan i juni hade sjunkit till + 38 meter.

Avtappningen av grundvattenmagasinen går sålunda ganska fort, och om vårnederbörden blir liten, uppstår det inom stora delar av Gotland svårigheter med vattenförsörjningen någon gång i mitten av augusti, svårigheter som nederbördsfattiga höstar varar ända till slutet av december.

Grundvattennivåer.

Eftersom observationsmaterialet är mycket heterogent, har inte någon grundvattenkarta för ett bestämt datum kunnat ritas. Den karta, som på fig. 2 presenteras över grundvattenytans ungefärliga läge, hänför sig till mätningar vid brunnarnas borrning, samt i de sydligaste delarna till mätningar i samband med intervjuer vid förf. besök på platsen. Avsikten är att ungefärligt rekonstruera tillståndet, innan Slite vattenverks brunnar togs i bruk. Grundvattenströmmarnas riktning är vinkelrät mot nivåkurvorna. Vattnet avrinner således inom huvuddelen av undersökningsområdet mot havet och Bogeviden. Grundvattenytan i klintarna ligger vanligen högre än i deras omgivning. Detta hänger sannolikt samman med, att den täta mägerstenens yta under klinten är skålförmigt nerpressad, så att ett mindre vattenmagasin kan hållas kvar.

Ett särskilt sänkningsområde har utbildats omkring stenbrottet vid Länna och under tätbebyggelsen i Slite. Från stenbrottet pumpas omkring 500 m³ per dygn, varav ca 80 % består av inträngande vatten från Östersjön, medan resten utgöres av grundvatten, som rinner till nära botten i den västra delen av stenbrottet. Detta vatten är sålunda sött, medan det i östra delen är salthaltigt. I stenbrottets botten finns ett borrhål, som självrinner med omkring 3 500 l/h. Borrhålet är enligt uppgift över 30 meter djupt och för ett något bräckt vatten.

Grundvattenytan söder om stenbrottet låg 1945 en till två meter under havsytans nivå. Inom ca 47 hektar förbrukades av omkring 1 200 personer 144 m³/dygn beräknat med en specifik medeldygnsförbrukning av 120 l/p. d. Om den för infiltration och avrinning tillgängliga nederbörden antages vara 100 mm om året och under antagande av att hälften infiltreras i berggrunden blir tillförseln till samma yta blott 62 m³/dag. Sålunda förbrukas omkring 80 m³/dygn mera, än vad som tillföres genom nederbörden. Detta är orsaken till grundvattenytans nerbuktning under samhället. Hälften av underskottet kan antagas bli infiltrerat från Östersjön, vilket är anledningen till, att brunnarna i östligaste och södra delen av samhället blivit saltvattensförande. Kloridhalten i grundvattnet varierar där i stort sett mellan 1 500 och 250 mg/l.

Efterhand som vattenledning installeras i samhället, kommer sannolikt den ur berggrunden uppfordrade grundvattenmängden att bli mindre än den infiltrerade nederbörds mängden och grundvattenytan åter att stiga över havets nivå, varvid saltvatteninfiltrationen kommer att upphöra.

I dalgången vid File—Ytlings böjer grundvattnets nivåkurvor mot norr på ett markant sätt (fig. 2). Grundvattenavrinningen i dalgången sker delvis till den där rinnande bäcken. De kvartära sand- och gruslagren liksom den större sprickighet i berggrundsytan, som ofta kan konstateras i dalstråk

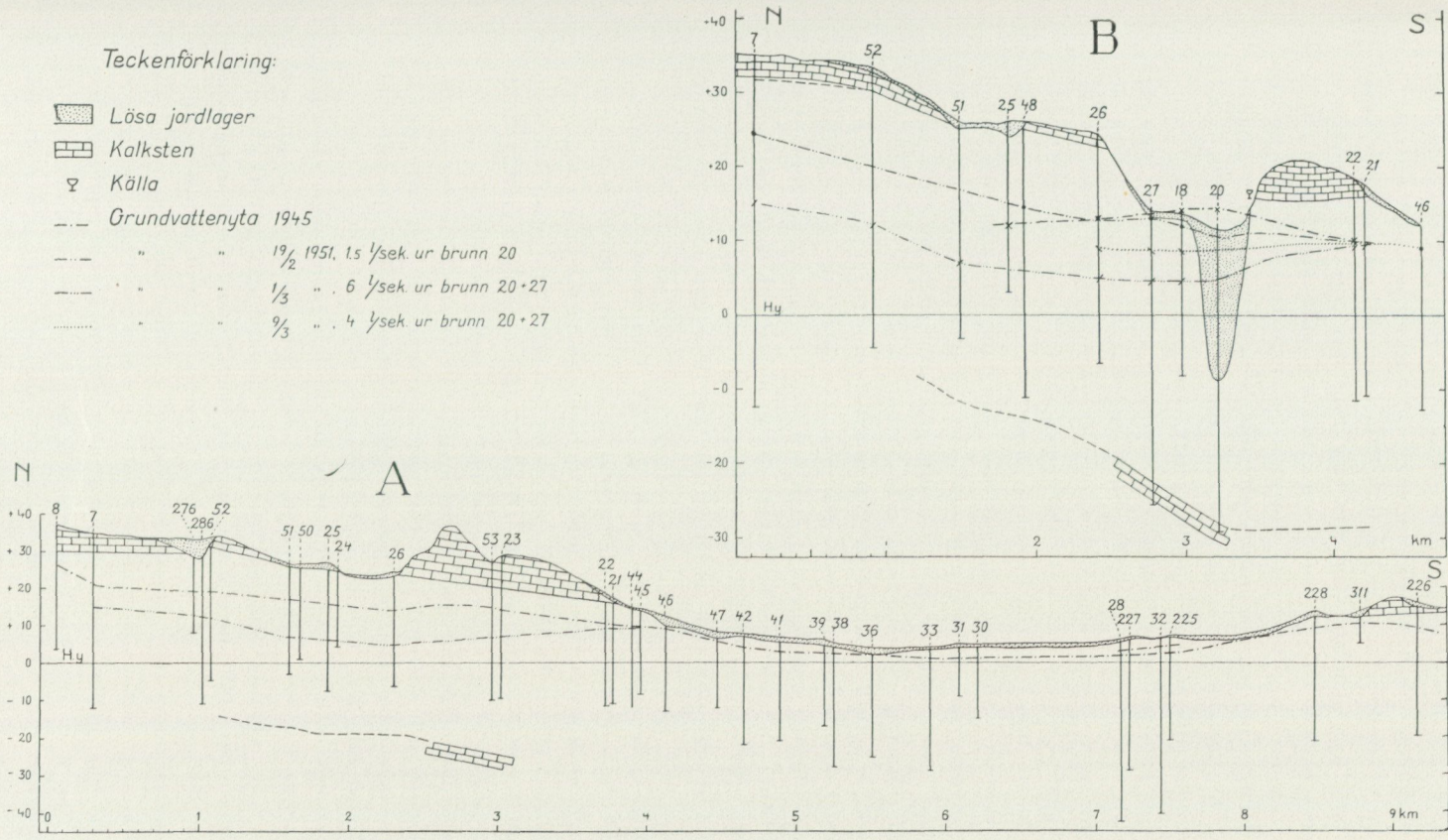


Fig. 4. A. Profil Othem — Klints — Boge — Bogeclint.
 B. Profil Othem — Spillings, delvis sammanfallande med A.
 Bilden visar de geologiska förhållandena, några av de undersökta brunnarnas lägen och djup samt grundvattenytans sänkning vid provpumpning av brunnarna 20 och 27.
 A. Section Othem — Klints — Boge — Bogeclint.
 B. Section Othem — Spillings, partly coinciding with A.
 The figures show the geological conditions, the location and depth of some investigated wells and the depression of the ground-water level when pumping the Wells No. 20 and 27.

verkar även dränerande. Vilken av de sistnämnda möjligheterna som överväger bör bli föremål för undersökning vid en utvidgning av Slite vattenverk.

Fig. 4 a är en profil utmed vägen från Othems kyrkskola via Boge kyrka till Bogeklint. Den åskådliggör grundvattenytans läge före provpumpningen av vattenverkets brunnar och vid den maximala avsänkningen den $\frac{1}{3}$ 1951. Brunnarnas lägen har projicierats vinkelrätt mot profilsnittet. På fig. 4 a har icke vattenverkets brunnar införts, eftersom de ligger för långt på sidan om profillinjen. Det genom borrningarna kända undre kalkstenslagret har dock införts i profilen, liksom dess sannolika utsträckning åt norr.

På grund av den borrhmetod, som användes av alla gotlandsborrare, kan man utgå ifrån att borrningarna avslutats högst en eller annan meter under den vattenförande nivån. Borrverktyget består av en vid ett rör fäst mejsel, i vilken det finns kanaler, som står i förbindelse med röret. Vid kopplingen mellan mejsel och borrhör finns en liten kulventil, så att borrhstången vid den upp- och nedgående rörelsen samtidigt fungerar som slampump. På det uppumpade slammiga vattnets mängd kan man omedelbart märka, när tillrinningen till borrhålet ökar. Det är således lätt för uppdragsgivaren att avgöra, när vattenmängden är tillräckligt stor, och då avbryta borrningen.

Fig. 4 B är en profil lagd genom vattenverksbrunnarna nr 27 och nr 20. I sin norra del sammanfaller de båda profilerna A och B i fig. 4.

1945 var brunn nr 20 nyborrad medan brunn nr 27 ännu icke kommit till utförande. Brunn nr 20 var, som framgår av grundvattenkurvan på fig. 4 B, själv rinnande i likhet med brunn nr 18. Den inlagda kurvan för 15 sept. 1945 representerar den resulterande grundvattenytan, då brunn nr 20 levererade 1,13 l/sek.

Sedan länge hade området kring Spillings varit vattensjukt, och man kan anta, att det djupare artesiska grundvattnet läckt ut här. Den kvartära överfördjupning, som konstaterats nå minst 20 meter under markytan, kan verksamt ha bidragit till att förmedla det artesiska trycket från djupare till högre belägna spricksystem. I brunnarna nr 18 och 19, som är relativt grunda, rådde före borrningen av brunn nr 20 i det närmaste artesiska förhållanden.

Den nya brunnen (nr 20) hade högre hydrostatiskt tryck än övriga närliggande brunnar och vatten från detta borrhål trängde ut i de övre spricksystemen i berggrunden. Den resulterande grundvattenytan blev på grund av alla dessa omständigheter domformigt upplyft.

Fig. 4 B visar även läget av grundvattenytan före provpumpningen i februari 1951. Vid denna tid levererades omkring 1,5 l/sek till förbrukare i Slite och brunn nr 27 var nyborrad. Vid den följande provpumpningen påverkades ett stort antal brunnar. Det ungefärliga område, inom vilket avsänkningen av grundvattnet blev märkbart, har på fig. 2 markerats med snedskuggning. Grundvattenytan under provpumpningen vid två tillfällen, när 6 resp. 4 l/sek uppforderades ur de båda brunnarna nr 27 och 20, har även inlagts på fig. 4 B.

Brunnskurvorna under 1953—1954 för några brunnar vid Spillings har redovisats i fig. 5 som utgör ett sammandrag av en sammanställning av Allmänna ingenjörbyrå AB. Brunn nr 22 har tidigare visat sig så gott som

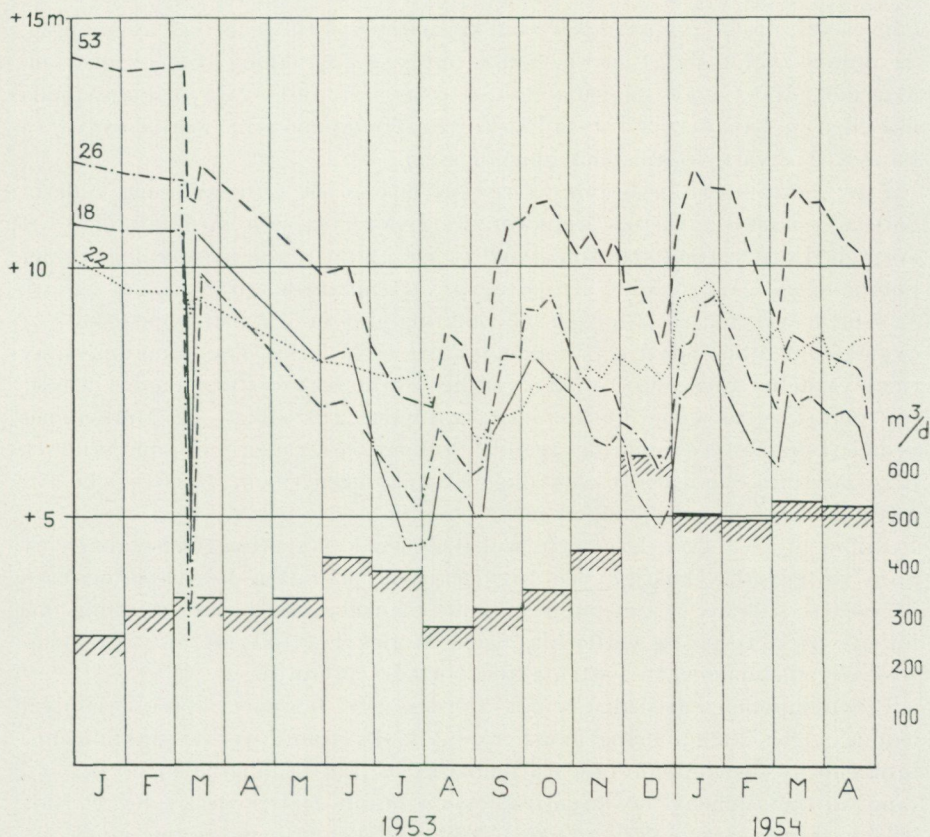


Fig. 5. Brunnskurvor för fyra brunnar vid Spillings samt medeldygnsförbrukningen vid Slite vattenverk.

Diagram showing fluctuation of the water-table in four wells at Spillings and average diurnal consumption of water in m^3 per 24 hours at the waterworks at Slite.

oberoende av vattenuttaget vid brunn nr 20 och 27. Dess brunnskurva åskådliggör närmast det enbart av väderleken beroende grundvattenståndet. Kurvorna är ställda i relation till medeldygnsförbrukningens månadsmedeltal uttryckt i m^3 /dygn.

Provpumpningar.

Det första förberedande propumpningsförsöket gjordes i brunn nr 18 år 1940. Pumpningen utfördes med en brandspruta, som kopplades direkt till beklädnadsröret i brunnen. Pumpningen varade endast en halv dag, då pumpen sög in luft från ytliga sprickor i berggrunden, sedan den sprängda brunnen omkring beklädnadsröret tömtes på sitt innehåll av vatten. Brunnen gav omkring 8 000 l/h vid 3 m avsänkning.

Ett andra propumpningsförsök gjordes i brunn nr 19 år 1941, men pumpningen varade icke mer än nio dagar. Det framgick emellertid, att avsänk-

ningen var direkt proportionell mot kapaciteten intill 5 meters avsänkning, då brunnen lämnade 4 500 l/h. Vid ytterligare avsänkning började inströmning-motståndet göra sig gällande och 5 400 l/h torde vara den maximala mängd som kan uttagas ur brunn 19. Provpumpningarna leddes av G. C. Laurell. Fortvarighetstillstånd uppnåddes ej.

Efter borrningen av brunn nr 20 anordnades en provpumpning i detta borrhål genom att vattnet uppfordrades genom blåsning med luft. Till att börja med fick vattnet självrinna med 14 400 l/h vid 3,4 m avsänkning. Under pumpningens gång ökades den uttagna vattenmängden från 29 000 l/h till 32 000 l/h, varvid avsänkningen var omkring 11,6 m. Tyvärr pumpades icke dygnet runt utan endast 9,5 timmar per dag, och därför blev pumpningen av ringa värde för bedömning av den verkliga uttagbara vattenmängden. Under provpumpningens gång försämrades kvaliteten, till vilket jag återkommer nedan. Inverkan på omkringliggande brunnar under den tid, som brunnen fick självrinna var ganska obetydlig. Avsänkningen i dem översteg icke två meter under hela provpumpningen.

Brunn nr 20 togs sedermera i bruk vid den första utbyggnadsetappen av Slite vattenverk. Omkring 600 personer fick då vatten från Spillings och någon reserv fanns ej, om pumpen skulle mankera. Av denna anledning och för att på nytt pröva vattentillgångens storlek i avsikt att få vattendomstolens godkännande av vattentäkten borrades brunn nr 27.

Provpumpningen av denna brunn utfördes under februari—april 1951 under ledning av Allmänna Ingenjörbyrå AB. Diagram över avsänkningen i brunn nr 27, den uppfordrade vattenmängden från brunnarna nr 20 och 27, samt vattnets innehåll av negativa joner i brunn 27 redovisas i fig. 6. Närbelägna brunnars reaktion vid några skilda tillfällen framgår av fig. 4 (sid. 17). Under januari 1951 föll 65,7 mm nederbörd, under februari 41,8 mm och under mars 51,2 mm i Slite. Snösmältningen inträffade först under april månad. Brunnarna nr 20 och 27 var båda nedförda till samma vattenförande lager och ansågs kunna betraktas som en vattentäkt.

Relationen mellan avsänkning och uppfordrad vattenmängd från de båda brunnarna åskådliggöres i fig. 7. Därav framgår att grundvattnet är artesisikt med en specifik kapacitet av 2 700 l/h m. Vid större avsänkning än 7 meter d.v.s. till nivån + 8 m stiger kloridhalten i vattnet betydligt.

Grundvattenanalyser.

Inom Slite kommun har förutsättningslöst tagna vattenprover analyserats. Provtagningen har skett under år 1953 i samband med generalplaneutredningen för vatten och avlopp inom Gotlands län. Slite vattenverks brunnar har även provtagits vid skilda tillfällen. Ett stort antal äldre analysprotokoll från bestämningar av kloridjonhalten finns arkiverade vid Lantbrukskemiska kontrollstationen i Visby. Dess föreståndare civiling. G. Lyttkens har beredvilligt lämnat hela materialet för bearbetning vid Sveriges geologiska undersökning.

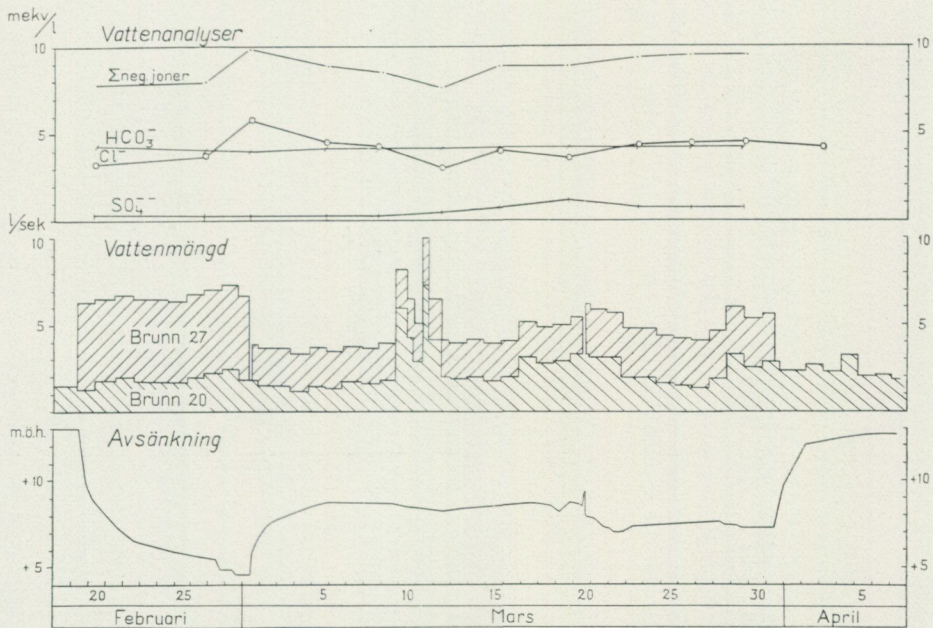


Fig. 6. Vattenanalyser, uppumpad vattenmängd och däremot svarande grundvattenavsänkning under provpumpningen av brunn nr 27 år 1951.

Water-analyses, yield of water and drawdown of well 27 during a pumping test in 1951.

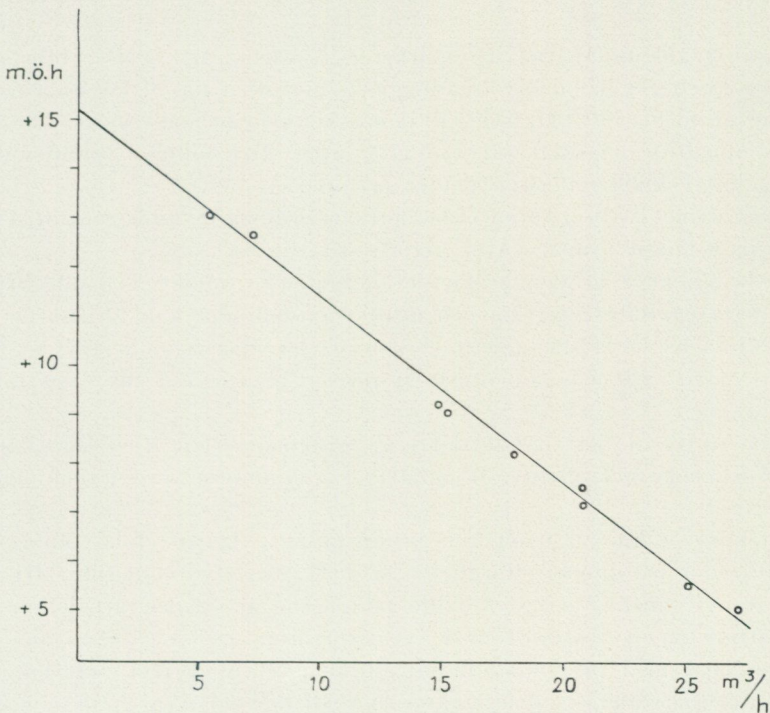


Fig. 7. Relationen mellan grundvattenytans avsänkning och uppfordrad vattenmängd vid provpumpning av brunn nr 27, 1951.

Relation between the drawdown of the water table and yield by a pumping test at Well No. 27, 1951.

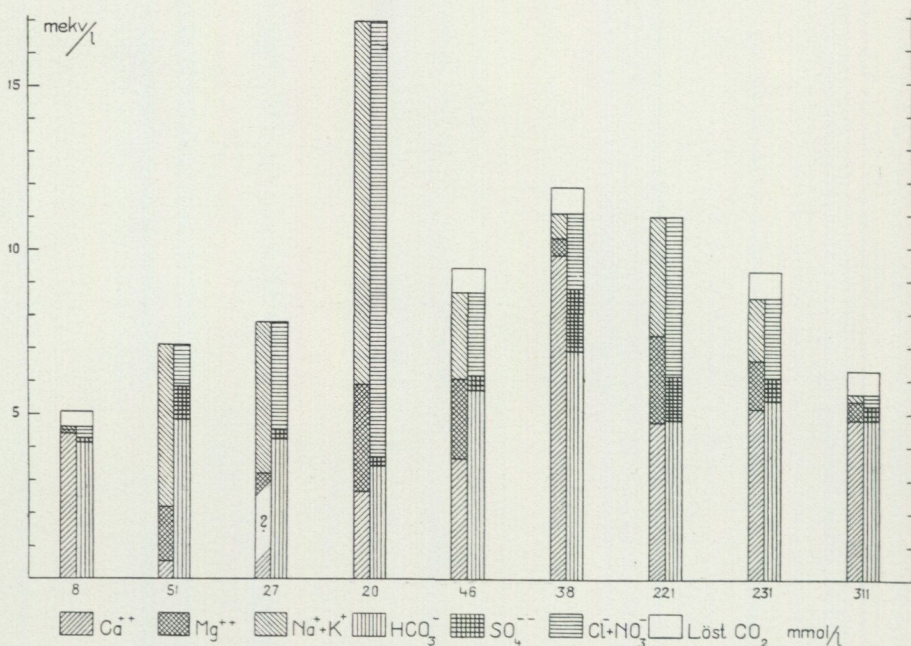


Fig. 8. Grundvattenanalyser från Slite, jfr tabell å sid. 25.

Analyses of ground water in Slite. Numbers refer to the map (fig. 9) and to the analyses in the table on page 25.

De provtagna brunnarna har markerats å kartan fig. 9. Där fullständiga analyser föreligger har dessa åskådliggjorts grafiskt i fig. 8. På stapelns topp har därvid införts löst CO_2 , i de fall denna komponent analyserats. I de övriga saknas uppgifter om koldioxid. Denna är uttryckt i millimol per liter medan jonerna uttryckts i milliekvivalenter per liter.

I diagrammet är brunnarna ordnade i den ordning de intar geografiskt med brunn nr 8 längst i norr och nr 311 i söder (fig. 9).

Vid brunn nr 8 är den geologiska miljön icke nöjaktigt känd. Brunnen ligger nära en isälvsavlagring och infiltrationsområdet kan förutsättas ligga nära brunnen. De lösta jonerna består därför övervägande av Ca^{++} och HCO_3^- . Järn- och manganhalten var resp. 0,17 och 0,08 mg/l (jfr tabellen å sid. 25).

Brunn nr 51 är borrarad företrädesvis i slitemärgelsten. Den låga kalciumhalten och höga alkalihalten är påfallande i jämförelse med fördelningen av anjonerna.

Vattenprover från vattenverkets brunn nr 27 är tyvärr endast analyserade med avseende på anjoner. Hårdheten är d. $^{20}/_2$ 1951 bestämd till 9 dH vilket motsvarar 3,2 mekv Ca^{++} . Alkalimetalljonerna är således rätt dominerande och vattnet något besläktat med vattnet i brunn nr 51.

I samband med propumpningsdiagrammet å fig. 6 redovisas anjonkoncentrationerna under olika tidpunkter i förhållande till övriga propumpningsdata. Under propumpningen steg hårdheten till omkring 11 dH = 3,9

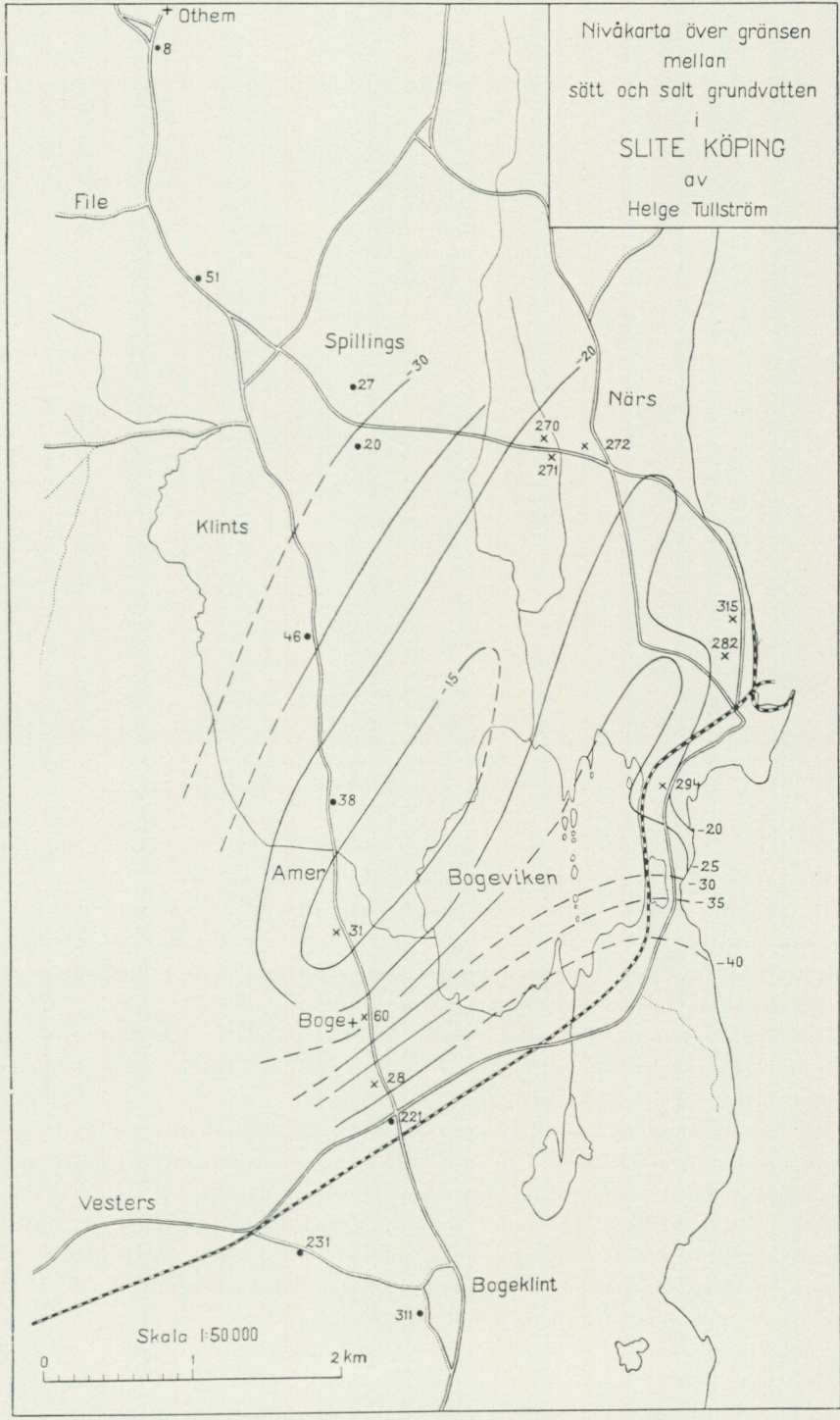


Fig. 9. Nivåkarta över gränsen mellan sött och salt grundvatten vid Slite. Med punkter och kryss markerade brunnar hänför sig till tabellerna över vatten- resp. kloridanalyser å sid. 25. Godkänd för publicering den 18/4 1955 i Rikets allm. kartverk.

Map showing the contours of the occurrence of salt ground-water in the Slite area. Dot and cross marked wells refer to the water analyses and chlorine analyses in the tables on page 25.

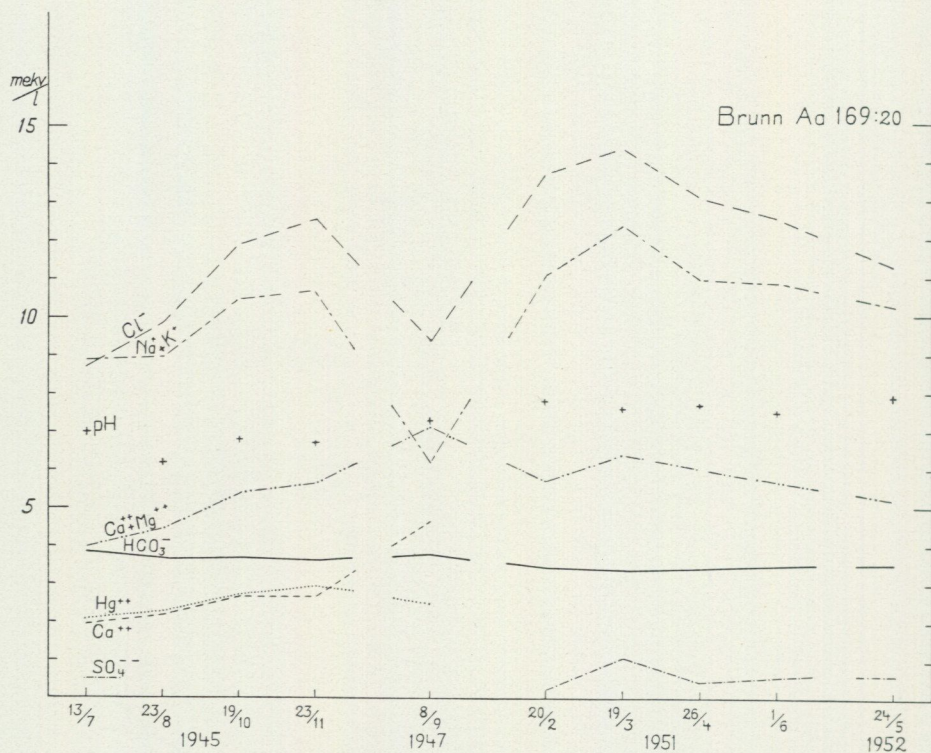


Fig. 10. Den kemiska sammansättningen förändringar hos grundvattnet vid brunn nr 20.
Change in chemical composition of the ground water in Well No. 20.

mekv Ca^{++} , och vattnet förändrades i riktning mot den vattentyp, som företrädes av brunn nr 20. Kloridhalten steg dock icke så högt.

Provtagningen i brunn nr 20 är gjord under den tid, brunnen kontinuerligt lämnade vatten till Slite (d. 20/2 1951). I vattnet kompenseras bikarbonatjon helt av $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ liksom fallet är i samtliga analyser på vatten från sydligare belägna brunnar inom undersökningsområdet.

Den höga natriumkloridhalten beror sannolikt på att en omvänd sänkings-tratt för gränsen mellan sött och salt vatten utbildats under pumpningen av denna brunn.

För fullständighetens skull redovisas i fig. 10 förändringarna av vatten-sammansättningen vid brunn nr 20. Under provpumpningen 1945 steg samtliga jonkoncentrationer utom bikarbonatjonkoncentrationen, som ständigt varit konstant. Efter uppehåll i pumpningarna hade vattnet 1947 fått en annan karaktär, i det att relationerna mellan Ca^{++} , Mg^{++} och alkalimetalljonerna ändrats så, att de mera liknade förhållandena vid brunn nr 46. Tyvärr har därefter endast totalhårdheten bestämts.

En successiv ökning av hårdheten ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) mot söder har konstaterats. Ett relativt maximum visar vattnet i brunn nr 38 i detta avseende. Här har dessutom sulfathalten ökat betydligt. Söder om brunn nr 38 sker

sedan en återgång med samtidig minskning av hårdheten och sulfathalten. Relationen mellan å ena sidan Ca^{++} och HCO_3^- och å andra sidan Mg^{++} och SO_4^{++} blir ganska konstant från brunnen nr 22I till nr 31I. Vid jämförelse med kartan å fig. 2 (sid. 9) är detta ganska naturligt, eftersom dessa senare brunnar tillhör ett annat vattenområde, i vilket grundvattnet strömmar från söder mot norr och nordost. Även här sjunker totalkoncentrationen av de lösta salterna, när man närmar sig nederbördsområdet för detta grundvatten d. v. s. Bogeklint.

Tabell över vattenanalyser

Mg ger liter.

Brunn	8	5I	27	20	46	38	22I	23I	31I
SO_4	8	48	14	13	22	92	63	33	23
HCO_3	254	298	262	211	350	422	296	332	296
Cl	12	51	115	486	87	79	174	80	12
NO_3	<2	<2	<2	<2	7,5	6,2	2	8,7	<2
Ca	89	11	64	52	74	198	96	104	97
Mg	1,4	20	1	39	30	6,8	32	17,5	7,3
Fe	0,17	<0,1	<0,1	<0,1	0,36	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mn	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
CO_2	21	—	—	—	33,5	33,5	—	36	25,6
pH	7,3	7,7	8,1	7,8	7,4	7,0	7,3	7,3	7,4
Datum	¹⁹ / ₅ 53	⁵ / ₉ 53	²⁰ / ₂ 51	²⁰ / ₂ 51	¹⁹ / ₅ 53	¹⁹ / ₅ 53	⁵ / ₉ 53	¹⁹ / ₃ 53	¹⁹ / ₅ 53
Analysator*	Y.G	Lk.V	Lk.V	Lk.V	Y.G	Y.G	Lk.V	Y.G	Y.G

Tabell över kloridanalyser

Mg per liter.

Brunn	3I	60	28	270	27I	272	315	282	294
Mg Cl/l	630	360	238	c. 280	c. 360	c. 320	1 540	1 270	625
Datum	¹⁶ / ₇ 52	²⁷ / ₁ 35	¹⁶ / ₇ 52	¹³ / ₁₀ 53	¹³ / ₁₀ 53	¹³ / ₁₀ 53	¹¹ / ₅ 49	¹³ / ₆ 49	³ / ₆ 39
Analysator*	Tm	Lk.V	Tm	Tm	Tm	Tm	Lk.V	Lk.V	Lk.V

Saltvattnets härkomst.

Av analyserna framgår, att ett område, i vilket saltkoncentrationen i grundvattnet är särskilt stor, ligger mellan Närs och Aner. På översiktskartan (fig. 9) har ett försök gjorts att med nivåkurvor illustrera gränsen mellan sött och salt grundvatten. Salt anses det grundvatten, vars kloridhalt överstiger smakgränsen d. v. s. omkring 300 mg Cl/l.

Vid Närs är denna gräns bestämd genom smakprov, och, där detta ej varit helt utslagsgivande, kombinerat med mätningar av vattnets ledningsförmåga med ett instrument, som kalibrerats med natriumklorid i en kalciumbikarbonatlösning innehållande 5 mekv Ca^{++} (= 100 mg) per liter i jämvikt med luftens kolsyra vid 10° C.

* Lk.V. = Lantbrukskemiska kontrollstationen, Visby.
 Y.G. = Y. Gamers vattenlaboratorium, Norrköping.
 Tm = Helge Tullström.

Endast i tätbebyggelsen, där grundvattenytan är sänkt under havsytans nivå, kan recent havsvatteninfiltration äga rum. Grundvattnet har då hög sulfathalt, som t. ex. vid brunn nr 282 bestämts till 212 mg/l. I övriga delar av Slite köping måste saltet vara av äldre datum. Huruvida saltet inlagrades, redan då slitemärgelstenen bildades, eller beror på senare havstransgressioner, är nästan omöjligt att säga. Det enda man vet är, att slitemärgelstenen inom det markerade området på fig. 9 är saltvattenförande nära jordytan och att saltvattensgränserna icke är bundna till geologiska åldersgränser. Bättre klarhet i saltvattnets uppträdande skulle kunna erhållas genom elektriska motståndsmätningar, som emellertid ännu icke medhunnits.

Flera alternativ står till buds, när man vill förklara saltets härkomst.

En mindre mängd salt kan ha kvarstannat, sedan bergarterna bildades i marin miljö. Den tid som förflutit sedan silurtiden är dock tillräckligt lång, för att saltet skall ha hunnit med att urlakas och på nytt anrikas i flera omgångar.

En anrikning av saltvatten sker genom att detta har större täthet än sötvatten och därför sjunker nedåt. Från ett sådant anrikningsområde kan sedan saltvatten pressas ut, genom att de hydrostatiska förhållandena ändras.

Urlakningen sker genom nederbörden och går snabbare i väl genomsprucken berggrund än i tätare sådan.

Slitetrakten var under litorinatiden till stor del nersänkt under havsytan. Eftersom trakterna omkring Bogeviden dels ligger lågt och därför sist höjde sig ur havet, dels synes vara svagt skålförmigt nerböjda, kan möjligen en anrikning av saltvatten i berggrunden ha skett vid litorinahavets regression. Urlakningen skulle i så fall ännu icke vara fullbordad. Sulfathalten i grundvattnet stöder en sådan teori. Resultaten från provpumpningen av brunn nr 20 antyder, att saltvatten även finns i märgelstenen underlagrande kalksten. (Jfr även Thorslund och Westergård, 1938, p. 43.)

Saltvattensgränsens läge kan även förklaras på hydrostatisk väg. På grund av skillnaden i täthet simmar sötvattnet ovanpå saltvattnet. Förutsatt att sötvattnets mäktighet är större inom Bogeviden omgivande högre liggande områden med högre grundvattennivåer, pressas saltvattensgränsen ner i dessa områden, medan det i stället, för jämviktens bevarande, måste höja sig närmare jordytan i den sänka, som Bogeviden ligger i, där sötvattenskiktet är tunnare.

Vilket av anförda alternativ, som är sannolikast, är för närvarande icke möjligt att säga. Mig synes det dock, som om både de hydrostatiska förhållandena i trakten och teorin om saltets härstamning från litorinatid samverkar till den utbredning, som de saltvattenförande brunnarna har i slite-trakten.

Sammanfattning.

Huvuddelen av bergarterna i Slite köping uppbygges av den s. k. slitemärgelstenen. Denna överlagras av kalksten i klintarna och vid File haidars

östra kant. Troligen underlagras den ca 43 m mäktiga mägerstenen av en hård kalksten, som är en aquifer. Denna kalkstens mäktighet är okänd.

Större kvartära vattenförande avlagringar finns endast i dalgången vid File och Ytlings. De är icke nöjaktigt undersökta, men kan förmodas ge en vattenmängd av storleksordningen 200 m³/dygn.

Slite vattenverks båda brunnar, som är nedförda genom slitemägerstenen till den hårda kalkstenen, kan betraktas som en vattentäkt. Provpumpningar har visat, att brunnarna är artesiska och sammantagna har en specifik kapacitet av 2 700 l/h m. Avsänkningen vid provpumpningen 1951 var märkbar till Othems kyrka (fig. 2). Saltkoncentrationen stiger i vattnet vid större avsänkning än 7 meter. Ett kontinuerligt vattenuttag av 450 m³/dygn synes kunna försiggå utan hinder. Denna mängd motsvarar ungefär infiltrationen på 3,3 km². Vid större kontinuerligt uttag inträffar kvalitetsförsämring.

De flesta borrhunnarna i Slite torde vara artesiska eller halvartesiska (jfr sid. 10). Rikligt flödande källor med en avrinning av omkring 180 m³/dygn finns i Dyhagen vid Klints. Grundvattenkartan (fig. 2) visar, att det finns tre grundvattenområden, skilda av nerbuktningar i grundvattenytan. Mot dessa grundvattenområden svarar kemiskt sett även tre grundvattentyper, representerade av analyser från brunnarna nr 51, 46 och 231.

Saltvatten kommer nära markytan i ett stråk från Aner till Närs. Gränsen mellan sött och salt grundvatten är oberoende av stratigrafien och torde vara såväl hydrostatiskt som tektoniskt betingad.

Rekommendationer.

För Slites vattenförsörjning rekommenderas fortsatt prospektering främst i dalgången väster om Spillings klint mellan File och Ytlings. De kvartära sandavlagringarna där bör bli föremål för undersökning. Denna undersökning bör utsträckas till Dyhagens källor, som sannolikt kan infångas antingen genom grunda bergborrningar öster om Dyhagen eller rördrivningar i den myren underlagrande litorinasanden.

Även bergborrning intill klinten nedanför Klints kan rekommenderas. Denna bör i så fall nedföras till den mägerstenen underlagrande kalkstenen.

Försök att på sydöstra sidan om Spillingsklint öka resurserna avrådes på grund av den sämre vattenkvaliteten där. (Jfr fig. 9.) Däremot föreligger möjligheter att i området rakt norr om brunn nr 27 få ett gott vatten. Nederbördsområdet för där placerade brunnar är dock rätt litet.

Mätning av vattenstånd och uppfordrade vattenmängder vid vattenverkets brunnar bör fortsättas. Mätningarna måste även omfatta längre mot norr inom sänkingsområdet belägna brunnar t. ex. nr 295 och nr 7 vid Kviende. (Jfr fig. 2.)

Sänkingsområdet bör bli skyddsområde för befintlig vattentäkt och byggande av bensinstationer eller oljeupplag särskilt inom norra delen av detta område bör helst ej ske. Vid Klintsgårdarna bör upplag för gödsel förses

med gjutna underlag så, att grundvattnet ej blir förorenat, genom att gödselvattnet tränger ner i den sprickiga kalkstenen och via borrhunnarna infekterar grundvattnet. Beträffande övriga hygieniska anordningar i samband med borrhunnar på Gotland hänvisas till författarens tidigare publikation (1954) om Gotlands hydrogeologiska förhållanden.

Förteckning över citerad litteratur.

- Ekström, G., 1938. Preliminärt nordiskt förslag till jordvattnets terminologi. — Nordisk Jordbruksforskning 1938. Köpenhamn.
- 1948. Infiltration in relation to permeability in Swedish soils. — Union Géodésique et Géophysique Internationale Ass. Int. d'Hydrologie Scientifique. Assemblée Générale d'Oslo. Tome III. Louvain.
- 1951. Gotlands berggrund och jordlager. — Grundförbättr. Årg. 4, H. 4, 1950/51. Uppsala.
- Hede, J. E., 1928. Beskrivning till kartbladet Slite. Berggrunden. — Sveriges geol. unders. Ser. Aa n:o 169. Stockholm.
- 1933. Beskrivning till kartbladet Kappelshamn. Berggrunden. — Ibid. Ser. Aa n:o 171. Stockholm.
- Lundqvist, G., 1940. Sjösediment från Gotland. — Ibid. Ser. C. n:o 434. Stockholm.
- Melin, R., 1951. Vattenhushållningen på Gotland. — Grundförbättr. Årg. 4, H. 3, 1950/1951. Uppsala.
- Munthe, H., 1913. Några glaciofluviala erosionsformer på Gotland. — Sveriges geol. unders. Ser. Aa n:o 249. Stockholm.
- Pershagen, H., 1951. Nederbördens storlek på Gotland. — Grundförbättr. Årg. 4, H. 3, 1950/51. Uppsala.
- Thorslund, P. & Westergård, A. H., 1938. Deep boring through the Cambro-Silurian at File Haidar, Gotland. — Sveriges geol. unders. Ser. C. N:o 415. Stockholm.
- Tullström, H., 1954. Preliminärt meddelande om hydrogeologiska undersökningar på Gotland. — Grundförbättr. Årg. 7, H. 4 1954. Uppsala.

**SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST
UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:**

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Aa med beskrivning är 10:— kr, för karta enbart 8:— kr;
(Price: map sheet + descriptive text Sw. kr. 10:—, map sheet Sw. kr. 8:—)

- N:o 187 *Vårvik* av R. SANDEGREN och W. LARSSON. Under utgivning.
 » 188 *Avesta* av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST. 1946
 » 189 *Falun* av O. KULLING och S. HJELMQVIST. 1948
 » 190 *Söderfors* av R. SANDEGREN och B. ASKLUND. 1948
 » 191 *Untra* av R. SANDEGREN och P. H. LUNDEGÅRDH. 1949
 » 192 *Onsala* av R. SANDEGREN och P. H. LUNDEGÅRDH. 1952
 » 193 *Gränna* av P. GEIJER, B. COLLINI, H. MUNTHE och R. SANDEGREN. 1951
 » 194 *Säter* av S. HJELMQVIST och G. LUNDQVIST. 1953
 » 195 *Särö* av P. H. LUNDEGÅRDH och R. SANDEGREN. 1953
 » 196 *Västerås* av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. 1954.

Ser. Ad. Agrogeologiska kartblad i skalan 1 : 20 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Ad med beskrivning är 8:— kr, för karta enbart 6:— kr;
(Price: map sheet + descriptive text Sw. kr. 8:—, map sheet Sw. kr. 6:—)

- N:o 1 *Hardeberga* av G. EKSTRÖM. 1947, karta med beskrivning
 » 2 *Lund* » » 1953, » » »
 » 3 *Revinge* » » » t. v. utan beskrivning
 » 4 *Löberöd* » » » t. v. » »
 » 5 *Örtofta* » » » t. v. » »
 » 6 *Kävlinge* » » 1955, t. v. » »
 » 7 *Tecomatorp* » » 1955, t. v. » »
 » 8 *Trollenäs* » » 1955, t. v. » »

Årsbok 46 (1952)

		Pris
N:o 525	LUNDQVIST, J., Bergarterna i dalamoränernas block- och grusmaterial 1952	3,50
» 526	WESTERGÅRD, A. H., Non-Agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. 3. With 8 plates. 1953	4,00
» 527	ÖDUM, H., De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken Del V: The macrofossils of the Upper Cretaceous. With 4 plates. 1953	3,50
» 528	KAUTSKY, G., Der geologische Bau des Sulitelma-Salojauregebietes in den nordschwedischen Kaledoniden. Mit 9 Tafeln. Eng. summary. 1953	15,00
» 529	ÅHMAN, E., Vallen-Alhamnområdet i Nederluleå s:n. Summary: The Vallen-Alhamn area, parish of Nederluleå, N. E. Sweden. 1953	2,00

Årsbok 47 (1953)

		Pris
N:o 530	TULLSTRÖM, H., Kvartärgeologiska studier inom Rönneåns dalbäcken i NV Skåne 1954	3,00
» 531	LUNDEGÅRDH, P. H., Petrology of the Mölndal—Styrsö—Vallda region in the vicinity of Gothenburg. With one plate. 1953	4,00
» 532	SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1941—1950. Med en karta. Resümée: Erdbeben in Schweden 1941—1950. 1953	2,00
» 533	HOEN AF RANTZEN, H., De geologiska resultaten från borrhningarna i Höllviken. VI: Charophyta from the Middle Trias of the boring Höllviken II. With one plate. 1953	1,50
» 534	LUNDEGÅRDH, P. H., Vätögraniten. Summary: The Vätö granite — a younger Svionian granite in Eastern Upland, Sweden. 1954	2,00
» 535	HÄGG, R., Die Mollusken und Brachiopoden der schwedischen Kreide. 4. Mit 9 Tafeln. 1954	3,00

Forts.

N:o 536	GAVELIN, S., A telluride assemblage in the Rudtjebäcken pyrite ore, Vesterbotten, N. Sweden. 1954.	1,00
» 537	JERLOV, N. och KULLENBERG, B., Undersökning rörande spridning och avsättning av i vattnet suspenderat slam vid utstjälkning av muddar i Byfjorden våren 1953. Engl. summary. 1954.	2,00
» 538	TULLSTRÖM, H., Hydrogeologiska förhållanden inom Slite köping på Gotland. Engl. summary 1955	1,50
» 540	BYSTRÖM, A. M., Mineralogy of the Ordovician bentonite beds at Kinnekulle, Sweden. Under utgivning	

Ser. Ba.

N:o 14	Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström. Skala 1:400 000. Mellersta bladet, tryckt 1947	15,00
	Södra bladet, tryckt 1948	15,00
	Norra bladet, tryckt 1949	15,00

Ser. Ca.

N:o 21	LUNDQVIST, G., Beskrivning till jordartskarta över Kopparbergs län. Skala 1:250 000. 1951	20,00
» 27	CALDENIUS, C. and LUNDSTRÖM, R., The landslide at Surte on the river Göta älv.—Special chapters by B. FELLENIUS and E. MOHRÉN. With 5 plates. Under utgivning	
» 31	BORELL, R. och OFFERBERG, J., Geokronologiska undersökningar inom Indalsälvens dalgång mellan Bergeforsen och Ragunda.—Med 6 planscher. With english summary, 1955	3,50
» 37	GAVELIN, S. och KULLING, O., Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. Karta i skala 1:400 000. With english summaries. Under utgivning	

Rapporter och meddelanden i stencil

1.	Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1—2. 1931 (Kartorna utgångna)	15,00
2.	Sveriges lodade sjöar. Sammanställning av K. E. Sahlström 1945	3,00
3.	Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940—48 av O. H. ÖDMAN. Med 4 kartor	4,00

PRINTED IN SWEDEN

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Drottninggatan 20. Stockholm 16.