

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 249.

ÅRSBOK 6 (1912): N:o 3.

NÅGRA GLACIOFLUVIALA
EROSIONSFORMER PÅ GOTTLAND

EN GEOLOGISK-GEOGRAFISK STUDIE

AV

HENR. MUNTHE

MED TRE TAVLOR OCH TALRIKA TEXTFIGURER

Pris 1 kr.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 249.

ÅRSBOK 6 (1912): N:o 3.

NÅGRA GLACIOFLUVIALA
EROSIONSFORMER PÅ GOTTLAND

EN GEOLOGISK-GEOGRAFISK STUDIE

AV

HENR. MUNTHE

MED TRE TAVLOR OCH TALRIKA TEXTFIGURER

STOCKHOLM

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

1913

[131334]

Inledning.

Gottlands terrängförhållanden kunna i stort sett sägas vara tämligen jämna, om man bortser från de klintsträckor, som begränsa ön mot havet, t. ex. SV och NO ut från Visby, samt från de mer eller mindre isolerade klintar, som finnas inom en del trakter förnämligast inne på ön. Vanliga dalar av någon betydelse äro däremot sällsynta på ön; hit äro nämligen att hänföra i huvudsak blott den över milsbreda, merendels mycket flacka dal, som med NO—SV:lig riktning övertvårar ön mellan linjerna Tofta—Slite och Klinte—Gothem, ävensom en från denna mot N utgående dal över Hejnum, Tingstäde träsk till Irevik samt den delvis mera markerade, likaledes N—S:liga dalen Kapellshamnsviken—Vägomeviken.

De anförda och en del andra oregelbundenheter i öns eljest någorlunda jämna terrängförhållanden äro i huvudsak bundna vid berggrunden, som i stort sett uppbygges af renare, ofta lagrade kalkstenar upptill och märkliga bergarter undertill, och äro att tillskriva dels tektoniska rubbningar, dels ock landisens eroderande arbete samt, i sista hand, bränningarnas blottläggande och underminerande verksamhet. De lösa jordslagen åter spela för terrängen en jämförelsevis underordnad, i huvudsak utfyllande, utjämnande roll.

Det gives emellertid å Gottland exempel på ett par likaledes i huvudsak vid berggrunden bundna ytformer, vilka delvis äro av en art, som i allmänhet skarpt avviker från de ovan anförda, nämligen å ena sidan lokalt utbildade små markerade dalar och å den andra, jämte sådana dalar, oregelbundna depressioner samt intill dem befintliga mest smärre kullar, i regeln bestående av s. k. revkalk (se längre fram). Där dessa kullar och depressioner ligga tätare, erinrar landskapet om vårt fastlands starkt småkuperade urbergsterräng

och är alltså av en för Gottland i övrigt säregen typ, som därför åtdragit sig naturforskares uppmärksamhet och, på grund av sin naturskönhet, även allmogens stora intresse. De hava emellertid icke varit föremål för någon närmare beskrivning. Såsom jag i föreliggande uppsats skall söka visa, äro hithörande fenomen i den gottländska berggrunden helt eller delvis att tillskriva *isälvars verksamhet*, eller m. a. o. *glaciofluvial erosion*.

Spörsmålet rörande »den glaciala erosionen» (sens. lat.), dess art och verkningar har sedan länge varit föremål för diskussion, på senaste tiden bland annat vid den XI:te internationella geologkongressen i Stockholm 1910.¹ I denna diskussion synes emellertid tyngdpunkten ha varit lagd vid den verksamhet, som landisen och den av denna frampressade bottenmoränen med sitt steniga innehåll utövat som eroderande och detraherande agens, häri då inbegripna såsom de viktigaste processerna bortförande av hällpartier dels i någon större måttstock genom bortplockande — mest på hällarnas läsida och delvis även stötsida samt på dalslutningar och i bergbranter — av block in situ, dels ock i smått genom nötning, varvid hällarnas sista rundning, slipning och räffling uppkommit. Där emot har den roll, det under och delvis i eller genom håligheter i isen framstörtande vattnet eller isälvarna spelat såsom eroderande agens, i många fall icke tillmätts den stora betydelse, som dock rätteligen synes tillkomma detsamma. Ty under det att det resultat av isälvarnas *avlagrande* verksamhet, som föreligger i form av de särskilt i vårt land mången gång talrika och storartade rullstensåsarna, blivit jämförelsevis mera uppmärksammat, hava såsom utslag av samma älvars erosionsarbete hittills i huvudsak anförts jättegrytorna ävensom en del gamla markerade dalstråk med glaciofluvialt eroderad berggrund. I fråga om vårt land har i främsta rummet A. G. HÖGBOM visat,² att sistnämnda slag av

¹ Jfr den nyligen utkomna *Compte rendu'n*, Fasc. 1, sid. 419 o. följ.

² Jfr bl. a. A. G. HÖGBOM: *Quartärgeologische Studien im mittleren Norrland*. G. F. F., Bd 31 (1909). Här hänvisas till äldre litteratur.

glaciofluviala erosionsfenomen äro ganska vanliga i Norrland, där de blottats genom senare erosion av rinnande vatten, så t. ex. den bekanta, delvis kanjonartade rännan vid Ragunda, visande storartade sådana erosionsfenomen, dalar i anslutning till den flera kilometer långa, nära Storlien genom issjöavlopp utbildade rännan med flera »kolkar» (eller ett slags vida jättegrytor i stort) o. s. v. Andra exempel på liknande fenomen hava anförts från Norrland förnämligast av A. GAVELIN.¹

Fenomen av samma eller närstående slag äro, såsom nyss antyddes, med all sannolikhet vida vanligare än man förmodat även inom södra Sverige och överhuvudtaget inom andra fordom nedisade områden, fastän man hittills i många fall dels tolkat dem såsom uppkomna på annat sätt än genom glaciofluvial erosion, särskilt genom glacial erosion i allmänhet, dels ock icke försökt någon tolkning alls.

I det följande behandlas några hithörande fenomen från Gottland, där jag haft tillfälle studera dem, framför allt under den revidering av extra geologers arbeten, som jag under de senare åren verkställt.

Vid ämnets behandling kommer först att omtalas en serie dalgångar i *Stenkumla socken*, varefter följer en skildring av de mera komplexa förhållandena inom sträckan *Linde—Etelhem*.

Erosionsdalar i kalksten, Stenkumla socken.

(Jämför Tavl. 3, Kartskissen A).

Inledning och översikt av områdets allmänna geologiska och en del geografiska förhållanden.

Under geologiska rekognosceringsarbeten inom Stenkumla socken hösten 1899 kom jag i tillfälle att något närmare än

¹ AXEL GAVELIN: De isdämda sjöarna i Lappland och nordligaste Jämtland. S. G. U. Ser. Ca, N:o 7. 1910.

förut taga i betraktande en serie av skarpt markerade små trånga dalar, vilka från ungefär ONO skära in i den övre, av kalksten bestående delen av den här i NO—SV strykande NV:sluttningen, som begränsar den ovannämnda stora breda dalgången SO om linjen Tofta—Slite. Mina då gjorda iakttagelser hava först senare blivit kompletterade, varvid också min uppfattning av dessa dalars genesis, vilken jag förut trodde skulle kunna tolkas genom havets arbete, ändrats i enlighet med den ovan antydda riktningen, eller att här föreligga fenomen av glaciofluvial natur.

Förrän jag ingår på beskrivningen av de här ifrågavarande dalarna, skall jag lämna en översikt över traktens allmänna geologiska och en del geografiska förhållanden.

Dessa förtydligas av kartskissen A, Tav. 3, som visar, att berggrunden träder i dagen förnämligast NV om linjen Bertels—Gardrungs såsom ett nära kilometerbrett, i NO—SV gående stråk, inom vars mot SO vettande del flertalet av de nedan omtalade dalarna äro belägna. Berggrunden består här i huvudsak av lagrad, ofta kristallinisk kalksten samt av stromatopor-rik, mestadels olagrad revkalksten, lokalt utbildad såsom rödbrun till grönaktig Ascoceraskalk. Den förra kalkstenen är dels på grund därav, att skiktfogarna ofta äro öppna eller lätt lossna, dels emedan den är genomdragen av en mängd mer eller mindre vertikalt gående sprickor och rännor, uppdelad i tätt liggande parallellipediska block in situ och därför vida lättare eroderad av landisen och dess älvar än den mestadels olagrade, knöliga, av sinärre sprickor i alla möjliga riktningar genomdragna revkalkstenen, förhållanden som få sin fullare belysning i den andra avdelningen av föreliggande uppsats.

Inom det nämnda kalkstensbältet förekommer för övrigt senglacialt strandgrus, delvis, såsom NV om kyrkan, ordnat i vackra strandvallar. Lokalt märkas vidare på platån i NO smärre områden, upptagna av »träskhedar» och »blekevätar», d. v. s. vattentäckta, odränerade svackor i kalkstenen, som efter långvarig torka upptagas av vittringsjord resp. bleke.

NV om kalkstensstråket märkes en av morän, sand och bleke upptagen dalsänka, som i SO oregelbundet begränsas av den här tämligen hastigt avfallande kalkstensbranten och mot NV av småningom stigande nya hällområden av lagrad kalksten, ställvis med svagt valvformig yta, angivande, att därunder förefinnas ansvällningar av revkalk.

Kalkstenslagren stupa inom det SÖ:a stråket åt skilda håll, dock i huvudsak åt S, med avvikelser åt Ö eller, sällsyntare, åt V. Beloppet av stupningen är emellertid i regeln blott några få grader.

Ytan av det nämnda SÖ:a hällstråket ligger i allmänhet mellan 60 och 65, längst i N c:a 72 meter över havet. (Kartskissens siffra 74 refererar sig till krönet av en här framgående strandvall.) Vid kyrkan har man, som synes, 67,1 m. höjd ö. h. SO om detta stråk vidtar den stora dalen, i vars botten, i grannskapet av Myrsjö, berggrunden åter kommer till synes, men här utgöres av *märgelskiffer* och *märblig kalksten*, vars yta befinner sig endast c:a 36 meter över havet, alltså 25 à 30 meter lägre än ytan av det nyssnämnda kalkstensstråket. Dalen upptages för övrigt inom kartskissens område huvudsakligen av bördig *morän-märgel*, varjämte, förnämligast i NO, märkes på denna lagrad *glacialmärgel* och *senglacial strandsand* jämte något *bleke och torv*.

Erosionsdalarna och deras genesis.

Det har befunnits, att antalet dalar mellan kartgränsen i N och trakten SV om Gardrungs (se kartskissen), en sträcka av c:a 3 kilometer, uppgår till ej mindre än 13 stycken; härtill ansluta sig några mer eller mindre tydliga anlag till dalar, vilka alltså äro ännu obetydligare än de minsta av dem, som äro inlagda å kartskissen.

Figurerna 1 och 2 visa den mellersta resp. övre delen av den dal, som finnes omedelbart N om Stenkumla kyrka.¹

¹ Fig. 1 är förut publicerad såsom exempel på isälvsdalar, värda att naturskyddas. Jfr. HENR. MUNTZE: Om naturskydd för geologiskt intressanta

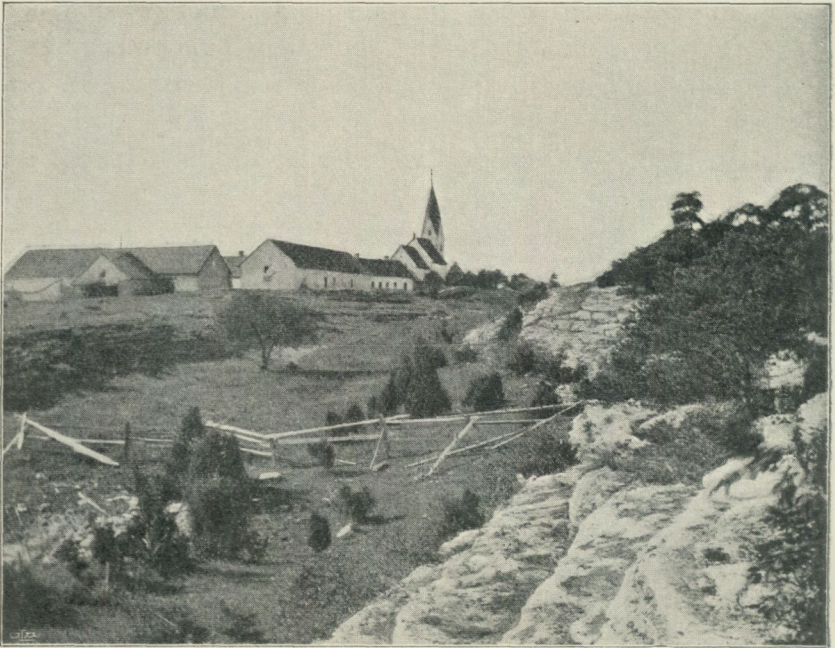


Fig. 1. Mellersta delen av dalen N om Stenkumla kyrka. H. Munthe fot.

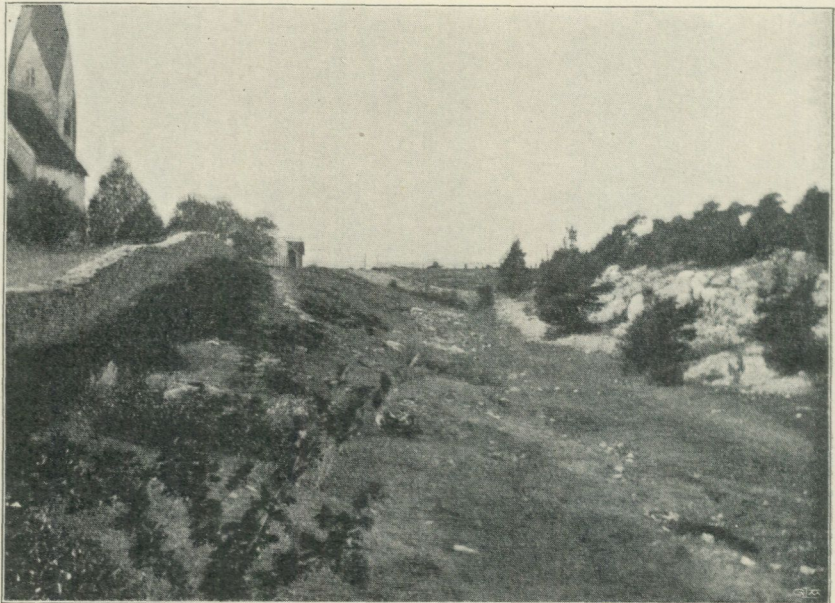


Fig. 2. Övre delen av dalen N om Stenkumla kyrka. H. Munthe fot.

Denna dal har en längd av omkring 250 meter, en bredd av i allmänhet 20 à 25 meter och ett största djup av 8 à 9 meter, från bottengruset yta räknat. Bottnen, som sakta stiger utifrån och inåt, är tämligen jämn och upptages av sandblandat grus, som är att uppfatta såsom *isälvsgrus*. Dettas mäktighet är icke närmare känd, men att döma av ett par brunnar, som äro grävda i gruset, uppgår densamma till minst ett par meter.

Dalen är, som synes av figurerna samt av kartskissen, nästan rak och anlagd i kalksten, här dels lagrad kristallinisk kalk (i öster) och dels stromatopor-rik revkalk (i väster).

En alldeles liknande, fast ännu smalare dal av samma längd som den föregående framgår strax söder om kyrkan.

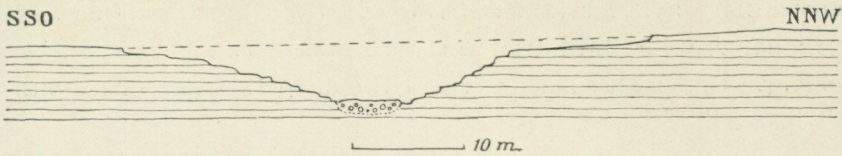


Fig. 3. Profil över dalen vid Snäckarfve, Stenkumla s:n. I bottnen isälvsgrus och -sand.

Den är på det djupaste stället 6 à 7 meter djup. Längst i VSV, där den är smalast, böjer den något av mot SV, men är eljest närmelsevis rak även den. Även här upptages dalens botten av grus. S om dalen består berggrunden av brunflammig Ascoceraskalk.

Områdets längsta dal skär in i platån V om gården Snäckarfve, och landsvägen går vid dalens mynning över dess nordvästra, längre utskjutande brant. Denna dal är 550 meter lång och av samma obetydliga bredd som de föregående samt rak. C:a 100 meter innanför (VSV om) mynningen är djupet c:a 6 meter, och en profil av dalen här har det utseende, som fig. 3 visar. Längre uppåt dalen iakttagas närmelsevis lodräta branter av c:a 4 m. höjd. Kalkstenen är regelbundet lagrad och stupar närmare vägen i stort sett

områden och föremål på Gotland. Sveriges natur, Svenska Naturskyddsföreningens årsskrift, 1912, sid. 58.

2 à 3 grader mot ungefär OSO; längre inåt dalen är stupningen däremot ställvis en annan, eller 2—5° mot ungefär SSV. Kalkstenens mest utpräglade förklyftning går ungefär parallellt med dalens längdriktning, ett förhållande som sannolikt, genom tillvaron av markerade rännor, predisponerat till dalens anläggande. Att dalen uppkommit genom förkastning, måste anses alldeles uteslutet. Bottnen upptages även här av sandblandat isälvsgrus, vars yta stiger c:a 4 meter från dalens mynning till dess övre del.

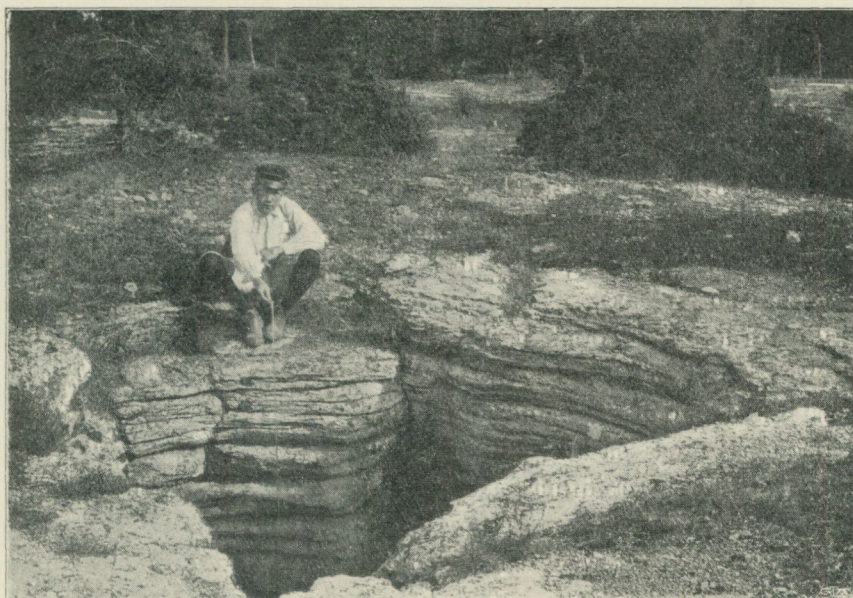
Å kalkstensplatån N om dalen märkas för övrigt en *ansvällning av isälvsgrus*.

I fortsättningen mot VSV av denna dal, strax S om vägskälet (se kartskissen) finnas i den lagrade kalkstenen, som här ligger bar och företer närmelsevis plan yta, som dock snart nog avfaller åt både NV och SO (se kartskissen), ett par hålor, vilka vid närmare undersökning visat sig vara *jättegrytor*. Deras djupare delar förete emellertid stora oregelbundenheter i följd av dels här förefintliga gamla rännor, dels ock senare vittring, urlakning och människans åverkan.

Mynningen hos den NO:liga, större jättegrytan är i riktningen N 30° V 3.2 meter och vinkelrätt däremot 1.6 m. Det synliga djupet är 2.5 m., men massor av nedvräpta mest smärre stenar omöjliggjorde vid tillfället för mitt besök en närmare undersökning. Grytans mittaxel lutar nedåt svagt mot ungefär NO. Den mindre grytan, belägen 11 m. S 20° V om den större, är inom sin övre del nästan cirkelrund och mäter vid mynningen 0.9 m. i diameter. Till samma mått uppgår det synliga djupet; men vid sidan av en massa nedvräpta stenar syntes, att grytan fortsätter såsom en håla snett nedåt, åt ungefär NNO. Man lär vid en här nyligen företagen okynnes-sprängning ha iakttagit, att denna håla fortsätter, sannolikt såsom en rämna, kanske ett par 10-tal m. snett (mot ungefär NO) ned i berget.¹

¹ Enligt folksägner skall härifrån gå en underjordisk gång mot NNO till Qviungs' 1.8 kilometer avlägsna gård (se kartskissen), här mynnande i en liknande håla, som dock fylts med stenar och jord, varefter en ek planterats på platsen. Hålan är därför nu icke tillgänglig.

2 m. NV om denna grytas mynning är troligen en tredje jättegryta. Platsen var dock i alltför hög grad belamrad med av människor hitförda block och småstenar för att detta skulle kunna säkert avgöras.



H. Munthe fot.

Fig. 4. Mynningen av jättegryta i förlängningen av isälvsdalen vid Snäckarfve, Stenkumla s:n. Pojken håller i ändan på ett fritt nedhängande två meter långt måttband.

Beviset för att dessa hålor äro av jättegrytsnatur har man däri, att övre delarna av dess väggar i allmänhet äro jämnslipade såsom hos jättegrytor; dock syntes ingen spiralslipning. Den mindre, närmelsevis cirkelrunda grytan visar denna slipning vida bättre än den större, vars översta partier fig. 4 är ämnad att åskådliggöra. På grund av belysningsförhållandena och kalkstensens förklyftning framträder slipningen å bilden icke så väl som i verkligheten. Av den mindre grottan kunde dock vid mitt besök ingen upplysande fotografi fås på grund av de nyligen verkställda sprängningarna.

Att här icke kan vara tal om förefintligheten av i senkvartär tid uppkomna *karsthål* i berget, är uppenbart av om-

rådets exponerade läge och begränsade utsträckning i förening därmed, att trakten i NV faller ej obetydligt av redan ett par 10-tal meter från grytorna, och något liknande är händelsen även mot SO, mot den stora dalen, som vidtager några 100 m. från grytorna. Ej heller finnes någon möjlighet att från övriga håll tänka sig tillförsel av rinnande vatten, som skulle, utan förmedling av landisen, kunnat giva upphov åt hålorna. Erosion genom sen-glaciala vågor är knappast tänkbar på grund av den dåtida hastiga landhöjningen.

Strax SO intill och parallellt med den sist omtalade markerade dalen, från vilken den är skild endast genom en smal kalkstensrygg, framgår en mindre och kortare dal, och litet SV härom märkas ytterligare trenne liknande dalar tätt intill varandra (se kartskissen).

Vidare är att till serien av dalar räkna en grundare sådan, vari den sydvästra landsvägen SV om Gardrungs framgår.

Vända vi oss så till trakten NNO om dalen N intill Stenkumla kyrka, så finna vi här, fränsett några i själva klintranden inskurna hak, ett antal erosionsdalar, av vilka tre korta träffas litet V om Qviungs' gård, medan en är att finna VNV om dessa, inom den högre delen av platån N intill landsvägen (se kartskissen). Vidare märkas några dalar N ut från Qviungs samt V om Bertels' västra gård ävensom en (eller rättare, en fortsättning av en av de förra) N intill denna sistnämnda gård. Bland dessa dalar är den längsta, den längst i NV, 350 meter lång. Inom dess inre del, där den är nedskuren i Ascoceraskalk, är NV:a branten 4 à 5 m. och den motsatta 3 à 3.5 m. hög. Bredden är mestadels ett par 10-tal m., och botten upptages, som vanligt, av isälvsgrus och -sand, vari en brunn är grävd; en källa framväller på ett annat ställe.

Det är, såsom förut blivit antytt, sannolikt, att åtminstone en del av de omtalade smådalarna äro anlagda utefter mera markerade spricksystem i kalkstenshällen, i det att det eroderande agens här funnit talrikare och bättre angreppspunkter än annorstädes. Vare härmed huru som helst, så är det

uppenbart, att dalarna i fråga danats genom rinnande eller fallande vatten, och att detta varit isälvar (sens. lat.), synes oundersägligt framgå dels därav, att gruset i och, lokalt, även intill dalarna är av glaciofluvial natur. Detta sistnämnda framgår nämligen därav, att, såsom ofta annorstädes på Gottland, grusets huvudmassa utgöres av ett för ön främmande, väl rundat material, som hitförts med landisen, dels slutligen därav, att i fortsättningen av åtminstone en dal kunnat påvisas tillvaron av jättegrytor, vilkas bildning, liksom även isälvsgrusets, förutsätter uppträdandet av isälvar vid en tid, då landisens yttre, i tillbakaryckande stadda delar ännu betäckte området.

Nu framställer sig den frågan: hur skall man tänka sig iskantens läge vid tiden för dalarnas uppkomst? Denna fråga låter sig tyvärr icke besvara, beroende dels därpå, att landisens rörelseriktningar över det mitt i landisens stora baltiska stråkväg liggande Gottland vid den sista nedisningens slut tydligtvis varit åtskilligt växlande, dels ock därpå, att man ännu saknar hållpunkter för att rätt bedöma arten och graden av isälvarnas arbetsprestationer på olika avstånd från iskanten, detta vare sig isälvarna utfört sitt arbete supra-aktivt eller på skilda djup under en vattenyta, i det här föreliggande fallet sannolikt på c:a 20 à 30 m. djup. Det är nämligen sannolikt, att den baltiska vattenytan då stod något högre än Gottlands högsta punkt — av H. HEDSTRÖM och HJ. OLSSON avvägd å en markerad strandvall 2.5 kilometer N om Stenkumla kyrka och befunnen ligga 82.1 m. över havsytan — varför det är uppenbart, att isälven eller isälvarna, som arbetat i Stenkumla, måste hava framstörtat med stor kraft för att kunna dels övervinna det tryck, som orsakades redan av den baltiska vattenytans högre stånd, dels ock utföra erosionsarbetet i fråga.

Beträffande landisens rörelseriktningar vid slutet av isens (oscillatoriska?) framåttryckande lämna visserligen några i trakten gjorda räffelobservationer därom upplysningar, men dessa äro ingalunda tillfyllest för besvarandet av frågan om

iskantens läge vid ovannämnda skede av isälvserosion. Av dessa räffelobservationer äro några gjorda å mærgelkalk vid Myrsjö, varest följande riktningar iakttagits: längst i norr (se kartskissen) från N 32° V (enstaka räfflor eller, rättare, repor); i söder (= NV om den södra gården) repor dels från N 32° V (allmänna), dels ock från N 20, 43 och 55° V (alla sparsamma); men därjämte förekommer, likaledes såsom repor, på samma hållnya systemet N 34° O (sparsamt), utan att jag kunnat avgöra, vilketdera, det från NNV å NV eller det från NNO, är det äldre. Troligt är, att av en eller annan orsak isens rörelseriktning ändrats inom loppet av en kort tid i följd av isskrvning.

Anmärkningsvärt är, att den sistnämnda, sparsamt företrädde riktningen är den ensamrådande å en märglig kalkstenshäll, som blottats strax OSO om Bertels' västra gård, belägen å den härvarande svaga sluttningen.

Samtliga dessa räfflor torde emellertid vara att anse såsom tillkomna långt innan dalarna bildades, ty när erosionen av dem ägde rum, var isens rörelse avstannad, och räfflorna lämna sålunda ingen upplysning om iskantens läge vid sistnämnda skede. Det torde väl dock få anses sannolikt, att den landis, som betäckte området då, sträckte sig m. e. m. långt ut över dalen i SO. Vare härmed huru som helst, så torde det agens, som eroderat ut dalarna, kommit ungefär från VSV och icke från motsatta hållet, detta att döma dels därav, att kalkhällen i stort sett lutar åt öster, dels och isynnerhet emedan de minst kraftiga erosionsfenomenen, jättegrytorna och dalarnas övre, högre liggande delar, äro belägna

VSV. De äro därför att anse såsom tillkomna sist under den i retrograd riktning gående erosionen av dalarna.

Ovan har tagits för givet, att det varit isälvar, som under stort hydrostatiskt tryck utfört erosionsarbetet. Det skulle kunna ifrågasättas, om icke även m. e. m. lodrätt i håligheter i landisen nedstörtande vattenmassor skulle ha kunnat medverka vid erosionen. Dessa vattenmassor måste då förutsättas hava kommit från isens yta och övre delar i all-

mänhet. Nu är det visserligen så, att jättegrytor och jättegrytartade utsvarvningar i våra dagar bildas lika väl i for-sar som i fall, ja t. o. m. av bränningar — exempel härpå finnas bl. a. i sandstenshällar vid stranden av Hoburgen nära Gottlands sydspets¹ —, men i betraktande av det motstånd, som havet måste ha utövat, får man väl anse erosion genom isälvar som den enda tillfredsställande tolkningen, medan »fall»-teorien *möjligen* skulle kunna tänkas tillämpad på jättegrytorna och forna sådana, som sedan borteroderats och så att säga uppgått i dalarna.

Den omständigheten, att dalarnas riktning icke sammanfaller med räffloras, synes antyda, att riktningen av isälvarna varit i väsentlig grad beroende av underlagets terrängförhållanden.

De nu beskrivna dalarna framträda, såsom visats, skarpt i terrängen och äro sålunda ett viktigt, om ock lokalt moment i traktens geografi.

I förbigående må nämnas, att serier av liknande dalar med i huvudsak samma riktning äro utskulpterade flerstädes i fortsättningen mot NO av samma sluttning, såsom t. ex. i *Hejdeby hällar* (Hejdeby s:n), varest de karterats av d:r H. HEDSTRÖM, under vilkens ledning jag haft tillfälle bese dem.

Isälvsdalar hava f. ö., sedan man väl fått rätt korn på dem, iakttagits på många andra ställen å Gottland, men i detta arbete skall jag inskränka mig till att ytterligare om-tala endast dem, som finnas inom området Linde—Etelhem.

Linde—Etelhem-området.

(Jämför Kartskissen B, Tav. 3).

Inledning.

Detta område har tidigt ådragit sig naturforskarnes upp-märksamhet dels på grund därav, att det inrymmer en serie

¹ De äro beskrivna av G. LINDSTRÖM år 1877 i Geol. För. Förh. Bd 3, sid. 366.

små, men på samma gång jämförelsevis djupa »träsk» (gottl. benämning på sjöar), d. v. s. av en typ, som eljest är för ön främmande, dels även därför, att inom området förefinnes en ovanligt stor mängd mer eller mindre isolerade kalkstenskullar, som förläna detsamma en likaledes säregen prägel.

Första gången ifrågavarande sjöar med förståelse omtalas i litteraturen torde vara 1867 av G. LINDSTRÖM i dennes uppsats *Om Gotlands fiskar*.¹ Efter att bland annat hava framhållit, att de gottländska träsken i allmänhet äro grunda, och att deras ytvidd i många fall står i omvänt förhållande till deras djup, samt anfört exempel på stora och grunda träsk, säger LINDSTRÖM (sid. 2—3): »De små träsk åter, hvilka sträcka sig genom Etelhem, Stånga, Lojsta och Linde socknar, bilda en liten själfständig grupp af fullkomligt motsatt natur. På sydöstra sidan begränsas de af branta kalkstenskullar, hvilka sänka sig till ett för så små vatten ansenligt djup (Ramträsk i Lojsta med en ytvidd af vid pass 20 tunnland håller 10 famnar, det bredvid liggande Slottsträsk, som är ungefär hälften mindre, 5 famnar), under det att bottnen småningom höjer sig mot den nordvästra stranden, hvilken är sank och låg, skogbevuxen eller myrartad.» Vidare påpekas dessa sjöars klarare vatten jämfört med de grunda träskens, där den lösa bottnen av sjön lättare uppröres och förorenar vattnet.

År 1886 har A. G. NATHORST² åter bragt dessa småsjöar på tal, nämligen i diskussionen om våra sjöbäckens uppkomst, i det han anför depressionerna i fråga såsom sannolika exempel på dislokationssjöar, en uppfattning som jag även delat³ men sedermera (1910) frångått,⁴ i det jag uttalat mig för deras bildning huvudsakligen genom landisens arbete. Sam-

¹ Tryckt i Gottlands läns K. Hushållningssällskaps berättelse för nämnda år. — En andra upplaga med tilläggsnoter, utgiven av L. KOLMODIN, offentliggjordes år 1894. Denna upplaga citeras här.

² G. F. F. Bd. 8 (1886), sid. 328.

³ G. F. F. Bd. 24 (1902), sid. 269.

⁴ Studier över Gottlands senkvartära historia. S. G. U. Ser Ca, N:o 4, sid. 167.

ma år (1910) har även VAN HOEPEN¹ omtalat dem såsom uppkomna genom erosion och i anslutning härtill meddelat ett par schematiska figurer samt en fotografi, i huvudsak visande samma område som min fig. 11, sid. 29.

Angående områdets *klintar* har HESSELMAN², delvis efter av mig meddelade upplysningar, framhållit deras natur av erosionsrester, och något senare har STEN DE GEER³ på en karta i skalan 1:300 000 angivit hithörande och en hel del andra kullar som »refskalkkullar».⁴

Översikt över områdets allmänna geologiska byggnad och en del geografiska förhållanden.

Det förevarande området, som omfattar en areal av vid pass 1,25 kvadratmil, kan både geologiskt och geografiskt lämpligen indelas i *tre huvudbälten*, utsträckta i SV—NO, eller:

1. *Det NV:a jämna bältet;*
2. » *mellersta eller kuperade bältet;*
3. » *SÖ:a jämna bältet.*

Gränsen mellan bältena 1 och 2, vilken är den ojämeförlligt skarpaste, framgår mellan Lojsta kyrka mot Baramyrens NV:a gräns, den mellan 2 och 3, som är mindre skarp, beroende på en relativt fullständigare utfyllnad av berggrundens depressioner medelst kvartära lager, kan lämpligen förläggas utefter en linje, som förbinder Stånga och Lye kyrkor, under

¹ E. C. N. van HOEPEN: De Bouw van het Silur van Gotland. Delft 1910.

² HENRIK HESSELMAN: Vegetationen och skogsväxten på Gotlands hållmarker. Skogsvårdsförs tidskrift 1908, sid 67.

³ STEN DE GEER: Befolkningens fördelning på Gottland. Ymer 1909, sid 246.

⁴ Även om denna bestämning *till en del* råkar passa in på det här ifrågavarande områdets (Linde—Etelhem) kullar (jfr min karta B, Tav. 3), är den så mycket oriktigare beträffande de SV och NO härom varande trakterna. På vad grund DE GEER kunnat påstå, att alla de av honom utlagda kullarna bestå av revkalk, är mig därför ofattligt. Man får i själva verket det bestämda intrycket, att han lagt ut sina revkalkkullar enbart efter den topografiska kartan och utan att själv hava gjort undersökningar i fältet.

vilken sträcka den f. ö. sammanfaller med Ancylussjöns översta gränsnivå, här huvudsakligen utbildad såsom en markerad sand- och grusvall, *Ancylusgränsvallen* (MUNTHE, sist anf. st., kartan, Pl. 3).

Inom bältena 1 och 2 utgöres berggrunden, fränsett några av de lägsta partierna, där en märglig skiffer eller kalksten uppträder, av hårdare, *renare kalkstenar*, medan det 3:dje bältets SÖ:a del upptages enbart av märelskiffer, som åt NV ersättes av genom förkastning till nära skiffrens nivå sänkt revkalksten.¹

Bältet 1, som i allmänhet ligger mellan 50 (i SO) och 60 à 65 meter över havet (i NV), bildar i stort sett ett jämnt, slätt område, upptaget av övervägande lagrad kalksten, som sträckvis går i dagen (mestadels i NV), men eljest är begravid under mer eller mindre mäktiga kvartära lager: moränmärelgel, isälvsgrus och sand samt senglacialt baltiskt grus och sand. Däremot saknas bleke och torv nästan helt och hållet och sjöar alldeles, ett kriterium på frånvaron av depressioner och på områdets därav följande slättnatur.

Bältet 2 kontrasterar synnerligen skarpt med det förra såväl geologiskt som geografiskt. Berggrunden består även här visserligen övervägande av kalksten, men jämte lagrad sådan, som delvis ger upphov åt mer eller mindre vidsträckta slättmarker, ingår här med jämförelsevis hög procent den förut omnämnda *Ascoceraskalken*, vilken, i motsats till den förra, är en olagrad, av knölig, tät, något märglig kalksten bestående bergart, i allmänhet rik på revbildande organismer, såsom koraller, stromatoporor, bryozöer o. s. v., vilka orsakat den lokala utbildningen av dessa i allmänhet starkt ansvallda revkalk-»bullar» (se kartan B). Såsom vi längre fram skola närmare ådagalägga, hava dessa rev ursprungligen varit mantelformigt täckta av lagrad kalksten och terrängen då icke närmelsevis så kuperad som nu.

¹ HENRIK MUNTHE: Stratigrafiska studier över Gotlands silurlager. Geol. Fören. Förh. Bd 24, (1902), s. 221 följ. (Även i S. G. U. Ser C, N:o 129). Jämför berggrundskartan, fig. 1, och texten, sid. 270.

Med Lojsta och Etelhems kyrkors fixpunkter till utgång har jag företagit ett par serier tubnivelleringar och därvid bland annat bestämt topparna på några av de intill sjöarna liggande högsta kullarna (se kartan), varav framgår, att den relativa höjden mellan sjöarnas yta och kullarnas toppar växlar mellan c:a 20 och 25 meter. Läggas härtill, att sjöarnas djup i allmänhet uppgår till c:a 8 à 10 meter, få vi en höjddifferens mellan dessa toppar och sjöbottnarna av ej mindre än vid pass 30 à 35 meter.

I överensstämmelse med vad ovan nämndes om bältet 1 och dess fattigdom på myrar (gottl. för mossar) är 2-bältets rike- dom på sådana samt på träsk i sin tur en följd av och ett kriterium på en starkt kuperad terräng, i all synnerhet inom de NV:a delarna. Längst i SV märkes, N om Lindeklint, en trakt med slätare mark. Denna del, som bör räknas till bältet 1, har också en märglig, delvis skiffrig bergart till undergrund.

SÖ:a delen av bältet 2 är, som synes, i allmänhet jämförelsevis slät, i det att endast där och var revkalkknölar, utan eller i förbindelse med fält av lagrad kalk, höja sig över slätten. Denna utbildning beror, såsom vi skola finna, till en del därpå, att moräntäcket här är jämförelsevis märkligt och jämte andra mineraljordarter i högre grad utfyller depressionerna, varigenom berggrundens säkerligen rätt ojämna ytformer i jämförelsevis hög grad undanskymmas.

Det sistnämnda är fallet även inom den norra delen av bältet 3, där revkalken, här dock i ovanligt hög grad avslipad och utjämnad genom landisens arbete, synes vara enarådande, medan märgelskifferdistriktet i SO, som vanligt, orsakar uppkomsten av slättmark.

Medelhöjden över havet för bältet 2 torde kunna sättas till mellan 30 och 40 meter, för bältet 3 åter till c:a 15 meter.

Beträffande områdets ythydrografiska förhållanden torde följande böra framhållas.

Från bältet 1, som sluttar svagt mot ungefär SO, avrinner vattnet i form av bäckar och rännilar mot nämnda

håll. Vid gränsen mellan 1 och 2 upptages detta vatten av en serie små, djupa sjöar och av mossar (f. d. sjöar), som här flankera bältet 1. Fordom låg vattendelaren inom något av träskan NO om Lojsta kyrka, men sedan för en del år sedan, i samband med en sänkning av träskens yta av ca 1 meter, en cementfördämning blivit lagd Ö intill Broträsk, utgör denna vattendelaren. V härom rinner alltså vattnet nu åt SV och sedan (vid Lojsta kyrka) åt S, Ö om fördämningen åter mot NO, Ö och S till Storån, som bl. a. passerar Laus myr på väg till Östersjön. Från kartområdets NÖ:a del rinner vattnet mot SV. Ungefär genom mitten av bältet 2 går så en särskild vattendelare, varifrån en del vatten avrinner mot S (t. ex. från Asaträsk), en annan del först mot N (t. ex. från Liffrideträsk).

Detaljbeskrivning av den småkuperade terrängen.

Efter den i det föregående lämnade allmänna översikten över en del av områdets naturförhållanden skall jag något närmare beskriva vissa delar av den under bältet 2 fallande, starkt kuperade trakten och söka tolka uppkomsten av denna för ön i övrigt så främmande ytskulpturen.

Jag skall härvid börja med att redogöra för ett par belysande exempel.

Det första är hämtat från trakten SV om Hageby, SV om Etelhems kyrka, nämligen *Hageby träsk* och den S här intill varande *Hageby klint*. Häröver har jag, delvis med biträde av extra geologen A. HJ. OLSSON, uppgjort en kartskiss i skalan 1:10,000 med isohypser och isobather för varje 5 meter.¹ (Jfr fig. 5.) Såsom av denna, jämförd med profilen, fig. 6, framgår, uppbygges klinten av tvenne revkalkkullar (i norr), vilka delvis, men framför allt på syd-

¹ De äro bådadera att anse som ungefärliga. Detta är fallet särskilt beträffande isobatherna, dels av den orsak, att lodningarna företagits från båt, dels ock emedan träskets botten, som består av bleke, är mycket lös. Det var min avsikt att på eftervintern d. å. från isen utföra en detaljerad undersökning, men den ovanligt blida väderleken gjorde denna plan om intet.

sidan, täckes av lagrad kristallinisk kalksten. Denna stupar närmast reven 10—17 grader ut ifrån dessa, en stupning som småningom blir allt obetydligare, ju mer man avlägsnar sig från reven. Fig. 7, efter fotografi tagen från träskets sydvästra strand mot O t. N, åskådliggör detta förhållande vid den lilla västra revknölens västra sida.

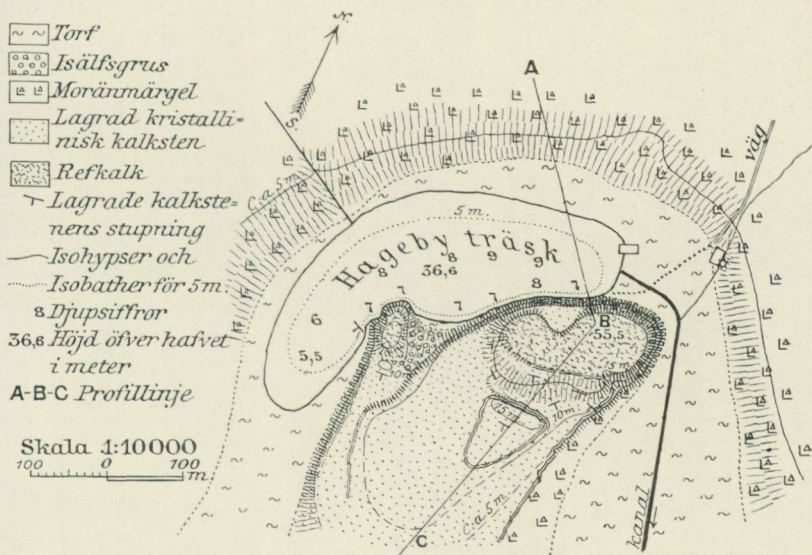


Fig. 5. Kartskiss, i skalan 1 : 10 000, över Hagebyklint och -träsk med omnejd.

Reven fortsätta under träskytans nivå, dock ovisst till vilket djup, men sannolikt i huvudsak så, som å profilen är schematiskt antytt. Den östra, större revkalkkullen når en högsta höjd över havet av 55,5 meter och över träskets yta (= 36,6 m. ö. h.) av 18,9 meter. Revkalkväggarna stupa i allmänhet tämligen brant ned i träsket, och ställvis kan man iakttaga, hurusom desamma under vattenytan t. o. m. hava *överskjutande partier* eller markerade, grottartade urholkningar.¹ En i horisontalplanet utsträckt grund sådan urholkning finnes i den lagrade kalkstenen några meter ovan

¹ För att framhålla detta ingalunda sällsynta drag hos traktens träsk eller forna träsk har detsamma medtagits å profilen, fig. 6, ehuru det icke där är synligt i verkligheten.

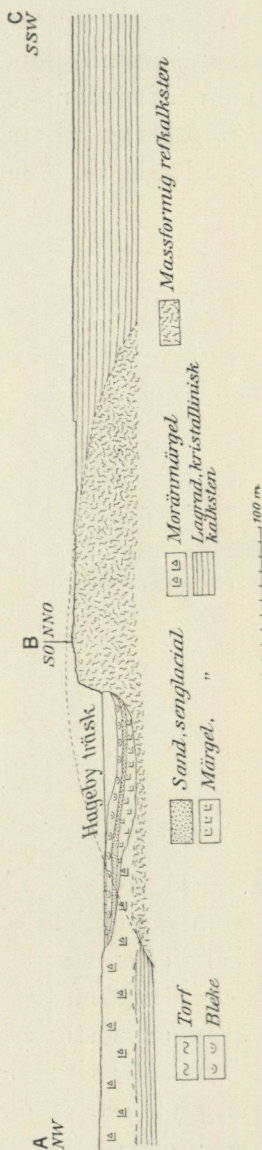


Fig. 6. Schematisk profil över Hagebytrask och -klingt med omnejd. Skalan 1 : 10 000. Den streckade linjen över klintens revkalk och vidare mot NV är ämnad att belysa revets sannolika forna ytförm.

sjöytan något till vänster om mitten av fig. 7. Denna urholkning är möjligen på grund av sitt relativt höga läge att delvis tillskriva bränningarnas arbete, en tolkning som emellertid icke kan tillämpas på de subakvatiskt liggande urholkningarna, vilka legat för djupt och därför varit skyddade.

Såsom synes av profilen, fig 6, uppgår traskets djup till högst c:a 9 meter, nämligen nära dess mitt; närmast utanför klinten är djupet obetydligt mindre, men åt övriga håll stiger botten något långsammare. Denna utgöres, som nämnt, av bleke, vars mäktighet uppgår till flera meter. Bleket överlagras kring trasket, vid klinten dock endast i den lilla svackan Ö intill den västra revkullen, av något torv (se kartskissen och profilen). Att döma av förhållandena längre öster ut i trakten underlagras bleket av sand och denna i sin tur av glacialmärgel på moränmargel, vilken senares yta relativt hastigt stiger i terrängen, särskilt närmast norr och öster om trasket.

De närmast belägna i dagen gående hällarna norr ut träffas så-

som framgår av kartan B, först på 0,7 km. (åt N t. O) resp. 1,7 km. avstånd (åt NV) från Hagebyklingten. Den förra av dessa hällar är en liten revkalk-knöl, vars norra branta del visar slipad och glacialräfflad *stötsida*, f. ö. ett på Gottland tämligen sällsynt fenomen, som i huvudsak är



H. Munthe fot.

Fig. 7, visande delar av Hagebyträsk och Hagebyklintens ur detta uppstigande norra delar. Längst till höger synes ett parti av den lagrade kalksten, som en gång mantelformigt betäckt revkalken, vilken uppbygger kullen till vänster därom. Därefter följer en sträcka av lagrad kalk, och längre bort framskyntar den östra revkullen.

inskränkt till revkalken. Mot denna håll stöder sig *isälvsgrus*. Som hällens räfflor ännu delvis äro i behåll, måste emellertid isälvens erosion just *här* ha varit ytterst ringa.¹ Detta kan vara en tillfällighet. Sin största kraft kan nämligen isälven ha uttömt vid frampreparerandet av den markerade depression, som finnes omedelbart V intill isälvsgruset och hällen och fortsätter i riktning mot Hagebyträsk.

NNO om denna håll sticka närmare kartgränsen några andra hållar av Ascoceraskalk upp ur moränbältet. Även detta område är att hänföra till bältet 2, ehuru de kvartära lagren här undanskymma berggrundens ytformer i jämförelsevis hög grad.

Revkalkens och den lagrade kalkens utbredning närmast norr ut från Hagebyträsk och under de kvartära lagren, är, sådan den framställes å profilen, fig. 7, helt hypotetisk. Den har icke kunnat utrönas, emedan det är omöjligt att borra i moränmargeln med en vanlig geologborr.

Den markerade depression, som upptages av Hagebyträsk, fortsätter V och Ö om klinten, men uppgrundas mot S.

För frågan om uppkomsten av härvarande terrängförhållanden är det av intresse, att Ö intill den västra revkalkknölen finnes en tämligen markerad dalgång, vars botten upptages av sandigt isälvsgrus. Detta förutsätter nämligen, att här framstörtat en *isälv*, vars fortsättning f. ö. torde vara att söka i den nyssnämnda förekomsten av isälvsgrus 0,7 km. N t. O om Hagebyklinten. Detta bestyrkes av traktens allmänna räffelriktning, som, enligt vad kartan B, Tav. 3, ådagalägger, är nära N—S:lig.

Ett annat stöd för att isälvsarbete här varit i gång har man i den ytskulptur, som i form av urholkningar och mellanliggande ryggar förefinnes inom de högre delarna av

¹ Räfflor även å urbergshällar, som omedelbart överlagras av isälvsgrus, ser man ibland å fastlandet, t. ex. i Stockholm. Möjligen skulle dylika fall av obetydlig erosion kunna tänkas bero dels därpå, att isälvsgruset kommit till avsättning på rätt stort djup under havsytan, varigenom isälvens kraft har betydligt hämmats, dels ock på att gruset avsatts vid sidan av isälvens kraftigaste strömfåra.



H. Munthe fot.

Fig. 8. C:a 24 meter hög klint av Ascoceraskalk stigande brant upp ur *Broträsk*, Stånga s.n. Till vänster synas nedtill ett par svagt antydda hållar av lagrad kalksten stupande mest mot NO, d. v. s. snett ut ifrån klinten. I förgrunden torv.

den östra revkalkknölen. Hithörande fenomen äro emellertid vida bättre utbildade på flera andra ställen inom bältet 2, varför den närmare beskrivningen av desamma sparas till längre fram.

Vi skola nu välja ett annat exempel bland de många på isälvserosionens arbete inom bältet 2. Vi kunna då taga trakten *S om Broträsk*, beläget 2 kilometer SV om Hagebyträsk.



H. Munthe fot

Fig. 9. Utsikt från Broklintens norra del mot W. I förgrunden Broträsk; därefter, skilt från detta genom torvmark, Ramträsk; den markerade skogklädda höjden, som utskjuter i detta, består endast inom sin norra del av revkalk.

I likhet med Hagebyklinten reser sig här en klint nästan direkt ur träsket (fig. 8). Denna klint består emellertid så gott som helt och hållet av revkalk, i det att den endast i NO nederst flankeras av lagrad kalksten, vilken här, såsom vanligt, stupar ut ifrån revet (se fig. 8, till vänster bortom gärdesgården). Dettas högsta punkt, något bortom samma

bilds vänstra gräns, befinner sig 65,6 meter över havet och c:a 26 meter över Broträsk's yta.

Ö och SO om denna klint är en markerad bred dalgång, vars botten täckes av isälvs sand och -grus, och från denna dal inskjuta i klintens östra sida ett par små korta tvärdalar, nedtill likaledes med isälvsgrus. S om klinten går en dal tvärs över området men mynnar högt över den mar-



H. Munthe fot.

Fig. 10. Parti från krönet av den av Ascoceraskalk uppbyggda Broklint, Stånga s.n., visande genom isälvs erosion uppkommen starkt kuperad ytskulptur.

kerade, breda dal, som inskjuter mot S från Broträsk's SV-ände och i V begränsas av en markerad sluttning av barrskogsklädd lagrad kalksten, som är ersatt av revkalk längst ut. Jfr kartan B, Tav. 3, och fig. 9.

Övre ytan av Broklint är genom isälvens erosionsarbete i hög grad åverkad, i det att här förefinnas talrika intill ett par meter djupa depressioner, åtskilda av bredare och smalare revkalk-rygggar och -partier (se fig. 10).

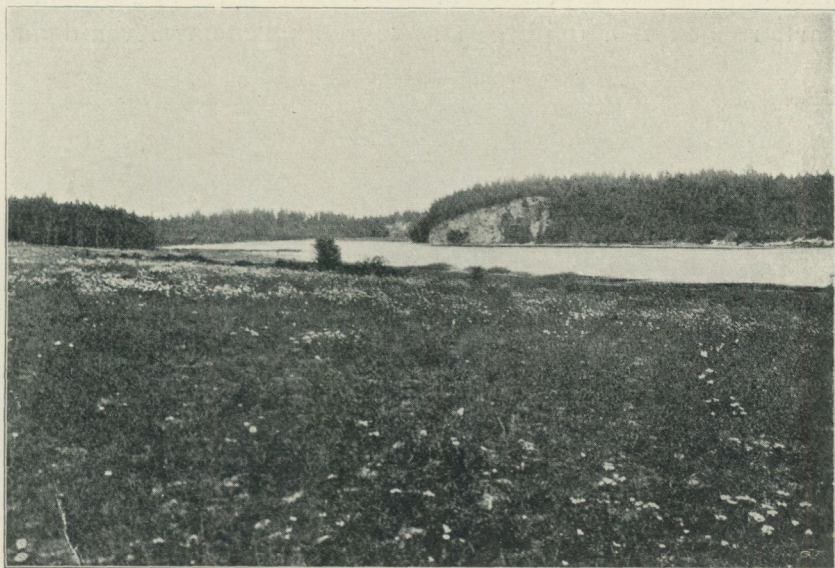
Broträskets största djup är, enligt uppgift av lantbrukaren AHLBERG, boende i närheten av träsket, »16 alnar» (9,5 meter), mätt från isen. Mot V och SV begränsas det av mossmarker (se kartan och fig. 10), inom vilkas norra del ligger en några meter hög kulle av Ascoceraskalk, det s. k. *Lojsta* eller *Stånga slott*. Att ett »slott» här en gång existerat, framgår av flera förhållanden, bl. a. den delvis naturliga vallgrav-formade sänkan i Ö, en grävd vallgrav öster härom o. s. v. N intill slottskullen har man åter ett träsk av samma typ som de förut omtalade. *Lojsta* eller *Stånga slott* (såsom det även och naturligare kallas, såsom liggande inom *Stånga socken*) jämte angränsande natursköna trakter ha under generationer varit ett mål för befolkningens utflykter sommartiden.

Vända vi oss så till trakten närmast V ut, finna vi här dels det jämförelsevis stora *Ramträsk*, som i S begränsas av en klintsträcka (jfr Tavl. 1 och fig. 11). Denna består längst i NO av en bastionsartat framskjutande klint, varefter V ut vidtager först en låg klintsträcka av lagrad kalksten, därefter en svacka, delvis upptagen av *isälvsgrus*, så åter en hög klintsträcka av lagrad kalksten, på ungefär halva höjden försedd med ett flera meter brett terrassplan, ovanför vilket klintens högre del vidtager. Dess högsta parti, som f. ö. torde vara det högsta inom hela bältet 2, ligger ej mindre än 67,5 meter över havet, eller c:a 28 meter över *Ramträsk*s yta. Detta träskets största djup uppgives av G. LINDSTRÖM (anf. st.) vara 10 famnar (17,8 meter), av AHLBERG till 22 alnar (13 m.), vilket torde vara bland de största djup, som lodats i kartområdets många sjöar. (Jfr det längre fram omtalade *Sigvaldaträsk*.)

Fig. 11 är avsedd att visa relationen mellan traktens karakteristiska geografiska huvuddrag: branta klintar (längst i S), sjöar (i mitten) och svagt stigande moränmark (i norr).

SV intill *Ramträsk* finnes en liten i myren liggande, ett par meter hög skogbevuxen holme av lagrad kalksten, ett »vittne», som undgått erosionens förstörelse. Beträffande

trakten SV härom med *Hemträsk* och *Bjersträsk* o. s. v. företer den i huvudsak samma prägel som de förut omtalade. Lokalt finnas även här, t. ex. Ö intill *Hemträsk*, isälvsgrus och en kort, brant erosionsdal i klinten. Hem-



H. Munthe fot.

Fig. 11. Bild tagen från moränmarken N om *Ramträsk* mot Ö. Klinten i mitten är *Ramklint*; längre bort, strax till vänster om denna framskyntar *Broklinten*.

träsk är en representant för de depressioner inom bältet 2, som hava endast den västra »skänkeln» i behåll såsom sjö, i det den norra delen är utfylld av bleke och torv.

På tal om bältets SV:a del må vidare i korthet nämnas följande. SO om det lilla, snart fullständigt igenvuxna *Mörtträsk*, beläget vid sockengränsen OSO om *Klints gård* (S t. O om *Lojsta kyrka*) märkes en i kalkstenen utskuren, skarpt markerad, kanjonartad ravin med isälvsgrus och -sand i botten. Längre i S uppträder i dalens förlängning en liten, men tydlig rullstensås (se kartan B).

S om *Asa-gårdarna* i *Linde* s:n har man det lilla pittoreska *Asaträsk*, i Ö flankerat av *Autsarfveklintens* huvudsakligen av *Ascoceraskalk* uppbyggda brant. Träsket fortsättes i S ävensom Ö om nordspetsen av *myrmarker*. Jämväl i detta

fall är det alltså depressionens västra skänkel, som längst bibehållit sig såsom sjö. Från N inskjuter i klinten en markerad dal, delvis upptagen av isälvsgrus och -sand.

Vidare märkes den relativt stora *Lindeklint*, med Ascoceraskalk upptagande dess mest mot NO och NNV framskjutande partier, men f. ö. uppbyggd av lagrad kalksten. Även denna



G. Holm fot.

Fig. 12. Kulle av Ascoceraskalk i myren 2.2 kilometer SV om Etelhems kyrka.

klints norra del omgives hästskeformigt av en depression som dock helt utfyllts av torv, vilken här är av nära 5 meters mäktighet och underlagrad av något bleke. (Enligt borrhningar av extra geologen J. A. BERGQUIST).

Slutligen märkes den lilla huvudsakligen av Ascoceraskalk uppbyggda *Sandarfvekulle*, som mot V flankeras av en liten myr med 5,3 meter mäktig torv, vilande på bleke av endast ett par decimeters mäktighet.

3,5 km. rakt N om Stånga kyrka har man så det lilla vackra *Liffrideträsk* av i huvudsak samma karaktär som övriga hittills omtalade träsk, med den skillnaden dock, att detsamma

åt alla håll, undantagandes åt söder, där en klint som vanligt är belägen, begränsas enbart av myrmark. Såsom framgår av kartan, utgår omedelbart Ö intill Liffrideklinten en rullstensås, och denna fortsätter mot SSV ned till härvarande bygd. Även på själva klinten finnes isälvsgrus.

Isynnerhet NO, N och NV ut från Liffrideklint märkes ett flertal mer och mindre isolerade kullar, vilkas mest framträdande partier vanligtvis utgöras av Ascoceraskalk, medan de i S, d. v. s. å *läsidan* för is- och isälvserosionen, i regeln täckas av den lagrade kalkstenen, alldeles såsom vi sett fallet vara t. ex. med Hagebyklinten. Såsom kartan visar, skjuta de flesta av dessa kullar eller klintar ut ungefär mot N.

Ställvis, såsom t. ex. V om Tänglings i Etelhem, SO och Ö om Etelhems kyrka och inom Baramyrens västra del märkas små isolerade kullar av Ascoceraskalk, vilka endast undantagsvis, såsom rätt V om Tänglings, har lagrad kalksten i behåll på S-sidan. Fig. 12 visar utseendet hos en sådan frampreparerad kulle, i sin helhet bestående av Ascoceraskalk.

Vända vi oss så till NÖ:a delen av bältet 2, så finna vi även här en sjö av den vanliga, förut skildrade typen, nämligen *Sigvaldaträsk* (Tavl. 2), i S begränsad av en klint, i N av sakta stigande moränmark, som NV ut snart överlagras av finsandig, ljusgul glacialmargel, ur vilken en liten håll av Ascoceraskalk nätt och jämt höjer sig (se kartan B, Tavl. 3). Huru oregelbundna berggrundens ytformer äro i trakten, framgår bl. a. därav, att i närheten av Etelhems kyrka, glacialmargeln och moränmargeln tillsammansantagna mäta över 16,5 m. i mäktighet.

Klinten S om Sigvaldaträsket uppbygges dock i huvudsak av lagrad kalksten, vilken längre i S är utbildad som Megalomuskalk. Det är förnämligast blott klintens mellersta del, som upptages av revkalk. Av samma karta framgår, att strängar av isälvsgrus finnas dels här, upptagande botten av små från N i klinten inskurna erosionsdalar, dels ock på själva platan, här en låg, c:a meterhög liten rullstensås, varjämte större partier av samma material upptaga dels svackan

SO om träsket, dels ock äro lagrade intill den mot SV och sedan mot S strykande klintranden, som vid Bjärby avlöses av en i Ö—V gående sluttning, vari från N inskjuta erosionsdalar med isälvsgrus. Från Bjärby följer sedan åsen den åter i SV och S gående klintranden, som sträckvis helt döljes av isälvsgruset, och fortsätter slutligen i riktning mot Lill-Rone i Lye socken (se kartan B).



H. Munthe fot.

Fig. 13. Genom glaciofluvial erosion åstadkommen ytskulptur i revkalk å krönet av Sigvaldaklinten, Etelhems s:n.

Även å de högre, av revkalk bestående delarna av Sigvaldaklinten finnas liknande bisarra erosionsfenomen, som förut omtalats; de äro här dock ännu vackrare utbildade än å Broklinten. Fig. 13, som är efter en å Sigvaldaklinten tagen fotografi, giver en tyvärr blott svag föreställning om förhållandena här. På grund av skogen var det nämligen omöjligt att få någon bättre bild än den förevarande.

Klintens högsta parti ligger här 58,2 meter över havet och c:a 20,7 meter över träskets yta. Detta senares största djup uppgives vara »13 famnar» (23 m.). I brist på båt har jag

icke kunnat mäta djupet annorstädes än litet utanför klinten, och befanns detta här vara mellan 11 och 14 m. — Även i detta fall utfylles depressionen delvis av mäktiga blekelager (se Tav. 2, förgrunden).

Områdets kvartära utvecklingshistoria.

Vi skola nu, på basis av den i det föregående lämnade redogörelsen för det mellersta bältets geologiska och geografiska förhållanden, söka överblicka områdets kvartära utvecklingshistoria.

Innan landisen började sitt arbete, är det sannolikt, att inom denna trakt, i likhet med vad fallet ännu är inom en del andra områden av Gottland, den lagrade kalkstenen mantelformigt täckte de talrika revkalk-ansvällningarna och över dem var svagt kupolformigt uppdriven. Genomdragen av rännor som kalkstenen var, erbjödo dess högre partier bättre angreppspunkter för de exogena agenterna, i första hand vittringen (sens. lat.), det rinnande vattnet och sist landisen, vars allmänna rörelseriktning i trakten varit ungefär N—S:lig, dock med betydande oscillationsavvikelser åt ena eller andra hållet. Genom landisens och dess bottenmoräns arbete bortfördes mera här än inom slätare områden av berggrunden massor av den lagrade kalkstenen, något varom talrika block i och på moränen bära vittne, och till sist har även den underliggande revkalkstenen blottats och börjat angripas. Såsom varande betydligt mera motståndskraftig, skedde detta efter en relativt liten måttstock, och man kan säga, att revkalkansvällningarna mångenstädes satte en tidigare gräns för erosionens framfart, än vad fallet skulle ha blivit, om dessa icke funnits. *Den lagrade kalkstenen har nämligen i allmänhet bevarats på gynnsamma lokaler, d. v. s. förnämligast i lä för revkalk-ansvällningarna, ibland även emellan mot N framskjutande revpartier.*

Att utvecklingsgången varit i huvudsak denna, framgår av den fördelning, berggrunden och den direkt härpå vilande

moränmargeln hava i nutiden, och varom kartorna, profilen fig. 6 samt fotografien fig. 11 upplysa.

Sedermera har, under det sista skedet av landisens härvaro, *isälvarna spelat in* och det med sådan kraft, att först en del av moränmargeln, som givetvis till större utsträckning än nu upptog de nuvarande av vatten (träsk) och angränsande torvmarker fyllda, markerade depressionerna N, V och Ö intill talrika klintar, förstördes och bortfördes; därefter angreps själva berggrunden även på sådana förut skyddade ställen och utmejslades i denna en hel del detaljer, i huvudsak sådana de nu presentera sig.

När så landisen fullständigt bortsmälte från området, låg detta till några 10-tal meter sänkt under den sen-glaciala Östersjöns yta, och härigenom förmedlades avsättningen, huvudsakligen inom de mera markerade depressionerna, av *glacial sand* och *märgel*, medan sedermera, under landhöjningen, områdets övre, mera exponerade delar tvättades mer eller mindre rena från de rester av morän m. m., som sannolikt där och var funnos kvar, och varvid det finare materialet avsattes på djupare vatten, det grövre åter ställvis kom att ligga kvar dels som enstaka block och dels som strandgrus. I betraktande av att den sen-glaciala landhöjningen i allmänhet fortskridit tämligen hastigt, är det knappast troligt, att annat än en ringa del av den omtalade ytskulpturen inom revknölarnas högre delar är att tillskriva havets arbete, som emellertid i de fall, då detsamma hunnit verka länge och vanligen även vid upprepade tillfällen, åstadkommit en ytskulptur, som är delvis likartad med och mera markerad än den här beskrivna. (Jfr MUNTHE, anf. st. 1910).

Först sedan depressionernas passpunkter blivit helt och hållet upplyftade över havsytan, kunde avsättningen av kolsyrad kalk i form av *bleke* vidtaga. Denna avsättning har i själva verket mångenstädes varit rent av storartad, utvisande, att en högst betydande utlösning av kolsyrad kalk ur omgivande kalkstenslager och lösa jordslag ägt rum under förra delen av den post-glaciala tiden. Denna blekeavsättning synes

i allmänhet senare ha avstannat, med undantag dock för de djupa träsken, och efterträts av torvbildningen, som resulterat i det slutliga utfyllandet av alla områdets andra gamla sjödepressioner än de, som upptagas av de nuvarande träsken.

Floran hade nämligen efter hand tagit landet och de grundare vattnen i besittning. Bland den förras representanter märkas särskilt *björk*, *tall* och *asp*, senare *ek* m. fl. ädla lövträd, medan de torvbildande vattenväxterna voro företrädade av *vass*, *ag*, *starrarter* o. s. v.

Det är lätt att av kartans (B) färg för myrmarker bilda sig en föreställning om, huru olika mot nu fördelningen mellan land och vatten, representerat av sjöar, var, innan utfyllningen av dessa senare tagit större fart. Den geografiska bilden var då ännu mera tilltalande än nu: delvis vidsträckt fjärdar och smala sund samt mellan dem starkt kuiperade landområden klädda av tallskog (granen saknades nämligen ännu) eller ställvis av lövskog — alltså en veritabel skärgårdsnatur. Givetvis var fiskrikedomen i sjöarna större än nu, och skaror av sjöfågel och vadare av många slag — till stor sorg för naturvännen nu så gott som utrotade från trakten — gåvo då det liv åt den imponerande tavlan, som så väl harmonierade därmed, och utan vilket den sanna helhetsverkan måste utebliva.

Förutom det att de gamla vattensjuka myrarna genom under förra och detta århundrade utförda dikningsarbeten blivit torrlagda och efter hand till största delen uppodlade, har denna dränering spelat en ej ringa roll även med avseende på träsken, vilkas yta i genomsnitt sänkts c:a en meter. Härigenom hava nämligen ställvis rätt betydande arealer av de grundaste partierna blivit torrlagda, och dessa bestå i regeln av *bleke*, som, särskilt i solen, lyser bländande vit. Tav. 1 är ett ypperligt exempel på ett bland de hit hörande områdena. Den visar även, hurusom blekets ytlager, efter torkning, spricker sönder i en massa oregelbundet polyedriskt formade plattor, som mot kanterna, vid starkare skrupning, skjuta upp över mittpartiet.

Dessa träskens grundaste partier voro före sjösänkningen tätt bevuxna med vass, där en hel del fiskar hade ett omtyckt hemvist; och som vassen ännu icke hunnit nämnvärt sprida sig till de uppgrundade områdena, vilka f. ö. äro de gamla till arealen mycket underlägsna, har sjösänkningen varit till stort men för fiskstammen, som också i följd därav väsentligen decimerats.

Ett annat iögonenfallande drag i detta områdes geografi är den markerade *strandterrass*, som trätt i dagen i följd av sjösänkningen, och varpå samma Tav. 1 är ett upplysande exempel (jämför även Tav. 2). Såsom jag vid ett föregående tillfälle framhållit,¹ utgöres denna strandterrass av »kalksten och tyckes hava bildats därigenom, att den ovan sjöns yta varande delen av klinten länge (under större delen av den senkvartära tiden) varit utsatt för atmosfäriernas arbete och därigenom åverkats mera än dess sublakustrina del». Denna senare visar emellertid inom långa sträckor utpräglade korrosionsfenomen av ganska egendomlig form, nämligen närmelsevis vertikalt gående markerade fåror, skilda åt av utåt starkt tillskärpta, ej sällan anastomoserande ryggar (fig. 14). Ibland, men framför allt i lösa stenar, stromatoporer o. s. v., märkas mera djupgående korrosionsfenomen av andra former, eller dels mer eller mindre djupa, vanligen jämförelsevis skarpt avsmalnande gropar av typen »Tåkerns getingbon», dels oregelmässig, djupt gående sönderfrätning av kalkstenen. Fig. 15 visar alla dessa tre korrosionsformer hos en och samma stuff, en Stromatopor, vars spetsiga del (den nedåt riktade), som innesluter små koraller i symbios med Stromatoporen, suttit innesluten i berget och därigenom skyddats, medan den övriga, i vattnet framskjutande delen korroderats. Såsom synes, är gränslinjen mycket skarp.

Fenomenen i fråga äro med all sannolikhet uppkomna genom kombinerad kemisk och biologisk-kemisk utlösning av kalken, som sedan delvis åter utfällts i form av bleke i träskets vatten, sannolikt under förmedling av alger. Beloppet av denna

¹ HENR. MUNTHE: Studier över Gottlands senkvartära historia, sid. 166—167.

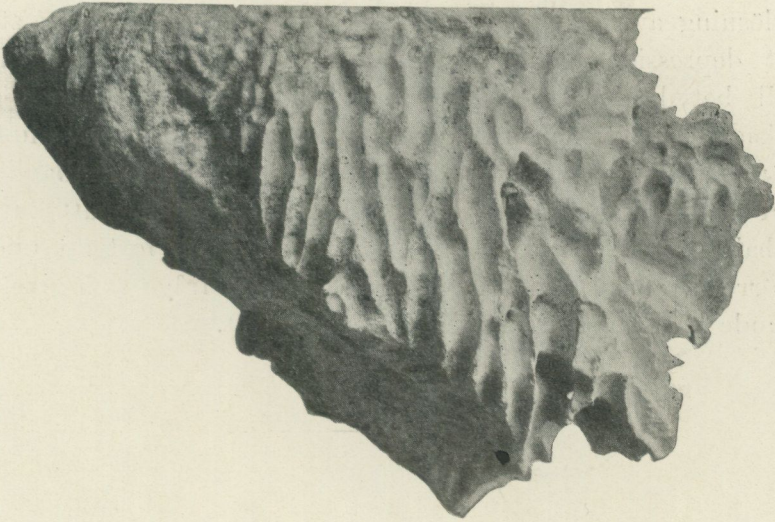


Fig. 14. I ungefär vertikal led korroderad kalksten. Sigvalda träsk, Etelhems s:n. $\frac{1}{2}$.

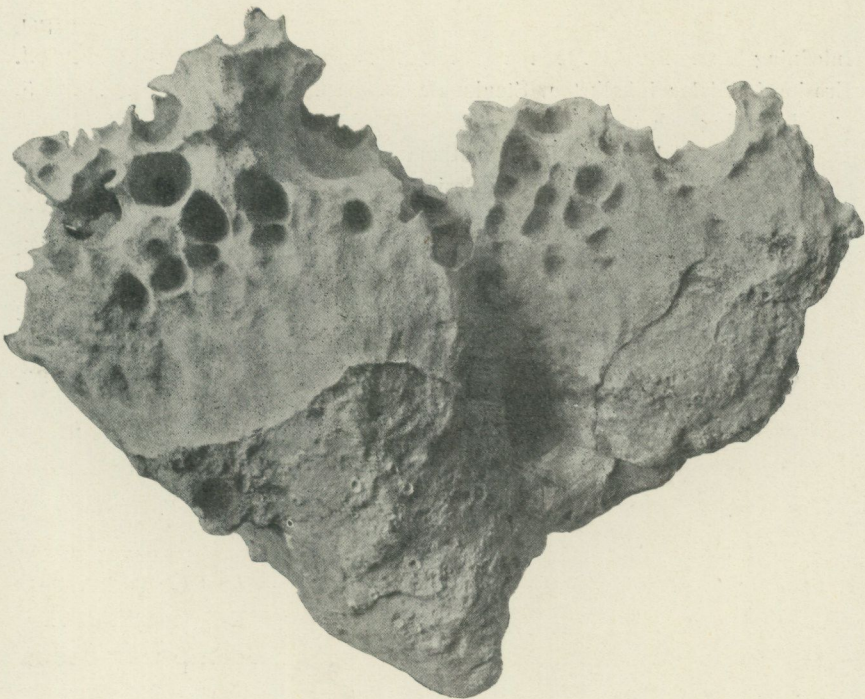


Fig. 15. Delvis starkt korroderad Stromatopor. Sigvalda träsk. $\frac{1}{2}$.

utlösning av kalkstenen har tydligtvis dock icke varit så stor, att depressionen därigenom nämnvärt förstorats, och i varje fall betydligt mindre än den förnämligast av vittringen orsakade detraktionen av den supra-lakustrina delen av klinten närmast träsket. Genom detaljundersökning av förhållandena här skulle säkerligen ett tämligen tillförlitligt mått kunna erhållas på dessa båda slag av vittring, som fortgått under större delen av den senkvartära tiden, en fråga som givetvis kunde vara av stort intresse att få belyst.

INNEHÅLL.

	Sid.
Inledning	3.
Erosionsdalar i kalksten, Stenkumla socken	5.
Inledning och översikt över områdets allmänna geologiska byggnad och en del geografiska förhållanden	5.
Erosionsdalarna och deras genesis	7.
Linde—Etelhem-området	15.
Inledning	15.
Översikt över områdets allmänna geologiska byggnad och en del geografiska förhållanden	17.
Detaljbeskrivning av den småkuperade terrängen	20.
Områdets kvartära utvecklingshistoria	33.

Summary.

The preceding paper gives a description of **some glaciofluvial erosion phenomena in the limestones of the island of Gotland.**

In the **introduction**, pp. 3—5, is given, at first, a short survey of *the topographical conditions of the island*, the surface of which, upon the whole, may be said to be tolerably even, apart from some long shore-cliffs, here and there some inland steeps and hills of limestones. The topography is closely dependent on the bed-rock, which is built up principally of a series of nearly horizontal bedded limestones resting upon marl-shales and marly limestones etc. Contrary to the bed-rock, the Quaternary deposits resting upon it commonly show no marked hills nor depressions.

Locally, however, a relatively broken ground is met with, which resembles the broken ground of the Swedish Archæan district, and the author is of opinion that this ground in Gotland may in part be ascribed to *the erosive action of glacial rivers*.

With *glacial erosion* sens. lat. the geologists principally mean the work of the ice itself as well as of its bottom-moraines, whereas the erosive action of ice-rivers seems to have been generally overlooked. As to northern Sweden, however, Prof. HÖGBOM and, more recently, Dr. GAVELIN have given some examples of this kind of erosion.

Pp. 5—15 give a description of **valleys in limestones in the parish of Stenkumla, eroded by ice-rivers.** (Cfr. the map A, Pl. 3.) At first a survey is given of *the general geological and geographical conditions* of the district. To the

NW. there is a limestone plateau, the SE:ern part of which is commonly 60 to 65 metres above sea-level. On the SW., this plateau is bounded by a marked slope (of limestones) and then a broad valley follows, the bottom of which is about 36 to 37 metres above the sea.

Into this limestone slope open, more or less directly, *13 small marked and straight valleys*, which run nearly parallel through the plateau in a NE.—SW. direction. Their width is from about twenty to thirty metres, their depth six to nine metres, and their length commonly from two hundred metres to half a kilometre. (Cfr. figs. 1, 2, and 3). As the bottoms of the valleys generally contain glaciofluvial gravel and sand and as, in the continuation of one of them, there are some giant-kettles (fig. 4), which may be thought to have been formed by a glacial river, the author is of opinion that the same is the case with the valleys, the glacial rivers having run from the SW. Possibly the location of the valleys may in part be due to old fissures in the limestone.

As the district was covered by the late-glacial Baltic, when the marginal portions of the ice-sheet melted away, the valleys and the giant-kettles must have been formed below the surface of the sea.

Glaciofluvial valleys of the same type are common also in some other limestone plateaus and slopes of Gotland.

Pp. 15—33 contain an account of *the glacial and glaciofluvial phenomena of the Linde-Etelhem district* (Cfr. the map B, Pl. 3).

First is given a review of some earlier papers dealing with the small lakes characteristic of the middle part of this district, as LINDSTRÖM's paper of 1867 in which is given a description of the ordinary very shallow lakes of Gotland as a contrast to the deep ones here, the papers published by NATHORST in 1886 and by the author in 1902, both assuming these lake depressions to be faulted-down portions of the bed-rock, an opinion no longer embraced by the author, he and VAN HOEPEN having, independently of each other, in 1910 advanced the view that the depressions in question

are formed by glacial erosion. Then a survey is given of the general geological and some geographical features of the district, which the author divides into three zones (Cfr. the map B), viz.

- 1st *The NW:ern even zone;*
- 2nd » *middle or broken ground zone;*
- 3^d » *SE:ern even zone.*

Within the 1st zone, which is about 50--65 metres above sea-level, the rock is commonly a bedded, crystalline limestone, for the most part covered by Quaternary deposits; it is without lakes and nearly also without peat-bogs. Contrasting with this zone, that of the 2nd is a broken district including plenty of hills of reefy limestone, which in places rise 20 to 25 metres above the surface of the numerous small lakes 10 to 15 metres deep bounding the northern, western and eastern sides of some of the hills in question. Moreover, peat-bogs (old lakes filled up with lake-marl and peat) are comparatively numerous and in part extensive, and this is the case with the bedded limestones, which also form extensive even areas within the district. (Cfr. the map B). Here the glacial deposits play a quantitatively less important rôle. The mean height of this 2nd zone above sea-level is about 30 to 40 metres.

The 3^d zone, finally, is again, like the 1st more even, the marl-shales forming the ground below the extensive Quaternary deposits, among which the peat is rare. It is totally without lakes. The mean height above sea-level is only about 15 metres.

On pp. 20--33 is given a more detailed description of the broken country of the 2nd zone. (Cfr. map B and figs. 5--13 as well as Pls. 1 and 2).

The first illustration is taken from *Hagebyträsk* (träsk = small lake) SW. of the church of Etelhem (Cfr. map B and figs. 5, 6, and 7).

Here ascends from the little lake to the SE. of it a marked steep, which is built up principally of two knobs of reef-limestone (commonly reddish-brown and greenish As-

coceras limestone), to the South overlaid by fine-grained crystalline bedded limestone dipping gradually more gently southwards from the southern parts of the reefs and less gently WSW. from the WSW:ern part of the eastern reef. Originally this bedded limestone has, no doubt, here and at other localities overlain the reefs as a mantle. The depression of the present lake continues on the W. and E. sides of the hill, but is there, as also in part to the N., filled with lake-marl, peat, etc. The exterior sides of the depression are bounded by a gentle slope of moraine-marl, which, together with late-glacial marl and sand, forms layers between the postglacial lake-marl and the bed-rock.

A clue to the explanation of the way in which this broken ground has originated, is given by the following facts. E. of the western reef-knob there is a valley of nearly the same shape as have the valleys in Stenkumla mentioned above, and, besides, its bottom contains also here glaciofluvial gravel and sand. Moreover, at the top of the eastern reef there are some irregular depressions, which probably have been formed through erosion by a glacial river. Such valleys (with gravel and sand) and depressions have been found also elsewhere in the district (at Sigvaldaklint, Pl. 2 and fig. 13), at Broklint (figs. 8—10, etc.) and, besides, true glaciofluvial osar are not uncommon here. (Cfr. the map.)

The Quaternary history of the district may, therefore, be about as follows. (Cfr. pp. 33—36).

In Pre-Quaternary time the numerous reefs occurring here have been covered by bedded limestone, which, contrary to the unbedded, more compact and resistant reef-limestone had plenty of vertical fissures and, therefore, could more easily be affected by weathering, running water, and, finally, by the land-ice and its bottom-moraines. The consequence was that the more prominent portions of the bedded limestone were destroyed and carried away by the land-ice, and this happened especially on the push-side, not on the lee-side of the reef-knobs. Therefore, the bedded limestone is commonly remaining on the southern side of the reef-knobs, the ice

having moved in a nearly southerly direction. Then the reefs themselves have been somewhat worn down, principally on their northern sides.

When the ice-border melted away, leaving behind the bottom-moraine, *inter alia* in the erosion depressions of the reefs, the ice-rivers began their work, eroding locally at first the bottom-moraine and, lastly, the reefs and other rocks, giving rise in places to small valleys with glaciofluvial gravel and sand, elsewhere to more irregular depressions or giant-kettles. The depressions, which were then filled with water, have afterwards been filled, totally or in part, with late-glacial sand and marl as well as with postglacial lake-marl and peat. In early postglacial times the district, therefore, had a quite different character from that of to-day, more especially by being richer in lakes, but without spruce (*Picea excelsa*), which immigrated afterwards.

Finally the author mentions (pp. 36—38) the occurrence, in the lower portions of some reef-knobs, of a *marked terrace* brought to light when the small lakes were recently in part drained. (Cfr. Pls. 1 and 2.) They arose from the subaëral weathering of the cliffs above the lake-level during nearly the whole Late-Quaternary period, whereas the sublacustrine parts of the cliff have not weathered in such a degree and, therefore, are commonly somewhat more prominent. However, the portions of limestone recently laid bare often show highly marked *corrosion phenomena*, such as more or less vertical furrows divided by sharp, sometimes anastomosing ridges (cfr. fig. 14), deep funnel-shaped cavities, etc. through which the limestone has been somewhat eaten away (fig. 15).

A more detailed study of the amount of this weathering and corrosion will surely be of great interest, as they have taken place within a tolerably fixed space of time.

Förklaring till Tav. 3.

Underlaget till kartan A, *Stenkumla socken*, är Generalstabens mätblad i skalan 1 : 50 000 och till kartan B, *Linde—Etelhem-området*, Generalstabens karta i skalan 1 : 100 000.

Bland *tillägg* till svarttrycket må nämnas:

Å båda en del *höjdsiffror* efter af förf. gjorda tubavvägningar; å kartan B dessutom en del *namn* på *träsk* och *klintar*, där detta ansetts behöfligt.



G. Holm fot.

Ramklint stigande ur Ramträskis östra del. I förgrunden bleke med ytlagret torkat och söndersprucket.



H. Munthe fot.

Sigvaldaträsk med Sigvaldaklint, sedda från Ö. Det vita bältet närmast utanför den mörka, starrbevuxna förgrunden är bleke, som kommit i dagen i följd av sjösänkning. Vid klintens fot synes den genom sänkning framkomna strandterrassen.

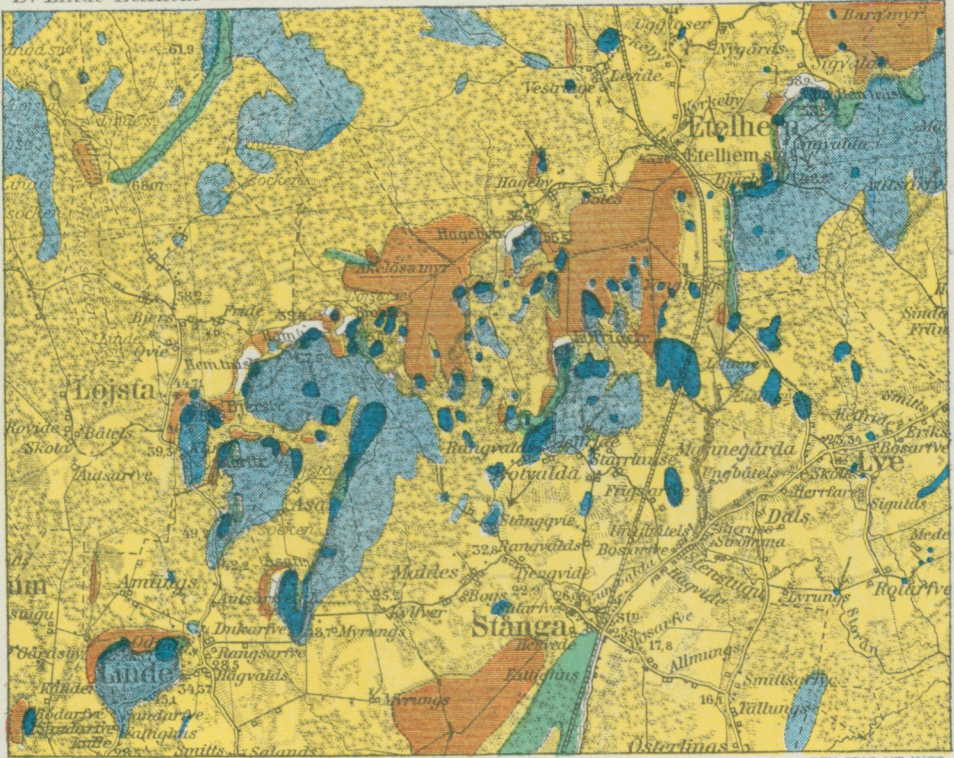
A. Stenkumla socken



Kartor belysande
glaciofluvial erosion
å
GOTTLAND
av
Henr Munthe 1913.

- Torv och bleke.
 - Isällsgrus och-sand.
 - Övriga kvartära lager (Mörånsmärgel, glacialmärgel, sand och grus m.m.)
 - Lagrad, mest kristallinisk kalksten.
 - Revkalk (mest *Ascoceras*-kalk)
- √ Rättfior
 o Jättegrutar

B. Linde-Etelhem-området



Skala (A- 1: 50 000 0 0,5 1 1,5 2 2,5 km.
 (B- 1: 100 000 0 1 2 3 4 5 km.)

GEN. STAB. LIT. ANST.

