

OM ÖLÄNDSKA RAUKAR

AF

JOH. GUNNAR ANDERSSON.

MED EN TAFLA.

MEDDELDAT DEN 13 MARS 1895.

GRANSKADT AF A. G. NATHORST OCH A. E. TÖRNEBOHM.

STOCKHOLM 1895.

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Ett utmärkande drag hos det gotländska strandlandskapet öfver vida delar af ön äro de i den fasta hällen fotade, ofta synnerligen fantastiskt formade kalkstenspelare, som af folkspråket erhållit namnet raukar. Från systerön Öland känner man däremot hittills inga dylika bildningar.

Då jag under 1893 års sommar för palæontologiska arbeten vistades på norra Öland, anträffade jag emellertid en större samling verkliga raukar. Visserligen kunna dessa på intet vis täfla med de gotländska i höjd och i fråga om djärfva, vackra former, men redan en förberedande granskning af denna öländska raukgrupp visade, att den representerar alla utvecklingsstadier från det första raukanlaget till nästan fullständigt isolerade pelare samt att den äfven i öfrigt erbjuder synnerligen enkla, lätt öfverskådade förhållanden. Då sålunda förloppet vid dessa raukars bildning jämförelsevis lätt borde kunna i detalj följas, utfördes förliden sommar, då jag ånyo med understöd af Vetenskaps-Akademien besökte trakten, en närmare undersökning af desamma i hopp att finna en säker utgångspunkt för vidare studier öfver det svårtydda raukproblemet.

I det följande lämnas en redogörelse för denna undersökning. Efter en öfversikt af traktens strandtyper, skildras det sätt, hvarpå vertikalsprickor verkat orienterande vid isoleringsarbetet, och därefter beskrifvas de tre, af olika abraderande krafter karakteriserade stadier, som i raukbildningen kunna urskiljas. Till sist diskuteras sambandet mellan raukbildningen och strandliniens förskjutning, samt lämnas en öfversikt af den raukförande strandens olika utvecklingsskeden.

De i texten införda figurerna äro dels teckningar, som efter fotografier af författaren blifvit utförda af G. LILJEVALL, dels skematiska profiler, bland hvilka fig. 6 och 13 ej speciellt hänsyfta på den här beskrifna raukgruppen, utan afse att belysa en allmän diskussion af raukbildningen.

Allmän öfversikt af traktens strandtyper.

På norra delen af Ölands vestra kust, vid Horns udde och närmast norrut företer stranden vexlande utbildningsformer, af hvilka några väcka en liflig erinran om gotländska strandtyper.

På nordsidan af Horns udde bilda kambro-silurlagren mot hafvet en väldig tvärbrant med framspringande krön. Vid dess fot blottas under lågvatten en smal strandremsa bildad af en kambrisk sedimentbreccia, och i vattnet därutanför ligga stora, parallelipipediskt formade partier af asaphidkalk, hvilka nedstörtat från brantens öfre del. Denna brant liknar i hög grad »huk»-bildningarna vid mynningen af Kapellshamnsviken på norra Gotland.

N. om Horns udde blir stranden lägre och föga brant. Samtidigt sänka sig silurlagren, så att man redan vid Ålkistan, mynningen för Hornsjöns utlopp, finner den undre, glaukonithaltiga asaphuskalkens lägsta skikt i eller nära hafvets yta. Längre norrut, S. om Byerums sjöbodas, belägna vid sydgränsen för Böda kronoskog, bildar asaphuskalken en högst 4 m. hög strandbrant, hvilken är styckad i talrika fristående klipp-partier, utgörande den rauksamling, som här nedan skall beskrifvas.

Nedanstående skematiska profil (f. 1) samt fig. 2 och 3 afse att lämna en allmän öfverblick af raukgruppen. För profilen i dess helhet gäller, att höjdschalan är tio gånger större än längdschalan; däremot är hvarje enskild rauk tecknad i naturliga relativa dimensioner, i följd hvaraf endast helt få, ungefär en tiondel af det verkliga antalet, kunnat på figuren inrymmas.

Raukarna förekomma uteder stranden på en sträcka af ungefär 600 m., och antalet af jämförelsevis fristående partier är omkring 120, en siffra, som naturligen efter godtycke kan sättas några tiotal högre eller lägre.

I samlingens södra del äga raukarna sin största höjd, 4 m. eller föga mindre. Deras lägre del, som består af glaukonithaltig asaphuskalk, är ofta bred och bär en eller flere smala toppar af glaukonitfri kalk. (Se till höger på f. 3). Innanför dessa nästan fullständigt isolerade raukar och i jämnhöjd med deras öfre del ser man talrika uddar och utsprång af kalkstensplatån, gamla, ofullbordade raukanlag,

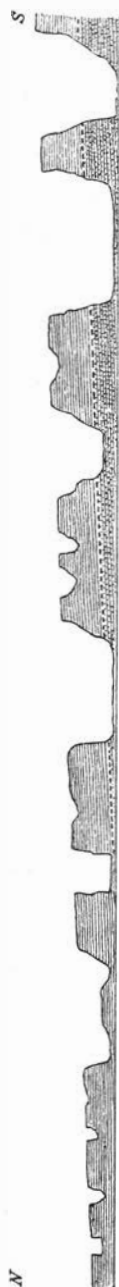


Fig. 1. Den streckade linien utmärker öfre gränsen för den glaukonithaltiga asphuskalken,

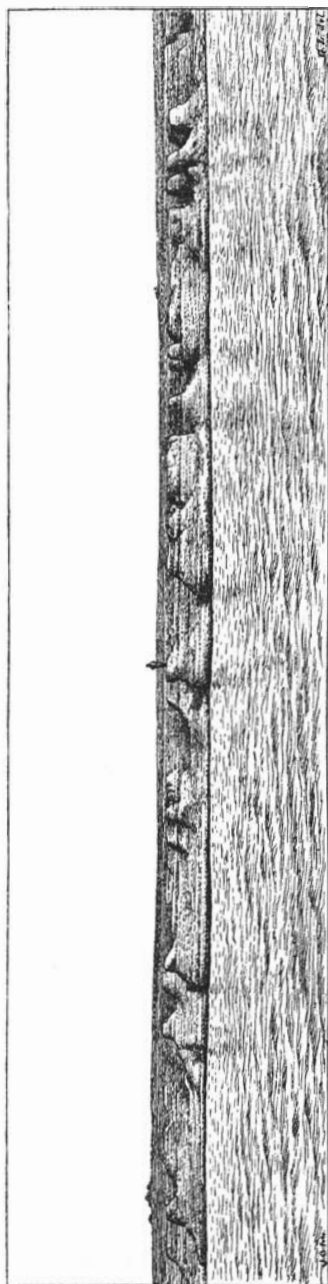


Fig. 2.

hvilkas utbildning, som nedan närmare skall visas, på grund af sekulär höjning sannolikt afstannat.

Mot norr sänker sig den i raukar styckade branten i öfverensstämmelse med kalklagrets stupning, raukarna blifva lägre, och den undre, glaukonitrika kalken försvinner under hafvets yta.

Norr om raukgruppen följer en grund, sandig bukt, hvilken tjänat som källa till en liten dynkedja.

Isoleringsarbetet är orienteradt efter vertikaldiaklaser.¹

Det torde vara ett vida utbredd antagande, att raukarna i allmänhet utgöra den styckade strandbrantens hårdaste, mest motståndskraftiga partier, hvilka trotsat hafvets abradande inverkan.

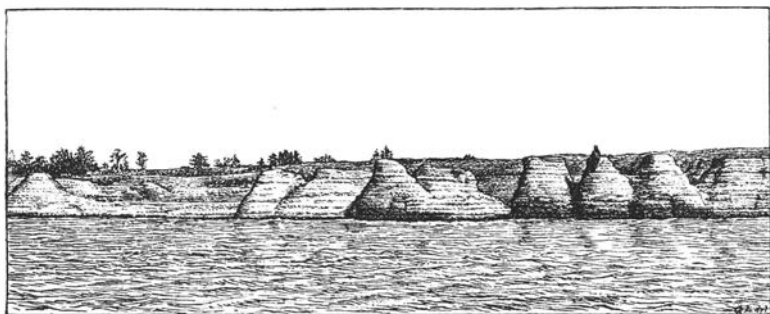


Fig. 3.

För de gotländska raukarnas vidkommande har prof. LINDSTRÖM visat, att detta förklaringsätt åtminstone i många fall ej äger någon tillämpning, och han framställer möjligheten af att sprickor verkat orienterande vid styckningen.²

I det kalkstensparti, som bildar den här beskrifna raukgruppen, existerar ingen olikformighet i hårdhet inom samma nivå. Däremot hafva talrika vertikaldiaklaser lämnat den orientering, som ledt till det abnorma abrasionsresultatet.

¹ Rörande den här använda terminologien hänvisas till:

Richthofen, Führer für Forschungsreisende, Berlin 1886.

Walther, Lithogenesis der Gegenwart, Jena 1894.

Då abrasionsförloppet inom en raukgrupp är synnerligen kompliceradt, har jag för att kunna i detalj skildra detsamma dessutom måst tillgripa en del nya uttryck.

² G. LINDSTRÖM, Om postglaciala sänkningar af Gotland. Geol. Fören. Förhandl. Bd VIII. p. 269, 270.

Längst mot norr, vid Byerums sjöbodar är den ofvan beskrifna strandplatån knappt meterhög och består ända ned till vattenytan af den öfre, glaukonitfria kalken. Denna låga kalkplatå är en lämplig utgångspunkt vid studiet af raukarernas bildning. Såsom framgår af den skematiska profildeckningen fig. 4, är den uteder korsade vertikalsprickor sönder i smärre partier med en medelgenomsärning af 4—5 m. Styckningsarbetet, som tydligen utförts af hafvet och vid hvilket de vertikala diaklaserna bildat de svaga angreppspunkterna, har förlöpt på tvenne olika sätt,

dels såsom *korrasion* uteder en spricka (a på f. 4),

dels som *afspjälkning* mellan två sprickor (b på figuren).

I det förra fallet visa småplatåernas från sprickan mer eller mindre brant uppstigande sidor en tydligt jämnslipad nötnings- eller korrasions-yta. Måhända får styckningen i detta fall ej uppfattas såsom ett rent korrasionsfenomen.



Fig. 4.

Möjligt är, att en uteder sprickan mest kraftigt verkande vittring underlättar arbetet för de med klapper beväpnade vågorna. Vittringens inflytande under detta stadium af raubbildningen är mycket svår att bestämma; de nedan beskrifna sprickyornas friska utseende antyder måhända, att detsamma här är föga betydelsefullt. Att vittringen under raubbildningens andra stadium spelar en mycket viktig rol, skall nedan visas.

Vid afspjälkning mellan tvenne sprickor löpa dessa ungefär parallelt med hvarandra på ett afstånd, som i allmänhet ej öfverskrider 1 m. och hvilket alltså är betydligt mindre än de omgifvande sprickfria småplatåernas genomsärning (4—5 m.). I detta fall utgöras platåernas sidor af vertikala, släta sprick- eller förklyftningsytor.

Detta första bildningsstadium, som vi iakttagit hos dessa raukanlag, kan benämnas *korrasions- och afspjälkningsstadiet* och karakteriseras dels af de klapperväpnade vågornas nötande inverkan, dels genom afspjälkning af större, sammanhängande stycken, allt efter orientering af vertikaldiaklaser. Under detta stadium formas raukens omkrets i grofva drag. Det

efterföljande utmodellerandet i detalj tillkommer, som nedan skall visas, ett helt annat förlopp.

Äfven längre söderut, där raukpartierna äro högre och bildningsprocessen i följd däraf ingått i andra stadier, kan man lätt iakttaga, hurusom vertikaldiaklaser verkat orienterande vid kalkklippans styckning. Synnerligen upplysande i detta afseende äro de kanal- eller nischformade urhålkningar, som afbildats på fig. 5 och å taflan, f. 2. Fig. 5 är en vid basen meterbred kanal, löpande parallelt med stranden och begrän-



Fig. 5.

sad af vackra sprickytor, som nedåt fortsättas af tydliga diaklaser. De kanalen begränsande raukpartierna äro sprickfria, däremot, i synnerhet det inre, inneslutna af tydliga sprickor.

Taflan, f. 2 visar en betydligt större kanal, som är belägen vinkelrätt mot stranden. På grund af bildens likhet med gotländska årännor har prof. LINDSTRÖM uttalat den förmodan, att kanalen möjligen kunde vara en erosionsprodukt. Tyvärr föresväfvade mig icke denna möjlighet vid undersökningen i fält, och jag försummade därför att eftersöka en motsvarande erosionsrännan närmast inåt ön. Förhållandena i trakten göra emellertid en sådans tillvaro högst osanno-

lik, och en undersökning af själfva kanalen synes utvisa, att en abrasionsprodukt föreligger. Fotografien visar tydligt, att den 2,5 m. breda kanalen begränsas af tvenne parallela, i O.—V.-lig riktning löpande, synnerligen kraftigt utbildade diaklaser. I kanalbotten finnas dessutom tre sprickor, parallela med de stora sidosprickorna. Afspjälkningsarbetet har alltså här varit fördeladt på fyra vertikala klippskifvor, belägna mellan fem paralleldiaklaser. De kanalen omgifvande raukpartierna äro däremot sprickfria; i det norras yttersida finnes på en sträcka af 5 m. endast en mycket otydlig spricka, som emellertid gifvit upphof till en liten korrasionssänka.

Denna kanal erbjuder alltså fullkomlig likhet med den på fig. 5 afbildade, hvilken senare löper parallelt med stranden och är en fullt säker abrasionsprodukt.

Sannolikt hafva hafsvågorna, som väl verka tämligen likformigt utefter den å ömse sidor om den förstnämnda, större kanalen rätlinigt löpande strandbranten, funnit sitt denudationsarbete i hög grad underlättadt genom de fem sprickorna och därför just här kunnat utföra ett mycket ingripande arbete. Enligt denna tydning är kanalen att uppfatta som en abrasionsprodukt och som en funktion af paralleldiaklasfrevsens.

Äfven vid pelarformade raukpartier hafva diaklaserna verkat orienterande för isoleringen. Här liksom vid den låga kalkplatån i norr, kan man iakttaga, att styckningsarbetet förlöpt dels såsom afspjälkning mellan närbelägna, parallela sprickor, dels som korrasion efter en spricka, samt att de kvarstående raukpartierna äro utmärkta genom diaklasfattigdom. Taflan, fig. 1 visar ett exempel på korrasion efter en på bilden tydligt framträdande spricka.

Emellertid iakttagar man ej sällan på en eller annan sida en lucka i diaklasbegränsningen kring raukarnas fot. Denna frånvaro af en spricka på ett ställe, där man väntar att finna en sådan kan bero antingen därpå,

att hafvet utan orientering genom en diaklas abraderat ut den brant, som på ifrågavarande sida (i detta fall oftast mot hafvet) begränsar rauken,

eller ock möjligen därpå, att abrasionen nått ned till diaklasens botten, hvarigenom diaklasen fullständigt försvunnit.

Båda dessa fall torde kräfva en närmare utredning.

1. Hafvet har abraderat fram en (i allmänhet mot det samma vänd) raukbrant utan orientering af en diaklas.

Detta förlopp belyses af vidstående skematiska teckning (fig. 6).

Som bekant framkalla vågorna, då de bryta på en strand, en förflyttning fram och tillbaka, upp och ned af det på stranden liggande lösa materialet både öfver och under den till lugnt vattenstånd reducerade vattenytan. Denna förflyttning är emellertid kraftigast i vattenlinien, och, då korrasionsens belopp är proportionellt mot de i rörelse varande blockens mängd och storlek, blir vattenlinien *nivån för korrasionsmaximum*, d. v. s. korrasionen skrider där kraftigast framåt. Om alltså en jämn sluttning, mn , vid oförändradt vattenstånd bearbetas af hafsvågorna, förvandlas den ursprungligen raka konturen till en vinklig, mbx, an , med en brantare sluttning (x, a) öfver vattenlinien och ett mot haf-

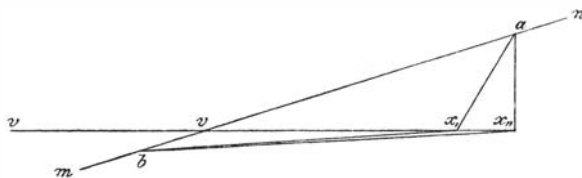


Fig 6.

vet ytterst svagt stupande plan (x, b) under densamma. När korrasionen nått så långt, att det finare materialet ej längre vid maximum af vågrörelse kan sköljas upp till punkten a , förflyttas ej denna punkt vidare genom korrasion, medan brantens lägre delar fortfarande skrida inåt, hvarigenom stupningen ökas, tills branten slutligen blir lodrät ($ax_{,,}$). Om dessutom korrasionen under vattenytan fortskridit så långt, att punkten b sänkts till det djup, att blockrörelsen där är helt svag, verkar korrasionen endast obetydligt vid denna punkt, i följd hvaraf planet bx , genom vattenliniens inåtryckande allt mer ($bx_{,,}$) närmar sig det horisontala.

Genom hafsvågornas korraderande inverkan utbildas alltså ett öfre lodrätt stup, *öfre korrasionsplanet*, och ett under vattenytan beläget mycket svagt lutande plan, *undre korrasions-*

planet, ett förlopp, som tager sig uttryck i bildandet af abrasionsterrasser.¹

Det nu framställda abrasionsschemat kan med lätthet tillämpas på den under beskrifning varande raukgruppen. Det svagt lutande planet bx , återfinna vi, som nedan närmare skall visas, i form af ett tätt under vattenytan beläget, 15—20 m. bredt, längs hela raukgruppen löpande bräm, hvilket bildar den öfre, nästan horisontala begränsningen af en submarin »pall» (jämf. bc fig. 11, p. 15). Af branten ax , finna vi fragmenter i raukarnas mot hafvet vända, ofta lodrätt stupande sida.

2. Abrasionen har nått ner till botten af diaklasen, hvarigenom denne fullständigt försvunnit.

Fig. 7 visar en rauk af ungefär samma utseende som den på taflan, fig. 1 afbildade, med den skillnaden, att den mot land ursprungligen begränsande diaklasen nått endast

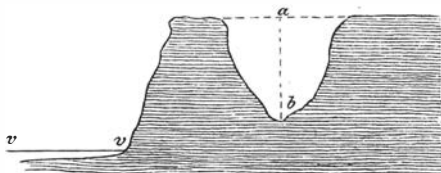


Fig. 7

till b . Genom abrasion å ömse sidor om dess forna vertikala förlopp ab har den fullständigt försvunnit. Raukens mot hafvet vettande brant är bildad enligt det under 1 skildrade förloppet. Endast på raukens N.- och S-sida finna vi diaklasbegränsning.

Något fall, som med full visshet får tydas på detta senare sätt, har ej observerats. Emellertid synes det mycket sannolikt, att denna tolkning vid framtida, mer detaljerade undersökningar bör erhålla en rätt vidsträckt tillämpning.

¹ Den här lämnade redogörelsen för abrasionsfenomenet är ytterst skematisk och behandlar endast en — ehuruval den viktigaste — af komponenterna.

För de senare stadierna i abrasionsförloppet, då den öfver korrasionszonen belägna branten genom af undergräfnings framkalladt nedstörtande successivt skrider tillbaka samt påverkas af fastlandets agentier, se Richtofen, Führer für Forschungsreisende, p. 336, och följ.

Se också nedan om raukbildningens andra och tredje stadium.

Medan de vid isoleringen orienterande diaklaserna bilda den så att säga positiva förutsättningen för raukbildningen, finna vi en negativ sådan i bergartens ringa benägenhet till aflossning efter horisontala skiktfogar. Asaphuskalken, hvaraf dessa raukar bestå, torde mindre än något annat af den öländska asaphidkalkens led tendera till en dylik afsöndring, medan den genom abrasion däremot lätt styckas i smärre bitar efter oregelbundet förlöpande småsprickor.

Tre stadier i raukbildningen, representerade af öfver hvarandra liggande zoner.

På de högsta raukarna kan man urskilja trenne zoner, af hvilka de båda undre stå i samband med olika abraderande krafter, medan inom den öfversta raukbildningen nästan upphört. Då olikheten i beskaffenheten af en rauks yta inom dessa zoner knappast skulle märkbart framträda på en fotografi, tillgrip jag, för att på en bild åskådliggöra zonernas utbredning, det medlet att på ett raukparti med kritfärg uppdraga de ungefärliga gränserna mellan zonerna och sedan fotografera detsamma (fig. 8).

Jag öfvergår till en närmare beskrifning af de olika zonerna.

1. *Korrasions- och afspjälkningszonen.* Som ofvan visats, kan man på de låga raukanlagen i samlingens nordligaste del iakttaga, att raukbildningens primära stadium är en kombinerad korrasion och afspjälkning efter orientering af vertikaldiaklaser. Äfven på basen af de i samlingens södra del befintliga, äldre, höga raukarna, hvilkas öfre del genom sekulär höjning ingått i senare bildningsstadier, verka hafsvågorna korraderande och afspjälkande. Denna raukarnas basaldel är alltså en korrasions- och afspjälkningszon.

I de fall, då isoleringen förlöpt som afspjälkning mellan närbelägna paralleldiaklaser, begränsas raukarnas basaldel af vertikala, släta sprickytor. På taflan, f. 2 framträder detta tydligt, i det att lägre delen af kanalens venstra vägg till en meters höjd består af en slät sprickyta, hvilken ursprungligen begränsat äfven brantens öfre del, men där genom en sekundär vittringsprocess blifvit förstörd. (Se nedan om raukbildningens sekundära stadium).

Då en begränsningsyta uppkommit genom korrasion, visar den mycket tydliga nötningsspår; den är småvågig utan framspringande hörn, jämn för känseln och har en gråhvit färg, betydligt ljusare än den hos en frisk brottyta. Korrasionsytan hålles genom den ständigt återkommande nötningen fri från hvarje växtinvasion; endast några tillfälliga anflog af hafsalger träffas på densamma.

För att erhålla en klar inblick i raukbildningsförloppet under dess primära stadium böra vi söka utreda, i hvilken

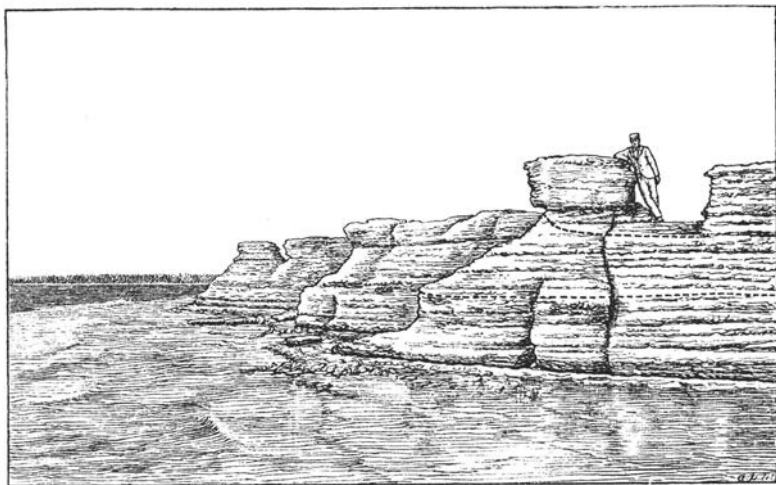


Fig. 8.

mån korrasionszonens höjd och korrasionens intensitet äro beroende af det korraderade planets stupning. Då det under vattenytan liggande korrasionsplanet (bx_{11} , f. 6) utefter hela raukgruppen är ett mycket grundt liggande, nästan horisontalt pallbräm, men det öfre korrasionsplanets stupning växlar mellan 0 och 90°, kunna vi begränsa oss till det fall, att det undre korrasionsplanets lutning är konstant och ringa, medan det öfre planets stupning växlar.

På ett plan med tämligen ringa stupning, t. ex. 30° (f. 9) kunna vågorna föra upp blockmaterial till rätt ansenlig höjd (a, v) och i betydande mängd. Vid en lodrät brant (f. 10) uppstår visserligen ett våldsamt vågbrott, som slungar

upp massor af spol- och stänkvatten öfver korrasionszonens nivå, men, ehuru här ett större vertikalfstånd kan tillryggaläggas på kortare väg, torde vågorna dock föra en mindre blockmängd till en ringare höjd än i det förra fallet ($\alpha, v > \alpha_{II}, v$). Vid ett mycket brant eller lodrätt öfre korrasionsplan tillkommer blockmaterialets horisontala stöt mot brantens lägsta del som en ny korraderande kraft.

Under förutsättning af konstant och ringa lutning hos det undre korrasionsplanet samt lika vågrörelse och blockfrekvens skulle alltså på det öfre korrasionsplanet korrasionszonens höjd och friktionskorrasionens intensitet minskas med ökad stupning hos detta plan. (Här bortses från förhållandena vid öfre korrasionsplan med endast några få graders lutning).

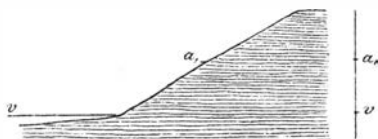


Fig. 9.

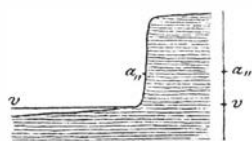


Fig. 10.

Flere fältobservationer bestyrka riktigheten af detta antagande. Om t. ex. inom samma korrasionsplan stupningen växlar på olika nivåer, visa de mer horisontalt liggande partierna de kraftigaste nötningsspåren. Dessutom ser man vid jämförelse mellan närbelägna branter, att korrasionszonen på de långsluttande stiger högre upp med tecken till kraftigare korrasion. I en bred öppen bukt i kalkplatån, där klippbranten äger en stupning af 12° , är korrasionszonens höjd 2,4 m., medan den på en bredvidstående rauks lodräta brant mot hafvet endast når upp till 1,2 m. I bukten äro nötningsspåren vid 2 meters höjd ännu lika kraftiga som vid raukens fot.

Emellertid kan vexlingen i korrasionsplanets stupning helt visst icke ensam förklara de observerade förhållandena. En bidragande orsak är olikheten i blockfrekvensen på skilda punkter. Långsluttande korrasionsplan träffas företrädesvis i vikar och bukter i kalkplatån mellan och bakom de fristående raukarna. Kring dessa sistnämnda, isolerade, af nästan lodräta branter begränsade klippor finnas inga eller få block,

medan klappertillgången i de innanför liggande buktarna är mycket ymnig, hvilket ger anledning till en mer utsträckt och kraftigare korrasion på sistnämnda ställen.

En annan medverkande faktor är sannolikt sambandet mellan vattenstånd och vindriktning. Om nämligen den mest abrasionskraftiga vågrörelsen, d. v. s. den, som förorsakas af intensiva pålandsstormar, inträffar samtidigt med högvatten, kan detta, som nedan skall visas, verka höjande på abrasionsbeloppet i de inre, med långsluttande sidor försedda klippbukterna.

Fig. 11 är en skematisk tvärprofil af den i raukar styckade strandklippan, med en af lodräta sidor begränsad rauk samt en bakom denne belägen bukt med långsluttande sidor. Vid vattenståndet v , täckes det undre korrasionsplanet (bc) af ett endast helt tunnt vattenskikt, och, om också vågrörelsen utanför på djupare vatten är rätt häftig, minskas dess styrka i hög grad under vägen öfver detta flacka pallbräm, och den når strandens klippbranter med mycket reducerad abrasionskraft. Rauken påverkas genom sitt läge närmare pallranden (c) af en kraftigare vågrörelse, men i den bakom rauken belägna bukten gynnar den svagare stupningen en mer utsträckt korrasion.

Vid högvatten v_1 , under häftig pålandsstorm gestaltar sig förhållandet helt annorlunda. Liksom i förra fallet bryta vågorna våldsamt öfver pallranden, hvilket med ens förtager en del af deras styrka, men de fortsätta dock med en anseelig återstod af kraft in till strandbranterna. Raukens lodräta stup ger anledning till ett nytt vågbrott, som slungar massor af spolvatten upp öfver kalkpelaren. Vågbrottets ensidiga tryck kan till och med bräcka loss raukens öfre del utefter en

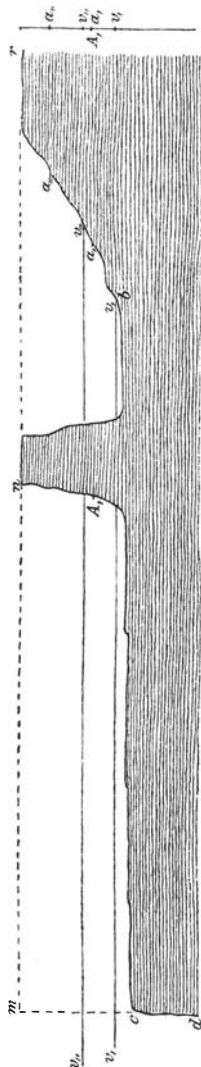


Fig. 11.

svag skiktfog (fig. 12). Men det på pallbrämet vid raukens fot befintliga blockmaterialet ligger nu för djupt under vattenytan för att kunna bringas i en korrasionskraftig rörelse, och nötningen på raukens lodräta sida blir vid detta vattenstånd alltså ytterst ringa.

I den inre bukten däremot är brantens stupning så obetydlig, att ymnigt blockmaterial äfven vid detta vattenstånd kan kvarligga i vattenlinien. Vågorna hafva därför här tillgång till det vapen, som gifver dem deras korrasionsförmåga, och detta i förening med vågrörelsens intensitet, som nu är större än vid ett lägre vattenstånd, förorsakar en kraftig och ända till a_{11} utsträckt korrasion.

På grund af detta förlopp sträcker sig den lodräta raukbrantens korrasionszon endast upp till A_{11} , medan samma zon

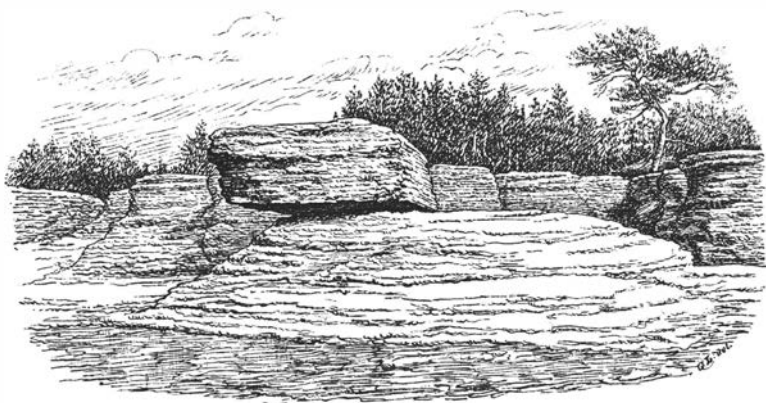


Fig. 12.

på den inre, svagare stupande sluttningen omfattar det betydligt större vertikalfästet a_{11} , v_{11} .

Det återstår oss nu att pröfva, huruvida korrasionskraftiga stormar vid den beskrifna raukgruppen åtföljas af högt vattenstånd. Helt visst är väl, att nordliga vindar, som drifva öppna hafvets stormvågor in i den långsträckt trattformiga norra delen af Kalmar sund, där framkalla en kraftig bränning äfven mot den öländska stranden. Enligt de observationsjournaler från fyren på Ölands norra udde, som jag genom kommandörkapten F. MALMBERGS välvilliga tillmötesgående kommit i tillfälle att genomse, äro årets högsta

vattenstånd i allmänhet åtföljda af intensiv nordlig storm.¹ Emellertid når hafsytan (reducerad till lugnt vattenstånd) vid dessa högvattensstormar endast 0,5—0,7 m. upp på de lodräta raukbranterna, och vågrörelsen torde därför äfven då vara i någon mån korrasionskraftig vid deras fot.

Vi hafva i det föregående sökt visa, att flere omständigheter, nämligen rauksidornas lodräta stupning, den ringa klappertillgången kring de isolerade raukarna samt korrasionskraftiga högvattensstormar samverka till att göra korrasionen på de utbildade raukarna relativt svag och föga utsträckt. Detta förklarar den betydande resistensen hos dessa skenbart så motståndssvaga och bräckliga klipp-pelare.

2. *Ablationszonen.* Då genom den långsamt skeende landhöjningen den öfversta delen af ett ungt, lågt raukanlag nått upp öfver den nivå (*a* på fig. 6), dit det finaste korraderande materialet vid maximum af vågrörelse sköljes upp, eller med andra ord öferskridit korrasionszonens öfre gräns, träda andra denuderande krafter, vittring och ablation i förgrunden. Redan under korrasionsstadiet spelar väl vitttringen en viss rol, men den ständigt upprepade nötningen aflägsnar genast det i någon mån uppluckrade materialet och bibehåller en frisk korrasionsyta. Inom den högre upp ligande ablationszonen gestaltar sig saken helt annorlunda. Hit når endast det vid vågbrottet uppslungade vattnet, hvilket spolar öfver branten, men är vanmäktigt gent emot den friska sammanhangskraftiga bergarten. Här får alltså vitttringen ostörd verka. Den släta sprick- eller korrasionsytan förändras, så att stenen under lupp visar sig porös och smågropig med framvittrade små fossilfragment. I latent småsprickor tränger vittringen raskt framåt och söndrar klippan i högst decimeterlånga bitar med en tjocklek af en eller två centimeter, så att ytan till sist består af ett groft, kantigt, föga sammanhängande vittringsgrus, hvarpå vågbrottets spolvatten lätt kan verka ablaterande.²

¹ Då dessa nordliga högvattensstormar alltid inträffa under vintern (november—januari), kunde måhända invändas, att fast kustis ofta kan hindra vågrörelsen att framtränga till stranden. Emellertid har fyrmästaren A. G. LAGSTRÖM om denna sak godhetsfullt meddelat följande:

»Från Byxelkrok inåt Kalmar sund förbi Horns udde kan, då stränga vintrar inträffa med stilt och laber bris, lägga sig fast is, som vid storm eller hård bris dock strax bryter upp igen.»

² På taflan, f. 2 visar den kanalen till venster begränsande branten synnerligen tydligt kontrasten mellan basaldelens släta diaklasbegränsning och den öfre, grusigt skrofliga vittringsyten.

Då karakteren hos raukbranternas lafvegetation i viss mån kan tjäna till bedömande af ablationens intensitet inom de båda öfre zonerna, hafva några stuffer för undersökning lämnats till docenten R. SERNANDER, som godhetsfullt meddelat följande:

»Profven från ablationszonen innehålla:

Små svarta thallusflikar af archilichener, troligen däribland *Verrucaria* sp.

Caloplaca sp.

Dessa bilda ingen sluten formation, utan förekomma som tätt och jämnt strödda kolonister af några få mm. storlek på den smågropiga stenytan. De äro utan apothecier, små och outvecklade. Intet »lafanflog» torde vara äldre än ett par år. Utvecklingen af lafvegetationen tyckes vara i hög grad hämmad genom vågstänket. De svarta lafanflogen äro ofta mer eller mindre calcivora.»

Den förnämsta hämmande inverkan vid lafvegetationens utveckling är, som af SERNANDER framhålles, helt visst det nästan ständiga saltvattensstänket, och man får af ofvanstående uppgifter naturligtvis alls icke sluta, att lafanflogens dvärgväxt och ringa ålder skulle vara betingade af ablationens intensitet. Helt visst framskrider denna betydligt långsammare, och de enda fullt säkra ablationsspåren utgöras af de, förnämligast inom vittringszonens lägre del talrika, några kvdm. stora fläckar, inom hvilka vittringsgruset af spolvattnet nyligen bortsköljts, så att friskare, motståndskraftig, ännu vegetationslös bergart blottats.

Uppgifterna om ablationszonens sparsamma vegetation erhåller sitt förnämsta intresse vid en jämförelse med den nedan lämnade skildringen af stilleståndszonens slutna laftäcke.

Vittringsförloppet är här sannolikt rätt kompliceradt. Viktigast är väl den kemiska vittringen i form af lösning genom det nästan ständigt öfverspolande hafsvattnet. Af betydelse är sannolikt också frostsprängning under vintern, och organisk vittring genom calcivora lafvar spelar en, om också ringa rol.

En intressant, ehuru svår uppgift är bestämmandet af denudationens belopp under detta raukbildningens sekundära stadium. Iakttagelser på rauksidor, som ursprungligen äfven i sin öfre del varit släta, vertikala spricktytor, synas antyda,

att ytan genom kombinerad vittring och ablation flyttats åtminstone några dm. tillbaka. Emellertid representerar korrasionszonen helt visst det kvantitativt mest betydande abrasions- och isoleringsarbetet, medan ablationsförloppet är att betrakta som ett sista utmodellerande i detalj af raukens form.

3. *Stilleståndszonen*, den färdigbildade raukdelens zon, omfattar sidobrانتens öfversta del samt den horisontala toppytan. Morfologiskt öfverensstämmer den med vittringszonen däruti, att ytan består af ett groft, kantigt vittringsgrus, men skiljer sig från denna genom förekomsten af ett slutet laftäckte. Rörande detta meddelar docenten SERNANDER följande:

»Lafvegetationen på stilleståndszonen utgöres efter de meddelade profven af:

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.

Caloplaca sp.

Lecanora albescens (HOFFM.) Th. Fr. * *dispersa* (PERS.) Flk.

» *calcarea* (L.) Smrft.

Catillaria lenticularis (ACH.) Th. Fr. *a vulgaris* (KÖRB.) Th. Fr.

Verrucaria nigrescens PERS.

Den formation, som dessa lafvar konstituera, är vanlig på Ölands och Gotlands solöppna kalkklippor och fullt normalt utvecklad, utan att bära några spår efter skadlig inverkan af vågstänk. De särskilda »lafindividerna», som uppnå en storlek af mer än en half kvdm., kunna vara af ganska hög ålder, en del åtminstone några tiotal år. Formationen är sluten. Den föryngras genom de äldre lafvarnas successiva utdöende — mest genom att *Xanthoria parietina* afdör centrifugalt —, hvarigenom sporer och gonidier få tillfälle att gro på den bara stenytan, som härigenom blottas.»

Synnerligen viktig är uppgiften om lafindividernas ålder, ty af denna framgår, att ytan under loppet af åtminstone några tiotal år ej märkbart förändrats genom ablation.

På en i vattenlinien fotad, fristående klipp-pelare bära både vittring och ablation aftaga med ökad höjd öfver vattenytan, och detta sannolikt så, att ablationsintensiteten hastigast minskas.¹ Den väsentliga olikheten mellan abla-

¹ Det måste betonas, att detta förhållande endast på isolerade kalkpelare tydligt framträder, enär vågbrottets stänk- och spolvatten blott där är den förhärskande vittrande och ablaterande kraften. På med fastlandet sammanhängande abrasionsbranter, sådana som klint- och hukbildningarna, spelar däremot framsipprande dagvatten in och gör förloppet mer kompliceradt

tions- och stilleståndszonens denudationsförhållanden torde alltså ligga i ablationens ringa belopp i det senare fallet. Vittringen däremot verkar sannolikt äfven här med ej obetydlig kraft, och den grofgrusiga vittringsytan får därför i viss mån betraktas som en produkt af de nuvarande förhållandena, och ej endast som ett arf från den tid, då bältet ännu låg inom ablationszonen. Genom den ablaterande kraftens ringa styrka blir vittringen inom stilleståndszonen i viss mån kumulativ.

Som ofvan nämndes, är de trenne zonernas vertikala utbredning åskådliggjord genom fig. 8.

Raukpartiets hela höjd är 3,7 m. Korrasionszonen bildar det lägsta, 1,2 m. höga, jämbreda bandet. Där ofvan följer ablationszonen, höjd 1,0—1,2 m., och öfverst stilleståndszonen med en höjd af 1,3 m.

Bilden visar, att ablationszonens öfre gräns sträcker sig högre upp på den mot hafvet vända delen. Detta förhållande är en följd däraf, att spol- och stänkvattnet där är ymnigare, hvilket förorsakar en ökad vittring och ablation eller med andra ord en förskjutning af ablationsgränsen uppåt. Denna stupning hos stilleståndszonens undre gräns in mot land kan flerstädes iakttagas. Så är på en 3,5 m. hög rauk med horisontal toppyta stilleståndszonens vertikala bredd på hafsidan endast 0,3 m., på den skyddade landsidan däremot 1,3 m.

Enligt den lämnade redogörelsen äro de tre zonernas vertikala ordningsföljd och höjd betingade af abrasionens kvalitativa och kvantitativa vexling på olika höjd öfver vattenytan, och, då hafsvågorna verka med ungefärligen lika kraft utefter den likformiga och raka stranden, intaga zonerna samma respektiva nivåer utefter hela raukgruppen. Men, då raukarnas höjd aftager mot norr, försvinner stilleståndszonen inom kort och därefter i sin ordning äfven ablationszonen. Längst i norr, där raukanlagens höjd är endast 1 m., upptages hela den lodräta sidobranten af korrasionszonen.

Raukbildningen är förbunden med en negativ strandlinieförskjutning.

Vid studiet af en strandsluttning, som genom hafvets abrasionsarbete orienterad efter vertikaldiaklaser blifvit styckad i raukpelare, hvilka nått den höjd, att såväl korrasions- och ablations-, som stilleståndszonen på dem äro representerade, kan man till en början tänka sig möjligheten af att strandlinien,

antingen — fränsedt årliga och andra smärre periodiska vexlingar — förblifvit oförändrad,

eller att den ensidigt förskjutits i negativ riktning.

Ett raukbildningsförlopp med ofvannämnda fullständiga zonutveckling under positiv strandlinieförskjutning är väl utan vidare otänkbart.

Under det förra antagandet af oförändrad strandlinie (v , f. 13) skulle raukbildningens inträde i ablations- och

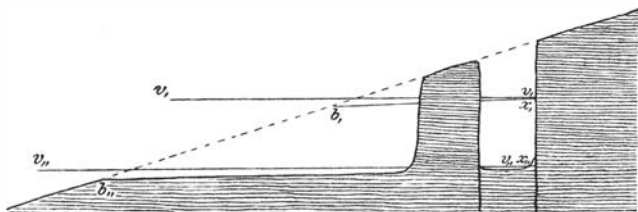


Fig. 13.

stilleståndsstadierna förklaras därmed, att det öfre, vertikala korrasionsplanet (ax , f. 6) småningom förflyttats in mot land med det abnorma styckningsförlopp, som betingats af vertikaldiaklasernas närvaro. Under detta tillbakaryckande har brantens öfre del kommit öfver den nivå (a på f. 6), som utgör korrasionszonens öfre gräns. Detta öfre parti skrider tillbaka endast genom ablation och succesivt nedstörtande förorsakadt af undergräfnings inom korrasionszonen. Men inom denna öfre, för korrasionens direkta inverkan oåtkomliga del kunna diaklaserna knappast verka orienterande för en styckning af branten. Ty visserligen kan korrasionen ledd af en vertikalspricka någon gång urhålla en grottlignande hålighet, och taket till denna lilla grotta genom ablation och undergräfnings sedan nedstörta, men genom en dylik process

isoleras helt visst aldrig raukar af den form och det antal som de här beskrifna. Då hafvets nivå under långa tider ej förändras, frambringar abrasionen möjligen sammanhängande strandbranter, sådana som klint- och hukbildningarna, men aldrig fristående, höga klipp-pelare.

Bildningen af raukar med fullständig zonutveckling måste alltså ställas i samband med en negativ strandlinieförskjutning. Hafsytan intog till en början nivån v , f. 13. Då isolerades det låga raukanlaget, som ännu till hela sin höjd låg inom korrasionszonen. Genom en långsam negativ strandlinieförskjutning (från v , till $v_{,,}$) nedkorradades det undre, nästan horisontala korrasionsplanet från b , x , till $b_{,,}$ $x_{,,}$. Härigenom ökades raukens höjd, och hans öfre del inträdde först i ablations-, sedan i stilleståndsstadiet.

Med hög grad af visshet kunna vi alltså säga, att *bildningen af raukar, tillhörande här beskrifna typ och hvilka höja sig öfver korrasionszonens nivå, är förbunden med en negativ strandlinieförskjutning.*

Tanken på detta samband genomgår hela den föregående framställningen.

Enligt R. SIEGERS omsorgsfulla bearbetning af observationerna öfver den recenta strandlinieförskjutningen vid Sveriges kuster är den sekulära höjningen vid Stockholm 47 cm., och höjningsbeloppet för Ölands norra udde utgör 77 % af detta tal.¹ Den raukförande stranden tyckes vidare, att döma efter SIEGERS karta, ligga ungefär midt emellan sekulärisobaserna för 50 och 100 %, och procenttalet för Ölands norra udde torde följaktligen tämligen oförändradt kunna tillämpas äfven på denna del af stranden. En recent, negativ strandlinieförskjutning är alltså här påvisad och dess ungefärliga sekulära belopp bestämdt.

En annan fråga är, huruvida denna landhöjning fortgått under betydande tidrymder med oförändrad styrka. SIEGER, som sammanställt en mängd från skilda delar af Sverige

¹ R. SIEGER, Seenschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien. Sonderabdruck aus der Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Bd 28, N:o 1 o. 6. 1893.

hämtade fakta, egnade att belysa detta spörsmål, uttalar sig härom på följande sätt:¹

»Der absolute Betrag der Verschiebung nimmt nach der Gegenwart zu ab, war aber Anfang des 18. Jahrhunderts grösser als vorher. Maximalwerte, welche aus historischen Bauten und prähistorischen Funden sich ergeben, nötigen uns, anzunehmen, dass die Verschiebung vorher entweder sehr langsam erfolgte, oder aber erst vor wenig Jahrhunderten in Kraft trat.»

Då emellertid genom de SIEGERSKA sekulärisobasernas förlopp likheten mellan den recenta strandlinieförskjutningen och äldre kvartära nivåförändringar blifvit ådagalagd, torde vi, i öfverensstämmelse med prof. A. G. NATHORST,² böra sammanfatta den efter Litorinahafvets maximiutbredning följande landhöjningen och den nutida negativa strandlinieförskjutningen som en postglacialt-recent höjning, hvilken måhända förlöpt med mycken vexlande hastighet och möjligen en eller flere gånger varit afbruten genom betydande stilleståndsperioder.

Det här på teoretiska grunder antagna och af observationer i viss mån styrkta sambandet mellan raukbildning och negativ strandlinieförskjutning innebär möjligheten af en ny hållpunkt vid studiet af hafsytans nivåvexlingar. Särskildt i de kusttrakter, där ej tillvaron af en gammal kultur underlättar utredningen af de senaste förskjutningarna, kan fyndet af under bildning varande raukar, hvilka nå upp öfver korrasionszonens nivå, verksamt bidra att bringa reda i detta kapitel af hafsstrandens dynamiska geologi.

Öfversikt af strandens utvecklingshistoria.

Fig. 11 ger en skematisk bild af den raukförande strandens tvärprofil.

Den styckade kalkplatåns öfre begränsningsyta betecknas af linien *nr*. Som ofvan blifvit nämnt (se också f. 1),

¹ Anf. arb., p. 193, 194.

² Jordens historia, p. 1060.

sänker sig detta plan mot norr i öfverensstämmelse med kalklagrets ytterst svaga, nordliga stupning och intager alltså utefter hela raukgruppen samma stratigrafiska nivå. Här föreligger helt visst en mycket gammal denudationsyta, hvilken ej äger något samband med strandens nutida riktning. Den bör möjligen uppfattas som en ursprungligen horisontal abrasions- eller exarationsyta, hvilken genom senare dislokation kommit i detta lutande läge.

En annan strandkontur, hvars ålder och uppkomstsätt med viss grad af sannolikhet kan antydas, är den submarina pallbranten *cd*. Denna bör väl enklast uppfattas som en abrasionsbrant, bildad vid ett vattenstånd, som var ansenligt lägre än det nuvarande, men vid en strandriktning öfverensstämmande med den nutida.

Som bekant, föreligger från södra Östersjön (Pillau, södra Skåne, Öresund och Bälterna) en del fakta, som antyda, att Östersjöns yta i postglacial tid, eller närmare bestämdt under ett senare skede af Ancylussjöns tillvaro, legat betydligt lägre än nu. Helt nyligen har också R. SERNANDER tolkat de vid Gotlands kuster förekommande sänkta abrasionsteraserna och raukarna samt en af honom påvisad, submarint belägen erosionsränna såsom bildade under samma del af Ancylustiden.¹ Med fog kunna vi antaga, att den pallbrant, som vi anträffat såväl vid den beskrifna raukgruppen, som på flere andra punkter utefter norra delen af Ölands vestra kust är att hänföra till samma bildningstid. Några säkra bevis för att alla dessa märken efter lägre vattenstånd äro att hänföra till ett gemensamt bildningsskede, nämligen Ancylustidens senare del, föreligga emellertid ej. Tvärt om finna vi i litteraturen antydningar om att Östersjöns yta äfven vid andra tider legat lägre än nu. Så anser prof. LINDSTRÖM, att Gotland, inberäknadt dess submarint liggande abrasionskonturer, blef i det närmaste färdigbildadt redan i präglacial tid, och vidare framgår af dr N. O. HOLSTS undersökningar vid Kalmar sund, att Östersjöns yta i denna trakt äfven före Ancylussjöns transgression varit sänkt åtminstone till den nutida nivån.²

¹ Den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Upsala 1894. p. 10—12.

² G. F. F. Bd 16, h. 7, p. 694.

Sannolikt sträckte sig ursprungligen kalkplatåns begränsningsyta (*nr*, f. 11) ut till pallbranten, som ägde en vida betydligare höjd (*md*) än i nutiden.

Under en senare abrasionsperiod, nämligen det postglacialt-recenta landhöjningsskedet, nedabraderades den nästan horisontala pallytan (*bc*), och raukarna isolerades. Såsom nödvändiga betingelser för det abnorma abrasionsförlopp, som tagit sig uttryck i bildandet af de fristående kalkklipporna, kunna vi nämna:

1. *Bergartens ringa benägenhet att aflossna utefter horisontala skiktfogar.*
2. *Vertikaldiaklasernas närvaro.*
3. *Den negativa strandförskjutningen.*

Förklaring till taflan.

Raukbildningar från stranden S. om Byerums sjöbodar, Öland.

- Fig. 1. *Pelarlignande raukparti*, visande korrasion utefter en spricka.
 Fig. 2. *Kanalformad urhålkning*, bildad genom afspjälkning mellan fem paralleldiaklaser.



Fig. 1.

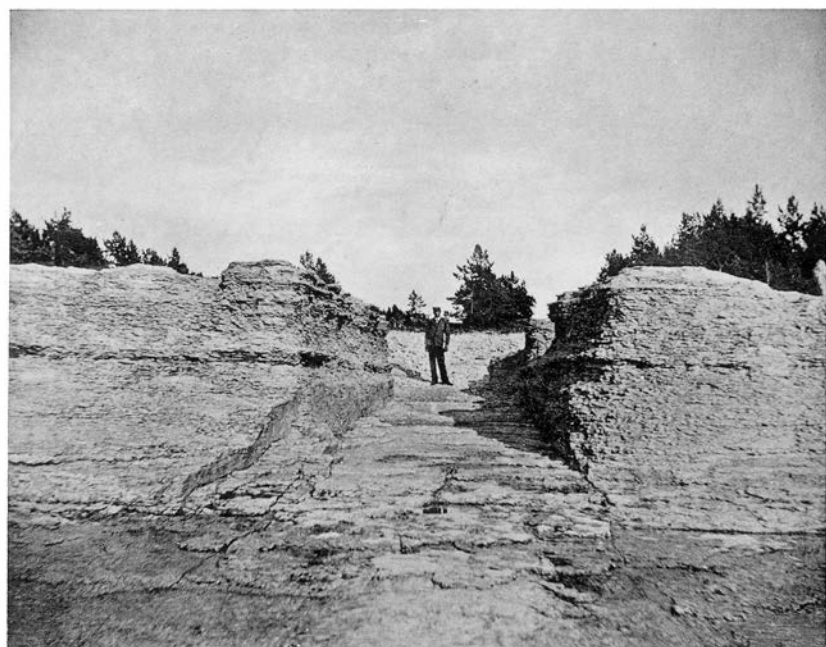


Fig. 2.