

JAN POUSETTE OCH ÅKE MÖLLER

ÖLANDS HYDROGEOLOGI

EN ÖVERSIKT



STOCKHOLM 1972

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 670

ÅRSBOK 66 NR 1

JAN POUSETTE OCH ÅKE MÖLLER

ÖLANDS HYDROGEOLOGI

EN ÖVERSIKT

STOCKHOLM 1972

Textkartorna är för spridning godkända i rikets allmänna kartverk 15.12.1971.

C. DAVIDSONS BOKTRYCKERI AB, VÄXJÖ

INNEHÅLL

	sid.
Abstract	4
Förord	4
1. Inledning	6
1.1. Översiktens syfte och uppläggning	6
1.2. Tidigare undersökningar	7
1.3. Brunnnummersystem och lägesangivelser	8
1.4. Definition av vissa hydrogeologiska termer	8
2. Meteorologi och hydrologi	12
2.1. Temperaturförhållanden	12
2.2. Nederbörd	12
2.3. Ytvatten	13
2.4. Grundvatten- och ytvattendelare	13
2.5. Avdunstning	15
2.6. Infiltration	15
3. Geologi	17
3.1. Berggrunden och dess vattenförande förmåga	17
3.1.1. Allmänt	17
3.1.2. Prekambrium	19
3.1.3. Kambrium	19
3.1.4. Ordovicium	24
3.1.5. Sprickor, vittring och karstfenomen	25
3.2. Jordarterna och deras vattenförande förmåga	30
3.2.1. Allmänt	30
3.2.2. Morän	32
3.2.3. Strandbildningar	33
3.2.4. Isälvsmaterial	34
4. Grundvatten	37
4.1. Brunnar	37
4.1.1. Brunnar i kvartära avlagringar och grunda bergbrunnar	37
4.1.2. Bergborrade brunnar	37
4.2. Grundvattenbildning	38
4.2.1. Infiltration	38
4.2.2. Konstgjord grundvattenbildning	41
4.3. Grundvattenfluktuationer	41
4.4. Grundvattennivåkarta	44
4.5. Grundvattnets rörelse	45
4.6. Källor	45
4.7. Saltvatten i berggrunden	47
4.8. Vattenkvalitet	49
5. Sammanfattande synpunkter på grundvattensituationen	51
5.1. Vattentillgång	51
5.2. Kvalitetsproblem	54
5.3. Föroreningsrisker	54
5.4. Förslag till vidare undersökningar	55
Litteratur	57
Bilaga 1. Förteckning över använda konsultutredningar m m	58
Bilaga 2. Sammanställning av resultat från vattenanalyser	62

ABSTRACT

Since 1966, the Section of Well Records of the Geological Survey of Sweden collects well data from different areas in the country. Information is obtained from drilling companies, consulting engineers, and from reports on geological and hydrogeological surveys. Complementary field work is carried out by the Section staff.

One of the selected areas is the island of Öland, not far off the south-east coast of Sweden. Data from about one third of the wells of this island is now available, and the present report aims at reviewing the groundwater situation on the island based on this information.

It is stated that most investigations made so far are insufficient for relevant water balance calculations, mainly because they deal only with very limited areas and have limited purposes. Therefore, many figures in the report concerning the general situation are approximate. Suggestions are made for improvements of groundwater surveys and drilling technique.

The water-bearing properties of the bedrock and the soil are discussed. Indications favour the supposition that groundwater movements mainly occur in the partly karstified structures in the limestones and in the shales and that it is possible to obtain considerable amounts of water from these layers, provided the wells are sited with regard to suitable geological structures.

The possibilities of artificial recharge to the aquifers are discussed, as well as methods of getting better yield from wells in fine sediments.

Water quality is briefly discussed. Disadvantages are mainly the hardness of the water and the smell and taste caused by hydrocarbonic gases and hydrogen sulfide in certain areas. A high groundwater table and the absence of natural filters in some areas indicate the risk of contamination of the groundwater by waste water and organic matters. Out of the very limited number of analyses dealt with in the report, 53 % show no adverse remarks as to quality, whereas the water from most of the other sources can easily be treated and made useful for consumption.

The report ends with recommendations for future investigations.

FÖRORD

Utarbetandet av denna översikt har skett vid Sveriges geologiska undersöknings brunn- och borrharkiv. Ansvarig för fältarbetena och annan datainsamling har varit statsgeolog Jan Pousette, som även svarat för preliminära utvärderingar av insamlat material. Den slutliga bearbetningen och redigeringen av materialet har gjorts gemensamt av statsgeolog Pousette och avdelningsdirektör Åke Möller, SGU.

Naturvårdssektionen vid länsstyrelsen i Kalmar län har bistått med insamlingsarbete samt kart- och utredningsmaterial.

I fältarbetena har deltagit teknikerna Leif Särnblad och Gunnar Ekman, SGU, samt som hantlangare Sture Särnblad, Sune Gegerfelt, Bertil Adin, Allan Dimberg och Monica Pousette.

Ritningsarbetena har utförts av A-C Sjöberg, Ulla Skarin, Greta Hellström och Inga Palmaer, SGU, och renskrivning av manus av Lisbeth Lagerberg och Kerstin Brodén, SGU.

Värdefulla synpunkter på översikten har under arbetets gång tillförts av avdelningsdirektörerna Åke Hörnsten, Bertil Dahlman och Roland Skoglund, förste statsgeolog Jan De Geer och geolog Per Engqvist, samtliga SGU. Av stort värde har de diskussioner varit som förts med fil. lic. Ove Stephansson, Uppsala.

Stor välvilja och stort intresse har även visats av kommuner, företag och enskilda på Öland.

Till samtliga dessa, som på olika sätt bidragit till färdigställandet av denna översikt, ber författarna få framföra ett varmt tack.

1. INLEDNING

1.1. Översiktens syfte och uppläggning

Vid Sveriges geologiska undersökning (SGU) startades år 1966 ett brunn- och borrharkiv med huvudsaklig uppgift att genom insamling och bearbetning av data från jord- och bergborrningar söka öka insikten om grundvattnets uppträdande i vårt land. Arkivets material är offentligt och hålles tillgängligt vid verket.

Bland försöksområdena för verksamheten återfinnes Kalmar län, och då mängden insamlat material från ölandsdelen av länet nu blivit avsevärd, har det ansetts befogat att redovisa detta i samlad form. Översiktens syfte är främst att ge en bild av grundvattensituationen som man känner den i dag men även att vara till hjälp vid uppdragandet av riktlinjer för framtida vattenundersökningar i såväl berggrund som jordlager, vid brunnborrningar och vid upprättandet av skyddsområden för vattentäkter.

Arkivets insamlingsverksamhet har organiserats så att brunnborrarna i försökslänen genom respektive länsstyrelser försorg har insänt data och prover från sina borrningar till SGU. För Ölands del har fram till slutet av år 1969 inkommit material från drygt 100 nyare brunnar och undersökningsborrningar.

Som komplement till ovan nämnda insamlingsverksamhet har ett omfattande inventeringsarbete utförts av arkivets personal rörande redan befintliga brunnar och andra borrningar. På Öland har uppgifter från mer än 800 brunnar utförda före år 1966 kunnat insamlas. Omkring 300 av dessa har besökts vid fältarbeten.

Rapporter över grundvattenundersökningar utförda av ingenjers- och konsultfirmor jämte sammanställningar, uppsatser och utredningar utförda av geologer vid SGU eller av forskare vid vetenskapliga institutioner har lämnat ytterligare hydrogeologisk information. Sammanlagt har data från cirka 1 000 brunnar använts (se tabell 1). Efter kollationering med äldre och nu aktiva brunnborrare har det totala antalet borrade brunnar på Öland kunnat uppskattas till ca 3 200.

I översikten har grundvattnets uppträdande och förekomst i såväl jordlager som berggrund behandlats. Då fördelningen i dessa av brunnar med kända data är mycket ojämn med markant övervikt för borrningar i berg har grundvattenförekomsterna i de lösa avlagringarna ej kunnat behandlas så ingående som önskvärt vore. Det finns ingen anledning att förmoda att det råder något hydrauliskt samband mellan de större grundvattenområdena i Ölands kvar-tära bildningar. En sammanfattande bedömning av dessa har därför ansetts onödig.

Vissa i det hydrologiska kretsloppet ingående komponenter såsom infiltration, avdunstning och ytvattenavrinning har måst behandlas endast summariskt, då föreliggande basdata i de flesta fall är både otillräckliga och osäkra.

Anledningen till att redogörelsen fått översiktlig karaktär är framför allt att basmaterialet inte medger en detaljerad utredning. Ingenjör- och konsultutredningarna beträffande grundvatten är ofta begränsade till att gälla enstaka lokala brunnar. Data från dessa rapporter och från enskilda brunnborrningar tillåter inte några mera ingående bedömningar av de olika akviferernas egenskaper och härigenom inte heller av de inom ön totalt uttagbara vattenmängderna. För detta måste nya och annorlunda upplagda undersökningar till. Översiktens angivelser av troligen uttagbara grundvattenmängder kan således för närvarande i de flesta fall inte hänföras till enstaka bestämda områden eller magasin och bör dessutom endast tolkas såsom närmevärden.

För utförligare och mera detaljerade beskrivningar av geologiska företeelser och hydrologiska förlopp hänvisas till facklitteraturen.

1.2. Tidigare undersökningar

En förteckning över de för översikten använda konsultutredningarna m.m. återfinns i bilaga 1. Övriga referenser i form av vetenskapliga avhandlingar och uppsatser, utredningar, geologiska kartor etc. redovisas i litteraturförteckningen.

En stor del av den information som ligger till grund för översikten är hämtad från en vid SGU tidigare gjord insamling av brunnnsdata. Av ca 540 brunnar, för vilka väsentliga uppgifter finns antecknade, har ca 300 kontrollerats i fält. Därvid har bl. a. noggranna läges- och höjdbestämmingar utförts och brunnplatserna inlagts på kartor. Resten av det basmaterial som utgörs av rena brunnnsdata har inte redovisats på detta sätt, då lägesangivelser för borringarna av den noggrannhetsgrad som nedan anges inte föreligger. En uppräknings i tabellform har inte heller ansetts nödvändig, då intet därvid skulle ha vunnits i överskådlighet. Materialet, som förutom ca 240 icke inventerade brunnar i det äldre brunnarsarkivet vid SGU består av uppgifter angående brunnar ur en SGU-utredning om Ölands berggrund (utr. nr 40, bilaga 1) samt en sammanställning av brunnborrningar utförda av en borrhämsfirma på Öland (utr. nr 97, bilaga 1), är dock offentligt och förvaras i kopiaform vid SGU.

För begränsade kompletteringar och jämförelser har även ett brunnarsarkiv tillhörigt Kommunernas Konsultbyrå gått igenom. Materialet, som kommit SGU till handa i ett sent skede av arbetet med översikten, har sammanställts av ingenjör Per Hansson, Borgholm, och innefattar mer än 2 000 öländska brunnar. Flera av dessa ingår dock i det basmaterial som redovisas i tabell 1. Genomgången av K-konsults arkiv har inte tillfört översikten någonting nytt

i sak, men har haft betydelse för understrykandet av de tendenser som framkommit under arbetet med denna. Införlivandet av K-konsults data med SGU:s brunnsarkiv pågår.

1.3. Brunnsnummersystem och lägesangivelser

De brunnar och andra borrhningar på Öland, ca 400 stycken, som inventerats och lägesbestämts av brunns- och borrharkivet och från vilka data använts i denna översikt, finns angivna på kartan, fig. 1. I lägesbeteckningarna ingår dels inom vilket kartbladsområde en brunn eller borrhning är belägen, dels vilket löpnummer inom bladet den tilldelats. Kartunderlaget är den nya topografiska kartan i skala 1:50 000. I väntan på utgivandet av samtliga blad har tills vidare för kartbladstillhörighet inom norra delen av ön använts s. k. flygstråskartor i skala 1:100 000, edition G 1. Enligt detta system får en brunn i t. ex. Degerhamn kartbladsbeteckningen 3 G NO och dessutom ett löpnummer. Brunnen kan alltså heta 3 G NO:16.

Koordinatsystem är rikets nät. Lägesbestämningarna är gjorda med 6 koordinater, d. v. s. med en noggrannhet av ± 5 meter.

Platser eller områden från vilka undersökningsrapporter föreligger har utmärkts på kartan, fig. 2. Redogörelserna har givits löpnummer oberoende av kartbladstillhörighet. Numren är desamma som i bilaga 1.

Tabell 1. Basmaterialets ursprung och omfattning (brunnar)

Nya borrhningar (1966–1969)	ca 100	brunnar
Äldre, lägesbestämda brunnar	ca 300	„
Äldre, ej lägesbestämda brunnar	ca 240	„
SGU, berggrundsundersökning (utr. nr. 40) (ej lägesbestämda)	ca 80	„
Förteckning över brunnar borrade av en borrhningsfirma på Öland 1955–1958 (utr. nr. 97) (ej lägesbestämda)	ca 180	„
Konsultutredningar utom nr 40 och 97 i bilaga 1	ca 75	„
	Summa	ca 975 brunnar

Anm. Vissa brunnar finnes redovisade i flera av ovanstående materialkällor. I tabellen har dock sådana brunnar endast inräknats i en grupp.

1.4. Definition av vissa hydrogeologiska termer

Följande hydrogeologiska uttryck utgör några av de vanligaste som används inom grundvattengeologin och närstående vetenskaper. Fullständigare förklaringar av dessa och hithörande termer återfinns i facklitteraturen, t. ex. den år 1970 av Tekniska Nomenklaturcentralen utgivna Vattenordlista 2.

Grundvatten är det fria och rörliga vatten vilket uppfyller sprickor, porer och andra håligheter i en berg- eller jordart.

Grundvattenytan är grundvattnets övre fria begränsningsyta, vilken står i direkt kontakt med atmosfären via porerna i jord- och berglagren. Grundvattenytan i en jordart, som ej överlagras av lera eller liknande tätad skikt, representeras sålunda av vattenytan i en brunn, nedförd i en sådan jordart.



Fig. 1. Lägen för brunnar i SGU:s brunnarsarkiv.
Localization of wells recorded by the Section of Well Records at the Geological Survey of Sweden.

Följande utredningar är av regional omfattning:
 1, 2, 3, 29, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 48, 49, 50, 52, 84, 97, 100, 101,
 106, 117, 120, 121, 134, 151.



Fig. 2. Lokaler där grundvattenundersökningar utförts. Numrering enligt bilaga 1.
 Sites for groundwater investigations. Numbering system same as in appendix 1.

En *akvifer* är ett geologiskt och hydrologiskt avgränsat jord- eller berglager som innehåller grundvatten. Sand- och grusjordar med grundvatten är goda akviferer, medan leriga och mjälige jordar är sämre, då det procentuellt stora grundvatteninnehållet ej går att praktiskt utvinna. Av samma anledning är vissa sandstenar och kalkstenar bra akviferer, medan graniter och gnejser vanligen inte betraktas som sådana. Sekundärt kan täta berglager vara genomsatta av sprickor eller påverkade av kemiska processer, vilket kan förbättra vattengenomsläppligheten.

Ett *grundvattenmagasin* är en del av en akvifer, som avgränsas från resten av akviferen genom en *grundvattendelare*. Finnes bara ett magasin inom akviferen är de båda begreppen liktydiga. Grundvattendelarens läge kan ändras genom att vatten tillföres till eller bortledes från magasinet och akviferen.

I en *fri akvifer* står grundvattenytan i direkt kontakt med atmosfären. Om akviferen täcks av ett för vatten svår genomträngligt lager kallas den *bunden*. Om man vid t. ex. brunnsborrning går igenom det tätande lagret över en bunden akvifer stiger vattnet ofta upp i borrhålet. Den nivå till vilken vattnet stiger kallas akviferens *tryckyta*. Om denna ligger ovanför akviferen men under markytan talar man om *subartesiskt vatten*. Om tryckytan ligger ovanför markytan fås *artesiskt* vatten, vilket ger upphov till en självrinnande brunn eller en källa. Skenbart artesiska eller subartesiska förhållanden är vanliga på Öland. Detta beror på förekomsten av gas, vanligen svavelväte eller metan, som härstammar från något av de genomborrade berglagren. Dessa gaser frigöres i samband med borrningen och strömmar uppåt i borrhålet. Därvid minskar trycket på gasbubblorna och de utvidgas, varvid vattnet i hålet tränger upp något över den normala tryckytan. Om gasutvecklingen avstannar intager grundvattenytan sin naturliga nivå.

En *källa* är ett naturligt utflöde av grundvatten. På Öland användes begreppet i viss utsträckning även om brunnar. Ibland förekommer flera källor i anslutning till varandra och till samma magasin. Denna företeelse kallas *källfront*.

En *brunn* är en konstruktion för utvinnande av grundvatten.

En *vattentäkt* är en eller flera brunnar eller källor, utrustade för grundvattenuttag. Den del av ett grundvattenmagasin som påverkas av uttaget vid pumpplatsen kallas vattentäktens *influensområde*.

Vattnet i en akvifer är ofta i rörelse under inverkan av tyngdkraften. Det håll åt vilket grundvattnet rör sig i en viss punkt kallas grundvattnets *strömningsriktning* och bestäms av grundvattenytans *lutning*. Denna i sin tur beror bl. a. på var och i vilka mängder vatten tillföres till eller bortledes från akviferen och på dennas genomsläpplighet för vatten. Grundvattnets *strömningsbild* betecknar den samlade effekten av strömningsriktningarna i en akvifer, i ett magasin eller i delar av dessa.

2. METEOROLOGI OCH HYDROLOGI

2.1. Temperaturförhållanden

På Öland finns fyra väderleksstationer där kontinuerliga temperaturmätningar utföres i regi av Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). Medelvärdena för varje månad och för året under perioden 1931–1960 framgår av nedanstående tabell.

Tabell 2. Medeltemperatur på Öland 1931–1960

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
Ölands norra udde	-0.3	-1.0	0.3	4.1	8.4	14.0	17.4	17.0	13.5	8.5	4.9	2.2	7.5
Ekerum	-1.7	-1.7	0.1	4.7	9.7	15.1	17.9	16.8	12.7	7.6	3.5	0.9	7.1
Mörbylånga	-1.3	-1.4	0.5	5.0	10.1	15.1	18.0	17.3	13.6	8.7	4.4	1.5	7.5
Ölands södra udde	-0.4	-0.8	0.3	3.9	8.3	13.0	16.4	16.2	13.1	8.8	5.1	2.4	7.2
Medeltal av ovanstående	-0.9	-1.2	0.3	4.4	9.1	14.3	17.4	16.8	13.2	8.5	4.5	1.8	7.3

2.2. Nederbörd

Vid SMHI har sammanställts nederbördsdata för två längre perioder, åren 1901–1930 och 1931–1960. Av de åtta nederbördsstationsstationer som varit och delvis fortfarande är i bruk är fyra gemensamma för båda perioderna. Medelvärdena för varje månad samt för året under de båda perioderna framgår av nedanstående tabell. En mindre ökning i de uppmätta nederbördsmängderna under den senare perioden kan konstateras.

Tabell 3. Nederbörden på Öland. Medeltal under perioderna 1901–1930 och 1931–1960

	1901–1930												Nov- April	Maj- Okt.	Året
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Ölands norra udde	23	20	21	29	31	34	46	50	38	43	41	39	173	242	415
Borgholm	30	20	25	33	30	44	48	67	45	37	48	39	195	271	466
Skedemosse	32	28	31	36	35	41	50	65	48	45	52	47	226	284	510
Kapelludden	24	19	22	30	31	38	48	54	44	42	45	35	175	257	432
Mörbylånga	29	25	25	32	31	34	45	54	46	39	45	36	192	249	441
Ölands södra udde	23	20	21	30	30	33	39	55	44	41	41	37	172	242	414
	1931–1960														
Ölands norra udde	36	34	23	26	35	31	52	56	47	42	42	42	203	263	466
Borgholm	40	32	29	29	39	38	58	59	49	44	45	41	216	287	503
Skedemosse	42	34	30	29	40	39	58	58	48	45	47	42	224	288	512
Ekerum	39	31	28	29	38	37	57	57	49	44	45	40	212	282	494
Mossen	41	38	28	30	40	37	61	63	53	47	49	48	234	301	535
Ölands södra udde	38	28	25	28	31	28	50	53	47	44	43	42	204	253	457

2.3. Ytvatten

Under tidsperioder med relativt riklig nederbörd bildas vattensamlingar i topografiskt betingade sänkor i markytan. Dessa vattensamlingar är på Öland grunda och torkar i stor utsträckning ut under sommaren. En omfattande utdikning har medfört att de naturliga vattensamlingarnas antal och areal minskat kraftigt till men för nybildningen av grundvatten. De flesta av de många små bäckar som finns på ön för vatten endast under vissa tider på året, i huvudsak vår och höst.

Av de egentliga sjöarna på Öland är Hornsjön på norra delen av ön störst med en yta av 2.2 kvadratkilometer. Den största s. k. alvarsjön är Möckelmosen mellan Stenåsa och Resmo.

Några undersökningar beträffande ytvattenavrinningen från olika nederbördsområden på Öland är så vitt bekant ej utförda. I samband med ett utredningsarbete på östra Öland (utr. nr 150, bilaga 1) gjordes vissa mätningar, men avrinningsområdets storlek bestämdes ej.

Enligt SMHI kan det årliga totala ytvattenutflödet från Öland, uttryckt i mm nederbörd, beräknas till mellan 120 och 150 (muntligt meddelande, statsmeteorolog Böhm och byrådirektör Tryselius). Avrinningen på centrala Öland (Borgholmstrakten) uppskattas av SMHI till i genomsnitt 4 l/s/km², motsvarande 126 mm nederbörd.

2.4. Grundvatten- och ytvattendelare

Ölands topografi gör att avbördningen av såväl ytvatten som grundvatten huvudsakligen sker i två helt olika riktningar. Västra landborgen utgör den mest betydelsefulla ytvattendelaren. Nederbörd som faller väster därom avledes mot Kalmarsund medan ön i övrigt dräneras mot havet i öster.

Länsväg 136 är på sträckan Ottenby-Borgholm belägen på eller omedelbart invid västra landborgen. Med detta i åtanke framgår det av grundvattenkartan, fig. 3, att grundvattendelaren, d. v. s. den tänkta linje som sammanbinder punkter med den högsta grundvattennivån, här ligger ca 0.5–1.5 km öster om själva landborgen. Norr om Borgholm är vattendelarens läge ej så entydigt på grund av att ön här är flackare.

Att grundvattendelaren oftast är belägen något öster om ytvattendelaren beror på den dränerande effekt som de lågt liggande markområdena väster om landborgen utövar. I en del av de öst-västligt orienterade sprickor som övertvärrar landborgens huvudriktning kan man förmoda och i vissa fall konstatera en bottenlutning mot väster. Detta påverkar givetvis dräneringen av den högre liggande berggrunden.

Då några tillräckligt långa observationsserier rörande grundvattenytans nivåförändringar i områdena längs västra landborgen ej synes vara utförda

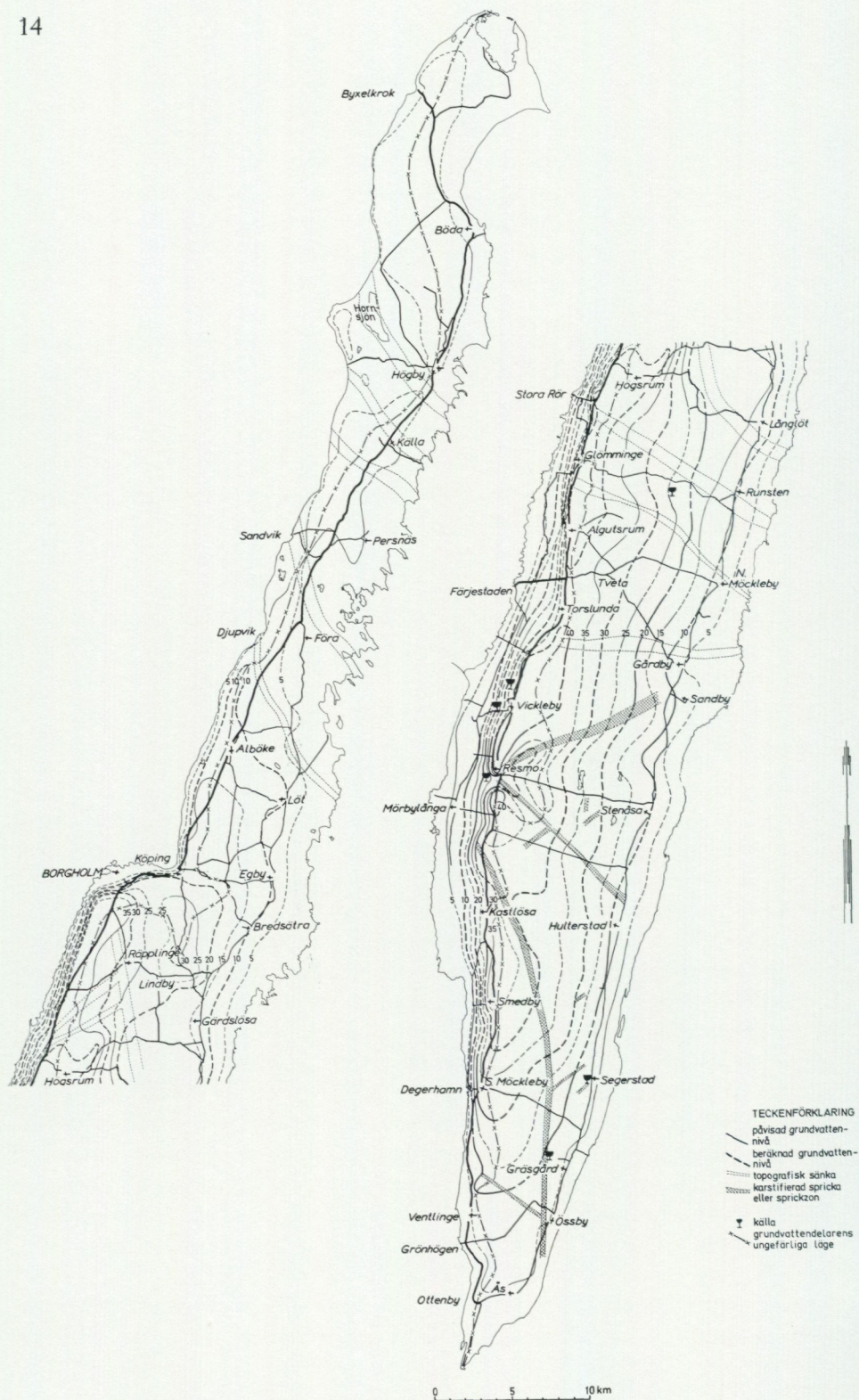


Fig. 3. Grundvattenytans och grundvattendelarens ungefärliga lägen samt berggrundsstrukturer.
Approximate static groundwater level, groundwater divide and bedrock structures.

är det omöjligt att med säkerhet förutsäga hur grundvattendelarens läge skulle förändras t. ex. vid anläggandet av en större vattentäkt eller vid varierande nederbördsförhållanden i dess närhet. Det samma gäller bedömningen av ändringar i grundvattenmagasinens storlek.

2.5. Avdunstning

Några fältundersökningar av avdunstningens omfattning på Öland har veterligen ej utförts. Då dessutom, som tidigare nämnts, mätningar av ytvattenavrinningen synbarligen inte heller gjorts utom i ett fall, saknas basdata för en mer exakt bestämning av de vattenmängder som infiltrerar i marken och bildar grundvatten. Vid SMHI har beräkningar gjorts beträffande avdunstningens teoretiska storlek, den s. k. potentiella avdunstningen, som uttryckt i mm nederbörd uppges vara ca 350 per år (muntligt meddelande, byrådirektör Tryselius). Med potentiell avdunstning eller evapotranspiration (PE) menas den vattenmängd som skulle kunna avdunsta om tillräckligt mycket vatten funnits tillgängligt för detta. PE varierar bl. a. med temperatur, luftfuktighet, vindstyrka och -riktning, antalet soltimmar, breddgrad, växtlighet, bebyggelse och annan kulturpåverkan.

2.6. Infiltration

Om man till det beräknade värdet på avdunstningen lägger den likaledes beräknade ytvattenavrinningen, som enligt ovan är 120–150 mm per år, fås en vattenförlust på 470–500 mm nederbörd i genomsnitt varje år. Jämför man dessa värden med de nederbördsmängder som redovisas i tabell 3 för perioden 1931–1960 visar det sig att vid den lägre förlustsumman den sydvästra delen av ön skulle förlora all sin nederbörd genom ytavrinning och avdunstning. Räknar man med den större förlustsumman skulle förhållandet bli det samma inom hela södra Öland söder om en linje Borgholm–Norra Möckleby, se fig. 4. Inget vatten skulle därvid återstå för bildandet av grundvatten. Att så ej är fallet är ganska självklart och bestyrkes bl. a. av det förhållandet att flera av Ölands större berggrundsvattentäkter ligger inom detta södra område. Förklaringen till detta skenbara motsatsförhållande är att det vid nederbörd sker en relativt stor momentan infiltration i den sprickiga berggrundsytan och i jordlagren. Det infiltrerade vattnet blir därvid inte lika disponibelt för avdunstning som om den fallna nederbörden hade uppsamlats i form av vattensamlingar. Det sistnämnda fallet ligger till grund för SMHI:s beräkningar. Den verkliga avdunstningen kan komma att nedgå till mycket låga värden, speciellt under sensommaren, eftersom då endast mycket små mängder vatten finns tillgängliga för den avdunstning som faktiskt sker vid och strax under markytan. Den potentiella avdunstningen är däremot under denna tid relativt hög.

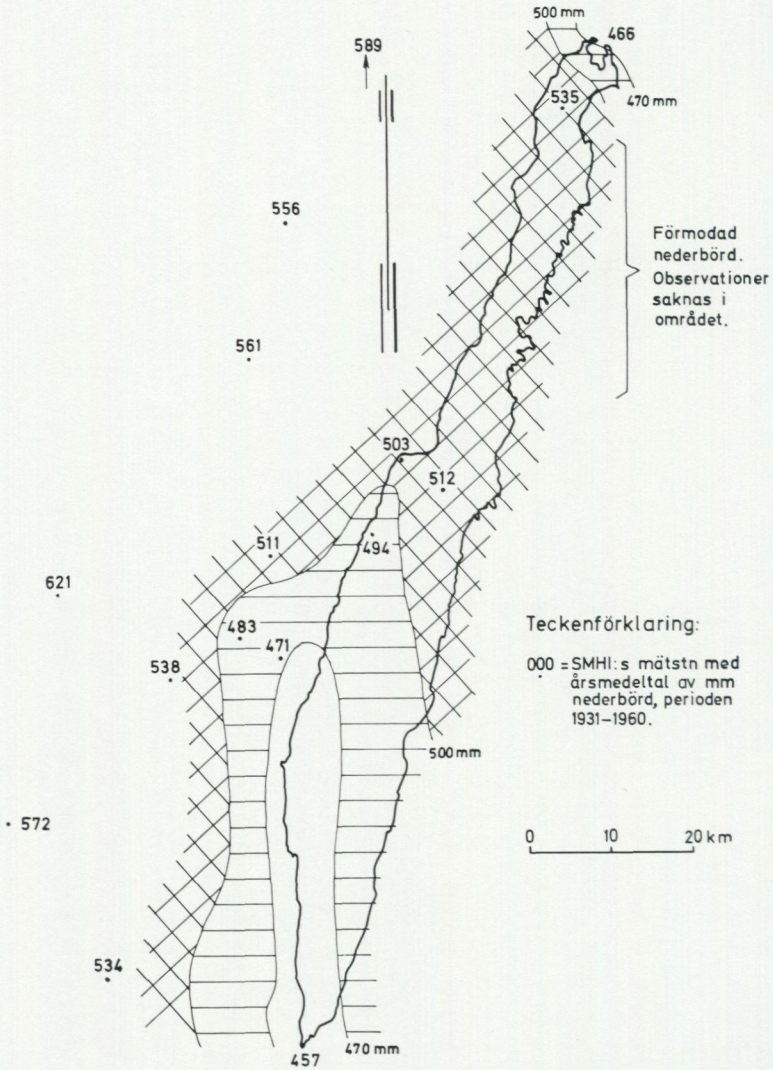


Fig. 4. Beräknad årlig nederbörd på Öland åren 1931-1960.

Estimated annual precipitation in Öland during the period 1931-1960.

För att i framtiden kunna beräkna grundvattenmagasinens storlek och eventuella förändringar under året och under längre perioder föreslås att man inom ett representativt försöksområde under ett par års tid mäter såväl nederbörd som verklig avdunstning och ytvattenavrinning jämte eventuell pumpning ur grundvattenmagasinen. Med kännedom om berggrundens vattenförande förmåga och porositet kan därefter de för vattenbalansekvationer nödvändiga storheterna beräknas.

3. GEOLOGI

3.1. Berggrunden och dess vattenförande förmåga

3.1.1. Allmänt

Ölands berggrund utgöres av på urberget avlagrade sedimentära bergarter från den äldre delen av jordens geologiska forntid, paleozoicum, som anses ha börjat för ca 570 miljoner år sedan. De lager som återfinnes på ön är av kambrisk och ordovicisk ålder. Möjligtvis har även yngre avlagringar funnits representerade, men dessa är i så fall nu eroderade. De på Öland förekommande bergarterna insatta i den geologiska tidskalan framgår av följande tabell:

Tabell 4. Geologiska perioder, yngre än jordens forntid

Tidsperiod		Millioner år sedan perioden började	
Keno- zoicum	Kvartär	1	
	Tertiär	65	
Mezo- zoicum	Krita	136	
	Jura	190	
	Trias	225	
Paleo- zoicum	Perm	280	
	Karbon	345	
	Devon	395	
	Silur	430	
	Ordovicium	500	Ölands berggrund
	Kambrium	570	
Prekambrium			↓

Sedimentbergarternas sammanlagda mäktighet är ofullständigt känd, men torde uppgå till 100–150 m på öns västra sida och till 150–260 m på den östra. Vid en borrhning vid Böda påträffades urbergsytan på ett djup av 162 m under havsytan. I Borgholm nåddes ej urberget efter 100 m borrhning, och i Torngård vid Segerstad finns en 150 m djup brunn som ej har nått ner i urberget. I Segerstad vid fyren påträffades urberget 254 m under markytan.

Öns högsta punkter är genomgående belägna på dess västra sida, där vissa områden ligger mer än 50 m över havsytan. Markytans lutning väster om landborgen är här ofta mycket brant, på sina håll helt lodrät, medan den öster om västra landborgen endast långsamt sänker sig mot öster och sydöst. De enskilda berglagren stupar också mot sydöst, men något brantare än markytan, varför ybergarterna är yngre ju längre österut på ön de är belägna (se profilen fig. 5).

De olika bergartslagren ligger inte i helt plana och jämntjocka skivor på varandra över hela ön. Gränsyterna är ofta undulerade, och tjockleksvariationer inom samma sedimentlager förekommer vilket också framgår av fig. 5 (se även kartan fig. 6).

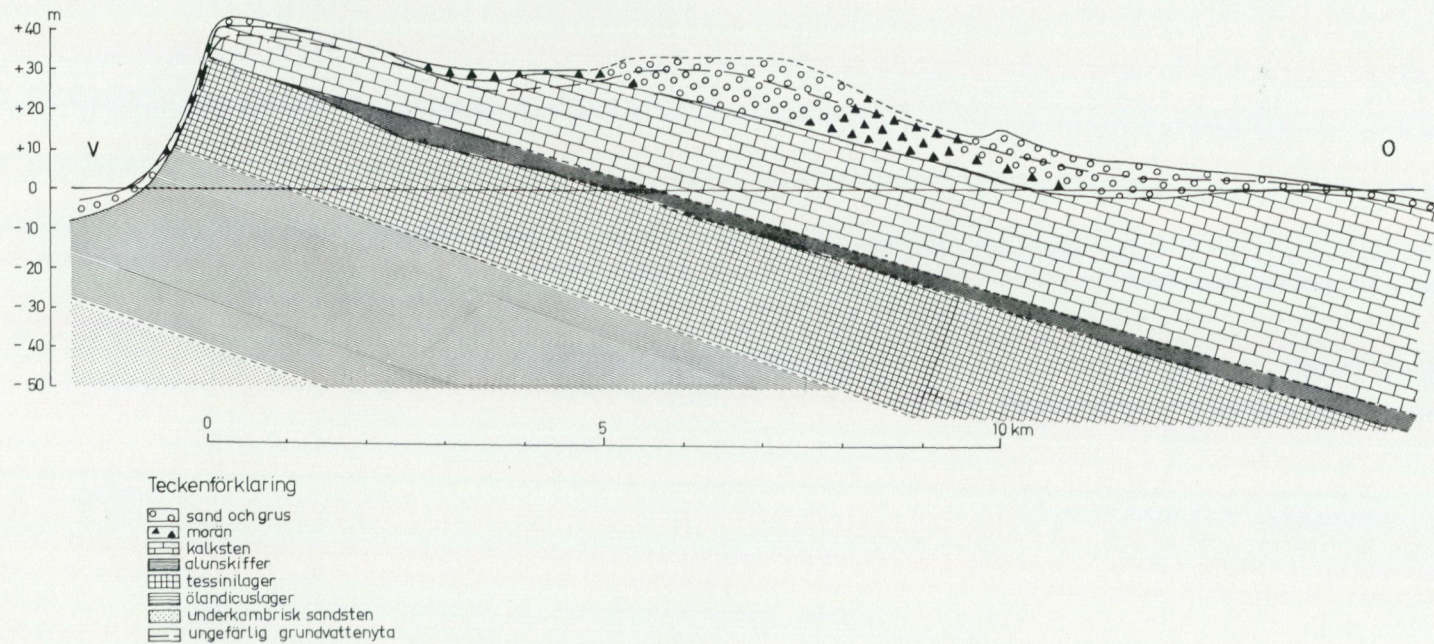


Fig. 5. Geologisk profil från mellersta Öland.
Geological section from the middle of Öland.

3.1.2. Prekambrium

Vid Mossberga, beläget mellan Borgholm och Färjestaden (se fig. 6), har genom borrhning konstaterats förekomsten av kvartsit, d. v. s. en omvandlad sandsten, som är äldre än de kambriska och ordoviciska lagren. Den är avlagrad direkt på det s. k. prekambrika peneplanet, ett genom erosion utslätat urbergsområde, vars yta sakta sänker sig mot sydost. Kvartsiten uppträder i form av en dom eller kupol och är ringformigt omgiven av yngre sedimentbergarter, vilka även täcker den. Domen kan möjligen vara tektoniskt betingad och utgöra en horst, som blivit upplyft under kvartsiten efter det att de yngre bergarterna avlagrats. Troligare är dock att den utgör ett restberg, d. v. s. en efter erosion kvarstående upphöjning över peneplanet. De yngre bergarterna har sedan avlagrats runt om och på denna "ö". De översta delarna av de täckande lagren har senare eroderats, vilket givit upphov till den nuvarande ringformiga anordningen av yngre bergarter runt domen.

Kvartsiten är mycket tät och hård. Några uppgifter om dess egenskaper i vattenförande avseende föreligger ej.

3.1.3. Kambrium

De kambriska bergarterna på Öland utgöres av sandstenar, lerskiffrar, växelagrad sandsten eller mosten och lerskiffer samt alunskiffrar med orsten (se fig. 6). Sandstenarna är äldst, alunskiffrarna yngst.

Den underkambriska sandstenen, vilken vanligen direkt överlagrar urberget, går inte i dagen någonstans på Öland. Vid brunnsgrävning i Mörbylånga har den dock påträffats under ett metertjockt jordtäckte. Dess mäktighetsförhållanden är dåligt kända, beroende på att endast ett fåtal borrhningar företagits inom hela bergartslagret.

Vid Böda förekommer den underkambriska sandstenen mellan 84 och 162 m under markytan och är ställvis mellanlagrad av s. k. kråksten, en bergart bestående av omväxlande mosten och lerskiffer med undulerade kontaktytor. Vid Borgholm är sandstensens mäktighet minst 58 m, vid Solliden 78 m och vid Stora Rör 83 m. Mossbergaborrningen redovisar endast 1.75 m underkambrisk sandsten ovanpå kvartsiten, vilket kan tolkas så att kvartsitdomen endast under relativt kort tid legat under vatten under den tidsperiod då de aktuella sedimenten avlagrades.

Undersökningsresultat från Böda-borrhningen (Hessland, Waern 1949-1953) ger vid handen att den underkambriska sandstenen är relativt porös. De angivna porositetssiffrorna, vanligen omkring 20 %, är dock missvisande ur grundvattensynpunkt eftersom angivelserna avser total porositet och ej den s. k. effektiva porositeten. Med den senare menas förhållandet mellan den vattenvolym som under inverkan av tyngdkraften fritt kan dräneras ur en vattenmättad jord- eller bergart och den totala volymen av denna, inklusive

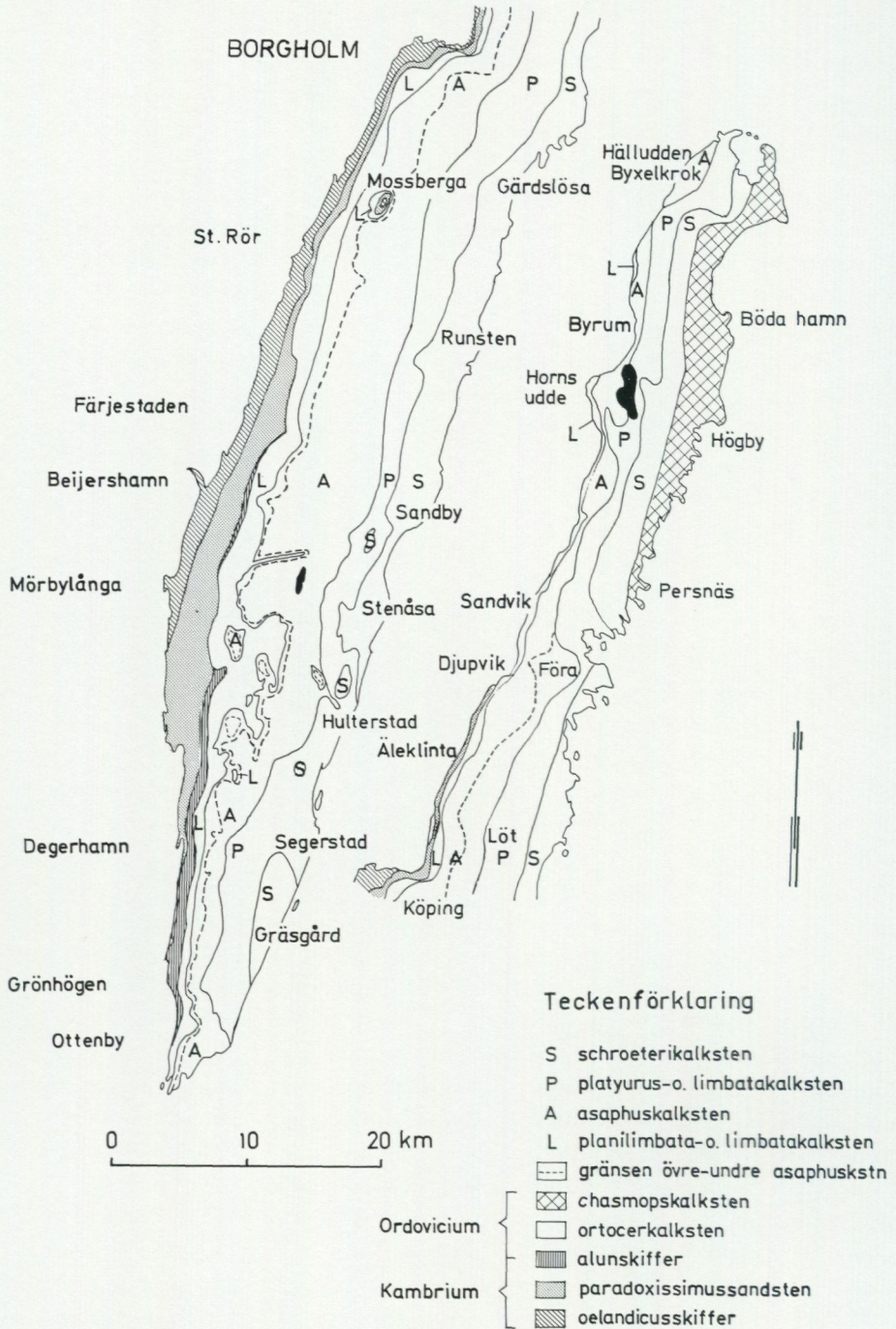


Fig. 6. Berggrundskarta över Öland (efter Regnéll, "Ölands geologi", i "Öland", del I, Lund 1948).

Map of the bedrock of Öland.

vatten. Vid dräneringen kvarhålls en viss volym vatten i porerna beroende på kapillärkrafternas inverkan. Den effektiva porositeten är således mindre än den totala. Skillnaden dem emellan är större ju finkornigare jord- eller bergarten är. Något försök att bestämma den effektiva porositeten, som i praktiken är lika med den procentuella andel av ett vattenförande lagers totala volym varifrån vatten kan utvinnas, har tyvärr ej utförts.

Vid de flesta kända pumpningsförsök i brunnar borrhade ned i sandstenen på Öland har vattnet visat sig vara salt, varför dess användning för konsumtionsändamål ej varit aktuell. Undantag utgör bl. a. en brunn i Mörbylånga samhälle (nr 4 G SO:36), där enligt tillgängliga uppgifter inga anmärkningar gjorts angående salthalten hos vattnet. Kapaciteten i denna brunn anges variera mellan 2.5 och 2.8 l/s. Det är sålunda inte helt uteslutet att det lokalt går att erhålla ett tjänligt konsumtionsvatten ur dessa berglager, även om utsikterna därtill i allmänhet måste bedömas som små. Förutsättningen är att överlagringar i form av täta jordarter eller sedimentbergarter saknas. Infiltration av nederbördsvatten i sandstenen gynnas därvid, och detta kan medföra att salt grundvatten förträngs mot djupet. Långvariga och rätt utförda provpumpningar i sötvattenbrunnar nedförda i sandstenen får visa huruvida risker för en framtida inträngning av saltvatten föreligger. Ett område med åtminstone delvis gynnsamma förutsättningar synes föreligga i trakten av Mörbylånga. På fastlandssidan av Kalmarsund har ett antal brunnar nedförts i den underkambriska sandstenen med gott resultat. Fyra brunnar med 200 mm diameter har borrats i Söderåkra till djup varierande mellan 29 och 70 m. Sandstenens mäktighet anges till mellan 10 och mer än 30 meter. En av brunnarna har provpumpats med 17 l/s med en avsänkning av endast 40 cm, en annan med 10 l/s och 11 m avsänkning. Motsvarande värden för de andra två är 13 l/s vid 5.5 m avsänkning och 2.1 l/s vid 14.5 m avsänkning. Markytans höjd är inte exakt känd, varför det inte är bekant huruvida avsänkning av grundvattenytan skett till nivåer under havsytan. Sandstenens relativt höga topografiska läge och gynnsamma infiltrationsmiljö jämfört med motsvarande förhållanden på Öland är troligen huvudorsaken till att grundvattnet i Söderåkra ej är salt.

Den underkambriska sandstenen torde vara den enda av Ölands bergarter som i sig själv är vattenförande i så stor utsträckning att en grundvattenutvinning är praktiskt möjlig förutsatt att kvaliteten kan godtagas. Förekomsten av övrigt berggrundsvatten på ön är så gott som helt beroende av sprickfrekvens och -volym i berggrunden.

Ovanpå den underkambriska sandstenen ligger det s. k. Paradoxides ölandicus-lagret, vilket i huvudsak består av lerskiffer. Det går i dagen utefter västra kusten från Borgholm till Mörbylånga (fig. 6). Skiffern är mycket tät och föga vattengivande. Dess förekomst är genom brunnsborringar konstaterad över hela Öland medan däremot kännedomen om mäktigheten är ofullständig beroende på att man endast på ett fåtal platser borrar igenom lagret i

dess helhet. Vid Böda anges mäktigheten till ca 43 m, vid Borgholm till 41 och vid Segerstad till 44 m. Bergarten har föga betydelse ur vattenförsörjningssynpunkt, dels på grund av sin täthet, dels därför att sprickfrekvensen synes vara låg. Det grundvatten som trots allt förekommer anges tämligen ofta vara salt.

Nästa lager i den kambriska sedimentbergartsserien är den s. k. tessini- eller paradoxissimussandstenen. Namnet är något missvisande, eftersom det inte är frågan om en ren sandsten utan snarare om en skiffer med inlagrade skikt av mosten. Bergarten är mycket tät och välkonsoliderad. Att den trots detta har betydelse för grundvattenförsörjningen beror på att den är relativt sprickrik. Volymen och frekvensen av sprickorna är dock inte kända.

Paradoxissimuslagren går i dagen innanför ölandicusskiffern utefter västkusten på sträckan Degerhamn-Djupvik samt vid Horns udde (fig. 6). Lagrens övre yta är dokumenterad på ett flertal platser över hela Öland men däremot inte den undre, varför det är vanskligt att uttala sig om lagerseriens mäktighet och variationerna däri. Den tycks saknas helt på nordligaste Öland. Tjockleken vid Borgholm har enligt en nyligen utförd kärnbörning visat sig vara ca 18 m. På södra delen av ön har mäktigheter på mer än 40 m konstaterats. I Segerstad är lagret t. ex. 63 m tjockt. Bergarten är ur vattensynpunkt betydelsefull av i huvudsak två anledningar, nämligen att den alltid lämnar en viss om än ganska liten vattenmängd och att kvaliteten oftast är god. Kapaciteten på brunnar nedförda i paradoxissimuslagren varierar inte mycket, och det är sällan man har utvunnit mer än 1 l/s. Detta är dock tillräckligt för de allra flesta enskilda förbrukares behov. I många brunnar torde det vara så att åtminstone en del av vattnet kommer från överliggande kalkstens- och skifferlager, eftersom hydrauliskt samband via sprickor ofta synes föreligga mellan lagren, d. v. s. de bildar ett och samma grundvattenmagasin. Det är heller inte vanligt att borrhålen förses med foderrör, vilket underlättar inströmning av vatten från högre belägna nivåer.

Det yngsta av de kambriska lagren är alunskiffern. I detta begrepp inkluderas även vissa smärre inlagringar av orsten och kalk. Trots sin finkornighet är bergarten som regel relativt rikt vattenförande beroende på stor sprickrikedom. Dessvärre lämnar dock en del vattentäkter med god kapacitet, nedförda i denna bergart, ur kvalitetssynpunkt undermåligt vatten. Orsaken är den lukt och smak av främst kolväten och svavelväten som vidlåder detta.

På sydligaste Öland anges brunnar nedförda i alunskiffer ofta ha en kapacitet av 2 l/s och mera. För att förbättra kvaliteten på det uppfordrade vattnet har man i enstaka fall sökt hindra vatten av dålig kvalitet från att strömma in i brunnarna med hjälp av foderrör. Därvid minskar dock oftast kapaciteten.

I motsats till underliggande bergarter är alunskifferns utbredning och mäktighet väl känd. På fig. 7, som visar läget av gränsen mellan alunskiffern och den överliggande kalken, framgår också hur undulerat gränsskiktet mellan berglagren är. Orsaken till detta är ej helt klarlagd.

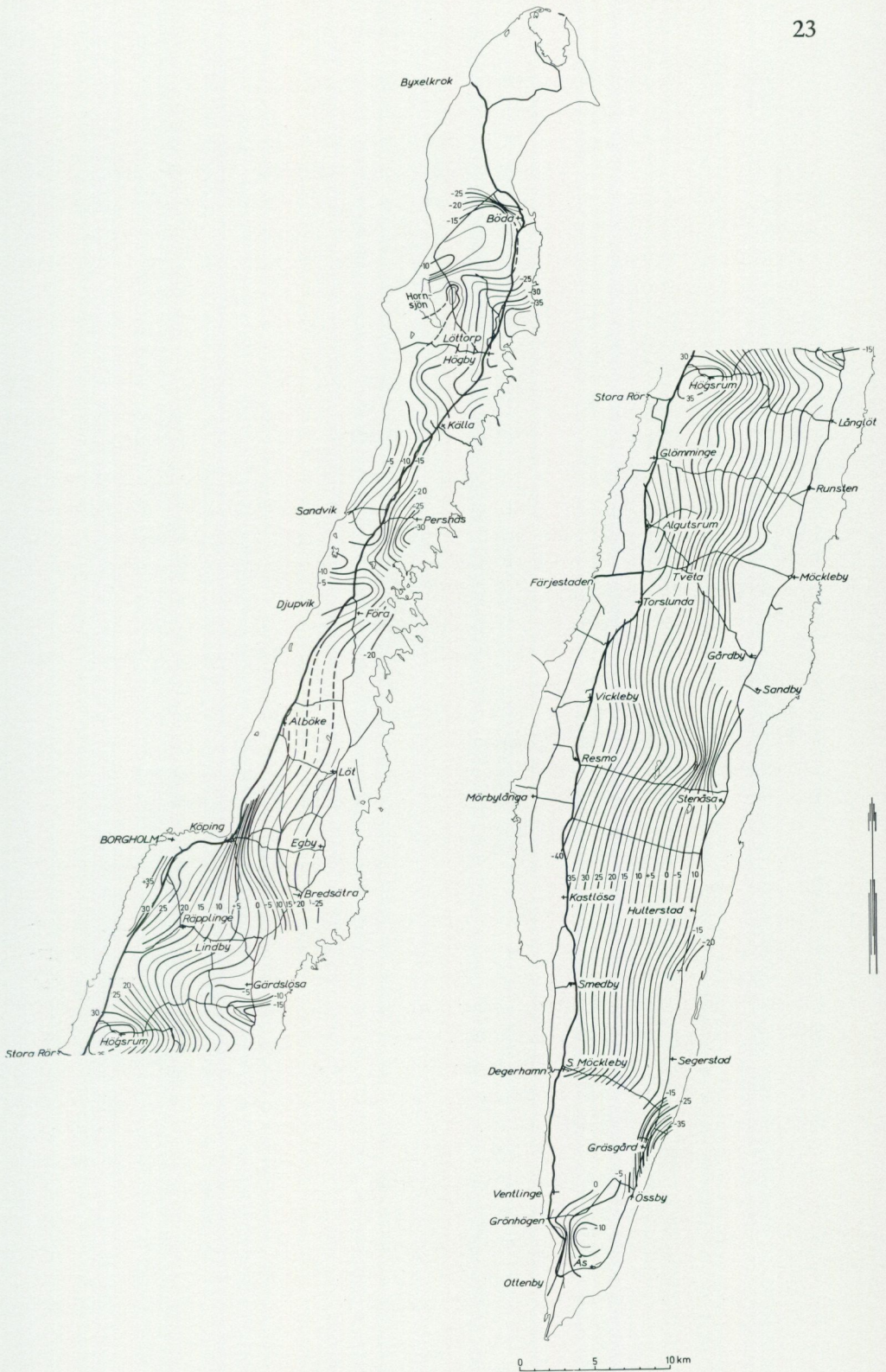


Fig. 7. Läget av gränzytan mellan kalksten och alunskiffer, meter över/under havsytan.
 Boundary surface between limestone and alum-shale, metres above/below seal level.

Enligt en av uppsalaprofessorn Hans Ramberg framlagd teori, applicerad på öländska förhållanden av fil lic Ove Stephansson, orsakar gravitationskrafter att den i förhållande till omgivande bergarter lättare alunskiffern strävar efter att flyta upp genom dessa. Uppflytningen sker i stråk, vilket alltså skulle kunna förklara utseendet hos bergartens överyta på Öland. I markytan ger sig detta till känna i form av domer eller åsar beroende på att ytbergarterna pressats upp. Det senare är av stor principiell betydelse för Ölands hydrogeologi, vilket senare skall beröras.

Alunskiffern går i dagen som ett smalt bälte vid västra landborgen på sydvästra delen av ön (fig. 6).

3.1.4. Ordovicium

Ölands berggrundsytan öster om västra landborgen utgörs nästan uteslutande av kalksten av ordovicisk ålder. I detta begrepp innefattas här även smärre förekomster av mindre kalkrika bergarter, t. ex. ceratopygeskiffer. Denna kan vara utbildad som alunskiffer och har då i grundvattenhänseende samma egenskaper som den kambriska alunskiffern.

Den vanligaste kalkstenen är ortocerkalken, som indelas i flera underavdelningar. Det har dock syntts onödigt att ur hydrogeologisk synpunkt särskilja dessa.

Kalkstenens mäktighet varierar. Den är liten i väster och tilltar mot öster. Lokala variationer i lagertjockleken förekommer och det är därför vanskligt att ange något medeltal. Som exempel kan nämnas följande platser och mäktigheter: S Möckleby 2 m, Gräsgård 35 m, Råpplinge 15 m, Löt 27 m, Horns udde 16 m och Böda hamn 39 m.

Kalkstenen är tät och i sig själv föga vattenförande. De vattenmängder som kan utvinnas härrör i allt väsentligt från sprickor. Beträffande storlek och frekvens av sprickorna är dessa ofullständigt kända då inga närmare undersökningar härav gjorts vid vare sig brunnsborrningar eller grundvattenundersökningar. Vid Tveta finns en grävd och sprängd brunn, ca 6 m djup, vilken förser Färjestaden med vatten. Denna brunn har provpumpats med över 11 l/s vilket indikerar stor sprickrikedom och sprickvolym i de övre delarna av kalkstenen. På grund av brunnens ringa djup är dess influensområde begränsat. Den är därför starkt beroende av grundvattenytans fluktuationer, och under längre perioder utan nederbörd kan brunnen förväntas starkt nedgå i kapacitet. Med en djupare och annorlunda utförd brunn, t. ex. med en diameter av 600 mm och ett djup av 20 m, samt eventuellt försedd med slitsat foderrör, silrör och/eller grusfilter, bör såväl större vattenmängder som säkrare vattenleverans kunna erhållas. Den befintliga brunnen ger en antydning om de möjligheter som bör finnas att inom liknande områden med sprickrik kalkberggrund utvinna grundvattenmängder av storleksordningen 5–10 l/s. En parallell till

brunnen i Tveta torde den s. k. Åkerbykällan i Spjuterum utgöra (se vidare kaiplet om källor, se sid. 46).

Karstifieringsprocesser har förmodligen ytterligare ökat lagringskapaciteten hos de aktuella grundvattenmagasinen. Detta berörs i nedanstående avsnitt.

3.1.5. Sprickor, vittring och karstfenomen

Orsaken till markytans och lagergränsernas delvis vågformade utseende har berörts ovan. Spricksystemen i såväl urberget som i de överliggande sedimentbergarterna synes åtminstone delvis vara desamma vad beträffar riktning och omfattning. Det mest framträdande systemet har en huvudsaklig riktning SV-NO och SSV-NNO. Ett andra system är orienterat ungefär vinkelrätt mot det föregående medan en tredje vanlig sprickriktning är N-S, se fig. 8.

En översiktlig undersökning av lokala oregelbundenheter i bergytans lutning eller stupning har utförts vid SGU. I anslutning till dylika oregelbundenheter bör berget vara kraftigt uppspräckt, och att så verkligen är fallet har inom några områden konstaterats av Stephansson. Den totala omfattningen av dessa sprickzoner och till vilket djup de når är dock tills vidare ej bekant. Avbrotten i bergytans flackhet är inom vissa områden väl synliga i terrängen, ibland i form av dalgångar, ibland som ryggar. De framträder även på flygbilder. Några av de på detta sätt dokumenterade terrängformerna är angivna på figur 3. Att nästan enbart de nordvästliga-sydöstliga stråken framträder beror sanno-



Fig. 8. NV-SO och N-S spricksystem på Stora Alvaret öster om Södra Möckleby. Bilden tagen mot norr. Foto J. P., dec. 1970.

NW-SE and N-S joints in the Great Alvar east of Södra Möckleby. The picture taken towards north.

likt på att de blivit accentuerade av isrörelser och vattenströmmar i anslutning till den senaste nedisningen. Mot isens och vattnets rörelseriktning tvärställda sprickor eller dalar mellan bergåsar kan ha fyllts upp och jämnats ut, medan landskapsformer parallella med denna riktning förblivit opåverkade eller, i fråga om dalgångar, rensats upp och förstorats. Dalarna kan ibland vara återfyllda med isälvsmaterial eller svallbildningar. Ett exempel på detta utgör Löttopssänkan från Hornsjön mot sydöst. SIB påtalar i en rapport öven den s. k. Nybyryggen i Ölands Åkerbo kommun (utr. nr 142, bilaga 1) att åtminstone vissa av de nordväst-sydöstliga höjdryggarna på nordöstra Öland, som består av lösa jordarter, är avlagrade mot "berggrundsribbor" med samma sträckning. Dessa strukturer är av stort intresse från grundvattensynpunkt, då de förmodligen kan hänföras till de ovan nämnda sprickzonerna. Det kan således löna sig att söka vatten under de lösa avlagringarna i sådana höjdryggar.

Som tidigare nämnts kommer det grundvatten som kan utvinnas ur de öländska sedimentbergarterna nästan uteslutande från sprickor. I samband med vittring kan volymen och omfattningen av sprickorna öka högst väsentligt. När detta sker i kalkberg på kemisk väg kallas förloppet för karstvittring eller karstbildning. I och med avsaknaden av tjockare jordtäckte på södra Öland är denna vittringsform mest känd härifrån. Karstbildningen är en följd av att kalciumkarbonatet i kalkstenen lösts ut. Sker detta inne i berget kan hålrum bildas i form av grottor eller hålor. Om taket på en sådan grotta störtar in bildas en grop i terrängen, en s. k. dolin. Sådana är kända bl. a. från Resmoområdet. Småformer av karst i form av slukhål och förbindelsekanaler är vanliga på alvaret och i många stenbrott på södra delen av ön, se fig. 9 och 10.

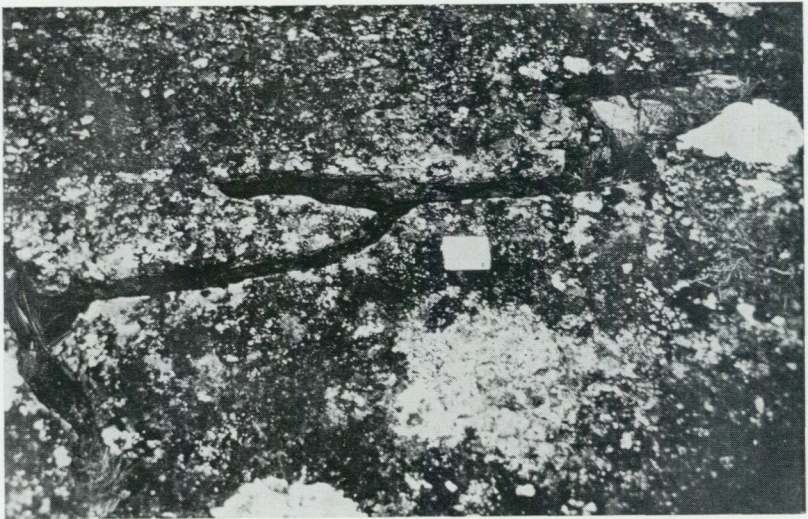


Fig. 9. Karstvittring i kalkbergsytan. Alvaret väster om Stenåsa. Foto J. P., dec. 1970.
Karstic weathering in the limestone surface. The Great Alvar west of Stenåsa.



Fig. 10. Karstvittring i lodrät kalkstensvägg i stenbrott vid Vickleby. Foto J. P., dec. 1970.
Karstic weathering in vertical limestone wall in a quarry at Vickleby.

De relativt stora grundvattenförekomster som konstaterats i området nordöst om Resmo kyrka, i Tvetatrakten och i området mellan Glömminge och Runsten ger anledning till en förmodan att ytberggrunden i dessa områden utgörs av starkt vittrat kalkberg.

Förutom den kemiskt betingade förstoringen av sprickorna har även skett en mekanisk. Bl. a. torde deformation genom inlandsisens inverkan ha spelat roll genom den på- och avlastande effekt denna utövat. Frostsprängning, framför allt i samband med nedisningen, har säkerligen också bidragit till ökad frekvens och volym hos sprickorna. Exempel på sprickornas utseende lämnas i fig. 11–14.

I detta sammanhang bör påpekas, att det utomlands är mycket vanligt att man på kemisk väg söker rensa upp och förstora de sprickor som påträffas vid borring i kalkbergarter. Denna förbättring av inströmningsförhållandena åstadkommes bl. a. genom användandet av lämpliga syror. Metoden synes vara mycket litet om ens alls använd i Sverige.

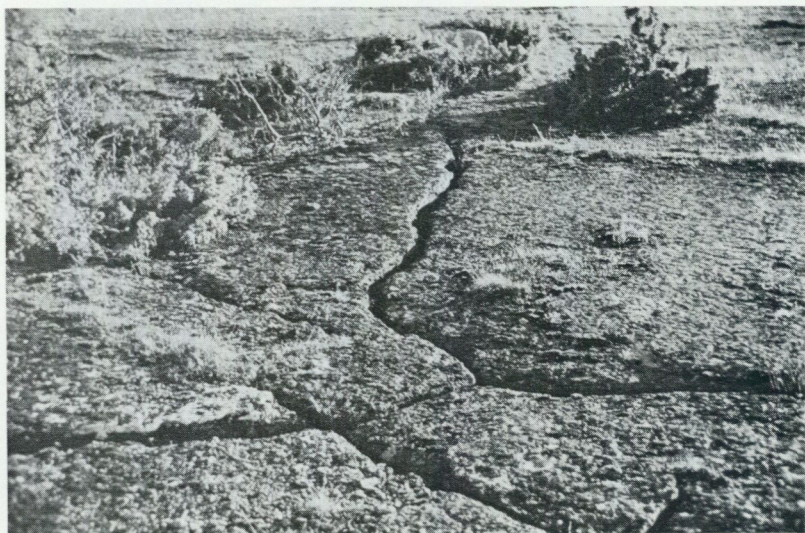


Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13

Fig. 11–13. Sprickor på Alvaret väster om Stenåsa. Foto J. P., dec. 1970.
Joints in the Great Alvar west of Stenåsa.



Fig. 14. Kombinerad mekanisk vittring och karstvittring, Alvaret söder om Möckelmosen.
Foto J. P., sept. 1969.
Combined mechanical and karstic weathering, the Great Alvar, south of Möckelmosen.

3.2. Jordarterna och deras vattenförande förmåga

3.2.1.2 Allmänt

Ölands kvartära avlagringar kan generellt sägas vara av fyra slag, nämligen morän, strandbildningar, isälvsmaterial och organogena jordarter. Deras fördelning över ön framgår av fig. 15.

Moränen har ofta stort lerinnehåll och är av denna anledning ogynnsam för grundvattenutvinning. Den har sin största utbredning i det inre av öns mellersta del men förekommer även relativt rikligt på den norra delen.

Strandbildningarna på Öland består mestadels av omlagrad morän, som under havets inverkan bearbetats, sorterats och upplagrats som vallar eller flackare fält. I strandbildningarna kan även lokalt en del glacifluvialt material ingå. Omfattningen av detta är inte helt klarlagd. Den omlagrade moränen är ur grundvattensynpunkt jämförbar med isälvsmaterial, d. v. s. den kan under gynnsamma förhållanden, på grund av sin sandiga-grusiga karaktär, lämna stora mängder vatten. De öländska strandbildningarna ligger dock oftast topografiskt högt och saknar för gynnsam vattenmagasinering nödvändiga avskärmningar i topografin eller invallande täta jordarter i omgivningen. Grundvattenytan kommer därför att ligga lågt. Det gör att den totala vattentillgången i avlagringarna är ringa.

Områden med större sammanhängande isälvsavlagringar är få på Öland. Medan morän och strandbildningar sällan har mäktigheter överstigande 10 meter, har jorddjup på över 20 m påträffats i glacifluvialt material. Sålunda är i det s. k. Stora Rör-fältet det största uppmätta djupet till berg 29 m. I Solberga-Lindby-fältet sydost om Borgholm har man på flera ställen borrar till 14–15 m under markytan innan berggrunden nåtts. Detsamma är förhållandet vid Löttorp och Böda på norra Öland.

I samband med sorterade jordarter på Öland bör nämnas flygsanden i norr. Ur grundvattensynpunkt anses den vara av underordnad betydelse, beroende på att sandlagren är tunna och mest består av finkornigt material. Själva dynerna kan dock nå betydande mäktigheter. Sålunda uppgavs från en brunnsborrning i Byrum ett jorddjup på 33 meter, vilket är det största som över huvudet taget finnes angivet för Öland. Det grundvatten som uttages i sedimenten anges relativt ofta vara missfärgat av humusämnen och järn.

De organogena jordarterna på Öland, torv, dy och gyttja, har haft sin största betydelse i grundvattenhänseende genom att de skapat långa uppehållstider och därigenom bättre infiltrationsvillkor för ytvattnet, som delvis hindrats från att rinna av på landytan. Den omfattande utdikning av mossar, myrar och kärr som ägt rum på ön har väsentligt ändrat detta förhållande.

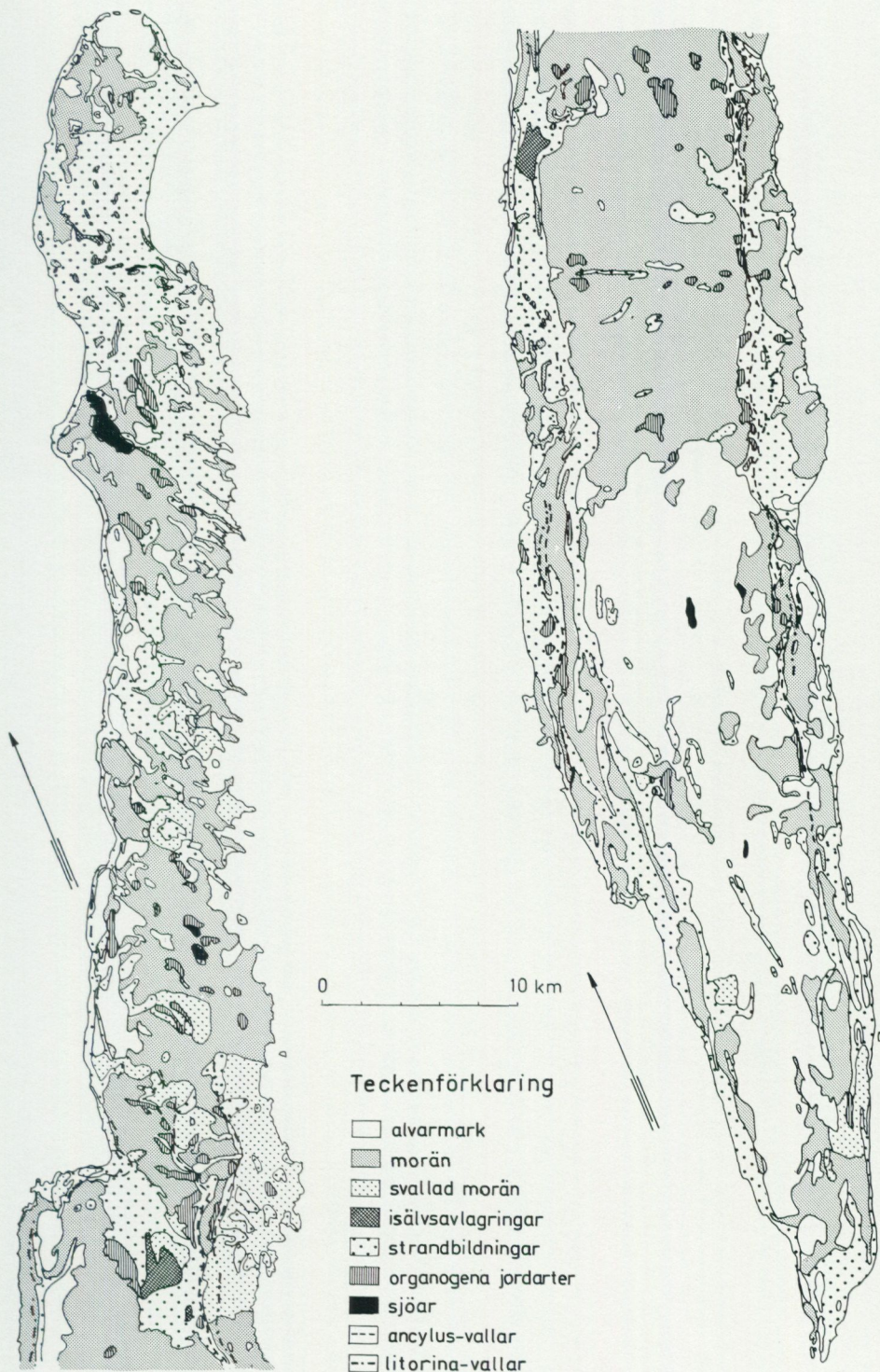


Fig. 15. Jordartskarta över Öland (efter Königsson, 1968).
Soil map of Öland.

3.2.2. Morän

Som tidigare nämnts är moränen på Öland rik på lera. Jordarten kallas lokalt "jetter" och består huvudsakligen av moränlera eller lerig morän. Skillnaden mellan dessa två jordarter ligger i olikheter i fråga om lerinnehåll. Är lerhalten större än 15 % är benämningen moränlera medan lerig morän har en lerhalt mindre än 15 %. Ett exempel på kornstorleksfördelningen i en moränlera från Öland visas i diagrammet, fig. 16.

På sydligaste delen av ön förekommer jordarten relativt sparsamt och med ringa mäktighet. Undantag utgör delar av västkusten. Först i höjd med Torslunda börjar moränleran dominera som jordart. Stora Alvaret har här sin nordgräns. Mindre svallbildningar samt fläckar av kalt kalkberg förekommer inom moränlereområdet, som sträcker sig upp till trakten av Räpplinge. Norr därom förekommer jordarten fortfarande men ej så dominant. Svallgrus och andra strandbildningar upptar här ca hälften av den jordtäckta arealen. Den största mäktigheten för den obearbetade moränleran uppgår till 3–4 m.

I trakten av Högby bildar moränen ryggar med sträckningen nordväst-sydöst. Dessa har tolkats antingen som drumliner eller radialmoräner. Deras bildningssätt beror på speciella förhållanden under den senaste nedisningen.

På grund av att morän är den vanligaste jordarten på Öland har brunnar grävda i denna jordart utgjort en stor andel av vattentäkterna på ön. Kapaciteten har i regel varit tillräcklig för husbehov utom under längre torrperioder då på grund av ringa jord- och brunnsdjup grundvattenytan oftast sjunkit under

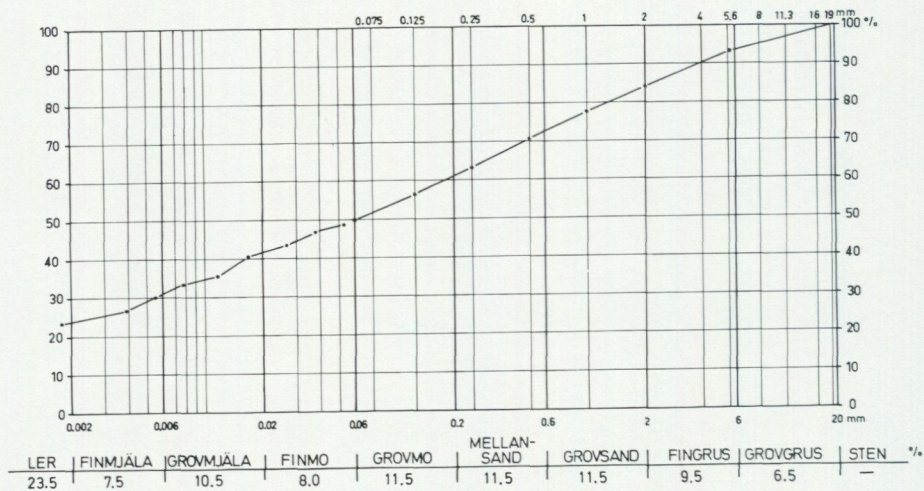


Fig. 16. Kornstorleksfördelning i prov på moränlera. Resmo källa, djup 3.5 m under markytan.

Grain size distribution in sample of boulder clay from the Resmo spring. Depth 3.5 metres below ground level.

brunnens botten. Den ovan nämnda utdikningen synes även ha verksamt bidragit till att en allmän grundvattensänkning ägt rum inom vissa regioner.

Några provpumpningar i moränbrunnar för att utröna den normala vattentillgången i de grundvattenmagasin från vilka de får sitt vatten har så vitt bekant är inte företagits. Det förekommer ofta lantbruk med djur där vattenförsörjningen helt baseras på i morän grävda brunnar, varför man åtminstone i gynnsamma fall kan räkna med att dessa ger en eller ett par kubikmeter per dygn. Kapaciteten beror till stor del på i vilken topografisk omgivning brunnarna är placerade. Strävan bör vara att de nedförs i lågpartier i terrängen och till ett sådant djup att de når underliggande berggrund. Är berget dessutom sprickrikt i ytan kan ytterligare nedschaktning lätt företas.

3.2.3. Strandbildningar

Vid Östersjöns olika utvecklingsstadier under tiden efter den senaste nedisningen kom dess vattenyta att under längre eller kortare tider intaga olika nivåer i förhållande till fast land. Under perioder med relativt konstanta strandlinjer utbildades då genom vågornas inverkan strandbildningar på samma sätt som nu sker vid våra kuster. Ursprungsmaterialet i dessa, vanligen morän men även isälvsavlagringar, bearbetades, transporterades och omlagrades till vallar eller flacka fält. Ofta överlagras dessa bildningar opåverkad morän.

De mest påfallande av de öländska strandbildningarna är de båda landborgsvallarna. De är tydligast markerade på den södra delen av ön för att norr om Borgholm löpa samman och bli mera diffusa. Längst i söder är det likaledes svårt att särskilja någon speciellt utpräglad vall beroende på att flera stadier i Östersjöns utveckling här hade sina högsta vattenytor på ungefär samma nivå, vilket medförde att respektive strandbildningar blev flacka och inflätade i varandra. Härtill bidrar också den utjämnade berggrundstopografin. På eller i anslutning till landborgarna ligger många av Ölands byar, varför det är naturligt att ur vallarna uttagits grundvatten i relativt stor utsträckning. Materialsammansättningen är gynnsam för detta, speciellt vad beträffar västra landborgen, men då infiltrationsområdena är små och eftersom strandvallarna ofta ligger högt i terrängen och saknar tätande lerlager vid sidorna, är grundvattenmagasinen små och vattentillgången mycket ojämn. Den västra landborgen har en mäktighet av upp till 8 m och den östra ställvis så mycket som 13 m.

Andra strandbildningar i form av vallar är vanliga över hela ön, men de har då ett mindre utpräglat topografiskt utprädnade än de båda landborgarna. De största mäktigheterna hos detta svallmaterial förekommer väster om västra landborgen, där jorddjup på ca 20 m ibland uppmätts, t. ex. i Mörbylångadalen. De understa 3–4 metrarna består här av moränlera som inte påverkats av vågorna. Materialet i dessa strandbildningar är alltför fin-

kornigt för att möjliggöra uttag av större vattenmängder med användning av konventionellt utformade brunnar. Försök med nedläggning av dräneringsrör under grundvattenytan och uppsamling till och pumpning av vattnet från en central brunn har gjorts i Mörbylånga kommun. Sockerbolaget har här låtit utföra en dylik brunn ca 1.5 km norr om sin fabrik i Mörbylånga samhälle. Vid en två dagar lång rensumpning i september 1970 uttogs enligt uppgift 90 l/s ur denna brunn. Det är möjligt att en del av det pumpade vattnet härrörde från Kalmarsund, då brunnen, vars botten synes ligga under havets nivå och dessutom är öppen, är belägen inte långt från stranden. Några vattenanalyser som kunnat klarlägga ett eventuellt blandningsförhållande har veriteligen ej utförts. Pumpningen avslöjar inte någonting om grundvattenmagasinetns volym eller den totalt uttagbara grundvattenmängden, endast att en förstoring av brunnsinströmningsyta är en god kompensation för magasinets ofördelaktiga porositet och permeabilitet.

Svallsedimentens betydelse i kombination med isälvsmaterial kommer att beröras nedan.

Ytterligare några områden utanför landborgarna är på den geologiska kartan, fig. 15, utmärkta med beteckningar för svallad morän. Den förekommer då i form av fält utan markerade vallar och kan ur hydrogeologisk synpunkt jämföras med svallsand, d. v. s. har sedimentkaraktär och bör vara relativt gynnsam i grundvattenhänseende. Denna svallande morän är dessvärre ganska tunn, och har därför endast ett begränsat intresse som akvifer.

3.2.4. Isälvsmaterial

Det råder en viss tvekan om huruvida Ölands som isälvsavlagringar ansedda bildningar verkligen är av glacifluvialt ursprung. En allmän uppfattning i dag är emellertid att så är fallet. De har dock kraftigt påverkats av vågerosion under Östersjöns olika utvecklingsstadier och kan ibland vara svåra att skilja från svall- eller strandbildningar.

Mellan Högsrum och Glömminge är det s. k. Rällafältet beläget. Materialet i detta utgöres till största delen av sand, och någon egentlig åskärna har ej påträffats vid de undersökningar som gjorts. Sanden är avlagrad parallellt med själva landborgen och på ömse sidor om denna (se fig. 17). Utläckande vattenmängder längs bildningens västra begränsningslinje anges i genomsnitt uppgå till totalt 4–5 l/s, vilket skulle vara den här uttagbara grundvattenmängden (utr. nr 117, bil. 1). Om emellertid vattentäkter anlades längre åt öster med brunnar som nedfördes i och igenom sanden och ned i berggrunden, borde väsentligt mera grundvatten kunna erhållas genom en avsänkning av grundvattenytan närmast brunnarna på ca 20–25 m (se fig. 17). Dessa skulle utföras på ett sådant sätt att grundvatten från både de lösa avlagringarna och berggrunden kunde tillgodogöras. Vid ett sådant arrangemang skulle en större

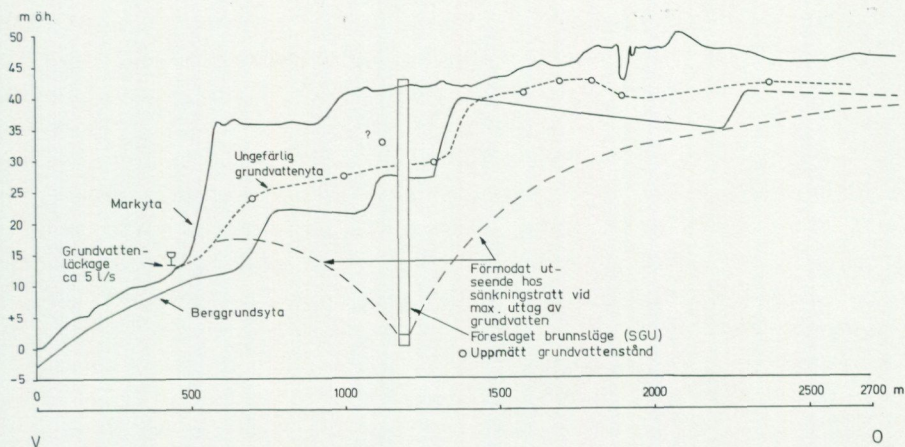


Fig. 17. Marksektion genom Rällafältet (efter SIB 5/12 1964).
Section through the Rälla field.

landareal komma att dräneras mot brunnarna än den som nu under opåverkade förhållanden avvattnas genom det ovan nämnda grundvattenläckaget. Anläggandet av grundvattentäkter innebär ju att man genom förändring av grundvattentytans nivå skapar nya strömningsförhållanden för grundvattnet och på så sätt påverkar vatten som annars ej skulle utnyttjas.

Dessa tankegångar är delvis omsatta i praktiken vid det mindre vattenverk som nyligen blivit uppfört i Rørsberg, ca 150 meter öster om korsningen mellan Stora Rørs hamnväg och väg 136. En brunn är här borrarad i lösa avlagringar och berg, och verket är dimensionerat för ett vattenuttag av 1,5 l/s. Brunnen är 19 meter djup och är provpumpad med 2 l/s. Därvid erhöles en avsänkning av endast ca 3 dm, varför vattentäkten bör kunna leverera avsevärt mycket mera vatten vid behov. Grundvattentytan har inte vid något tillfälle sjunkit under berggrundsytans nivå, trots att ett tätande foderrör är neddrivet till och ned i berget. Vattentransport sker därför uppenbarligen mellan de lösa avlagringarna och berggrunden. Ett grusfilter eller ett perforerat foderrör ned till berget i stället för det släta foderröret skulle sannolikt ytterligare förbättra brunnens kapacitet.

Muntliga uppgifter från brunnborrare Alf Engelholm i Högsrum rörande bl. a. den i brunnarsarkivet ingående brunnen 4 G NO:27, grävda brunnar i Rälla Tall norr om Rørsberg samt grundvattenförhållanden i grustakten nordost om Rørsberg bidrager till författarnas uppfattning att Rällafältet är ett mycket intressant och lovande grundvattenområde.

Slutligen bör nämnas den grävda brunn vid Ekerumsbaden i fältets nordvästra del, som enligt icke verifierade uppgifter säges lämna upp till 10 l/s sommartid.

Ett område som förmodligen till stor del består av omlagrade glacifluviala avlagringar, även om de täcks av svallsand, ligger mellan Hornsjön och Högby. Man har här konstaterat en sänka i berggrunden till ca 14–15 meters djup under markytan. Bredden och längden av denna sänka är för närvarande ej helt kända. Den har efter öländska förhållanden som helhet goda hydrauliska egenskaper som bl. a. borde tillåta ett väsentligt större uttag sommartid än vad som nu sker. För bestämning av den maximalt uttagbara vattenmängden erfordras dock en mera ingående kännedom om de geologiska förhållandena samt även kunskap om grundvattenytans nivåförändring under året. SIB har i en utredning berört detta (utr. nr 146, bilaga 1) och bedömt det möjliga uttaget från pumpplatser söder om Löttorps samhälle till 20–30 l/s under sommarperioden och till 5–6 l/s vintertid. Möjligheten att förstärka vattentäktens kapacitet genom infiltration av vatten från Hornsjön är så vitt bekant inte utredd.

I samma SIB-utredning behandlas området ca 1 km söder om Byxelkrok. I de delvis dåligt sorterade sandavlagringarna anses ett minimiuttag av 3 l/s kunna göras. Förutsättningarna för en omfördelning av uttaget för att erhålla större kapacitet sommartid bedöms såsom goda.

Den så kallade Bödaåsen på norra Öland har undersökts av SIB (utr. nr 142, bilaga 1). Bildningen utgöres av sex flacka kullar som åtskiljes av jämnare markområden. Den totala mäktigheten av de lösa avlagringarna i kärnzonen anges till ca 12 meter. Materialsammansättningen varierar. I den södra delen av området bedömdes på grundval av hittills utförda undersökningar ett kontinuerligt grundvattenuttag på 3–5 l/s kunna göras. Det anses möjligt att under en kortare period sommartid uttaga ca 10–15 l/s. Lämpligaste uttagsplats bedömes vara i området ca 1.5 km nordväst om Fagerums by. Den längre propumpning som föreslogs har ej kommit till stånd.

Det största av Ölands isälvsområden är Solberga–Lindby-fältet sydöst om Borgholm. I detta ingår en del randbildningar, som förmodligen utgöres av svallad morän och/eller omlagrat isälvsmaterial. Borgholm–Köpingsvik kan för närvarande sommartid utvinna ca 12 l/s ur 8 rörbrunnar jämte några bergborrhade brunnar i området. En betydande förstärkning i kapaciteten gjordes i och med ianspråktagandet av två nya brunnar i områdets mellersta del. Med ledning av bl. a. propumpningsresultat bedömer SIB (utr. nr 141, bilaga 1) att det ur Solbergafältet skulle gå att i genomsnitt uttaga 10 l/s naturligt grundvatten. Genom förstärkning medelst konstgjord infiltration och omfördelning av uttaget beräknas ett maximibehov av 70 l/s kunna täckas under kortare tid på sommaren. Medelkapaciteten under sommarperioden anges till 40 l/s och vintertid till 20 l/s. Storleken av det tillskott som kan erhållas från Lindbydelen av det stora fältet är ännu inte känd.

4. GRUNDTVATTEN

4.1. Brunnar

4.1.1. Brunnar i kvartära avlagringar och grunda bergbrunnar

På Öland dominerar som brunnstyp i de lösa avlagringarna grävda brunnar. Moderna rörbrunnar, d. v. s. brunnar som i nederdelen av brunnsröret är försedda med en silrörsdel, förekommer endast i Solbergafältet, vid Löttorp och vid Stora Rör samt i ytterligare något fall. De grävda brunnarna är till större delen av äldre datum och lämnar oftast små vattenmängder, i regel mindre än 500 liter per timme. Ibland har de fördjupats ned i berggrunden genom sprängning eller bergborrning. Vattenföringen i dylika brunnar varierar starkt från plats till plats, beroende på de lösa avlagringarnas sammansättning och hur söndersprucket berget är vid platsen för brunnen. Som exempel på en lyckad lokalisering av en sådan brunn kan nämnas den kommunala vattentäkten i Tveta där propumpning skett med över 11 l/s. SIB beräknar (utr. nr 143, bilaga 1) att det under kortare tid skulle vara möjligt att uttaga 20 l/s på denna plats. Vid kontinuerligt uttag skulle dock endast 3–5 l/s kunna erhållas. Influensområdets storlek har ej kunnat exakt bestämmas.

Grävda eller sprängda brunnar är oftast ej mer än 3–5 m djupa och når sällan ned längre än till 1.0 m under den genomsnittliga grundvattenytan. Det ringa vattendjupet i brunnarna är oftast den främsta orsaken till vattenbrist under torrperioder. Den normala variationen i grundvattenytans nivå under året är nämligen i moränjordar och finare sandjordar ca 1–3 m. Om brunnarna i stället vore nedförda ca 2–4 m under grundvattenytan skulle såväl kapacitet som tillförlitlighet förbättras. Med modern brunnsteknik innebär det ej några större svårigheter att utföra dylika djupa brunnar.

4.1.2. Bergborrade brunnar

Av de nästan 1 000 brunnar på Öland från vilka data föreligger vid brunnsarkivet är ca 950 utförda i berg. Den sammanlagda kapaciteten hos 830 av dessa uppges vara minst 45 000 m³/d (520 l/s). De brunnar, som anges ha godtagbart vatten, svarar för 90 % av den sammanlagda kapaciteten hos de genomgångna berggrundsvattentäkterna (470 l/s). Den inbördes fördelningen av de bergborrade brunnarna med avseende på uppgiven kapacitet visas i fig. 18. Av histogrammet framgår att över hälften av dem lämnar mindre än 0.5 l/s. Det mindre antalet brunnar med kapaciteten 0.5–1 l/s jämfört med sådana som lämnar mellan 1 och 2 l/s kan synas märkligt men är lätt att förklara. Det stora flertalet brunnar står ej i direkt förbindelse med några större spricksystem och representeras i figuren av gruppen med kapacitet mindre än 0.5 l/s. Om emellertid brunnar utförs i sprickrik berggrund fås en kraftigt ökad vattentillrinning, vilket i histogrammet kommer till synes genom det relativt stora an-

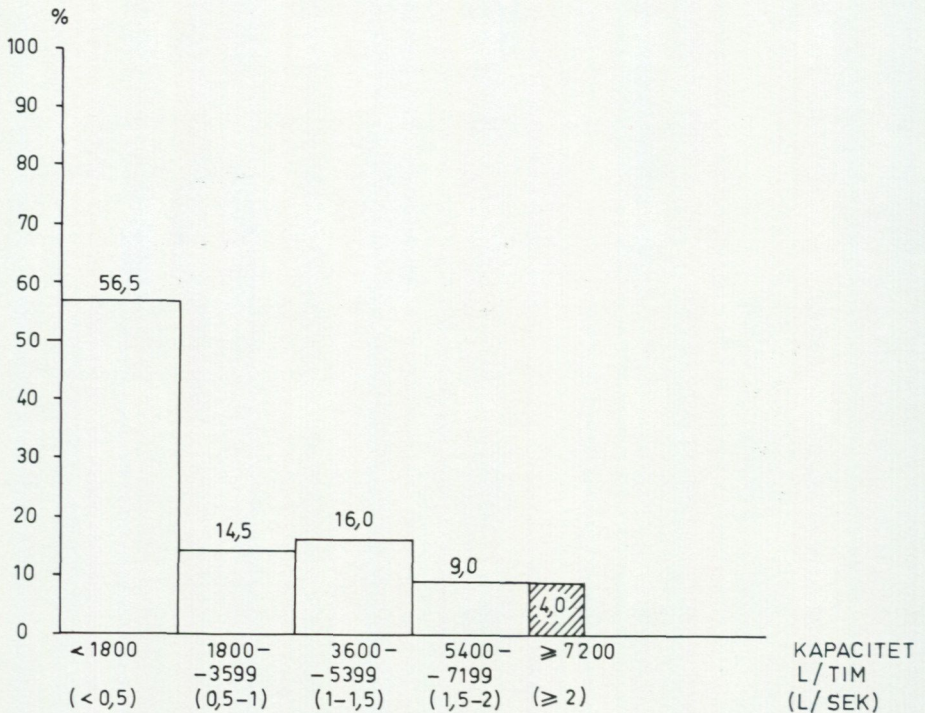


Fig. 18. Procentuell fördelning av 830 bergborrade brunnar på Öland med avseende på uppgivna kapaciteter. (Uppgifter ur SGU:s brunnsarkiv.)
Distribution of 830 wells, drilled in the bedrock of Öland, in regard of reported yields.

talet brunnar med kapaciteten 1–2 l/s. Fig. 19 är en liknande sammanställning av uppgifter från K-konsults arkiv. Underlaget utgörs här av drygt 1 300 brunnar, och som framgår av figuren är fördelningen mellan brunnarna i stort sett den samma som i fig. 18. Vikten av att brunnar lokaliseras med tillräcklig hänsyn till de geologiska faktorerna framhäves alltså tydligt av figurerna.

4.2. Grundvattenbildning

4.2.1. Infiltration

Med infiltration avses inom hydrogeologin den process då vatten tränger ned från markytan genom jord- och/eller berglager till grundvattenytan. Infiltrationsvatten består av nederbörd, som ej avrunnit som ytvatten eller förbrukats av vegetationen eller på annat sätt avdunstat. Det kan antingen direkt sippra ned i marklagren vid regn eller först upplagras i form av ytvatten eller snö och is och efter hand tillföras grundvattnet. Även vid konstbevattning infiltreras en del av det påförda vattnet.

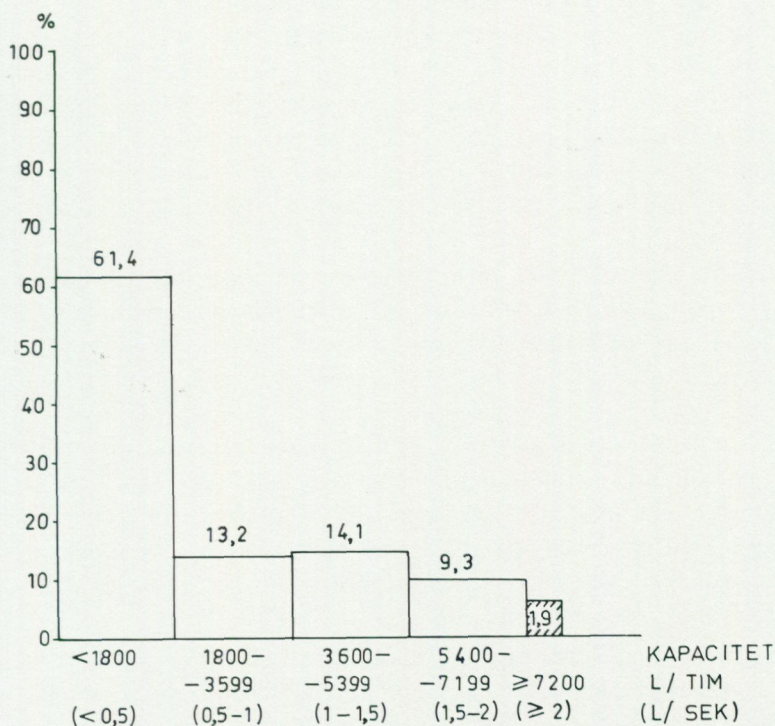


Fig. 19. Procentuell fördelning av 1309 bergborrade brunnar på Öland med avseende på uppgivna kapaciteter. (Uppgifter från K-konsult, utredn. nr 151, bilaga 1.)
Distribution of 1309 wells, drilled in the bedrock of Öland, in regard of reported yields.

Infiltrationsprocessen är beroende av ett flertal faktorer såsom nederbördens mängd, intensitet och varaktighet samt marklagrens lutning, porositet och växtlighet. Temperaturen i såväl luft som jordlager samt avståndet mellan markyta och grundvattenyta spelar stor roll. Av detta framgår att hela infiltrationsmekanismen är invecklad och att bedömningen av de infiltrerade vattenmängdernas storlek är mycket svår att göra. För tillförlitliga beräkningar erfordras fleråriga mätserier av bl. a. temperatur, nederbörd, ytvatten- och grundvattenavrinning, grundvattenytans nivåförändringar samt uppgifter om eventuellt uttagna vattenmängder. Då sådana mätningar nästan helt saknas på Öland är beräkningar av vattenbalans och grundvattentillgångar för närvarande ej möjliga att utföra med någon större grad av exakthet (se även sid. 15 och 53).

Som tidigare nämnts är lerig morän eller moränlera den vanligaste jordarten framför allt inom den mellersta delen av ön. Den är föga genomtränglig för nederbörd varför grundvattenbildningen går långsamt. Ulf von Brömssen

har i sitt arbete "Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavschnitt" (1968) angivit vissa infiltrationskoefficienter, beräknade som förhållandet mellan uttagen grundvattenmängd och nederbörds mängd på total area minus areal med lerdjup större än 150 cm och sank mark. Hans värden är inte direkt tillämpliga på Öland men kan ge en anvisning på storleksordningen av infiltration i allmänhet. För hans lera-häll-morän-områden, vilka närmast torde motsvara förhållandena på det öländska mittlandet, anger han värden mellan 0.11 och 0.37.

Jordlagrens lerinnehåll gör att infiltration i den underliggande berggrunden försvåras även om denna är sprickrik i ytan. Att en icke oväsentlig infiltration trots de ogynnsamma betingelserna ändå sker visas av uttagen från Torslunda kommuns vattentäkt i Tvetå. Som tidigare nämnts är denna propumpad med 11 l/s.

I svallsediment och svallad morän sker en snabbare grundvattenbildning än i moränjordarna. Det samma gäller isälvsavlagringarna. Över hela ön utgör de topografiskt framträdande strandvallarna gynnsamma områden ur infiltrationssynpunkt, men då de vanligen upptar jämförelsevis små arealer och saknar lerlager som skydd mot läckage vid sidorna har de endast lokalt betydelse för nybildningen av grundvatten.

Sedimenten i östra landborgen, strandbildningarna väster om västra landborgen samt flygsandsfälten i norr består i regel av finkornigt material vilket ger låg infiltrationshastighet. Det ställvis relativt stora jorddjupet, t. ex. i Mörbylångadalen, medför dock ganska stor lagringskapacitet. Vissa kvalitetsproblem, såsom höga järnhalter och föroreningar i form av humusämnen, kan göra sig gällande.

I det föregående framhölls att Ölands isälvsbildningar kan vara svåra att särskilja från svallsedimenten. Ur infiltrationssynpunkt är dock detta av underordnat intresse. Samtliga dessa avlagringar har god genomtränglighet för vatten som påföres markytan. von Brömssen anger beträffande sina undersökningar infiltrationskoefficienter på mellan 0.34 och 0.93 för glacialfluviala bildningar, och det torde inte vara överdrivet att antaga att åtminstone 30–40 % av den nederbörd som faller på de öländska sand- och grusavlagringarna mer eller mindre direkt tillföres grundvattnet.

Vad slutligen infiltrationen på de kala bergytorna på Stora Alvaret i söder och på andra alvar-områden inom ön beträffar, är kännedomen om denna så gott som obefintlig. Att infiltration verkligen sker visas av att flera kapacitetsmässigt goda vattentäkter finnes inom dessa områden. Såsom nämndes i kapitlet om meteorologi och hydrologi utgör teoretiska beräkningar ett allt för svagt underlag för att komma åt infiltrationens storlek. Det är därför SGU:s förhoppning att man inom en snar framtid får möjligheter att företaga en noggrann undersökning i en begränsad del av ett alvar-område för att bl. a. söka utröna berggrundssprickornas volym och betydelse för den hydrologiska jäm-

viktsekvationen och därmed också för infiltrationen. Det synes t. ex. troligt, att en icke ringa del av det ytvatten som rinner ut i Östersjön från alvarområdena helt enkelt är grundvatten som läcker ut ur berggrunden därför att grundvattenmagasinen är fyllda. Sänkes grundvattenytan i sådana områden genom uttag från brunnar skapas mellan den nya och den gamla grundvattenytans nivåer ett utrymme som kan användas som utjämningsmagasin och som tillåter en större del än normalt av nederbörden att infiltrera och ej rinna bort som ytvatten eller gå förlorat via evapotranspiration. Man aktiverar och ökar på detta sätt den normala infiltrationen och grundvattenbildningen.

4.2.2. Konstgjord grundvattenbildning

Den veterligen enda anläggningen för konstgjord grundvattenbildning på Öland finns i anslutning till Borgholm-Köpingsviks vattentäkt. Man leder här tidvis in bäckvatten i ett dike varifrån vattnet infiltrerar genom sand- och gruslager.

Av olika orsaker har denna metod för förstärkning av de naturliga grundvattentillgångarna ej varit särskilt aktuell på Öland. Ett skäl har varit att lämpliga ytvattensamlingar är få, ett annat att avstånden från dessa och från förbrukningscentra till för infiltration lämpliga jordartsområden ansetts alltför stora. Vid kommande vattenförsörjningsdiskussioner bör dock denna möjlighet till grundvattenförstärkning mera beaktas, särskilt som ytvatten för relativt låga kostnader kan ledas långa sträckor. Det är således ej absolut nödvändigt att finna lämpligt ytvatten i grundvattentäckernas direkta omgivning.

Av Ölands ytvattenförekomster synes Hornsjön på norra delen av ön vara den enda tänkbara för en grundvattenförstärkning i större skala, bortsett från den nyss nämnda bäcken i Solbergafältet vid Köpingsvik. Vatten från Hornsjön skulle sannolikt med fördel kunna infiltreras i anslutning till grundvattenmagasinet vid Löttorp och kanske också i Bödaåsen. Planer på infiltration vid Löttorp har enligt uppgift diskuterats men tillsvidare skrinlagts.

Om det efter noggranna vattenföringsmätningar i de bäckar som dränerar ön mot öster skulle visa sig att tillräckliga mängder vatten för en lönsam infiltration finnes tillgängliga skulle man också kunna tänka sig en ytterligare förstärkning av Solberga-Lindbyfältets och möjligen också Rällafältets grundvattentillgångar. Lokalt kunde även andra mindre områden komma i fråga.

4.3. Grundvattenfluktuationer

Grundvattenytans nivå varierar kontinuerligt under året. Detta hänger framför allt samman med nederbörd, infiltration, naturlig avrinning, pumpning och avdunstning samt de vattenförande lagrens porositet och permeabilitet.

Beträffande Ölands lösa avlagringar synes grundvattenfluktuationerna i dessa i stort följa vad som anses normalt för de jordartstyper som förekommer på ön.

Grundvattenytan i morän anges i genomsnitt ha en årsvariation på 1.5–2.5 m, i lera 2–4 m och i större sand- och grusförekomster 0.5–1 m. Några längre mätserier för att klarlägga variationerna på Öland har veterligen ej utförts. Ett mätprogram för Solbergafältet är igångsatt, men det är ännu för tidigt att dra några långtgående slutsatser ur det föreliggande materialet. Som exempel på de hittillsvarande resultaten redovisas variationerna i 3 brunnar under en tid av 15 månader (fig. 20). Som framgår av diagrammet ligger de uppmätta värdena inte helt inom den för sand och grus angivna variationsbredden. Att variationerna är så stora förklaras av att brunnarna kan vara påverkade av pumpning samt att, som tidigare påpekats, Solberga–Lindbyfältet innehåller kornstorlekar av vitt skilda slag.

I Internationella Hydrologiska Dekadens (IHD) regi utföres mätningar i Bödaåsen. Inte heller här föreligger ännu några tillräckligt långa observationsserier, men ur fig. 21 framgår ändå att variationerna under året ligger väl inom de för jordartstypen (sand och grus) normala. Den sjunkande grundvattenytan under vintern och våren 1969–1970 torde till största delen bero på att nederbörden då var ringa. Höjningen av nivån under sensvår och försommar förklaras av att tjällossningen då tillät infiltration, att stora förut bundna vattenmängder frigjordes, att viss nederbörd föll, att luftens medeltemperatur var låg och att den vattenkrävande vegetationen ännu inte hade uppnått full konsumtionsgrad. Våren 1968 synes den högsta grundvattennivån ha inträffat tidigare än under de båda senare åren. Lufttemperaturens och vegetationens stora betydelse visas i diagrammet av nivålinjernas utseende under sensommar och höst. Trots stor nederbörd sker ingen höjning av grundvattenytan, möjligen en svag avmattning i den sjunkande tendensen.

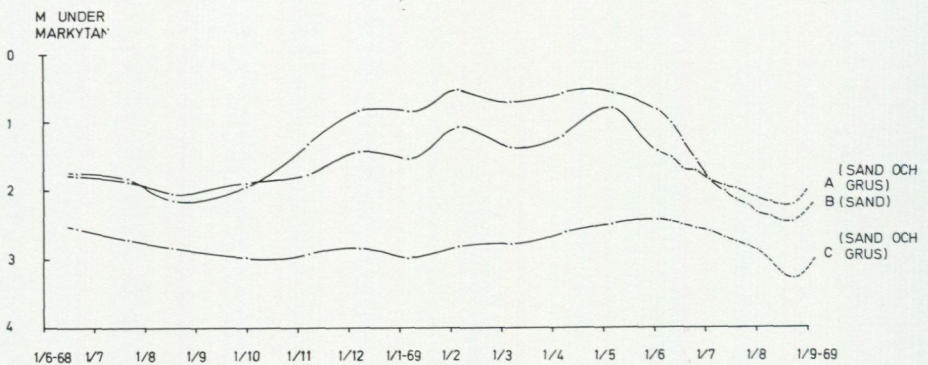


Fig. 20. Grundvattenfluktuationer i tre brunnar i Solbergafältet. (Sand- och grusavlagringar.)
Variations in static water levels in three wells in the Solberga field, sandy and gravelly deposits.

Förklaringen är eftersläpande hög lufttemperatur från somrarna och stor transpirerande bladmassa hos växtligheten.

Över fluktuationer i grundvattenståndet i Ölands moränområden har inga mätserier kunnat återfinnas. Det är dock allmänt känt på ön, att moränbrunnar med ett vattendjup av 1–2 m ofta torkar ut i slutet av sommaren, och detta stämmer som synes väl med den för jordarten angivna allmänna variations-

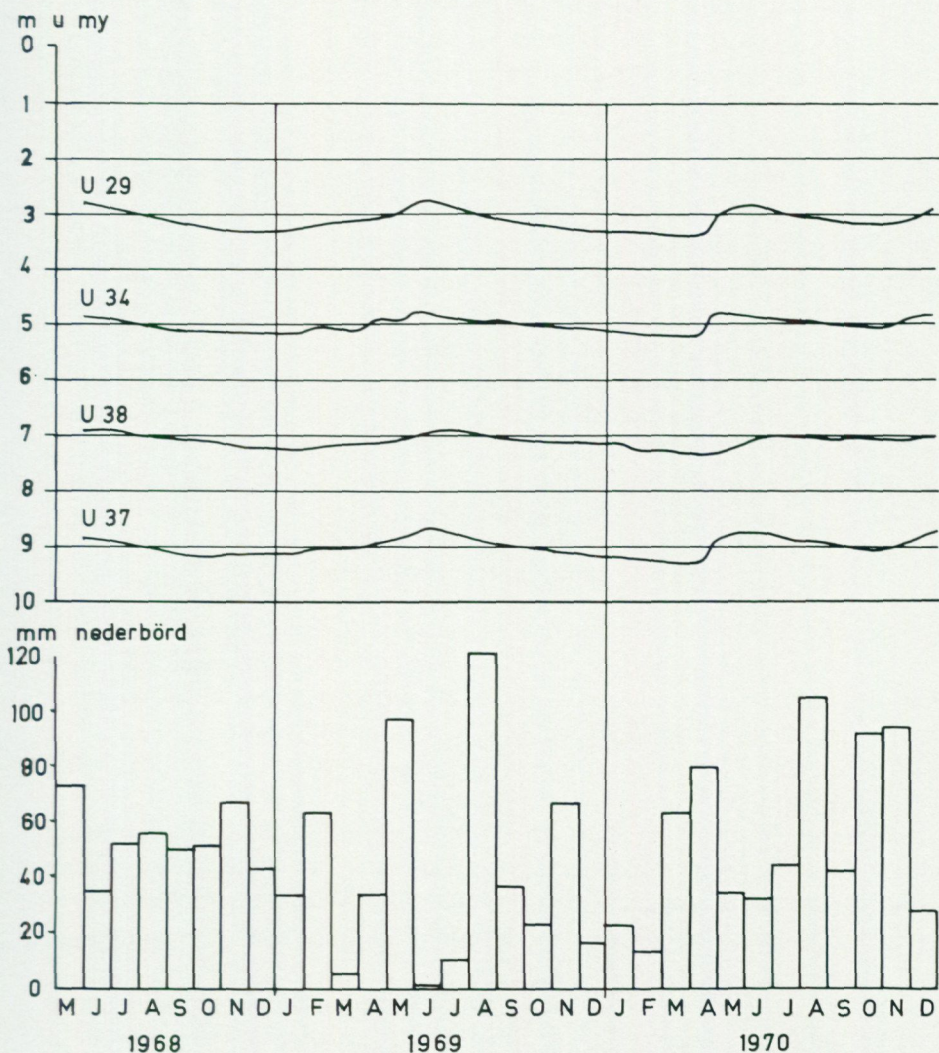


Fig. 21. Grundvattenfluktuationer i Bödaåsen. U 29 och U 34 är observationsrör vid åssidan, U 37 och U 38 vid åskränet. Nederbördsuppgifter från SMHI:s station "Mossen".

Variations in static water levels in the Böda esker. U 29 and U 34 are observation holes on the esker side, U 37 and U 38 on the esker crest. Precipitation data from the SMHI observation station "Mossen".

bredden. Det är också en utbredd uppfattning att utdikningarna medfört att vattendjupet i dessa brunnar minskat och att uttorkningen kommer tidigare på året än förr.

Samma brist på information råder vad beträffar variationer i berggrundens grundvattennivåer. Här kan endast helt generellt nämnas, att vattenytan oftast ligger högt, endast 0.5–1.5 meter under markytan, och att variationerna i vattenstånd tycks vara små. Detta låter antyda dels att berggrunden i sig själv är tät, vilket inte är någon nyhet, dels att spricksystemen är nästan konstant helt fyllda med vatten och att detta vatten inte i någon högre grad påverkas genom uttag i de hittills utförda berggrundsvattentäkterna. Den efter öländska förhållanden stora ytvattenavrinningen från alvaret under vår och höst får ses mot denna bakgrund. Nederbörd och smältvatten fyller således mycket snabbt grundvattenmagasinen till brädden varefter den resterande nederbörden avrinner som ytvatten. Under de i regel torra och varma somrarna sker en kraftig avdunstning och grundvattenytan sänks. Vid nivån 0.5–1.5 meter under berggrundsytan inträder en jämvikt därigenom att vattnet inte längre är så tillgängligt för avdunstning som vid högre nivåer och att det sker en viss påfyllning av magasinen genom de sparsamma sommarregnen. Den ur vattenförsörjningssynpunkt stora vikten av att genom pumpning från lämpligt placerade brunnar söka sänka grundvattenytan och på så sätt öka infiltrationen och grundvattenbildningen i den sprickrika berggrunden har förut påtalats.

4.4. Grundvattennivåkarta

Grundvattenytans nivå i förhållande till havets redovisas på fig. 3. De data som bildar underlag för kartan är till övervägande delen hämtade från bergborrade brunnar men kan anses representera vattenståndet i såväl berggrund som jordlager. Nivålinjerna är enbart schematiska och smärre avvikelser kan lokalt förekomma. Speciellt är detta fallet i branta terrängavsnitt, t. ex. i slutningen av västra landborgen mot Kalmarsund.

Den eventuella inverkan som större spricksystem lokalt kan ha på grundvattenytans läge genom t. ex. viss dränerande effekt har ej kunnat påvisas annat än i undantagsfall på grund av glesheten i observationsnätet. Nivålinjernas böjning kring spricksystemen öster om Resmo är därför snarare hypotetisk än direkt iakttagen.

Endast på ett fåtal platser har något skilda vattenytor i berggrund och jordlager konstaterats. Någon större skillnad mellan grundvattnets trycktytor i de olika berggrundslagren har ej heller kunnat påvisas, sannolikt beroende på att de borrade brunnarna inte förses med längre foderrör. Iakttagna differenser uppgår till någon decimeter och torde sakna praktisk betydelse. Sprickorna i berggrunden genomkorsar ofta flera olika lager och medför hydraulisk förbin-

delse mellan dessa. Muntliga uppgifter från borrare tyder dock på att det åtminstone lokalt eller tillfälligt förekommer skilda trycktytor. Man berättar nämligen om brunnar där borrvattnet under pågående borrning stigit eller sjunkit momentant, vilket torde innebära att tätande lager mellan två akviferer genomborrats.

4.5. Grundvattnets rörelse

Under inflytande av tyngdkraften söker grundvattnet liksom ytvattnet att skapa ett stabilt jämviktsläge, d. v. s. en horisontell vattenyta. Inom ett och samma grundvattenmagasin strömmar därför vatten mot de områden som har den lägsta grundvattenytan. Vid infiltration av nederbördsvatten sker vanligen, under förutsättning att inget uttag görs, en höjning av grundvattennivån. Detta kan medföra en förändring av grundvattnets strömningshastighet och i vissa fall även av strömningsriktningarna. På samma sätt kan uttag av grundvatten ur ett magasin påverka strömningsbilden. Uttaget medför en lokal sänkning av grundvattenytan, varför vattnet i omgivningen börjar strömma mot uttagspunkten. Omfattningen av denna sänkning är beroende av uttagets storlek och akviferens vattenförande förmåga.

Avvikelser från grundvattnets huvudsakliga strömningsriktning kan även bero på inbördes olikheter i de vattenförande lagrens mäktighet och vattengenomsläplighet. För Ölands del är sprickförekomsten i berggrunden avgörande för lokala variationer i huvudströmningsriktningen.

Grundvattnets rörelse sker vinkelrätt mot de nivålinjer som är angivna på grundvattennivåkartan (fig. 3). Att grundvattendelaren till stor del återfinns längs öns västra del innebär att de längsta transporterna av grundvatten sker från denna mot öster och sydöst.

4.6. Källor

Något större antal rikt givande källor finns ej på Öland. Av dem som i samband med detta arbete påträffats behandlas här de viktigaste.

Den mest bekanta är Resmo källa. Den lämnar i samband med vårsmältningen oftast ca 10–12 l/s och under längre torrperioder enligt uppgift 4–5 l/s.

Ytterligare två källor med tills vidare ej preciserad men synbarligen god kapacitet finnes i närheten av Mörbylånga, nämligen en vid Lorensark vid vägen mellan Vickleby och Stora Frö, vilken vid en kortare provpumpning år 1970 lämnade ca 28 l/s, samt den så kallade Vickleby källa i norra delen av Vickleby samhälle. Att endast ett fåtal källor kunnat konstateras väster om västra landborgen beror på att de här befintliga täta och jämförelsevis mäktiga jordlagren förhindrar att grundvattnet läcker fram i markytan. Det dräneras i stället under jord ut i Kalmarsund. Vid Övre Västerstad, längre söderut

i Mörbylånga kommun, gick man vid brunnsborrning igenom ett sådant tätande jordlager, och grundvatten pressas nu upp i marknivån och avledes till ett dike. Flödets storlek är inte känd.

En annan betydande källa är den s. k. Åkerbykällan i Spjuterum. Den provpumpades under ca 30 dagars tid i november–december 1964 med en kapacitet av 2.7 l/s och 2 augusti–17 november 1966 med upp till 7 l/s. Fortfarighet erhöles vid uttaget 3.5–4 l/s utan märkbar avsänkning ens i de närmast belägna observationsrören. Förklaringen till denna relativt stora kapacitet torde vara att källan är belägen i en lågpunkt i en större topografisk sänka. Nederbördsområdet blir därför stort. Vidare synes berggrunden vara kraftigt uppsprucken, i varje fall i de ytligare skikten. Källan utgör därför det naturliga avloppet för grundvattnet i spricksystemen i omgivningen. Den uttagbara vattenmängden bör avsevärt kunna ökas genom pumpning ur en brunn, som tillåter större avsänkning än vad de betongringar gör som nu omgärdar källan. En dylik brunn bör borraras på samma plats som källan, göras ca 15–17 m djup samt ges en diameter av 350–400 mm. En kapacitet på 10–15 l/s bör därvid ligga inom möjligheternas gräns. Görs brunnen djupare kan den nå ned i alunskiffern, vilket ofta medför sämre vattenkvalitet.

Vid propumpningen 1966 skedde tydligen en avsänkning i brunnen men inte i observationsrören. Vattenuttaget begränsas alltså av inströmningsmotståndet i själva brunnen. Man kan därför, för att skatta magasinet på större vattenmängder, också tänka sig den lösningen att anordna flera schaktbrunnar i stil med den nuvarande, belägna nära varandra, och sammanföra dessa till en pumpgrupp med gemensamt vattenverk.

Tidvis rinnande källor finns vid Gräsgård och Segerstad. De är båda belägna i markanta sprickzoner, vilka dräneras av källorna. Genom lämpligt utförda borrhålsbrunnar på platsen för källorna bör goda vattentäkter kunna skapas. Brunnarna får dock ej göras så djupa att alunskifferlagret påträffas, eftersom vattenkvaliteten då kan bli dålig genom inverkan av metan och svavelväte. Ett borrhålsförsök har gjorts vid källan i Segerstad. Man har dock drivit borrhålet för djupt, vilket medförde kvalitetsanmärkingar på vattnet vid en preliminär pumpning. Dessutom användes en relativt liten borrhålsdiameter (200 mm). Vid en under hösten 1970 påbörjad propumpning uttogs ca 3 l/s utan nämnvärd avsänkning. Någon anmärkning på kvaliteten har denna gång hittills inte förekommit. Uttaget torde kunna ökas med användandet av den ovan för Åkerby angivna metodiken.

Ytterligare källor med en kapacitet överstigande 0.5–1 l/s har ej påträffats. Någon speciell källinventering har dock ej utförts. I sitt arbete över Stora Alvaret omnämner Königsson (Königsson 1968) några källor, bl. a. vid Ekelunda (Gårdby–Sandby), Kritmossen (Stenåsa) och Stora Dalby (Kastlösa). I detta sammanhang lämnar han också uppgifter om underjordisk dränering vid Ekelunda och Penåsa (Kastlösa). Källornas kapaciteter är inte kända.

4.7. Saltvatten i berggrunden

Vid utförandet av brunnar och vid andra borrhningar på Öland har vid vissa tillfällen salt vatten påträffats. Saltvattnets uppträdande har två orsaker. Dels sker en inträngning från havet via sprickor i berggrunden eller genom permeabla avlagringar, dels har salthaltigt vatten inneslutits i berglagren då dessa bildades. Sådant s. k. fossilt vatten kan ofta ha en salthalt som är långt högre än de i världshaven nu förekommande. Anledningen till detta är att de äldre haven i regel var saltare än nutidens och att dessutom indunstningsfenomen uppträtt i sedimenten. I ett vattenprov från den underkambriska sandstenen vid Solliden befanns salthalten vara 10 ‰, d. v. s. mer än 10 gånger så hög som Östersjöns nuvarande halt (utr. nr 29, bilaga 1).

Ett förhållandevis litet antal analyser på vatten från Öland med hög kloridhalt (>300 mg/l) finnes redovisade. Detta torde sammanhånga med att man inte funnit anledning till sådana analyser, då vattnet redan vid ett smaktest befunnits vara otjänligt. Bristen på data har medfört att det i denna översikt inte gjorts några försök till uppdelning mellan de två typerna av salint grundvatten.

Såsom tidigare nämnts sker den huvudsakliga transporten av grundvatten i Ölands berggrund i spricksystemen. Därav följer att intrusionen av havsvatten lättast sker längs kusten, där sprickor kan stå öppna mot havet. Sådan inträngning av havsvatten ägde också rum under de olika stadierna av Östersjöns utbildning. Eftersom landytan då låg lägre i förhållande till havet än nu, kan vatten från dessa perioder ha blivit instängt i vissa spricksystem. Detta kan vara en av förklaringarna till att saltvatten ibland påträffas på nivåer över den nuvarande havsytan. Förhållandet berörs vidare nedan. Omfattningen av saltvatteninträngningen varierar med sprickfrekvens och -volym men också med grundvattenytans nivå i förhållande till havsytan och med det inträngande vattnets salthalt. Som exempel på en brunn där man trots ett läge alldeles invid strandkanten inte fått in salt vatten kan nämnas nummer 5 H SV:56 i Borgholm, som är nedförd till 40 meters djup i lerskiffer. Vid SGU:s undersökningsborrning vid stranden i Segerstad år 1968 visade vattnet vid 84 meters borrhdjup ur konsumtionssynpunkt fullt godtagbara salinitetsvärden. Ingen pumpning hade då utförts. Borrnan lämnade artesiskt grundvatten.

I norra delen av ön är situationen inte lika gynnsam. Ett flertal brunnar, bl. a. i området söder om Böda, anges ge salt vatten, åtminstone under torrperioder. Orsaken härtill torde vara att söka dels i annorlunda sprickförhållanden jämfört med södra Öland, vilket kan medföra direkt kommunikation mellan havet och brunnarna, dels i den jämförelsevis låga grundvattenytan, vilket i sin tur sammanhänger med markytans lägre höjd över havet. I områden där saltvatten underlagrar ett ytligt sötvatten gäller under statistiska förhållanden att mäktigheten hos sötvattenskiktet är direkt beroende av grundvattenytans nivå

över havet och det underliggande salta vattnets specifika vikt. Vid Öland har Östersjöns vatten en täthet av ca 1.004–1.008 g/cm³ (vid en temperatur av + 10°C). Detta medför enligt den s. k. Ghyben–Herzberg-relationen att om grundvattnets överyta har nivån + 1.0 m och om det underlagras av havsvatten, så befinner sig gränsen mellan salt och sött vatten på 250–125 m djup under havsytan. Detta kan tyckas vara betryggande, men det behövs bara att man genom pumpning sänker grundvattenytan en meter för att saltvattnet så småningom skall tränga upp till havsytans nivå. Stigningen är mest markerad omedelbart under själva brunnplatsen.

Något försök att i detalj kartlägga saltvattenfrontens läge och utseende har inte gjorts på grund av avsaknaden av data.

Grundvatten som från första stund och inte enbart efter en tids pumpning visat sig vara salt har förutom i borrhål nedförda i den underkambriska sandstenen även påträffats i brunnar i ölandicusskiffern. I vissa fall anges också paradoxissimuslagren lokalt innehålla vatten med så hög salthalt att det betecknats som otjänligt. På grund av den höga salthalten hos grundvattnet i den underkambriska sandstenen på Öland torde denna så gott som helt sakna betydelse som leverantör av användbart grundvatten.

I Östersjöns södra del är salthalten för närvarande mellan 6 och 10 ‰. Detta motsvarar en kloridhalt på mellan 3 000 och 5 500 mg per liter vatten. Mycket ofta visar dock analysresultaten rörande brunnar som ger salt vatten värden under 3 000 mg/l (se tabellen bilaga 2). Anledningen till denna lägre salthalt kan vara att det i brunnarna uppstår en blandning, antingen av sött grundvatten och inträngande havsvatten eller av vatten från flera olika bergformationer. Det senare kan inträffa därför att så gott som alla borrhade brunnar på Öland saknar foderrör utom i sin översta del.

På fig. 22 visas en karta över läget av ett antal bergborrade brunnar med salt vatten. Att brunnsdjupen och inte borrhålens bottennivå i förhållande till havsytan angivits beror på att markytans höjd över havet vid borrhålens platser ej är tillräckligt noggrant känd. Salthalten har vanligen påvisats genom smakprov eller är muntliga uppgifter från brunnägare eller brunnborrare. De flesta av dessa brunnar är för närvarande igengjutna eller på annat sätt oåtkomliga för kontrollprovtagning och för fastställande av saltvatten-sötvattengränsens nivå.

Angivna borrhåldjup hos de saltvattenförande brunnarna varierar kraftigt inom relativt närliggande områden, t. ex. i trakten av Borgholm och Köpingsvik. Detta innebär emellertid inte nödvändigtvis att det salta grundvattnets överyta skulle variera lika mycket. Saltvatten kan ha trängt upp i en grund brunn efter en tids pumpning, vilket ger ett för högt värde på den naturliga saltvattennivån. Det kan även vara så att det salta vattnet konstaterats först sedan borrhållningen hunnit ett stycke ned i de saltvattenförande lagren. Gränsytan ligger i ett sådant fall alltså högre i förhållande till havsytan än borrhålens botten. Närliggande brunnar kan också få sitt vatten från olika sprick-

system och därför uppvisa skillnader i bl. a. kloridhalt. Möjligheten av att havsvatten från de olika östersjöstadierna efter den senaste nedisningen kan ha blivit innestängt i berggrunden har tidigare berörts. Det går av dessa anledningar ej att göra en detaljerad översiktskarta över saltvattenfrontens läge under opåverkade förhållanden. För detta fordras undersökningar i ett stort antal brunnar där inget vattenuttag sker. Salthaltsvärdena på olika nivåer kan enklast fastställas genom ledningsförmågemätning.

En enkel regel för undvikande av saltvatten vid brunnborrning är att i första hand inte borra till djup under havets nivå. Är detta ogörligt, t. ex. beroende på att någon lämplig vattenhorisont inte påträffats i de ytliga lagren, bör pumpning från större djup regleras så, att grundvattenytan i brunnen endast mycket tillfälligt tillåtes sjunka under havsytans nivå.

4.8. Vattenkvalitet

Bilaga 2 är en sammanställning av vattenanalyser från 53 brunnar på Öland. Materialet, som framkommit i samband med utredningar i vattentäcksfrågor, är för litet för att medge en utförlig bedömning av öns samlade grundvattensituation ur kvalitetssynpunkt. Ett stort datamaterial finnes samlat vid kommunernas hälsovårdsmyndigheter, men personella och tidsmässiga resurser för en ingående behandling av detta har saknats. Då de flesta brunnarna borras igenom flera jord- och/eller bergarter och oftast saknar foderrör har de enskilda lagrens betydelse för vattenkvaliteten ej kunnat bedömas. Beträffande normer för värdering av vattnets lämplighet för konsumtionsändamål hänvisas till "Meddelande från Kungl. Medicinalstyrelsen Nr 122, Fysikalisk-kemiska vattenundersökningar".

Där höga färgvärden förekommer beror detta vanligen på förekomsten av humusämnen. Denna ger sig även till känna genom höga värden på KMnO_4 -förbrukning. Tre av de 53 analyserna visar så höga värden att vattnet på grund av detta ej kunnat godtagas för konsumtionsändamål. Grumlighet, lukt och bottensats synes huvudsakligen bero på förekomsten av svavelväte, både löst i vatten och i gasform. För 9 brunnar har påvisats olägenheter i detta avseende. Ölands grundvatten har i regel en svagt alkalisk reaktion men undantag finns.

Från kalk och mägerstenar utlöst kalcium- och magnesiumkarbonat gör berggrundsvattnet hårt. Något representativt vattenprov från den underkambriska sandstenen har ej blivit analyserat. Jämförelser mellan hårdheten hos vatten från detta lager och från kalkberget har således ej kunnat göras. Mjukare grundvatten än genomsnittligt förekommer i isälvsmaterial, t. ex. i Solberga. Detta beror på inslaget av urbergsmaterial i de kvartära avlagringarna. Orsaken till de låga hårdhetsvärdena vid Högsrum, Dalby, Törnbotten, Glömminge, Lilla Frö och Vickleyby är ej känd.

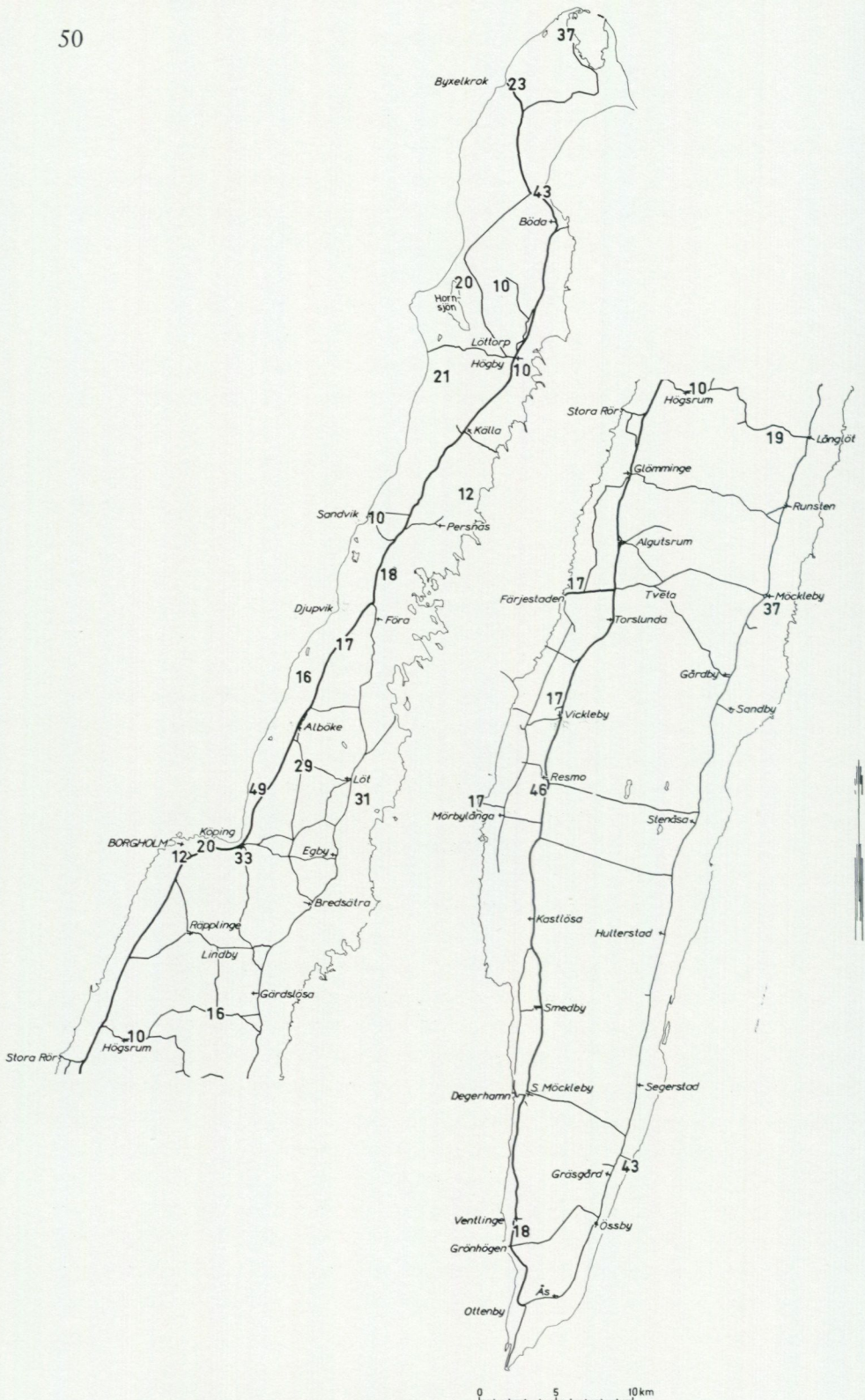


Fig. 22. Exempel på borrhjup vid vilka saltvatten konstaterats. (Meter under markytan.)
Drilling depths where salt water has been reported.

Järn- och manganvärdena är vanligen låga i grundvatten ur kalk- och mangelstenar. Detta sammanhänger med att bergarterna i sig själva innehåller mycket litet av dessa grundämnen samt att grundvattnet oftast ej är aggressivt på grund av högt pH-värde. I de fall järnhalterna är höga beror detta mestadels på rost i ledningar och dylikt. Alunskiffer kan dock emellanåt lämna ett järn- och manganhaltigt grundvatten.

Vad de övriga resultaten från de kemiska undersökningarna beträffar kan anföras, att 6 analyser visar så höga kloridvärden, 300 mg/l och mera, att vattnet smakar salt. Nitrat-, nitrit- och ammoniumvärdena är godtagbara utom i tre fall, där det torde röra sig om lokala föroreningar från gödselstackar, gödningsämnen eller dylikt.

Sprickig ytberggrund och tunna jordlager med goda möjligheter för snabb infiltration av ytvatten kan medföra att grundvattnet infekteras av bakterier. I det föreliggande analysmaterialet bedömdes 10 brunnar vara mindre tjänliga eller otjänliga som vattentäkter av denna anledning, åtminstone i sitt dåvarande skick.

Sammanfattningsvis kan sägas, att av de 53 analyser som redovisas i bilaga 2 visar 28 stycken tillfredsställande resultat. 7 brunnar anges ge helt otjänligt vatten, varav 4 på bakteriologiska grunder. De godkända vattentäkterna svarar för 57 % av den sammanlagt uttagbara vattenmängden. Vattnet i merparten av de övriga brunnarna kan genom relativt enkel behandling göras fullt konsumtionsdugligt.

5. SAMMANFATTANDE SYNPUNKTER PÅ GRUNDVATTENSITUATIONEN

5.1. Vattentillgång

Det största problemet med att utvinna tillräckliga mängder grundvatten ur Ölands berggrund har varit brunnarnas oftast låga kapaciteter. Detta förhållande sammanblandas tyvärr ofta med begreppet totalt uttagbar vattenmängd. Vad en brunn kan lämna utgör endast ett mått på den vattenförande formationens vattengenomsläpplighet (permeabilitet) vid platsen för brunnen och är därför ej detsamma som den totalt ur formationen utvinnbara grundvattenmängden.

För borrhålen på Öland saknas information om hur kapaciteterna varierar med brunnsdjup och olika genomborrade berggrundslager. Dessa uppgifter kan lätt erhållas med hjälp av s. k. manschett-pumpning, vilket innebär att pumpning företages enbart mellan bestämda nivåer. Övriga delar av brunnen avstänges genom anbringandet av en eller flera tätande gummiblåsor, s. k. manschetter, i borrhålet. Enklast placeras en manschett under pumpen och hela anordningen flyttas stegvis djupare ned i brunnen. Genom provpumpning

på olika nivåer under kortare tid, ett par timmar högst, och med samtidig mätning av grundvattenytans läge, kan tillrinningen vid olika djup beräknas med ledning av eventuell avsänkingsvariation. Förelåg dylika mätningar vore det för olika områden enkelt att fastlägga i vilka bergarter och till vilket djup brunnar bör borraras och vilka kapaciteter som bör föreligga. Tyvärr är det för närvarande nästan omöjligt att få sådana mätningar till stånd vid brunnsborrningar.

När en brunn är borrad bör den korttidsprov pumpas med om möjligt två olika kapaciteter för bestämning av dess maximala kapacitet. Med enbart en kapacitet kan man inte säkert bestämma detta värde såvida ej pumpintaget placeras vid brunns botten och vattenytan sänkes till denna nivå. Vid all pumpning är det nödvändigt att mäta avsänkningen av grundvattenytan i brunnen. Som nu sker sättes oftast brunns kapacitet lika med den provpumpade vattenmängden per tidsenhet utan att beräkning av den maximalt uttagbara mängden göres. Man vet ej heller om det angivna värdet enbart är betingat av den vid provpumpningen använda pumpens förmåga. Uppgifter om avsänkningens storlek är också sällsynta.

Som ovan antydde sätter man ofta felaktigt likhetstecken mellan vad en brunn anses ge och den vattenmängd som hela grundvattenmagasinet kan lämna. I bästa fall kan man i en enstaka brunn beräkna transmissiviteten, d. v. s. ett uttryck för den vattenförande formationens förmåga att släppa igenom vatten, hos vattenmagasinet på den plats där brunnen är nedförd. Detta sker enklast genom mätning av brunns återhämtningsförmåga. Inga sådana mätningar synes vara gjorda på Öland.

Magasineringskapaciteten hos en grundvattenreservoar kan bestämmas genom lämpligt utförda pumpförsök innefattande vattenståndsobservationer i närheten av den brunn där pumpning sker. Härvid kan man även beräkna de avstånd som är lämpligast mellan brunnar i området i fråga för att de ej skall påverka varandra. Över huvud taget erfordras att bättre planerade och utförda grundvattenundersökningar görs i framtiden än vad som för närvarande vanligen är fallet. Möjligheterna att bedöma grundvattenmagasinens och akviferernas samlade egenskaper måste annars anses vara mycket begränsade.

Den totalt uttagbara vattenmängden av godtagbar kvalitet ur de bergborrade brunnar från vilka data använts i översikten anges vara omkring 15 Mm³ per år. Kapacitetsuppgifterna härrör i regel från korta provpumpningar och bör sannolikt reduceras. Då enligt den av SIB 1966 gjorda prognosen (utr. nr 2, bilaga 1) vattenbehovet år 2000 kommer att vara 6.0 Mm³/år framgår att jämförelsevis stora grundvattentillgångar finns på ön. Detta understrykes av att det material som använts av SGU härrör från mindre än 1/3 av samtliga befintliga brunnar på Öland. Användes materialet från K-konsults arkiv (utr. nr 151, bilaga 1) fås en sammanlagd kapacitet hos ca 40 % av det beräknade totala antalet brunnar på Öland av 22 Mm³/år. Överfört till att gälla samtliga brunnar

skulle Ölands totalt uttagbara kapacitet från bergborrade brunnar i dag alltså vara ca 55 Mm³/år. De angivna uppgifterna härrör även här från korta rens-pumpningar efter borrning och måste tagas med avsevärd reservation, men även om de reduceras till en tredjedel eller en fjärdedel är den sammanlagda kapaciteten icke oväsentlig. Problemet med att utvinna detta vatten är att uttaget måste spridas på ett relativt stort antal vattentäkter. Dessutom är efterfrågan på vatten mycket varierande under året. Med bättre, på hydrogeologiska grunder valda brunnspplatser och mera omfattande grundvattenundersökningar kombinerat med användandet av modern brunnsteknik (rotaryborrning, mer allmänt användande av filterrör och eventuellt grusfilter, större brunnsdiameter, upprensning av sprickor med hjälp av kemikalier etc.) bör man dock betydligt oftare än vad nu är fallet erhålla brunnar med kapaciteter på 5–10 l/s.

Även ur brunnar i de lösa avlagringarna torde man kunna utvinna mera grundvatten genom användning av grusfilterbrunnar i stället för de konventionella grävda sänkbrunnarna. Ett exempel på denna teknik utgör den brunn vid Ljungberga i Solbergafältet, vilken är utförd för Borgholms stad. Den lämnar för närvarande ensam lika mycket vatten som de i samma avlagringar nedförda äldre, grävda brunnarnas, d. v. s. ca 12 l/s. Ljungbergatäkten är provpumpad under kortare tid med 30 l/s. Möjligheten att genom nedläggning av dräneringsrör förstora inströmningsytan hos brunnar i lösa jordarter har förut påtalats. Goda resultat bör ernås speciellt i finkorniga sedimentjordar.

Det är beräknat (utr. nr 141, bilaga 1) att enbart Solbergafältet inklusive tillskott genom konstgjord infiltration skulle kunna ge så mycket som 70 l/s under tider av maximalt behov. I genomsnitt skulle ca 40 l/s kunna uttas under sommarmånaderna och ca 20 l/s under vintern. Dessa nya rön låter ana att det ur grus- och sandavlagringarna på Öland kan erhållas betydligt mera vatten än vad som tidigare ansetts troligt.

Med användande av siffermaterial från SIB:s Tveta-rapport (utr. nr 143, bilaga 1) framgår att medeltalet per år av den beräknade nyttiga nederbörden, d. v. s. den som undandras avdunstning, under perioden 1960–61 –1966–67 var ca 80 mm vid Ekerum på mellersta Öland. Om endast halva öns yta antas ha betydelse för grundvattenbildningen, erfordras att 9 mm nederbörd per år tillförs grundvattnet för att ett uttag av 6 Mm³/år skall kunna göras. Detta innebär 11 % av den nyttiga nederbörden, om medelvärdet från Ekerum antages gälla för hela Öland. En sådan fördelning mellan grundvattenbildande nederbörd och på landytan avrinnande vatten synes inte vara orimlig. Troligen tillföres dock grundvattnet en betydligt större del av den nyttiga nederbörden, särskilt med tanke på att den genomsnittliga infiltrationskoefficienten med användande av nyssnämnda siffror blir så låg som ca 0.02, d. v. s. endast två procent av nederbörden skulle bilda grundvatten.

I detta sammanhang bör åter påtalas de vanskligheter som teoretiska beräk-

ningar kan medföra. SMHI:s beräkningar anger som tidigare nämnts att mellan 120 och 150 mm nederbörd i genomsnitt skulle avrinna på markytan (i trakten av Borgholm 126 mm). Jämfört med beräkningarna av den nyttiga nederbördsmängden vid Tveta skulle alltså ett genomsnittligt underskott på mer än 40 mm nederbörd per år ha förelegat. Ser man på varje år för sig framgår det att endast två eller tre av de sju åren uppvisade ett eventuellt överskott som skulle ha kunnat komma grundvattnet tillgodo. Om detta är riktigt måste Tveta-magasinet vara mycket stort eller uttaget därifrån ha varit mycket litet under tidsperioden i fråga. Var felet i beräkningarna ligger är svårt att bedöma. Det är författarnas uppfattning att endast fältundersökningar på platsen kan ge relevanta data för de viktiga hydrologiska balansräkningar som erfordras vid bedömningen av olika grundvattensituationer.

5.2. Kvalitetsproblem

Erfarenhetsmässigt vet man att inom de områden av ön där alunskiffern har stor mäktighet kan problem med besvärande lukt och smak på vattnet förekomma. Framför allt är detta fallet under perioder av torra, vilket beror på att influensområdena för vattentäkterna då vidgas. Åtgärder mot olägenheterna kan vidtagas, t. ex. i form av inklädning av borrhålen med foderrör mellan de nivåer där alunskiffern förekommer. Viktigast är dock att inte driva borrhålen djupare än nödvändigt. Brunnar i karstområden behöver troligen i de flesta fall ej göras djupare än ca 10–15 m, även om de är avsedda för stora uttag.

Vissa områden, framför allt på norra Öland, har besvär med gas som vid analys visat sig bestå huvudsakligen av kolväten. Om ursprunget för denna gas är intet mera känt än att den uppstått vid den kemiska nedbrytningen av organiskt material och ansamlats i mera porösa delar av berggrunden, främst den underkambriska sandstenen. Liksom fallet är med föroreningar av kolväten och svavelväte på södra Öland är påverkan mest märkbar under torrperioder. Inklädning av brunnarna och grunda borrhålen är även i den nordliga delen av ön att rekommendera där vattentillgången så medger.

Problemen med salt grundvatten har berörts i ett tidigare avsnitt i översikten.

5.3. Föroreningsrisker

Bedömningen av riskerna för grundvattenförorening genom infiltration av skadliga ämnen är ett viktigt moment vid vattentäktsundersökningar och -projekteringar på Öland. Rent allmänt gäller att infiltration av olika typer av avloppsvatten i kalt berg eller i genomsläppliga jordarter på Öland lätt kan förorena stora områden på grund av sprickrikedomen i berggrunden. Det finns

ett exempel på hur man i oförstånd har använt en gammal sprängd gårdsbrunn som "septisk tank" och därvid förstört brunnarna i omgivningen. Skyddsområdena för vattentäkterna på ön måste alltså ägnas en alldeles speciell uppmärksamhet.

5.4. Förslag till vidare undersökningar

Vid den inventering av Ölands brunnar som gjordes i samband med datainsamlingen för denna översikt konstaterades att det för de flesta vattentäkterna saknas säkra uppgifter om brunnskapacitet, avsänkningsvärden, påverkan på grundvattenståndet i närheten, korttids- och långtidsvariationer i detta och eventuella ändringar i vattenkvaliteten. Dylika grundläggande data saknas även för korrekt bedömning av ett flertal områden där grundvattenundersökningarna redan gjorts för framtida vattenuttag. En annan typ av prospekteringsarbeten än de som nu vanligen utföres är enligt författarnas mening att rekommendera. Därvid skall särskilt beaktas berggrundsgeologi och tektonik, karstfenomen, hydrologiska balansräkningar, ytvattenavrinning, avdunstning, infiltration, brunns- och magasinsskarakteristika samt val av bormetod och brunnsutförande.

Den basdatainsamling som bedöms nödvändig för att Ölands grundvattensituation skall kunna klarläggas mera i detalj bör innefatta följande:

1. Upprättande av ett observationsnät för mätning av grundvattenytornas naturliga fluktuationer under året. Det är av största vikt att detta förlopp kartläggs, inte minst vad beträffar de olika berggrundslagren. Med hjälp av data från sådana nät kan det hydrauliska sambandet mellan jord och berg samt mellan olika berggrundslager fastställas och infiltrationens och grundvattenmagasinens storlek till viss del beräknas. Den nuvarande avsaknaden av dylika data gör att tillförlitliga grundvattenberäkningar ej är möjliga utan omfattande provpumpningar.

2. I anslutning till ovanstående bör några representativa områden med avbörnings- och avdunstningsstationer upprättas. Områdena skall utgöra hydrologiska enheter. Nederbörd och förekommande uttag av grundvatten skall även mätas. Teoretiska beräkningar av avdunstning och ytvattenavrinning har enligt författarnas uppfattning endast mycket begränsat värde, åtminstone för Ölands vidkommande.

3. Inventering och kartläggning av karstifierade områden samt tektoniskt betingade bergåsar och -dalar, med och utan jordtäckning. Att döma av kapacitetsuppgifter synes sprickrika, breda, jordtäckta zoner förekomma bl. a. mitt på ön, huvudsakligen från Stora alvaret över Tveta-området och upp över Löt. Ett område vid och väster om Persnäs samt ett mellan Rälla och Algutsrum är också intressanta. En specialinventering av Stora alvarets "svinryggar" och övrig tektonik rekommenderas även. Provbörningar och pumpningar i så-

dana strukturer utfördes sommaren 1971 av SGU med lovande resultat, som kommer att redovisas separat.

4. Undersökning av de hydrogeologiska förhållandena väster om västra landborgen. Borrningar och grävningar utförda i Mörbylånga kommuns regi indikerar att betydande grundvattenmängder här står att utvinna.

5. Kompletterande grundvattenundersökningar i sand- och grusavlagringar, bl. a. i Lindbyfältet och Rällafältet, vid Vedborm, vid Löt och i Mörbylångadalen. Möjligheten till grundvattenförstärkning genom infiltrationsanläggningar bör ävenledes beaktas.

6. En detaljerad källinventering skulle kunna medföra vidgad kännedom om vattenföringen i olika jordarter och berggrundsformationer. Härvidlag ford-
ras kontinuerlig mätning av vattenflödet och variationer i vattenkvaliteten. Dyl-
lika undersökningar är ej särskilt dyra eller omfattande i relation till den
information som erhålles. Investerade summor medför avsevärda besparingar
vid efterföljande grundvattenundersökningar.

7. Borrningar och propvpumpningar med användning av de brunnstyper och
de undersökningsmetoder som angivits tidigare i översikten.

8. Seismiska och geoelektriska undersökningar såsom komplement till öv-
riga hydrogeologiska arbeten. De geofysiska metoderna kan komma att få
speciell betydelse vid prospektering i jordtäckta områden där karst och tek-
tonik inte är synliga i markytan.

Den ovan skisserade verksamheten skulle, förutom att den har direkt prak-
tisk betydelse, vara av stort vetenskapligt intresse, då något motsvarande pro-
jekt på en så väl definierad area veterligen inte tidigare genomförts i vårt land.

LITTERATUR

- LUGI = Lunds universitets geografiska institution.
 SGU = Sveriges geologiska undersökning.
 SGÅ = Svensk geografisk årsbok.
 SMHI = Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.
- De nordiske komitéer for den internasjonale hydrologiske dekadé: Yttrande rörande Skånes framtida vattenförsörjning genom vattenavledning från Bolmen. – Vannet i Norden, IHD-nytt, Nr 2, juni 1969. Oslo 1969.
- BERGSTEN, F., 1950: Contribution to Study of Evaporation in Sweden. – SMHI, meddelanden, serie D nr 3, Stockholm.
- BERGSTEN, K. E., 1955: Ölands klimat. – "Natur på Öland", Uppsala.
- v BRÖMSEN, U., 1968: Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavsnitt. – Metod, teknik, analys, Stockholm.
- HESSLAND, I. och WAERN, B., 1949–1953: Bull. Geol. Inst. Uppsala, Vol. XXXIV, pp 45–106 och 223–250, (Bödahamnskärnan). Uppsala.
- KAUFMANN, R., 1931: Die Klufftektonik des Kambrosilurs von Gotland, Öland und dem Kalmargebiet. – Geologische Rundschau Bd XXII, Stuttgart.
- KÖNIGSSON, L.-K., 1968: The Holocene History of the Great Alvar of Öland. – Acta phytogeographica Suecia 55. Uppsala.
- LUNDQVIST, G., 1955: Ölands jord och grund. – "Natur på Öland", Uppsala.
- MUNTHE, H., 1902: Beskrifning till kartbladet Kalmar. – SGU, Ac 6. Stockholm.
 – Beskrifning till kartbladet Ottenby. – SGU, Ac 7. Stockholm.
- MUNTHE, H. och HEDSTRÖM, H., 1904: Beskrifning till kartbladet Mönsterås med Högby. – SGU, Ac 8. Stockholm.
- PALMQVIST, K., 1965: Domformiga uppdrivningar på Stora Alvaret. – SGÅ 41. Lund.
- REGNÉLL, G., 1948: Ölands geologi. – "Öland", del 1, Lund.
- Statens Naturvårdsverk och VIAK AB, 1969: Gotlands vattenförsörjning. – Publikationer, 1969:7. Stockholm.
- SVEDMARK, E., 1904: Beskrifning till kartbladet Oskarshamn. – SGU, Ac 5. Stockholm.
- SVENSSON, H., 1963: Ett dolinområde på Alvaret. – SGÅ 39. Lund.
 – 1963: En berggrundsform på Alvaret. – SGÅ 39. Lund.
 – Information om subakvatisk morfologi enligt flygbilder. – LUGI, särtryck nr 1.
- SVENSSON, H. och FRISÉN, R., 1964: Hällmorfologi och isrörelser inom ett alvarområde vid Degerhamn. – SGÅ 40. Lund.
- TAMM, OLOF F. S., 1959: Bidrag till kännedom om det superhumida klimatet i Sydvästsverige. – Ymer 1959, h. 1. Stockholm.
- Tekniska Nomenklaturcentralen, 1970: Vattenordlista 2. – TNC publikationer nr 45. Uppsala.
- TODD, D. K., 1959: Ground Water Hydrology. New York och London.
- WALLÉN, C. C., 1951: Nederbörden i Sverige, medelvärden 1901–1930. – SMHI, Ser. A Nr 4. Stockholm.
- WESTERGÅRD, A. H., 1936: Paradoxides Oelandicus Beds of Öland. – SGU, C 394. Stockholm.

Bilaga 1. Förteckning över använda konsultutredningar m. m.

Använda förkortningar:

ABEM	= AB Elektrisk Malmletning
AIB	= Allmänna ingenjörbyrå
Gv	= grundvatten
Liö H	= Länsstyrelsen i Kalmar län, naturvårdssektionen
LBF, K-konsult	= Landsbygdens byggnadsföretag, Kommunernas konsultbyrå
SDBAB	= Svenska Diamantbergborrningsbolaget
SCB	= Statistiska centralbyrå
SGU	= Sveriges geologiska undersökning
SIB	= Sydsvenska ingenjörbyrå
SNV	= Statens naturvårdsverk
VA	= Vatten- och avlopp (även utredning rörande d:o)
VBB	= AB Vattenbyggnadsbyrå
VIK	= Ingenjörfirman VIK

1. Länsutredningen för vatten- och avloppsledning inom Kalmar län: PM angående vattenförsörjnings- och avloppsfrågornas lösande på Öland. Alfred Orrje 21/12 1946.
2. Principförslag till Kalmar-Nybro-regionens och Ölands framtida vattenförsörjning. SIB 25/1 1966.
3. PM angående Ölands vattenförsörjning. Alfred Orrje 6/11 1947.
4. PM angående gv-undersökning i Föra samhälle, Köpingsviks kommun. Liö H 20/1 1965.
5. D:o, Dyestad, Gärdslösa kommun. Liö H 25/3 1965.
6. D:o, Råpplinge samhälle, Gärdslösa kommun. Liö H 25/3 1965.
7. D:o, Rälla samhälle, Gärdslösa kommun. Liö H 25/3 1965.
8. D:o, Himmelsberga samhälle, Gärdslösa kommun. Liö H 25/3 1965.
9. D:o, Spjuterums samhälle, Gärdslösa kommun. Liö H 13/3 1965.
10. D:o, Lindby, Gärdslösa kommun. Liö H 25/3 1965.
11. D:o, Högsrums samhälle, Gärdslösa kommun. Liö H 15/10 1964.
12. D:o, Dalby samhälle, Köpingsviks kommun. Liö H 25/3 1965.
13. D:o, Löts samhälle, Köpingsviks kommun. Liö H 25/3 1965.
14. D:o, Valsnäs samhälle, Köpingsviks kommun. Liö H 25/3 1965.
15. D:o, Greda samhälle, Köpingsviks kommun. Liö H 25/3 1965.
16. D:o, Lofta samhälle, Köpingsviks kommun. Liö H 25/3 1965.
17. D:o, Långerälla samhälle, Torslunda kommun. Liö H 25/3 1965.
18. D:o, Ullevi samhälle, Torslunda kommun. Liö H 25/3 1965.
19. D:o, Gillsättra samhälle, Torslunda kommun. Liö H 25/3 1965.
20. D:o, S. Sandby samhälle, Torslunda kommun. Liö H 25/3 1965.
21. D:o, Hallnäs samhälle, Öl. Åkerbo kommun. Liö H 25/3 1965.
22. D:o, Sandviks samhälle, Öl. Åkerbo kommun. Liö H 25/3 1965.
23. D:o, Gillberga samhälle, Öl. Åkerbo kommun. Liö H 25/3 1965.
24. D:o, Kvinnsgröta samhälle, Ottenby kommun. Liö H 25/3 1965.
25. D:o, Segerstads samhälle, Ottenby kommun. Liö H 25/3 1965.
26. D:o, Grönhögens samhälle, Ottenby kommun. Liö H 13/3 1965.
27. Mörbylånga kommun. Utlåtande rörande möjligheten att anskaffa gv för Grönhögens samhälle. SGU mars 1968.
28. Gv-undersökningar för Borgholms stad. VIK 31/1 1939.
29. Gas, olja och salt på Öland. Josef Eklund, SGU. Odaterad arbetspromemoria.
30. Redogörelse för gv-undersökningar i Löttorp. SIB 5/10 1953.
31. Beträffande förutsättningen för ökat uttag av vatten från källa på samfärd mark, omgiven av fastigheten Segerstad 1:1, ca 250 m SV om Segerstads kyrka. Uno Gerdle 14/8 1967.
32. Söderbygdens vattendomstols deldom A 25/1954. (Köpingsvik-Borgholm, vattentäkts-ärendet.)
33. D:o, AD 10/1953, 4/2 1954.
34. D:o, AD 10/1953, 11/5 1955.
35. D:o, AD 10/1953, 4/6 1955.
36. PM angående av AIB utförda undersökningar m m beträffande vattenanskaffning på Öland. (Mörbylånga, Resmo, Kastlösa, Stora Frö, Lilla Frö, Kleva, Vickleby, Alby, Färjestaden, Öl. Skogsby, Algutsrum, Glömminge, N. Möckleby, Hagby-Bläsinge, Gårdby, N. Sandby.) AIB 3/2 1965.

37. Beträffande bergborrar i Öl. Skogsby. AIB 3/2 1965.
38. Beträffande vattenförsörjningen i Torslunda kommun. (Algutsrum, Tveta samt Bertil Dahlmans "PM över hydrologisk översiktsresa på mellersta Öland", Färjestaden, Algutsrum Glömminge, N. Möckleby-Gårdby och Vickleby-Stora Frö). AIB 22/9 1964 och B. Dahlman 8/9 1964.
39. PM angående utförda gv-undersökningar i trakten av Lindby. VBB 8/1 1953.
40. Förteckning över borrade brunnar på Öland. B. Dahlman, SGU 1965.
41. Ölands kvartära grundvatten. L.-K. Königsson, SGU 16/1 1965.
42. Borrplatser på Öland. (Korta beskrivningar från Gammalsby, Näsby, Torngård, Segerstad, S. Möckleby, Kastlösa, Vickleby, Hulterstad, Triberga, St. Frö, Gillsätra, Ullevi, Gårdby, L. Sandby, Långerrälla, Jordtorp, Råplinge, Dyestad, Jämjö-Sättra, Himmelsberga, Högsrum, Lofta, S. Greda, Haglunda, Valsnäs, Sandvik, Böda, Gudesjö, Hallnäs, Gillberga. Höjdlägen, profiler.) SDBAB 29/12 1960.
43. Undersökning av möjligheterna att finna vattentäkt åt Jämjö. ABEM 27/2 1961.
44. Undersökning av möjligheterna att finna vattentäcker åt S. Sandby och Gillsätra. ABEM 27/2 1961.
45. Undersökning av möjligheterna att finna vattentäcker åt Alby, Kastlösa och Vickleby. ABEM 28/2 1961.
46. Beträffande geologiska och geofysiska förundersökningar för vattenprospektering på Öland. SDBAB 14/2 1961.
47. Reseberättelse av Bertil Johansson, geologiska förundersökningar för lämpliga vattentäcker på Öland. SDBAB 19/6 1961.
48. Borrhål på Öland. Data från Gillsätra, Ullevi (Gårdby), Långerrälla, S. Sandby (Gårdby), Råplinge, Galltorp, Dyestad, Himmelsberga, Högsrum, Rälla, Hagalund, (Alböke), Greda, Lofta, Hallnäs, Gillberga. SDBAB 17/10 1961.
49. Synpunkter rörande torrlägningsföretaget Alböke-S. Greda inom Alböke och Föra socknar på Öland. Alfred Orrje 13/3 1957.
50. Norra Ölands geologiska byggnad. (Berggrund, jordlager, hydrogeologiska förhållanden, torrlägnings inverkan, markfuktighet, rekommendationer.) Helge Tullström, SGU, 6/2 1957.
51. PM angående vattentäktundersökningar i Haglunda by, Köpingsviks kommun. Liö H 25/3 1965.
52. Kort redogörelse för företagna vattentäktundersökningar på Öland. (Kastlösa, Näsby, Grönhögen, Gammalsby, Alby, St. Frö, Vickleby, Gillsätra, Ullevi, S. Sandby, Långerrälla, Dyestad, Himmelsberga, Högsrum, Jämjö, Råplinge, Rälla, Lofta, Greda, Valsnäs, Haglunda, Hallnäs, Gillberga, Öl. Sandvik.) Liö H 12/6 1962.
53. Geologisk profil från Jämjö. SDBAB 1960.
54. Geologisk profil + borrdatab från Himmelsberga. SDBAB 19/6 1961.
55. Vattenanalyser från Spjuterum. 16/9 1964.
56. Geologisk profil + analyser från Dyestad. SDBAB 30/12 1960.
57. Förslag till VA-ledningar för S. Möckleby samhälle. 1941.
58. Vattenförsörjning, S. Möckleby. 1954.
59. PM angående gv-undersökningar i Hulterstads samhälle, Mörbylånga kommun. Liö H 25/3 1965.
60. PM angående vattentäktundersökning och propvpumpning i S. Möckleby samhälle, Mörbylånga kommun. Liö H 25/3 1965.
61. Redogörelse för gv-undersökningar för Össby samhälle i Ottenby kommun. Ahlinders ingenjörbyrå, 24/5 1965.
62. VA, Runsbäck 2:12 med flera, Torslunda kommun. LBF 6/5 1966.
63. VA, Runsbäck 2:12 med flera, Torslunda kommun, LBF 25/5 1966.
64. VA, Törnboten, Torslunda kommun. Propvpumpning, analyser. LBF 14/12 1966.
65. Strandskogen, Glömminge. Propvpumpning, analyser. LBF 4/5 1966.
66. Strandskogen 5:1, 6:1 med flera, propvpumpning, analyser. LBF 17/5 1966 och 19/1 1968.
67. Rälla Tall, Gårdslösa kommun. Propvpumpning, vattenanalyser. LBF 2/12 1966.
68. Gv-undersökning, Spjuterum med flera samhällen. Nybro Kommunaltekniska Byrå 1/3 1967.
69. Förslag, VA, Spjuterum med flera samhällen. Nybro Kommunaltekniska Byrå 21/6 1967.
70. Förslag, gv-verk, Rälla Tall.
71. VA, . . . Djurstadstorp 2:1, Köpingsviks kommun. LBF 29/9 1964.
72. VA, . . . Kårehamn 3:1, 3:2, Köpingsviks kommun. LBF 25/3 1965.
73. VA, . . . Emmetorp 1:2, Köpingsviks kommun. LBF 14/1 1966.
74. PM avseende kompletterande gv-undersökning, Köpingsvik. Nybro Kommunaltekniska Byrå 7/12 1964.

75. VA, . . . Djupviksområdet, Köpingsviks kommun. LBF 10/8 1966.
76. VA, . . . Djupviksområdet (Lofta 1:3 med flera), Köpingsviks kommun. LBF 10/8 1966.
77. Förslag, VA, . . . Sandviken, Öl. Åkerbo kommun. LBF 14/3 1962.
78. VA, . . . Gillberga 10:1, Öl. Åkerbo kommun. LBF 1966.
79. Vatten, Nabbelund, Öl. Åkerbo kommun. Nybro Kommunaltekniska Byrå.
80. VA, . . . Hagaby 1:5, Högby 2:2, Öl. Åkerbo kommun. LBF 5/4 1965.
81. Redogörelse för propvumpning av gv-täkt i Löt, Köpingsviks kommun. LBF 7/12 1965.
82. Vattenförsörjningen i Böda. Ahlinders ingenjörbyrå AB 7/11 1966.
83. Gv-verk, Övra & Nedra Vannborga, Köpingsviks kommun. LBF 18/2 1966.
84. Anteckningar beträffande Högsrum, Åkerby, Råplinge, Lindbyåsen, Rälla Tall.
85. PM angående vattenförsörjningen för Råplinge samhälle. Liö H 17/11 1967.
86. VA, . . . Gärdslösa Norra 4:7, 7:5 med flera, Gärdslösa kommun. LBF 14/1 1966.
87. VA, . . . del av fastigheten Rälla Tall 8:1/8:1a och 8:1b/, Högsrum, Gärdslösa kommun. Hans Lannsjö, Linköping, 5/7 1966.
88. VA, . . . Petgårdeträsk 1:1 och 1:2, Köpingsviks kommun. LBF 25/5 1966.
89. PM beträffande vattenförsörjningen . . . fastigheterna Djupvik 1:67, Föra 6:3 och 6:13, Lundebytorp 1:2B med flera samt Västra Vässby 1:13 och Djupviksområdet (Lofta 1:3 med flera). LBF 30/3 1967.
90. Beträffande fritidsbebyggelse å L. Frö 15:1. AIB 26/1 1967.
91. Propvumpning av grävd brunn, Karlevi 3:16, Mörbylånga kommun. AIB 4/7 1967.
92. Propvumpning, Karlevi 10:12, grävd brunn, Mörbylånga kommun. AIB 27/11 1967.
93. PM beträffande Torslunda, N. Saxnäs, borrhade brunnar på fritidsområde. LBF 11/12 1968.
94. VA, . . . Norrböda 6:1 med flera, Öl. Åkerbo kommun. LBF 26/1 1966.
95. VA, . . . Bläsinge 2:4 med flera, Öl. Åkerbo kommun. LBF 2/6 1965.
96. Tveta gård, Torslunda kommun. Översiktskarta. LBF 2/6 1967.
97. Sammanställning av brunnar utförda av herr Alf Engelholm, Högsrum, 1/11 1955-1/10 1958.
98. Elektriska motståndsmätningar, Haglunda och Himmelsberga. SDBAB 7/12 1961.
99. D:o, även seismik, Solberga och Kvinnsgröta, Ottenby kommun. ABEM 1964.
100. Plushöjder för foderrör och markytor vid borrhälar på Öland. Liö H 24/10 1963.
101. PM angående Ölands vattenförsörjning. Liö H 14/12 1959.
102. Gv, Färjestaden och Öl. Skogsby. AIB 8/7 1958.
103. PM rörande förberedande gv-undersökningar, Resmo, Gyngge, Mörbylånga kommun. Ahlinders ingenjörbyrå AB. 1965.
104. Propvumpning av befintlig brandbrunn, Skärlöv, Mörbylånga kommun. Ahlinders ingenjörbyrå 1967.
105. Propvumpning av befintlig brandbrunn, Alby samhälle, Mörbylånga kommun. Ahlinders ingenjörbyrå. 6/10-67.
106. Vattenanalyser från Torslunda, Gårdby, Gillsåtra, Långrålla. 3/2 1961.
107. Geologisk profil och analyser från S. Sandby, Torslunda kommun. SDBAB 1960.
108. PM, vattentäktundersökningar, Gammalsby, Ottenby kommun. Liö H 9/2 1961.
109. Gammalsby. Helge Tullström, SGU 16/10 1959.
110. PM, propvumpning av borrhade brunn, Näsby, Ottenby kommun. Liö H 9/2 1961.
111. PM, propvumpning av borrhade brunn, Vickelby, Mörbylånga kommun, Liö H 9/2 1961.
112. PM, propvumpning av bergborrad brunn i St. Frö, Mörbylånga kommun. Liö H 9/2 1961.
113. Redogörelse för en andra propvumpning av bergborra, St. Frö, Mörbylånga kommun. Liö H 8/3 1963.
114. Vattenanalys, Haga Park, Mörbylånga. 6/6 1962.
115. Propvumpning av borrhade brunnar, Kastlösa by, Mörbylånga kommun. Liö H 9/2 1961.
116. PM angående propvumpning av brunn i Alby, Mörbylånga kommun. Liö H 9/2 1961.
117. Preliminärt förslag till vattenfrågans lösning för Öland. SIB 5/12 1964.
118. Redogörelse för geohydrologiska undersökningar i Resmo-zonen. SIB 10/6 1968.
119. Torrläggningsföretaget Föra-Alböke. Liö H 18/10 1956.
120. Stomprogram + sammanfattning, Ölands vattentäktförbund. SIB 2/4 1965, 15/6 1966.
121. SCB-SNV Statistik VA 1966, H län.
122. Arbetsplan för utbyggnad av vattenverk i Näsby, Ottenby kommun. K-konsult 20/12 1963.
123. Förslag till VA, Norra Möckleby m fl, Torslunda kommun. AIB.
124. Förslag till vattenverk för Stora Frö och Vickelby, Mörbylånga kommun. AIB.
125. Vattenverk, Västerstad, Mörbylånga kommun. AIB 31.1.1969.
126. VA Stora Frö 9:2, 9:3 och 10:12, Mörbylånga kommun. K-konsult 3/7 1969.

127. Vattenverk Stora Rör, Gärdslösa kommun. K-konsult 2/12 1966.
128. Förslag till Borgholm-Köpingsviks vattenförsörjning. SIB.
129. Kompletterande gv-utredning för Föra samhälle, Köpingsviks kommun. Nybro Kommunalt tekniska Byrå 14/11 1968.
130. Redog. över infiltrationsförsök i Djupvik, Föra m fl, Köpingsviks kommun. K-konsult 5/9 1967.
131. VA Torparegårde 1:1, Köpingsviks kommun. K-konsult 1/3 1966.
132. VA Karås 1:5, Gärdslösa kommun. K-konsult 10/3 1966.
133. Infiltration, Petgårdeträsk 1:1 och 1:2, Köpingsviks kommun. K-konsult 25/10 1967.
134. Program för kompl. undersökn. betr. gv-uttag ur berggrunden på södra Öland. SIB 10/6 1968.
135. PM ang. vattenförsörjningen för Böda samhälle. Ahlinders 29/6 1966.
136. PM, rekogn. av vattentäkt, Stora Frö och Hulterstad, Mörbylånga kommun. SDBAB 27/7 1966.
137. Vattenunders. i Spjuterum, Gärdslösa kommun. Liö H 19/10 1964.
138. VA Saxnäs 1:4, Torslunda kommun. K-konsult 15/2 1965.
139. VA Röhälla 1:4, Torslunda kommun. K-konsult 5/11 1965.
140. Borgholms stads vattenförsörjning. Program för översiktlig geohydrologisk unders. av Solberga och Lindbyfälten. SIB 25/1 1969.
141. Borgholms stads vattenförsörjning. Översiktlig geohydrologisk undersökning av Solberga- och Lindbyfälten. SIB 31/10 1969.
142. Geohydrologisk undersökning av Bödaåsen och Nybyryggen. SIB 15/6 1966.
143. Sammanfattning av utförda geohydrologiska undersökningar inom Tveta-området. SIB 10/4 1968.
144. Principlösning av Va-frågorna inom Böda-området. SIB 1969.
145. Redog. för utf. gv-unders. vid Stora Frö, Mörbylånga kommun. AIB 21/1 1966.
146. Redogörelse för geohydrologiska undersökningar inom områdena kring Löttorp och Byxelkrok. SIB 10/4 1968.
147. Redogörelse över utförda provpumpningar av gv-täkter för Färjestaden och Öl. Skogsby samhällen inom Torslunda kommun, Kalmar län. AIB 8/7 1958.
148. Redog. f. pp av vattentäkt i Böda samhälle, Öl. Åkerbo kommun. Ahlinders 8/3 1967.
149. Redog. f. utf. gv-unders. i Arontorpsområdet, Torslunda kommun. AIB 10/10 1967.
150. Redog. över utf. gv-undersökningar inom östra delen av Torslunda kommun. AIB 20/12 1968.
151. Brunnar på Öland, borrade av Alf Engelholms brunnborrningsfirma, Högsrum, under perioden 1942-1968. K-konsult 1970.

Bilaga 2. Sammanställning av analysresultat från fysikalisk-kemiska och bakteriologiska undersökningar av vatten från Öland

Lokal	Utr	Typ	Djup m	Lagerföljd	Färg mg Pt/l	Gruml	Lukt	Botten- sats	pH	Total- hårdhet dH°	mg/l	
											KMnO ₄ - förbr.	Fe
Föra I	4	G	3	Sa/Mäl/Mä	20	+	-	+	7.1	15	20	0.30
Räpplinge	6	B	50	Mä/K/A/P	5	-	-	-	6.8	16	9	<0.1
Rälla	7	B	50	Sa/K/A/P/Ø	15	+	-	+	6.9	20	22	0.7
Högsrum	11	B	70	K/A/P/Ø	5	-	-	-	7.5	6	4	<0.1
Dalby	12	B	26	Mä/K/A?	13	-	-	-	7.0	7	9	0.1
Löt II	13	G	4	GrSa/L/Mäl	8	-	-	-	6.4	18	16	<0.1
Valsnäs	14	B	23	Mä/K/A?	5	-	H ₂ S	-	7.0	27	19	0.1
Greda	15	B	32	Mä/K/A/P	17	-	-	-	7.1	57	24	0.9
Lofa	16	B	25	Mä/K/A/P	12	-	-	-	6.7	70	24	2.2
Långrälla	17	B	51	Mä/K/A/P	5	-	-	-	7.2	12	6	<0.1
Ullevi	18	B	50	Mä/K/A/P	5	-	-	-	6.7	24	17	..
Gillsåtra	19	B	72	Mä/K/A/P/Ø	6	+	-	+	7.6	13	13	0.3
Sandvik A	22	G	5	GrSa	5	-	-	-	6.5	13	13	<0.1
Sandvik B	22	G	5	GrSa	5	-	-	-	7.6	11	10	..
Kvinnsgårta	25	B	50	K/A/P	5	-	-	-	7.0	14	24	..
Grönhögen	26	B	55	K/A/P	5	-	(H ₂ S)	-	7.9	9	9	..
Lindby	39	R	10	SaGr	25	-	-	-	7.0	6	8	..
Lindby	39	G	3	SaGr	10	-	-	-	6.8	6	15	<0.1
Dyestad	56	B	65	Mä/K/A/P/Ø	16	+	-	+	8.1	9	25	2
Össeby	61	B	46	Mä/K/A/P	5	(+)	H ₂ S	(+)	7.6	14	20	0.1
Runsback	63	B		Mä/P/Ø?	10	-	-	-	7.4	13	6	0.4
Törnboten	64	B		Mä/K/A?	5	-	-	-	7.7	5	3	<0.1
Glömminge	65			Sa/Mä/Ø?	5	-	-	-	8.3	2	3	..
Glömminge	66	B	25	Sa/Mä/Ø?	95	-	-	-	7.4	8	56	2.1
Rälla	67	B	21	Sa/K/A/P	5	-	-	-	7.5	11	8	<0.1
Spjuterum	68	G	3	Mä	5	-	-	-	7.1	12	9	..
Djurstadstorp	71	B	9	Mä/K	10	-	-	-	6.9	25	20	..
Kårehamn I	72	B	29	Mä/K/A?	5	-	-	-	7.8	16	10	0.1
Emmetorp	73	G		Gr?	10	-	-	-	7.3	28	22	..
Lofa	75	G		Mä/K	11	-	-	-	7.8	9	9	..
Djupvik	75	G		Mä/K	5	-	-	-	7.6	11	8	..
Gillberga	78	G		Gr?	13	-	-	-	7.3	20	33	..
Hagaby A	80	B	10	Sa/K	63	-	-	-	6.9	21	75	0.63
Hagaby B	80	B	10	Sa/K	13	-	-	-	6.8	12	23	<0.1
Löt	81	G	3	Sa-Mä?	5	-	-	-	7.3	17	10	0.1
Övre Vannborga	83	B		Gr/K/A?	5	-	-	-	7.3	17	10	<0.1
Övre Vannborga	83	G		Gr?	5	-	-	-	7.3	19	12	0.3
Gärdslösa	86	B	19	K	5	-	-	-	7.4	15	14	0.2
Rälla Tall	87	B	8	Sa/K	25	-	-	-	7.2	17	15	0.8
Petgårdeträsk	88	G		SaGr?	10	-	-	-	7.6	15	22	<0.1
Lilla Frö	90	B	25	Sa/Mä/P/Ø?	10	-	-	-	7.3	6	8	0.5
Karlevi 3:16	91	G	4	SaGr	10	-	-	-	7.7	20	14	<0.1
Karlevi 10:12	92	G	5	Gr	5	-	-	-	7.5	14	2	..
Norrböda	94	B		Sa/K/A?	45	-	-	-	8.0	11	64	0.8
Bläsinge	95	B	17	Gr/K	5	-	-	-	7.7	17	20	0.4
Tveta	102	G	4	Mä/K	5	-	-	-	6.9	19	12	0
Ölands Skogsby	102	B	27	Gr/K/A?	5	(+)	(+)	(+)	7.3	14	6	<0.1
Skärlöv	104	G	4	Sa	10	-	-	+	7.7	16	5	0.2
Alby	105	S	3	K	20	-	-	-	7.3	21	16	<0.1
Näsby	110	B	60	K/A/P/Ø	15	-	-	-	7.4	17	25	..
Vickleby	111	B	76	Mä/K/A/P/Ø	5	-	-	-	7.8	3	9	..
Stora Frö	112	B	30	Sa/Mä/P/Ø	10	-	-	-	6.4	23	6	..
Kastlösa	115	B	60	SaGr/A/P/Ø	5	-	-	-	8.0	10	4	..

Vattentäckernas läge framgår av kartan, fig. 2.

Förkortningar och symboler: **Utr** = utredningsnummer enligt bilaga 1. **Typ** = brunnstyp: G = grävd, R = rödriven, B = bergborrad, S = sprängd. **Lagerföljd**: Mä = morän, Mäl = moränlera eller lerig morän, L = lera, Sa = sand, Gr = grus, K = kalksten, A = alunskiffer, P = paradoxissmussandsten, Ø = ölanddicusskiffer. **Bakt. analys**: u. a. = utan anmärkning, m. tj. = mindre tjänligt, otj. = otjänligt. **Kemidata i allmänhet**: - eller 0 = ingen påvisad förekomst, (+) = liten förekomst, ++ = tydlig förekomst.

mg/l									Spec. ledn.- förm.	Bakt. analys	Datum	Allm. omdöme
Mn	HCO ₃	Cl	NO ₃	NO ₂	NH ₄	CO ₂ aggr.	PO ₄	SO ₄				
0.08	265	12	5	<0.01	<0.1	3	<0.1	-	452	u. a.	5/11 -62	Tjänligt
<0.05	278	21	22	"	"	4	0.4	+	508	"	6/ 5 -64	"
"	134	32	<2	"	"	1	<0.1	-	396	"	5/12 -61	Mindre bra
0.05	153	9	"	"	0.1	0	"	-	323	"	3/ 1 -62	Tjänligt
<0.05	311	50	"	"	0.3	0	"	+	526	"	8/ 1 -64	"
"	235	31	31	"	<0.1	6	"	+	533	"	2/12 -63	"
"	259	460	<2	"	0.3	0	"	+	1435	"	26/ 2 -64	Mindre bra
0.2	113	1290	"	"	0.6	1	"	-	3333	"	17/ 1 -62	Otjänligt
0.5	128	3200	"	"	<0.1	0	"	-	5747	"	20/12 -61	"
0.05	143	59	"	"	0.1	0	"	-	475	"	14/11 -61	Tjänligt
<0.05	95	732	"	"	0.9	11	"	-	1492	"	8/ 8 -61	Mindre bra
"	162	50	"	"	0.1	0	"	+	533	"	3/ 1 -62	Tjänligt
"	101	13	39	"	<0.1	0	"	+	301	ingen uppg.	23/ 8 -61	"
"	85	13	25	"	"	1	"	+	309	"	26/10 -61	"
"	159	22	<2	"	0.1	0	"	-	410	"	7/ 8 -61	"
"	262	19	"	"	0.7	3	"	+	417	u. a.	16/11 -64	Mindre bra
"	"	17	"	"	"	0	"	"	"	ingen uppg.	13/ 6 -51	Tjänligt
"	"	24	"	"	"	19	"	"	"	"	27/ 4 -51	"
"	92	650	<2	<0.01	0.7	0	<0.1	-	1655	u. a.	16/12 -60	Otjänligt
"	436	124	"	"	0.3	0	"	+	848	"	18/ 1 -65	Mindre bra
0.2	317	61	"	"	0.4	9	"	+	811	"	5/ 4 -66	"
<0.05	296	20	"	"	0.2	4	"	+	451	"	7/ 6 -66	Tjänligt
"	220	10	"	"	0.2	4	"	+	389	"	23/11 -65	"
0.18	305	9	"	"	<0.1	3	"	+	409	"	1/ 4 -66	Mindre bra
<0.05	198	16	"	"	"	8	"	+	368	"	10/ 8 -66	Tjänligt
"	275	24	27	"	"	8	"	+	504	"	11/10 -66	"
"	314	40	<2	"	"	8	"	+	732	m. tj.	25/ 8 -64	Mindre bra
0.05	204	408	2	0.01	0.1	8	0.1	+	1309	u. a.	16/12 -64	Mindre bra
"	268	51	4	0.02	0.1	4	"	+	848	"	22/12 -64	Tjänligt
"	153	7	8	<0.01	<0.1	5	"	+	277	otj.	20/ 9 -65	Otjänligt
"	174	15	8	"	"	3	"	+	327	"	17/11 -65	"
"	244	36	5	"	0.1	5	"	+	660	u. a.	25/ 1 -65	Tjänligt
0.08	305	54	<2	"	0.5	6	<0.1	+	746	"	1/10 -64	Mindre bra
<0.05	226	34	"	0.01	0.3	9	"	+	541	"	1/10 -64	Tjänligt
0.13	210	27	12	0.01	<0.1	6	"	+	553	m. tj.	16/ 9 -65	Mindre bra
<0.05	265	24	7	<0.01	"	1	"	+	498	u. a.	28/ 4 -65	Tjänligt
0.05	281	53	<2	0.1	0.1	4	"	+	607	m. tj.	27/11 -64	Mindre bra
<0.05	262	31	"	<0.01	0.2	5	"	+	504	u. a.	28/ 4 -65	Tjänligt
0.09	234	21	"	"	0.3	2	"	+	522	m. tj.	7/10 -65	Mindre bra
<0.05	268	21	"	"	<0.1	6	"	+	439	"	10/12 -65	"
0.3	119	13	"	"	1.6	4	0.6	+	203	u. a.	25/ 1 -67	"
<0.05	190	37	100	"	"	0	"	"	"	"	14/ 6 -67	Tjänligt
"	232	24	28	"	<0.1	1	0.6	+	488	m. tj.- u. a.	23/10 -67	"
"	268	86	<2	"	0.4	4	<0.1	+	622	u. a.	1/ 6 -65	Mindre bra
"	314	20	"	"	0.6	0	0.2	+	910	"	11/ 9 -64	Tjänligt
0	320	29	7	0	0	3	0	+	"	"	18/ 9 -53	"
<0.05	13	+	0	0	0	2	"	+	406	"	4/ 3 -57	(Mindre bra)
0.06	272	12	<2	<0.01	<0.1	0	<0.1	+	455	otj.	1/ 9 -67	Otjänligt
<0.05	305	54	38	"	0.2	1	4.5	+	777	"	8/ 9 -67	"
"	207	105	<2	"	0.3	1	0.3	+	1293	m. tj.	22/ 9 -60	Mindre bra
"	201	31	"	"	<0.1	3	<0.1	-	649	u. a.	22/ 9 -60	Tjänligt
"	146	56	8	"	0.1	1	0.1	+	666	"	12/11 -60	"
"	165	33	5	"	0.4	0	0.1	+	436	"	21/ 7 -60	Mindre bra

PRISKLASS C

Distribution

SVENSKA REPRODUKTIONS AB

PACK VÄLLINGBY 1

Växjö 1972 C. Davidsons Boktryckeri AB

Printed in Sweden