

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 381.

ÅRSBOK 28 (1934) N:o 1.

EN KVARTÄR
STROMATOLITKALKSTEN
FRÅN BOHUSLÄN

AV

A. H. WESTERGÅRD

MED 13 TAVLOR

SUMMARY:

*A QUATERNARY STROMATOLITIC LIMESTONE
FROM BOHUSLÄN, SWEDEN*

Pris 2:00 kr.

STOCKHOLM 1934

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

341894

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 381.

ÅRSBOK 28 (1934) N:o 1.

EN KVARTÄR
STROMATOLITKALKSTEN
FRÅN BOHUSLÄN

AV

A. H. WESTERGÅRD

MED 13 TAVLOR



SUMMARY:

*A QUATERNARY STROMATOLITIC LIMESTONE
FROM BOHUSLÄN, SWEDEN*

STOCKHOLM 1934.

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

341894

Innehåll.

	Sid.
Inledning	3
Sote kanal	6
Topografi och glacial skulptur	6
Kalkstenens uppträdande och beroende av den glaciala abrasionen	9
Kalkstensskorpornas former	13
Sammansättning och struktur	17
Kemisk analys	20
Pollenanalys	22
De täckande sedimenten	24
Övriga lokaler	30
Ödby	30
Väjern	30
Smögen	31
Lysekil	32
Stora Dyrön	32
Norge	33
Kalkstenens ålder och bildningssätt	35
Litteratur	40
Summary	40
Förklaring till planscherne (<i>Explanation of the Plates</i>)	44

Inledning.

Vid byggandet av Sote kanal på yttre delen av Sotenäset, c:a 4 mil västerut från Uddevalla, blottades i början av år 1932 vid avrymning av de lösa jordlagren en kalksten, som befanns på sina ställen bekläda urbergshällarna. Prov av bergarten inlämnades i mars samma år av herr Knut Tinnberg till Göteborgs Naturhistoriska Museum, där den omhändertogs av dr W. Kaudern, som även godhetsfullt lämnade provstycken därav till Sveriges geologiska undersökning. Efter ett från överläraren J. Alin i Göteborg i slutet av augusti till Undersökningen ingånget meddelande, att de då blottade kalkbeklädda berghällarna snart skulle komma att förstöras genom sprängningsarbeten, gav överdirektören Gavelin förf. i uppdrag att på ort och ställe göra en undersökning av ifrågavarande bildning. Fördenskull besökte förf. platsen i början av september 1932, varvid det visade sig, att vi här hade att göra med en egenartad bildning, som med hänsyn till uppträdande, ytformer och struktur syntes närmast påminna om vissa former av sinter eller droppsten och som befanns vara avlagrad på glacialslipade

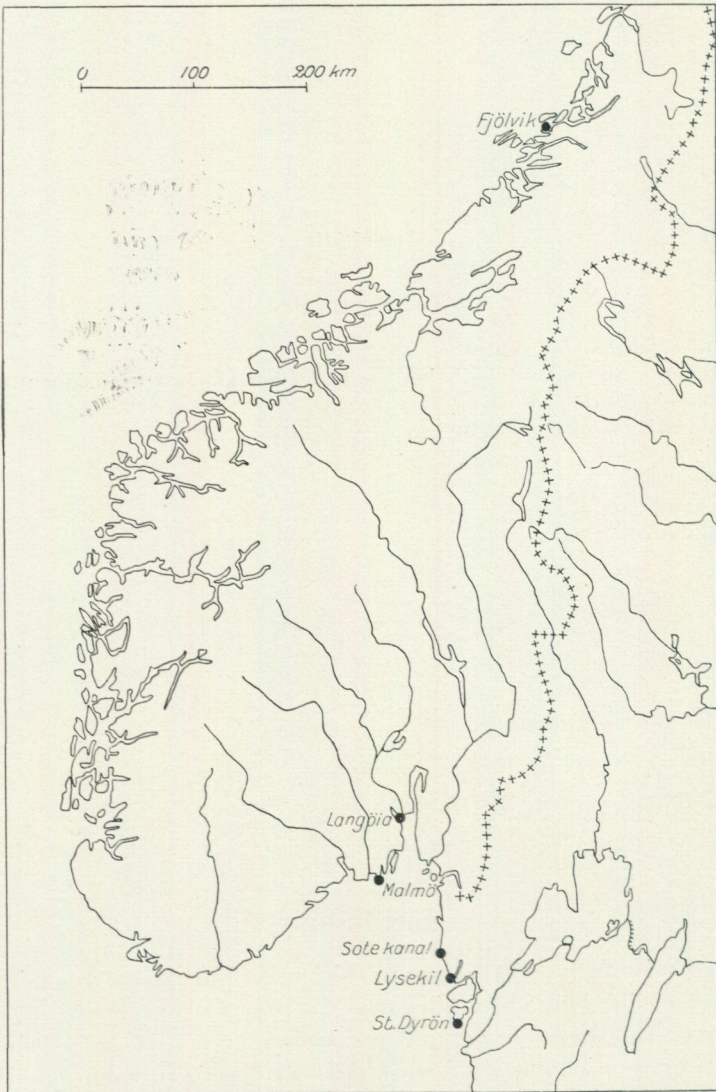


Fig. 1. Hittills kända förekomster för kalksten av Sotenäskalkens typ.

Hitherto known occurrences of limestone of the Sotenäs limestone type.

hällar samt i sin ordning vara abraderad av landisen. Enär någon direkt motsvarighet till denna bildning icke torde finnas omtalad i den geologiska litteraturen från svensk fyndort och den otvivelaktigt är av icke obetydligt vetenskapligt intresse, har förf. senare upprepade gånger besökt kanalbygget, sista gången i oktober 1933, för att granska berghällarna allteftersom de under arbetets gång blottades och så fullständigt som möjligt tillvarataga för tolkningen av kalkstenen betydelsefulla data.



Fig. 2. För närvarande kända fyndorter för Sotenäskalksten i trakten av Sote kanal. Kanalen följer linjen mellan siffrorna 1 och 4.

Occurrences of Sotenäs limestone known at present from the neighbourhood of the Sote Canal. The line between the cyphers 1 and 4 shows the direction of the canal.

Sote kanal är emellertid icke den enda lokal i Bohuslän, där kalksten av ifrågavarande slag är att finna. Redan på våren 1932 hade Kaudern

visat förf. ett prov av en likartad kalksten från Smögen, en halv mil SSV om den blivande kanalen. På senhösten nämnda år insände Alin till Undersökningen ett av Tinnberg taget prov av sådan kalksten anstående vid Väjern, ett par km S om kanalen, och samtidigt fick Undersökningen mottaga ännu ett prov av samma slags kalksten från Ödby, en halv mil nordligare, vilket överlämnades av folkskolläraren Edvard Sjöfelt i Ulebergshamn. Vidare har professor K. A. Grönwall efter att hava granskat prov av bergarten från Sote kanal meddelat, att två provstycken av en kalksten av samma slag, tagna vid Lysekil, alltsedan 1880-talet förvaras bland Geologiska Institutionens i Lund samlingar, vilka prov beredvilligt ställts till förf:s förfogande. Under senhösten 1933 har ytterligare en fyndort för bergarten, belägen på St. Dyrön 5 km NO om Marstrand, blivit uppspårad. Och slutligen har dr O. A. Høeg i Trondheim år 1929 och senare lämnat en ingående beskrivning av en i allo likartad kalksten från ett par fyndorter i Norge, nämligen Malmöen utanför Larvik, Fjølvik c:a 20 mil N om Trondheim och Langöia nära Holmestrand. (Jämför textfig. 1.)

Alldenstund tillfälle att studera ifrågavarande kalksten är, eller rättare sagt varit, långt gynnsammare vid Sote kanal än vid någon av övriga kända fyndorter och det endast vid den förra hittills varit möjligt att erhålla nödiga fakta för ett närmare fastställande av bildningens ålder, lämnas i det följande en ingående redogörelse för kalkstenens uppträdande och beskaffenhet i övrigt på denna plats. Redogörelsens utförlighet motiveras därav, att alla där blottade, med kalksten beklädda hållar redan äro eller inom kort komma att bliva bortsprängda och alltså för all framtid vara undandragna observation, samt även därav att en fullt tillfredsställande tolkning av ifrågavarande bildning ännu icke kunnat framläggas.

Sote kanal.

Topografi och glacial skulptur. Yttre delen av Sotenäshalvön, där den blivande kanalen drages fram och där även två av de övriga kalkstensförekomsterna, Väjern och Ödby, äro belägna, visar den för Bohusläns kustområde vanliga topografien: starkt sönderskuren, praktfullt glacialskulpterad terräng med smala och djupa dalgångar mellan fullständigt kala bergplatåer och -kullar, som inom ifrågavarande område nå upp till en höjd av fullt ett 50-tal m ö. h. Den rådande bergarten är en medelkornig, rödlett granit (den vanliga Bohuslänsgraniten) med enstaka partier av slirig gnejs. Dalgångarna upptagas av sen- och postglaciala sediment. Området har i sin helhet legat djupt under havsytan under sen-glacial tid. Det faller mellan 125- och 150-meters isobaserna för högsta marina gränsen, enligt gängse föreställning om dessas förlopp. Närmaste säkra observationspunkt för nämnda gräns träffas på Limsjöberget 5 km NV om Uddevalla, där M. G. ligger 154 m ö. h. (Sandegren, 1931, sid. 77, not 1).

Sote kanal kommer att följa en dalsänka av ungefär SSV—NNO-lig

riktning mellan Ålstenshamn i S och Skuteviken (innersta delen av Ramsvikskilen) i N i Askums s:n (fig. 2). Bortsett från den uppmuddrade rännan i de nämnda vikarna får kanalen en längd av något mer än 2 km. Större delen av sänkan utmed kanalens sträckning ligger mindre än 1 m ö. h. och upptages av senglacial lera överlagrad av postglaciala sediment, gyttja, lera, sand och grus, ofta innehållande ymnigt med skal och skalfragment. Berggrunden ligger där under havsytans nivå utom på en punkt, c:a 400 m N om Ålstenshamnsvikens nordända, där en enstaka liten låg häll ligger blottad (punkt 3 å fig. 2). Inom ett område SSV om Skutevikens sydspets (mellan punkterna 1 och 2 å fig. 2), där dalen är hopträngd, markytan högre och berggrunden når upp över havsytan, täcktes berggrunden delvis direkt av postglaciala sand- och grusavlagringar. Egentlig morän synes saknas, men under jordrymningsarbetena träffades blocksamlingar på ställen där berggrunden bildade trånga pass.

Alldenstund kalkstenens uppträdande står i tydligt beroende av den glaciala abrasionen, må först några ord nämnas om denna.

Den blottade berggrunden visar genomgående vackert utbildad glacial skulptur med ytan slipad i fasetter, antydande att området överskridits av isströmmar med väsentligen olika rörelseriktning. Den yngsta isströmmen, vars spår självfallet äro bäst bevarade och i regeln de enda direkt synliga, har rört sig ungefärligen från ONO mot VSV såväl uppe på de omgivande höjderna som även i dalbotten, där denna har relativt större bredd. Endast i trånga, av branta klippväggar begränsade pass, såsom SV om Hogarne och N om Ålstenshamn, har isen avlänkats i passens längdriktning, d. v. s. NNO—SSV eller N—S. Jämte denna yngsta räffelriktning synas ock tydliga spår av äldre avslipningar, som förutsätta isströmmar av mera nord—sydlig rörelseriktning. Till följd av rådande spricksystem äro hållarna ofta utdragna i ungefär N och S och ha mot V eller SV vettande brant stupande ytor, som sålunda legat i lä för den sista isströmmen. Även dessa senare ytor visa som regel utpräglad glacial skulptur med jämnslipning och horisontellt orienterade räfflor. De ha visserligen i mångt fall blivit i någon mån avhyvlade även av den sista isströmmen, men, såsom den följande redogörelsen för kalkbeläggningen visar, är det tydligt, att de erhållit sin nutida skulptur huvudsakligen av äldre isströmmar. När kalkstenen knappast kan tänkas hava bildats under isen, utgör den även ett bevis för att en äldre isström icke kontinuerligt övergått i en yngre, utan att mellan dem funnits ett isfritt skede, under vilket kalkstenen avlagrats.

Det har lyckats att på ett par tillnärmelsevis horisontella granitytor, från vilka den sista isströmmen icke förmått helt avlägsna kalkbeläggningen, bestämma riktningen av den isström, som skred fram över området innan kalken avlagrades. En sådan fasett, som stupade 15° mot SV och varav en mindre del var täckt med en knappt mer än millimetertjock kalkskorpa, visade sig under kalkbeläggningen vara vackert slipad och försedd med fina räfflor från N 33° O, under det att själva kalkskorpan så väl som

granitytan utanför denna var slipad och fint räfflad av den yngsta isströmmen från N 65° O. En annan sådan fasett, som stupade 12° ävenledes mot SV, visade under kalkskorpan slipad yta med tydliga fina räfflor från N 35° O. På en tredje nedan omtalad punkt har den näst yngsta isströmmen haft ungefär NNO—SSV-lig och den yngsta NO—SV-lig riktning, alltså i båda fallen en mera sydlig riktning än den normala beroende på den lokala topografien.

Spår av en ännu äldre isström ha kunnat iakttagas på ett par ställen såsom längre fram närmare omtalas. Dennas rörelseriktning har dock icke kunnat fastställas. Då emellertid branta glacialslipade ytor vettande mot VSV och t. o. m. mot SV förekomma och det förefaller föga sannolikt att dessa erhållit sin huvudsakliga avslipning av de från ONO och N 35° O kommande strömmarna, synes det rimligt antaga att denna isström haft en mera nord—sydlig riktning.

Det allmänna intrycket av den glaciala abrasionen inom det begränsade område varom här är fråga är, att den glaciala skulpturen, sådan den nu framträder, är i väsentliga drag ett verk av äldre isströmmar och har endast i mindre grad modifierats av den sista från ONO kommande strömmen. Den senare har verkat förstörande på berggrunden huvudsakligen genom nötning och endast obetydligt genom lössprängning och bortplockning. Att detta varit fallet framgår såväl av de talrikt förekommande glacialslipade läsidorna som framför allt av det faktum, att den sista isströmmen icke förmått fullständigt bortskrapa kalkbeläggningen från stötsidorna, icke ens då denna — enligt vad på enstaka punkter kunnat fastställas — får antagas ursprungligen hava varit blott ett par cm tjock.

Det synes sannolikt, att den sista istransgressionen nått endast obetydligt utanför den nuvarande kustlinjen och att den varit relativt kortvarig. Områdets läge i förhållande till havsytan under ifrågavarande tid kan visserligen icke angivas med någon större noggrannhet, men kända data tala för, att Sotenäshalvöns yttre del vid tiden för israndens definitiva recession däröver legat omkring 150 m lägre än nu. Det dalstråk, vari kanalen går fram och vilket nu når obetydligt över havsytan, bör sålunda då hava legat omkring 150 m u. h. Detta innebär att vattnets mottryck fullständigt upphävt trycket av ett istäcke, vars tjocklek med endast omkring en tiondel överstigit nämnda siffra, och om nu isen haft ungefär denna tjocklek, bör den under sitt framåtskridande icke hava åstadkommit synnerligen stor åverkan å underlaget. Däri torde vi ha att söka den sannolika orsaken till den sista isströmmens ringa abrasionsförmåga.¹

Kustområdets läge djupt under havsytan och isens därav förorsakade »kalvning» torde även vara en bidragande orsak till den nästan totala frånvaron av moränmaterial på plåtåerna (delvis även i dalstråken), ett drag som synes icke enbart kunna förklaras genom att antaga, att ett ur-

¹ Det torde väl ej ännu vara med säkerhet fastställt, huruvida M. G. i mellersta Bohuslän är av metakron eller synkron natur, men även om det senare skulle vara fallet, torde den transgression, som under sådana förhållanden föregått de högsta strandmärkenas utbildning, ej kunna antagas hava nått sådan storleksordning, att den kan i väsentlig grad inverka på ovan givna bevisföring:

sprungligen befintligt moräntäcke skulle hava blivit fullständigt bortspolat i samma mån som området höjdes över havsytan.

Kalkstenens uppträdande och beroende av den glaciala abrasionen. På en mångfald ställen inom de områden där berggrunden blottats — d. v. s. på en ungefär 500 m lång sträcka mellan Skutevikens sydspets och den väg som leder från V. Rörvik till Haby, på den förut omtalade låga hällen 400 m N om Älstenshamn och i det trånga passet omedelbart N om sistnämnda vik — uppträder kalkstenen som en sporadisk beläggning på granithällarna. Granitytan under kalkskorporna är än glacialslipad, än åter utgöres den av förklyftningsytor eller av skrovliga brottytor. Kalkstenen förekommer huvudsakligen på lodräta eller brant sluttande ytor, som vetta mot V, SV eller S och vilka alltså legat i lä för den yngsta isströmmen. Ofta når kalkbeläggningen upp till granithällens övre yta, då dess övre kant är konstant avslipad av landisen, men för övrigt visar kalkskorpan på läytorna i mångt fall ingen som helst glacial åverkan och, därest en dylik förekommer, träffas den merendels på sådana ställen, där kalkskorpan till följd av en utbuktning av den underliggande granitytan eller av andra orsaker intager ett i mindre grad skyddat läge. Men även på tämligen horisontella fasetter och på rundhällarnas stötsidor förekommer ej sällan en smula kalksten, som i detta fall alltid är starkt nött av landisen, ofta bildar endast en föga mer än papperstunn beläggning eller ock utfyller smärre fördjupningar eller sprickor i graniten, varigenom den skyddats från fullständig förstöring. Endast i ett par nedan omtalade undantagsfall visar kalkbeläggningen på mot SO vettande ytor, vilka alltså intagit ett relativt mera exponerat läge, förvånansvärt ringa spår av den glaciala abrasionen. I varje fall framgår det av kalkstenens uppträdande och den glaciala avnötning den undergått, att vad som nu finnes kvar av densamma utgör endast rester av en ursprungligen mera utbredd avlagring. Den har dock aldrig bildat något sammanhängande täcke över granithällarna utan förekom otvivelaktigt endast som spridda och vanligen små fläckar, även då den hade sin maximala utbredning. Detta framgår tydligt såväl av den avsevärt varierande primära tjocklek kalkskorpan har på varandra närliggande punkter som framför allt av det sätt, varpå skorpan uppträder på branta läytor. Stora delar av dylika läytor kunna sakna kalkbeläggning helt och hållet, och de spridda förekomster med inga eller obetydliga spår av glacial abrasion som finnas vittna om, att i dessa fall den nutida utbredningen är åtminstone i allt väsentligt den ursprungliga. Sålunda uppträder kalkstenen endast sparsamt på den östra sidan av dalgången jämfört med den västra, trots det att i det N om vägen V. Rörvik—Haby belägna området dalgången mot Ö begränsas av mot V vettande lodräta eller brant sluttande hällar, där förutsättningarna synas vara särskilt gynnsamma för kalkstenens bevarande, och där den också på de relativt fåtaliga förekomster som finnas är merendels intakt. Längs den nyssnämnda c:a 500 m långa sträckan av dalgångens östra sida upptaga kalkbeläggningarna approximativt mindre än

1 % av de branta, ungefär mot V vettande ytorna som helhet betraktade. På den västra sidan, som är i högre grad uppdelad i småhällar, ha däremot kunnat iakttagas 10 à 15 m långa och 1 à 3 m höga mot V och SV vettande branta ytor vilka till omkring 20 % täckas av kalksten.

Ett par områden, som synas vara särskilt belysande för kalkstenens tolkning, äro förtjänta av särskilt omnämnande.

250 till 300 m N om vägen V. Rörvik—Haby har blottats ett 35 m långt och 12 m brett, från dalbotten uppskjutande isolerat klipparti med längdaxeln i NNO—SSV (se pl. 2). Toppen når c:a 1.2 m ö. h., och vid förf:s sista besök på platsen hade blottningen fortskridit till ett djup av 4.5 m u. h. De mot V och SV vettande branta sidorna visade en rikligt uppträdande kalkbeläggning, som sträckte sig från toppen 1 à 2 m ner på sidorna där den upphörde, på somliga ställen på grund av uttunnande av ursprunglig natur, på andra ställen åter till följd av landisens abrasion. Även längre ner på sidorna, ända ner till basen, träffades smärre isolerade kalkskorpor, och åtminstone i vissa fall var det tydligt, att dessa aldrig varit förbundna med de högre liggande genom partier som blivit av landisen bortskrapade. Även de mot NO och Ö vettande stötsidorna visade på åtskilliga ställen avslipade små rester av en kalkbeläggning. Det synes därför sannolikt, att ifrågavarande klipparti ursprungligen varit runt om överdraget med kalkbeläggningar, som bildat en kappa med många stora och små hål.

Omedelbart N om Ålstenshamnsvikens nordspets bildar dalgången ett 100 m långt, smalt pass, som i juli 1933 var blottat till ett djup av 4 m u. h. (se pl. 4, fig. 1). Bredden vid basen uppgick till 6 à 10 m. De branta, utpräglat glacialskulpterade sidorna visade på flera ställen rester av kalkbeläggning inom ett bälte mellan den ursprungliga markytan c:a 0.5 m ö. h. och den nu blottlagda basen, och liksom i dalgångens norra del förekom kalkstenen även här ymnigare på den västra än på den östra sidan. Otviveltigt största delen har blivit bortskrapad av landisen, varom de merendels ytterligt tunna resterna bära vittne, men dessa rester antyda ock att landisen vid dess sista framstöt haft anmärkningsvärt ringa erosionsförmåga. Bild 2 å pl. 4 visar en på västra sidan belägen glacialslipad fasett, som vetter mot O 40° S och ligger i någon mån i lä av (S om) en annan fasett vettande mot O 25° S. Den förra har en kalkskorpa bildad av hopvuxna intill 3 cm tjocka ryggar, vilka i översta delen icke förete några som helst spår av glacial abrasion men som längre ner, där de varit i mindre grad skyddade, blivit avhyvlade. Högre upp till vänster å samma bild synes en grund skålförmig fördjupning i granithällen beklädd med kalksten, som ävenledes är i huvudsak ograverad av landisen. Samma förhållande upprepas på flera andra ställen på passets västra sida. På en enda sådan yta (pl. 5, fig. 1) vettande mot S 40° O och alltså något mera i lä än nyss nämnda fasetter, är kalkbeläggningen i sin helhet utan spår av glacial åverkan. I sistnämnda fall kan den möjligheten, att kalkstenen skulle kunna vara avsatt efter isens definitiva regression, icke sägas vara helt utesluten, men sedd mot bakgrunden av ovan relaterade fakta är denna eventualitet

mycket osannolik, och vi kunna därför tryggt antaga att kalkstenen även på denna punkt »övervintrat». I det trånga passet har isen tydligtvis rört sig i passets längdriktning, d. v. s. från NNO mot SSV, vilket också räfflor på horisontella hällar i botten visa, och det ringa lä, som de framför (N om) kalkbeläggningen befintliga fasetterna erbjudit denna, har varit tillräckligt för att bevara den från förstöring.

På samma sätt som kalkstenen uppträdde i det nyssnämnda passet förekom den även i områdets nordligaste del i en c:a 3 m bred klyfta gående ungefär i N och S och begränsad av höga, tvärbranta starkt glacialsulpterade väggar. Smärre merendels starkt avslipade kalkstensrester träffades även där huvudsakligen på den västra väggen och endast på sådana punkter, där granitytans former kunnat bereda dem något om ock ringa skydd mot isens abrasion.

Såsom ovan omtalats har kalkstenen vid Sote kanal iakttagits endast på ställen, där berggrunden till följd av kanalarbetena blivit befriad från de täckande sen- och postglaciala avlagringarna. Den har ej träffats på högre nivå än 4.5 m ö. h., även om de täckande sedimenten nått upp till högre nivå, varav vi dock tydligtvis icke kunna draga den slutsatsen, att icke kalken ursprungligen kan hava nått vida högre. Det må i detta sammanhang även anmärkas, att redan vid förf:s första besök på platsen en del av det kritiska området till följd av utförda sprängningsarbeten undandragits observation. Å andra sidan fortsätter kalkbeläggningen under havsytans nivå åtminstone ner till det djup blottningarna nå, d. v. s. 4.5 m u. h. Större delen av kalkstensbeläggningarna träffas på låga hällar som icke nå upp till eller endast 1 à 2 m över havsytans nivå. De högre hällarna, som nå bortåt ett 10-tal m ö. h., äro däremot särskilt i områdets norra del anmärkningsvärt fattiga på kalkskorpor. De spridda förekomster som finnas äro dock tillräckliga för att visa, att kalkutfällningen icke influerats av hällarnas relativa höjd lika litet som av deras form i övrigt.

Kalkstenen har bildats under åtminstone två olika skeden skilda av en istransgression. Otvetydiga bevis för att detta är fallet iakttogos först på en liten låg, ej fullt 1 m ö. h. näende häll i områdets nordligaste del (pl. 7). Sedan den knappt 2 cm tjocka kalkskorpan avlägnats från hällens 70° mot V stupande plana läyta, befanns underlaget vara tydligt glacialslipat och översållat med horisontella fina räfflor. Den slipade ytan kunde följas utan avbrott upp över den rundade kanten in på hällens övre nästan horisontella yta, som var räfflad ungefärligen från NNO mot SSV. Större delen av den blottade avslipade ytan tillhörde graniten, men vid hällens södra ände träffades under samma yta en annan kalksten, som utfyllde en mot V och S öppen liten nisch i graniten och vilken såväl på den branta som på den övre horisontella ytan var avslipad till nivå med granitytorna. I jämförelse med den yttre var den inre kalkstenen av ljusare färg och så starkt förorenad av mo och sand, att den i själva verket är en kalksandsten (se analysen n:r 4 å sid. 20), men visade samma fina undulerande parallellstruktur som den senare. Den yttre kalkstensskorpan hade på den

branta läytan inga som helst spår av glacialräfflor, men dess övre kant och snabbt uttunnande fortsättning in på den horisontella granitytan var i likhet med den senare avslipad och räfflad av den yngsta isströmmen, som på detta ställe rört sig från NO mot SV och alltså haft en från den normala något avvikande riktning beroende på rent lokala topografiska förhållanden.

På ett annat fyndställe för kalksten tillhörande två skeden, beläget 30 m NO om det nyssnämnda, hade kalkstensskorpan en maximitjocklek av 12 cm och häftade vid en tvärbrant mot V 5° S vettande bergvägg som nådde c:a 2 m ö. h. Den fria ytan visade sådana tätställda vertikala fåror, som i vanliga fall karakterisera kalkstenen och stå i samband med sättet för kalkens utfällning, men därjämte föredde den på flera ställen glacial avhyvling med ungefär horisontella räfflor. I kalkstenen kunde iakttagas minst åtta, i stort sett parallellt med den fria ytan löpande avlossningsytor, efter vilka bergarten hade benägenhet att klyva sig och vilka visade samma, av de vertikala fårorna framkallade skulptur som den fria ytan. En annan avlossningsyta ungefär 1 cm under den fria ytan befanns vara otvetydigt glacialslipad och horisontellt räfflad. Ännu en djupare liggande avlossningsyta visade på ett ställe ett par räfflor gående snett över ytan, beträffande vilkas natur förf. med hänsyn till det knappa materialet dock icke vågar göra något bestämt uttalande. Måhända är det icke uteslutet, att även dessa räfflor kunna härröra från en transgredierande landis, men det är även tänkbart, att de inristats av drivande isberg. Från någon annan lokal föreligger i varje fall icke någon iakttagelse antydande att kalkstenen skulle vara avlagrad under tre skeden skilda av framstötter av landisen.

Hos kalkstenen på den sistnämnda tvärbranta hällen förefinnes ingen petrografisk skillnad mellan den äldre och den yngre bergarten; båda utgöras av en relativt ren, fint parallellstruerad, mörkgrå till svart, delvis omkristalliserad kalksten. Den avsevärda skillnaden i halt av föroreningar hos den äldre kalkstenen på denna lokal och på den förut omtalade låga hällen står förmodligen i samband med det olika läget på granithällarna (se sid. 17). I alla händelser kan det icke betvivlas, att den äldre och den yngre kalkstenen förutsätta likartade bildningsbetingelser.

På ytterligare några få lokaler såväl inom norra delen av dalsänkan som i passet N om Ålstenshamn har en noggrann granskning visat, att kalkstenen tillhör två olika skeden, och som regel gäller, att den äldre blivit så hårt avslipad, att endast en mycket tunn skorpa lämnats kvar. Den äldre kalkstenens yta är konstant fullkomligt ovittrad och har den glaciala skulpturens allra finaste detaljer bevarade. Berggrunden i dalgången kan sålunda icke ens under någon del av den tid, som förflutit mellan den äldre kalkstenens avslipning och den yngres avlagring, hava legat blottad och utsatt för atmosfärierna.

Då nu kalkstenen tillhör (åtminstone) två skeden äldre än landisens sista transgression och då den i vissa fall icke visar spår av glacial skulptur, inställer sig frågan huruvida den till någon del kan tänkas hava bildats även under ett ännu yngre, sen- eller postglacialt, skede. Mot denna eventualitet

talar det faktum, att kalksten utan synlig åverkan av landisen icke i ett enda fall iakttagits på en stötsida men i ett otal fall på branta, väl skyddade läsidor, att var helst läytornas kalkstensbeläggning når upp i jämnhöjd med hällens övre yta, dess övre kant utan undantag är avslipad och räfflad, och att kalkstensskorpan även på läytor är räfflad på sådana ställen, där den har haft ett i mindre grad skyddat läge. Då vidare kalkstenen givetvis är äldre än de täckande sen- och postglaciala sedimenten, vilka få antagas hava börjat avlagras omedelbart framför den tillbakavikande isranden, synes man icke behöva räkna med den möjligheten, att någon del av kalkstenen vid Sote kanal skulle vara bildad efter landisens definitiva recession.

Till vilketdera av de båda skedena kalkstenen skall räknas på ställen, där en uppdelning icke är direkt iakttagbar, är icke utan vidare givet. Då det med hänsyn till kalkstenens sporadiska uppträdande alls icke är nödvändigt antaga, att sedimentationen försiggått på precis samma punkter under de båda skedena, är det tänkbart, att kalkstenen på somliga ställen kan tillhöra det äldre, på andra det yngre skedet. Lika väl som den yngre kalkstenen på läytorna ofta ej visar något som helst spår av den yngsta isströmmen, är det icke uteslutet, att även den äldre kalkstenen i gynnsamma fall skulle kunna hava lämnats opåverkad av den näst sista isströmmen, och därest yngre kalksten avlagrats just på sådana ställen, skulle alltså kalksten från båda generationerna kunna finnas i en och samma platta, utan att vara skilda av någon glacialslipad yta och därför få antagas häfta lika fast vid varandra, som kalkstenen plägar häfta vid granitytan då denna är skrovlig. Självfallet föreligger dock icke stor sannolikhet för att kalkstenen, bortsett från exceptionellt gynnsamma fall, skall hava överlevat två istransgressioner, så mycket mera som de haft olika rörelseriktning. Såsom förut är nämnt uppträder kalkstenen huvudsakligen på branta, i stort sett mot V vettande ytor, på vilka bergarten visserligen varit väl skyddad mot den yngsta från ONO kommande isströmmen men knappast skulle kunna hava undgått att avslipas av den näst yngsta från N 35° O kommande strömmen. I dessa fall torde man därför tryggt kunna antaga, att kalkstenen tillhör den yngre generationen. Men i de fall kalkstenen uppträder på ytor, som vetta mot SV och S, föreligger större möjligheter för, att den skulle kunna härröra även från det äldre skedet.

Tiden för den yngre kalkstenens tillkomst kan klart fixeras till ett skede som infaller mellan landisens två sista transgressioner. Den äldre kalkstenen är äldre än den näst yngsta transgressionen, och alldenstund den på åtminstone två ställen befunnits vara avlagrad på otvetydigt glacialslipat underlag, är även den äldre kalkstenen vad beträffar tiden för dess bildning instängd mellan två istransgressioner. Rörelseriktningen hos den äldre av dessa, d. v. s. den tredje från slutet räknat, har icke kunnat fastställas inom dalstråket (jämför sid. 8).

Kalkstensskorpanas former. På ställen, där kalkbeläggningen icke visar spår av glacialnötning eller korrosion och ytformerna alltså äro primära

— något som tydligt framgår av den längre fram beskrivna strukturen — uppträder kalkstenen under avsevärt varierande former, vilka emellertid icke äro skarpt skilda utan övergå i varandra. I begynnelsestadiet bildar kalkutfällningen två huvudtyper: vertikala ryggar och flackt halvklotformiga små kroppar. Genom fortsatt pålagring av kalksten övergå dessa till mindre eller större plattor, d. v. s. den allmännast förekommande formen. Att de senare verkligen uppkommit antingen av ursprungligen isolerade små ryggar eller av halvklot eller ock genom kombination av dessa båda former, visar bergartens struktur. Det bör dock anmärkas, att någon gång kalkstenen redan från början bildat en tämligen jämn beläggning över relativt större ytor, vilket framgår därav, att den fina lamelleringen i sådana fall förlöper i stort sett planparallellt även i plattans närmast graniten lig-gande del.

Ryggarna äro konstant vertikalt orienterade, än mer eller mindre starkt och tämligen jämnt välvda, än kölformiga med triangulärt tvärsnitt. De uppträda alltid i sällskap och sitta även vid ett tidigt stadium av utfällningen ofta så tätt, att de tangera varandra, eller så, att en rygg delvis döljer en angränsande. Ej sällan synes en yngre rygg sitta utanpå en äldre och taga sin början ett stycke ner på den senare. Övre änden är alltid tillspetsad, nedre änden vanligen långsamt uttunnande, ibland trubbigt eller nästan tvärt avstympad. För övrigt visa ryggarna mycket varierande former, äro stundom i hela sin längd tämligen jämbreda och halvcyldriskiska, stundom nedåt vidgade och mer eller mindre halvkoniska, ofta mera oregelbundet formade (jämför pl. 9). Även dimensionerna variera inom vida gränser. En bredd av 1—3 cm, en tjocklek av $\frac{1}{2}$ till 1 cm och en längd av några få dm torde kunna anses vara förhärskande. Men såväl mindre som större ryggar förekomma, ej sällan sida vid sida. På en punkt observerades sålunda en hög ås med en bredd av 10 cm och en tjocklek av 12 cm (iakttagbar längd 60 cm), under det att strax bredvid på samma jämna yta sittande isolerade eller sammanvuxna ryggar ej nådde större tjocklek än några mm. I detta liksom i andra liknande fall kunde i granithällens ytformer icke märkas något drag, som kunde tänkas utgöra en sannolik anledning till, att kalkutfällningen här koncentrerats till en enda punkt eller ett smalt stråk. I de högt välvda eller skarpt kölade ryggar har tjockleken tillväxt långt snabbare än bredden, vilket framgår av den på tvärsnittet synliga skiktningen. Ryggarnas fria yta visar fin vertikal striering och hårfina små åsar. Hos de kölade ryggar plägar denna striering vara något grövre och mera i ögonen fallande med de smala rännorna och mellanliggande små åsarna riktade från den skarpa kammen nedåt och utåt (pl. 9, fig. 1).

Ryggarna nå med sin övre spetsiga ände än upp till den branta granitytans övre rand, än åter börja de på godtyckligt avstånd nedanför denna. Något samband mellan spetsens läge och granitytans form eller lutning har icke kunnat påvisas.

Med hänsyn till form och struktur påminner den ryggformiga kalkstensbeläggningen om *Archaeozoon* MATTHEW.

I jämförelse med nyssnämnda former uppträder kalkbeläggningen vid Sote kanal mindre allmänt i form av flackt halvklotformiga, isolerade eller vanligen sammanvuxna kroppar med en diameter av $\frac{1}{2}$ —3 cm och en tjocklek av några få mm till 1 cm eller mera. Avståndet mellan deras centra varierar inom vida gränser men håller sig vanligtvis mellan en och några få cm. Den fina skiktningen förlöper koncentriskt och parallellt med den fria ytan; strukturen liknar den hos *Cryptozoon* HALL. Även om de halvklotlika formerna oftast träffats på mindre starkt sluttande ytor, förekomma de även på tvärbranta hållar. Det finnes följaktligen ingen anledning förmoda, att underlagets lutningsvinkel skulle hava verkat predisponerande för att utfällningen antagit den ena eller andra formen. De halvklotlika formerna kunna för övrigt förekomma på samma yta som och vid sidan om de ryggformiga, och någon gång kunna de förra uppträda utanpå de senare, men det omvända förhållandet är det vida allmännare.

De av ursprungligen isolerade ryggar och halvklot genom fortsatt pålagring av kalksten uppkomna plattorna kunna nå flera kvadratmeter i areal. I regel visar den fria ytan smala vertikala fåror och däremellan liggande, smala eller breda, välvda eller kölade ryggar, som än äro jämbreda, än nedåt vidgade och som nedåt än förtona, än äro tämligen tvärt avtrubbade. Endast i sällsynta fall är ytan i det närmaste eller inom mindre delar till och med helt slät. Sådana karakteristiska droppstenslika former — osökt påminnande om den isbeläggning, man vintertid kan iakttaga på tvärbranta berghållar, varöver källvatten sipprar ner — som den å pl. 10 avbildade kalkstensplattan visar, ha flerstädes iakttagits på lodräta eller lindrigt inåtstupande hållar men kunna dock icke sägas vara karakteristiska för kalkbeläggningen på hållar med nämnda lutningsförhållanden, enär även på sådana kalkstens yta kan vara mer eller mindre slät och beläggningen alltigenom tämligen jämntjock.

På de ställen, där det varit möjligt iakttaga plattornas lägre gräns i ursprungligt skick, har det visat sig, att plattan nedåt upplöser sig i flikar och upphör på grund av uttunnande. Den största iakttagna vertikala höjd, som en kalkstensplatta befunnits uppnå är 3 m. Tjockleken hos större plattor plägar uppgå till högst 10 cm men är som regel mindre. I ett par fall har den uppmätts till c:a 20 cm, och på ett ställe till 27 cm, vilket är den högsta iakttagna. Stundom förekomma tjocka klumpformiga ansvällningar på i övrigt tunna plattor (jämför pl. 6, fig. 2).

Kalkstenen är merendels ovittrad, understundom vittrad, korroderad och borrarad av organismer (se sid. 28). — Den mot graniten vettande ytan bildar en tämligen exakt avgjutning av granithällens yta, dock med den reservation att kalkstenen närmast graniten ofta visar talrika, smärre, oregelbundet formade hålrum, som icke motsvaras av upphöjningar på underlaget (se pl. 11 och 12). Ofta häftar kalkskorpan så fast vid graniten, att den endast med verklig svårighet låter lösgöra sig från denna, i andra fall åter är

redan ett lätt slag med hammaren tillräckligt för att få den att lossna. Granitytan under kalken — om skrovlig eller slät och glacialslipad — är lika ovittrad och frisk som ytan å de granithällar, vilka nyligen befriats från de täckande sen- och postglaciala sedimenten. En papperstunn, icke kontinuerlig, ljusgrå mjålaartad beläggning täcker på sina ställen granitytan, i synnerhet där den är skrovlig. På ställen, där graniten bildar små hyllknande avsatser under kalken, plägar finnas något grövre material, såsom grov sand och grus. — Det är tydligt, att berggrunden i det dalstråk, varom här är fråga, vid den tid då kalkstenen började avlagras varit helt utan täckande sediment.

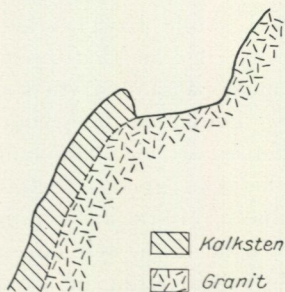


Fig. 3. Vertikal sektion genom en kalkstensskorpa vars övre rand höjer sig kamformigt över den bakom liggande granitväggen. Fickan bakom kammen var vid utgrävningarna utfylld med samma material, skalförande postglacialt grus, som täckte skorpan i dess helhet. — $\frac{1}{10}$ av nat. storleken.

Vertical section through a limestone crust, the uppermost part of which is edge-shaped and rises above the granite wall behind it. When the rock was laid bare, the pocket between the crust and the granite wall was filled with shell-bearing post-glacial gravel of the same kind as the covering material. — $\frac{1}{10}$ nat. size.

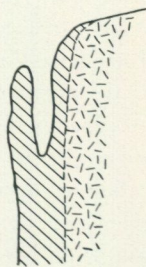


Fig. 4. Vertikal sektion genom en helt ovittrad kalkstensskorpa med en rännformig, trång, c:a 25 cm lång och 15 cm djup fördjupning på tvärbrant granityta vettandé mot SV. — $\frac{1}{10}$ av nat. storleken.

Vertical section through a wholly unweathered limestone crust with a narrow cavity, about 25 cm long and 15 cm deep, attached to a steep surface facing S.W. — $\frac{1}{10}$ nat. size.

Textfig. 3 och 4 utgöra exempel på huru kalkstensskorporna undantagsvis kunna uppträda och äro av intresse för frågan om kalkstenens tolkning. Den förra visar en kalkstensskorpa, vars översta del bildar en kam som skjuter upp över den bakom liggande granitytan. På två ställen ha kalkskorpor av sådan form iakttagits, och på båda ställena var den bakom kammen liggande fickan 4 å 5 cm djup och fylld med skalförande postglacialt grus. Även om beträffande det ena av dessa båda fall den möjligheten icke kan anses vara helt utesluten, att kamformen skulle kunna vara sekundär och uppkommen till följd av vittring, synes däremot i andra fallet, där skorpan var så gott som ovittrad, formen otvivelaktigt vara primär. — Textfig. 4 visar en kalkstensskorpa med en smal, 25 cm lång och intill 15 cm

djup ficka, löpande parallellt med skorpan yta. I detta fall var kalkstenen, som täcktes av senglacial lera, helt ovittrad.

Sammanställning och struktur. Kalkstenen är kompakt och merendels hård; endast i det fall terrigent material tager överhand, kan bergarten vara lösare cementerad. Förutom de förut omtalade, oregelbundet formade hålrummen vid den mot graniten vettande ytan träffas någon gång även inuti kalkstenen liknande slutna håligheter, vilka kunna vara till någon del fyllda med ett ljusgrått mjålaartat slam. Det största hålrum som iakttagits mätte 12 cm i längd.

Bergarten uppträder under två petrografiskt olika typer, som dock icke äro skarpt skilda utan övergå i varandra på sådant sätt, att det därav tydligt framgår, hurusom den ena är den primära, ur vilken den andra uppkommit genom omkristallisation, något som redan den makroskopiska granskningen antyder och den mikroskopiska undersökningen bekräftar. I ursprungligt skick är bergarten en ljusare eller mörkare grå, finskiktad, makroskopiskt tät kalksten med varierande halt av lera, mo, sand, grus och någon gång även småstenar av ända till 30 à 40 mm längd. Såsom synes av analyserna å sid. 20, varierar mängden terrigent material inom vida gränser och röjes redan av bergartens färg, i det att den renare kalkstenen, även om den icke är omkristalliserad, är mörkare än den mindre rena. Halten av föroreningar står i visst samband med kalkstenens läge: den renaste kalkstenen uppträder på tvärbranta ytor, den med större mängd terrigent material åter huvudsakligen på ytor med mindre stark lutning eller på ställen, där bergarten utfyller hålrum i graniten. Detta förhållande torde förklaras därav, att det terrigena materialet låtit sig lättare bindas, då kalkutfällningen försiggått på sistnämnda ställen, än då utfällningen skett på lodräta stup.

Gruskornen uppträda huvudsakligen i de mellan ryggarna liggande fårorna, och, när under avlagringen ryggar och fåror bibehållit sitt läge i förhållande till varandra, bilda de grusiga partierna tunna, vertikala, mot underlaget och kalkskorpans yta vinkelräta zoner. I andra fall uppträder det grusiga materialet mera oregelbundet.

Småstenarna och gruskornen äro vanligen skarpkantiga, stundom nötta och rundade som glaciärstenar. De utgöras av en mångfald olika bergarter. Åtskilliga av dem tillhöra samma granit som bildar berggrunden i trakten, men många, kanske flertalet, utgöras av längre bort anstående bergarter. Sålunda förekomma glimmerrika, delvis två-glimmerförande gnejser av typer, som anstå i gränstrakterna mellan Bohuslän och Dalsland, leptitartade finkorniga gnejser liknande dem i trakten av Rådanefors eller i Ämålsområdet, förskiffrade graniter av Järbognejsens och Kroppefjälls gnejsens typer, vidare grova, klastiska, mer eller mindre pressade bergarter påminnande om dem i Dalformationens bottenlag samt kvartsiter förmodligen ävenledes från sistnämnda formation. Moderklyften för kalkstenens terrigena material synes således vara att söka dels på stället, dels i längre bort mot NO, d. v. s. i räffloras riktning, liggande områden. Materialet gör

intryck av att hava blivit ursköljt ur morän och därefter, utan att hava utsatts för nötning, inbäddat i kalkstenen. Möjligen kan det, åtminstone till någon del, härröra från smältande isberg.

Redan för obeväpnat öga visa tvärsnitt av den makroskopiskt täta, icke omkristalliserade bergarten en ytterst fin parallell skiktning, som närmast den fria ytan alltid troget följer denna, givetvis under förutsättning att ytan är bevarad i sitt primära skick. Detta utgör tydligtvis ett bevis för, att ytformerna äro avlagringsformer och icke, såsom man i vissa fall vid första anblicken kanske skulle vara frestad förmoda, uppkomna på grund av erosion. I den i form av ryggar avlagrade kalkstenen äro lamellerna ordnade koncentriskt kring ryggens axel, i de halvklotformiga koncentriskt kring klotets medelpunkt. Den utpräglade lamelleringen gör det möjligt att på tvärsnitt följa de formförändringar, ytan undergått under avlagringen, och det framgår därvid, att den senare formen under tillväxten ofta övergår i den förra, medan åter det omvända förhållandet förekommer ytterst sällan. Korsande lagring är en vanlig företeelse och har sin grund i en under tillväxten försiggången abrupt förskjutning av ytvalkarna.

Vid sidan om och intimt förbunden med nyssnämnda strukturform uppträder en annan med grovkristallinisk, vanligen stänglig, mindre ofta spatig, till färgen rent svart kalksten. Den täta bergarten övergår i den grovkristalliniska genom en kontinuerlig serie övergångsformer, vilka dock ingalunda alltid äro att finna i gränzonerna mellan de båda ytterligheterna. Den begynnande omkristalliseringen röjes redan av den mörkare färgen. Än följer den vissa skikt, än löper den fullkomligt oberoende av lagringen. De kristalliniska partierna uppträda sålunda mycket oregelbundet och äro än skarpt, än diffust avgränsade mot den täta bergarten. Stänglarna äro i stort sett orienterade vinkelrätt mot skiktplanet, och enär detta som regel är buktande, är strukturen ofta radialstänglig. Ej sällan är kalkstenen alltigenom omkristalliserad och grov, då den visar slående likhet med stänglig eller spatig orsten från vår kambriska alunskiffer. Den grovkristalliniska typen visar å frisk brottyta intet spår av den ursprungliga lamelleringen, vilken dock fortfarande är bevarad och plägar framträda med alla detaljer på vittrad yta liksom ock under mikroskopet.

Kalkstenen visar benägenhet att klyva sig efter vissa skiktytor, vilka åtminstone som regel ha en tunn beläggning med mjäligt-sandigt material och stundom kunna uppträda med endast några få mm mellanrum. Möjligen beteckna dessa avlossningsytor avbrott i kalkutfällningen, men sannolikare synes vara, att de bero endast på rikare tillförsel av terrigent material.

I slipprov¹ av den makroskopiskt täta, till synes icke omkristalliserade bergarten (pl. 13) framträda de koncentriskt ordnade lamellerna som omväxlande ljusare och mörkare band. Ofta uppträder ett nytt lamellsystem diskordant utanpå ett äldre, d. v. s. den i stort sett koncentriskt strukturen

¹ För biträde med den mikroskopiska granskningen står jag i tacksamhetsskuld till Dr N. H. Magnusson.

visar talrika smärre diskordanser. Lamellerna visa benägenhet att avtaga i tjocklek i riktning mot kalkskorpans fria yta. Tjockleken är så ringa, att man ofta kan räkna till ett tiotal, i kalkskorpans yttersta del någon gång bortåt ett tjugotal lameller på en millimeter. De i påfallande ljus mörkare lamellerna framträda i genomfallande ljus som de relativt ljusare och vice versa. De under mikroskopet mörkare lamellerna äro finkornigare än de ljusare. De grövre kornen utgöras av kalcit, och intet motsäger, att även de finaste kornen med en storlek mindre än 0.02 mm bestå av samma mineral; i varje fall har arragonit icke kunnat påvisas. Spridda, relativt större, stängliga kalcitindivider nående — i ett prov, av för obehäpnat öga tät och i primärt skick bevarad kalksten — 0.2 mm i längd och 0.02 mm i bredd, och orienterade i stort sett vinkelrätt mot skiktningen men stundom tenderande att radiera ut från vissa punkter, äro med säkerhet omkristallisationsprodukter, vilket även torde vara fallet med den relativt grovgryniga kalciten.

Spridda i kalcitmässan förekomma talrika främmande mineralkorn, huvudsakligen kvarts, vidare fältspat (mikroklin och plagioklas) samt i underordnad mängd pyroxen, amfibol, glimmer och apatit. De bilda än skarpkantiga splittror, än mer eller mindre rundade korn. Storleken varierar inom vida gränser, men det stora flertalet mäter mindre än 0.1 mm i diam. Dessa främmande element och särskilt de större av dem visa i likhet med de ovan omtalade gruskornen en bestämd benägenhet att samla sig i de mellanryggarna liggande fårorna; någon gång kunna de bilda linsformiga anhopningar emellan två lameller.

Vidare förekomma små mörka kroppar, spridda i kalcitmässan. En mycket ringa del av dem ha formen av kuber eller pentagondodekaedrar och bestå tveivelsutan av svavelkis; det stora flertalet åter, som även vid den starkaste förstoring visar sig ha rundade konturer, torde utgöras av organisk substans. De senare, som ha en storlek av ungefär 1 μ , förekomma isolerade eller vanligen samlade i olikstora kolonier med oregelbunden form. Till synes äro de något talrikare i de finkorniga än i de grovkorniga skikten, vilket dock torde vara skenbart och bero på att de i senare fallet tendera att samla sig till större kolonier. Enär förf. saknar erfarenhet beträffande bildningar av ifrågavarande slag, måste han inskränka sig till ett påpekande av, att nämnda små kroppar fullständigt likna de små svarta kroppar, som av Høeg beskrivits och avbildats från kalkstenen på Malmöen och av honom tolkats som utgörande rester av bakterier, blågröna alger eller andra mikroorganismer. Däremot har icke med säkerhet kunnat konstateras närvaron i Sotenäskalken av sådana dendritliknande kroppar bestående av brunfärgade, 3—4 μ stora celler (?), som Høeg även beskrivit och avbildat från den norska kalken.

Det å pl. 13, fig. 3, avbildade provet härrör från en platta av mera omkristalliserad, mörkgrå kalksten, som i tvärsnitt är makroskopiskt tät, med enstaka kalcitstänglar skönjbara. Under mikroskopet visar sig, att en finkornig kalcitmassa med en kornstorlek mindre än 0.02 mm dominerar,

vari ligga tämligen jämnt fördelade, radialstråliga knippen av i allmänhet 2—3 mm långa kalcitindivid. Den undulerande lamelleringen, som makroskopiskt knappast kan iakttagas, är i stor utsträckning bevarad även i de grövre kristallstänglarna. De senare äro med förkärlek placerade i de konvexa partierna, under det att i de breda sänkorna dem emellan den finkorniga kalcitmassan är bättre bevarad, och där även de främmande minealkornen såväl som den mörka substansen träffas koncentrerade.

Fig. 4 å pl. 13 visar ett vertikalsnitt genom en kalkstensplatta, som närmast granitytan är ännu starkare omkristalliserad. Den ursprungliga lamelleringen är särskilt väl bibehållen även i de grövre kristallstänglarna, som ofta innesluta gryniga partier av finkornig kalcit (mindre än 0.03 mm). I andra prov åter är den fina lamelleringen mindre skarpt markerad.

Bortsett från den organiska substansen, ha inga fossil, exempelvis diatomaceer, kunnat iakttagas i vare sig slipproven eller den återstod, som erhålles sedan kalkstenen lösts i klorvätesyra.

Kemisk analys. Några prov av kalksten från Sote kanal ha blivit analyserade på Geologiska undersökningens laboratorium, n:r 1—4 av dr A. Bygdén, n:r 5 av dr G. Assarsson. Resultatet återgives i efterföljande tabell. Provens bergartsbeskaffenhet var följande:

- N:o 1. Fullständigt omkristalliserad, grovstänglig, svart (sannolikt yngre) kalksten.
 N:o 2. Tät, delvis finkristallinisk, mörkgrå (sannolikt yngre) kalksten.
 N:o 3. Tät, grå yngre kalksten från den å pl. 7, fig. 1 avbildade plattan.
 N:o 4. Ljusgrå äldre kalksandsten från samma lokal som närmast föregående prov.
 N:o 5. Fullständigt omkristalliserad, tämligen finkristallinisk, svart kalksten bildande små flackt halvklotformiga kroppar i taket av en liten nisch i granit.

Analysiffrorna referera sig till lufttorkad substans.

	N:o 1.	N:o 2.	N:o 3.	N:o 4.	N:o 5.
H ₂ O avgivet vid 105°	0.20	0.40	0.42	0.34	
H ₂ O avgivet vid 105°—150°	0.05	0.07	0.12	0.05	
I utspädd HCl olöslig substans, torkad vid 150°					
Oorganiska eldfasta ämnen	1.55	20.41	36.30	76.92	6.86
Glödgningsförlust (org. subst.)	0.17	0.33	0.30	0.41	0.42
I utspädd HCl lösliga ämnen:					
SiO ₂	0.80	1.23	1.37	1.50	
Al ₂ O ₃	0.66	1.40	1.40	1.45	
Fe ₂ O ₃	0.48	1.27	1.43	1.49	
MnO	0.01	0.07	0.05	0.04	
CaO	52.97	40.91	32.27	9.39	
MgO	0.33	0.60	0.65	0.64	
CO ₂	41.17	31.61	24.55	6.76	
TiO ₂	0.04	0.13	0.16	0.16	
P ₂ O ₅	0.14	0.19	0.14	0.16	
H ₂ O, ej avgivet vid 150°	1.20	0.70	0.59	0.08	

	N:o 1.	N:o 2.	N:o 3.	N:o 4.	N:o 5.
S	0.02	—	ej best.	ej best.	
Cl	spår	spår	ej best.	ej best.	
Summa	99.79	99.32	99.75	99.39	

Underskottet i analysiffrornas summa torde till största delen motsvara alkalier, lösliga i HCl.

I proven n:r 1 och 2 ha även de i HCl olösliga ämnena blivit bestämda och befunnits utgöras av:

SiO ₂	1.19	15.03
Al ₂ O ₃	0.20	2.73
Fe ₂ O ₃	0.03	0.48
MnO	—	0.01
CaO	—	0.31
MgO	0.02	0.13
TiO ₂	0.01	0.14
Brist (sannolikt alkalier)	0.10	1.58
Summa	1.55	20.41

Professor Bror Holmberg har godhetsfullt utfört en elementaranalys av ett prov från den av fullständigt omkristalliserad svart kalksten bestående platta, varifrån Bygdéns analys n:r 1 härrör. Den i utspädd HCl olösliga och vid 105° torkade återstoden visade sig innehålla:

C	2.70 %
H	0.52 »
Aska	94.23 »
Brist	2.55 »
	100.00 %

Bristen 2.55 % torde huvudsakligen motsvara halten av syre samt möjligen till någon ringa del klor och kolsyra. Mängden av det vid kolet kemiskt bundna vätet torde vara något mindre än siffran i analysen, all den stund att döma av Bygdéns analys någon ringa kvantitet fritt vatten finnes kvar i provet, sedan det torkats vid 105°.

Den eldfasta återstoden är merendels ljusgrå med en lindrig dragning åt rött eller gult (sandfärgad), men kan även vara utpräglad rödfärgad. Den röda färgen torde härröra av järnoxid, som vid glödningen uppkommit av svavelkis. Att svavelkis i mycket ringa mängd understundom förefinnes i kalken har den mikroskopiska undersökningen ådagalagt.

Analyserna bekräfta, att halten av terrigent material växlar inom vida gränser, något som redan framgår av en flyktig okulär undersökning. I den renaste kalkstenen, d. v. s. den helt omkristalliserade, uppgår halten av kolsyrad kalk till avsevärt mera än 90 %. Magnesiahalten är låg och klorhalten ytterligt obetydlig; siffrorna för dessa ämnen lämna icke något definitivt svar på frågan, huruvida kalkstenen är marin eller supramarin. Den obetydliga fosforsyrehalten motsäger otvetydigt en av bergartens uppträdande och former möjligen motiverad förmodan, att den skulle kunna åtminstone till någon del härröra från fågelträck.

Mängden organisk substans understiger $\frac{1}{2}$ procent och står ej i direkt förhållande till bergartens färg; i de analyserade proven är den minst i ett kolsvart och näst störst i ett ljusgrått bergartsprov. Då det likväl synes vara ofrånkomligt, att den organiska substansen är anledningen till bergartens mörka färg och alldenstund bergarten mörknar, i samma mån som omkristallisationen tillväxer för att hos den fullständigt omkristalliserade bergarten övergå till rent svart, synes det, som om den organiska substansen samtidigt med bergartens omkristallisation undergått kemiska förändringar, som kommit substansen att mörkna.

Pollenanalys. Sedan en preliminär undersökning visat, att kalkstenen innehåller en ytterst sparsam pollenflora, har åtskilligt arbete nedlagts på att utforska denna. Resultatet framgår av nedanstående tabell, visande antalet funna pollen av däri angivna trädslag. Proven n:r 6 och 7 äro analyserade av dr G. Lundqvist, de övriga av kand. C. Larsson. N:r 1a och b äro från den å pl. 7 avbildade hällen, n:r 2a och b från den å sid. 12 omtalade lodräta hällen och utgöras av i högre grad omkristalliserad, nästan rent svart kalksten.

	Äldre kalksten		Yngre kalksten		Sannolikt yngre kalksten				
	1 a	2 a	1 b	2 b	3	4	5	6	7
Antal analyserade preparat . .	89	23	70	17	27	17	7	3	2
<i>Picea</i>	10	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Pinus</i>	28	—	15	1	6	4	2	1	—
<i>Betula</i>	26	1	7	2	2	1	3	2	3
<i>Alnus</i>	26	—	3	—	2	—	4	1	2
<i>Ulmus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Tilia</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Quercus</i>	2	3	1	—	1	1	—	1	—
<i>Fagus</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Corylus</i>	6	1	5	—	1	—	3	1	1

Den använda metoden är den för pollenanalys av minerogena sediment vedertagna (Assarsson & Granlund, 1924). För undvikande av eventuella föroreningar uttogs det för analys avsedda provet ur den kompakta kalkskorpans inre del, eller ock avlägsnades de ursprungliga ytlagren med tillhjälp av klorvätesyra, innan provet underkastades ytterligare preparering.

Pollenkornen uppträda sporadiskt och nyckfullt. I vanliga fall erhålles endast 1 à 2 pollenkorn ur 1 cm³ bergart, även om i ytterst sällsynta undantagsfall frekvensen kan vara större. Av de granskade preparaten, inalles 255, innehöllo sålunda 159 intet pollen av i tabellen angivet slag, under det att det mest givande preparatet, vilket härrörde från den äldre kalken 1a, gav 17 pollenkorn. I stort sett är den renaste och fullständigt omkristalliserade kalken relativt fattigare, den med slam och sand mest förorenade

rikare på pollen. Däri torde vi ha att se den verkliga anledningen till den avsevärda skillnaden i pollenhalt dels mellan tabellens prov 1a och 1b, dels mellan 1a och 1b å den ena sidan och 2a och 2b å den andra.

Förutom de i tabellen angivna ha iakttagits pollen av *Salix*-typ, *Lycopodium* och av gräs, vidare sporer, bladfragment av *Sphagnum* och *Amblystegium* samt ej närmare bestämbara vävnadsfragment, samtliga i mycket ringa mängd.

Pollenkornen äro stundom väl bibehållna såsom ofta är fallet med pollen i kalkrika subfossila sediment, stundom mer eller mindre starkt korroderade och ej sällan impregnerade eller fyllda med en svart substans, sannolikt densamma som färgar bergarten mörk.

Såsom redan påpekats ha de för analys avsedda proven valts eller preparerats på sådant sätt, att frihet från eventuellt vidhäftande föroreningar är garanterad. Därest det oaktat de funna pollenkornen till någon del skulle kunna misstänkas icke förekomma primärt i kalkstenen utan hava inkommit sekundärt under laborationsarbetet, skulle de få antagas härröra antingen från använda reagenser eller från kringflygande pollen. Den senare felkällan kan anses vara reducerad till ett minimum, alldenstund av tabellens prov n:r 1—5 analyserades i november och december, n:r 6 och 7 i slutet av september. Skulle åter pollenkorn ha tillförts genom de använda reagenserna, torde endast vattnet kunna komma i fråga. Under arbetet användes till en början genom förbiseende vattenledningsvattnet,¹ vari en möjlig felkälla skulle kunna tänkas föreligga, trots det att vattnet passerat genom sandfiltra innan det släppes in i ledningarna, men vid mera än hälften av analyserna har uteslutande destillerat vatten använts. Visserligen ha de senare analyserna givit märkbart lägre total pollenhalt pr preparat räknat än de, vid vilkas utförande icke destillerat vatten använts, men någon väsentlig förskjutning i den relativa frekvensen hos de olika pollenlagen framträder däremot icke hos de båda analysserierna utom på en punkt: endast de senare analyserna, vid vilka uteslutande destillerat vatten kommit till användning, ha ådagalagt att *Quercus* uppträder även i den äldre kalken. Även om det måhända icke kan sägas vara helt uteslutet att något enstaka pollenkorn i de tidigare analyserna skulle kunna härröra från vattenledningsvattnet, förefaller det vida sannolikare att skillnaden i den totala pollenfrekvensen hos de båda analysserierna endast beror på pollenkornens nyckfulla uppträdande i bergarten, eller därpå att vid de tidigare analyserna större kvantiteter av bergarten blivit lösta och alltså den organiska substansen i dessa prov blivit mera koncentrerad. I varje fall kunna de med svart substans impregnerade pollenkornen (tillhörande *Picea*, *Pinus*, *Betula* och måhända även andra) under inga förhållanden härröra från föroreningar av något slag utan måste antagas förekomma primärt i kalken.

Analyserna angiva ingen deciderad skillnad mellan pollenfloran i den äldre och i den yngre kalken. Endast en svag antydan till olikhet fram-

¹ Analyser utförda i avsikt att fastställa huruvida vattenledningsvattnet är fullständigt fritt från pollen hava icke lämnat fullkomligt entydigt resultat.

skymtar och består huvudsakligen däri, att *Picea* synes uppträda relativt vida rikligare i den äldre än i den yngre kalken. Huruvida här föreligger en verklig eller blott skenbar skillnad kan på undersökningarnas nuvarande stadium icke avgöras. Om, såsom på grund av kalkstenens uppträdande och dess förhållande till den glaciala abrasionen synes sannolikt, båda kalkstensavlagringarna äro av sen glacial ålder och uppkomna under två skeden, som båda infallit icke långt före isens definitiva tillbakavikande, bör någon större olikhet i pollenfloras sammansättning ej heller vara att vänta.

Frågan huruvida pollenet avspeglar traktens flora vid tiden för kalkens avsättning eller härrör från mera avlägset liggande orter undandraget sig ett säkert bedömande. Möjligheten av att vi ha att göra med åtminstone delvis långflugnet pollen kan väl icke bestridas, och alldenstund även mikroskopiskt små fragment av *Sphagnum* och *Amblystegium* träffats i kalken torde vi, därest vi acceptera dennas marina ursprung, även få räkna med havsströmmar som tänkbart transportmedel. En diskussion av pollenfloran såsom indikator på de klimatiska förhållandena under kalkens bildning synes därför för närvarande icke kunna leda till resultat. Det kan emellertid här förtjäna påpekas, att samtliga i kalken funna pollenslag anföras av dr G. Ekström (1934) från av honom nyligen uppdagade av morän *in situ* överlagrade och som interstadiala tolkade leravlagringar i trakten av Svalöv i Skåne.

De täckande sedimenten utgöras av senglacial lera överlagrad av postglaciala sediment: grus, sand, lera och lerig gyttja. Där berggrunden i dalgången ligger relativt högt, vila postglaciala avlagringar ofta direkt på fasta berget. I den senglaciala lera ha varken makro- eller mikroskopiska fossil iakttagits. Gränsen mellan de sen- och postglaciala lagren är skarp och utbildad som erosionsgräns. I det trånga passet omedelbart N om Ålstenshamnsvikens innersta spets, i vilket vid tidigare högre vattenstånd starka strömdrag få antagas hava varit rådande, ligger nämnda gräns c:a 3 m u. h., och de postglaciala sedimenten taga sin början med ett grovt grus innehållande rullstenar, av vilka de största nå 1 à 2 dm i diam., samt små bollar av lera. De postglaciala grusavlagringarna äro merendels mycket rika på skal av musslor och snäckor etc. Prov av 2 dm³:s storlek av skalgrus från olika nivåer dels från det trånga passet N om Ålstenshamn, dels från två varandra närliggande ställen i mera skyddat läge S om Skuteviken hava blivit analyserade med hänsyn till fossilinnehållet, vilket godhetsfullt bestämts av dr N. Hj. Odhner. Resultatet återgives i efterföljande tabell.

Beträffande faunans vittnesbörd om skalgrusets ålder har dr Odhner även haft vänligheten lämna följande meddelande.

»Den högst belägna banken (4 m ö. h.) är tydligen bildad under subboreal tid, när den innehåller de för denna tid karakteristiska arterna *Tapes decussatus* och *Solecurtus antiquatus*, numera utdöda vid svensk kust (jfr Hägg 1910, sid. 472, och 1913, sid. 389). Antevs (1917) anför *S. antiquatus* från en tämligen högt liggande lokal i Strömstadstrakten (Stare, 32.6 m

	N om Ålstenshamn			S om Skuteviken	
	c:a 3 m u. h.	c:a 1.5 m u. h.	0.5—1 m u. h.	c:a 0.2 m ö. h.	c:a 4 m ö. h.
<i>Echinoidea</i>					
<i>Echinocardium cordatum</i> (PENN.)	+	+	+		
<i>Echinocyamus pusillus</i> (MÜLL.)	+	+	+		+
<i>Echinus esculentus</i> (L.)	+	+	+		
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i> (MÜLL.)	+	+	+		+
<i>Lamellibranchiata</i>					
<i>Abra</i> , se <i>Syndosmya</i>					
<i>Anomia patelliformis</i> L.	+	+	+		+
» » <i>striata</i> LOVÉN					+
» <i>squamula</i> L.	+	+	+	+	
» » <i>aculeata</i> MÜLL.	+	+	+		
<i>Arcinella</i> , se <i>Saxicavella</i>					
<i>Artemis</i> , se <i>Dosinia</i>					
<i>Astarte compressa</i> (MONT.)	+	+	+	+	+
» <i>sulcata</i> (DA COSTA)					+
<i>Axinus</i> , se <i>Thyasira</i>					
<i>Cardium echinatum</i> L.	+			+	+
» <i>fasciatum</i> MONT.	+	+	+	+	+
» <i>nodosum</i> TURK.				+	
» <i>norvegicum</i> SPENGL.	+		+		+
<i>Cochlodesma praetenu</i> (PULT.)			+		
<i>Corbula gibba</i> (OLIVI)	+	+		+	
<i>Cyprina islandica</i> (L.)	+	+	+	+	+
<i>Dosinia exoleta</i> (L.)			+		
» <i>lupina</i> (L.)					+
<i>Ensis ensis</i> (L.)			+		+
<i>Kellya lactea</i> BROWN	+				
<i>Lasaea rubra</i> (MONT.)			+		
<i>Leda minuta</i> (MÜLL.)		+	+		
<i>Lepton squamosum</i> (MONT.)	+				
<i>Lucina borealis</i> (L.)		+	+	+	+
<i>Lucinopsis undata</i> (PENN.)		+	+		+
<i>Macoma calcaria</i> (CHEMN.)	+				
<i>Mactra</i> , se <i>Spisula</i>					
<i>Modiolaria discrepans</i> (LEACH)			+		
<i>Montacuta bidentata</i> (MONT.)	+	+	+	+	+
<i>Mya truncata</i> L.	+	+	+		+
<i>Mytilus edulis</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Nucula nucleus</i> (L.)					+
» <i>sulcata</i> BRONN	+	+	+		
<i>Nuculana</i> , se <i>Leda</i>					
<i>Ostrea edulis</i> L.	+		+	+	
<i>Pecten maximus</i> (L.)					+
» <i>striatus</i> MÜLL.		+			
» <i>tigrinus</i> MÜLL.				+	
» <i>varius</i> (L.)	+		+	+	
<i>Portlandia arctica</i> (GRAY)		+	+		
» <i>lenticula</i> (MÖLL.)		+			

	N om Ålstenshamn			S om Skuteviken	
	c:a 3 m u. h.	c:a 1.5 m u. h.	0.5—1 m u. h.	c:a 0.2 m ö. h.	c:a 4 m ö. h.
<i>Psammobia ferröensis</i> (CHEMN.)			+		
<i>Saxicava arctica</i> (L.)	+	+	+	+	+
<i>Saxicavella plicata</i> (MONT.)			+		
<i>Solecortus antiquatus</i> (PULT.)					+
<i>Solen</i> , se <i>Ensis</i>					
<i>Spisula elliptica</i> (BROWN)	+				+
» <i>subtruncata</i> (DA COSTA)			+	+	
<i>Syndosmya alba</i> (WOOD)				+	
<i>Tapes decussatus</i> (L.)					+
» <i>pullastra</i> (MONT.)			+		
<i>Tellinomya ferruginosa</i> (MONT.)			+	+	+
<i>Tellina fabula</i> GRON.			+		
» <i>pusilla</i> PHIL.			+	+	
<i>Thracia fragilis</i> PENN.	+	+	+		+
» <i>phaseolina</i> (LAM.)					+
<i>Thyasira flexuosa</i> (MONT.)		+		+	+
» <i>sarsi</i> (PHIL.)			+		
<i>Venus gallina</i> L.	+		+	+	
» <i>ovata</i> PENN.	+	+	+	+	+
<i>Vola</i> , se <i>Pecten</i>					
<i>Amphineura</i>					
<i>Lepidopleurus asellus</i> L.		+	+	+	
<i>Tonicella marmorea</i> (FABR.)			+	+	
» <i>rubra</i> (LOWE)	+	+	+	+	
<i>Gastropoda</i>					
<i>Acmaea virginea</i> (MÜLL.)	+	+	+	+	+
<i>Acteon tornatilis</i> (L.)		+			
<i>Alvania punctura</i> (MONT.)	+	+	+	+	+
» <i>reticulata</i> (MONT.)	+		+	+	
<i>Aporrhais pes pelicani</i> (L.)		+	+		
<i>Bittium reticulatum</i> (DA COSTA)	+	+	+	+	+
<i>Buccinum undatum</i> L.			+		+
<i>Clathurella linearis</i> (MONT.)	+	+	+	+	+
<i>Cylichna cylindracea</i> (PENN.)		+	+	+	
<i>Diaphana hyalina</i> (TURK.)	+				
<i>Emarginula fissura</i> (L.)	+	+	+	+	
<i>Eulima incurva</i> (EENIER)			+		
<i>Gibbula cineraria</i> (L.)	+	+	+	+	+
» <i>tumida</i> (MONT.)		+			
<i>Helcion pellucidum</i> (L.)	+		+		
<i>Lacuna divaricata</i> (FABR.)	+	+	+	+	+
» <i>pallidula</i> (DA COSTA)	+	+	+	+	+
<i>Lepeta</i> , se <i>Pilidium</i>					
<i>Littorina littorea</i> (L.)	+		+		+
» <i>obtusata</i> (L.)	+		+	+	
» <i>rudis</i> (MATON)	+			+	+
<i>Lunatia nitida</i> (DON.)		+	+	+	+

	N om Ålstenshamn			S om Skuteviken	
	c:a 3 m u. h.	c:a 1.5 m u. h.	0.5—1 m u. h.	c:a 0.2 m ö. h.	c:a 4 m ö. h.
<i>Mangilia costata</i> (DON.)		+		+	+
» <i>nebula</i> (MONT.)					+
<i>Nacella</i> , se <i>Helcion</i>					
<i>Nassa incrassata</i> (STRÖM)		+	+		+
» <i>reticulata</i> (L.)	+		+	+	
<i>Odostomia unidentata</i> (MONT.)				+	
<i>Onoba striata</i> (MONT.)	+	+	+	+	+
<i>Parthenia</i> , se <i>Pyrgulina</i> och <i>Spiralinella</i>					
<i>Patella vulgata</i> L.			+		
<i>Philbertia</i> , se <i>Clathurella</i>					
<i>Pilidium fulvum</i> (MÜLL.)					+
<i>Polytropa</i> , se <i>Purpura</i>					
<i>Purpura lapillus</i> (L.)	+		+		+
<i>Pyrgulina eximia</i> (JEFFR.)					+
» <i>interstincta</i> (MONT.)				+	
<i>Retusa nitidula</i> (LOVÉN)		+			
» <i>truncatula</i> (BRUG.)	+	+	+	+	+
<i>Rissoa inconspicua</i> ALD.	+	+	+	+	
» <i>interrupta</i> ADAMS					+
» <i>membranacea</i> (ADAMS)			+		
» <i>parva</i> (DA COSTA)	+	+	+	+	+
» <i>violacea</i> DESM.	+		+	+	+
<i>Scala clathrus</i> (L.)					+
» <i>turtonis</i> (TURT.)					+
<i>Scalaria</i> , se <i>Scala</i>					
<i>Spiralinella spiralis</i> (MONT.)	+		+		
<i>Tectura</i> , se <i>Acmaea</i>					
<i>Triphora perversa</i> (L.)	+		+	+	
<i>Turbonilla rufa</i> (PHIL.)	+		+	+	
<i>Utriculus</i> , se <i>Retusa</i>					
<i>Crustacea</i>					
<i>Balanus balanus</i> (L.)	+	+	+		
» <i>crenatus</i> BRUG.	+		+		
<i>Verruca stroemia</i> (MÜLL.)	+	+	+		

ö. h.), och från samma trakt även på lägre nivå (Daftö, 11 m, Nötholmen, 3.5 m, och Furuholmen, 0 m). I Strömstadstrakten är arten som fossil vanligare än på andra håll i Bohuslän, och den anträffas därstädes också på de högst liggande lokalerna. Här ligger tydligtvis artens första kontakt med svensk kust, helt naturligt f. ö., då just denna del av västkusten ännu i dag ligger närmast det havsområde, där vattnet är saltast. Först i senare tid, vid postglaciala klimatoptimet, blevo förhållandena gynnsamma för dess uppträdande längre söderut, säkerligen till följd av det boreala klimatet med minskad utströmning av sött (baltiskt) vatten närmast kusten.

»I samma riktning pekar utbredningen av *Tapes decussatus*. Just i Strömstadstrakten träffas dess högst belägna fossilförekomster. Antevs anför

Hälle, 39 m, där också läget ut mot öppna (saltaste) havet är friast, vilket förklarar artens första uppträdande där. Vidare må nämnas Stare, 32.6 m, och Smittmyren, 31 m, den senare lokalen, enligt Antevs, 'being the oldest known one in Bohuslän', en datering, som emellertid passar bättre in på Hälle. Först något senare, alltså på lägre nivå, uppträder arten söder om Strömstad, vid Rössö, 24 m, Tånga, 14 m, och Torseröd, 5 m, för att nämna Antevs' lokaler. Orsaken därtill torde med all säkerhet vara densamma som nyss nämnts för *Solecurtus*, nämligen ökningen av salthalten vid det torra klimatskedets inträde. *Tapes decussatus* synes vara en grundvattensform med förkärlek för lokaler, där insolationen spelar en viss roll, såsom grunda sandstränder.

»Då den lägst liggande skalbanken (i gattet N om Ålstenshamn, 0.5—3 m u. h.) saknar *Tapes decussatus*, men eljest äger en rik fauna, delvis av samma värme- och saltälskande former som den högsta banken, synes detta kunna tyda på olikhet i edafiska förhållanden. Lokalen är också mera exponerad för strömmar utifrån havet. Den jämförelsevis stora rikedomerna på arter, särskilt små snäckor, är sannolikt en följd av detta läge med fri förbindelse utåt mot den djupa Kosterrännan, där det saltaste vattnet haft sitt inflöde (jämför Wallerius, 1924, och Odhner, 1927).

»Flera värmeälskande former äro, som nämnts, gemensamma för den högsta och den lägsta banken, såsom *Lucinopsis undata*, *Ensis ensis*, *Spisula elliptica*, *Mangilia costata*, varför en samtidig avlagring är antaglig. Ett bevis för att detta verkligen är fallet ha vi i förekomsten i den lägsta banken av *Lepton squamosum* vilken i likhet med de båda ovannämnda i den högsta banken uppträdande formerna är i nutiden utdöd vid den bohuslänska kusten och vilken förut blott är känd från höjda lager på Köön, Bovallstrand, 4.3 m ö. h. (Hägg 1913). Banken innehåller även andra värmeälskande former, såsom *Kellya lactea*, *Tellina pusilla* och *Acteon tornatilis*, vilka dock ej äro utslagsgivande beträffande bankens ålder, emedan de förekomma i recent tillstånd vid Västkusten. — Några i samma bank träffade former, nämligen *Macoma calcaria*, *Portlandia arctica* och *P. lenticula*, äro seneglaciala lerformer och hava tydligen redeponerats från seneglaciala lerbager.»

Därest kalkbeläggningen täckes av seneglacial lera, är ytan alltid fullkomligt ovittrad, och även om den direkt överlagras av postglaciala sediment, är den oftast ovittrad men stundom överdragen med en papperstunn ljusgrå vittringshud. Dock träffas ej sällan kalkplattor, som i sin högst belägna del äro starkt korroderade och sönderfrätta av borrarande organismer. Borrhålen äro oftast helt smala och påminna om sådana av *Vioa*, andra äro vida grövre och ha åstadkommit av *Saxicava*, vars skal träffats inuti dylika hål. Den korroderade och borrarade zonen har som regel tämligen skarpt markerad gräns nedåt, som på olika ställen ligger på olika nivå. De korroderade kalkplattorna förekomma vanligen över havsytan, men i gattet N om Ålstenshamn ha sådana plattor iakttagits ner till 2 m u. h. Enär korrosionsformer av den typ, som kalkstensplattan å pl. 10 visar och vilka alltid

åtföljas av en ljusgrå eller vit vittringshud, synas få antagas vara bundna vid littoralzonen, giva de en antydning om, att strandlinjen i trakten vid tiden för regressionens maximum före den högsta postglaciala gränsens utbildning ungefärligen sammanfallit med den nutida strandlinjen.¹

Kalkstensplattor, som direkt täckas av postglaciala sediment och i synnerhet sådana som äro korroderade och borrarade av organismer, äro ej sällan bevuxna med bryozoer, serpulidae och balanider, vilka iakttagits ner till en nivå av 3 m u. h.

I den senglaciala leran vid Sote kanal träffas någon gång block av flinta och Saltholmskalk (kokkolitkalk), vilka tydligtvis blivit ditförda av isberg. Enligt muntligt meddelande av herr Knut Tinnberg ha ur leran även tillvaratagits två åtminstone i det närmaste hela *belemniter*, som överlämnats till Göteborgs Naturhistoriska Museum. Från Sote kanal föreligger dessutom ett rullat och icke närmare bestämbar belemnitfragment, vars fyndomständigheter dock ej äro närmare kända. Tidigare har, såvitt förf. har sig bekant, endast ett belemnitfynd, ett rullat exemplar av *Belemnitella mucronata* (SCHLOTH) från Tjörn, varit känt från Bohuslän (Wiman, 1912, sid. 486). Ätminstone de i leran funna belemniterna ha i likhet med blocken transporterats till fyndstället av isberg och måste antagas hava samma ursprung som blocken av kritbergarter, vilket man numera torde vara ense om att söka i kretaceiska avlagringar anstående på havsbotten utanför Bohusläns kust. Då — bortsett från det nämnda fyndet av *Belemnitella*, vilket för här föreliggande fråga är av ringa betydelse — såväl fossil som bergarter av kretaceisk ålder, vilka tidigare träffats i Bohuslän, visat sig uteslutande tillhöra danien, har hittills ingen anledning funnits att antaga, att även kritavlagringar äldre än danien skulle anstå utanför kusten. Men alldenstund belemniter icke förekomma i danien, giva de nya fynden vid Sote kanal en antydning om, att även lager tillhörande senon kunna finnas i ifrågavarande kritområde. Visserligen skulle man under sådana förhållanden vänta att bland blocken finna även bergarter av sistnämnda ålder, något som hittills likväl icke synes hava lyckats, men däri torde vi dock knappast kunna se något bevis emot ett antagande, att sådana lager kunna finnas i ifrågavarande område, enär de i likhet med exempelvis skrivkritan, skalstoft- och skalgruskalken i Skånes senon kunna tänkas bestå av så löst cementerade bergarter, att de icke tåla vid transport utan att smulas sönder. Att de funna belemniterna varit helt utan vidhäftande bergart talar även för, att de ursprungligen varit inbäddade i en lätt sönderfallande bergart. Vi synas sålunda hava fullgod anledning att räkna med den möjligheten, att avlagringar tillhörande ej endast danien utan även senon äro anstående utanför Bohusläns kust.

¹ Därest lerbollarna i det postglaciala grusets bottenlager i gattet N om Ålstenshamn tillhöra den underliggande leran och alltså härröra från förstörda lerlager på stället, skulle de antyda, att strandlinjen legat t. o. m. något lägre än den nuvarande, enär den mycket blöta leran måste haft tillfälle att åtminstone i någon mån torka för att kunna bilda bollar.

På nämnda ställe ha även iakttagits grusfyllda sprickor i den senglaciala lerans översta del, men det synes sannolikt, att dessa sprickor uppkommit genom uttorkning först i samband med utgrävningarna.

Övriga lokaler.

Ödby (lokal 5 å kartan, sid. 5). Vid en punkt på östra sidan av ett granitkomplex N om Ödby och halvannan km NO om Sote kanals mynning i Skuteviken fann folkskollärare E. Sjöfelt år 1925 en bergart, som blivit blotad vid förbättring av en mindre markväg och som genom sitt egenartade utseende ådrog sig hans uppmärksamhet. Tyvärr har fyndorten icke kunnat återfinnas, och vi ha därför endast att hålla oss till de uppgifter, herr Sjöfelt lämnat, samt två av honom hemförda provstycken, av vilka han haft vänligheten skänka det mindre till Sveriges geologiska undersökning. Det större bildar en 0.9 m lång, 0.3 m bred och 0.10—0.12 m tjock platta.

Fyndstället ligger omkring 1 m ö. h. Det täckande jordlagret sadas hava ringa mäktighet. Bergarten bildade en skorpa på en mot SO sluttande granithäll, från vilken den utan svårighet lät lösgöra sig. Bergarten är en grå till mörkgrå kalksten med fina undulerande lameller och grusiga skikt; den saknar synliga grovkristalliniska, svarta partier. Den fria ytan visar sådana vertikala ryggar och fåror, som utmärka kalkstenen vid Sote kanal. Inom den del, som legat högst, är den fria ytan starkt korroderad och vittrad och kalkstenen borrarad, förmodligen av *Saxicava* och *Vioa*. Den inre ytan, som är väl bibehållen och tvelsutan bildar en avgjutning av den underliggande granithällens yta, visar på sina ställen tydlig koncentriskt halvklotformig struktur och små oregelbundna hålrum av samma slag, som vid Sote kanal äro vanliga på kalkskorpans mot graniten vettande yta. Vad beträffar petrografisk sammansättning och struktur, överensstämmer bergarten fullständigt med vissa på terrigent material rika varieteter av kalkstenen vid sistnämnda fyndort.

Utmed ena kanten av det större blockets nedre del visar ytan avslipning med ungefärligen horisontella repor. Att denna lindriga avhyvling förorsakats av landisen synes icke kunna betvivlas. Då nu kalkstenen, att döma av de erhållna uppgifterna rörande förekomstsättet, bör hava legat nästan oskyddad för den yngsta isströmmen, har sålunda denna vid en sista framryckning över ifrågavarande lokal endast i mycket ringa grad förmått att erodera underlaget, liksom visat sig vara fallet i exempelvis det smala passet N om Ålstenshamn. I varje fall synes det icke kunna betvivlas, att kalkstenen vid Ödby är bildad samtidigt med den yngre kalkstenen vid Sote kanal.

Även på ett ställe vid västra stranden av Stora Ödbyön, c:a 2 km NO om Sote kanals mynning i Skuteviken, skall enligt uppgift kalksten hava iakttagits som beklädnad på granit. Tyvärr har ej heller denna lokal kunnat återfinnas.

Väjern. Från en lokal vid Långevik strax N om Väjerns fiskläge i Kungshamns s:n och c:a 2 km SO om Sote kanals mynning i Ålstenshamnsviken har kalksten av ifrågavarande slag sedan gammalt varit känd

av ortsbefolkningen. Den uppträder som en tunn beklädnad på en mot V vettande, tvärbrant sida av en granithäll, som i sin norra del höjer sig 6—8 m, i den södra 10 m över en plan slätt V därom, vilken är bildad av lera med ett tunt sandtäckte, närmast bergväggen rikt på *Ostrea* och andra skal, och ligger omkring 1 m ö. h. Hällens västra sida, som stryker ungefär N 15° O—S 15° V, visar till följd av förklyftning in- och utspringande vinklar. På en sträcka av 30 m synes utmed hällens fot kalkskorpan titta fram på fyra ställen. Den upptill alltid avbrutna skorpan når numera ingenstädes mer än högst 15 cm upp över markytan. Genom grävning blottades den ytterligare på ett par punkter, men redan på ett djup av $\frac{3}{4}$ m hindrades grävningen av ymnigt vattentillflöde. Dess undre gräns kunde därför icke iakttagas.

Kalkbeläggningen gör intryck av att bilda jämförelsevis stora sammanhängande plattor, som merendels ha en tjocklek av 2—4 cm med en iakttagen största tjocklek av 6 cm. Tjockleken förblir i stort sett densamma även på ställen, där granitunderlaget bildar in- och utspringande vinklar. Ytan är merendels slät, även då skorpan bekläder inåtlutande väggar. Vertikala fåror med mellanliggande ryggar saknas icke men äro långt mindre markerade än vid Sote kanal. Utpräglat droppstensliknande former, som äro vanliga vid den senare lokalen, kunde icke iakttagas. Bergarten är en relativt ren kalksten med ringa mängd terrigent material. Ofta är den alltigenom kolsvart och grovt stänglig eller spatig, stundom grå och tät med enstaka finkristalliniska, mörkare skikt. I senare fallet framträder den undulerande, fina lamelleringen alltid tydligt, i förra fallet kan den ej iakttagas å frisk brottyta men är däremot å vittrad yta alltjämt fullt tydlig. *Cryptozoon*-liknande struktur förekommer allmänt (se pl. 11). Kalkstenen överensstämmer sålunda såväl till förekomstsätt som beskaffenhet fullkomligt med vissa renare varieteter av den vid Sote kanal uppträdande.

Glacial avslipning har icke kunnat iakttagas på kalkstenen vid Väjern. Den ligger väl skyddad mot den yngsta isströmmen, vars räfflor även här gå ungefär från ONO mot VSV, men däremot synes det föga sannolikt, att en från N 35° O kommande isström skulle kunna hava lämnat den orörd. Då vi dessutom av förut anförda skäl knappast behöva räkna med den möjligheten, att kalkstenen vid Sote kanal skulle kunna vara även av sen- eller postglacial ålder, synas starka skäl tala för att också kalkstenen vid Väjern utgör en direkt motsvarighet till den yngre kalkstenen vid Sote kanal och sålunda bildats under ett skede mellan de två senaste isframryckningarna.

Smögen. Ett stycke av en svart, kristallinisk och stänglig kalksten, som tillhör Göteborgs Naturhistoriska Museum och vilket uppgivits hava kommit i dagen vid muddring i det s. k. Tjuvhålet vid Smögen, är det enda vittnesbörd om Sotenäskalkstens förekomst även på nämnda lokal, som förf. har sig bekant. Provet, som har en tjocklek av 4 à 5 cm, visar på den fria ytan parallella fåror och mellanliggande valkar med droppstens-

lika former, på den motsatta ytan koncentriskt halvklotformig struktur. Glaciala räfflor saknas. De ovittrade och väl bevarade ytorna med sina karakteristiska former vittna om att provet kommer från en kalkskorpa i fast klyft. Det kan sålunda icke härröra från ett block, som kunde tänkas vara av landisen transporterat hit från någon av de ovan omtalade nordligare fyndorterna. Ett försök att på ort och ställe uppspana fasta klyften har icke krönts med framgång, och ej heller lösa block av bergarten ha därvid träffats.

Lysekil. Av de båda förut omtalade kalkstensproven från Lysekil har det ena, insamlat år 1886 av sedermera lektor G. S. Wallin, dimensionerna 14×14 cm samt en maximitjocklek av 3 cm. Bergarten är en mörkgrå, oren kalksten med tunna undulerande lameller löpande parallellt med den ena (fria) ytan, som visar fåror och mellanliggande, i ena ändan (den övre) tillspetsade ryggar. Två borrhål torde härröra från *Saxicava*. Det andra provet, insamlat vid Stångehuvud nära Lysekil år 1889 av kand. C. v. Wernstedt, mäter 9×12 cm och har en största tjocklek av 2.5 cm. Bergarten är mörkgrå, med fin undulerande skiktning, delvis kristallinisk och svart. Den visar borrhål av den typ, som bildas av *Vioa*. Glaciala räfflor saknas i båda fallen. Det lider intet tvivel, att dessa båda prov tillhöra med Sotenäskalken ekvivalenta bildningar. Ytornas beskaffenhet antyder, att proven sannolikt tagits från kalkskorpor *in situ*. Att de skulle kunna tillhöra block, som transporterats till fyndplatsen av landisen, förefaller vara uteslutet. Huruvida de härröra från en och samma eller skilda lokaler, finnes numera ej möjlighet att avgöra. En rekognoscering av trakten kring Lysekil och Stångehuvud i avsikt att finna fasta klyften har ej lett till positivt resultat.

Stora Dyrön. Med anledning av ett från herr Knut Tinnberg på senhösten 1933 ingånget meddelande att folkskolläraren Fredrik Dyne i Norrbyvallda skulle äga kännedom om en lokal på St. Dyrön 5 km NO om Marstrand, där kalkstensskorpor av egenartat utseende förekomma på urbergshällar, satte sig förf. i förbindelse med herr Dyne för inhämtande av närmare uppgifter i frågan. Den beskrivning över kalkstenens utträdande och utseende, som beredvilligt lämnades, jämte ett litet prov av bergarten, vilket godhetsfullt ställdes till förfogande av folkskolläraren Harald Rönnäng i Veland, visade otvetydigt att även denna kalksten är av det slag varom här är fråga. Förf. gjorde därför i november månad ett kort besök på platsen. Av därvid gjorda iakttagelser rörande ifrågavarande bildning må följande anföras:

Vid öns östra strand hade, enligt uppgift i november år 1917, inträffat ett icke obetydligt jordskred, varvid uppkommit en smal och djup ravin begränsad av lodräta eller mycket brant sluttande väggar av amfibolit. Ravinen sträcker sig från stranden i Ö c:a 180 m i riktning mot V, är närmast stranden 25 m bred men avsmalnar snart till en bredd av 5 à 8 m.

Väggarna äro vackert avslipade av landisen, som i den trånga klyftan rört sig i dennas längdriktning, d. v. s. från Ö mot V. Längst in ha jordlagren — i den kvarstående västra väggens övre del bestående av sand och grus med talrika molluskskal — innan skredet inträffade nått c:a 20 m ö. h.; därifrån har den ursprungliga markytan sluttat mot Ö ner till stranden.

Kalkskorpor uppträdde på ett par ställen nedanför den linje, som markerade den gamla markytan, och på ytor som intagit ett mot landisen åtminstone i någon mån skyddat läge. På ravinens södra sida syntes endast en sådan skorpa på en lodrät mot V vettande förklyftningsyta. Skorpan, som var ungefär 0.3×0.7 m och belägen 6 à 7 m ö. h., bildades av hopvuxna lodräta 5 till 20 mm breda och högst 15 mm tjocka, välvda ryggar skilda av smala fåror. I övre delen häftade den direkt vid amfiboliten, i undre delen vid en c:a 1 cm tjock platta av en annan, vit och kristallinisk kalksten, som ursprungligen torde hava utgjort en sprickfyllnad. Gränsen mellan den inre vita och den yttre grå kalkstenen var knivskarp. Ingen glacial abrasion syntes och kunde med hänsyn till läget knappast vara att förvänta.

På den norra mot S vettande väggen närmare ravinens innersta del syntes ävenledes kalkbeläggningar inom en area av omkring 10 m² och på en nivå mellan 11 och 15 m ö. h. De bildade dels tämligen jämna, några få mm tjocka plattor med föga utpräglade, vertikala fåror, dels isolerade eller sammanvuxna, vertikala, välvda ryggar med en bredd av högst 20 mm och en tjocklek av ett par till högst ett tiotal mm. Där dessa beläggningar intogo ett läge, som varit i någon mån skyddat mot landisen, visade de ej spår av glacial abrasion, på andra ställen däremot voro de avslipade och räfflade i horisontell led. På ett par ställen befanns även underlaget vara tydligt glacialslipat. På högre nivå men under den forna markytan vid 20 m-höjdlinjen, inom vilken zon även ytor i relativt skyddat läge förekommo, syntes ingen som helst kalksten.

Kalkstenen på St. Dyrön är än tät och grå med fin undulerande skiktning, än kristallinisk och svart. Bergarten, som legat blottad sedan 1917, har en tunn ljusgrå vittringshud men har likväl den ursprungliga ytskulpturen merendels väl bevarad. De kvarvarande skorpona häfta oftast alljämt så fast vid underlaget, att de endast med stor svårighet låta lösgöra sig.

Fyndorten är av särskilt intresse därför att kalkbeläggningarna nå ända till 15 m ö. h. För övrigt visar bergarten på denna lokal fullständig likhet med kalkstenen vid Sote kanal.

Norge. Såsom omtalats i inledningen har dr Høeg lämnat en ingående och allsidig redogörelse för en med Sotenäskalken överensstämmande kalksten från tre fyndorter i Norge nämligen Malmöen utanför Larvik, Gullholmen nära Fjölvik c:a 20 mil N om Trondheim och Langöia vid Holmestrand, den sistnämnda upptäckt först år 1933. Kalkstenen bildar skorpor på lodräta klippväggar och har merendels en tjocklek av 2.5—3.5 cm, på

Langöia dock endast några få mm. Vid de båda förra lokalerna träffas kalkbeläggningen inom littoralzonen; med den alltid avbrutna övre kanten när den högst 1.5 m över havsytan, och nedåt, ungefär i jämnhöjd med havsytan, fortsätter den under ett täcke av lera. På Langöia, där beläggningen tidigare varit helt dold av lera och kommit i dagen först sedan denna nyligen blivit undanskaffad, uppträder den vid en nivå av 10—15 m ö. h.

Kalkstenen innehåller enligt tre analyser 86.0—93.7 % CaCO_3 , 1.1—2.4 % MgCO_3 och omkring 0.5 % organisk substans. Den är ljusare eller mörkare grå till svart, visar fin undulerande lamellering och samma struktur som stromatoliter av *Cryptozoon*- och *Archaeozoon*-typ samt är vanligen mer eller mindre starkt omkristalliserad. Ytan har som regel vertikalt orienterade fåror och ryggar, d. v. s. former liknande dem hos den bohuslänska kalkstenen. Det är sålunda höjt över varje tvivel, att den norska kalkstenen beträffande uppträdande och struktur är identiskt lika vår kalksten, vilket även bekräftats av dr Høeg, sedan han haft tillfälle att se prov av den senare, och det torde väl ej heller kunna betvivlas, att bergarten på samtliga fyndorter bildats under likartade miljöförhållanden och i stort sett samtidigt.

Enär Høeg ursprungligen kände denna bildning endast från de båda förstnämnda lokalerna, där kalkskorporna ofta bekläda vackert glacialskulpterade hållar men själva icke visa någon som helst åverkan av landisen, antog han till en början kalkstenen vara av postglacial ålder, ett antagande som under nämnda förhållanden givetvis var det mest sannolika. Efter upptäckten av fyndorten på Langöia, där de mycket tunna kalkskorporna här och var visa spår av glacial abrasion och på sina ställen blivit helt bortslipade, var det ju tydligt att denna fyndort överskridits av isen efter det att kalkstenen bildats. Isens ringa åverkan å den allt annat än motståndskraftiga kalkbeläggningen beror enligt Høeg därpå, att abrasionen förorsakats av en mycket obetydlig och kortvarig oscillatorisk framryckning av isranden. Kalkstenen antages därför vara avsatt omedelbart framför isranden under recessionen — på olika platser vid något olika tider — och benämnas sålunda finiglacial.

Säkert bestämbara makro- eller mikroskopiska fossil har Høeg ej funnit men däremot organiska lämningar av två slag, dels svarta rundade korn med en storlek av omkring 1μ , liggande isolerade eller vanligen anhopade i oregelbundet formade kolonier, dels avlånga eller klotformiga brunfärgade kroppar (celler?), $3-4 \mu$ i diam. och bildande busk- eller dendritliknande kolonier. De förra förekomma i stor mängd, de senare äro tämligen sällsynta.

Høeg diskuterar ingående kalkstenens bildningsbetingelser och kommer till det resultat, att den sannolikt är marin. Den antages vidare vara bildad på förmodligen icke obetydligt djup och på sådant sätt, att kalciumkarbonat utfällts ur havsvattnet under medverkan av bakterier eller andra mikroorganismer vilkas rester nu utgöra bergartens organiska substans.

Kalkstenens ålder och bildningssätt.

Kalkstenen vid Sote kanal har bildats under (minst) två skeden, som infalla mellan de tre sista istransgressionerna över området. Rörelseriktningen har kunnat fastställas för de båda senaste transgressionerna: den näst yngsta har framskridit från N 35° O mot S 35° V, den yngsta från ONO mot VSV. Kalkstenen bör sålunda vara antingen interglacial eller interstadial. Det förra alternativet är osannolikt. Om kalkstenen vore interglacial och bildad oberoende av glaciationen, skulle den hava uppkommit under två skeden, som legat relativt långt från varandra i tiden och under vilka de klimatiska förhållandena enligt gängse föreställning varit mer eller mindre lika dem under postglacial tid rådande. Vi känna visserligen icke ännu de villkor, som varit avgörande för kalkstenens uppkomst, men det ligger ingen överdrift i påståendet att denna bildning får betraktas som egenartad, och följaktligen torde även de förhållanden, under vilka den uppkommit, vara egenartade. Det förefaller då föga sannolikt, att de speciella miljöförhållanden, som varit rådande när den äldre kalkstenen under den äldre interglacialen bildades, skulle hava upprepats på precis samma punkter under den yngre interglacialen. Det är visserligen teoretiskt möjligt, men det är icke sannolikt. Och vidare: av de båda nedisningar, som inträffat efter den näst sista interglacialen, antages åtminstone den sista ha sträckt sig in i norra Tyskland och måste under sådana förhållanden ha haft lång varaktighet. Det förefaller otänkbart att ett mäktigt istäcke, som under en längre tid skridit fram över Bohusläns kustområde och på goda grunder antages hava sträckt sig tämligen långt utanför den nuvarande kustlinjen, skulle kunna ha lämnat kvar den allt annat än resistent Sotenäskalken i den utsträckning som skett.

Ovan har omtalats (sid. 12) hurusom det föreligger en enstaka iakttagelse, vilken kan tolkas som ett bevis för att kalkstenen bildats under tre skeden, skilda av istransgressioner, och, därest denna tolkning skulle komma att visa sig vara riktig, är det tydligt, att vi däri skulle hava ytterligare ett avgörande bevis mot kalkstenens interglaciala ålder.

Långt sannolikare synes det därför vara att Sotenäskalken är interstadial. Under denna förutsättning har den bildats under två skeden, som legat varandra tämligen nära i tiden och under vilka isranden dragit sig tillbaka endast en relativt kort sträcka mot NO från ifrågavarande trakt, där arktiska förhållanden då böra hava varit rådande. De båda istransgressioner som inträffat efter den äldre kalkens bildning torde ej ha nått långt utanför området och hava antagligen varit av relativt kort varaktighet, vilket, i förening med då rådande vattendjup, lämnar en plausibel förklaring till att kalkstenen, där den intager ett relativt skyddat läge, bevarats i så gott som ograverat skick.

I sin nyligen publicerade redogörelse för den sist upptäckta norska fyndorten för kalksten av ifrågavarande slag, Langöia vid Holmestrand, har

dr Høeg kommit till det resultat, att kalkstenen bildats omedelbart utanför isranden, och att den ringa glaciala nötning den företer endast kan hava förorsakats av en obetydlig oscillation. Kalkstenen benämnes därför finiglacial. Detta må vara riktigt för den norska fyndortens vidkommande. Förhållandena vid Sote kanal äro visserligen snarlika dem vid Langöia men synas dock peka i något annan riktning. Som nämnts ha de båda sista istransgressionerna på yttre delen av Sotenäset haft bestämt skilda rörelseriktningar visande en differens av ungefär 30° . Bortsett från sådana ställen, där den näst sista isströmmens räfflor varit skyddade av kalkstensrester, har detta äldre system av räfflor blivit fullständigt utplånat av den yngsta isströmmen, vars räfflor ha inom området i stort sett konstant riktning med endast några få graders variation. Dessa förhållanden kunna knappast sägas tala för, att den transgression, varom här är fråga, inskränkt sig till en obetydlig oscillation, utan vittna snarare om i samband med den ändrade rörelseriktningen stående, icke oväsentliga förskjutningar av isranden, vilka för att komma till stånd även få antagas hava krävt vida längre tid än en ringa oscillation bör taga i anspråk. Så länge bildningsbetingelserna och kalkstensens på de skilda lokalerna relativa åldersförhållanden icke äro helt utredda, synes därför ingen anledning föreligga att, beträffande Sotenäskalken, frångå den mera adekvata benämningen interstadial.

Hur skola vi nu tänka oss denna kalksten hava bildats?

Under den diskussion, som följde efter ett av förf. inför Geologiska Föreningen i Stockholm i okt. 1933 hållet föredrag om Sotenäskalken, uttalade professor G. De Geer bl. a. den förmodan, att kalkstenen möjligen skulle kunna hava uppkommit på konkretionär väg. Därest den vore en konkretionär bildning i vanlig mening och alltså tillkommen inuti ett sediment, synes den i första hand böra jämföras med marlekorna i den sen-glaciala märeln. Med dessa har den emellertid med hänsyn till struktur och former icke någon som helst likhet. Det bör även ihågkommas, att kalkplattorna mycket ofta hava talrika, oregelbundet formade hålrum vid sin undre mot graniten vettande yta (pl. 11 och 12), och i ett par enstaka fall ha liknande men något större hålrum iakttagits även inuti tjockare plattor. Vidare ha de främmande mineralkornen och bergartsfragmenten utpräglad benägenhet att samlas i de smala mellan ryggarna liggande fårorna, där på tvärbrott av kalkstensplattorna ofta synas mycket smala grusiga zoner ställda vertikalt och vinkelrätt mot plattans yta. Dessa fakta torde utgöra avgörande bevis för att kalkstenen icke kan hava bildats på konkretionär väg inuti ett sediment. Tvärtom synes allt tyda på att, vid tiden för kalkutfällningen, de kalkklädda urbergshällarna legat kala och endast täckta av vatten.

Struktur och ytformer säga oss, att kalkstenen bör jämföras antingen med sinterbildningarna eller med de s. k. stromatoliterna.

Vid förf:s första besök vid kanalbygget, då endast ett relativt mindre

antal blottningar i dalgångens nordligaste del voro tillgängliga, var han benägen tro, att vi här hade att göra med en form av sinter eller droppsten. Tillkommande nya fakta visade emellertid snart, att denna tanke måste övergivas.

Något vattendrag kan icke ha strukit fram genom dalstråket. I norra delen bildar berggrunden en hög och bred tröskel, som höjer sig ett tiotal m eller mera över berggrunden i det vidgade dalstråket N och S därom. Det förefaller även föga sannolikt, att kalkmättade vattendrag skulle ha runnit fram genom alla de dalstråk, varifrån ifrågavarande bildning är känd. Kalkstenen kan ej heller leda sitt ursprung från kalkrika källor. Någon sådan finnes nu icke i trakten av Sote kanal, och det är otänkbart, att dylika källor tidigare skulle ha funnits i så stort antal som är nödvändigt för att ha åstadkommit den — om hänsyn tages endast till fyndorterna vid Sote kanal — över ett mer än 2 km långt stråk spridda kalkutfällningen. Ej heller kan den härröra från nederbörd, som utlöst kalk ur eventuella kalkrika sediment på högre nivå och sedan utfällt kalken nere i dalstråket. Detta framgår därunder att, såsom ovan nämnts, kalken kan bekläda isolerade ryg- eller kupolformiga små klippartier, som skjuta upp likt öar från berggrunden i dalbotten, varöver de kunna höja sig ända till 5 m. Och om man närmare granskar kalkens uppträdande med hänsyn till dess förhållande till bergväggarnas former, finner man, att på sådana åläytor befintliga ställen, dit överstrilande vatten ovillkorligen måst söka sig, saknas ofta kalksten helt och hållet, trots det att förutsättningarna synas vara särskilt gynnsamma för att där bildade kalkskorpor skulle hava lämnats kvar av landisen, medan däremot tjocka beläggningar kunna uppträda på närliggande ställen, där intet eller föga vatten kan hava runnit fram.

Kalkstensskorporna antaga visserligen i mångt fall just sådana former som man skulle vänta uppkomma vid kemisk utfällning ur kalkmättat vatten som runnit utför hållarna (se t. ex. pl. 10), i andra fall åter uppträda ytformer som visa att ett sådant bildningsätt knappast kan vara möjligt. Såsom ett exempel på former av sistnämnda slag hänvisas till den å pl. 7, fig. 1, och pl. 13, fig. 2, avbildade plattan sittande å en planslipad yta med 70° stupningsvinkel och bildad av smala, högt välvda åsar som åtskiljas av djupa och trånga fåror. En normal kemisk kalkutfällning ur vatten som runnit utför sistnämnda håll borde, synes det, med nödvändighet resulterat i en skorpa med vida jämnare tjocklek och mindre högt välvda åsar än som nu är fallet. Slutligen må i detta sammanhang även erinras om de i fig. 3 och 4 å sid. 16 avbildade kalkskorporna.

Då det sålunda på grund av sättet för kalkstenens uppträdande och i viss mån även av ytformerna synes uteslutet, att den utfällts ur rinnande vatten, kunna vi ock lämna å sido frågan varifrån kalksubstansen under sådana förhållanden skulle kunna tänkas emanera, en fråga varpå ett tillfredsställande svar förefaller vara svårt att finna.

Med hänsyn till de topografiska förhållandena på samtliga hittills kända

lokaler för ifrågavarande bildning synes det vara helt uteslutet, att den skulle kunna hava uppkommit i sjöar.

När sålunda ofrånkomliga fakta tala bestämt emot, att kalkstenen skulle kunna hava uppkommit på konkretionär väg, och lika bestämt emot, att den skulle kunna vara en subaerisk, fluviatil eller lakustrin bildning, synes endast den möjligheten återstå att antaga den vara marin och alltså tillhöra stromatoliterna i den mening som numera plägar givas åt detta begrepp (jämför Pia 1927 och 1931; Høeg 1929).

Stromatolitiska kalkstenar äro kända från så gott som alla geologiska perioder från och med algonk. De äro vanliga i algonk och särskilt allmänna i gränslagren mellan kambrium och ordovicium i Amerika och arktiska trakter. Någon stromatolit av kvartär ålder var emellertid icke känd förr än Høeg 1929 publicerade sin första uppsats om de norska förekomsterna. Och nutida under bildning varande stromatoliter synas förtfarande vara okända. — Vad beträffar bildningssättet ha meningarna varit och synas alltjämt vara delade. Somliga forskare betrakta dem som abiogena bildningar, andra åter — och till dem torde numera flertalet höra — anse dem hava uppkommit under medverkan av lågt stående organismer.

Under antagande av att kalkstenen är marin skulle kalken härröra från i havsvattnet löst kolsyrad kalk, som blivit utfälld av organismer, varav rester träffas i bergarten i form av de förut omtalade små svarta kropparna med en diam. av 1 μ . Kalkstensens förhållande till den glaciala abrasionen talar för, att den är av sen glacial ålder och bildad kort tid före landisens definitiva tillbakavikande från det bohusslänska kustområdet, och till dess att fakta stridande emot detta antagande blivit förebragta, få vi räkna med den möjligheten, att kalkstenen kan vara bildad på betydande djup, kanske 100 m eller mera.

Ovan skisserade förklaring av Sotenäskalkens genesis är i allt väsentligt detsamma som Høeg med någon tvekan framlagt beträffande den likartade norska kalken. Då den emellertid icke tillfredsställande besvarar alla de frågor, som kunna ställas rörande denna bildning, får den endast betraktas som ett försök till förklaring, vilket emellertid synes stöta på relativt mindre svårigheter än övriga.

Av det nämnda bildningssättet följer, att bergarten bör hava stor regional utbredning utmed den Skandinaviska halvöns västkust. Intet motsäger att detta kan vara fallet, trots det att den hittills är känd endast från ett relativt ringa antal lokaler. Givetvis kunna vi endast i ytterst sällsynta undantagsfall vänta att finna rester av kalkskorporna bevarade ovan jord, först efter det att de täckande lösa jordlagren undanskaffats komma de i dagen. Det må även ihågkommas att, såsom de vidsträckta blottningarna vid Sote kanal ådagalagt, kalken uppträder sporadiskt och i regeln saknas även på sådana läytor, som legat väl skyddade mot den yngsta isströmmen. Det torde därför kunna förutsägas att, sedan nu uppmärksamheten blivit riktad på förekomsten av denna egendomliga bildning i Sverige såväl som i Norge, det ej skall dröja länge förrän den blir inrapporterad från ett antal

nya lokaler längs den Skandinaviska halvöns västkust. Detta antagande ter sig så mycket mera sannolikt som två av fyndigheterna, St. Dyrön vid Marstrand och Langöia vid Holmestrand, uppdagats så sent som 1933, och upptäckten i båda fallen möjliggjorts endast av den gynnsamma omständigheten, att de kalkb eklädda klippväggarna nyligen befriats från de täckande jordlagren.

Däremot är det — om vi acceptera antagandet att kalkstenen är marin — vida svårare att förklara närvaron av pollen och några andra mikroskopiska fragment av landväxter i densamma men från varon av säkra marina fossil. Det bör emellertid därvid först framhållas, att det ännu icke är utrett, huruvida pollenhalten, som hittills endast konstaterats hos kalkstenen vid Sote kanal, uppträder även i bergarten på övriga fyndorter. Då Høeg ej iakttagit pollen i kalken på Malmöen, trots den mycket ingående mikroskopiska granskning han underkastat den rest av organisk substans som återstår, sedan bergarten upplösts i klorvätesyra och fluorvätesyra, tyder detta avgjort på att kalkstenen från sistnämnda lokal är helt fri från pollen. Det synes därför sannolikt, att pollenfloran uppträder endast tillfälligtvis och på enstaka lokaler. Pollenhalten i och för sig kan väl icke betraktas som oförenlig med det nämnda bildningssättet, alldenstund pollenkornen kunna hava förts till trakten med havsströmmar eller med vinden, till någon del hava sjunkit och slutligen blivit inbäddade i bottensedimenten, även om dessa avlagrats på tämligen stort djup. Men pollenhalten synes kräva närvaro även av säkra marina fossil, och sådana — vare sig makro- eller mikroskopiska — ha hittills icke blivit påvisade. Här föreligger onekligen en motsägelse vartill en plausibel förklaring icke kunnat finnas. Någon mera sannolik tolkning kan emellertid för närvarande icke framläggas. Det måste därför överlämnas åt kommande undersökningar att finna ett definitivt svar på frågan angående Sotenäskalkstenens bildningssätt.

Litteratur.

- Antevs, Ernst. Post-glacial marine shell-beds in Bohuslän. — Geol. Fören. Förhandl., Bd 39, sid. 247—425. Stockholm 1917.
- , Shell beds on the Skagerack. — *Ibid.*, Bd 50, sid. 479—750. Stockholm 1928.
- Assarsson, G. och Granlund, E. En metod för pollenanalys av minerogena jordarter. — *Ibid.*, Bd 46, sid. 76—82. Stockholm 1924.
- De Geer, G. Diskussionsinlägg. — *Ibid.*, Bd 55, sid. 557. Stockholm 1933.
- Ekström, Gunnar. Agrogeologiska undersökningar vid Svalöv. — Sveriges Geol. Unders., Ser. C, N:o 380. Stockholm 1934.
- Hägg, R. Några ord om det postglaciala klimatoptimet vid Sveriges västkust. — Geol. Fören. Förhandl., Bd 32, sid. 471—473. Stockholm 1910.
- , Några bidrag till kännedomen om det postglaciala klimatoptimet. — *Ibid.*, Bd 35, sid. 387—391. Stockholm 1913.
- Høeg, Ove Arbo. Studies in Stromatolites I. A Postglacial marine stromatolite from Southeastern Norway. — Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1929, N:r 1. Trondhjem 1929.
- , Studies in Stromatolites III. Structure and composition of some specimens from Fjølvik, Nord-Trøndelag. — Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Forhandl., Bd IV, N:r 30. Trondhjem 1931.
- , Studies in Stromatolites IV. A postglacial stromatolite at Fjølvik, Nord-Trøndelag, its mode of occurrence and its origin. — *Ibid.*, Bd IV, N:r 31. Trondhjem 1931.
- , Studies in Stromatolites V. An additional note on the occurrence at Larvik. — *Ibid.*, Bd IV, N:r 46. Trondhjem 1932.
- , Studies in Stromatolites VI. On a finiglacial occurrence at Holmestrand. — Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1934, N:r 3. Trondhjem 1934.
- Lindström, Axel. Beskrifning till kartbladet Uddevalla. — Sveriges Geolog. Unders., Ser. Ac, N:o 3. Stockholm 1902.
- Odhner, N. Hj. Några fakta till belysning av skalbanksproblemet. — Geol. Fören. Förhandl., Bd 49, sid. 77—111. Stockholm 1927.
- Pia, J. Thallopkyta. — I Hirmer, Handb. d. Paläobotanik. München u. Berlin 1927.
- , Einige allgemeine an die Algen des Paläozoikums anknüpfende Fragen. — Palaeont. Zeitschr. Bd 13, S. 1—30. Berlin 1931.
- , Die recenten Kalksteine. — Mineral. u. Petrogr. Mitt., Ergänzungsband. Leipzig 1933.
- Sandegren, R. och Johansson, H. E. Beskrifning till kartbladet Göteborg. — Sveriges Geolog. Unders., Ser. Aa, N:o 173. Stockholm 1931.
- Svedmark, E. Beskrifning till kartbladet Fjellbacka. — Sveriges Geolog. Unders., Ser. Ac, N:o 2. Stockholm 1902.
- Wallerius, I. D. Skalkgrusområdet vid Linnevikens jämte några andra skalkförekomster på nordvästra Tjörn. — Geol. Fören. Förhandl., Bd 46, sid. 225—247. Stockholm 1924.
- , Några nya iakttagelser inom Linnevikens skalkgrusfält. — *Ibid.*, Bd. 49, sid. 235—239. Stockholm 1927.
- Westergård, A. H. En interstadial stromatolitkalksten från Bohuslän (referat av föredrag). — *Ibid.*, Bd 55, sid. 554—557. Stockholm 1933.
- Wiman, C. Om flintan i Bohuslän. — *Ibid.*, Bd 34, sid. 475—489. Stockholm 1912.

Summary.

A Quaternary Stromatolitic Limestone from Bohuslän, Sweden.

In some places in the coast region of Bohuslän there occurs a peculiar limestone which forms crusts on the Archaean rocks and, at first sight, recalls some kind of travertine. It is only extremely rarely preserved above the surface and becomes visible only after the covering soil has been removed; consequently, it has not been known to geologists until lately. At the Sote Canal, now under building,

about 40 km. west of Uddevalla, the limestone has been laid bare on a far larger scale than anywhere else, and this locality is the only one, too, which has yielded data making possible a closer determination of its age. The description in this paper, then, is mainly an account of the limestone as developed at the Sote Canal, where it already is, or very soon will be, destroyed and withdrawn from the possibility of further study.

The Bohuslän limestone is, in all essential features, analogous to a limestone from a few Norwegian localities which was recently (1929) made known by Dr. Høeg of Trondheim, and there cannot be any doubt that the Swedish and Norwegian deposits in question were formed in the same manner and, broadly speaking, contemporaneously.

Dr. Høeg has thoroughly described and discussed the Norwegian occurrences in a series of papers, and has interpreted the limestone as a marine stromatolite. As regards their age, Dr. Høeg was originally of opinion that the crusts had been formed in postglacial times but, after discovering a new locality where they show a gentle glacial abrasion, he quite lately (1934) altered his conception on this point and now regards them — two of the occurrences at least — as finiglacial.

The distribution, as far as it is known hitherto, is seen from the maps on pp. 4 and 5.

The limestone is superficially attached to glaciated rocks and is itself abraded by the continental ice. It occurs as scattered fairly thin crusts and is found mainly on steep sides facing W. or S.W. where it has been sheltered from the last ice-current coming from the E.N.E. On rather horizontal surfaces, as well as on the sides facing N. or E., the limestone is occasionally found too, but in these instances only small and strongly abraded remnants, usually filling fissures or cavities in the granite, are preserved, whereas the crusts on the lee-sides are often left almost intact. The slight abrasion caused by the last ice-current may be explained thus: the ice does not seem to have reached far beyond the present coast-line which, in late glacial times, was submerged probably about 150 m below sea level, and, consequently, the uplifting power of the water compensated the weight of the ice-sheet if this had a thickness only moderately exceeding the depth of the water. — In a few places there are clear proofs that the limestone has been deposited during two epochs separated by an ice transgression (cf. Pl. 7), and a single observation may possibly indicate that it belongs to three epochs of this kind. On the other hand, no evidences indicate that any part of the limestone at the Sote Canal might have been formed after the definitive regression of the ice.

At the Sote Canal, the limestone in some places occurs up to 4.5 m above sea level and in other places it extends downwards as far as the excavations reach, i. e., 4.5 m below sea level. At the southernmost locality, St. Dyrön, the uppermost crusts are found 15 m above sea level.

The initial forms of the crusts constitute either narrow ridges or semispherical bodies. The ridges are always vertical, and arched or triangular in transverse section, pointed at their upper ends, and thin out gradually downwards or are bluntly truncate at their lower ends, and semicylindrical or semiconical. By successive precipitation of lime these originally isolated bodies have grown into continuous plates. Both of the initial forms occur in one and the same plate, and, not infrequently, the inner side which is attached to the granite shows semispherical, and the free surface ridge-shaped, structures. The plates can attain a size of several square metres and are generally from a few to 8 cm, occasionally more than 20 cm, thick. Fairly large bulky projections sometimes occur in crusts otherwise thin and of rather uniform thickness (cf. Pl. 6, Fig. 2). When uninfluenced by the ice and other erosive agencies the crusts are discontinuous in their lower parts, and sometimes other crusts can appear farther down on the same rock-wall. In many

cases they are unweathered and preserved in primary condition; in other instances, especially when occurring at a higher level, they show boring holes of *Saxicava*, and other traces of corrosion and dissolution, and are coated with a very thin whitish weathering crust.

The covering deposits consist of late glacial clay and postglacial sediments: mud, sand, and gravel, the latter often rich in shells.

The limestone is hard and compact. Two petrologically distinct types are present which merge into each other. The limestone of the primary type is grey and dense, and shows an extremely delicate undulating lamination. Sometimes more than ten laminae can be reckoned across 1 mm. By recrystallization, the dense type changes to a black, fine- or coarse-crystalline limestone, often columnar, in which the lamination is not discernible on the fracture, but is quite distinct on weathered surfaces as well as in slides. When thoroughly recrystallized and coarse, the rock completely resembles certain varieties of stinkstone from the Cambrian alum shale. In crusts quite uninfluenced by erosive agencies, the laminae in the outer parts run conformably to the free surface. The chemical composition appears from the analyses on pp. 20—21. The content of foreign matter — clay, sand and gravel, sometimes even small stones 30—40 mm in length — varies most considerably. As a rule, the purest limestone occurs on vertical walls, that rich in sand and gravel, on sloping sides or in cavities. The finer and coarser grains, as well as the small stones, are sharply angular or worn and seem to have been washed out from moraines; the coarse matter is made up of fragments of many different rocks and seem to be derived in part from the granite at the place, and in part from rocks which occur solid farther towards the N.E., in Dalsland. The organic matter, which does not amount to 0.5 %, appears in slides as numerous globular black bodies, about 1 μ in size, isolated or, usually, accumulated in irregular lumps. They wholly agree with the black bodies described and figured by Dr. Høeg from the analogous Norwegian limestone and which are interpreted by him as the remains of bacteria or other micro-organisms. Of fossils certainly determinable, only a very poor pollen flora and, in addition, very rare microscopic plant-remains have been found in this limestone from the Sote Canal; there does not seem to exist any distinct difference between the flora of the older and that of the younger limestone (cf. the table on p. 22).

The limestone now in question was formed in late glacial times and probably not far from the ice-margin. At least, the occurrence at the Sote Canal may be termed interstadial (doubtlessly it is not interglacial).

The genesis of the limestone is still dubious.

The conception of a concretionary origin must be dropped at once, *inter alia*, because of the following evidences: numerous irregular cavities occur frequently at the inner sides of the crusts (cf. Pl. 12) — similar and somewhat larger cavities are found, though very rarely, within the crusts too — and the intermingled fragments of foreign rocks are, broadly speaking, confined to thin zones occupying the grooves between the ridges. Of a certainty it cannot be doubted that the rocks to which the crusts are attached were free from covering deposits when the limestone was precipitated.

The mode of occurrence and the structure indicate that the limestone should be compared either with travertine or with stromatolites. Many of the occurrences seem to exclude the possibility of an origin similar to that of a travertine, however. Thus the crusts sometimes appear on small isolated dome- or ridge-shaped rocks, forming «islets» which can arise at least 5 m above the surrounding rocks, and, in sheltered places on lee-sides, where water running down the rocks must have found its way, very often no limestone at all is found, whereas thick crusts can occur close by, where no water can have run. These facts prove that the limestone has not

been deposited from rivulets or springs, nor from rain-water which might have become charged with carbonate of lime when passing through possibly existing calcareous beds on the surrounding hills.

From the topographic conditions existing in all the finding places, a lacustrine origin may be left out of account.

Under these circumstances there seems to remain only one possibility: *viz.*, that the limestone was deposited in the sea, like many stromatolites, among which those named *Archaeozoon* and *Cryptozoon* present great resemblance to the two main types of our limestone. In this case the precipitation has been caused by bacteria or other micro-organisms, the remains of which form the very small bodies of organic matter mentioned above. As regards the depth at which the precipitation has taken place, it may be noticed that, at least, the younger limestone at the Sote Canal was presumably deposited shortly before the definitive regression of the ice, and, consequently, we must take into account the possibility that it may have been precipitated in fairly deep water, maybe 100 m or more.

However, the explanation at which we have thus arrived — the same as that given by Dr. Høeg for the corresponding Norwegian limestone — is not satisfactory on all points and, consequently, it is only tentative.

If marine, the limestone should be expected to have a vast distribution on the west coast of Scandinavia. There are no facts that form an objection to this being in reality the case, even though it is not yet known from more than some few places. It should be remembered that, as shown by the extensive excavations at the Sote Canal, the limestone can by no means be expected to be found on every sheltered lee-side, and, as a rule, it becomes visible only after the covering deposits have been removed. When, now attention has been drawn to the existence of this limestone in Sweden as well as in Norway, we may nevertheless anticipate that it will soon be recorded from a number of new localities on the west coast of the Scandinavian Peninsula.

On the other hand, if we accept a marine origin, it is difficult to understand the presence of pollen and some other microscopical plant remains and the absence of true marine fossils. It should be emphasized, however, that pollen grains have, as yet, been recorded only from the Sote Canal limestone. As Dr. Høeg does not mention any pollen from the limestone on Malmö, in spite of his very careful microscopic examination of the residue of organic matter which is left when the limestone has been dissolved in hydrochloric acid and hydrofluoric acid, we may infer that no pollen are present in the latter limestone. Consequently, it seems probable that the pollen grains occur accidentally and are confined to solitary localities only. In itself, their presence may scarcely be regarded as incompatible with a marine origin of the limestone, as they may have been carried to the spot by sea-currents or wind, and part of them may have sunk and become embedded in the bottom sediments even if these were deposited in fairly deep water. But this presumption seems to claim the presence of marine fossils, too, and neither microscopic nor megascopic marine fossils have as yet been found. On this point, we meet with an inconsistency which cannot be plausibly explained. A more probable interpretation cannot at present be found, however, and so we must leave to future investigations to find a definite answer to the question of the genesis of the limestone under consideration.

Förklaring till planscherne.

Explanation of the Plates.

Pl. 1.

Fig. 1. Vy mot NO av ett parti av den dalgång, vari Sote kanal drages fram, beläget S om siffran 1 å kartan, sid. 5, visande, sedan de lösa jordlagren blivit avrymda, glacialslipade granithällar med spridda kalkbeläggningar (av vilka några äro att finna omedelbart över a, b, c och d) å mot V vettande branta ytor. Den horisontella gränslinjen mellan de ljusa och mörka partierna å den tvärbranta hällen i bakgrunden markerar den ursprungliga markytan och ligger c:a 4.5 m ö. h.

Fig. 2. Närbild av de flackt ryggformiga, delvis sammanvuxna kalkskorporna ovanför den med a utmärkta punkten å fig. 1. Kalkskorporna, vars maximitjocklek är 1.5 cm, äro i sin lägsta del abraderade av landisen, i övrigt intakta. De knölförmiga små kropparna å kalkstenen äro marlekeartade postglaciala bildningar.

Fig. 1. View towards the NE, of part of the gorge, in which the Sote Canal is being built, from a point S of the cypher 1 in the map on p. 5, showing, after the glacial and post-glacial deposits have been removed, the glaciated granite rocks with scattered limestone crusts (some of which are to be found just above a, b, c, and d) attached to steep surfaces facing the west. The horizontal limit between the light and dark areas of the vertical wall in the background indicates the original ground and lies about 4.5 m above sea level.

Fig. 2. Close view of the flat limestone ridges, sometimes grown together, just above a in Fig. 1. The crusts which have a greatest thickness of 1.5 cm are abraded at their lower ends but otherwise intact. The small knobs on the limestone are concretionary postglacial bodies resembling »marlekor».

Pl. 2.

Fig. 1. Vy mot Ö av isolerat klipparti, bildande en liten »ö» i dalgången strax N om siffran 2 på kartan å sid. 5, sådant det tedde sig under utgrävningarna i början av dec. 1932. Toppen ligger c:a 1.2 m ö. h., den plana botten c:a 1 m u. h. De ungefär mot V vettande branta ytorna visa flerstädes praktfulla kalkstensplattor (t. ex. ovanför a) och isolerade smala ryggar (ovanför b). Se ock pl. 8, fig. 1.

Fig. 2. Samma klipparti som i fig. 1, sett mot NO, i juli 1933, då utgrävningarna hunnit ner till c:a 3 m u. h. Den lilla hällen i förgrunden, som å fig. 1 ännu är dold av de lösa jordlagren och vars övre yta ligger omkring 1.6 m u. h., visar på sin mot SV vettande yta vackra kalkbeläggningar i form av breda, intill 11 cm höga åsar mellan vilka graniten här och var tittar fram.

Fig. 1. View towards the east of an isolated rock, forming an »islet» in the middle of the gorge a little north of the cypher 2 in the map on p. 5 as it presented itself during the excavations at the beginning of Dec. 1932. The top lies 1.2 m above sea level; the excavated ground about 1 m below sea level. Beautiful plates and scattered narrow ridges of limestone are seen at different places (two of which are marked a and b) on the steep surface which faces approximately the west. See also Pl. 8, Fig. 1.

Fig. 2. The same rock as in Fig. 1, seen towards the NE, in July 1933, when the excavations had reached 3 m below sea level. The little rock in the foreground which, in Fig. 1, is still covered by sediments and whose top lies about 1.6 m below sea level shows, on its steep surface facing SW, fairly large, up to 11 cm, thick ridges of limestone between which the granite is sometimes visible.

Pl. 3.

Fig. 1. Praktfulla kalkstensplattor å tvärbrant håll vettande mot VSV, abraderade av landisen vid övre randen, där denna når upp till hällens övre yta, och på sina ställen även vid basen. Tjockleken högst 12 cm, merendels omkring hälften eller mindre. Tumstocken över plattan till höger är 20 cm lång och ligger c:a 2 m u. h.

Fig. 2. Närbild av den vänstra kalkstensplattan å fig. 1.

Fig. 1. Beautiful limestone crusts on a vertical surface facing WSW, abraded at their upper margins where they reach to the upper edge of the rock, and, in some places, also at their bases. Thickness 12 cm (maximum), usually about 6 cm, or even less. The carpenter's rule seen above the crust to the right is 20 cm long, and lies about 2 m below sea level.

Fig. 2. Close view of the left limestone crust of Fig. 1.

Pl. 4.

Fig. 1. Det smala gattet omedelbart N om Ålstenshamn utgrävt till ett djup av 4 m u. h., sett mot SSV. Av de kraftigt glacialskulpterade väggarna visar särskilt den högra (västra) talrika spridda merendels starkt abraderade små kalkstensrester på sådana ytor som på grund av sitt läge varit i någon mån skyddade mot landisen.

Fig. 2. Parti av västra klippväggen å fig. 1. Den starkt avslipade fasetten längst till höger (mot norr) vetter mot O 25° S, närmast vänster om denna en annan mot O 40° S vettande fasett med ryggformig kalkskorpa som i sin övre del är lämnad alldeles orörd av isen men i sin lägre del abraderad. Längre upp till vänster en liten flackt skålförmig fördjupning i graniten med rester av kalksten. — Tumstocken över den lägre kalkskorpan är 20 cm lång.

Fig. 1. The narrow gorge immediately north of Ålstenshamn, excavated to a depth of 4 m below sea level, seen towards the SSW. Of the strongly glaciated walls principally the right (western) one shows numerous small and usually strongly abraded remnants of limestone crusts on facets which, owing to their position have, to some extent, been sheltered from the ice-current.

Fig. 2. Part of the western wall of Fig. 1. The strongly glaciated facet farthest to the right (north) faces E 25° S, another facet, bordering the former to the left and facing E 40° S, has a ridgy limestone crust which is left perfectly intact by the ice in its upper part but is abraded in its lower part. Farther upwards to the left there is a little, shallow, cup-shaped cavity in the granite with remnants of limestone. — The carpenter's rule seen above the lower limestone crust is 20 cm long.

Pl. 5.

Fig. 1. En annan fasett å den västra väggen av det i fig. 1 å tav. 4 avbildade gattet. Fasetten som vetter mot S 40° O visar c:a 1 cm breda och 3 å 4 mm höga ryggar och i vertikala rader ordnade flacka små halvklot av kalksten utan varje spår av glacial abrasion.

Fig. 2. Parti av dalgångens östra (mot V vettande) mycket branta vägg vid siffran 2 å kartan på sid. 5 med kalkstensbeläggningar i form av korta och tjocka, vanligen sammanvuxna halvkoner utan spår av glacial åverkan. Den längsta kalkskorpan är 1 m lång; största tjockleken 4 å 5 cm.

Fig. 1. Another facet of the western wall of the gorge visible in Fig. 1 of Pl. 4. The surface which faces S 40° E. shows ridges and vertical rows of flat semi-globular knobs of limestone, about 1 cm broad and 3—4 mm high, totally devoid of traces of glacial abrasion.

Fig. 2. Part of the eastern almost vertical wall (facing the west) of the gorge near the cypher 2 on the map, p. 5, with limestone crusts forming short and thick semiconical

bodies usually grown together, left uninfluenced by the ice. The longest crust is 1 m in length; maximum thickness 4 to 5 cm.

Pl. 6.

Fig. 1. Kalkstensskorpa, 2 m hög och bred och några få till 12 cm tjock, på tvärbrant mot V vettande håll. Ytan är utan spår av glacial abrasion men är vid själva toppen, som når c:a 3 m ö. h. korroderad och borrarad av *Saxicava* och andra organismer. En av de med hänsyn till arean största sammanhängande kalkskorpor som iakttagits.

Fig. 2. Kalkstensskorpa med klumpformig ansvällning på yta vettande mot SSV, är vid övre randen abraderad av isen men för övrigt till synes lämnad intakt. Till höger en vertikal sektion genom den 27 cm tjocka klumpformiga ansvällningen. Den senares utåt och nedåt vettande ytor äro tvivelsutan primära.

Fig. 1. Limestone crust, 2 m high and broad and from a few, up to 12 cm thick, on a vertical rock facing the west. Surface without any traces of glacial abrasion, but the very top of the crust which reaches about 3 m above sea level is corroded and bored by *Saxicava* and other organisms. With respect to area, this is one of the largest continuous limestone crusts found.

Fig. 2. Limestone crust with a bulky projection, on a surface facing SSW, abraded at its upper edge but otherwise apparently intact. To the right, a vertical section through the projection which is 27 cm thick. The outer steep and the lower horizontal surfaces of the latter are certainly primary.

Pl. 7.

Stycke av lössprängd håll med kalkstensavlagringar tillhörande två olika skeden och skilda av glacialslipad yta. — $\frac{1}{3}$ av naturliga storleken.

Fig. 1 visar största delen av den yngre kalkskorpan *in situ* å yta som i sitt ursprungliga läge stupade 70° mot V 5° S. Skorpan når upp till hällens övre nästan horisontella yta, där den i likhet med denna är avslipad av den yngsta isströmmen men är för övrigt intakt. Se ock pl. 13, fig. 2.

Fig. 2, varå den yngre kalkstenen avlägsnats utom vid nedre högra hörnet, visar den äldre i en nisch i graniten avlagrade kalkstenen (eller rättare kalksandstenen), som är planslipad och översållad med fina horisontella repor av den näst yngsta isströmmen. — Nära bildens undre rand synes mynningen av ett borrhål av *Saxicava*(?) i den äldre bergarten.

Part of a blasted rock with limestone deposits of two different ages and separated by a glaciated surface. — $\frac{1}{3}$ nat. size.

Fig. 1 shows most of the younger limestone crust *in situ* on a surface which, in its original position, dipped 70° towards W 5° S. The crust reaches to the upper approximately horizontal surface of the rock where, in conformity with the latter, it is abraded by the last ice-current. Otherwise it is intact. Compare also Pl. 13, Fig. 2.

Fig. 2 — in which the younger limestone has been removed except for a small area at the lower right corner — shows the older limestone or, more strictly speaking, calcareous sandstone filling a cavity in the granite, and planed and dotted with fine horizontal striae by the penultimate ice-current. — Near the lower margin of the figure there is visible a boring by *Saxicava*(?) in the calcareous sandstone.

Pl. 8.

Fig. 1. Ryggformiga, dels sammanväxta, dels isolerade kalkskorpor på nästan tvärbrant glacialslipad håll, vettande mot V 15° N, densamma som å fig. 1, pl. 2 är märkt b. Den synliga delen av den branta ytan är 1 m hög.

Fig. 2. Polerat tvärsnitt genom en kalkskorpa visande den för bergarten karakteristiska fina undulerande skiktningen. I de mörkaste partierna är bergarten helt omkristalliserad och kolsvart. — Nat. storlek.

Fig. 1. Ridge-formed limestone crusts, grown together or isolated, on an almost vertical glaciated granite surface facing W 15° N, the one marked b in Fig. 1, Pl. 2. The visible part of the steep surface is 1 m high.

Fig. 2. Polished transverse section through a crust showing the characteristic undulating lamination of the limestone. In the darkest parts, the limestone is wholly recrystallized, and is coal-black. — Nat. size.

Pl. 9.

Kalksten avlagrad i form av ryggar. Fig. 1 har triangulärt, de övriga mer eller mindre halvcyindriskt tvärsnitt. Å fig. 3 synas på ryggarna små platta halvklotformiga kalkstensavlagringar. — Halv nat. storlek.

Different types of limestone crusts forming ridges. Fig. 1 is triangular in transverse section, the remainder more or less semicylindrical and rather flat. In Fig. 3, moderately arched semiglobular limestone bodies appear on the ridges. — Halv nat. size.

Pl. 10.

Kalkstensplatta med droppstenslika former från tvärbrant, delvis lindrigt inåtutande klippvägg vettande mot V. Lägre delen har ytan nästan ovittrad, övre delen är starkt korroderad och försedd med en mycket tunn ljusgrå till vit vittringshud. Största tjockleken 3.5 cm. — $\frac{3}{4}$ av den naturliga storleken. — Se ock pl. 13, fig. 4.

Stalactite-shaped limestone plate from an almost vertical rock-wall dipping very slightly inwards and facing the west. Lower part almost fresh, upper part greatly corroded and coated with a very thin light-grey or white weathering crust. Maximum thickness of the plate 3.5 cm. — $\frac{3}{4}$ nat. size. — See also Pl. 13, Fig. 4.

Pl. 11.

Kalkstensskorpa med halvklotformig struktur, liknande *Cryptozoon*. Den synliga, svagt vittrade ytan är skorpan inre mot granitväggen vettande yta. De små (mörka) hålrummen äro primära och ha uppstått som en följd av det sätt varpå kalkavlagringen ägt rum. De stora hålen som helt genomtränga plattan äro borrarade av organismer. Tjocklek 1 à 2 cm. — Nat. storlek.

Limestone crust with semispherical structure, resembling *Cryptozoon*. The surface visible, which is slightly weathered, is the inner one originally attached to the granite. The small (dark) cavities are primary and have arisen in consequence of the manner in which the precipitation of lime has taken place. The large holes which pierce the crust were made by boring organisms. Thickness 1—2 cm. — Nat. size.

Pl. 12.

Fig. 1. Inre mot graniten vettande yta av kalkstensskorpa, som delvis är uppbyggd av halvklotlika avlagringsformer, mellan vilka finnas hålrum (som icke motsvaras av upphöjningar på granitytan). — Nat. storlek.

Fig. 2. Tvärsnitt (slipprov) genom två av de å fig. 1 synliga små halvkloten. Undre randen tillhör den mot graniten vettande ytan. Den fina lamelleringen visar sättet för kalkstensplattans tillväxt. — Bilden tre gånger förstora.

Fig. 1. Inner surface (attached to the granite) of a crust which is in part built up of semiglobular bodies between which are situated small cavities (not corresponding to projections of the granite). — Nat. size.

Fig. 2. Transverse section (slide) through two of the semiglobular bodies visible in Fig. 1. The lower margin belongs to the surface attached to the granite. The fine lamination shows the manner in which the crust has grown. — Magnified three times.

Pl. 13.

Slipprovssktioner genom kalkstensskorpor visande bergartens strukturformer. Varje sektion är lagd vinkelrätt mot skorpans yta. Samtliga tre gånger förstörade.

Fig. 1 a tvärssektion, 1 b längdsektion, genom en ensam liten rygg av grå, tät kalksten utan synlig omkristallisation och med den primära strukturen bevarad, visande konformt med ryggens fria (övre) yta löpande mycket fin skiktning. De ljusa punkterna äro enstaka eller i flock hopade korn av kvarts och andra främmande mineral.

Fig. 2. Tvärssektion genom två hopvuxna ryggar av den yngre kalkstensplattan å pl. 7, fig. 1. Bergarten är grå och tät och visar först vid starkare förstoring svaga spår av omkristallisering (små kalkspatnålar). I fåran mellan ryggar liggå grövre korn av kvarts och diabas m. m. hopade.

Fig. 3. Tvärssektion genom nästan helt svart, delvis kristallinisk kalksten, i vilken omkristallisationen hunnit långt och röjes av de talrika något radierande kalcitstänglarna, som ofta nå 2 å 3 mm i längd. Den fina undulerande skiktningen är i vissa partier fullt tydlig. Den undre randen tillhör den vid graniten häftande ytan.

Fig. 4. Längdsektion genom den droppstenslika plattan å pl. 10. Kalkstenen är kolsvart och omkristalliserad men har likväl den fina lamelleringen utomordentligt väl bevarad. Bildens högra rand angiver plattans fria yta.

Sections (slides) through limestone crusts showing the structure of the rock. Every section is perpendicular to the surface of the crust. — Magnified three times.

Fig. 1 a a transverse, and Fig. 1 b a longitudinal, section through a single ridge of grey dense limestone without visible recrystallization and with the original structure preserved, showing a fine lamination running conformably to the free (upper) surface of the crust. The light points indicate solitary or accumulated grains of quartz and other foreign minerals.

Fig. 2. Transverse section through two coalesced ridges of the crust of the younger limestone in Fig. 1, Pl. 7. The limestone is grey and dense and shows only under stronger magnification faint traces of recrystallization (small calcite needles). In the groove between the ridges are accumulated larger grains of quartz, diabase, etc.

Fig. 3. Transverse section through an almost black crust with fairly advanced recrystallization indicated by numerous somewhat radiating calcite needles which often reach 2—3 mm in length. The fine undulating lamination is conspicuous in some parts. The lower margin indicates the inner surface of the crust.

Fig. 4. Longitudinal section through the stalactite-shaped crust on Pl. 10. The limestone is coal-black and recrystallized but has, nevertheless, the delicate lamination extremely perfectly preserved. The right margin is the free surface of the crust.



Foto K. G. Andersson, Hunnebostrand. Sept. 1932.



1

Foto K. G. Andersson, Hunnebostrand, Dec. 1932.



2

Foto A. H. Westergård, Juli 1933.



1



2

Foto A. H. Westergård. Juli 1933.



1



2

Foto A. H. Westergård. Juli 1933.



1



2

Foto A. H. Westergård. Juli 1933.

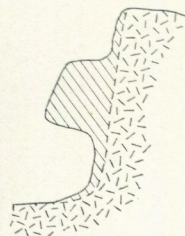



1

Foto A. H. Westergård. Okt. 1932.



2



 *Kalksten*


 *Granit*

Foto A. H. Westergård. Juli 1933.

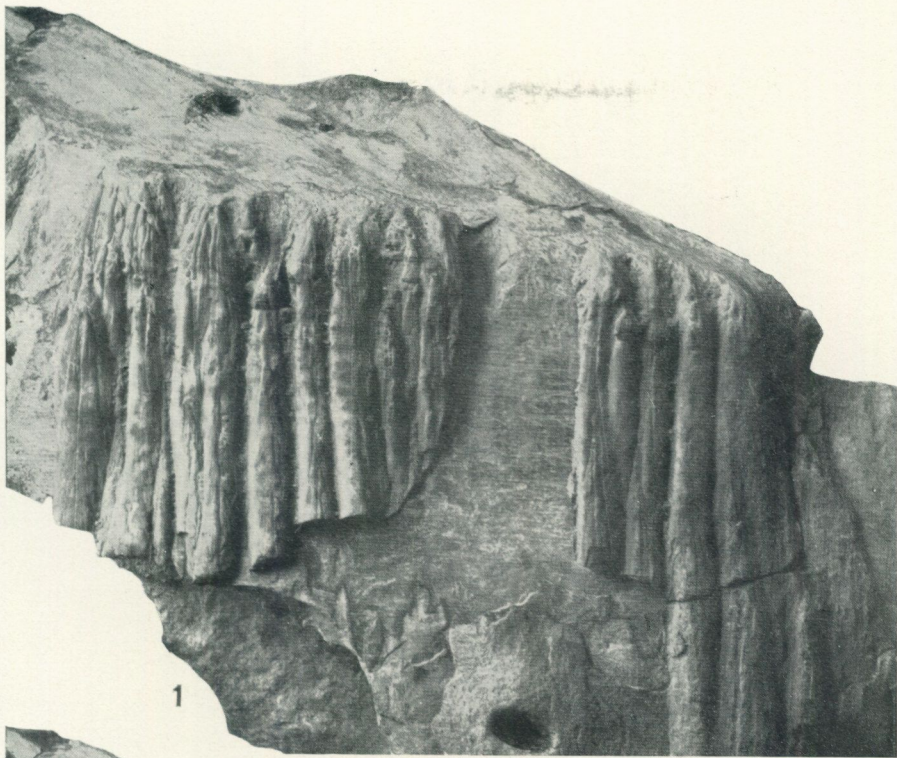
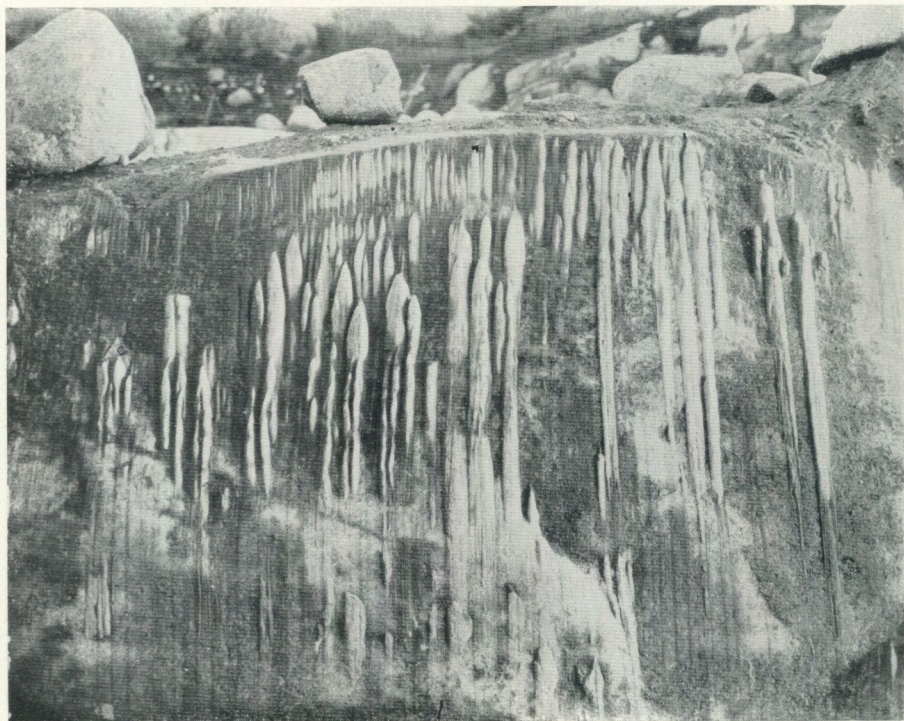


Foto J. E. Hede.



1

Foto K. G. Andersson, Hunnebostrand. Dec. 1932.



2

Foto J. W. Englund.



Foto J. W. Englund.



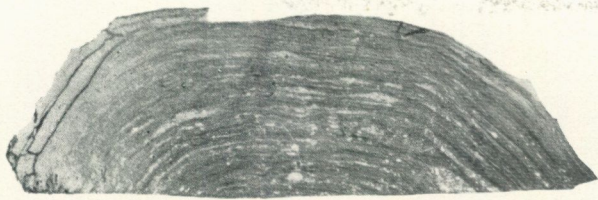
Foto J. W. Englund.



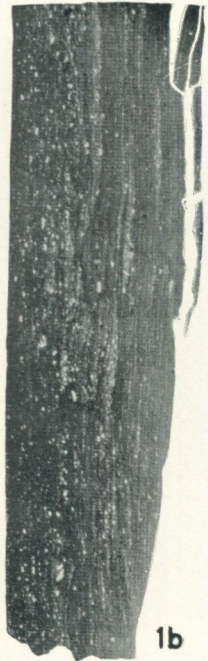
Foto J. W. Englund.



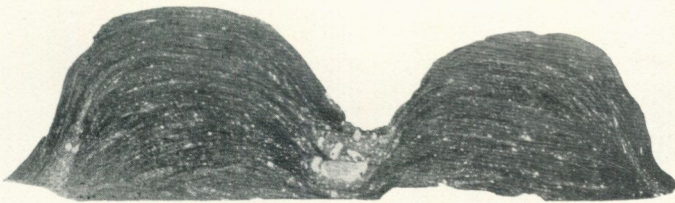
Foto J. W. Englund.



1a



1b



2



3



4

Foto J. W. Englund.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

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

		Pris kr.
N:o 121	<i>Skövde</i> av H. MUNTHE, A. H. WESTERGÅRD och G. LUNDQVIST. 2 uppl. 1928	4,00
› 144	<i>Nyed</i> av N. H. MAGNUSON och G. ASSARSSON 1929	4,00
› 156	<i>Ronehamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och L. VON POST 1925	4,00
› 157	<i>Skrikerum</i> av R. SANDEGREN och N. SUNDIUS 1926	4,00
› 158	<i>Valdemarsvik</i> av R. SANDEGREN och N. SUNDIUS 1928	4,00
› 159	<i>Gusum</i> av B. ASKLUND, G. EKSTRÖM och G. ASSARSSON 1928	4,00
› 160	<i>Klintehamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1927	4,00
› 161	<i>Gotska Sandön</i> av HENR. MUNTHE 1924	2,00
› 162	<i>Karlsborg</i> av A. H. WESTERGÅRD, H. E. JOHANSSON och N. WILLÉN 1926	4,00
› 163	<i>Mariestad</i> av A. H. WESTERGÅRD, A. HÖGBOM och N. WILLÉN 1925	4,00
› 164	<i>Hemse</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och L. VON POST 1927	4,00
› 165	<i>Filipstad</i> av N. H. MAGNUSON och E. GRANLUND 1928	4,00
› 166	<i>Lurö</i> av R. SANDEGREN 1927	4,00
› 167	<i>Säffle</i> av N. H. MAGNUSON och L. VON POST 1929	4,00
› 168	<i>Malingsbo</i> av A. HÖGBOM och G. LUNDQVIST 1930	4,00
› 169	<i>Slite</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1928	4,00
› 170	<i>Katthammarsvik</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1929	4,00
› 171	<i>Kappelshamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1933	4,00
› 172	<i>Lugnås</i> av G. LUNDQVIST, A. HÖGBOM och A. H. WESTERGÅRD 1931	4,00
› 173	<i>Göteborg</i> av R. SANDEGREN och H. E. JOHANSSON 1931	4,00
› 174	<i>Karlstad</i> av N. H. MAGNUSON och R. SANDEGREN 1933	4,00
› 175	<i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
› 177	<i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00

Ser. Ba. Översiktsskator.

N:o 11	Översiktsskarta över Södra Sveriges myrmarker (Boggy ground in Southern Sweden). Efter de geologiska kartbladen utg. av S. G. U. 1 : 500 000. 1923. Med beskrivning av L. VON POST 1927	6,00
› 12	Kvartärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Skala 1 : 50 000. 1929. Stockholmstraktens kvartärgeologi, av G. DE GEER. Beskrivning till kvartärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Bilaga med specialundersökningar. With English Explanations. 1932	5,00 3,00

Ser. C.

Årsbok 24 (1930).

N:o 364	SAHLSTRÖM, K. E., A seismological map of Northern Europe. With one Plate. 1930	0,50
› 365	NORDQVIST, HJ., Granitindustrien i Förenta staterna. Med 2 tavlor. 1931	5,00
› 366	GELJER, PER, Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Med en karta. Summary: Pre-cambrian geology of the iron-bearing region Kiruna—Gällivare—Pajala. 1931	4,00
› 367	GELJER, PER, The Iron Ores of the Kiruna type. Geographical distribution, geological characters, and origin. 1931	1,00

Årsbok 25 (1931).

N:o 368	GRANLUND, E., Kungshamnsmossens utvecklingshistoria jämte pollenanalytiska åldersbestämningar i Uppland. 1931	1,00
› 369	HÖGBOM, A., Praktiskt-geologiska undersökningar inom Jokkmokks socken sommaren 1930. Med 3 tavlor. Summary: Practical investigations in the parish of Jokkmokk in the summer 1930. 1931	2,00
› 370	SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1926—1930. Med en karta. Resümee: Erdbeben in Schweden 1926—1930. 1931	1,00
› 371	FLODKVIST, H., Kulturtechnische Grundwasserforschungen. 1931	5,00
› 372	WESTERGÅRD, A. H., Diplocraterion, Monocraterion and Scolithus from the lower Cambrian of Sweden. With ten Plates. 1931	2,00

Årsbok 26 (1932).

- N:o 373 GRANLUND, ERIK, De svenska högmossarnas geologi. Deras bildnings-
betingelser, utvecklingshistoria och utbredning jämte sambandet mel-
lan högmossbildning och försumpning. Resümee: Die Geologie der
schwedischen Hochmoore. Ihre Bildungsbedingungen, Entwicklungs-
geschichte und Verbreitung, sowie der Zusammenhang von Hochmoor-
bildung und Versumpfung. 1932. 4,00
» 374 SUNDIUS, N., Über den sogenannten Eisenanthophyllit der Eulysite. 1932 0,50

Årsbok 27 (1933).

- N:o 376 HADDING, A., Den järnmalmeförande lagerserien i sydöstra Skåne.
English summary. 1933. 1,00
» 377 ASKLUND, B., Vemdalskvartsitens ålder. 1933. 1,00
» 378 THORSLUND, P., Bidrag till kännedomen om kambrium och ceratopyge-
regionen inom Storsjöområdet i Jämtland. 1933. 0,50
» 379 Untersuchungen über Tonerdezement.
1. SUNDIUS, N., Die mineralogische Beschaffenheit der Schmelzzemente
von Valleviken, Schweden, und von Ciment fondu der Soc. An. des
Chaux & Ciment de Lafarge et du Teil, Frankreich.
2. ASSARSSON, G., Die Reaktion zwischen Tonerdezement und Wasser.
1933 2,00
» 380 EKSTRÖM, GUNNAR, Agrogeologiska undersökningar vid Svalöv. Med 4
tavlor. Zusammenfassung: Agrogeologische Untersuchungen bei Svalöv.
1934 5,00

Årsbok 28 (1934).

- N:o 381 WESTERGÅRD, A. H., En kvartär Stromatolitkalksten från Bohuslän.
Med 13 tavlor. Summary: A Quaternary Stromatolitic Limestone from
Bohuslän, Sweden. 1934 2,00

Ser. Ca. Avhandlingar och uppsatser i 4:o.

- N:o 13 MAGNUSSON, N. H., Nordmarks malmtrakt. Geologisk beskrivning. Sum-
mary: The Iron and Manganese ores of the Nordmark district. 1929 7,00
» 19 WEDEKIND, R., Die Zoantharia rugosa von Gotland (bes. Nordgotland).
Nebst Bemerkungen zur Biostratigraphie des Gotlandium. Mit 30
Tafeln. 1927 8,00
» 20 GEIJER, PER, Stråssa och Blanka järnmalmfält. Geologisk beskrivning.
Med 5 tavlor. Summary: The Iron Ore Fields of Stråssa and Blanka.
1927 5,00
» 22 GEIJER, PER, Gällivare malmfält. Geologisk beskrivning. Med 4 tavlor.
With a summary: Geology of the Gällivare iron ore field. 1930 . . 10,00
» 23 MAGNUSSON, N. H., Långbans malmtrakt. Geologisk beskrivning. Med 10
tavlor. Summary: The iron and manganese ores of the Långban
district. 1930 8,00