SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. **Aa.** Kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar. N:o **182.**

BESKRIVNING

TILL

KARTBLADET LIDKÖPING

AV

S. JOHANSSON, N. SUNDIUS

OCH

A. H. WESTERGÅRD

Pris 4.00 kr.

Sveriges Geologiska Undersökning

STOCKHOLM 1943

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

402809

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

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

		Pris kr
N:o	175 *Nya Kopparberget* av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
»	176 *Storvik* av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934	4,00
»	177 *Grängesberg* av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00
»	178 *Gävle* av R. SANDEGREN, B. ASKLUND och A. H. WESTERGÅRD 1939	4,00
»	179 *Forshaga* av R. SANDEGREN och N. H. MAGNUSSON 1937	4,00
»	180 *Färö* av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1936	4,00
»	181 *Smedjebacken* av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1937	4,00
»	182 *Lidköping* av S. JOHANSSON, N. SUNDIUS och A. H. WESTERGÅRD 1943	4,00
»	183 *Visby och Lummelunda* av G. LUNDQVIST, J. E. HEDE och N. SUNDIUS 1940	4,00
»	184 *Hedemora* av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1941	4,00

Ser. C. *Årsbok 33 (1939)*

N:o	421 WESTERGÅRD, A. H., On Swedish Cambrian Asaphidæ. With 3 Plates. 1939	1,00
»	422 SANDEGREN, R., Nedre Klarälvsdalens postglaciala utvecklingshistoria. Med 2 tavlor. Zusammenfassung: Die postglaciale Entwicklungsgeschichte des unteren Klarälvtales. 1939	1,00
»	423 LUNDQVIST, G., Sjösediment från området Abisko—Kebnekaise. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus dem Abisko—Kebnekaise-Gebiet in Schwedisch-Lappland. 1939	2,00
»	424 GAVELIN, SVEN, Geology and ores of the Malånäs district, Västerbotten, Sweden. With 38 plates. Resumé: Malånäsområdets geologi och malmförekomster. 1939	5,00
»	425 COLLINI, B., Hydrogeographische Beobachtungen an einigen Seen in Südwestschweden. 1939	1,00
»	426 ÖDMAN, O. H., Urbergsgeologiska undersökningar inom Norrbottens län. Med en karta. Summary: On the pre-Cambrian geology of Swedish Lappland. 1939	3,00
»	427 WICKMAN, F. E., Some graphs on the calculation of geological age. With one plate. 1939	0,50
»	428 LOOSTRÖM, R., Lönnfallet. Southernmost part of the Export Field at Grängesberg. With 3 plates. 1939	2,00
»	429 THORSLUND, PER, Kvartärgeologiska iakttagelser inom östra Storsjöområdet i Jämtland. 1939	0,50
»	430 HJELMQVIST, SVEN, Some post-silurian dykes in Scania and problems suggested by them. 1939	1,00

Årsbok 34 (1940)

N:o	431 MAGNUSSON, N. H., Herrängsfältet och dess järnmalmer. Med en tavla. Summary: The Herräng field and its iron ores. 1940	3,00
»	432 ARRHENIUS, O., Fosfathalten hos svenska torvslag. 1940	0,50
»	433 LUNDQVIST, G., Bergslagens minerogena jordarter. 1940	2,00
»	434 LUNDQVIST, G., Sjösediment från Gotland. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus Gotland. 1940	2,50
»	435 BROTZEN, F., Flinträннans och Trindelrännans geologi (Öresund). Med en tavla. Zusammenfassung: Die Geologie der Flint- und Trindelrinne (Öresund) 1940	1,00
»	436 THORSLUND, PER, On the Chasmops series of Jemtland and Södermanland (Tväreu). With 15 Plates. 1940	5,00
»	437 WESTERGÅRD, A. H., Nya djupborrningar genom äldsta ordovicium och kambrium i Östergötland och Närke. Med kemiska analyser av GUNNAR ASSARSSON. Summary: New Deep Borings through the Lowest Ordovician and Cambrian of Östergötland and Närke (Sweden) 1940	2,00

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. **Aa.** Kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar. N:o **182.**

BESKRIVNING

TILL

KARTBLADET LIDKÖPING

AV

S. JOHANSSON, N. SUNDIUS

OCH

A. H. WESTERGÅRD

STOCKHOLM 1943

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

402809

INNEHÅLL.

Sid.

Inledning av S. JOHANSSON 5
Allmänna geologiska och topografiska drag 5
Hydrografi 12

Urberget av N. SUNDIUS 15
Berggrunden inom det västra området 16
Förskiffringszonen utmed förskjutningsplanet 18
Berggrunden inom det östra området 19
Åldersförhållanden 21

Den kambro-siluriska lagerserien av A. H. WESTERGÅRD 22
Den subkambriska denudationsytan 24
Kambrium 25
Sandsten (Undre kambrium) 25
Alunskiffer 33
Paradoxidesskiffer (Mellankambrium) 41
Olenidskiffer (Övre kambrium) 48
Ordovicium 57
Ceratopygelagret 57
Undre Didymograptusskiffer (Phyllograptusskiffer) 61
Ortocerkalk 63
Chasmopskalk och -skiffer 75
Tretaspisskiffer och -kalk (Trinucleusskiffer) 78
Silur 80
Dalmanitesskiffer och -kalk (Brachiopodskiffer) 80
Rastritesskiffer 82
Retiolitesskiffer 84
Den kambro-siluriska lagerseriens allmänna lutning samt lagerrubbningar 85

Diabastäcket av N. SUNDIUS 90

Bergarternas praktiska användning av N. SUNDIUS 93
Urberget 93
Kambro-siluriska lagerserien. Kinnekulles industrier 94
Kambrisk sandsten 94
Alunskiffer 96
Kalkbränning 96
Framställning av brännoljor ur alunskiffer 104
Alunberedning 113
Alunskifferaskans användning för byggnadsändamål 113
Cementtillverkning 114
Tillverkning av betongklinker 118
Stenindustri 118

Jordlagren av S. JOHANSSON 126
Glaciala bildningar 127
Allmän översikt över områdets glaciala geologi 127
Isrörelsens riktning 129
Morän 131
Isälvsbildningar 138
Erosionsföreteelser 138
Rullstensåsar 141
Randdeltan och randåsar 144
Randdeltan i sydöstra kartbladsområdet. Tappningssediment 149
Morän- och lervallarna inom kartbladsområdets sydöstra del 160
Glaciala leror 166
Marina gränsen 173
Postglaciala bildningar 174
Torvavlagringar 184
Mariedalsskredet 188

Fornlämningar av K. E. SAHLSTRÖM 192

Inledning.

Av S. Johansson.

Kartbladet *Lidköping* i skalan 1 : 50 000 omfattar Kinnekulle med angränsande områden. Väster om Kinneviken komma Kålland med sin östra hälft och Kållandsö upp till Leckö slott i norr inom kartans område. I administrativt hänseende räknas området till Kinne, Kinnefjärdings och Kållands härader av Skaraborgs län. Kartbladets omfattning.

Allmänna geologiska och topografiska drag.

Inom kartans område kan man urskilja två väsentligt olika landskapstyper, vilken olikhet är betingad av områdenas särskilda geologiska byggnad. Man har å ena sidan den av gnejser bestående urbergsterrängen och å den andra det av paleozoiska lager uppbyggda, på urberget vilande Kinnekulleberget.

Områdets urbergsterräng utgör en del av den i stort sett ovanligt plana urbergsyta, den subkambriska denudationsytan, på vilken Kinnekulle och de övriga Västgötabergen blivit uppbyggda. I allmänhet är dock urbergsytan, vad beträffar kartans område, rätt gropig, flerstädes sticka bergknallar upp närmare 10 m över omgivningen, beroende på större motståndskraft hos vissa partier hos berggrunden speciellt gent emot landisens inverkan.

Urberget träder inom kartans nordvästra och nordöstra delar i dagen i ett otal hällar. Särskilt är berggrunden inom områdets nordöstra del, i Varaskogen och i skogstrakten norr om Vedum, i hög grad blottad och har tunn jordbetäckning endast i sänkorna. Samma är förhållandet på Kålland och Kållandsö, där ävenledes täcket av lösa avlagringar är påfallande tunt, och där de talrikt uppstickande, vanligen lövskogsbekransade småhällarna i hög grad söndersplittra landskapet. Endast inom kartområdets sydliga delar äro de glaciala bildningarna tillräckligt mäktiga för att helt dölja berggrunden.

De högst belägna punkterna inom urbergsområdet finner man också inom kartans södra delar, där morän, rullstensgrus och lera äro anhopade i mäktiga bildningar. Vallen vid Ledsjö kyrka ligger 129 m ö. h., och en kulle på samma vall vid St. Lund når upp till 132 m, den högst belägna punkten inom kartans urbergsområde. Även de nordost härom liggande randbildningarna nå avsevärda höjder; sålunda uppmättes vid Stengårdsslätten en höjd på 122 m och norr om lägenheten Vägen öster om Vättlösa 122 m. Urbergsområdets höjdförhållanden.

Rådaåsens mäktiga avlagringar nå på grund av berggrundens lägre nivå icke så högt. Åsens högsta punkt, där Råda kyrka är belägen, ligger 94 m över havet.

Själva urbergsytans högst belägna punkter äro på grund av dennas allmänna lutning mot VNV belägna inom kartområdets sydöstra del. Vid Vättlösa ligga hällarna på c:a 80 m, och denna nivå torde vara den högsta, vartill det blottade urberget når inom området. Längre mot sydost, där högre nivåer kunna väntas, är berggrunden som nämnts täckt av lösa avlagringar.

Förkastningstopografi.

Vad beträffar större delen av området, kan man tack vare den tunna jordbetäckningen få en ganska god föreställning om berggrundsytans konfiguration och lutningsförhållanden. Man finner sålunda, att urbergsytan sluttar svagt i VNV-lig riktning. Enligt en uppskattning av Holm (Kinnekulle, S. G. U., Ser. C, N:o 172) belöper sig lutningen för urbergsytan under Kinnekulle liksom för de kambro-siluriska lagren till i medeltal 3 m på 1 km, vilken siffra kan gälla som medellutning för området. Även under Kinneviken torde urbergsytan fortsätta med samma lutning, vilket förefaller sannolikt, att döma av djupförhållandena i Kinneviken och de lösa avlagringarnas mäktighet.

Vid östra stranden av Kålland inträder emellertid ett plötsligt avbrott i urbergsytans jämna fall, i det att berggrunden härstädes höjer sig i en brant vägg 10—20 m över Vänerns yta. Denna branta bergvägg kan följas så gott som utan avbrott i en sammanhängande topografiskt markerad linje över hela kartområdet längs kusten av Kållandsö och Kålland och ned till kartans sydvästra hörn. I sydvästra hörnet är visserligen berggrunden till stor del täckt av mäktiga lösa avlagringar (Rådaåsens randbildningar), som delvis beslöjat de topografiska dragen hos densamma, men man kan likväl spåra befintlig nivådifferens hos berggrunden i det förhållandet, att hällar här och var förekomma väster om en linje, som tänkes dragen i rak fortsättning av Kållands kustlinje, men saknas öster om samma linje. Utanför kartområdet kan nämnda topografiska linje följas norrut längs östra sidan av Lurö skärgård och vidare längs västra stranden av Värmlandsnäs, där stort djup hos Vänern intill kusten tyder på betydliga sättningar i jordskorpan (kartbladet Värmlandsnäs). Vad beträffar djupförhållandena intill Kållandslandet skulle man hava väntat sig i analogi med förhållandet vid Värmlandsnäs ett större djup än det förhandenvarande, men man får härvid taga i betraktande att, som längre fram kommer att visas, Kinneviken åt Kållandssidan uppgrundats av mäktiga lösa avlagringar, isälvsgrus och lera. Mäktigheten hos dessa sediment har utrönts genom de djupborrningar, som företagits i Lidköpings stad och längre mot väster från Vattenledningsverket nedanför Råda ås och till Vänerstranden. Vid borrningen i Lidköping påträffades fast berg c:a 20 m under markytan, vid vägskälet Närebo-Kålland nåddes icke berget, ehuru man drev ned borrhålet till 45 m. Vid järnvägen väster härom ligger berget på 53 m djup, på udden vid Lockörn på 44 m. Av dessa och ett flertal andra borrningar har det framgått att berggrundens

yta är ganska ojämn i detalj. Förmodligen är mäktigheten hos sedimenten närmast norr härom utanför Kållandsstranden av samma storleksordning, och den sannolika nivådifferensen hos urbergsytan å ömse sidor av förkastningslinjen kan därför uppskattas till omkring 50 m.

Nu skildrade topografiska linje utgör en förkastningslinje tillhörande det system av dylika, som i NNO-lig riktning framgår över Västergötland. Flera andra finnas inom kartområdet, ehuru de äro av mindre betydelse och mindre tydligt framträda i topografien. Förskjutningen utmed den förstnämnda förkastningslinjen uppgår troligen till ännu större belopp än den nuvarande nivådifferensen på omkring 50 m.

Å vidstående schematiska profil (fig. 1) åskådliggöras nu omnämnda topografiska drag hos Kinneviksområdet. Denna utgör en tvärprofil över Kinnekulle, dragen över Högkullen och vidare i västlig riktning över Kinneviken och fram till förkastningsbranten vid Kållands strand. Den del av profilen, som berör Kinnekulle, är hämtad ur Holms Kinnekullebeskrivning. Urbergsytan, som representerar den subkambriska denudationsytan, är schematiskt dragen som en rät linje. Närmast berget är urbergsytan ovanligt plan och troligen är den så också under Kinnekulle, men längre därifrån som nämnts ganska gropig.

Den näst Kållandslinjen bäst markerade förkastningslinjen i det NNO-liga spricksystemet är en linje, som framgår intill östra kartbladskanten och som kan följas från Trädgårdstorp längs landsvägen mot NNO in på bredvidliggande kartblad Lugnås, där den vidare framgår utefter den markerade höjdbranten väster om Bredsäters kyrka. Både här och vid Kållandslinjen äro områdena öster om respektive förkastningslinjer de relativt sänkta. (Närmare härom i kap. om berggrunden.)

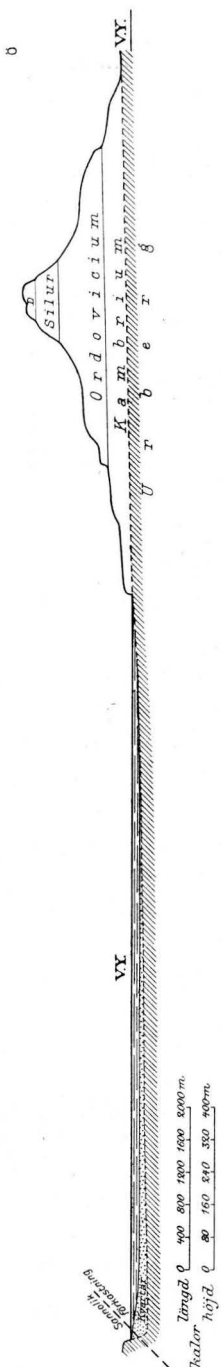


Fig. 1. Kinnekulleberget vilar på en i stort sett plan urbergsyta, den subkambriska denudationsytan, vars lutning under Kinnekulle är omkring 3 m pr km. Vid Vänerstranden och strax utanför Kållandsförkastningen ligger urberget omkring 40 à 50 m under Vänerns v. y., vilket ganska nära sammanfaller med djupläget hos den från Kinnekulle och till Kålland rätlinigt utdragna urbergsytan.

Utom dessa båda markerade förkastningslinjer finnas andra, gående i samma riktning, vilka dock mera hava karaktären av sprickor i berggrunden utan åtföljande tydliga förskjutningar i jordskorpan. Dessa sprickor hava sedermera av landisen blivit upprensade till mer eller mindre breda dalgångar. Som exempel på sådana sprickdalar kunna nämnas dalgången mellan Forshem och Forshemsviken samt i samma riktning gående trängre dalstråk i Varaskogen.

Inom Kållandsdelen förekomma likaså dalstråk av samma NNO-liga riktning, vilka till sin anläggning bestämts av sprickor i berggrunden. Bland sådana kunna nämnas sänkan mellan Strö och Sunnersberg, vilken kan följas över Ullersundet och upp till St. Mariae Kapell på Kållandsö, Otterstadsvikens sänka, m. fl. andra i topografien mindre framträdande.

Nära vinkelrätt avskärande detta NNO-liga spricksystem går ett annat system av sprickor, vilka särskilt på Kållandsdelen pregnant framträda såsom trånga och djupa i VNV—SSO gående dalgångar. Anmärkningsvärt är, att dessa trånga dalgångar icke blivit utfyllda med moränmaterial, trots att inlandsisen rört sig nära vinkelrätt över dem, utan framstå i stället vanligen med tvärbranta dalsidor. Av dessa dalgångar kunna omnämnas från norr räknat dalsänkan strax söder om Traneberg, den markerade sänkan över Senäte, samt Ullersundssänkan, som åt VNV fortsätter över Vensjö och Björkhagen, vidare den markerade sprickdal, som bildar Kattsundet och vilken fortsätter på andra sidan fjärden i den djupa dalrännan fram till Lobacken, samt ännu andra dock mindre markerade.

Allmänna drag i Kinnekulles topografi.

Kinnekulleberget intager kartans centrala parti, där det helt och hållet dominerar över omgivningen på flera mils omkrets. Redan på långt håll utanför kartområdet ser man den blånande toppen av Kinnekulle höja sig över horisonten, och kommer man närmare, framträder berget med sina lugna konturer allt mera majestätiskt med sidorna under tider för högkonjunktur på kalk insvepta i en lätt slöja av rök, som uppstiger från en rad kalkugnar, anlagda på skifferterrassen runt hela berget. Sådan är den första anblicken av detta i flera hänseenden så intressanta berg.

Till formen bildar Kinnekulle en långsträckt oval med längdaxeln liggande i NNO—SSV-lig riktning, vilken riktning fullständigt sammanfaller med landisens rörelseriktning. Detta får dock icke, som längre fram skall visas, betraktas som någon ren tillfällighet utan står i stället i orsakssammanhang med vartannat. Genom längdaxeln kan Kinnekulle delas i två symmetriska hälfter, en symmetri som är så fullständig, att man återfinner den till och med i de topografiska detaljerna. I norr är ovalen jämnt och vackert rundad, i söder däremot kunna en del smärre ojämnheter såsom inbuktningar i klevarna förekomma. I allt påminna Kinnekulles ytformer osökt om ytformerna hos en glacialeroderad häll, med sin jämna och avrundade proximala ända och med sin ojämna och tvärhuggna distala del. Fast företeelsen i de båda fallen har olika proportioner, är likheten slående, och otvivelaktigt är den nuvarande formen hos Kinnekulle, lika så väl som ytformerna hos en rundhäll, ett verk av landisen.

I vilken grad isen omformat Kinnekulles preglaciala ytformer, är omöjligt att exakt bestämma, men man får det intrycket, att avsevärda partier av berget måste hava bortskaffats för att omgestalta ytformerna till de nuvarande, som erbjudit minsta möjliga motstånd mot landisens framskridande. Redan av de oerhörda massor av lösa diabasblock, härstammande från Högkullen, som ligga anhopade i mäktiga moränåsar, utgående från densamma och sträckande sig kilometerlångt därifrån, kan man sluta, att diabasen haft betydligt större utsträckning och mäktighet än den nuvarande lilla klacken har, och man har det intrycket, att den icke skulle hava kunnat motstå landisens angrepp ytterligare någon längre tid, förrän sista resten av klacken sopats bort. Huru stor utsträckning diabastäcket ägde vid glaciationens inträdande, därom kan man endast uttala förmodanden; möjligen utbredde det sig över större delen av berget. Utan ett skyddande täcke skulle nämligen icke de lösa skiffer- och kalkstenslagren hava blivit bevarade för preglacial vittring och denudation i den utsträckning som skett.

De förändringar, som berget undergått i postglacial tid, äro helt obetydliga och inskränka sig till av havet eller av vittringen åstadkommen tillskärpning av klevarna eller av genom ras uppkomna talusbildningar på klevarnas branter. Att de nuvarande terrasserna icke utbildats i postglacial tid, utan voro färdigbildade redan när isen drog sig tillbaka från Kinnekulle, framgår av förekomsten av moränavlagringar här och var på terrasserna, liksom också av på hällarna ännu tydligt kvarstående glaciärrepor. Sådant som Kinnekulleberget nu framstår med sin långsträckta ovalform och med sina klevar, terrasser samt moränåsar, är det därför till sin formutbildning i allt väsentligt ett verk av landisen.

Av profilen å sid. 7, fig. 1 erhålles en översiktlig bild av bergets topografiska drag med dess platåer och klevar. Den första kleven eller sandstenskleven sammanfaller i det närmaste med Kinnekulles begränsningslinje. I väster, eller utåt Vänern, är denna tvärbrant utbildad, på de övriga sidorna är kleven helt eller delvis dold av morän, strand- eller talusbildningar. Sandstensklevens höjd representerar icke hela mäktigheten hos sandstenslagret, ty ovanför denna finnas vanligen flera mindre terrasser eller klevar, innan sandstenens översta platå nås. Vid Hällekis framträder dock sandstenslagrets största del i kleven, som här når en höjd på omkring 20 m och tvärbrant stupar ned i Vänern.

I motsats till sandstenen med dess plana platåer visar den överliggande alunskiffern en något kullig yttopografi, vilket sammanhänger med olikhet i förklyftning och därav följande olikhet i landisens erosion av de båda bergarterna. Sandstenen, som är lagrad i horisontella bankar, har av isen avskalats till en jämn horisontell yta, under det att skiffern med mera oregelbundet förlöpande sprickor påverkats mera ojämnt och även rönt kraftigare påverkan, så att därav den något ojämna topografien blivit följden. Icke heller avslutas alunskifferlagret med terrassbrant eller klev som sandstenslagret, utan i stället har man här en jämnare sluttning.

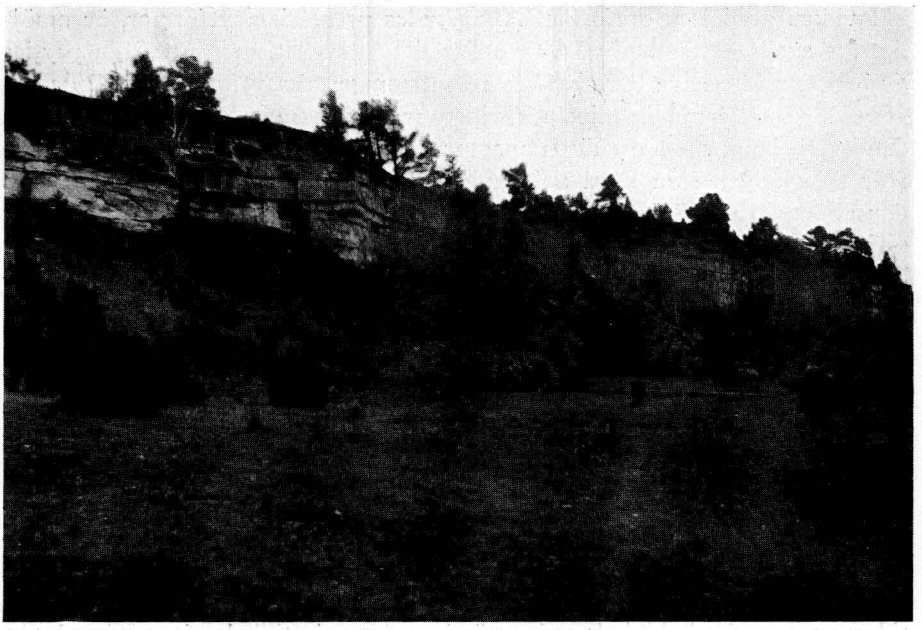


Fig. 2. Brant sandstensklev V. om Blomberg. Klevens fot är inbäddad i nedrasat material (talusbildningar).

De överliggande kalkstens- och skifferlagren förhålla sig gentemot iserosionen på motsvarande sätt som sandstenen och alunskiffern och visa följaktligen analoga ytformer. Liksom sandstenen är kalkstenen lagrad i horisontellt liggande bankar, genomskurna av vertikala sprickor, och iserosionen har här åstadkommit samma topografi med plana platåer och branta terrasser som inom sandstensområdet. En motsvarighet till sandstenskleven har man i rödstenskleven, vars branta vägg kan följas i ett sammanhang runt hela berget med undantag för norra delen, där kleven är dold av morän. Den branta väggen i kleven har blivit påverkad av havet och företrädesvis av vittringen, som nästan fullständigt förstört spåren av havets inverkan. Efter de vertikala sprickorna har vittringen angripit kalkstenshällen och därigenom utformat pelare helt eller delvis fristående liknande strävpelare i väggen. Av vittringen, som även försiggått efter skiktytorna, hava dessa pelare blivit rikt utskulpterade med horisontella lister. Kalkstensväggen med sin varmt rödbruna färg, som väl går ihop med den lummiga grönskan, i vilken rödstenskleven är inbäddad, är en av Kinnekulles mest tilldragande sevärdheter.

Inom området för de överliggande lösa skiffrarna finner man likaledes motsvarighet till alunskifferns yttopografi, fast topografien härstädes bestämmes av den branta stigningen upp mot Högkullens diabasklack.

Högsta toppen av Kinnekulle, som når upp till 306.9 m ö. h., intages av nämnda diabasklack. Liksom Kinnekulle i sin helhet osökt påminner om



Fig. 3. Rödstenskleven vid Mörkeklev strax NO om Råbäcks turisthotell. Den nära fristående pelaren liknar Gotlands raukar. Vågor och vittring ha starkast angripit de märgliga skikten. — Efter Holm.

yttopografien hos en glacialeroderad häll, så kan man även säga, att samma likhet gäller för dess översta parti, diabasklacken. Såsom framgår av kartan, visar nämligen diabasklacken på den proximala sidan en vackert avrundad konturlinje och en tvärt avhuggen kontur i den distala ändan. På grund av den pelarformiga förklyftningen hos diabasen har landisen verkat mera sönderbrytande än avslipande på berget, vilket förklarar de tvärbranta stupen, som begränsa diabasklacken till och med åt det proximala hållet. Brantens utbildning har här försiggått analogt med klevarnas uppkomst i de vertikalt förklyftade sandstens- och kalkstenslagren.

Förutom nu omnämnda allmänna drag i Kinnekulles topografi, vilka förskriva sig till själva berggrunden, finnes ännu en topografisk detalj, som redan här förtjänar omnämnas, nämligen de linjeraka åsarna av morän eller de s. k. drumlins, vilka på ett iögonfallande sätt uppranda berget. Sydsydväst om diabasen nå dessa så väldiga dimensioner att minst 50 m nivåskillnad mellan åsarnas ryggar och sänkorna dem emellan förefinnes. De mäktiga åskammarna, bestående av mörka diabasblock uppstaplade på varandra till väldiga gryt särskilt å mittåsen, den s. k. Stenåsen, och de djupa sänkorna dem emellan, där vanligen en liten bäck framrinner, ge åt landskapet en storslagen och vild prägel.

Hydrografi.

Vattendrag.

Med det smala landområdet kring Kinneviken, som kartan upptager, är det naturligtvis endast de minsta bäckarna, som inom kartområdet hava utrymme nog för sina nederbördsområden. De vattendrag av någon betydenhet, som avvattna större nederbördsområden, hava sina källor mer eller mindre långt utanför kartområdet.

Områdets största vattendrag är Lidan, som med sina bifloder avvattnar ett stort område av Västergötland mellan Skara, Falköping, Herrljunga och Håkantorp, och som till sitt nedersta lopp kommer inom kartområdet. Den har här skurit sig djupt ned i sedimenten, bestående av mo, mjäla och leravlagringar, och därvid utbildat branta strandbrinkar, som nå c:a 10 m över vattenytan. Från de stora lerslätterna medför Lidan ett av lerslam mycket grumligt vatten.

Från angränsande kartbladsområde i söder inkommer dessutom ett antal mindre bäckar och åar, av vilka kunna nämnas Filsbäcken och Truveån. Den sistnämnda inkommer på kartområdet vid Öredal, där den bildar ett mindre fall. På sin väg från Öredal till Kinneviken har Truveån utskurit en c:a 15 m djup och c:a 75 m bred dalgång, och längre upp i sitt lopp utanför kartbladsområdet är den ännu mycket djupare nedskuren (ända till ett 40-tal m) i de mäktiga lersedimenten. I förhållande till den ringa vattenföringen förefaller dalen överförstorad. Detta finner sin förklaring dels i att jordflytning och sluntskred underlättat det rinnande vattnets erosionsarbete, dels i att vattenföringen hos lerslättens vattendrag är underkastad starka växlingar.

Något större vattenföring än nu nämnda å har den från sjöarna i Valle härad kommande Mariedalsån. Vid Mariedal, där den kommer in på Lidköpingsbladets område, har ån skurit sig ned i sand- och grusavlagringarna och i underliggande lera till bortåt 30 m. Härifrån rinner den huvudsakligen i nordvästlig riktning genom Broby och Källby socknar, under vägen bildande några mindre fall som utnyttjats för kvarnanläggningar. Under sitt lopp över området mottager den tillflöden från olika håll. Från Kinnekulle kommer Martorpsbäcken, som har sin upprinnelse nedanför Högkullen, varifrån bäcken, i sina förgreningar, följande sänkorna mellan drumlinsåsarna, rinner mot sydsydväst ned till Martorp, där den störtar utför rödstenskleven. På kalkstensplatån ovanför rödstenskleven rinner bäcken fram i en visserligen blott 2 à 3 m djup, men in till 50 m bred bäckränna. Denna ränna är helt nedskuren i kalkstenshällen, och det förefaller otroligt, att rännan skulle vara ett verk av den nuvarande lilla bäcken; sannolikare är att vi här hava den supramarina rännan till den glaciärälv, som avlagrat sitt grus nedanför rödstenskleven vid Martorp. I dessa isälvsavlagringar nedanför Martorp har den nuvarande bäcken skurit sig en djup fåra.

Rödstensklevens inbuktning vid Martorp, just där glaciärälven haft sin mynning, får kanske sättas i samband med samma glaciärälv, som söndersågat kleven och därmed underlättat erosionen av berget på detta ställe.

Något större vattenföring än Mariedalsån har Svartån, som i ett serpentiniserande lopp framrinner genom de lågt liggande markerna på östra sidan av Kinnekulle och avvattnar de östra delarna av kartområdet. Vid Fullösa sammanflyta tvenne grenar till Svartån med ungefär lika stor vattenföring vardera. Den från öster kommande grenen har sina källflöden långt in på angränsande kartbladsområde, den söderifrån kommande däremot uppsamlar vatten uteslutande från kartbladsområdet, dels från grusavlagringarna mellan Lundsbrunn och Götene, dels från östra delen av Kinnekulle genom en bäck, som har sina källflöden inom drumlinslandskapet sydost om Högkullen, och varifrån den rinner söderut över kleven vid Brattfors ned till Husaby, där den sedan svänger om i nordlig riktning. Anmärkningsvärt är, att denna bäck under sin väg över kalkstenshällen, liksom över huvud taget vattendragen på Kinnekulle, förlorar sitt vatten, vilket sjunker ned i sprickorna i berget. Ovanför Brattfors är bäckrännan till ett stycke torr även efter ymnigt regnande, och detta ehuru bäcken i sitt övre lopp samtidigt kan föra rikligt med vatten. Troligen är det endast vårtiden under snösmältningen, som vatten störtar utför kleven vid Brattfors, normalt går vattnet annars underjordiskt i kalkstenshällens sprickor och kommer sedan fram i en rad källdrag, eller rättare i en källhorisont vid rödstensklevens fot.

Den del av nederbörden, som nedtränger till de djupare jordlagren och bildar grundvatten, framrinner i stort sett efter markens lutning, sökande sig väg var det har lättast att komma fram. Inom sand- och grusavlagringarna, som hava liten vattenhållande förmåga, och där vegetationen dessutom på grund av sin torftighet icke absorberar så mycket av nederbördsvattnet, tränger en stor del av nederbörden ned och bildar grundvatten, som sedan kommer i dagen såsom källor i terrasser eller backsluttningar. Kartområdets grus- och sandavlagringar utmärka sig också för riklig förekomst av källor, vilket framgår av kartan. Källor.

Särskilt rikligt flödande källor äro de båda på kartan utmärkta vid Likälle och vid Lundsbrunn, vilka vardera lämna omkring 3 l/sek. året runt och dränera var sin del av det stora grus- och sandområdet vid Lundsbrunn. Den starkt järnhaltiga hälsokällan vid Lundsbrunn, som framrinner endast några få meter från ovannämnda kraftiga »sötvattenskälla», ger endast obetydligt med vatten och har sannolikt sitt närområde helt lokalt beläget samt dränerar en övre grundvattenvåning, skild från den undre, större bassängen av ett lerlager.

I Rådaåsens mäktiga sandbildningar infiltreras stora mängder vatten som samlas i en källåder vid åsens fot på dess norra sida. Här är ett vattenledningsverk anlagt som under många år försett Lidköping med ett gott dricksvatten, men som emellertid blev otillräckligt vid under senare år starkt ökat behov. Enligt en utredning av vattentillgången, som för stadens räkning verkställts av Vattenbyggnadsbyrån avrinner som grundvatten från nordöstra delen av Rådaås ända till 17 l/sek. Infiltrationsområdet har uppskattats till omkring 3 km², varför omkring $^1/_3$ av den årliga nederbörden, 570 mm, beräknats infiltreras i grunden. Hela denna vattenmängd uppsamlas

icke genom vattenledningsverket vid Råda. Utredningen har givit till resultat, att av den infiltrerade vattenmängden vid ett visst vattenstånd i Vänern en stor del eller omkring 7 l/sek. fortsätter som artesisk grundvattenström i ett sandlager under den mäktiga leran mellan åsen och Vänern och tager riktning mot Lockörn ut i Vänern, där i ett pumphål på Lockörns udde hela strömmen kunnat infångas.

I viss mån hydrogeologiskt motsvarande grus- och sandavlagringarna kunna Kinnekulles förklyftade bergarter — sandsten och kalksten — anses vara. Skifferlagren däremot äro täta såsom varande föga sprickförande. Inom stora områden är kalkstenen täckt av endast ett tunt jordtäcke, som icke förmår att upptaga så mycket av nederbörden, och inom dessa områden är vegetationen dessutom av en torr allvartyp, vilket allt gör, att en stor procent av nederbörden tränger ned i sprickorna i berget till underliggande täta lager. I klevarna framkommer detta vatten, som dock i regel icke framträder samlat i mera rikligt flödande källådror utan i stället sipprar fram ur sprickorna på en mängd ställen.

Vattnet från Kinnekulles kalkiga bergarter är mycket hårt, men från urbergsområdets grusområden är det av god beskaffenhet. Järnhalten är dock understundom rätt hög; exempelvis har vattnet från det sandlager varifrån Götene samhälle hämtar sitt vatten en besvärande hög järnhalt, vilket möjligtvis sammanhänger med den relativt rikliga förekomsten av skiffersplittror i sanden.

Det från Rådaås kommande vattnet utmärker sig för hög natriumhalt. Enligt analys utförd år 1929 höll vattnet 55.9 mgr Na pr liter och ännu mycket mera bemängt med koksalt var vattnet i den under leran framrinnande artesiska grundvattenströmmen. I ett borrhåll härifrån erhölls vatten med en så hög Na-halt som 233 mg/l och en motsvarande klorhalt. Djupa brunnar i mäktiga lerlager ge ofta ett vatten, som är odrickbart på grund av hög halt av klornatrium. Vid Hangelösa är en sådan brunn i lera upptagen till 30 m djup, som ger ett vatten bittert som havsvatten och endast njutbart för boskapen.

Hög halt av koksalt är ett utmärkande drag för grundvattnet inom västra Sveriges lerterränger eller från de leror som avsattes i det salta havsvattnet. Såpleran håller ännu efter många tusen år kvar det vatten vari lerslammet en gång avsattes. I lerans övre lager som genomfuktas av nederbörden har koksaltet blivit utlakat, helt urlakad har dock endast koksaltets ena beståndsdel, kloren, blivit. Koksaltets andra beståndsdel natrium, som starkt absorberas av lerpartiklarna, uttvättas mera långsamt och än i dag fortsätter denna natriumuttvättning; man finner nämligen ännu i dräneringsvattnet från leråkrarna en ovanligt hög halt av natrium i form av natriumbikarbonat. Det kan förmodas att vissa karakteristiska drag i jordbrukshänseende hos de västsvenska lerorna stå i samband med deras halt av natrium.

Urberget.

Av N. SUNDIUS.

Kartbladet Lidköping är beläget i det stora gnejsområde, som utbreder sig över västra delen av södra Sverige väster om en ungefärlig linje från Karlshamnstrakten över Vättern och utmed Klarälvens norra lopp. Av gammalt har gnejskomplexen inom detta område efter en karakteristisk och mycket utbredd typ — en röd, ofta magnetitförande varietet — kallats för järngnejs. I sin helhet är emellertid järngnejsformationen av mycket varierande sammansättning, och i stort ha ett flertal längs hela områdets utsträckning i norr—söder följbara zoner med olikartat bergartsinnehåll kunnat urskiljas.[1] Bladet Lidköpings kartområde är beläget över gränsen mellan tvenne dylika olikartade zoner, åtskilda längs en linje utmed Kinnevikens västra strand och med fortsättning mot SV något Ö om Råda kyrka och över Häggene. De väster om denna linje förhärskande bergarterna utgöras av gråa, plagioklasrika gnejser, ofta rika på mörka grönstenar (amfibolit, diorit och gabbro). Röda kalifältspatrikare lager och röd pegmatit i form av sliror och mindre zoner förekomma även, men i underordnad mängd. Lagerbyggnaden inom detta område karakteriseras av växellagring av ett flertal mindre zoner av varierande innehåll och med förhärskande NNO—SSV-ligt förlopp och konstant mot väster riktad stupning med i allmänhet 50—75° avvikelse från horisontalplanet. Utmed östra gränslinjen bli dock i regel flackare stupningar rådande.

Inom det östra området, öster om nämnda gränslinje, bli saliska, röda, järngnejsartade bergarter rikligt representerade. Gnejskomplexen i sin helhet har här en betydligt kalifältspatrikare karaktär. Grönstensbergarter förekomma, men i ganska underordnad kvantitet. Bergartsvariationen är stark, i allmänhet starkare än i det västra området, och de olika sammansatta gnejsvarieteterna ha en band- eller zonartad fördelning, som delvis blir mycket intim och av skiktliknande karaktär. Lagerbyggnaden inom det östra området är även betydligt mera komplicerad än i det västra och uppvisar ett flertal kraftiga omböjningar och veckningar, delvis med mycket flacka lägen.

Även i ett annat avseende förefinnes en anmärkningsvärd skillnad mellan de båda områdena, i det bergarterna i det västra mycket allmänt uppvisa krossningsföreteelser och därmed förknippad deformation, vilket strukturdrag saknas i det östra.

[1] A. E. TÖRNEBOHM, G. F. F. Bd. I, sid. 175, Bd. 6, sid. 582. — H. E. JOHANSSON, G. F. F. Bd. 53, sid. 457, 1931.

Företeelsen av en dylik markerad skiljegräns mellan tvenne områden, som i bergartsinnehåll och byggnad så skarpt kontrastera mot varandra, är tydligtvis icke något primärt fenomen, uppkommet vid bergarternas bildning utan av senare datum och orsakat av en förskjutning, genom vilken det västra området skjutits upp över det östra. I samband härmed har man att söka förklaringen till krossföreteelserna i det västra områdets bergarter, vilka äro utomordentligt kraftigt utvecklade just utmed själva gränslinjen.

Det plan, utmed vilket förskjutningen försiggått, är icke inskränkt till kartbladsområdet, utan fortsätter utanför detsamma. Mot norr har sålunda gränslinjen tidigare följts utmed Kållandsös och Värmlandsnäs östra sidor samt vidare mot norr genom Värmland upp till västra sidan av Mellan Fryken. Mot söder fortsätter samma störingslinje och har spårats ner till västra stranden av sjöarna Anten och Mjörn vid Alingsås.

Beträffande den tid, då överskjutningen skedde, kan intet utsägas med bestämdhet. Sannolikt har man här att göra med relativt tidiga förskjutningar i jordskorpan under algonkisk tid.

Berggrunden inom det västra området.

Grå plagioklasgnejs.

Den inom detta område mest utbredda bergarten är en ljusare eller mörkare *grå,* vanligen medelkornig men även mera finkornig, plagioklasrik *gnejs.* Bergarten företer i allmänhet en tydlig skiffrighet av växlande styrka. De ingående mineralen utgöras av vit natron-kalkfältspat (plagioklas) med c:a 23—35 % av kalkkomponenten, kvarts och en vanligen småfjällig mörk glimmer (biotit). Med den senare kan i varieteter, som äro rikare på mörka mineral och utgöra övergångsled till diorit, även hornblände vara kombinerad. Såsom mikroskopiska små korn äro vidare epidot och muskovit (ljus glimmer) mycket allmänt utbredda och äro ofta även utvecklade i ganska riklig mängd. Mera sällsynt är granat, som likväl ibland kan anträffas såsom enstaka med blotta ögat iakttagbara korn. Vid mikroskopisk undersökning visar gnejsen mycket ofta spår av krossning, som företrädesvis skett i kvartsen och utmed fältspatkornens kanter. Vid starkare utveckling av deformationsprocessen utvecklas i bergarten skiffrighetsplan, till vilka glimmern anrikas, samtidigt varmed även nybildning av ljus glimmer och epidot ägt rum. Något kalkspat brukar då även ha nybildats.

Slirig gnejs.

Den grå gnejsen är i de flesta fall fattig på eller fri från kalifältspat. Dock kan även denna fältspat vara närvarande och är då i allmänhet tillsammans med kvarts fördelad i rödaktiga grövre körtlar eller sliror. I vissa fall äro dylika sliror så pass rikliga, att gnejsen antager karaktären av en *slir-gnejs,* vilken å kartan erhållit en skild beteckning.

Grå gnejs, ofta bandad.

Inom åter andra delar har gnejsen en mycket variabel sammansättning och innehåller olika sammansatta varieteter av mörkare och ljusare färg. Bergarterna äro inom sådana områden vanligtvis relativt finkorniga, och de olika beskaffade varieteterna äro i allmänhet fördelade i form av band eller

bredare zoner, som omväxla med varandra. Förutom ljusare och mörkare grå gnejszoner finner man även bäddar av mörk amfibolit. Även röd, mer salisk gnejs och porfyrisk eller porfyritisk gnejs med röda kalifältspatögon eller vita grova plagioklasströkorn kunna anträffas i dylika grovt lagerartat byggda bergartskomplex, som i den mån det varit möjligt utskilts å kartan. Vid Vänsjö och mot söder till Hansatorp har sålunda med beteckningen ögongnejs utskilts en mindre zon, inom vilken porfyriska och porfyritiska utbildningsformer förhärska.

Ögongnejs.

I större mängd förekommer *ögongnejs* inom kartans nordvästligaste hörn i skärgården härstädes och å de närmast angränsande delarna av fastlandet och Kållandsö. Den utgör en sydlig fortsättning av en ögongnejszon, som tidigare å bladen Lurö och Värmlandsnäs följts utmed västra sidan av Kållandsö och skärgården härstädes samt utmed västra delen av Lurö skärgård upp till och genom centrala delen av Värmlandsnäs. Ögongnejsen är en relativt grovkornig bergart, som i en grå mellanmassa innehåller mer eller mindre talrika, grova, vanligen rödaktiga kalifältspatkristaller av rundad eller rundat rektangulär form och upp till 4 à 5 cm storlek i diameter. Liksom traktens övriga bergarter uppvisar den i regel spår av deformation och är i allmänhet något skiffrig. Mineralogiskt kan ögongnejsen betecknas såsom en grå plagioklasgnejs med ett väsentligt innehåll av kalifältspat, som till största delen är ansamlad i ögonen. Med ögongnejsen är ofta en mörk gabbro associerad i form av oregelbundna partier, intimt sammanflätade med gnejsen. Förekomsten av grönsten, på detta sätt intimt hopflätad med ögongnejsen, synes vara ett karakteristiskt drag för denna senare bergart i hela dess utsträckning även utanför bladets gränser.

Röda, på kalifältspat rikare, jämnkorniga gnejser äro inom större delen av området sparsamt företrädda. Mot öster, i närheten av förskjutningsgränsen spela dock bergarter av detta slag en större roll och bilda här flera uthålliga zoner. Bergarten i dessa är i olika fall av olika beskaffenhet. I de å kartan såsom »*intermediär, syenitisk gnejs*» betecknade zonerna är bergarten relativt rik på mörk glimmer. Kvartsinnehållet är relativt lågt (c:a 15—20 %). Den förhärskande fältspaten utgöres av röd mikroklinpertit, medan plagioklas är underordnad. Bergarten har å vittrade ytor och i utslagna bitar en gråröd färg. Den är vanligtvis starkt förskiffrad.

Intermediär syenitisk gnejs.

Den andra typen, röd salisk gnejs, utgöres av en renare röd, vanligen finkornig gnejs, som även på grund av krossning kan vara tät. I undersökta prover visar den sig bestå av kvarts, som är rikligt närvarande, mikroklin och albit, medan mörk glimmer är mycket sparsam. Däremot kan finfjällig ljus glimmer ha nybildats rikligt under bergarternas förskiffring.

Röd salisk gnejs.

Ett i områdets gråa gnejser mycket ofta förekommande inslag utgöres av *grönstensbergarter*. Sin största utveckling ha dessa i bladets västligaste del, varest de inom ett betydande område från Lindholmens gård och ner mot järnvägen bilda den dominerande berggrunden. I fortsättningen mot NO, vid Traneberg och söder därom finnas mindre områden av samma art, och överhuvud taget har den grå gnejsen i bladets nordvästra del ofta en på

Grönstensbergarter.

mörka mineral rik, grönstensartad sammansättning. I form av smalare zoner och bankar uppträda grönstenar ofta inom de övriga delarna av området väster om Kinneviken, varest de större förekomsterna ha utmärkts på kartan. Inom de västliga, större områdena har bergarten en medelgrov, dioritisk eller gabbroartad karaktär och består av vit eller grå, vanligen kalkrik plagioklas (An_{50}—An_{60}), mörkt hornblände och i vissa fall även pyroxen (monoklin och rombisk), vartill kommer något biotit och en ringa mängd kvarts. Bergarten kan vara massformig, men i regel företer den någon skiffrighet. I de mindre zonerna inom områdets östligare delar ha grönstenarna i allmänhet en finkornigare amfibolitisk karaktär och äro ofta starkare förskiffrade.

Porfyrit. Egendomliga utbildningsformer av grönstenarna träffar man i den zon, som sträcker sig från trakten av Stola ner över Ströberg och likaså, såsom ovan nämnts, i den bandade gnejszonen öster härom, varest varieteter förekomma, som ha en porfyritisk struktur med svart finkornig grundmassa, i vilken delvis grova, rektangulära eller rundade strökorn av vit eller rödaktig plagioklas med eller utan kombination av svarta hornbländekristaller äro inströdda i varierande mängd. I mikroskopiskt undersökta prover visar sig den täta grundmassan bestå av biotit eller biotit och hornblände och plagioklas jämte kvarts, som kan vara rikligt företrädd och något epidot. Grundmassan har i allmänhet en skiffrig beskaffenhet. Granat förekommer ibland.

Förskiffringszonen utmed förskjutningsplanet.

Omkring gränslinjen mellan de båda områdena är berggrunden blottad endast på den västra sidan, vilken ligger högre än den östra och topografiskt framträder även i den av kvartära avlagringar starkt täckta terrängen i kartans sydvästhörn. Den närmast väster om gränslinjen anstående berggrunden kan i de talrika blottningarna utmed Kinneviken väl studeras. Den har en ytterst kraftigt krossad (s. k. mylonitiserad) och förskiffrad beskaffenhet, varvid bergarterna omvandlats till glimmerskifferliknande bildningar av mörkare eller ljusare, delvis rödaktig färg, allteftersom det ursprungliga materialet utgjorts av en grönsten, grå eller röd gnejs. Under krossningen och förskiffringen har en långt gående mineralomvandling ägt rum, varvid hornblände och biotit överförts i klorit och samtidigt finfördelad ljus glimmer och epidot nybildats ur fältspat. Något kalkspat är vanligen samtidigt nybildad. Denna starkt förskiffrade beskaffenhet förhärskar till 1 à 1.5 km väster om stranden. Utmed strandbrynet och i 100 à 200 m ovanför detsamma är denna förskiffrade berggrund vidare ofta rikligt genomdragen av ett oregelbundet nätverk av kvartsådror. Tillsammans med kvartsen förekommer stundom även röd kalifältspat i grovkornig utbildningsform. I sällsynta fall finner man även relativt grova tavlor av järnglans i dylika pegmatitartade ådror. Stupningen av skiffrigheten är när-

mast stranden flack, vanligen 20—40°, men blir inåt land snart brantare, 50—70°.

Mot väster avtager styrkan av förskiffringen, men såsom ovan framhållits, visa likväl bergarterna mycket allmänt en viss grad av krossning och deformation, och lokalt kunna även mindre zoner av likartad stark förändring som utmed förskjutningszonen anträffas.

Berggrunden inom det östra området.

De inom detta område tillgängliga delarna av berggrunden utgöras av kartområdets nordöstra och mellersta delar öster om Vänern. Hela den södra delen av kartområdet är däremot starkt jordtäckt. Den inom det blottade området anstående berggrunden har en mycket växlande beskaffenhet med en band-, zon- eller slirartad fördelning av de olika bergartsvarieteterna. Den förhärskande utsträckningen av bergartslagren är i kartans nordöstra del i stort sett N—S-lig à NNV—SSO-lig, ehuru komplicerad genom större och mindre veckningar. Stupningen är här regelbundet riktad mot öster och nordost med 30—70° lutning. Väster och söder härom tyda de möjliga observationerna på en mycket oregelbunden lagerbyggnad med flera syn- och antiklint byggda och flackt liggande omböjningar av lagren. En större dylik antiklinal är utbildad väster om Blomberg—Källby, och sannolikt utgöra de vid och närmast norr om Götene framstrykande lagren en fortsättning av de yttre delarna av denna antiklinal. Delar av mindre, flackt liggande synklinala omböjningar äro synliga invid Kinnekullekleven vid Gössäter och vid Råbäcks hamn. Det närmare sammanhanget mellan dessa olika veckbildningar låter sig likväl icke fastställas.

Den i detalj skeende variationen i bergarternas beskaffenhet är i olika fall av olika styrka. Mest homogen är den såsom »röd, salisk» betecknade gnejsen. Betydligt inhomogenare äro de övriga gnejsvarieteterna, och kartan kan beträffande dessa icke göra anspråk på att återgiva den verkliga bergartsvariationen utan i de flesta fall blott den sammansättning inom de utskilda zonerna, som är den genomsnittliga eller förhärskande. I stort sett kunna de uppträdande gnejsvarieteterna uppdelas i följande typer:

Röd, salisk gnejs.

»Röd, salisk gnejs», den typ som tidigare givit upphovet till beteckningen järngnejs. Den är den inom området mest utbredda bergarten. I hällytorna eller i utslagna prover ter den sig som en röd, små—medelkornig gnejs. Strukturen är ofta massformig, beroende på det ringa innehållet av parallellanordnad glimmer. Med blotta ögat iakttagbara magnetitkorn, som i andra delar av järngnejsområdet äro karakteristiska för ifrågavarande bergart, förekomma här mera sällan och bruka då vara anrikade i grövre sliror i gnejsen. Bergarten har i de olika förekomsterna en mycket likartad sammansättning och består av c:a 25 % kvarts, en kalkfattig plagioklas (An_9—An_{14}) och mikroklinpertit i ungefär lika mängder samt 3—7 % biotit. I vissa fall är även ett järnrikt hornblände kombinerat med biotiten.

Bland de i ringa mängd närvarande mineralen märkes flusspat, dock endast som sporadiska och mikroskopiskt iakttagbara korn.

Intermediär gnejs.

Intermediär gnejs. De till denna grupp hänförda bergarterna skilja sig från den föregående genom ett rikligare innehåll av mörka mineral, som till större delen bestå av biotit, samt genom ett större kalkinnehåll i fältspaten. De ha i allmänhet en tydlig parallellstruktur, orsakad av de mörka mineralens parallellanordning. Till färgen äro de vanligen gråröda. De ingående mineralen äro: måttligt kalkhaltig plagioklas (An_{16}—An_{23}), som utgör huvudbeståndsdelen, mikroklinpertit samt biotit eller biotit och hornblände, de båda sistnämnda tillsammans c:a 7—15 %. Kvarts är alltid närvarande, dock i allmänhet i relativt ringa mängd (c:a 5—20 %). De intermediära gnejserna ha emellertid ofta en i detalj mycket variabel sammansättning, orsakad av zoner med växlande innehåll av mörka mineral samt med röda, pegmatitartade ränder eller sliror av grovkornig kvarts och fältspat. I sällsynta fall kan även kalifältspat vara närvarande i form av ögon eller som mindre, körtelartade aggregat och alstrar då en ögongnejsartad utbildningsform av gnejsen.

Gråröd, kvartssyenitisk gnejs.

Gråröd, kvartssyenitisk gnejs. Denna bergart är nära besläktad med den föregående, men skiljer sig från densamma genom en homogenare beskaffenhet och ett konstant rikligare innehåll av hornblände. Bergarten har ett karakteristiskt utseende med medelgrov kornstorlek, gråröd färg, tydlig parallellanordning av de mörka mineralen och tydligt urskiljbara hornbländekorn. Den består av c:a 20 % kvarts, måttligt kalkhaltig plagioklas (An_{25}—An_{27}), mikroklinpertit samt c:a 15—20 % hornblände och biotit, vardera i ungefär lika stor mängd. Epidot kan ävenledes vara närvarande i väsentlig mängd. Denna typ har en mindre allmän utbredning än de föregående. Den största förekomsten utgöres av en uthållig zon i kartans nordöstra del.

Grå gnejs.

En något allmännare utbredning ha renare *grå gnejser.* Även denna typ är emellertid nära förbunden med de intermediära gnejserna, och avgränsningen från desamma blir i allmänhet vag. Gråa varieteter träffas även i de intermediära gnejszonerna liksom omvänt gråröda modifikationer kunna anträffas i de såsom grå gnejs utskilda zonerna. Till sin beskaffenhet skilja sig de grå gnejserna från de föregående genom en mindre riklig kvantitet av kalifältspat och ett vanligen något större innehåll av mörka mineral (20—25 %), som bestå av biotit och hornblände eller enbart biotit, varjämte plagioklasens sammansättning är något mer kalkhaltig (An_{18}—An_{31}) än i den intermediära gnejsen. Epidot kan även i denna typ vara närvarande i väsentlig mängd.

Amfibolit.

Till de nämnda typerna komma vidare mörka *amfiboliter,* vilka ingenstädes bilda större områden, men i form av mindre band eller linser ofta äro företrädda i bergartskomplexen, i de flesta fall dock av så små dimensioner, att de icke kunnat särskilt utmärkas å kartan. De bestå av svarta eller svartgröna bergarter, sammansatta av ett svart, järnrikt hornblände och en måttligt kalkrik plagioklas (An_{47}—An_{28}), vilka utgöra huvudbeståndsdelarna, vartill komma biotit och något kvarts. Bergarterna äro anmärknings-

värt rika på titanit, apatit och malmkorn, som dock endast mikroskopiskt kunna iakttagas. I extrema varieteter av amfiboliterna bli hornblände och biotit nästan enarådande, samtidigt varmed fältspaten nästan helt försvinner. Av intresse är fältspatens för amfiboliter låga innehåll av kalk och samtidigt hornbländets höga järnhalt.

Förutom i vissa fall såsom oregelbundet fördelade sliror och ådror förekommer pegmatit även såsom mer distinkta, raka gångar, vilka genomskära samtliga de övriga bergarterna. Dylika gångar ha dock en ringa frekvens. De äro icke bundna till något särskilt utbredningsområde, utan kunna anträffas inom samtliga blottade delar av det östra området. Överhuvud taget är innehållet av pegmatit vare sig i slir-fördelad form eller som gångar icke rikligt. Pegmatit.

Åldersförhållanden.

De genomtvärande pegmatitgångarna representera det enda exemplet på en tydlig åldersdifferens mellan olika bergarter inom hela kartbladsområdet. F. ö. bilda de olika bergarterna konkordant förlöpande zoner och lager, som ofta visa övergångar till varandra. Någon väsentlig åldersskillnad mellan dem kan därför icke ur förhållandena avläsas. I sin helhet kunna gnejskomplexerna både i det västra och östra området betraktas såsom slirigt differentierade bergartsmagmor av tidig arkäisk ålder, i vilka de olika utdifferentierade delarna under magmans stelnande på grund av tryck och rörelser erhållit sin nuvarande lagerartade och zonart fördelade form.

Den kambro-siluriska lagerserien.[1]

Av A. H. Westergård.

Såsom i inledningen omtalats uppbygges Kinnekulle i likhet med Västergötlands övriga platåberg av i stort sett vågräta kambro-siluriska lager. Deras ordningsföljd är uppifrån räknat följande:

Silur
10. *Retiolitesskiffer*
9. *Rastritesskiffer*
8. *Dalmanitesskiffer* och *-kalk* (*Brachiopodskiffer*)

Ordovicium
7. *Tretaspisskiffer* och *-kalk* (*Trinucleusskiffer*)
6. *Chasmopskalk* och *-skiffer*
5. *Ortocerkalk* — Leversten (grå), Övre rödsten, Täljsten (grå), Undre rödsten (jämför tabellen på sid. 75)
4. *Undre didymograptusskiffer* (*Phyllograptusskiffer*)
3. *Ceratopygekalk* och *-skiffer*

Kambrium
2. *Alunskiffer* — *Olenidskiffer*, *Paradoxidesskiffer*
1. *Sandsten* — *Lingulidsandsten* (*Fucoidsandsten*), *Mickwitziasandsten* (*Eophytonsandsten*)

Över retiolitesskiffern ligger ett täcke av diabas, bildande högsta delen av den s. k. Högkullen.

I Kinnekulle är en större del av den kambro-siluriska lagerserien bevarad och tillgänglig än i de övriga västgötabergen och även större än som förekommer samlad på något annat ställe i Sverige. Då lagren därtill äro vågräta och följaktligen deras inbördes åldersförhållande är otvetydigt, har Kinnekulle i väsentliga drag lagts till grund för den vetenskapliga indelningen av vårt lands kambro-siluriska lagerserie.

[1] Av arbeten som avhandla kambro-siluren på Kinnekulle må i första hand nämnas J. G. O. Linnarsson, Om Vestergötlands cambriska och siluriska aflagringar, Vet.-Ak. Handl., Bd 8, No 2, Stockholm 1869, samt G. Holm, Kinnekulle, dess geologi och den tekniska användningen af dess bergarter, Sver. Geol. Unders., Ser. C, No 172, Stockholm 1901.

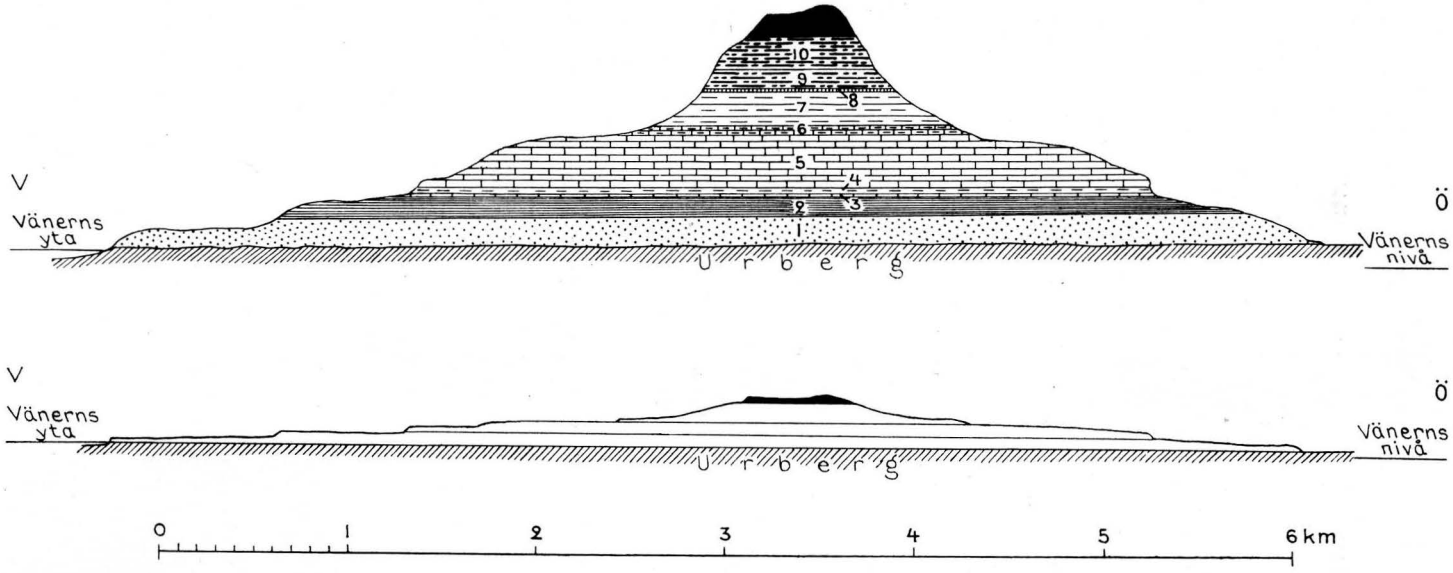


Fig. 4. Profil av Kinnekulle efter en linje dragen från Råbäcks hamn till en punkt 1 300 m S om Gössäters järnvägsstation. I den undre bilden är längd- och höjdskalan lika, i den övre är höjdskalan fem gånger större än längdskalan. Siffrorna i den senare bilden motsvara dem i schemat över lagerföljden på motstående sida. — Efter Holm.

Den subkambriska denudationsytan.

I Kinnekulle såväl som i Västergötlands övriga platåberg vilar den kambro-siluriska lagerserien direkt på urberget. Detta begränsas uppåt av en i stort sett plan yta, den subkambriska denudationsytan, som kan spåras över stora områden i Skandinavien och Finland men sällan träffas så väl bevarad och är så iögonenfallande som inom delar av Västergötland. Den giver där upphov till de platåbergen skiljande slätterna, från vilka den fortsätter i obrutet plan in under bergen. Denna yta har utbildats under långa tidrymder före den kambriska perioden, under vilka landet legat över havsytan fritt utsatt för de nedbrytande krafterna, vittring och olika former av denudation. Vid dess slutliga avjämning antages den eoliska denudationen hava varit den huvudsakligen verkande faktorn. Utmed stranden av Vänern mellan Blombergs hamn och cirka 1 km N om Råbäcks hamn, där en i Ö och V gående förkastning uppträder, sammanfaller den subkambriska denudationsytan ungefärligen med strandplanet och är under lågvattenperioder blottad på en bredd växlande mellan några tiotal och ett par hundra m. På intet annat ställe i vårt land torde tillfälle att i detalj studera denna urgamla landyta, varöver havet trängde fram vid början av kambrisk tid, vara så gynnsamt som här är fallet.[1] Tyvärr torde detta tillfälle framdeles icke återkomma, alldenstund Vänerns reglering kommer att hålla sjöns yta närmelsevis konstant vid en nivå, som ligger något litet över det tidigare medelvattenståndet.

På den ifrågavarande sträckan täckes urbergsytan på sina ställen av smärre, en eller annan dm mäktiga rester av de kambriska bottenlagren, men dessa isolerade rester äro alltför obetydliga för att i märkbar mån förvanska bilden av urbergsytan, på samma gång de å andra sidan äro tillräckliga för att visa, att senare erosionsföreteelser — den kvartära landisen samt frostsprängning och isskjutning i nutiden — endast sporadiskt och i mycket ringa grad hava förmått omforma den subkambriska denudationsytan. Under relativt stora sträckor, exempelvis N och S om Trolmens hamn, är ytan så jämn, att höjdskillnaden mellan de flacka fördjupningarna och upphöjningarna uppgår endast till några dm, och även på ställen, t. ex. N och S om Råbäcks hamn, där något större gnejsryggar uppträda, nå dessa knappast mer än 2 m över planet.

När det kambriska havet transgredierade över trakten, var landytan praktiskt taget horisontell. Att detta varit fallet framgår bl. a. därav, att blocken i det täckande konglomeratet visa ringa nötning utöver den de erhållit under den föregående landperioden genom vindens verksamhet. Ytans obetydliga nutida lutning mot VNV, här uppgående till ungefär 3 m

[1] Jämför A. G. Högbom och N. G. Ahlström, Über die subkambrische Landfläche am Fusse vom Kinnekulle, Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. 19, Uppsala 1924. — Vittringszonen vid urbergets yta och den underkambriska sandstenen ha ingående avhandlats av A. Hadding i The Pre-Quaternary Sedimentary Rocks of Sweden, Lunds Univ. Årsskrift, N. F., Avd. 2, Bd 23, Nr 5 och Bd 25, Nr 3, Lund 1927 och 1929.

på 1 km, en lutning som genomgående träffas hos urbergsytan i trakten såväl som hos det kambro-siluriska lagerkomplexet, har uppkommit till följd av rörelser i jordskorpan under postsilurisk tid (jämför sid 86).

I det nyssnämnda området utgöres urberget av gnejser med varierande sammansättning, här och var genomsatta av smala pegmatitgångar. Gnejsen är vittrad till något olika djup hos olika gnejsvarieteter, vanligen endast till en eller annan dm. Den vittrade zonen är här tunnare än vad fallet är exempelvis i de gamla kvarnstensbrotten vid Possagårdens såg på södra sidan av Kinnekulle och på Lugnåsberget, där den plägar uppgå till bortåt 1 m eller något mera. Den kemiska sönderdelningen giver sig tillkänna huvudsakligen däri, att plagioklasen blivit omvandlad till kaolin eller ersatt av kalkspat och kalcedon och att biotiten blivit blekt. I pegmatitgångarna, som ofta höja sig någon dm över den omgivande gnejsen, brukar däremot bergarten vara frisk ända upp i ytan.

Från ett stort antal lokaler på slätten runt omkring Vänern känner man smärre sprickfyllnader av kambrisk sandsten i urberget vittnande dels om sandstenens större utbredning under svunnen tid, dels om den ringa grad av förstöring, som drabbat den subkambriska ytan sedan den under kvartär tid ånyo blivit blottad. Inom föreliggande kartblad har en sådan, 2—3 cm bred sprickfyllnad av brungrå, grov arkos iakttagits i en gnejshäll på udden 600 m NV om Sjökvarn, NV om Källby.

Kambrium.

Sandsten (Undre kambrium).

Den kambriska lagerserien inledes av en omkring 34 m mäktig sandstensbildning. Man kan särskilja två avdelningar i densamma, en undre, kallad mickwitzia-sandsten (förr benämnd eophyton-sandsten), som till övervägande del är tunnskivig, och en övre avdelning, kallad lingulid-sandsten (fucoid-sandsten), bildande tjockare bankar.

Mickwitziasandsten. — Närmast över gnejsen följer ett hårt konglomerat eller grov, fältspatrik sandsten, arkos, som i sin ordning överlagras av den egentliga mickwitziasandstenen. De grova bottenlagren ha vanligtvis sin största tjocklek i de små, flacka sänkorna i underlaget, uppgå emellertid även där knappast till mer än ett par dm och kunna understundom, särskilt på gnejsryggarna, helt saknas, då alltså sandstenen ligger direkt på gnejsen. Konglomeratets grundmassa utgöres av kvarts- och fältspatkorn, glimmerfjäll och lerpartiklar, sällan kaolin. Cementet är dels kiselsyra, dels karbonater, huvudsakligen kalkspat, vilken stundom uppträder även som större kristallindivid. Bollarna i konglomeratet bestå till övervägande del av kvarts och fältspat; mera sällan träffas sådana av vittrad gnejs, rödlett kvartsit eller kvartsmylonit, finkornig, hård glim-

merförande sandsten, gröngrå lerskiffer och en den senare liknande fosforitförande bergart. Bollarna äro till övervägande del några få, stundom 6 à 8 cm i diam., sällan större. De äro merendels måttligt rundade, fältspatstyckena som regel skarpkantiga. Kvartsbollarna visa här liksom i motsvarande konglomerat vid Lugnås och Billingens nordände ej sällan former, som äro utmärkande för stenar å flygsandsfält (»Windkanter», »Dreikanter») antydande, att området vid tiden för den kambriska transgressionen upptagits av avlagringar hopade av vinden.

De i konglomeratet ingående elementen äro denudationsrester av underliggande eller i trakten anstående bergarter. Kvartsbollarna och fältspatstyckena härröra från de gnejsen genomsättande pegmatitgångarna. Förmodligen tillhör även kvartsmyloniten traktens berggrund; i varje fall ha liknande bergarter iakttagits som stråk i gnejsen inom det angränsande kartbladet »Lugnås». Fragmenten av sandsten och lerskiffer torde vara av konglomeratets ålder. De äro än rundade, än åter kantiga, i vilket fall konglomeratet kan påminna om en sedimentbreccia, och visa lithologisk likhet med sprickfyllnader i gnejsen eller med de överliggande sedimenten. De härröra sannolikt dels från de nämnda sprickfyllnaderna, dels från skikt som avlagrats i samband med transgressionen men till följd av havsytans oscillationer snart åter blivit förstörda. Samtidig med konglomeratet är säkerligen även den fosforitförande bergarten. Denna, som är mörkgrå eller ljusgrå med en dragning åt gult eller blekbrunt, finkornig till tät och tämligen lös, bildar smärre, oregelbundna knölar eller flagor. En sådan liten boll från konglomeratet S om Råbäcks hamn, analyserad av R. Mauzelius, visar följande sammansättning:

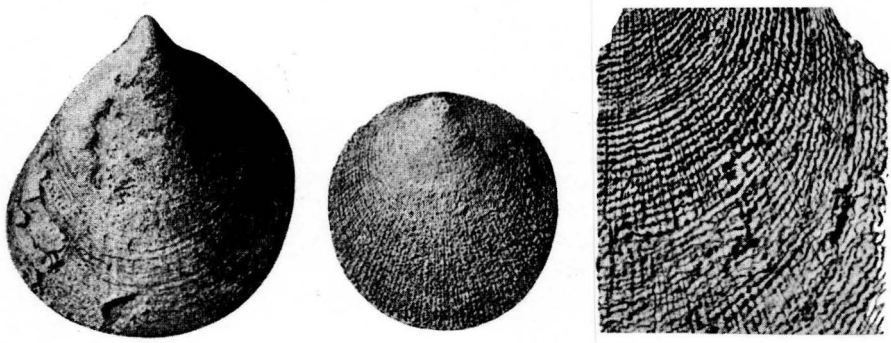
Fosforsyra	11.8 %
Olöst i utspädd salpetersyra (ett fint slam utan kvartskorn) .	46.5 »

Bollar av bergarter, som icke kunna direkt hänföras till traktens berggrund och som därför förmodas hava blivit förda hit från längre bort liggande orter, saknas icke helt och hållet men äro ytterligt sällsynta.

Det må slutligen anmärkas, att en egendomlig järnspatrik bergart, varav bollar äro mycket talrika i bottenkonglomeratet vid Lugnås och Billingens nordände, icke synes vara representerad i konglomeratet på västsidan av Kinnekulle eller, om detta skulle vara fallet, uppträder där ytterligt sporadiskt. Bergarten i fråga, som är mycket finkornig, i friskt tillstånd grå och hård, vittrad rödbrun och lös, och består till 50 à 75 % av järnspat, torde hava utgjort en eokambrisk eller sen-prekambrisk kontinental avlagring med lokal utbredning.

Konglomeratet har, som nämnts, före Vänerns reglering kunnat studeras vid lågvatten på flera ställen utmed Vänerns strand, t. ex. V om Storängen, sträckvis mellan Trolmens och Råbäcks hamnar och nedanför det gamla sandstensbrottet vid Råbäck. Det är även tillgängligt vid Possagårdens nedlagda såg i Källby socken, i bäcken nedanför dammen.

Mickwitziasandstenen är en finkornig, merendels hård, ofta glimmerhaltig kvartssandsten, i friskt tillstånd ljusgrå, efter vittring vanligen färgad mer eller mindre rödbrun. Den bildar tunna lager skilda av ännu tunnare skikt av grågrön, glimmerrik lerskiffer eller skifferlera, som förlänar lagret i dess helhet gröngrå färg. Sandstensskikten äro vanligen endast några få cm, stundom så tunna att en sandstensskiffer uppkommer, men kunna i enstaka fall nå en tjocklek av 15—30 cm, då bergarten liknar lingulidsandstenen; den synes emellertid i de tjockare bankarna i allmänhet vara något mera grovkornig än den senare. Av egentliga organiska



a b c

Fig. 5. *Mickwitzia monilifera* (LINRS.); a bukskalet, b ryggskalet, båda något förstorade; c ytan av ett inre skalskikt visande den egendomliga skulpturen, fem gånger förstorad. — Efter Walcott.

lämningar ha endast träffats *Mickwitzia monilifera* (LINRS.) (fig. 5), som här är ytterst sällsynt, samt *Torellella lævigata* (LINRS.), vilken iakttagits i bottenkonglomeratet, där den någon gång kan uppträda talrikt. Att likväl ett rikt organiskt liv varit rådande redan under transgressionens tidigaste skede, antydes av förekomsten av fosforit i bottenkonglomeratet och framgår tydligt av de i sandstenen ymnigt uppträdande spåren av organismer. Spåren äro av två väsentligen skilda slag, dels sådana som förekomma på skiktytorna och hava bildats antingen av djur, som krupit på bottnen, eller ock av djur eller växter, som drivits fram i det grunda vattnet av vind eller strömmar och släpat i bottenslammet, dels sådana som genomsätta sandstensskikten och bildats av grävande (eller revbyggande) djur. Till den senare gruppen hör *Diplocraterion parallelum* TORELL, som är formad likt en vertikalt stående, U-formig, tunn ficka med rörformig rand och har utgjort boningskammare för något djur, förmodligen tillhörande maskarna, samt den nedan nämnda *Monocraterion* eller *Scolithus,* som uppträder sparsamt redan i mickwitziasandstenen. Den förra gruppen av spår, vilka framstå i relief å sandstenens undre skiktytor då dessa vila på skifferlera, är representerad av en mångfald olika former, av vilka ett par av de allmännaste, *Eophyton* och *Cruziana,* äro här avbildade (fig. 6 och 7). Den förra, vilken ursprungligen beskrevs som en högre växt, kan möjligen vara bildad av medusor. *Cruziana* har

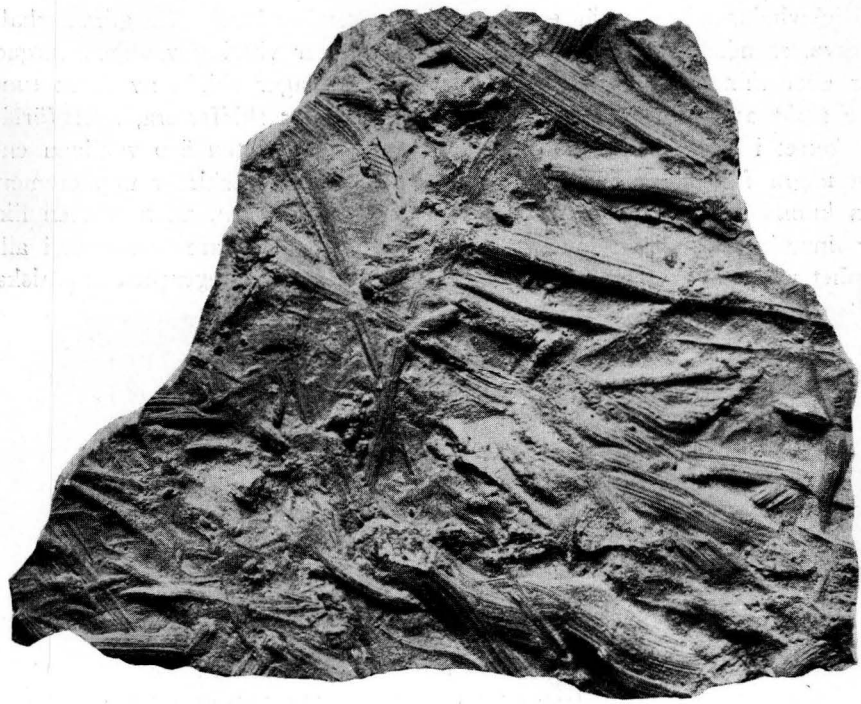


Fig. 6. Spårform benämnd *Eophyton*, bildad sannolikt av medusornas armar och tentakler; i relief på undre ytan av ett sandstensskikt. — Omkring hälften av naturliga storleken.

tolkats som krypsår av trilobiter. Det bör emellertid framhållas, att säkra rester av trilobiter aldrig torde hava iakttagits i Västergötlands mickwitziasandsten och i lingulidsandstenen endast som stor sällsynthet på ett ställe vid Billingens nordände. Medusor, *Medusina lindströmi* (LINRS.), bevarade antingen såsom avtryck av kroppens undre sida eller såsom slutna avgjutningar av kroppskaviteten, vilka äro vanliga vid en viss nivå i mickwitziasandstenen vid Lugnås, äro sällsynta på Kinnekulle, där några få exemplar iakttagits vid Trolmens hamn. Slutligen har även en från den kambriska sandstenen i Skåne och Kalmarsundsområdet under namn av *Syringomorpha nilssoni* (TORELL) beskriven gåtfull bildning träffats i ett block av mickwitziasandsten (?) funnet S om Råbäcks hamn.

Torksprickor synas här och var i lerskifferskikten. Praktfulla böljmärken, såväl smärre som större sådana med 5 à 6 dm avstånd mellan de breda kammarna, förekomma flerstädes. De visa ingen enhetlig orientering och giva sålunda ingen antydan om strandlinjens förlopp — vilket med hänsyn till den flacka subkambriska ytan ej är att vänta — ej heller om någon viss förhärskande vindriktning under ifrågavarande tid.

Mickwitziasandstenen är en utpräglad grundvattensbildning; den har avlagrats utanför stranden inom en mycket flack, tidvis torrlagd zon med obetydligt djup och ringa vågrörelse.

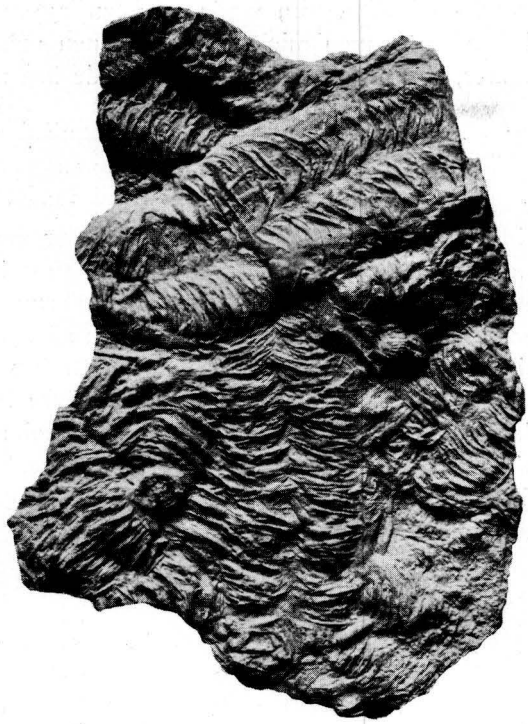


Fig. 7. Spårform kallad *Cruziana*, möjligen bildad av på strandslammet krypande trilobiter; i relief på undre ytan av ett sandstensskikt. — Omkring hälften av naturliga storleken. — Efter Holm.

Mickwitziasandstenen är ungefär 10 m mäktig. På bergets västra, norra och östra sidor har den ringa utbredning i fält och upptar endast en smal zon nedanför den huvudsakligen av lingulidsandstenen bildade sandstenskleven. Mellan Råbäck och Sjöråsviken ligger den under Vänerns yta och utbreder sig på sjöns botten men sträcker sig sannolikt ej långt från stranden. På södra sidan av Kinnekulle, där mickwitziasandstenen legat i lä för landisen och därför varit i mindre grad utsatt för dennas förstörelsearbete, sträcker den sig längre ut på slätten. Enär där observationspunkter över stora områden saknas, har dess gräns mot urberget dragits huvudsakligen med ledning av blockens utbredning och är följaktligen endast ungefärligen riktig.

Mickwitziasandstenen döljes vanligen av jordlager eller block, som nedrasat från sandstenskleven. De undre lagren äro blottade i ett gammalt kvarnstensbrott vid Possagården i Källby socken, de övre lagren vid vägen till Råbäcks hamn och i en järnvägsskärning mellan Hällekis station och Sjöräs. Gränsen mellan mickwitzia- och lingulidsandstenen har iakttagits vid vägen till Råbäcks hamn; den är där ej skarp såsom fallet är på det närbelägna Lugnåsberget.

Lingulidsandsten. — Denna, som utgör sandstenslagrets övre och mäktigare del, är i jämförelse med mickwitziasandstenen mera likartad. Den bildar tjocka bankar, vilka i lagrets övre del, där de äro mäktigast, uppnå metertjocklek.

Bankarna skiljas av tunna skifferlameller. Lingulidsandstenen är ej så hård som mickwitziasandstenen, är finkornig, på frisk yta nästan vit med en svag ton av grått eller gult. Den innehåller vanligen något svavelkis i form av små insprängda korn, kubiska kristaller eller mera sällan rundade klumpar av en hasselnöts storlek. På grund av dess halt av svavelkis antar bergarten vid vittring en mer eller mindre gulbrun eller rostig färg. Lingulidsandstenen är i de övre och renare lagren en nästan ren kvartssandsten med omkring 97 % kiselsyra. Dess sammansättning framgår av följande analyser. N:ris 1 och 2 hänföra sig till de övre lagren vid Hällekis, äro utförda av Kemisk-tekniska byrån i Stockholm och meddelade av Hällekis aktiebolag. N:o 3 är utförd på Sveriges geologiska undersöknings laboratorium å ett prov från de undre sandstenslagren S om Blombergs järnvägsstation.

	N:r 1	N:r 2	N:r 3
Kiselsyra	97.7 %	96.6 %	92.65 %
Järnoxid	0.1 »	0.1 »	1.16 »
Lerjord	1.3 »	2.1 »	2.90 »
Kalk	0.2 »	0.4 »	0.33 »
Talk	0.1 »	0.1 »	0.15 »
Alkalier och förlust	0.6 »	0.7 »	—
	100.0	100.0	

Under det att sandstenens huvudmassa är praktiskt taget kalkfri innehåller den allra översta banken (och måhända även de närmast underliggande) kolsyrad kalk i så stor mängd, att bergarten övergår till en kalksandsten. Ett prov analyserat i Sveriges geologiska undersöknings laboratorium visar följande sammansättning:

Olöst i utspädd klorvätesyra	66.01 %
Kolsyrad kalk	32.66 »
Kolsyrad magnesia	0.38 »

Den kolsyrade kalken förekommer som isolerade eller tättliggande stora kalkspatkristaller, späckade med kvartskorn. På frisk brottyta visar bergarten en skillrande glans förorsakad av kalkspatkristallernas genomgångsytor.

Denna del av sandstenslagret är blottad i flera skärningar utmed järnvägen mellan Råbäck och Blomberg samt i diken strax V om landsvägen $^1/_2$ km S om Blombergs station.

I lingulidsandstenen träffas mycket sparsamma lämningar av en liten brachiopod, en ej närmare bestämd l i n g u l i d. Sandstensskiktens undre yta visar ofta, särskilt i undre delen av sandstenslagret, oregelbundna, ej sällan förgrenade, valkformiga upphöjningar, som förr antogos vara

avtryck av alger *(Fucoides)*, men vilka torde vara avgjutningar av kryp-spår av maskar. Den ovan omtalade *Diplocraterion* fortsätter upp i lingulid-sandstenen. Vidare förekomma vertikala, 2—4 mm tjocka och intill 10 à 15 cm långa cylindriska kroppar med trattformig mynning, vilka likna den i Kalmarsundsområdets underkambriska sandsten ymnigt uppträdande *Scolithus linearis* HALD., från vilken de dock skilja sig genom mynningens form. Sannolikt äro de identiska med en ursprungligen från Lugnås under namn av *Monocraterion tentaculatum* TORELL beskriven spårform. De förmodas hava bildats av maskar, för vilka de tjänat som boningskamrar. Enligt en annan tolkning, som dock förefaller föga sannolik, skulle de vara av oorganiskt ursprung och utgöra med sand fyllda luftrör, vilka uppkommit vid luftens utdrivande ur uttorkade sandavlagringar, då dessa vid springflod överspolats av havsvågorna. Ifrågavarande kroppar äro på sina ställen talrika i lingulidsandstenens lägsta bankar och träffas, ehuru mera sällan, även i de övre. Enär de framträda tydligt först efter sandstenens vittring, studeras de bäst i lösa block, t. ex. i vågbrytaren vid Råbäcks hamn och vid stranden 1 km nordligare.

Lingulidsandstenen visar ej sällan utpräglad diskordant skiktning. Vid tiden för dess avlagring var havet alltjämt grunt, fast något litet djupare och med kraftigare vågrörelse än under mickwitziaskedet.

Lingulidsandstenen, som är omkring 24 m mäktig, är näst den undre röda ortocerkalkstenen den bäst tillgängliga delen av lagerserien i Kinnekulle. Den bildar en tvärbrant, ända till 10 m hög vägg, den förut nämnda sandstenskleven, som fortlöper runt kring berget med korta avbrott vid Hönsäter, S om Gössäters station och sträckvis mellan Husaby och Kleva, där den jämnar ut sig. En annan men vida lägre avsats bildas av de översta tjocka sandstensbankarna och träffas här och var strax utanför alunskifferns yttre gräns.

Lingulidsandstenen avslutas uppåt av ett konglomerat[1] bestående av väl rundade, ofta flata bollar av en mycket hård, gråbrun, finkornig fosforitsandsten, inbäddade i en sandsten, som stundom är ljusgrå men vanligen liknar bergarten i bollarna. En boll, som blivit analyserad av R. Mauzelius, innehåller:

Fosforsyra	12.3 %
Olöst i utspädd salpetersyra (kvartssand)	65.1 »

Konglomeratet är genomsprängt i diken strax V om landsvägen $^1/_2$ km SSO om Blombergs station. Det är där knappt 20 cm mäktigt, vilar direkt på ljust blågrå kalksandsten, i vilken det stundom successivt över-

[1] Konglomeratet har först iakttagits av Holm vid Motorp. Enligt honom äro dess rullstenar »mycket hårda och bestå av en av svavelkis så starkt impregnerad sandsten, att svavelkisen synes utgöra bindemedlet för kvartskornen». Emellertid torde svavelkisimpregnerad sandsten sannolikt saknas bland bollarna på detta ställe. Förf. har i varje fall icke lyckats finna någon enda sådan boll i ifrågavarande konglomerat vare sig på Kinnekulle eller Billingen men väl vid Djupadalen öster om Falköping och på Halle- och Hunneberg, där konglomeratets närmaste underlag också delvis utgöres av svavelkisrik sandsten.

går, och överlagras av grågrön, tämligen grov, glaukonit- och fosforitförande kalksandsten. Det har även iakttagits i diken omedelbart Ö om järnvägen några hundra meter S om Motorp samt såsom lokala block vid Hällekis.

Konglomeratet betecknar en lucka i lagerserien. Det antyder, att vid övergången mellan under- och mellankambrisk tid betydande nivåförändringar ägt rum, som hava lyft ifrågavarande område upp över havsytan. Först vid början av *Paradoxides paradoxissimus* [*tessini*]-åldern torde området åter ha sänkts under havsytan.

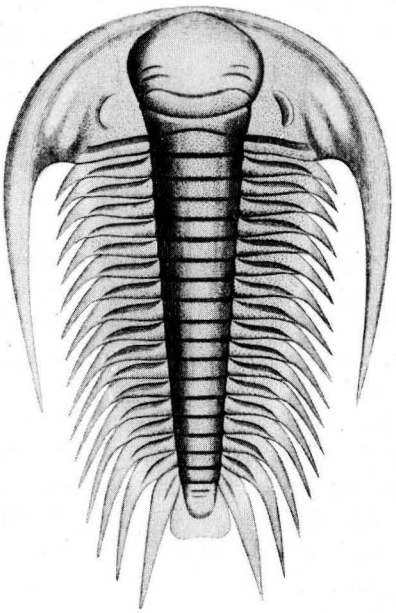


Fig. 8. *Paradoxides forchhammeri* ANG. — Omkring $^1/_3$ av naturliga storleken. — Efter Angelin.

Såsom omtalas på sid. 43 har vid gränsen mellan undre och mellankambrium på andra ställen — vid Flottans skifferoljeverk och i tre diamantborrningar — iakttagits ett konglomerat som icke direkt motsvarar det nu beskrivna. Under det att konglomeratet vid Blomberg uppkommit i samband med havets tillbakavikande vid slutet av den undre kambriska epoken, har det vid de nämnda lokalerna förekommande bildats vid havets förnyade framträngande vid början av paradoxissimus-åldern. Det förra är alltså ett regressions- och det senare ett transgressionskonglomerat. En lithologisk skillnad finnes däri att glaukonit praktiskt taget saknas i det förra men uppträder rikligt i det senare som därav färgas mörkgrönt. Fosforit förekommer däremot rikligt i båda.

Tunna konglomeratlager motsvarande det ena eller andra av de nämnda ha stor utbredning i Västergötland; de ha iakttagits varhelst ifrågavarande nivå funnits blottad.

Alunskiffer.

Över den nyssnämnda banken av glaukonitförande kalksandsten eller det glaukonitrika konglomeratet vid lingulidsandstenens yta vidtager ett omkring 21 m mäktigt skifferlager, vilket utgöres av svart alunskiffer — i lägre delen innehållande tunna skikt av grå eller mörkt gröngrå, nästan bitumenfri lerskiffer — med linser och bäddar av bituminös kalksten, s. k. orsten. Den undre, 6 à 7 m mäktiga delen av skifferserien tillhör paradoxidesskiffern; övre delen räknas till olenidskiffern, som alltså har en tjocklek av 14 à 15 m.

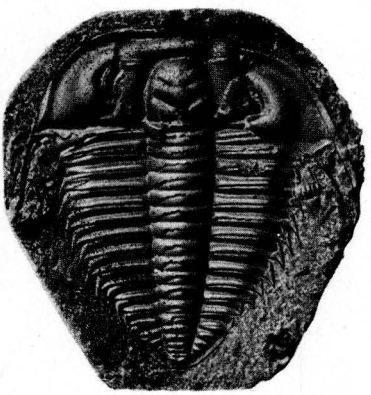


Fig. 9. *Olenus truncatus* (BRÜNN.). Hel ryggsköld med de lösa kinderna något förskjutna. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter Westergård.

Alunskifferlagrets utgående giver upphov till svaga sluttningar eller plana slätter, bildande ett 120 till 1,000 m brett bälte innanför sandstenskleven. I talrika stenbrott runt omkring berget är olenidskiffern genomskuren. Paradoxidesskiffern åter, dit skifferbrotten numera ej nå, är endast till mindre delar och på några få ställen blottad.

Alunskiffern är en med kolväteföreningar (bitumen- och huminsubstanser) samt fint fördelad svavelkis impregnerad, svart eller brunsvart lerskiffer. Även dess pulver har svart eller mörkbrun färg. I friskt tillstånd är bergarten tämligen fast och tjockkluven, i de vittrade ytlagren uppluckrad och sönderfallen i tunna plattor och blad. Skiktytor och sprickor i den vittrade skiffern förete ofta kristallaggregater av vit eller färglös gips och ett gult ockerliknande anflog av basiska svavelsyrade järnoxidsalter samt rostfärgat järnoxidhydrat.

Halten av organisk substans är olika på skilda nivåer i skiffern och är genomgående större i olenidskiffern än i paradoxidesskiffern. I den förra uppgår mängden av brännbara och icke brännbara men flyktiga ämnen till 20 à 30 % och är störst i ett omedelbart över stora orstensbanken (med *Olenus)* liggande lager, vars mäktighet tillväxer i riktning från VSV mot

ONO, från 1.3 m i brotten vid Blomberg och Råbäck till 3.3 m i trakten kring Gössäter. Ännu i paradoxidesskifferns översta del (zonen med *Lejopyge laevigata*) är mängden av flyktiga ämnen omkring 20 % — d. v. s. ungefär densamma som i olenidskifferns lägsta del (zonen med *Agnostus pisiformis*) — men under förstnämnda zon sjunker ifrågavarande siffra med ens till 10 % eller ännu lägre. Därför har också endast olenidskiffern och den yngsta delen av paradoxidesskiffern funnit användning som bränsle (se sid. 96). Följande kemiska analyser[1] av alunskiffer tillhörande olenidskiffern giva en föreställning om bergartens halt av brännbara och flyktiga ämnen. Jämför även analyserna av borrkärnorna på sid. 50 och 51.

	N:o 1	N:o 2	N:o 3	N:o 4
Kol	14.58 %	19.97 %	19.72 %	11.95 %
Väte	1.71 »	2.23 »	2.24 »	1.39 »
Kväve (Dumas)	0.34 »	0.41 »	0.44 »	0.39 »
» (Kjeldahl)	0.27 »	0.37 »	0.36 »	0.34 »
Svavel	6.86 »	7.09 »	6.66 »	7.15 »
Aska	76.56 »	69.94 »	70.25 »	79.35 »
Kalorimetriskt värmevärde (kcal.)	1 680	2 292	2 285	1 476

Proven N:ris 1—3 härröra från brottet vid Gössäter, N:o 4 från Haggårdens brott. N:o 1 omfattar en 2.5 m mäktig skifferserie utgörande lägre delen av subzonen med *Peltura scarabæoides;* N:o 2, 1.5 m mäktig, tillhör lagret med *P. minor* och övre delen av lagret med *P. scarabæoides acutidens;* N:o 3, ävenledes 1.5 m, bildar lägre delen av sistnämnda lager och går ner till stora orstensbanken. Provet N:o 4 omfattar en 1.5 m tjock skifferserie närmast under stora orstensbanken och tillhör alltså zonen med *Agnostus pisiformis.* Siffrorna hänföra sig till över fosforsyreanhydrid torkat prov.

Vid torrdestillation avgiver skiffern en del av de organiska ämnena i form av brännbar gas och olja, den senare uppgående till 6 à 7 % av skifferns vikt i den kolrikaste skiffern (se sid. 104). Olja och gas förekomma dock icke färdigbildade i den råa skiffern utan uppkomma ur de ursprungliga, mera komplicerat byggda kolväteföreningarna först då dessa vid upphettning till bortåt 350° börja sönderdelas. Kolet synes i sin helhet vara bundet vid den organiska substansen; i varje fall finnes ingen anledning förmoda att det till avsevärd del skulle föreligga i kemiskt fri form. Även kvävet torde ingå i den organiska substansen. Däremot torde svavlet åtminstone till allra största del förekomma oorganiskt bundet, huvudsakligen i form av svavelkis och i mycket ringa mängd som beståndsdel av andra sulfider, såsom arsenikkis, zinkblände etc. Inom varje horisont av alunskiffern är den organiska substansen tämligen jämnt fördelad. Kolmkörtlar, d. v. s. konkretionära, kolrikare bildningar med en askhalt av omkring 30 %, vilka förekomma talrikt vid vissa nivåer i olenidskiffern på Billingen m. fl. områden, ansågos länge helt sak-

[1] Bror Holmberg, Skifferundersökningar VI, Ingeniörs Vet.-Akad. Handl. Nr 101, Stockholm 1930.

nas på Kinnekulle. Några få sådana linser ha likväl under senare år iakttagits i lägre delen av *Peltura*-zonen i brotten på bergets södra sida.[1]

Bergbeck träffas ej sällan, fast i ringa mängd, i hålrum och sprickor i orstenen. Det är tjockflytande men övergår i luften så småningom till en fast amorf massa med glänsande brott.

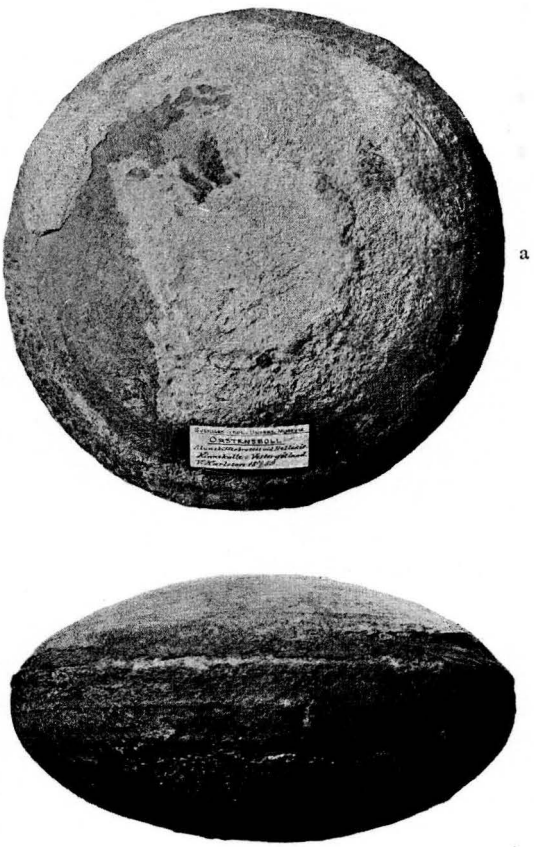


Fig. 10. Orstensboll av typisk ellipsoidform: a uppifrån, b från sidan. — Omkring halv naturlig storlek. — Efter Holm.

Det organiska materialet torde härröra dels från de mjuka delarna av de i ofantlig mängd förekommande trilobiterna och brachiopoderna, dels från alger. För det senare antagandet talar bl. a. en ringa mängd jod i alunskiffern.

Svavelkisen är till största delen fint fördelad i skiffern och ej makroskopiskt synlig. En mycket tunn beläggning av svavelkis på enstaka skiktytor och små kubiska kristaller eller klumpar av en hasselnöts storlek

[1] Prov av en 0.5 m lång och 0.15 m tjock kolmlins, funnen 3.2 m över stora orstensbanken i Flottans skifferoljeverks brott, insändes av Ingeniör C. G. Zickerman år 1932 till Sveriges geologiska undersökning.

kunna någon gång iakttagas, oftare i paradoxides- än i olenidskiffern. — Mörkbruna glänsande kristaller av zinkblände ha träffats som sällsynthet i skiffer såväl som på sprickor i orsten. Spår av arsenik i skiffer och orsten antyda närvaron även av arsenikkis i mycket ringa mängd.

Den brända alunskiffern har tegelröd färg och kallas av allmogen »rödfyr». Färgen förorsakas av järnoxid, som vid bränningen uppkommer av



Fig. 11. Stänglig orsten, överst övergående i finkornig sådan. — Omkring $^1/_3$ av naturliga storleken. — Efter Holm.

svavelkisen. Av bränd alunskiffer tillverkades förr alun (se sid. 113), varav bergarten erhållit sitt namn.

Orstenen bildar som nämnt dels bollar, dels sammanhängande lager i skiffern. De förra äro än utdraget linsformiga, än nästan klotrunda och växla i storlek mellan några få centimeter och fullt 1 m. Vanligen äro de ordnade i rader, och stundom kan en rad linser övergå i ett sammanhängande lager. Orsten uppträder genom hela alunskifferlagret fast i växlande mängd. I den över olenusbanken belägna delen är orstenen ymnigare än i lagrets undre del och bildar i den förra ofta sammanhängande lager, i den senare merendels tämligen glest liggande bollar. En orstensbank synes dock uppträda tämligen konstant vid gränsen mellan paradoxissimus-[tessini-] och forchhammerileden. Även inom samma horisont varierar kvantitetsförhållandet mellan skiffer och orsten. Lagrets övre hälft är sålunda orstensrikare på den västra sidan av berget än på den östra.

Liksom skiffern innehåller även orstenen kolväteföreningar men i vida mindre mängd. Orstenens färg är därför svart eller brunsvart, mera sällan ljusbrun eller ljusgrå. I följd av bitumenhalten utvecklar bergarten vid slag eller rivning en egendomlig, om petroleum påminnande lukt. Vanligen är orstenen finkornig till tät och då ej sällan tydligt skiktad men kan även vara grovkristallinisk eller stänglig, i senare fallet vanligen av ljusare färg. Den kemiska sammansättningen framgår av följande analyser, utförda på Sveriges geolog. undersöknings laboratorium å generalprov av samtliga de orstensnivåer, som brytas i brotten vid Råbäck och Blomberg.

	Råbäck	Blomberg
Olöst i utspädd klorvätesyra	9.01 %	10.03 %
Kolsyrad kalk	86.08 »	85.23 »
Kolsyrad magnesia	1.26 »	1.01 »
Organiska ämnen	2.90 »	1.25 »

Halten av kolsyrad kalk varierar mellan 60 och 97 % och uppgår i allmänhet till 80 à 90 %. Den stängliga orstenen är den renaste kalkstenen.

Orstenens bildningssätt är ej till fullo utrett. Den antages vara bildad på konkretionär väg genom en med hjälp av vattnets kemiska verksamhet försiggången anrikning kring vissa centra av den i den ursprungligen mjuka lermassan mera jämnt fördelade kolsyrade kalken. Denna torde huvudsakligen härröra av de i lermassan inbäddade djurens kalkskal.

Orstenen — dock endast den finkorniga eller täta — är till skillnad från skiffern vanligen rik på försteningar. I somliga skikt förekomma dessa t. o. m. i så stor mängd att de bilda bergartens huvudmassa. De äro i orstenen ofta mycket väl bibehållna med skalet i full relief. Då åter fossil i skiffern kunna urskiljas förete de vanligtvis otydliga, utplattade, skallösa avtryck. Detta visar att orstenen bildats och antagit fast form vid ett tidigt stadium, innan lerslammet på grund av de tillväxande överliggande sedimentens tyngd sammanpressats och förskiffrats. På ett ställe i subzonen med *Peltura minor* i brottet vid Gössäter har gjorts den anmärkningsvärda iakttagelsen, att en liten orstensboll på övre sidan av och sammanvuxen med ett orstenslager, vilken innehöll åtminstone i huvudsak samma fossil som det senare, hade skiktningsplanet orienterat i det närmaste lodrätt och alltså nära vinkelrätt mot lagrets horisontella (d. v. s. i serien i dess helhet rådande) skiktningsplan. Häri vill förf. se ytterligare ett bevis för, att orstensbollarna bildades omedelbart efter det att slammet avlagrades.

Orstenslinserna visa ofta alltigenom planparallell skiktning. Med detta plan sammanfaller skifferns förskiffringsplan utom i närheten av orstenslinserna. Omkring dessa böja sig skifferlamellerna skålformigt på sådant sätt, att de tunna ut mot linsernas poler och tillväxa i tjocklek mot deras ekvator, där de åter bliva parallella med skiktningsplanet. Då förskiffringen uppkommit i följd av de överliggande sedimentens tryck, se vi

även i nämnda förhållande en antydan om att orstenen bildats innan lermassan förskiffrats. I följd av samma tryck förete orstenslinserna och de avtrubbat konformiga ansvällningarna på orstenslagren ofta glänsande slintytor.

Tungspat förekommer någon gång i alunskiffern. En 70 cm tjock tungspatbank omtalas av Holm från alunskifferbrottet vid Hönsäter, där den



Fig. 12. Orstensboll i alunskiffer visande orstenslinsernas förekomstsätt. Bollen är alltigenom planparallellt och horisontellt skiktad. Den närmast omgivande alunskiffern böjer sig om bollen på sådant sätt, att skifferskikten avtunnas mot bollens poler och tillväxa i tjocklek mot dess ekvator, utanför vilken de bliva planparallella. Ett stycke ovanför och nedanför bollen är omböjningen ej längre märkbar. — Omkring 1/8 av naturliga storleken. — Efter Holm.

senare likväl ej återfunnits, förmodligen beroende därpå, att den utgjort en mycket flack lins eller ett snart utkilande lager. Bergarten är brunsvart och starkt bituminös, till utseendet förvillande lik grovkristallinisk orsten, från vilken den dock med lätthet skiljes genom den vida större tyngden. Tungspat, samlad i avsevärd mängd, är för övrigt ej vanlig i Västergötlands alunskiffer. Någon gång bildar den radialstängliga kristallaggregater inuti orsten.

Flinta uppträder i översta delen av alunskiffern (översta delen av *Peltura*-lagren och zonen med *Parabolina heres*). Den är svartgrå med en ton av blått eller brunt, har mussligt brott och sönderfaller i kantiga stycken. Med skrivkritans flinta erbjuder den mycket stor likhet. Den förekommer vanligen sammanvuxen med orsten som smala gångformiga partier, vinkelräta eller sneda mot skiktningen. Stundom bildar den oregelbundna knölar av ända till 3 dm diameter, ofta inneslutande smärre partier orsten eller skiffer. Mera sällan förekommer den som verkliga lager i orstenen. Ett sådant knappt centimetertjockt skikt synes uppträda

mera konstant i allra översta orstensbandet (zonen med *Parabolina heres*) kring Storängen S om Hjälmsäter.

Flintan torde vara bildad genom förträngning av orstenskalk med i vatten löst kiselsyra. Däri förekommande sexstråliga nålar av en kiselspongie, möjligen tillhörande släktet *Protospongia,* antyda att kiselsyran leder sitt ursprung från denna.

Flintan är ej inskränkt till någon viss trakt av Kinnekulle utan förekommer vid ovannämnda nivå över hela berget, fast ganska ojämnt fördelad. Sålunda uppträder den tämligen rikligt i brotten vid Hällekis, Hönsäter, Gössäter och Sätra men endast sparsamt i Råbäcks och Trolmens brott. Block av bergarten träffas flerstädes i åkrarna inom alunskifferbältet, särskilt ymnigt i trakten av Såntorp, Norrträlje och strax SV om hotellet vid Råbäck. — Utanför Kinnekulle har flinta iakttagits i översta delen av alunskifferlagret på ett par ställen i sydöstra Närke.[1]

Det må anmärkas att alunskifferns flinta varit känd och använd av stenåldersfolket. Därom vittna redskap av denna bergart, funna i en hällkista vid Hällekis från slutet av stenåldern.[2]

Alunskiffern innehåller två konstant uppträdande *konglomeratartade lager* vittnande om nivåförändringar under skifferns bildningstid, vilka varit åtföljda av avbrott i sedimentationen och denudationer.

Det lägre av dessa, exporrectakonglomeratet, tillhör paradoxidesskiffern. Det uppträder på övre ytan av den orstensbank, som uppåt avslutar paradoxissmus-[tessini-]ledet, och utgöres av en föga bituminös, mörkt brungrå orsten, vari äro inbäddade stycken av flera slags kalksten samt korn, smärre knölar och oregelbundna partier av svart eller brungrå fosforit. Kalkstensstyckena, som kunna uppnå 3 dm i längd, äro kantnötta men i övrigt föga rundade och förete ofta gropiga ytor. De göra därför intryck av att ha varit utsatta mindre för mekanisk nötning genom vågsvall än för korrosion eller upplösning genom vattnets kemiska inverkan.

Följande analyser giva en föreställning om fosforsyrehalten.

	Fosforsyra
Konglomerat, kalk med svarta fosforitkorn, Råbäck	2.7 %
Fosforitknöl i samma konglomerat	24.8 »

Det övre konglomerat- eller stundom breccieartade lagret tillhör olenidskiffern och är bundet vid övre delen av olenusbanken, med vilken det är fast sammanvuxet. För dess uppträdande redogöres längre fram (sid. 54). Här må endast framhållas att det i huvudsak har liknande lithologisk sammansättning som det undre konglomeratet och består av orsten med bollar och kantnötta stycken av flera slags orsten samt fosforit. — Fosforiten bildar dels korn och smärre knölar, dels utdragna, oregelbundet

[1] Ett löst block av flinta med orsten, funnet S om Bjällums station på Billingens sydvästra sida, antyder att bergarten förekommer sporadiskt även på nämnda berg, fast den där ej träffats i fast klyft.

[2] B. Schnittger, Hälles och Kisas gravar på Kinnekulle. Västergötlands Fornminnesförenings Tidskrift, del 4, h. 1. Göteborg 1920.

begränsade eller bandformiga partier av svart eller gråbrun färg. I konglomeratet inbäddad såväl som detsamma närmast omgivande orsten är ofta men ej alltid till något ringa djup fosfatiserad, vilket giver sig tillkänna genom dess svarta eller bruna färg. De minsta orstensbollarna kunna vara alltigenom fosfatiserade, hos de större åter, vilka ha en kärna av oförändrad orsten, sträcker sig fosfatiseringen i olika delar av samma boll till varierande djup och uppgår till högst 15 à 20 mm. Inom det fosfatiserade partiet kunna ofta två mer eller mindre skarpt begränsade zoner särskiljas, en yttre svart och en inre brun. Gränsen mellan dessa såväl som mellan den sistnämnda och kärnan av oförändrad orsten förlöper oregelbundet, ej koncentriskt.

Fosforsyrehalten i de olikfärgade skikten av ett dylikt orstensstycke från Råbäcks skifferbrott har blivit bestämd av R. Mauzelius. Provet, vilket är uttaget ur konglomeratets direkta liggande och innehåller genom hela stycket fragment av *Olenus* och *Agnostus obesus,* visar följande tre zoner, den första i kontakt med konglomeratets grundmassa, som utgöres av mörkgrå med *Orusia lenticularis* uppfylld orsten.

1. Zon av svart fosfatiserad orsten (maximimäktighet 10 mm)
2. » » brun » » » 8 »
3. Mörkgrå orsten.

Fosforsyrehalten är följande:	1	2	3
Fosforsyra	32.3 %	30.0 %	2.7 %
Olöst i 20 % salpetersyra	1.4 »	3.1 »	3.3 »

De i konglomeratet liggande små knölarna av tät, vanligen svart fosforit innehålla omkring 30—35 % fosforsyra.

Fosforsyrehalten torde härröra från skalen av trilobiter och fosfatskaliga brachiopoder. I exporrectakonglomeratet äro både trilobiter och fosfatskaliga brachiopoder allmänna; vid det övre konglomeratets nivå synas visserligen de senare praktiskt taget saknas, men de förra äro däremot talrika.

Alunskiffern ansågs länge vara avsatt på djupt vatten. Senare ha allt flera fakta förebragts, som tala för, att djupt vatten ingalunda är en nödvändig förutsättning för uppkomsten av svarta, bituminösa och svavelhaltiga, ytterligt finkorniga sediment, utan att dylika även kunna bildas på t. o. m. mycket grunt vatten. Beträffande alunskiffern visa redan de däri på flera nivåer förekommande konglomeraten, vilka måste betraktas som strand- eller grundhavsbildningar, att den icke avlagrats på större djup. I den avsevärda bitumen- och svavelkishalten har man velat se ett bevis för att den bildats i mer eller mindre instängda havsarmar med stillastående vatten. Det må i detta sammanhang erinras om, att i mycket grunda vikar och sund vid Estlands kust avlagras i nutiden ett ytterligt finkornigt, svart, svavelvätehaltigt slam som, då det efter pålagring av nytt material blivit hoppressat och diagenetiserat, bör giva upphov till en bergart i väsentliga drag påminnande om den kambriska alunskiffern.

Alunskifferlagrets fauna karakteriseras av en vad individantalet beträffar ofantlig rikedom på trilobiter. Brachiopoder förekomma talrikt i de ovan omtalade konglomeratlagren. Mera sällsynta och begränsade till vissa nivåer äro ett par till kräftdjuren *(Conchostraca)* hörande former (*Aluta, Polyphyma* m. fl.), pteropoder eller vingfotingar *(Hyolithidae)* och kiselspongier.

I varje skikt förekomma endast några få, stundom endast en enda art, vilka alla ha snävt begränsad vertikal utbredning. Alldenstund djurlivet sålunda flerfaldiga gånger ändrat prägel under den tid varunder alunskiffern bildades, måste en ofantligt lång tidrymd ha förflutit mellan avlagringen av alunskifferseriens äldsta och yngsta skikt. Med hjälp av uran-, radium- och blyhalten i kolmkörtlarna har man beräknat den tid, som förflutit efter det att alunskiffern avlagrades, till omkring 400 miljoner år.

Paradoxidesskiffer (Mellankambrium).

Västergötlands paradoxidesskiffer kan indelas i följande paleontologiska avdelningar uppifrån räknat.

III.	*Paradoxides forchhammeri*-ledet	6.	Zon med *Lejopyge lævigata*
		5.	» » *Solenopleura brachymetopa*[1] el. exporrecta-konglomerat
II.	*Paradoxides paradoxissimus*-[*tessini*-]ledet[2]	4.	Zon med *Ptychagnostus punctuosus* och *Paradoxides davidis*
		3.	» » *Hypagnostus parvifrons*
		2.	» » *Triplagnostus atavus*[3]
		1.	» » *Triplagnostus gibbus*

(I. *Paradoxides oelandicus*-ledet, saknas förmodligen.)

Zonen N:o 4 saknas helt på Kinnekulle såväl som på Billingen, är svagt utbildad på Hunneberg och synes kunna spåras även i Falbygden.

Paradoxides paradoxissimus [*tessini*]-ledet. — Lagerserien vid gränsen mellan undre och mellankambrium är, såsom ovan omtalats, genomskuren i diken vid landsvägen 500 m SSO om Blombergs järnvägsstation och vid Motorp samt har även kunnat studeras dels i ett hösten 1940 öppnat schakt vid flottans skifferoljeverk 2.5 km Ö om Blombergs herrgård, dels i tre år 1941 utförda diamantborrningar, 1,100 m NNO om skifferoljeverket, vid Haggården i Kinne-Kleva socken och vid Norra Skagen 2.5 km NNV om

[1] Detta lager har vanligen kallats »zonen med *Paradoxides forchhammeri*» eller »zonen med *Centropleura lovéni*». Av skäl, för vilka redogöres i beskrivningen till kartbladet Lugnås (Sver. Geol. Unders., Ser. Aa, N:o 172, sid. 42, not 1), har lagrets namn ändrats.

[2] *Entomostracites paradoxissimus* WAHLENBERG, 1821 (vilken icke är samma form som *Entomolithus paradoxus* LINNÉ) är synonym med *Paradoxides tessini* BRONGNIART, 1822. Enligt de internationella reglerna för den zoologiska nomenklaturen är det äldre artnamnet det gällande, även om, såsom här är fallet, tautonymi föreligger och det yngre har varit i gängse bruk mera än hundra år. Namnet bör alltså skrivas: *Paradoxides paradoxissimus* (WAHLENBERG), 1821. — Givetvis måste även en stratigrafisk enhet, som uppkallats efter en art, antaga artens gällande namn.

[3] *Triplagnostus atavus* (TULLBERG) och *T. intermedius* (TULLBERG) torde vara olika namn på en och samma art i olika bevaringstillstånd.

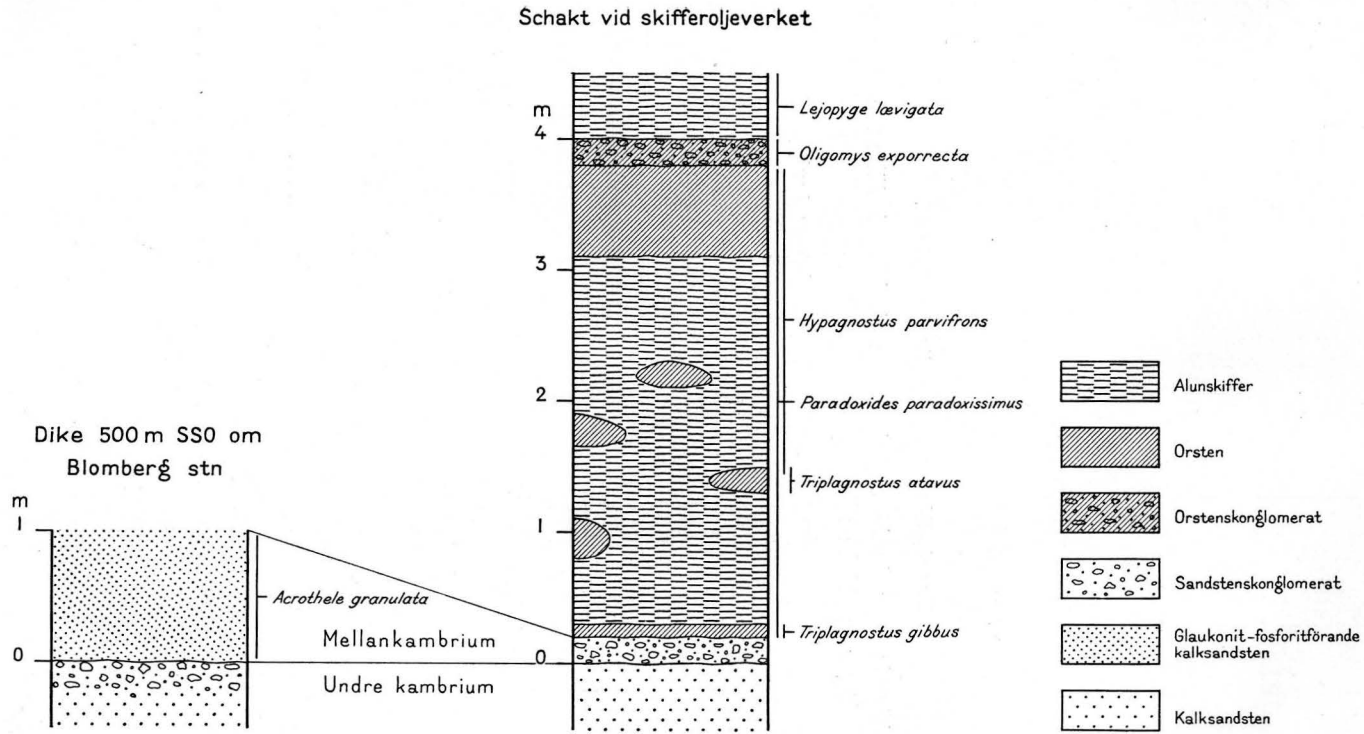
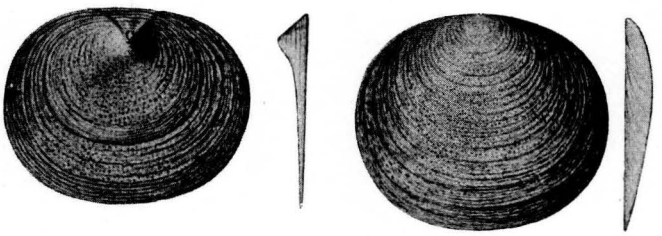


Fig. 13. Profiler genom lägre delarna av mellankambrium och de allra yngsta lagren av undre kambrium vid Blomberg och Flottans skifferoljeverk. Den senare profilen är såtillvida schematiserad som orstenlinserna i verkligheten ligga långt mera spridda i horisontell led. Karaktärsfossilens vertikala utbredning finnes angiven.

Österplana kyrka. Vid de båda förra lokalerna råder en och samma lagerserie, som skiljer sig i viss mån från de vid skifferoljeverket och i borrkärnorna funna, vilka åter äro sinsemellan lika. Vid Blomberg (fig. 13) och Motorp avslutas undre kambrium av ett fosforitförande sandstenskonglomerat. Omedelbart däröver följer en tämligen grov, i lägre delen undantagsvis konglomeratartad, gröngrå, glaukonit- och fosforitrik kalksandsten. Glaukoniten bildar små mörkgröna korn och uppträder särskilt ymnigt närmast gränsytan mot undre kambrium. Fosforiten som har brungrå färg utgör bindemedlet i merendels diffust avgränsade partier, mera sällan verkliga bollar, i sandstenen. Bergarten innehåller talrika, vanligen sönderkrossade brachiopodskal av *Acrothele granulata* LINRS. (fig. 14) och en liten *Acrotreta*. Den synliga mäktigheten är vid Blomberg 1 m.



a b

Fig. 14. *Acrothele granulata* LINRS. a, bukskalet utifrån och från sidan; b, ryggskalet, utifrån och från sidan. — Tre gånger naturliga storleken. — Efter Walcott.

Sandstenens direkta hängande har icke kunnat iakttagas men kan med stor sannolikhet antagas bestå av mörkt gröngrå lerskiffer eller föga bituminös alunskiffer, som träffats på ungefärligen ifrågavarande nivå vid en brunnsgrävning vid Blombergs mejeri.

I schaktet vid skifferoljeverket saknas det fosforitförande konglomeratet vid toppen av undre kambrium; i dess ställe förekommer närmast under gränsytan en tunn, 2 à 3 cm mäktig, blekt brungrå zon i vilken kalksandstenen är fosfatiserad. Mellankambrium inledes av ett c:a 20 cm tjockt, mörkt gröngrått konglomerat med matrix av glaukonit-fosforitrik kalksandsten och bollar av svart eller brungrå fosforitsandsten. Matrix är stundom rik på sönderkrossade brachiopodskal, däribland samma lilla *Acrotreta* som finns i glaukonitsandstenen vid Blomberg; huruvida även *Acrothele granulata* förekommer har däremot ej med säkerhet kunnat fastställas. Konglomeratet täckes av ett några få cm tjockt, tämligen ihållande skikt av orsten rik på *Triplagnostus gibbus* (LINRS.). Däröver följer ett c:a 10 cm tjockt skikt av grå skifferlera som i sin tur täckes av alunskiffer med orstenslinser. Det glaukonit-fosforitförande konglomeratet i denna profil har sin direkta motsvarighet i den glaukonit-fosforitförande kalksandstenen i profilerna vid Blomberg och Motorp.

Innan profilen vid skifferoljeverket var känd, kunde det möjligen råda något tvivel om åldern av de äldsta mellankambriska lagren på Kinnekulle.

I den glaukonit-fosforitförande kalksandstenen vid Blomberg är *Acrothele granulata* talrik, men alldenstund denna art förekommer icke endast i oelandicusledet varhelst detta finnes utbildat i vårt land utan även i lägsta delen av paradoxissimusledet i östra Falbygden och på Öland, var det alltjämt ovisst om sandstenen skulle föras till det ena eller andra av nämnda båda led. Då det vidare fanns anledning förmoda, att kalksandstenen överlagras av gröngrå lerskiffer, vari fossil visserligen icke träffats men som

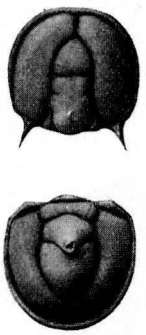


Fig. 15. *Triplagnostus gibbus* (LINRS.); huvud- och stjärtsköld bevarade i orsten. Schaktet vid Flottans skifferoljeverk, Kinnekulle. — Fyra gånger förstorade.

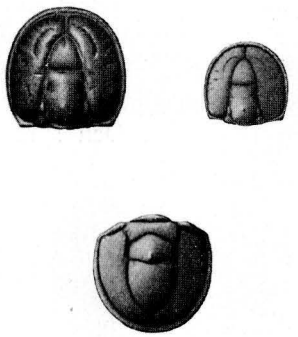


Fig. 16. *Triplagnostus atavus* (TULLB.); två huvudsköldar, den större med fårade och den mindre med nästan släta kinder, samt en stjärtsköld, alla bevarade i orsten. Oltorp, Dimbo socken, Västergötland. — Fyra gånger förstorade.

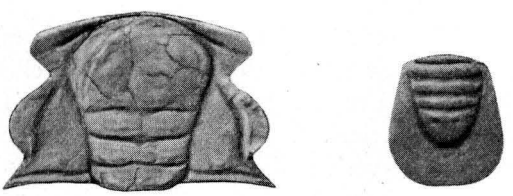


Fig. 17. *Paradoxides paradoxissimus* (WAHL.); huvudsköldens mellersta del och stjärtsköld. Ur alunskiffer från zonen med *Triplagnostus gibbus*. Djupadalen, 6 km Ö om Falköping, Västergötland. — Naturlig storlek.

i lithologiskt hänseende liknar oelandicusskiffern i Östergötland och på Öland, var Holm benägen att föra lägsta delen av mellankambrium på Kinnekulle till nämnda led. Profilen vid skifferoljeverket visar emellertid, att konglomeratet omedelbart över den underkambriska sandstenen (vid Blomberg och Motorp ersatt av en grov sandsten) inleder en ny sedimentationscykel som börjar med paradoxissimusåldern. Oelandicusledet saknas sålunda på Kinnekulle liksom fallet torde vara i Västergötland i dess helhet.

Paradoxissimusledet omfattar zonerna 1—3 i schemat på sid. 41 och har samma lithologiska och paleontologisk-stratigrafiska utbildning på Kinnekulle som i Billingen—Falbygden. Alunskiffern inom detta led har lägre halt av organisk substans än inom överliggande delar, vilket giver sig tillkänna redan däri, att den på skilda nivåer innehåller merendels tunna skikt

av gröngrå lerskiffer. Faunan är i samtliga zoner anmärkningsvärt artfattig, men däremot uppträda respektive karaktärsfossil i somliga skikt mycket talrikt. De två lägre zonerna ha på Kinnekulle ringa mäktighet. I den lägsta zonen har förutom *Triplagnostus gibbus* (fig. 15) endast iakttagits *Paradoxides paradoxissimus* (fig. 17) och i närmast högre liggande zon *Triplagnostus atavus* (fig. 16) och »*Liostracus*» *linnarssoni* BRÖGGER. Zonen med *Hypagnostus parvifrons,* vars karaktärsfossil (fig. 18) uppträder som sällsynthet redan i närmast underliggande zon men förekommer talrikt först i enstaka skikt på högre nivå, omfattar övre hälften av paradoxissimusledet. Förutom karaktärsfossilet och varieteten *H. parvifrons mammillatus* (BRÖGGER), som är den dominerande formen i zonens översta del, ha iakttagits



a b

Fig. 18. *Hypagnostus parvifrons* (LINRS). a huvudsköld, b stjärtsköld. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter Linnarsson.



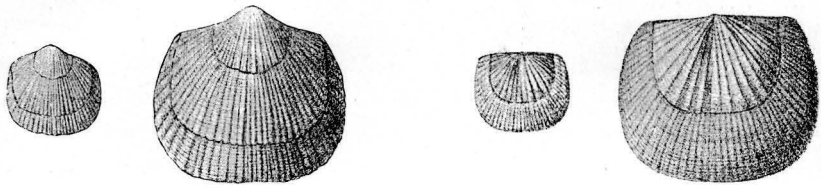
a b

Fig. 19. *Oligomys exporrecta* (LINRS.) a, bukskalet i naturlig storlek och förstorat; b, ryggskalet i naturlig storlek och förstorat. — Efter Linnarsson.

enstaka exemplar av *Par. paradoxissimus* och *Hyolithes* sp. Zonen avslutas uppåt av en $^1/_2$ à 1 m mäktig bank av mörkt gröngrå, mera sällan svart, finkristallin orsten som i vanliga fall täckes av ett tunt orstenskonglomerat, exporrectakonglomeratet. Banken har stor regional utbredning och synes uppträda praktiskt taget konstant såväl på Kinnekulle som i Billingen—Falbygden. På Kinnekulle har den träffats förutom vid skifferoljeverket och i de tre diamantborrningarna i ett gammalt brott vid Törnsäter, i ett dike vid Hällekis, i åkern 200 à 300 m NO om Råbäck och i en avloppskanal vid järnvägen SV om Råbäcks station. Lösa block av fossilrik orsten från denna zon äro ej sällsynta i stengärdsgårdar V om Trolmen.

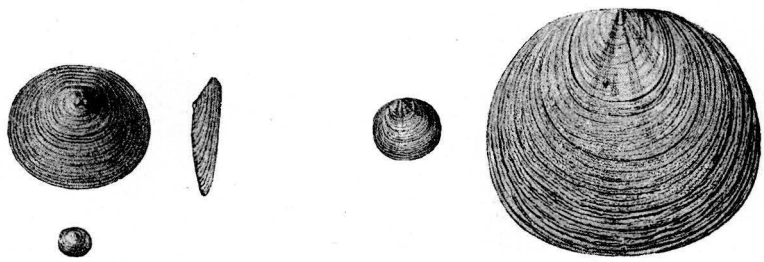
Paradoxissimusledets totala mäktighet är vid skifferoljeverket 3.8 m och varierar i borrningarna mellan 3.4 och 3.7 m. På Hunneberg och vid Billingens nordände är mäktigheten 6 à 7 m och i Falbygden 9 m eller något mera.

Paradoxides forchhammeri-ledet. — Zonen med *Solenopleura brachymetopa* är på Kinnekulle liksom på Billingen och i Falbygden utbildad som exporrecta-konglomerat (se sid. 39), vilket någon gång kan övergå till en re-



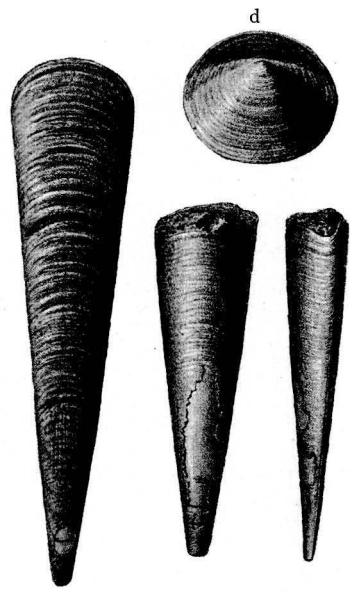
a b

Fig. 20. *Billingsella lindströmi* (LINRS.) a, bukskalet i naturlig storlek och förstorat; b, ryggskalet i naturlig storlek och förstorat. — Efter Linnarsson.



a b

Fig. 21. *Acrothele coriacea* LINRS. a, bukskalet i naturlig storlek och förstorat samt sett från sidan; b, ryggskalet i naturlig storlek och förstorat. — Efter Linnarsson.



a b c

Fig. 22. *Hyolithes tenuistriatus* LINRS. a—c, det spetsiga skalet; a, från ryggsidan; b, från buksidan; c, från kanten; d, mynningslocket — Naturlig storlek. — Efter Holm.

nare brungrå kalksten. Vid Råbäck och Hällekis innehåller denna tunna, utkilande skikt eller smärre körtlar av gröngrå glaukonitkalksten. Zonen har ringa mäktighet, torde knappast överstiga 3 à 4 dm och kan, som nämnts, på sina ställen utkila. Den har iakttagits på samma ställen som närmast föregående zon. I bollarna, som vanligen äro fossilfria, ha ej iakttagits andra arter än desamma som förekomma i det närmaste underlaget. Konglomeratets grundmassa såväl som den renare kalkstenen plägar däremot innehålla ymnigt med fossil, mest brachiopoder. Följande arter förekomma:

Trilobiter: *Goniagnostus aculeatus* (ANG.)
Lejopyge lævigata (DALM.) (fig. 23)
» *confusa* (WESTERG.)
Paradoxides forchhammeri ANG. (fig. 8)
Dorypyge ænigma (LINRS.)
Corynexochus spinulosus ANG.
Dolichometopus suecicus ANG.
»*Liostracus*» *microphthalmus* (ANG.)
Solenopleura brachymetopa (ANG.)
Agraulos aculeatus (ANG.)
» *acuminatus* (ANG.)
Pteropoder: *Orthotheca cor* HOLM
» *stylus* HOLM
Hyolithes tenuistriatus LINRS. (fig. 22)
» *pennatulus* HOLM
Brachiopoder: *Iphidella ornatella* (LINRS.)
Lingulella sp.
Acrothele coriacea LINRS. (fig. 21)
Acrotreta socialis v. SEEB.
Oligomys exporrecta (LINRS.) (fig. 19)
» *rugosicostata* (WALC.)
Billingsella lindströmi (LINRS.) (fig. 20)

Enär konglomeratets bollar icke befunnits innehålla andra arter än de, som träffas i zonen med *Hypagnostus parvifrons,* och då vidare någon representant för zonen med *Ptychagnostus punctuosus* och *Paradoxides davidis* ej heller anträffas i konglomeratets matrix, förefinnes mellan konglomeratet och dess underlag en lucka i lagerserien antydande att området under senaste delen av paradoxissimusåldern sannolikt legat över havsytan. Nivåförändringar under ifrågavarande tid kunna för övrigt spåras över stora områden av landet, såsom på Öland, i Närke och i delar av Jämtland, Ångermanland och Västerbotten, där exporrectakonglomeratet finnes utbildat.

Zonen med Lejopyge lævigata bildar en c:a 3 m mäktig alunskifferbädd med tämligen glest liggande orstenslinser. Faunan är fattig vad beträffar artantal, ofta även till individantal. Följande arter förekomma: *Lejopyge lævigata* (DALM.) (fig. 23), *L. lævigata armata* (LINRS.), »*Liostracus*» *costatus* ANG., *Aluta primordialis* (LINRS.) (fig. 24) och *Acrotreta (socialis* v. SEEB.?). Den artrika fauna, som karakteriserar zonens övre del i Falbygden, synes saknas på Kinnekulle såväl som på norra Billingen.

Zonen är blottad i det nedlagda brottet vid Törnsäter, vid decauvillebanan mellan Råbäcks alunskifferbrott och Trolmens hamn, i avloppskanaler från brotten vid Trolmen och Haggården m. fl. ställen.

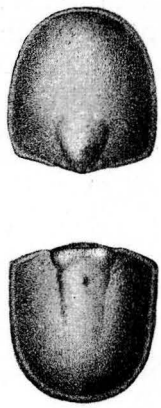


Fig. 23. *Lejopyge lævigata* (DALM.) Huvud- och stjärtsköld. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter Tullberg.



a b

Fig. 24. *Aluta primordialis* (LINRS.) a, från sidan; b, från ryggkanten. — Dubbel naturlig storlek. — Efter Linnarsson.

Olenidskiffer (Övre kambrium).

Nedanstående schema visar lagerföljden inom olenidskiffern på Kinnekulle:

6. Zon med *Parabolina heres*
   - b. *Parabolina heres hexacantha* var. n.
   - a. *Parabolina heres* och *Peltura cornigera*
5. Zon med *Peltura*, *Sphærophthalmus* och *Ctenopyge*
   - d. *Peltura scarabæoides* och *Parabolina longicornis*
   - c. *Peltura scarabæoides* och *Sphærophthalmus alatus*
   - b. *Peltura minor*, *P. scarabæoides acutidens* och *Sphærophthalmus major*
   - a. *Ctenopyge flagellifera* och *Protopeltura præcursor*
4. Zon med *Leptoplastus* och *Eurycare*
3. Zon med *Parabolina spinulosa* och *Orusia lenticularis*
2. Zon med *Olenus*-arter
1. Zon med *Agnostus pisiformis*.

Zonerna 3, 4 och 5 a äro svagt utbildade och saknas understundom helt och hållet. Olenidskiffern är åter vad beträffar dess översta del fullständigare utbildad på Kinnekulle än i övriga trakter av Västergötland. Zonen med *Parabolina heres* såväl som subzonen med *Parabolina longicornis* saknas sålunda konstant inom övriga områden icke blott i Västergötland utan överhuvud taget i mellersta Sverige men finnes däremot utbildad på sydligaste Öland och i Skåne.

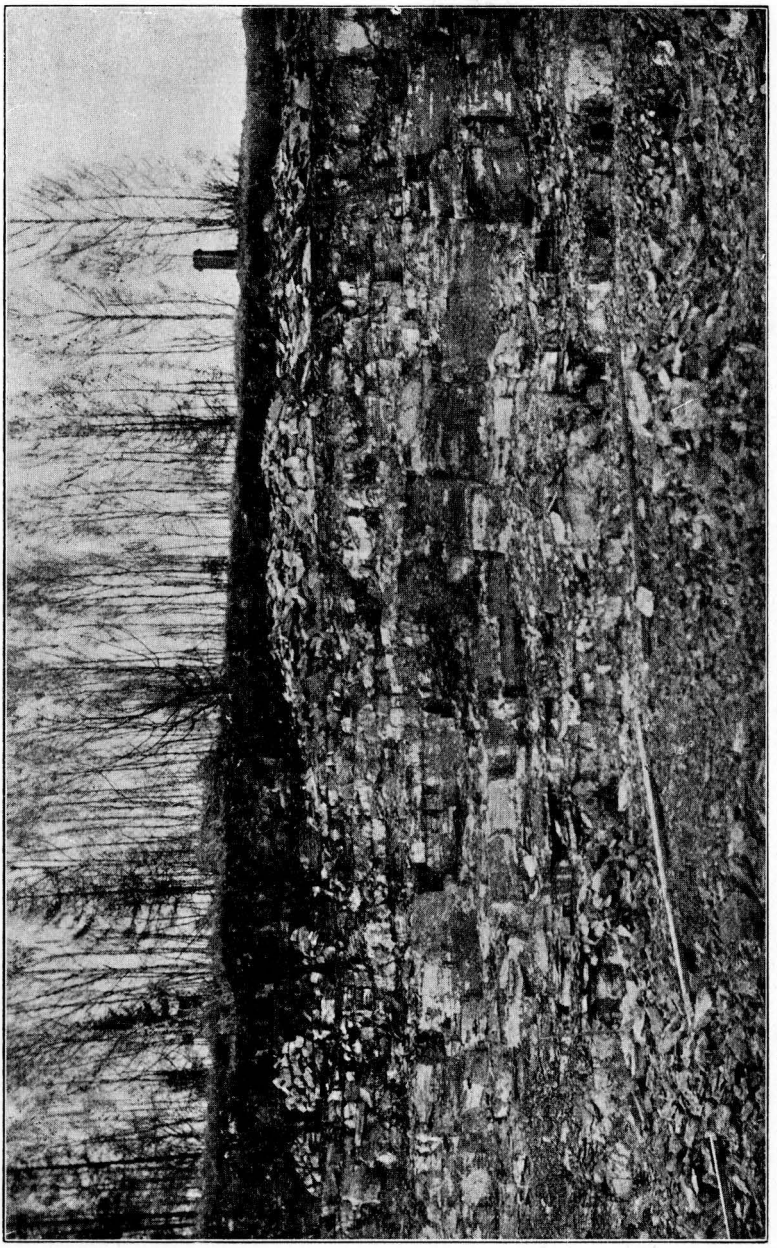


Fig. 25. Alunskifferbrottet vid Gössäter år 1896. Vid foten av den branta väggen framskymtar övre delen av stora orstensbanken (*Olenus*-banken). — Efter Holm.

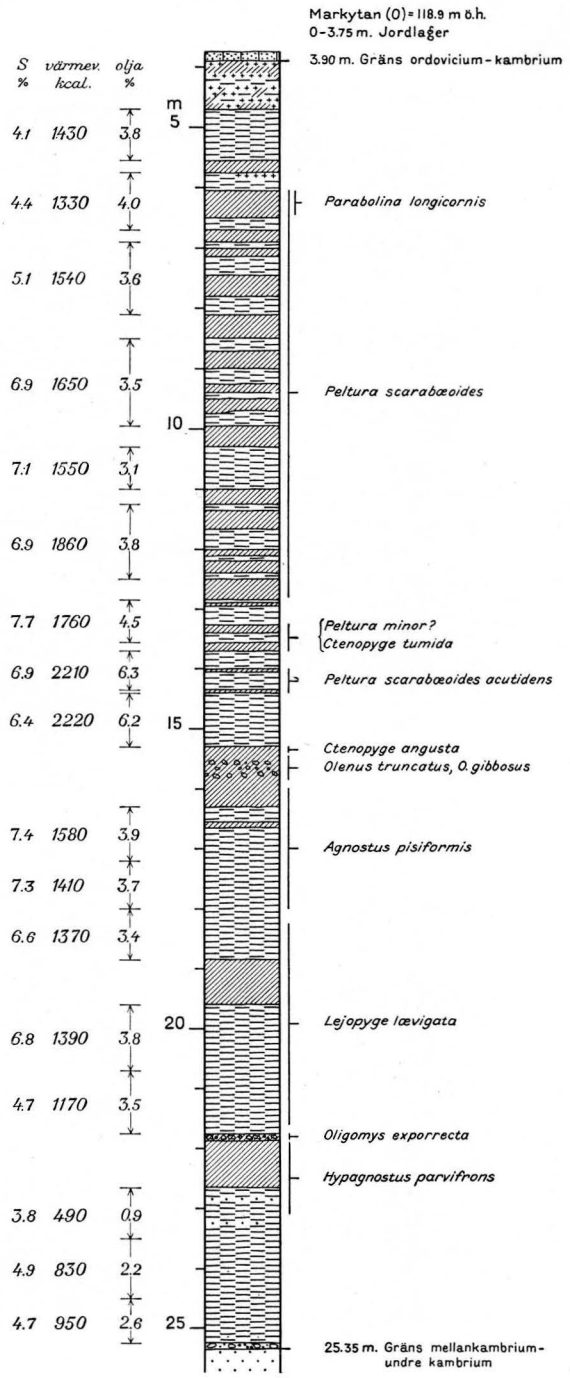


Fig. 26. Borrprofil genom alunskifferlagret vid Per Månsgården, Kinne-Kleva socken. Borrkärnan är 7 cm diam. Bilden visar förutom bergartsbeskaffenheten karaktärsfossilens vertikala utbredning samt skifferns kalorimetriska värmevärde och halter av olja och svavel. Teckenförklaring på sid. 42. Flinta är utmärkt med +++.

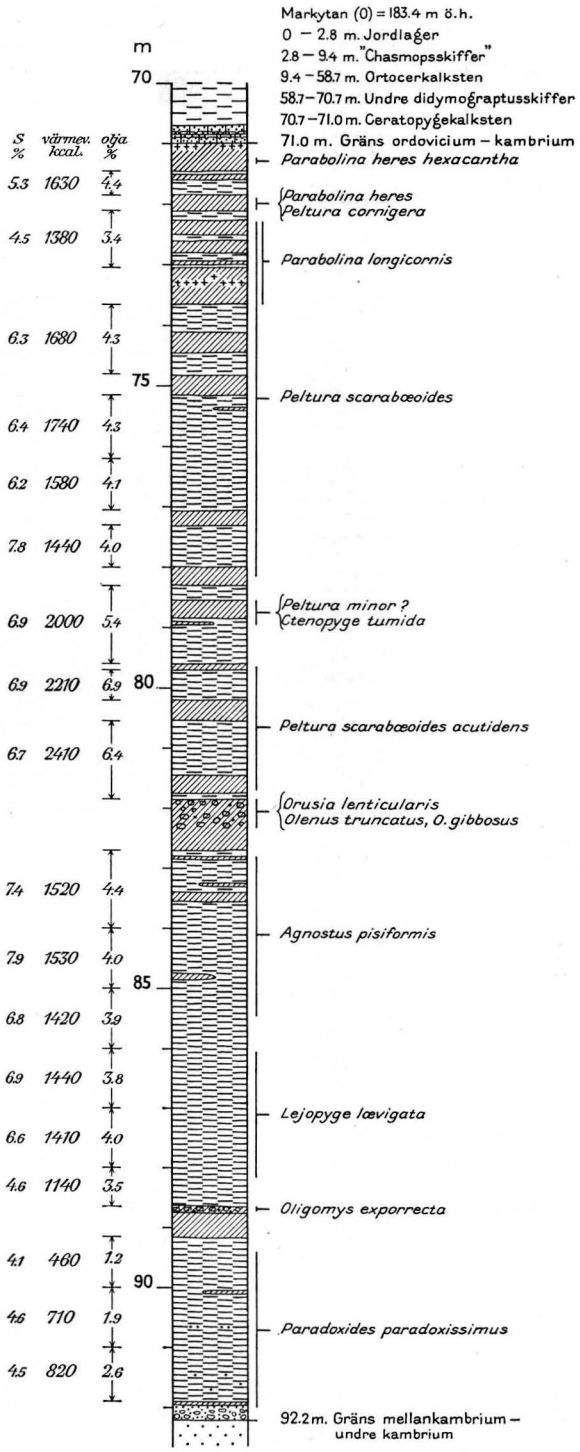


Fig. 27. Borrprofil genom alunskifferlagret vid Norra Skagen, 2.5 km NNV om Österplana kyrka. Se förklaringen till motstående bild.

Såsom ovan omtalats, är olenidskiffern genomskuren i ett flertal stenbrott runt kring berget. I brotten vid Gössäter Hönsäter, Hällekis, Råbäck och Trolmen finner man i det närmaste hela olenidskiffern genombruten, dess allra översta del (zonen med *Parabolina heres*) undantagen. Brotten gå numera ingenstädes ner i paradoxidesskiffern utan upphöra i zonen med *Agnostus pisiformis,* undantagsvis vid basen av *Peltura*-zonen. Olenidskifferns mäktighet uppgår i borrprofilerna vid Per Månsgården till 14.2 m och vid N. Skagen till 14.8 m.

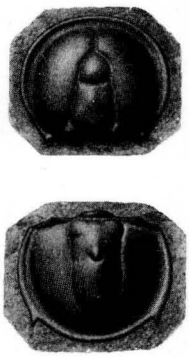


Fig. 28. *Agnostus pisiformis* (L.). Huvud- och stjärtsköld. — Fyra gånger förstorad. — Efter Westergård.

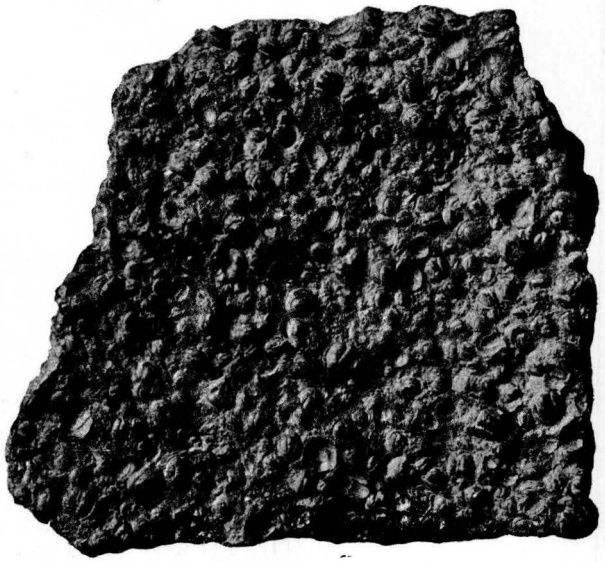


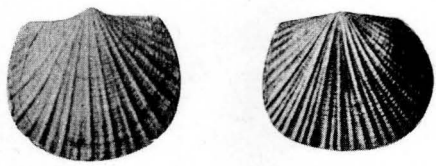
Fig. 29. Orsten, skiktyta översållad med huvud- och stjärtsköldar av *Agnostus pisiformis* (L.). — Naturlig storlek. — Efter Holm.

Zonen med Agnostus pisiformis bildar en 2—3.5 m mäktig skifferbädd med spridda orstenslinser. Dess gräns mot *Lejopyge lævigata*-zonen är ej skarp. I översta delen uppträder orsten i större mängd bildande tätt liggande linser eller ett sammanhängande lager, vilket ej sällan är fast sammanvuxet med *Olenus*-zonens orstenslager till den s. k. stora orstensbanken (se profilerna fig. 26 och 27). Av fossil ha iakttagits *Agnostus pisiformis* (L.) (fig. 28), vilken ofta uppträder i oerhörd mängd, *A. pisiformis spiniger* (DALM.) och *Schmalenseeia amphionura* MOBERG, den sistnämnda vid gränsen till underliggande zon.

Zonen med Olenus. — Stora orstensbankens tjocklek varierar mellan 0.6 och 2 m och är på Kinnekulle vanligen fullt 1 m. På kortare sträckor kan den genom tunna skifferlag vara uppdelad i två eller tre lager. Då den har större mäktighet tillhör alltid dess undre del närmast föregående zon och endast mellersta och övre delen zonen med *Olenus.* Om mäktigheten är mindre, tillhör även understa delen den sistnämnda. Gränsen mellan de båda zonerna plägar vara skarp. Olenuszonen innehåller otaliga fragment av

Olenus gibbosus (WAHL.), *O. truncatus* (BRÜNN.) (fig. 9), *O. wahlenbergi* WESTERG. och *O. transversus* WESTERG. samt *Agnostus (Homagnostus) obesus* BELT. Sällsynta äro *Glyptagnostus reticulatus* (ANG.). *Polyphyma* sp. och en obolid.

Olenuszonens fauna fortsätter oftast upp i stora orstensbankens översta del, ända upp i de avtrubbat konformiga ansvällningar, som med större och mindre mellanrum finnas vid dess övre yta. Men sporadiskt träffas i översta delen orstenspartier med yngre faunor, vilka i andra områden med normal lagerföljd (t. ex. på Halle- och Hunneberg) karakterisera följande tre efter varandra följande lag: *zonen med Orusia lenticularis, zonen med Leptoplas-*



a b

Fig. 30. *Orusia* (»*Orthis*») *lenticularis* (WAHL.) a, bukskalet; b, ryggskalet. — Tre gånger naturliga storleken. — Efter Walcott.

tus och *Eurycare* samt *subzonen med Ctenopyge flagellifera* och *Protopeltura præcursor.* Någon gång träffas även orstenspartier med den ännu yngre *Peltura scarabæoides acutidens.*

De för de nämnda zonerna utmärkande arterna förekomma även här ej blandade utan i skilda orstenspartier, vilka likväl som nedan omtalas ej alltid intaga normal ordningsföljd. *Orusia lenticularis* (WAHL.) (fig. 30), som ofta uppträder i oerhörd mängd, åtföljes någon gång av *Parabolina spinulosa* (WAHL.) och *Protopeltura aciculata* (ANG.). Bergarten med denna fauna kan understundom svälla ut till 30 à 40 cm tjocklek och är då vanligen tydligt konglomeratisk med rundade bollar av orsten och fosforit. Ej sällan tunnar den ut till en fosforitrand av endast centimetertjocklek. Den bildar intet konstant uppträdande skikt men har iakttagits på spridda ställen i samtliga alunskifferbrott.

Mera sällan finner man orstenspartier med *Leptoplastus ovatus* ANG., *Eurycare latum* (BOECK) och *E. angustatum* ANG. I brotten vid Hönsäter, Råbäck, Vinsäter, Blomberg och Haggården har denna fauna iakttagits.

Slutligen har *Ctenopyge flagellifera* (ANG.) åtföljd av *Protopeltura præcursor* (WESTERG.) träffats vid Gössäter, Hönsäter, Råbäck och Haggården.

De nämnda faunornas inbördes lagerföljd är i regel normal, då alltså den yngre faunan träffas över den äldre. I detta fall förekomma de i tunna, snabbt utkilande orstensskikt. Vid Haggården kunde år 1912 sålunda iakttagas ett intill 20 cm tjockt orstensskikt med *Ctenopyge flagellifera* och *Protopeltura præcursor,* vilket med större och mindre avbrott kunde följas genom en del av brottet, alltid bildande stora orstensbankens yngsta lag och vilande på orsten, som tillhörde än *Leptoplastus*-zonen, än *Orusia*-zonen, än

åter *Olenus*-zonen. Men stundom förekomma de nämnda och *Olenus*-zonens faunor i orstenspartier, som ligga regellöst om varandra. Bergarten antar då konglomerat- eller breccieartad struktur, vilken ofta, särskilt på frisk yta, dock är föga tydlig, enär de av de olika faunorna karakteriserade orstenspartierna ej äro skarpt avgränsade. Samma struktur (fig. 31) kan stundom iakttagas även i stora orstensbankens mellersta och undre delar med enbart



Fig. 31. Breccieartad orsten med vittrad yta från *Olenus*-banken. Stycken av finkornig fossilfr orsten (de mörka partierna på bilden) äro inbäddade i tät orsten med fragment av *Olenus* och *Agnostus* (*Homagnostus*) *obesus* BELT. — $^2/_3$ av naturliga storleken. — Efter Westergård.

Olenus-zonens fauna, i vilka delar banken likväl vanligtvis visar skiktning med omväxlande, ej sällan mörkare och ljusare, fossilfattiga och fossilrika lag.

Ovannämnda lagerföljd antyder att ifrågavarande område under tiden mellan *Olenus*-lagrens och *Peltura*-lagrens bildning legat i närheten av havsytan och varit utsatt för upprepade höjningar och sänkningar. De under en sänkningsperiod bildade sedimenten hava under efterföljande höjningsperiod blivit till större eller mindre del förstörda. Den ringa mekaniska nötning, denudationsresterna förete, kan måhända förklaras därav, att nivåförändringarna verkat likformigt över ett större område med plan havsbotten.

Zonen med Peltura och Sphærophthalmus vidtager närmast över stora orstensbanken och har en mäktighet av omkring 9 m. Den håller orsten i större mängd, på flera nivåer bildande sammanhängande bäddar. De undre lagren karakteriseras av *Peltura scarabæoides acutidens* BRÖGG. (fig. 32),

en *Sphærophthalmus*-art, som står nära *S. alatus* och sannolikt är identisk med *S. major* LAKE, samt *Ctenopyge tumida* WESTERG., de förra allmänna, den senare sällsynt. De båda sistnämnda fortsätta upp i lagerserien efter det att ifrågavarande *Peltura*-form upphört och ersatts av *Peltura minor* (BRÖGG.) (fig. 33). På ytterligare något högre nivå uppträda *Peltura scarabæoides* (WAHL.) (fig 34), *Sphærophthalmus alatus* (BOECK) (fig. 35), *S. majus-*

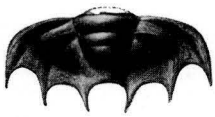
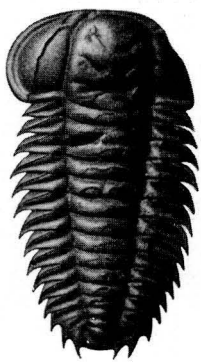


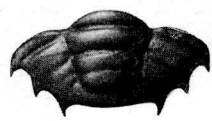
Fig. 32. *Peltura scarabæoides acutidens* BRÖGG. Stjärtskölden. — Tre gånger naturliga storleken. — Efter Westergård.



Fig. 33. *Peltura minor* (BRÖGG.). Stjärtskölden — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter Westergård.



a



b

Fig. 34. *Peltura scarabæoides* (WAHL.) a, ryggskölden med undantag av högra lösa kinden naturlig storlek. b, stjärtskölden av ett annat exemplar; tre gånger naturliga storleken. — Efter Westergård.

culus LINRS., de två förstnämnda merendels mycket talrikt, samt vidare sparsamma lämningar av de äldsta representanterna för asaphidernas familj, nämligen *Promegalaspides kinnekullensis* WESTERG., *P. pelturæ* WESTERG. och *Niobella aurora* WESTERG. De yngsta iakttagna lagren av denna zon kännetecknas förutom av *Peltura scarabæoides* av *Parabolina longicornis* WESTERG. (fig. 36), ganska talrik, *Niobella aurora* och *Geragnostus rudis holmi* (WESTERG.), de båda senare sällsynta.

Sistnämnda yngsta del av *Peltura*-zonen bildar den översta orstensnivån i brotten vid Hönsäter, Hällekis, Råbäck, Trolmen och Vinnagården.

Zonen med Parabolina heres. — Inom större delen av Kinnekulle avslutas alunskifferlagret uppåt av ett orstensband, som jämte närmast underliggande skiffer och orsten tillhör zonen med *Parabolina heres.* Förutom i borrprofilerna är zonen helt eller delvis genomskuren i diken vid Storängen, Hjälmsäter och Trolmen och har iakttagits i block vid Råbäck. Däremot

träffas den ej i skifferbrotten, vilka icke ännu (1932) nå fram till zonens utgående. Största uppmätta mäktigheten (N. Skagen) är föga mer än 1 m, och på bergets sydöstra sida kan zonen saknas helt och hållet. Där den är fullständigast utbildad, kan zonen här liksom på södra Öland uppdelas i två subzoner, den undre karakteriserad av *P. heres* BRÖGG. (huvudformen

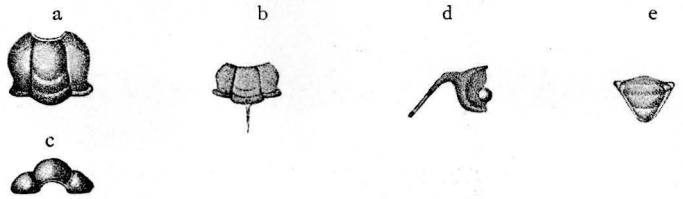


Fig. 35. *Sphærophthalmus alatus* (BOECK). a—b, huvudets mellansköld; c, densamma sedd framifrån; d, lösa kinden; e, stjärtsköldén. — Samtliga figurer tre gånger naturliga storleken. — Efter Linnarsson.

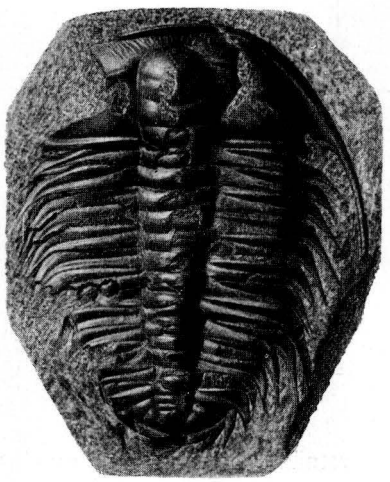


Fig. 36. *Parabolina longicornis* WESTERGÅRD. Ryggsköldén, tämligen hel. — Två gånger naturliga storleken. — Efter Westergård.

med fyra par randtaggar på stjärtsköldén) och *Peltura cornigera* WESTERG., den övre av *Parabolina heres hexacantha* var. n. (med tre par randtaggar; fig. 37). Båda subzonerna ha iakttagits vid Storängen och N. Skagen, under det att vid Trolmen och Råbäck den övre saknas.

Den inom områden med fullständig lagerföljd omedelbart över olenidskiffern uppträdande och ävenledes som alunskiffer utbildade Dictyonemaskiffern, vilken endast sporadiskt förekommer i Västergötland, saknas helt och hållet på Kinnekulle. Luckan i lagerserien antyder, att Kinnekulletrakten legat över havsytan under Dictyonemaåldern. Att detta varit

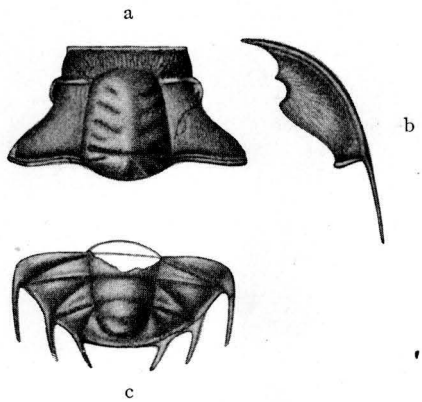


Fig. 37. *Parabolina heres hexacantha* var. n. a, huvudets medelsköld; b, lös kind; c, stjärtsköld — a fyra, b två, c sex gånger naturliga storleken. — Efter Westergård.

fallet synes även framgå därav, att det översta orstensbandet närmast ytan ständigt har en ungefär centimetertjock ljusgrå zon, i vilken den svarta bituminösa substansen blivit förstörd, förmodligen på grund av oxidation i luften.

Ordovicium.

Ceratopygelagret.

Detta lager utgöres huvudsakligen av kalksten, den egentliga ceratopygekalken, vartill ansluter sig ett obetydligt lager glaukonitskiffer, den senare bergarten underlagrande den förra.

Ceratopygelagret är den tunnaste avdelningen i Kinnekulles lagerserie. Mäktigheten, som avtager mot Ö, är vid Hällekis inemot 2 m, SO om Trolmen 1.2 m och i borrprofilen vid N. Skagen 0.3 m. Lagret bildar i utgåendet en smal gördel runt omkring berget, vartill kommer ett litet isolerat område vid Storängen. Gördeln är särskilt på bergets östra sida mycket smal och har på berggrundskartan till följd av den ringa skalan sammanförts med undre didymograptusskiffern. På västra sidan av berget vid Hällekis och Råbäck, Trolmen samt Blomberg bildar ceratopygekalken plana terrasser av något större bredd. Enär jordtäcket på dessa terrasser är tämligen tunt, är ceratopygekalken på flera ställen tillgänglig i diken. Under senare år har den varit lättast åtkomlig i diken på landsvägens östra sida 600 m SO om Trolmen, där den träffas genomsprängd. På bergets östra sida torde lagret ingenstädes vara blottat.

Glaukonitskiffern består huvudsakligen av små, oftast spolformiga, mörkgröna korn av glaukonit, vanligen understigande 1 mm i genomskärning, sammankittade av ett lerigt bindemedel. Glaukonithalten förlänar bergarten en djupt mörkgrön färg. Bergarten innehåller något svavelkis samt i mindre

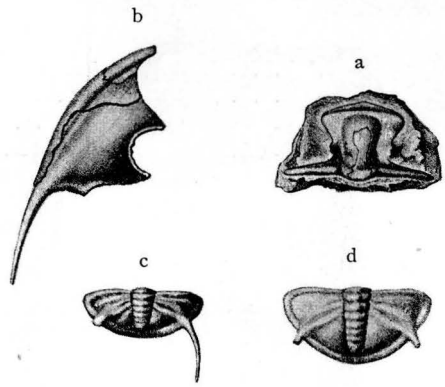


Fig. 38. *Ceratopyge forficula* (SARS). a, huvudets medelsköld; b, vänstra lösa kinden; c—d, stjärtskölden. — Fig. b är tre gånger förstorad, de övriga i naturlig storlek. — Efter Holm.

mängd fosforit, den senare bildande svarta till ljust brungrå, oregelbundet formade knölar eller smärre korn. Glaukonitskiffern är i friskt tillstånd tämligen fast, men utsatt för atmosferiliernas inverkan sönderfaller den snart till en lerig och grusig massa. Den besitter ingen utpräglad skiffrighet men har benägenhet att klyva sig efter skiktningsplanet.

Den rikligt förekommande glaukoniten förlänar bergarten en relativt hög kalihalt; i följd av dess fosforithalt innehåller den även fosforsyra. Ett prov av glaukonitskiffer från Hällekis allé har enligt analys utförd på Sveriges geologiska undersöknings laboratorium befunnits innehålla nämnda båda ämnen i följande mängder:

Kali	3.63 %
Fosforsyra	1.365 »

Av fossil träffas i glaukonitskiffern endast fragmentariska skal av brachiopoder tillhörande familjen Obolidæ.

Glaukonitskiffern har mycket obetydlig mäktighet. I landsvägsdiken NO och SO om Trolmen är mäktigheten av skiffern jämte ett däri inlagrat tunt kalkstensskikt knappast 10 cm, omedelbart N om Storängen uppgår mäktigheten till minst 30 cm.

Ceratopygekalken är hård, ljusgrå med en ton av grönt eller blått. Den innehåller små svartgröna glaukonitkorn i växlande mängd; partier med större glaukonithalt erhålla därför en mörkare färg. Bergarten är tämligen rik på svavelkis och innehåller även något fosforit, fast i vida mindre mängd än glaukonitskiffern. Kalken är uppdelad i bankar och skikt genom glaukonitrika märgliga skiktfogar. En av L. Palmgren utförd analys av renare ceratopygekalk från Hällekis visar följande sammansättning:

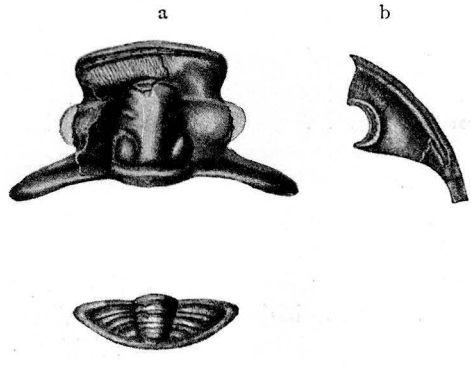


Fig. 39. *Euloma ornatum* ANG. a, huvudets medelsköld; b, lösa kinden på högra sidan c, stjärtskölden. — Naturlig storlek. — Efter Holm.

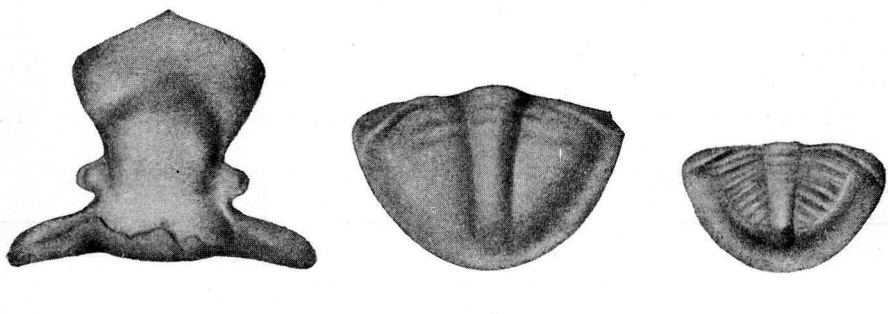


Fig. 40. *Megalaspis planilimbata* ANG. a, huvudets medelsköld; b, stjärtsköld med skal; c, stjärtsköld delvis utan skal. — Naturlig storlek. — Efter Wiman.

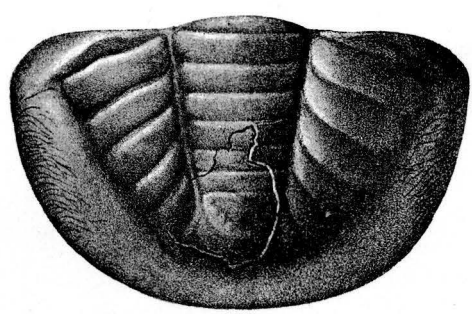


Fig. 41. *Niobe insignis* LINRS. Stjärtskölden. — Naturlig storlek. — Efter Holm.

Kolsyrad kalk	81.09 %
Kolsyrad magnesia	1.32 »
Lerjord och järnoxidul	1.74 »
Fosforsyra	0.19 »
Olöst i syror	13.97 »
Vatten och svavelmetaller (ej bestämda)	1.69 »
	100.00 %

Två ävenledes av Palmgren utförda analyser av oren glaukonitrik ceratopygekalk med makroskopiska fosforitknölar, det ena provet från Hällekis och det andra från Storängen, båda sannolikt tillhörande gränslagret till glaukonitskiffern eller måhända i denna senare inbäddad kalksten, visa följande sammansättning:

	Hällekis	Storängen
Fosforsyra	0.65 %	0.86 %
Kolsyrad kalk	76.11 »	72.63 »
Olöst i syror	17.18 »	17.70 »

De renare partierna av ceratopygekalken äro relativt rika på skalfragment, huvudsakligen av trilobiter, vilka ofta äro svåra att utklyva. Ett sådant särdeles fossilrikt skikt har iakttagits i kalkens översta del omedelbart under undre didymograptusskiffern i diken SO om Trolmen. Följande fossil ha träffats i ceratopygekalken på Kinnekulle.

Trilobiter: *Geragnostus sidenbladhi* (LINRS.)
Trinodus cf. *glabratus* (ANG.)
Euloma ornatum ANG. (fig. 39)
Ceratopyge forficula (SARS) (fig. 38)
Harpides rugosus (SARS & BOECK)
Apatocephalus serratus (BOECK)
Megalaspis planilimbata ANG. (fig. 40), relativt talrik i översta skiktet
» *stenorhachis* ANG.
Megalaspis? sp. n. (cranidium)
Niobe insignis LINRS. (fig. 41)
» *læviceps* (DALM.)
» *obsoleta* LINRS.
Symphysurus angustatus (SARS & BOECK)
» *breviceps* ANG.
Nileus limbatus BRÖGGER
Illaenus sp. (pygidium)
Orometopus elatifrons (ANG.)
Cyrtometopus primigenus (ANG.)
Brachiopoder: *Archaeorthis christianiae* (KJER.)
Lycophoria laevis STOLLEY

I den glaukonitrika kalken ha endast de båda sistnämnda kunnat bestämmas.

Undre didymograptusskiffer (Phyllograptusskiffer).[1]

Undre didymograptus-skiffern utgöres av en merendels ljusgrå, i grönt eller stundom gult stötande lös lerskiffer. Den låter med lätthet tälja sig med kniv, i synnerhet då den är nyss uppbruten. I friskt tillstånd är den tämligen tjockskivig och svårkluven, men i utgåendet sönderfaller den snart till en lerig massa av små tunna skifferstycken. I lagrets översta del, nära gränsen till ortocerkalken, innehåller skiffern ett par knappt 5 cm tjocka knöliga band av oren kalksten, och på något lägre nivå kan man någon sällsynt gång iakttaga mindre bollar av nästan tät kalksten med skifferns färg.

Skifferlagrets mäktighet är i N. Skagenprofilen 12 m och är mindre på östra sidan av berget än på den västra. I likhet med ceratopygelagret tunnar

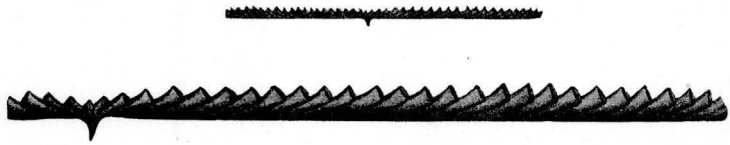


Fig. 42. *Didymograptus suecicus* TULLBERG, med båda de cellbärande grenarna utsträckta i samma plan. — Naturlig storlek och förstorad. — Efter Tullberg.

således även undre didymograptusskiffern ut i riktning mot Ö. På norra Billingen har den senare sålunda en mäktighet av högst 1.7 m och kan där även helt saknas.

I utgåendet bildar undre didymograptusskiffern en vid foten av rödstenskleven av lösa avlagringar täckt merendels brant sluttning, vilken likväl mellan Trolmen och Blomberg är mera flack och bred. Någon fullständig skärning genom lagret finnes ej, men skiffern är blottad på ett flertal ställen i bäckraviner och diken. Skärningar av ett par meters höjd finnas i bäcken 700 m SV om Västerplana kyrka och i en ravin vid foten av rödstenskleven mitt för Hällekis. Bottenlagren äro genomskurna i ett dike 600 m SO om Trolmen och äro även åtkomliga i åkerdiken omedelbart NV om landsvägen mitt för Hällekis. De översta lagren äro blottade i norra ändan av cementkalkbrottet vid Hällekis, i raviner vid Martorp samt vid ett flertal klevkällor. På grund av skifferns leriga beskaffenhet, i följd varav uppkommande sprickor snart igenslammas, tvingas nämligen grundvatten, som genom ortocerkalkens talrika sprickor tränger ner till skifferlagret, att söka sig fram till dagytan vid dettas övre yta. Sålunda uppkomma runt berget vid nämnda nivå en rad källor; mera betydande sådana finnas vid Mörkeklev, Väsäter och mitt för Törnsäter.

Enligt två analyser av undre didymograptusskiffer från lagrets översta del i cementkalkbrottet vid Hällekis, utförda å Hällekis cementfabriks laboratorium, har bergarten följande kemiska sammansättning.

[1] Av allmogen på Kinnekulle kallas detta lager sedan gammalt »griffelsten».

	a	b
Kiselsyra	59.3 %	57.0 %
Lerjord	19.7 »	19.3 »
Järnoxid	7.5 »	8.6 »
Kalk	1.6 »	1.3 »
Magnesia	4.3 »	1.3 »
Svavelsyra	0.4 »	2.4 »
Alkalier	—	3.6 »
Glödgningsförlust	6.7 »	6.5 »
	99.5 %	100.0 %

Undre didymograptusskiffern innehåller i somliga skikt en ganska rik fauna, bestående nästan uteslutande av graptoliter, vartill sällar sig någon enstaka brachiopod (obolid). Skikt av ljusare färg växellagra med mörkare

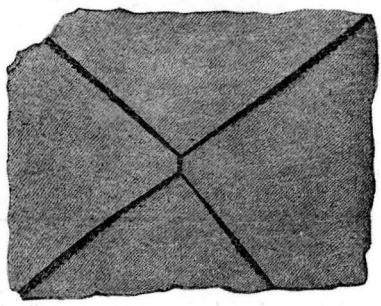


Fig. 43. *Tetragraptus quadribrachiatus* HALL. — Naturlig storlek. — Efter Hall.

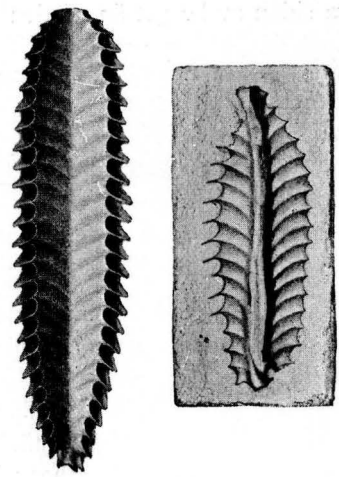


Fig. 44. *Phyllograptus densus* TÖRNQ. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter Holm.

sådana, och under det att de förra äro fossilfattiga röjer redan de senares mörkare färg en större halt av organiska ämnen. Dylika graptolitrika skikt förekomma tämligen ymnigt i de ovan omtalade profilerna vid Västerplana och Hällekis. Emellertid äro graptoliterna i Kinnekulles didymograptusskiffer aldrig bevarade i svavelkis med bibehållen relief utan alltid platttryckta med den ursprungliga chitinartade skalsubstansen i behåll. Denna bildar på skiktytorna ett svart, papperstunt, skört anflog, som lätt faller av, kvarlämnande endast ett helt svagt avtryck i bergarten. Man erhåller därför i allmänhet sällan för bestämning tillräckligt väl bevarade exemplar. Också är faunan i Kinnekulles undre didymograptusskiffer alltjämt mycket ofullständigt känd. Här förekommande släkten äro *Didymograptus, Tetragraptus, Dichograptus* och *Phyllograptus*. I de understa lagren är *Tetragraptus serra* (BRONGN.) ej sällsynt och där såväl som högre upp i lagerserien anträffas även *T. quadribrachiatus* (HALL) (fig. 43). *Phyllograptus densus* TÖRNQ. (fig. 44) är i skifferns övre del den allmännaste arten och träffas även

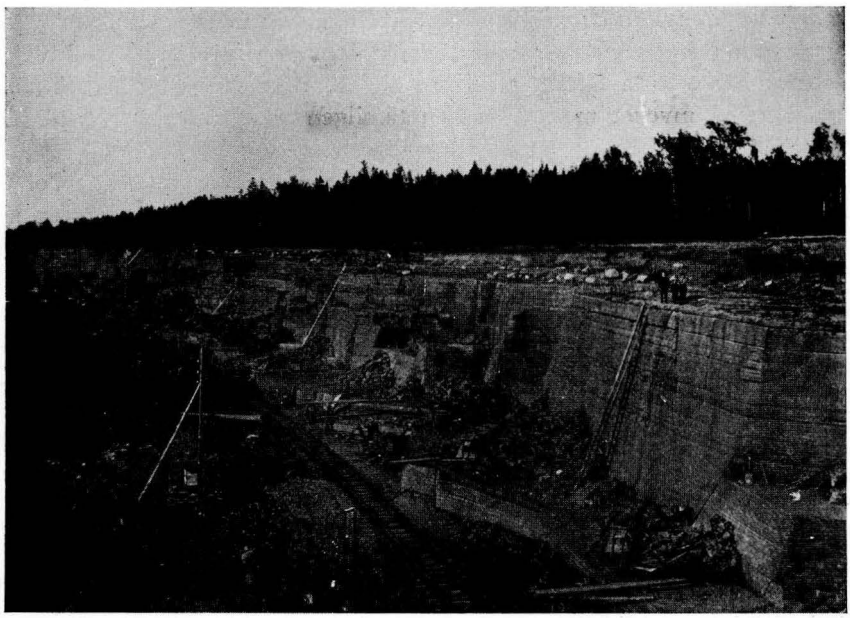


Fig. 45. Cementkalkstensbrottet vid Hällekis sett från söder. Väggarna utgöras av undre röd ortocerkalk (undre rödsten). A. H. Westergård 1919.

tämligen djupt ner i lagerserien. Av *Didymograptus* äro former med utspärrade grenar allmänna, men även stämgaffelliknande former, däribland *D. flagellifer* (TULLB.) TÖRNQ., äro i skifferlagrets undre hälft ej sällsynta.

Undre didymograptusskiffern är väl utvecklad även på Hunneberg. Där saknas likväl dess övre av *P. densus* karakteriserade del. Som redan nämnt har lagret i Billingen och Falbygden obetydlig mäktighet och saknas där på många ställen helt och hållet.

Ortocerkalk.

Ortocerkalken bildar en omkring 50 m mäktig lagerserie. Den är alltigenom tydligt skiktad. Bankar av tät kalksten växellagra med tunnare skikt av märgelskiffer eller märglig kalksten. Kalkstensskiktens tjocklek överstiger sällan 10 cm och är vanligtvis mindre. Genom skifferlamellernas utkilande kunna understundom på kortare sträckor två eller flera kalkstensskikt sammansmälta till en bank, som då kan få en tjocklek av 20 à 30 cm. Denna regelbundna växellagring antyder en viss periodicitet i avlagringen. Lagerserien genomsättes av lodräta förklyftningssprickor, som uppdela den i breda, pelarformiga partier. De i ortocerkalken upptagna stenbrotten ha tack vare dess sprickor släta väggar med ut- och inspringande vinklar (se fig. 45).

Ortocerkalkens färg är på olika nivåer i lagret olika, rödbrun eller grå i växlande nyanser. Med hänsyn till färgen kunna fyra avdelningar särskiljas,

vilka sedan gammalt av allmogen blivit kallade *undre rödsten, täljsten* (grå), *övre rödsten* och *leversten* (grå). Denna populära indelning, med vilken lekmannen har största lätthet att finna sig till rätta, följes i efterföljande redogörelse, så mycket mera som den tämligen nära ansluter sig till den paleontologiska, såsom nedan kommer att visas.

Ortocerkalkens fauna utgöres huvudsakligen av ortoceratiter, trilobiter samt även cystideer. Andra djurgrupper äro endast sparsamt företrädda. Ortoceratiterna, tillhörande huvudfotingarnas klass, hava långt, utdraget koniskt, rakt eller delvis inrullat kalkskal, som genom tunna urglasformigt böjda tvärväggar är delat i en rad kamrar (fig. 46). De förekomma mycket allmänt i vissa av ortocerkalkens skikt, särskilt i undre delen av övre rödstenen. I längdgenomskärning kunna de ofta iakttagas i de hyvlade kalkstensplattor, som i stor utsträckning användas till golv- och trappsten. Trilobiterna representeras huvudsakligen av familjen *Asaphidæ*, som här når sin största utveckling och uppträder med storväxta former. Cystideerna, en avdelning inom tagghudingarnas provins, förekomma i större mängd i täljstenen, där i ett par skikt deras kulformiga kalkskal äro så talrika, att de bilda bergartens huvudmassa.

Undre rödstenen bildar en nära 20 m mäktig lagerserie med alltigenom tämligen likartad beskaffenhet. Den är till färgen rödbrun, tunnskiktad och märglig med relativt tjocka märgelskifferlag. Även de renare kalkstensskikten äro merendels av jämförelsevis lös beskaffenhet och föga motståndskraftiga mot vittring. I lagrets översta del förekomma dock ett par skikt, som äro mera fasta och täta och därför lämpliga för stenhuggeriändamål (se sid. 118). De olika skiktens mäktighet och beskaffenhet i övrigt framgår av omstående profil (fig. 47).

Nedanstående analyser visa bergartens kemiska sammansättning.

Ett generalprov av undre rödsten från det lilla stenbrottet 200 m SO om Turisthotellet vid Råbäck innehåller:

Kolsyrad kalk	71.15 %
Kolsyrad magnesia	0.89 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	25.58 »

Efterföljande analyser å prov från cementkalkbrottet vid Hällekis äro utförda å Hällekis cementfabriks laboratorium.

Fullständig analys:

Kalk		49.12 %
Järnoxid		2.30 »
Lerjord		1.60 »
Magnesia		0.81 »
Kiselsyra		8.30 »
Glödgningsförlust	Kolsyra	37.90 »
	Vatten och organiska ämnen	0.70 »
		100.73 %

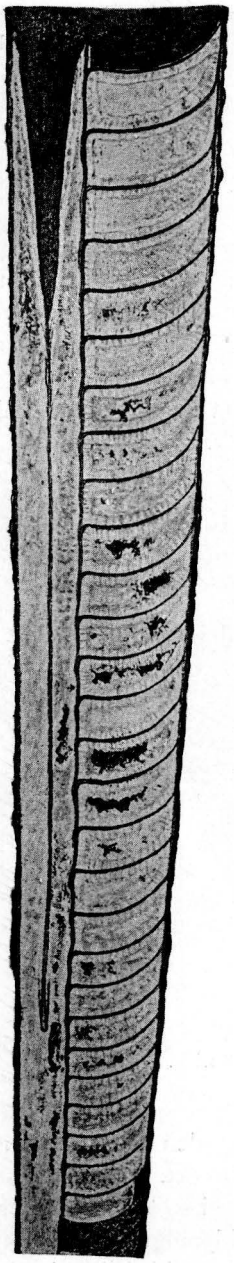


Fig. 46. Ortoceratit (*Endoceras wahlenbergi* FOORD). Längdsnitt visande sifonalröret samt de av vit kalkspat nästan helt utfyllda luftkamrarna. — Naturlig storlek. — Efter Holm.

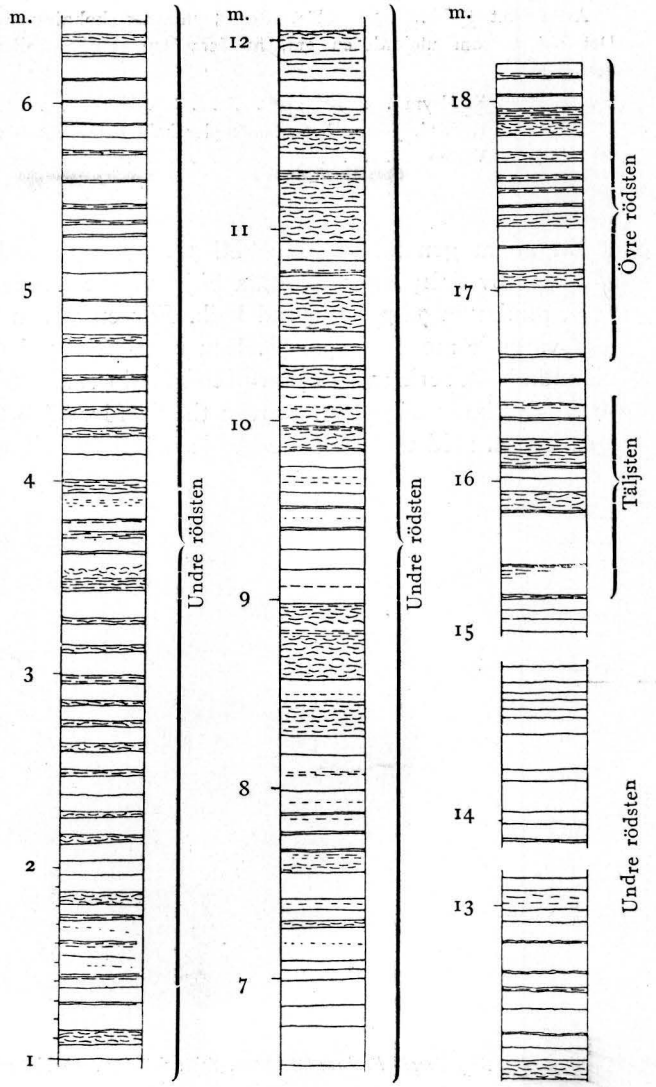


Fig. 47. Profil av en del av den lägre ortocerkalken vid Råbäck i skalan 1 : 40. Profilen, som är upprättad av Holm genom kalkering av bergväggarna i uppfartsvägen till och i Råbäcks gamla täljstensbrott NO om Trolmen, omfattar nästan hela undre rödstenen, täljstenen och övre rödstenens lägsta del. Av den förra saknas endast de allra lägsta lagren; dessutom finnas ett par smärre luckor i övre delen. Profilen visar skikttjockleken jämte växlingen mellan renare och märgligare kalkskikt, de förra betecknade helt vita, de senare medelst en streckning av korta små linjer. Genom dessas form och olika täthet har skiktens knöligare eller skiffrigare beskaffenhet, ävensom deras större eller mindre märglighet antytts. Jämför även fig. 79, sid. 119. — Efter Holm.

Av provet förblev 12 % olöst efter 5 minuters kokning med utspädd (20 %) klorvätesyra. Det olösta, som utgjorde en grå, fin lera utan sandkorn eller andra grövre mineralpartiklar, bestod av:

Kiselsyra	7.85 %
Lerjord, järnoxid, små mängder kalk och magnesia	3.45 »
Vatten	0.70 »
	12.00 %

Ett annat generalprov innehöll 78.6 % kolsyrad kalk.

Sex prov från lager på olika höjd visade i medeltal 82.2 % (maximum 86.0, minimum 78.7) kolsyrad kalk. För en annan liknande analysserie var motsvarande medeltal 83.9 %. Den relativt höga halt av kolsyrad kalk, som nämnda båda serier visa i jämförelse med ovan anförda analyser av generalprov, förklaras därav, att proven till de förra äro tagna av de renare kalkstenslagren med utelämnande av de märgliga skikten.

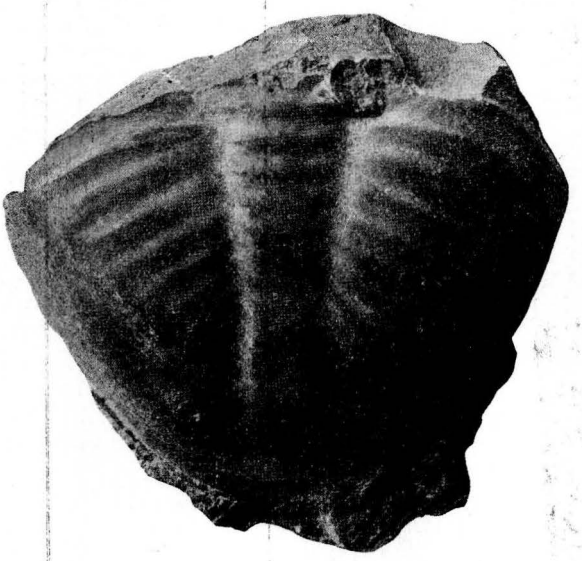


Fig. 48. *Megalaspis limbata* (BOECK). Stjärtsköldén. — Naturlig storlek. — Efter Holm.

I utgåendet bildar undre rödstenen en tvärbrant vägg, den s. k. rödstenskleven, som kan följas nära nog utan avbrott runt hela berget. Lagrets lägsta del är i klevbranten dold av nedfallna block och är blottad endast vid bäckar och källor. Kontakten till den underliggande undre didymograptusskiffern är lättast tillgänglig i norra ändan av cementkalkbrottet vid Hällekis. De översta skikten bilda ovanför kleven svaga sluttningar och plana fält, vilka endast på bergets södra sida uppnå mera avsevärd bredd. Å dessa fält kommer bergarten helt nära markytan och täckes vanligtvis endast av ett mycket tunt lager vittringsjord. De allra översta skikten äro genomskurna i vissa täljstensbrott t. ex. S om Gössäter.

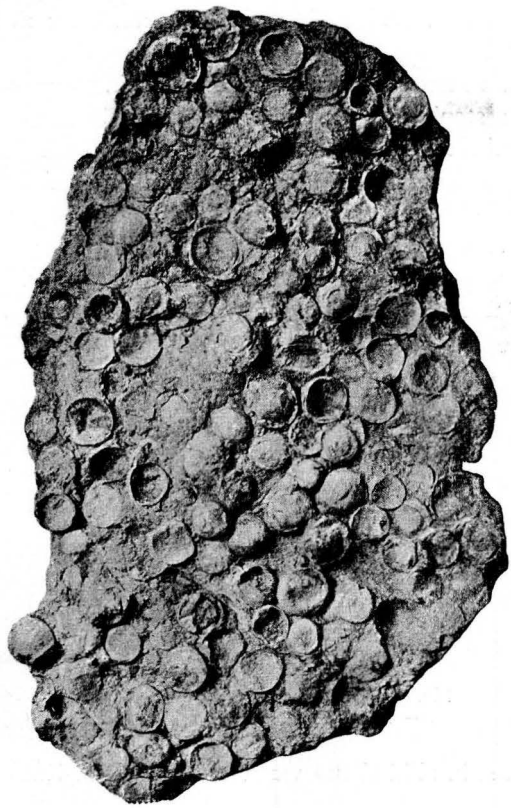


Fig. 49. Tunt kalkstenslager till väsentlig del bildat av *Sphæronites pomum* (GYLLENH.). — Omkring $^1/_3$ av naturliga storleken. — Efter Holm.

Undre rödstenen är fattig på bestämbara fossil. På kalkstensskiktens tvärbrott synas visserligen ofta trilobitskal i genomskärning, men de låta endast med mycken svårighet utklyva sig och äro därtill ofta krossade och fragmentariska. Även de i de märgliga skikten anträffade djurlämningarna äro mindre väl bibehållna. Följande arter ha kunnat identifieras:

Trilobiter: *Trinodus* (*lentiformis* ANG. ?)
Megalaspis limbata (BOECK), allmän (fig. 48)
» *heros* (DALM.), i de allra översta skikten (fig. 51)
Niobe laeviceps (DALM.)
Ptychopyge (*applanata* ANG. ?)
Symphysurus palpebrosus (DALM.)
Nileus armadillo (DALM.)
Illænus esmarkii (SCHLOTH.)
Cyrtometopus clavifrons (DALM.)
Ortoceratit: *Endoceras* sp.
Brachiopoder: *Acrotreta* sp.
En småvuxen art av *Orthoidea*.

De översta skikten av undre rödstenen karakteriseras av former, som äro utmärkande för täljstenen.

För den undre rödstenens praktiska användning för cementtillverkning, kalkbränning och stenhuggeriändamål redogöres längre fram.

Täljstenen är till färgen grå av en tämligen ljus ton. Mäktigheten är endast något mera än 1 m. Den innehåller renare och fastare kalkstensskikt än övriga avdelningar av ortocerkalken och har därför sedan gammalt använts till stenhuggeriändamål. De olika skikten ha runt hela berget tämligen konstant tjocklek och beskaffenhet i övrigt; varje skikt har av stenhuggarna erhållit sitt särskilda namn (jämför sid. 119). Renast och mest

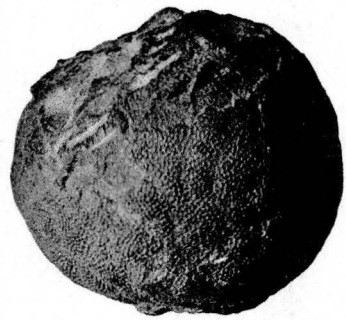


Fig. 50. *Sphæronites pomum* (GYLLENH.)
— Något förstorad. — Efter Holm.

användbar är den s. k. »likhallen» varav ett prov från Råbäcks täljstensbrott visat sig innehålla:

Kolsyrad kalk	89.30 %
Kolsyrad magnesia	0.88 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	6.92 »

På grund av den ringa mäktigheten bildar täljstenen i utgåendet en mycket smal rand, som vid Västerplana och på Österplana vall likväl utvidgar sig till plana fält. Överallt där den varit lätt tillgänglig har den brutits eller brytes fortfarande. Lagrets utgående kännetecknas därför av en under långa sträckor sammanhängande rad stenbrott med ett större avbrott på bergets norra sida, där de lösa jordlagren ha större mäktighet.

Täljstenen innehåller trots lagrets ringa tjocklek en rikare fauna än någon av ortocerkalkens övriga avdelningar. Fossilen erhållas emellertid vanligen i mycket ofullständiga exemplar och i mindre väl bibehållet skick. Utmärkande för lagret är massuppträdandet av cystideer samt förekomsten av storväxta trilobiter av släktet *Megalaspis*, i främsta rummet *M. heros* (DALM.), varav hela exemplar, då sådana någon gång träffas, nå omkring 35 cm i längd. Ortoceratiter äro ingalunda sällsynta men likväl ej så talrika som i närmast överliggande röda lager. Cystideerna, av vilka endast släktet *Sphæronites* är representerat, sannolikt med flera arter, förekomma som nämnt i ett eller ett par skikt i sådan mängd att de bilda bergartens huvudmassa (fig. 49).



Fig. 51. *Megalaspis heros* (DALM.). Fullständig men skadad ryggsköld. — $^2/_3$ av naturliga storleken. — Efter Holm.

Följande fossil uppträda i täljstenen.

Trilobiter: *Megalaspis heros* (DALM.) (fig. 51)
» *explanata* ANG.
» *rotundata* ANG.
» cf. *limbata* (BOECK)
Asaphus raniceps maximus BRÖGGER
Symphysurus palpebrosus (DALM.) ?
Nileus armadillo DALM.
Illænus esmarkii (SCHLOTH.)
Ampyx nasutus DALM.
Pliomera fischeri (EICHW.)
Cyrtometopus clavifrons (DALM.)
Pterygometopus sclerops (DALM.)
Cephalopoder: *Endoceras wahlenbergi* FOORD (fig. 46)
»*Orthoceras*» *kinnekullense* FOORD (fig. 52)
Estonioceras proteus HOLM
» sp.
Bathmoceras linnarssoni ANG.
Gastropoder: *Sinuites* sp.
Raphistoma qualteriatum (SCHLOTH.)
Lesueurilla gradata (KOKEN)
Gonionema bicarinatum (HIS.)
Brachiopoder: *Orthis* sp.
Cystideer: *Sphæronites pomum* (GYLLENH.) (fig. 49 och 50)

Den övre rödstenen har i allmänhet starkare röd färg än den undre rödstenen. Mäktigheten är omkring 11 m. Vanligen är övre rödstenen tunnskiktad men i lagrets understa del förekomma ett par genom sammansmältning av flera kalkstensskikt bildade bankar av större tjocklek. Då dessa därtill ofta äro av fast och tät beskaffenhet, användas de för stenindustriellt ändamål (jämför sid. 119). I regel är emellertid övre rödstenen ganska oren och vittrar därför lätt sönder. Ett prov från Råbäcks täljstensbrott visar följande kemiska sammansättning:

Kolsyrad kalk	49.28 %
Kolsyrad magnesia	1.41 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	44.30 »
Av det olösta utgjorde:	
Järnoxid	4.82 %
Manganoxidul	0.39 »

Den övre rödstenen bildar i utgåendet svaga sluttningar och plana fält, som i likhet med ortocerkalkens övriga avdelningar har större bredd inom södra delen av utbredningsområdet. Bergarten ligger inom stora områden nästan blottad, endast täckt av en tunn vittringsjord. Profiler genom lagrets undre del finnas i flertalet täljstensbrott, enär man för att komma åt täljstenen måste rymma av överliggande rödsten. I Råbäcks stenbrott NV om Medelplana kyrka är den övre rödstenen sålunda genombruten intill 4.5 m höjd över täljstenen. Gränsen till den överliggande leverstenen är ingenstädes blottad och den övre rödstenens yngsta skikt därför okända.

Faunan ansluter sig vad beträffar den övre rödstenens lägre del nära

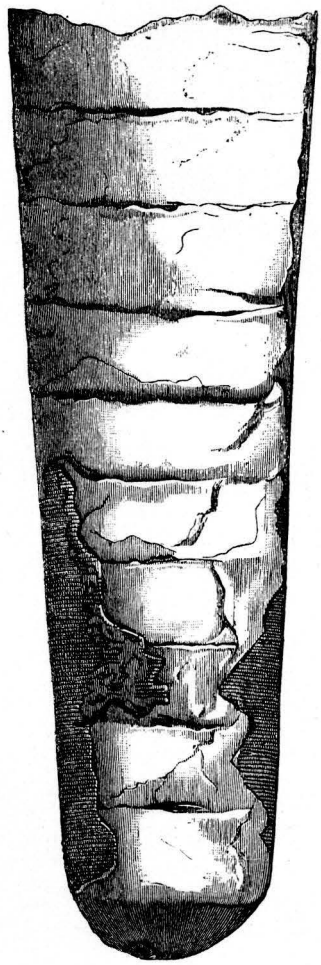


Fig. 52. »*Orthoceras*» *kinnekullense* FOORD. Exemplaret är till största delen berövat sitt skal, varför tvärväggarna blivit synliga. — Naturlig storlek. — Efter FOORD.



Fig. 53. *Endoceras vaginatum* SCHLOTH. Halv naturlig storlek. Efter HOLM.



Fig. 54. *Estonioceras convolvens* (His.). — $^3/_5$ av naturliga storleken. — Efter Holm.

till faunan i täljstenen; flera för den senare karakteristiska arter fortsätta upp i den förra. Lagrets övre del åter synes i faunistiskt hänseende närma sig leverstenen även om en faunistisk gräns förmodligen finnes. Endast ortoceratiter förekomma allmänt. I lagrets undre skikt uppträda de mera talrikt än i någon annan del av ortocerkalken.

Enligt Holm anträffas i den övre rödstenen följande ortoceratiter.

Endoceras vaginatum Schloth. (fig. 53).
» *wahlenbergi* Foord (mycket allmän i de lägsta skikten) (fig. 46)
Estonioceras convolvens (His.) (fig. 54).
Planctoceras falcatum (Schloth.)
Trochoceras sp.
»*Orthoceras tortum*» Ang. (från ett av de högsta tillgängliga skikten).

Leverstenen är grå, ofta med en dragning i grönt eller smutsigt gult. Bergarten erhåller då en färg påminnande om kokt lever, vilket antages vara orsak till dess namn. Undantagsvis förekomma skikt av rödbrun färgton. Mäktigheten är omkring 20 m. De fasta kalkstensskikten ha en tjocklek av högst 8 à 10 cm men äro vanligen tunnare; de märgliga skikten äro relativt tjocka. Ett prov av renare kalksten från stenbrottet SV om Skattetomten visar följande sammansättning:

Kolsyrad kalk	85.73 %
Kolsyrad magnesia	1.22 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	9.62 »

Även de renaste kalkstensskikten vittra i fria luften snart sönder vilket i förening med den ringa tjockleken starkt inskränker bergartens användbarhet.

Leverstenen upptager ett tämligen vidsträckt område runt omkring Högkullen vid dennas fot. Den bildar i stort sett en terrass med utåt brantare sluttningar och där ovanför planare fält. Den är i större utsträckning än ortocerkalken i övrigt dold av jordlager och är blottad huvudakligen i åkerdiken och bäckar (t. ex. vid Rustsäter). Lättast åtkomlig är den i de gamla stenbrotten N och SV om Skattetomten.

Fossil äro visserligen ej sällsynta men vanligen mycket dåligt bibehållna. Ur de hårda kalkstensskikten låta fossilen oftast ej utklyva sig, och ur de märgliga skikten erhållas nästan endast krossade eller förtryckta stenkärnor utan skal. Ortoceratiter äro de allmännast förekommande, men då de som nämnt i regel hava ytterskalet upplöst äro de i allmänhet bestämbara endast till släktet men ej till arten.

Enligt Holm anträffas i leverstenen följande arter:

Trilobiter: *Illænus schroeteri* (SCHLOTH.) (= *I. centaurus* (ANG.) och *I. chiron* HOLM).
Ogygiocaris dilatata sarsi ANG.
Ortoceratiter: *Lituites* sp. (fig. 55).
Ancistroceras undulatum BOLL (fig. 56).
Trocholites cfr *orbis* SCHRÖD. (fig. 57).
Discoceras teres EICHW.
»*Orthoceras*» spp.
Cystideer: *Eschinosphærites* sp.

Ortocerkalken uppträder med i stort sett likartad utbildning inom kambrosilurområdena i mellersta och norra Sverige, på Öland och Ö om Östersjön. I flera av dessa sträcker sig likheten ända till växellagringen av röda och grå skiktserier. Sålunda har man inom Dalarnas och Ölands ortocerkalk sedan gammalt brukat särskilja fyra avdelningar, undre röd, undre grå, övre röd och övre grå ortocerkalk, vilka ungefärligen motsvara de ovan beskrivna fyra avdelningarna på Kinnekulle. Ortocerkalken i Falbygden visar däremot vad färgen beträffar ej så fullständig överensstämmelse med samma lager på Kinnekulle, men den paleontologiska lagerföljden är även där densamma. En indelning med mera allmän giltighet måste tydligtvis därför grunda sig på de för de olika nivåerna utmärkande fossilen. Att en dylik paleontologisk indelning ej kommer att helt sammanfalla med den ovan använda har i redogörelsen för faunorna i den undre och övre rödstenen blivit antydd.

Holm har med hänsyn huvudsakligen till den ordning, vari ortoceratiterna uppträda, indelat ortocerkalken i tre huvudavdelningar. För den öländska ortocerkalken har J. C. Moberg uppställt en mera detaljerad indelning, grundad huvudsakligen på trilobiterna. Enär den senare indelningen i allt väsentligt har visat sig hava giltighet även för andra områden och då vidare trilobiterna oftare än ortoceratiterna erhållas i bestämbart skick, är denna den i litteraturen numera vanligen använda. Tabellen på s. 75 visar unge-

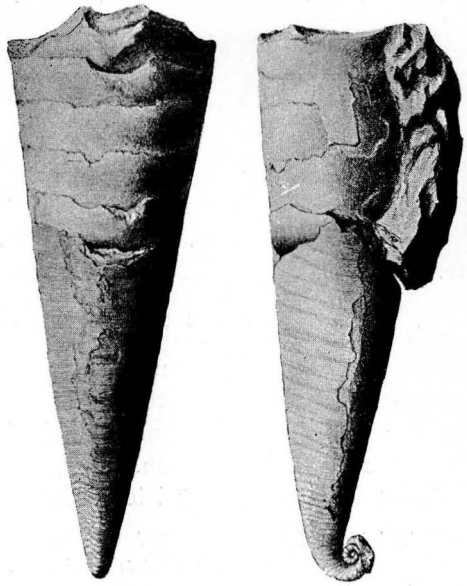


Fig. 56. *Ancistroceras undulatum* BOLL. Från buksidan och i profil. — Halv naturlig storlek. — Efter Noetling.



Fig. 55. *Lituites* sp. — Något förstorad. — Efter Holm.



Fig. 57. *Trocholites* cfr *orbis* SCHRÖDER. — Omkring $^3/_2$ av naturliga storleken. — Efter Holm.

färligen förhållandet mellan de olika indelningarna. Av de av Moberg uppställda zonerna saknas planilimbatakalken på Kinnekulle och ersättes där av undre didymograptusskiffer. Karaktärsfossilet för gigaskalken, vilken synes konstant ha ringa mäktighet, torde icke hava träffats på Kinnekulle, möjligen beroende därpå att ifrågavarande del av övre rödstenen icke är genombruten i stenbrotten och ingenstädes går i dagen. Det är dock även tänkbart, att ifrågavarande zon saknas på Kinnekulle, såsom fallet synes vara på norra Billingen, där närmast över asaphuskalken följer en förmodligen tunn skifferzon med *Trinucleus* cf. *foveolatus* ANG.

<table>
<tr><th colspan="2">Kinnekulle.</th><th colspan="2">Öland.</th></tr>
<tr><th>Populär indelning.</th><th>Paleontologisk indeln. enl. Holm.</th><th>Populär indelning.</th><th>Paleontologisk indelning enl. Moberg.</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Leversten (grå).</td><td rowspan="3">Lituitkalk (med arter av Lituites).</td><td rowspan="2">Övre grå ortocerkalk.</td><td>Ancistroceraskalk[1] (med Ancistroceras undulatum Boll).</td></tr>
<tr><td>Schroeterikalk[2] [med Illænus schroeteri (Schloth.)].</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Övre rödsten.</td><td rowspan="2">Övre röd.</td><td>Platyuruskalk (med Asaphus platyurus Ang.).</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Vaginatumkalk (med Endoceras vaginatum Schloth.).</td><td>Gigaskalk (med Megalaspis gigas Ang.).</td></tr>
<tr><td>Täljsten (grå).</td><td rowspan="2">Undre grå.</td><td>Asaphuskalk: Övre asaphuskalk. Sphæronitbank. Undre asaphuskalk.</td></tr>
<tr><td>Undre rödsten.</td><td>Limbatakalk.</td><td rowspan="2">Undre röd.</td><td>Limbatakalk [med Megalaspis limbata (Boeck)].</td></tr>
<tr><td colspan="2">Undre didymograptus skiffer.</td><td>Planilimbatakalk (med Megalaspis planilimbata Ang.).</td></tr>
</table>

Chasmopskalk och -skiffer.

Detta lager utgöres dels av en grön- eller blågrå, tät, hård kalksten, dels av en grön, tämligen lös skiffer. Den senare synes på Kinnekulle vara den övervägande bergarten, i vilken kalkstenen mest förekommer som konkretioner eller konkretionära lager. Kalkstenen är vid en horisont i lagrets undre hälft ytterst hård, flintartad samt mycket oren. Vid vittring utlöses kalken, under det att de övriga beståndsdelarna bilda ett fast skelett, vari avtryck av de i bergarten inbäddade fossilen tydligt framträda. Block av bergarten äro ofta försedda med en karakteristisk, tjock vittringsskorpa av vitgul eller rostig färg. Kalkstenen i lagrets översta del är visserligen hård

[1] Bör enligt Moberg måhända snarare betraktas som en underavdelning av närmast underliggande zon.

[2] Denna zon kallades av Moberg centauruskalk efter *Illænus centaurus* Ang. (non Dalm.); den har även gått i litteraturen under namn av chironkalk efter *Illænus chiron* Holm. *I. centaurus* och *I. chiron* äro synonymer till *I. schroeteri* (Schloth.), vilket namn såsom varande det äldsta är enligt de internationella reglerna för den zoologiska nomenklaturen det gällande.

men ej flintartad, grå till gråblå, ävenledes mycket oren men till synes något kalkrikare än den förra. Ett prov av denna bergart från en häll, som är blottad i en källa vid höjdsiffran 193.5 NV om Mossen på bergets östra sida, har visat sig innehålla:

Kolsyrad kalk	37.98 %
Kolsyrad magnesia	1.12 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	57.06 »

Chasmopskalken bildar foten av den sluttning, som vidtager närmast över leverstensterrassen. Den täckes av mer eller mindre mäktiga lösa avlagringar och är blottad i två källor på bergets östra sida, den ena den förut

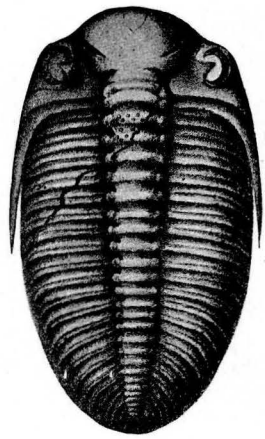


Fig. 58. *Chasmops* sp. — Efter Ferd. Roemer.

nämnda NV om Mossen, den andra vid höjdsiffran 192.2 ungefär 600 m NNO om den förra; på båda dessa ställen är endast lagrets översta kalkbank tillgänglig. Vid det nedrivna torpet Hoppet ungefär mitt emellan nyss nämnda observationspunkter ha de täckande lösa jordlagren mindre mäktighet, varför lagret där torde vara jämförelsevis lätt åtkomligt. Lösa block

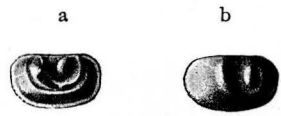


Fig. 59. *Steusloffia costata* (LINRS.); a, med skal; b, utan skal. — Fyra gånger naturliga storleken. — Efter Linnarsson.

av chasmopskalk anträffas på bergets östra och västra sidor i nivå med lagrets utgående; ett stort antal block ha sålunda insamlats vid Korsbäcken SO om Rustsäter.

Kontakten mellan chasmopskalken och den överliggande tretaspisskiffern har blottats i den ovan omtalade källan NV om Mossen. Gränsen till den underliggande leverstenen är genomskuren i borrkärnan från N. Skagen,

vars ordoviciska del ännu ej blivit ingående undersökt. Lagrets mäktighet kan endast approximativt angivas till minst 10 m.

Chasmopskalken innehåller en rikare fauna än ortocerkalken. Ortoceratiterna som inom den senare äro rikligt representerade träda inom chasmopskalken tillbaka för trilobiter, ostracoder, brachiopoder och delvis även gastropoder. Av trilobiterna spela asaphiderna ej längre stor roll och ersättas av mindre former tillhörande andra släkten. I skiffern och den undre kalk-

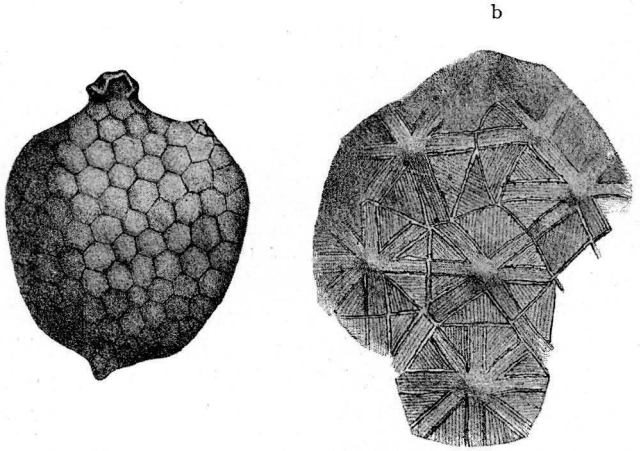


Fig. 60. *Echinosphærites aurantium* (GYLLENH.) a fullständigt exemplar; b några skalplåtar förstorade. — Efter Angelin.

stenen är den lilla ostracoden *Steusloffia costata* vanligen den allmännaste arten. Anmärkningsvärt är att cystideerna, som i den undre chasmopskalken inom andra områden uppträda i sådan mängd att de där äro bergartsbildande, i motsvarande lager på Kinnekulle förekomma tämligen sällsynt.

Nedan angivna fossil ha iakttagits i chasmopskalken på Kinnekulle.

Trilobiter: *Trinodus trinodus* (SALT.)
Remopleurides sexlineatus (ANG.)
» *latus* OLIN
Asaphus sp.
Ptychopyge glabrata ANG.
Stygina ? cf. *nitens* (WIMAN)
Bronteopsis concentrica (LINRS.)
Phillipsinella (*parabola* BARR. ?)
Pharostoma (*similis* THORSL. ?)
Raphiophorus ? [*Ampyx*] *costatus* (BOECK) ANG.
Lonchodomas [*Ampyx*] *rostratus* (SARS)
Tretaspis [*Trinucleus*] sp.
Cybele sp.
Platylichas sp.
Pseudosphærexochus cf. *laticeps* (LINRS.)
Nieszkowskia cf. *cephaloceras* (NIESZK.)
Chasmops conicophthalma (SARS & BOECK)
? » *macroura* (SJÖGREN)
Jemtella clava THORSL.

Ostracoder: »*Primitia strangulata* SALT.»
Euprimitia sp.
Steusloffia costata (LINRS.) (fig. 59)
Cephalopoder: »*Orthoceras*» sp.
Gastropoder: arter av släktena *Sinuites*, *Raphistoma*, »*Pleurotomaria*»
Brachiopoder: arter av släktena »*Orthis*», *Plectambonites*, *Acrotreta*
Cystideer: *Echinosphærites aurantium* (GYLLENH.) (fig. 60)
Graptoliter: *Climacograptus scharenbergi* LAPW.
Diplograptus sp.

Chasmopskalken förekommer i Billingen och Falbygdens berg med i stort sett liknande bergarter som på Kinnekulle. Lagret uppbygges där till övervägande del av kalksten med något varierande utbildning, på sina ställen med flintartade partier.

Tretaspisskiffer och -kalk (Trinucleusskiffer).[1]

Lagret utgöres till övervägande del av olikfärgade lerskiffrar; kalksten förekommer häri endast underordnat.

Över chasmopskalken följer närmast en svart lerskiffer, på bergets östra sida lös och tunnbladig, på den västra mera hård och svårkluven. Denna övergår uppåt i en av svart och grönt spräcklig, tjockskivig och svårkluven skiffer, varefter följer en grön skiffer, inneslutande bollar av dels gråaktig, dels svart kalksten, den senare tämligen fossilrik.

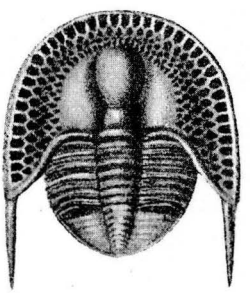


Fig. 61. *Tretaspis* (»*Trinucleus*») *granulata* (WAHL.)
Fullständigt exemplar. — Efter Angelin.

Sistnämnda skiffer torde direkt överlagras av en kalktensbank, som visserligen ingenstädes är påvisad i fast klyft men varav block äro talrika vid ifrågavarande nivå på bergets östra och västra sidor, där de lösa jordlagren ej ha större mäktighet. Bergarten är en grå tät kalksten med mussligt brott, genomdragen av talrika kalkspatådror, som särskilt tydligt fram-

[1] Detta lager kallades av Angelin (1854) *Regio Trinucleorum* och har sedan dess brukat benämnas trinucleusskiffer efter ett par däri vanliga arter, som tidigare förts till släktet *Trinucleus* MURCHISON men som numera inordnas i släktet *Tretaspis* M'COY. Då dessutom arterna av *Trinucleus* i inskränkt mening förekomma på lägre nivå, måste lagrets namn ändras. En möjlighet vore att återuppliva den av Linnarsson 1869 använda benämningen trinucleidskiffer bildat av namnet på den familj vartill *Tretaspis* hör, men, alldenstund familjen av somliga forskare kallas *Trinucleidae*, av andra åter *Cryptolithidae*, synes benämningen tretaspisskiffer, varemot vägande invändningar knappast kunna anföras, vara att föredraga.

träda på vittrad yta. Att döma av blocken synes banken vara uppdelad i skikt av vanligen 20 cm tjocklek.

Över kalkstensbanken följer huvuddelen av tretaspislagret, en brunröd, otydligt skiffrig, ganska lös lerskiffer, vari grönfärgade lager sällan äro inblandade.

Tretaspislagrets undre svarta och gröna skiffrar äro jordtäckta och svårtillgängliga. Gränsen till chasmopskalken är som ovan nämnt iakttagen i en källa på bergets östra sida, och något nordligare, i en hålväg vid det nedrivna torpet Hoppet, äro bottenlagren tämligen lätt tillgängliga. Det övre röda skifferlagret är däremot mera blottat; det har anträffats i bäckar ovanför Rustsäter och kommer sträckvis, särskilt i de branta sluttningarna på östra sidan av berget, dagytan mycket nära, dolt som det är endast av ett tunt lager vittringsjord av starkt röd färg.

Lagrets hela mäktighet uppgår till omkring 30 m, varav 10 à 12 m upptagas av de undre svarta och gröna skiffrarna. Kalkbanken vid den röda skifferns bas torde kunna uppskattas till omkring 2 m.

Tretaspisskifferns fauna är rik. Trilobiterna äro övervägande till såväl art- som individantal; bland dem äro tretaspisarterna de mest utmärkande.

Linnarsson och Holm anföra följande fossil från tretaspisskiffern på Kinnekulle.

I den lägsta svarta skiffern:

Brachiopoder: *Sowerbyella* cf. *quinquecostata* (M'Coy)
»Obolella» nitens (His.)
»Orthis» sp.
samt fragment av graptoliter.

I den gröna skiffern och däri inlagrade kalkkonkretioner:

Trilobiter: *Trinodus trinodus* (Salt.)
Caphyra [*Remopleurides*] *radians* (Barr.)
Calymene sp.
Tretaspis [*Trinucleus*] *seticornis* (His.)
» » *granulata* (Wahl.) (fig. 61)
Lonchodomas [*Ampyx*] *tetragonus* (Ang.), möjligen identisk med *L. portlocki* (Barr.)
Acidaspis sp.
Dindymene ornata Linrs.
Phacops recurvus Linrs.
Ostracoder: *»Primitia strangulata»* Salt.
Graptoliter: *Diplograptus* (*Orthograptus*) *pristis* (His.)

I den röda skiffern:

Trilobiter: *Trinodus trinodus* (Salt.)
Caphyra radians (Barr.)
Tretaspis granulata (Wahl.)
Lonchodomas tetragonus (Ang.)
Dionide euglypta (Ang.)
Cybele verrucosa (Dalm.)
Brachiopoder: *»Leptæna»* spp.
Lingula sp.

Kalkstensbanken innehåller ej fossil.

I Billingen och Falbygden och även i mera avlägsna områden uppträder tretaspisskiffern med liknande bergarter som på Kinnekulle. Mest konstant i såväl lithologiskt som faunistiskt hänseende är lagrets huvuddel, den rödbruna skiffern. De undre svarta och gröna skiffrarna äro i Billingen och Falbygden av vida mindre mäktighet än på Kinnekulle. Kalkbanken återfinnes på samma nivå i lagret och med samma bergartsbeskaffenhet i Billingen och stundom i Falbygden (Ålleberg).

Den röda skiffern överlagras i Billingen och Falbygden av svart eller mörkfärgad, fossilfri eller fossilfattig skiffer, vartill motsvarighet ej påvisats på Kinnekulle. Över denna följer i Falbygden och sannolikt även i södra Billingen en spräcklig skiffer, staurocephalusskiffer eller zonen med *Staurocephalus clavifrons* ANG., med fossil tillhörande såväl tretaspisskiffern som dalmanitesskiffern men i faunistiskt hänseende mera närmande sig det förra lagret, varför densamma betraktas som tretaspisskifferns yngsta del. Ej heller till detta lag har motsvarighet träffats på Kinnekulle, och möjligt är att det där liksom på norra Billingen helt saknas.

Silur.

Dalmanitesskiffer och -kalk (Brachiopodskiffer).

Detta led utgöres på Kinnekulle av mer eller mindre kalkhaltiga bergarter. Lagrets undre del består av en grå eller grönaktig, kalkhaltig, tjockskivig skiffer. Dess övre del utgöres av en fastare bergart, en med stoftfina sandkorn bemängd, ganska tät, mörkgrå, oren kalksten, som bildar tjocka, oregelbundna bankar. Ett prov av sistnämnda bergart från Korsbäcken N om St. Salen har enligt analys utförd på Sveriges geologiska undersöknings laboratorium visat sig innehålla:

Kolsyrad kalk	51.59 %
» magnesia	1.52 »
Olöst i utspädd klorvätesyra	41.96 »

Lagrets undre del är nästan alltid dold av lösa avlagringar; den har iakttagits i fast klyft i en liten bäck 200 m NV om Kullatorp och i den ovannämnda Korsbäcken 2—300 m N om St. Salen. Hällar av kalkstensbanken sticka fram på flera ställen i de branta sluttningarna på bergets östra och västra sidor. På östra sidan har även kontakten till den överliggande rastritesskiffern kunnat iakttagas. Lagrets undre gräns har däremot ingenstädes blivit påvisad.

Mäktigheten torde uppgå till omkring 5 m. Kalkstensbanken har vid Korsbäcken en tjocklek av 2.4 m.

Dalmanitesskiffern är i vissa skikt såväl i skiffern som kalkstenen tämligen rik på fossil, vilka dock ofta äro mindre väl bibehållna. I olikhet med förhållandet inom föregående lager äro här brachiopoderna den ojämförligen dominerande djurgruppen med hänsyn till såväl art- som individ-

antal. Ifrågavarande djurgrupp inom Västergötlands dalmanitesskiffer har emellertid ännu ej blivit närmare studerad och beskriven. Släktena *Strophomena, Leptæna, Schuchertella, Meristella, Atrypa* m. fl. äro däri representerade.

Följande trilobiter ha anträffats:

Dalmanites mucronatus (BRONGN.) (fig. 62)
» *pulchellus* (LINRS.)[1]
Homalonotus platynotus (DALM.) (fig. 63)

Dessutom förekomma bryozoer såsom *Discopora rhombifera* FR. SCHMIDT, cystideer och stamdelar av pelmatozoer.

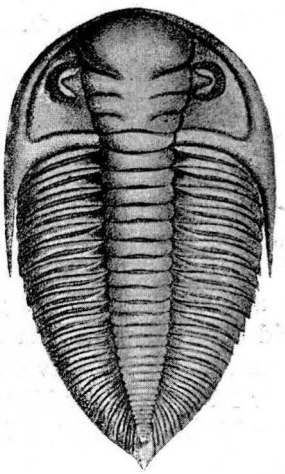


Fig. 62. *Dalmanites mucronatus* (BRONGN.). — Något förminskad. — Efter Angelin.

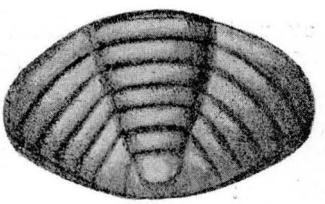


Fig. 63. *Homalonotus platynotus* (DALM.). Stjärtskölden. — Naturlig storlek. — Efter Angelin.

Dalmanitesskiffern är avsatt på grundare vatten än över- och underliggande skiffrar, vilket framgår därav, att den innehåller sandiga lager, som någon gång t. o. m. visa korsande lagring. I överensstämmelse därmed visar sig dalmanitesskiffern med hänsyn till bergartsbeskaffenhet och fossilinnehåll vara även inom korta avstånd mera varierande än något annat lager i Västergötlands kambro-silur.

I faunistiskt hänseende erbjuder Västergötlands dalmanitesskiffer likhet med den siluriska lagerseriens kalkstensbildningar särskilt däri att brachiopoderna utgöra den övervägande djurgruppen, under det att eljest inom ordovicium, då kalksten är den förhärskande bergarten, trilobiter, cephalopoder eller cystideer äro dominerande. Dalmanitesledet, som tidigare plägade betraktas som den yngsta avdelningen av ordovicium, föres därför numera till siluren.

[1] Enligt Troedsson sannolikt ingen självständig art utan ungdomsexemplar av *D. mucronatus* (Lunds Univ. årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 15. N:o 3, sid. 70).

Rastritesskiffer.

Över dalmanitesskiffern följer den mäktigaste avdelningen av Kinnekulles lagerserie, *Övre graptolitskiffern,* med en mäktighet av 56 m. Den uppbygges allt igenom av tämligen likartade, merendels mörkgrå till svarta lerskiffrar, vari konkretionära bildningar förekomma mycket sparsamt. Efter de för densamma utmärkande graptoliterna, vilka i lagrets undre del äro helt olika dem, som karakterisera den övre delen, särskiljas två huvudavdelningar, varav den undre benämnes rastritesskiffer, den övre retiolitesskiffer.

Rastritesskiffern går ingenstädes på Kinnekulle i dagen och var även därifrån länge okänd. Vid anläggning åren 1898—99 av den s. k. Kungsvägen, den södra förbi Kullatorp upp till diabasplatån ledande vägen, blevo

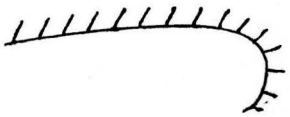


Fig 64. *Rastrites hybridus* LAPW. — Dubbla storleken. — Efter Lapworth.

delar av rastritesskiffern samt undre delen av retiolitesskiffern genomskurna i närheten av nämnda ställe. De därvid öppnade profilerna äro nu vad beträffar rastritesskiffern fullständigt igenrasade, men blevo, medan de ännu voro friska, närmare undersökta dels av Holm,[1] dels av Törnquist.[2]

Från vägskärningen mitt för Kullatorp anför Holm följande profil uppifrån räknat:

Svart, tunnkluven skiffer, rik på utplattade graptoliter	0.7 m.
Ljust gröngrå, svårkluven lerig skiffer med små ostracoder	0.8 »
Kalklinser, mörkt rökgrå, med mussligt brott, inneslutande svavelkiskonkretioner . .	0.1 »
Tjockskivig, grågrön skiffer	1.2 » +

Sistnämnda skifferlag har Holm även iakttagit på ungefär samma nivå i Korsbäcken något S om Kullatorp. Det underlagras där av en brunröd, tjockskivig, svårkluven skiffer.

Endast den övre svarta skiffern i ovannämnda profil innehöll graptoliter, varav följande arter anföras:

Monograptus gregarius LAPW.
» *leptotheca* LAPW. (fig. 65)
» *limatulus* TÖRNQ.
» *jaculum* (LAPW.)
» *gemmatus* (BARR.)
» *cygneus* TÖRNQ.

[1] Om de öfvre Graptolitskiffrarna på Kinnekulle. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd 21. 1899.

[2] Några anteckningar om Vestergötlands öfversiluriska graptolitskiffrar. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd 21. 1899.

Monograptus lobiferus (M'Coy) ?
» *convolutus* (His.)
» *triangulatus* (Harkn.)
Rastrites hybridus (Lapw.) (fig. 64)
Climacograptus scalaris (Lin.) (fig. 66)
Diplograptus (*Petalograptus*) *palmeus* (Barr)
» » *folium* (His.)
» (*Glyptograptus*) *tamariscus* Nich.
» (*Cephalograptus*) *cometa* (Gein.)

Faunan angiver att ifrågavarande lager tillhör rastritesskifferns mellersta del (zonerna med *Monograptus triangulatus, Diplograptus folium* och *Diplograptus cometa*).

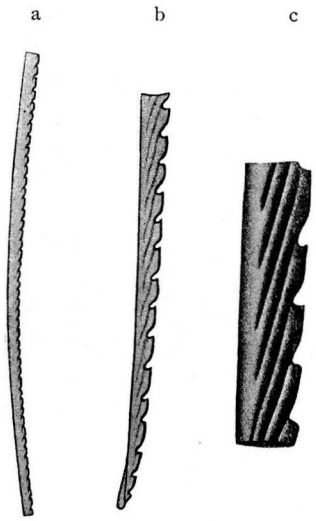


Fig. 65. *Monograptus leptotheca* Lapw. a, naturlig storlek; b, begynnelseänden två gånger förstorad; c, stamdel fyra gånger förstorad, tydligare visande de sågtandformade cellinskärningarna. — Efter Tullberg.



Fig. 66. *Climacograptus scalaris* (L.) Törnq. — Tre gånger den naturliga storleken. — Efter Tullberg.

Ett kort stycke S om nyssnämnda punkt har skiffern på en längre sträcka blivit genomskuren. Den lägsta delen av denna profil upptages av en hård men lättkluven skiffer, vari Törnquist anträffat följande, ofta i relief bevarade graptoliter:

Monograptus nudus (Lapw.)
» *runcinatus* Lapw.
» *discus* Törnq.
» *exiguus* (Nich.)
» *priodon* (Bronn) (fig. 68)
» *gemmatus* (Barr.)
Diplograptus (*Petalograptus*) *palmeus* (Barr.)

allt arter, som utmärka rastritesskifferns allra yngsta del.

Den sistnämnda skiffern överlagras av en röd, fossiltom märgelskiffer med ett par meters mäktighet, varöver följer mörkgrå skiffer, förande graptoliter utmärkande för retiolitesskiffern.

Kontakten mellan rastritesskiffern och dalmanitesskiffern kan iakttagas på bergets östra sida där det senare lagrets kalkbank överlagras av en svart,

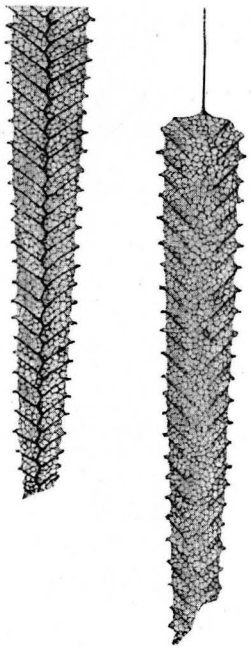


Fig. 67. *Retiolites geinitzianus* BARR. — Tre gånger den naturliga storleken. — Efter Tullberg.

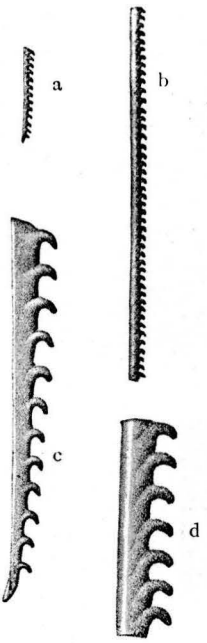


Fig. 68. *Monograptus priodon* (BRONN) BARR. — a—b, naturlig storlek; c—d, fyra gånger förstorade. — Efter Linnarsson.

tunnbladig skiffer med *Diplograptus*. I övrigt är rastritesskifferns undre del upp till basen av den ovan omtalade skärningen mitt för Kullatorp, omfattande en omkring 13 m mäktig skiktserie, ingenstädes blottad och fortfarande okänd.

Rastritesskifferns hela mäktighet kan uppskattas till i runt tal 20 m eller måhända något mera. I Billingen och Falbygdens berg, där detta lager som regel täckes direkt av diabas, är mäktigheten mindre, även där det överlagras av retiolitesskiffer.

Retiolitesskiffer.

Retiolitesskiffern är mörkgrå till svart, ej sällan med en grönaktig ton; endast gränslagren till rastritesskiffern ha, som redan nämnts, rödbrun färg. Den är tämligen hård och mer eller mindre tjockskivig, i de högre lagren mera tunnskiffrig och där på samma gång ljusare, gröngrå. Närmast under

diabastäcket är skiffern metamorfoserad till följd av inverkan från diabasen, när denna trängde fram (se sid. 92).

Bergarten innehåller något svavelkis, och enär denna i de ytliga lagren har vittrat, äro skiktytorna där ofta beklädda med ett rostigt överdrag. Retiolitesskiffern på Kinnekulle innesluter ej kalkbollar, såsom fallet är med samma lager inom andra områden, men konkretionsliknande ellipsoidiska bildningar, ett par decimeter i genomskärning, utan märkbar kalkhalt och i saknad av utpräglad skiffrighet, äro ej sällsynta på en viss nivå (i stenbrottet strax NO om Kullatorp).

Retiolitesskiffern är i olikhet med rastritesskiffern blottad på en mängd ställen. Dess undre del är genomskuren vid Kungsvägen strax S om Kullatorp, mellersta delen i ett litet stenbrott NO om Kullatorp och dess översta del är blottad utmed vägen omedebart nedanför diabasplatåns västra vägg. På östra sidan av berget ligger skiffern sträckvis i dagen och är där bäst tillgänglig i den västra branten av den skifferrygg, som från diabasplatåns sydöstra hörn fortsätter i riktning mot SSV.

Faunan utgöres nästan endast av graptoliter. Den är vad artantalet beträffar fattig och även med hänsyn till individantalet ej rik utom i enstaka skikt. Graptoliterna äro än fullständigt utplattade, än omvandlade i svavelkis med bibehållen relief. Enär svavelkisen i lagrets ytliga delar alltid är vittrad, återstår av graptoliten endast en lös, rostig massa eller en håligheten av graptolitens form. Följande arter ha träffats:

Monograptus crenulatus TÖRNQ.
» *priodon* (BRONN) (fig. 68)
» *cultellus* TÖRNQ.
» *spiralis* (GEIN.)
Retiolites (*Gladiograptus*) *geinitzianus* BARR. (fig. 67)

Av övriga djurgrupper ha endast iakttagits ytterst sällsynta lämningar av en trilobit *(Cheirurus)*, en brachiopod *(Bilobites?)* och plattryckta, obestämbara ortoceratiter. Någon uppdelning i zoner, karakteriserade av olika arter, har ej kunnat genomföras.

I de övriga Västgötabergen saknas retiolitesskiffern som regel; den har hittills påvisats endast på ett ställe, nämligen vid Toran NO om Öglunda på norra Billingen, där den är endast omkring 2 m mäktig.

Den kambro-siluriska lagerseriens allmänna lutning samt lagerrubbningar.

Avvägningar, som utförts av Holm runt omkring Kinnekulle i avsikt att fastställa lagrens mäktighet, hava ådagalagt, att urbergsytan och det kambro-siluriska lagerkomplexet visar en ganska regelbunden svag lutning mot VNV, uppkommen till följd av urbergsgrundens i dess helhet olikformiga sänkning. Lutningens ringa storlek framgår av följande från Holm hämtade tabell, i vilken höjdsiffror för några av lagrens gränsytor på västra och östra sidan av berget finnas angivna.

Tabell över lagrens i Kinnekulle sannolika lutning.

Ytan av:	Höjd över havet i m.			Avstånd mellan avvägningspunkterna i m	Fall på 100
	Västsidan	Ostsidan	Skillnad		
Dalmanitesskiffern	220.6	225.9	5.3	1 000	0.53
»Likhallen»	135.7	144.8	9.1	4 000	0.23
Undre didymograptusskiffern	120.6	129.6	9.0	4 600	0.20
Orstensbanken med *Olenus*	91.6[1]	107.5[1]	15.9	5 600	0.28
Sandstenen	78.0[1]	98.0[1]	20.0	6 000	0.33
Urberget	44.1	65.6	21.5	6 700	0.32

Som synes visar ytan av undre didymograptusskiffern något mindre fall än de övriga lagrens gränsytor, vilket tvivelsutan beror på det förra lagrets mot Ö avtagande mäktighet. Lagrens lutning är i allmänhet så svag, att den ej är direkt synlig.

Utom den allmänna lutningen av lagren ha avvägningarna ådagalagt smärre lagerrubbningar på två ställen av berget. Vid Råbäck finnes sålunda en nästan rakt i Ö och V gående förkastning, längs vilken berggrunden på norra sidan sjunkit ungefär 13 m, vilken siffra utgör höjdskillnaden mellan sandstenens övre yta N och S därom. Förkastningen torde gå fram under Råbäcks huvudbyggnad och genom dess trädgård, därifrån den kan följas till stranden av Vänern som en mer eller mindre brant sandstensvägg på södra sidan. Österut blev den för några år sedan blottad i cementkalkbrottet, där språnghöjden visade sig vara omkring 4 m och lagren på södra sidan blivit överskjutna mot norr. Längre mot öster synes den snart förtona.

SO om Väsäter på bergets östra sida visa höjdsiffrorna en oregelbundenhet, som sannolikt även beror på en förkastning eller flexurartad böjning av lagren. Att döma av höjdkurvornas förlopp förlöper den i NNV—SSO. Berggrunden på dess sydvästra sida har sjunkit minst 4.5 m. Mot NV förtonar den snart, enär den ej giver sig tillkänna i höjdsiffrorna för vare sig undre didymograptusskiffern eller »likhallen».

I skifferbrottet vid Brattefors i Kinne-Kleva s:n företer alunskifferlagret anmärkningsvärda lokala rubbningar av annat slag, beträffande vilka dr P. Thorslund lämnat följande meddelande.

»Lagerrubbningarna vid Brattefors, vilka blivit tillgängliga för studium tack vare de senaste årens brytningar, äro ännu mycket svårtolkade men torde sannolikt ha tillkommit i samband med företeelser av vulkanisk natur. Lagren stupa koncentriskt och successivt brantare in mot vissa centra, vilka tolkats såsom explosionsrör. Sex sådana ha hittills påträffats. De synas

[1] Medeltal av flera närliggande avvägningspunkter.

ha ett nära nog cirkelrunt tvärsnitt av växlande storleksordning, det största omkring 22 m, det minsta 6—7 m i diameter. Vid rörens väggar är lagerserien tvärt avskuren, inom rören är den instörtad och delvis sönderstyckad. En uppfattning om instörtningens storlek erhålles bl. a. i brottets norra vägg, där ceratopygelager fylla de översta partierna av här förefintliga tvenne explosionsrör, under det att alunskifferlagret mellan dessa endast når upp till den flintförande zonen med *Parabolina longicornis*. Vid ett invid viadukten i öster beläget explosionsrör med ceratopygelager överst når intillvarande översta del av alunskiffern icke så högt i Peltura-lagren. I ett explosionsrör, som brutits ned till brottets botten, ha orstensstycken med *Peltura scarabaeoides* och *Sphaerophthalmus alatus* träffats strax under den nivå, som intages av den intillvarande stora orstensbankens undre yta. Härav kan man uppskatta instörtningens belopp vara minst fem meter.

Såsom redan nämnts är alunskifferlagret i rören breccierat. Själva skiffern erhålles vid brytningen i form av stora stycken, i vilka den är särskilt hårdslagen. Den låter icke blada upp sig efter skiktplanen såsom fallet är i lagren vid sidan om rören, utan klyver sig i oregelbundna stycken, vars begränsningsytor överskära de otydligt framträdande primära skiktplanen. Detta anger, att skiffern värmepåverkats i samband med instörtningen. Ett mera påtagligt bevis härför utgör förekomsten av s. k. bergbeck i rörens bergarter. Det uppträder i form av rundade, större och mindre kroppar, ibland som droppliknande kulor. Särskilt ymnig är dess förekomst i rörens översta del, just där ceratopygeledets glaukonitrika bottenlager kommer i kontakt med och delvis är inmängt i den rikligt orstensförande alunskiffern. Bergbeckkroppar i orsten, stundom överskärande dennas skiktning, ha anträffats så djupt som iakttagelser varit möjliga eller i de tidigare omnämnda orstensstyckena strax under stora orstensbanken. I alunskifferlagret utanför explosionsrören har ett likartat förekomstsätt av bergbeck icke påträffats, ej heller är det känt från ceratopygeledets basala del annorstädes på Kinnekulle.

Denna egenartade, relativt rikliga förekomst av bergbeck får anses vara resultatet av en sekundär anrikning av kolväteföreningar åstadkommen genom uppvärmning av den oljehaltiga alunskiffern, som därvid i någon mån avdestillerats. Vi ha sålunda här lokalt begränsade utslag av den förändring som kännetecknar alunskifferlagret inom hela Billingen-Falbygdenområdet, där bergbeck uppträder på ett likartat sätt såväl i orsten som i ceratopygeledets glaukonitskiffer (t. ex. vid Änga, St. Backor på Mössebergs västsida) och där den partiella avdestillationen av alunskiffern anses bero på värmepåverkan av diabasen i samband med dennas framträngande. För Bratteforsområdets vidkommande får man snarast tänka sig att skiffern uppvärmts underifrån, av gas från en magmahärd. Explosionsrören skulle alltså vara eruptionskanaler för gas från en magma, vars uppträngande på platsen icke kommit till stånd. Instörtningsföreteelserna i eruptionskanalerna torde sannolikt kunna förklaras vara orsakade av plötsligt uppkomna tryckdifferenser vid framträngandet av gasen, huvudsakligen bestående av vat-

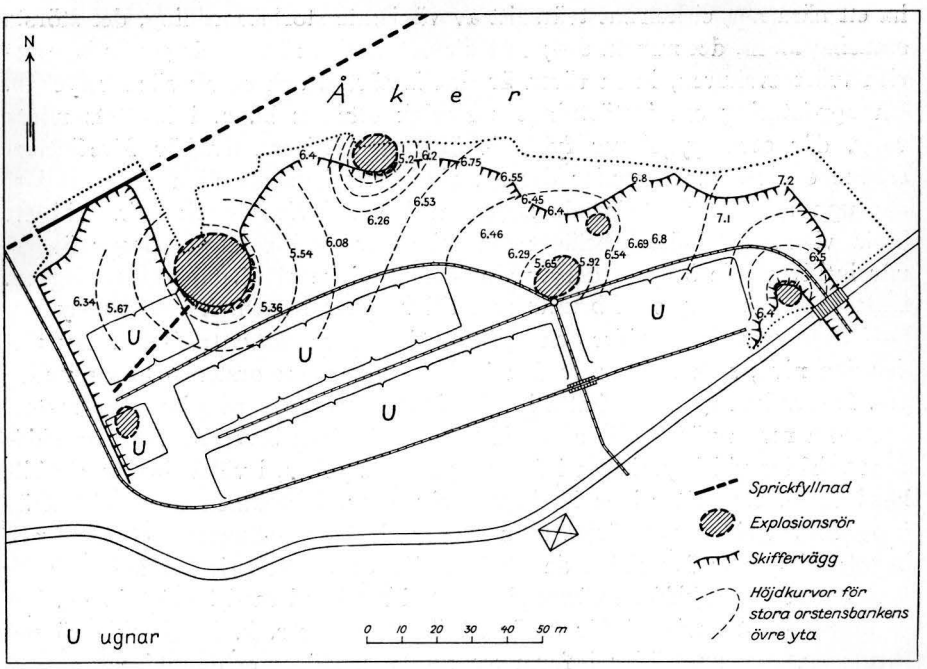


Fig. 69. Karta över Brattefors' alunskifferbrott, upprättad i oktober 1941 av P. Thorslund. Siffrorna ange höjdvärden för stora orstensbankens övre yta över 100 m ö. h.

tenånga, då denna bröt fram genom den relativt kalla bergartsmassan ovan magmahärden. Det explosionsartade förloppet av gasens framträngande framgår bl. a. av iakttagelser inom rörens översta partier, där material av den tämligen lätt sönderfallande glaukonitskiffern befunnits inpressad i sprickor och längs skiktfogar i alunskifferlagret vid explosionsrörens sidor.

Intet vulkaniskt material (aska, stoft o. d.) har hittills observerats i explosionsrören, som torde kunna karakteriseras som ett slags embryonala vulkanrör. Till tiden kan uppkomsten av dessa rör möjligen höra ihop med framträngandet av den diabasmagma, varav en rest nu bildar klacken på Kinnekulle.

Alunskifferlagret vid Brattefors genomsättes även av lodrätt gående sprickfyllnader. Den ena har endast iakttagits inom skifferbrottet; enligt uppgifter inhämtade av arbetare på platsen har den en maximal bredd av 0.8 m och förlöper ungefär i den riktning, som den helt streckade linjen på kartan (fig. 69) anger. Sprickan, som är fylld med en grå lermassa, öppnar sig på övre ytan av stora orstensbanken, ovan vilken alunskifferlagret befunnits ligga intakt. Dess djupgående är icke närmare känt, men ett spett neddrivet till ett djup av 2 m under stora orstensbanken stötte icke på fast underlag. Sprickan torde ha utfyllts genom slamavsättning ur nedsipprande vatten, som sannolikt slambemängts vid passage genom lerskifferlager.

Den andra sprickfyllnaden går igenom hela alunskifferlagret ovan stora orstensbanken och fortsätter genom och under denna till okänt djup. Vid Brattefors har den hittills schaktats fram i brottets nordvästra del, men den torde ha en avsevärd längdutsträckning, minst 1.5 km, i det dess fortsättning i strykningsriktningen kunnat följas eller spåras åt båda hållen härifrån. Inom marinens skifferbrott har den sålunda kunnat följas utmed en sträcka av omkring 0.5 km, medan den åt motsatt håll eller i ONO-lig riktning kunnat spåras fram emot Brattefors herrgård.[1] Sprickfyllnaden har en bredd i bergytan vid Brattefors skifferbrott av 0.8—0.9 m; bredden synes avtaga med djupet, vilket framgår av förhållandena inom det gamla oljeverkets brott, där även mindre kastningar i sidled observerats på stora orstensbankens övre yta. Fyllnadsmassan har visat sig vara något olika inom skilda längdavsnitt av sprickan men enligt hittills möjliggjorda iakttagelser synes den utmed långa sträckor övervägande bestå av den gråaktiga undre didymograptusskiffern jämte stycken av denna angränsande lager, d. v. s. ceratopygeledets bergarter och ortocerkalk. Längs ena väggen i en nedsprängning under stora orstensbanken inom det nya oljeverkets skifferbrott — för att försöksvis utnyttja alunskiffern under denna bank — har sprickan befunnits fylld med finmo, i vilken ligga enstaka stycken av alunskiffer och kalksten, däribland även röd ortocerkalk (limbatakalk). Detta fyllnadsmaterial har iakttagits utmed en sträcka av omkr. 150 m och till ett djup av ung. 2 m under stora orstensbanken. — Didymograptusskiffern, som innehåller väl bevarade graptoliter, visar sig stundom utmed längre sträckor vara kantställd med skiktytorna orienterade mer eller mindre parallellt med sprickfyllnadens nästan plana begränsningsytor. Någon inbördes förskjutning av orstenslagren på ömse sidor om sprickfyllnaden har icke kunnat iakttagas, ej heller några refflor på sprickväggarna. Det är alltså fråga om en klyftspricka i alunskifferlagret, vilken fyllts av nedrasat eller nedpressat material av den lagerserie, som här låg ovan alunskiffern vid tidpunkten för sprickans uppkomst och som sannolikt även ledes torde ha drabbats av sprickbildning. Därpå tyder nämligen förekomsten av kalkstensstyckena i fyllnadsmaterialet.

Man har all anledning förmoda, att sprickbildningen inom Bratteforsområdet uppstått i samband med den vulkaniska aktivitet, varom explosionsrören sannolikt bära vittne. De torde med andra ord vara jordbävningssprickor.»

[1] Växtligheten i åkerjorden ovan sprickfyllnaden sticker nämligen av mot omgivningens under försommaren, sannolikt beroende på skillnader i markfuktigheten.

Diabastäcket.

Av N. Sundius.

I likhet med de övriga Västgötabergen täckes Kinnekulle av en bädd av diabas, även kallad trapp, vilken bildar högsta delen av den s. k. Högkullen, och som genom sin motståndsförmåga mot vittring skyddat de underliggande kambro-siluriska lagren mot förstörelse genom denudationen. Mäktigheten är omkring 30 m. Diabasen å Kinnekulle är till sin beskaffenhet likartad med motsvarande bergart å Billingen och Falbygdens berg och intager stratigrafiskt ett nära likartat läge. Det är därför tänkbart, att diabaserna på båda ställena äro liktidiga, samt att de ursprungligen tillhört en och samma vidsträcktare diabasbädd, som genom förkastningar och den postsiluriska denudationen till större delen förstörts samt uppdelats i isolerade rester. Däremot intar diabasen i Halle- och Hunneberg avgjort en särställning, i det den dels är belägen på en väsentligt lägre nivå i den kambrosiluriska lagerserien, dels har en avvikande petrografisk-kemisk beskaffenhet. Den synes därför vara alstrad av en separat eruption, även om denna till tiden ej behöver vara vitt skild från den å Kinnekulle—Billingen—Falbygden.

Kinnekullediabasen — liksom Billingen—Falbygdens diabas i den petrografiska litteraturen även känd under namnet kinnediabas — är en svart, tung massformig bergart. Den har stor benägenhet till förklyftning längs ytor ungefär parallellt med och vinkelrätt mot över- och underytorna, varigenom bergarten uppdelas i tillnärmelsevis rätvinkligt begränsade block. Som en följd av förklyftningen har också nederkanten av den brant (klev), som runt större delen av Högkullen begränsar diabasen, blivit starkt belamrad av nedrasade block. Bergarten har sin grövsta utbildningsform å Högkullens överyta och i de övre delarna av diabastäcket. Den består här av 2—6 mm grova pyroxenindivider, talrika list- och tavelformade fältspatkristaller, vilka båda mineral utgöra huvudbeståndsdelarna, samt mindre mängder av olivin och järnmalmskorn, sannolikt titanomagnetit. Pyroxenen och fältspaten äro fördelade på så sätt, att de grova individerna av den förra äro genomvuxna av och hålla inneslutna listformiga korn av plagioklas, i allmänhet av relativt ringa storlek, medan huvudmassan av plagioklasen omkring pyroxenindividerna bildar regellöst anordnade aggregat av något grövre fältspatkristaller. I dessa senare fältspatrika delar finner man även mellan plagioklaskristallerna i underordnad mängd en sent kristalli-

serad rest av diabasmagman, bestående av alkalirik fältspat och kvarts, vartill komma stråliga aggregat av en grönaktig eller brunt grönaktig biotit (även betecknad som delessit). Likaså anträffas här fina prismor av apatit. Den förhärskande plagioklasen utgöres av en tämligen basisk labrador (c:a 70 anortit) med något natronrikare yttre delar. Pyroxenen utgöres till övervägande del av diopsid, vartill komma mindre mängder av en kalkfattig monoklin pyroxen (klinohypersten, axelvinkel nära 0°) samt hypersten, den förra såsom mindre partier sammanvuxna med och inneslutna i diopsiden, den senare även såsom fria, mindre korn.

På grund av den förhärskande pyroxenens förekomstsätt som relativt grova korn, omgivna av en fältspatrik mellanmassa får diabasen i friskt brott ett fläckigt utseende. Å vittrad yta antar den en »knottrig» relief, beroende på olika vittringshastighet hos de båda mineralen.

Från de övre delarna av diabastäcket mot dess botten ändrar sig bergartens beskaffenhet på så sätt, att de grova pyroxenindividerna bli mindre. Då samtidigt plagioklasens kornstorlek ändras i mindre grad, antager bergarten ett mera jämnkornigt utseende och övergår slutligen c:a 1 à 1.5 m från bottenkontakten i en finkornig, till sist tät bergart, i vilken skilda mineralindivider blott med mikroskopets tillhjälp kunna urskiljas. Någon glasig substans eller omvandlingsprodukter av en sådan ha dock icke kunnat påvisas.

Diabasens kemiska sammansättning framgår av nedanstående tvenne analyser, hämtade ur Holms Kinnekullebeskrivning.[1]

	a	b
SiO_2	50.20	49.90
TiO_2	1.21	1.01
Al_2O_3	16.08	16.16
Fe_2O_3	9.30	8.57
FeO	3.87	3.88
MnO	0.54	0.45
MgO	6.82	7.32
CaO	7.85	7.93
K_2O	1.24	1.36
Na_2O	2.34	2.42
H_2O	0.67	0.94
	100.12	99.94

Diabasens kontakt mot den underlagrande skiffern är starkt belamrad av nedrasade block och jord. Den har emellertid av forskningsresanden överingenjör S. A. Andrée på ett lämpligt ställe c:a 60 m NO om uppfartsvägen till utkikstornet blottats genom en utgrävning, vilken fortfarande är bibehållen, om ock i något igenrasat tillstånd. Kontaktytan beskrives såsom mycket jämn och bestämd och sammanfallande med en skiktyta hos den underlagrande skiffern.

Vid mikroskopisk undersökning av olika prover av skiffer, tagna dels på 8—10 m djup under diabaskontakten, dels strax under densamma och

[1] S. G. U., Ser. C, nr 172, 1901.

omedelbart vid kontaktytan, befanns skiffern i de tvenne senare proven vara mineralogiskt och strukturellt förändrad på så sätt, att kornstorleken i den täta skiffermatrixen var grövre än vanligt, samtidigt som den normalt färglösa, täta glimmersubstansen övergått till en biotitrik, svagt rödbrunt färgad glimmermassa. Skiffern har alltså blivit kontaktförändrad utmed diabasgränsen. Huru långt förändringar, som kunna tillskrivas diabasens inverkan sträcka sig under kontakten, är dock ej närmare utrett.

Frågan om diabasens eruptionssätt har varit föremål för olika tolkningar. Tidigare har bergarten uppfattats såsom en lava, som runnit ut över den dåtida lager-överytan. Frånvaron av slaggiga och glasrika utbildningsformer även närmast kontaktytan och den relativt hastigt från kontakten skeende kornstorleksökningen tala emellertid emot en sådan tolkning. Härtill kommer, att man i de bättre blottade kontakterna på Halle- och Hunneberg funnit, att diabasen i stort skär över lagren och i detalj kan ses sända in mindre gångar i skiffern parallellt med dennas skiktytor. Ett likartat i stort sett snett skärande läge har även diabasen å Billingen.[1] Slutligen saknas på samtliga ställen tecken på en tidigare denudation av underlaget för diabaserna. Dessa förhållanden tala avgjort för att vi böra uppfatta diabastäckena å Kinnekulle liksom å de övriga Västgötabergen såsom intrusiva diabaslager, vilka inträngt i den tidigare mäktigare lagerserien och utbrett sig som mer eller mindre konkordanta bäddformiga lager utmed skiktplan i de lätt uppspjälkade skiffrarna.

Den omständigheten, att diabasens struktur är grövst i det n. v. täckets överyta, tyder på, att den ursprungliga överkontakten legat väsentligt högre än den n. v. ytan, och att en betydande del av täcket borteroderats.

Beträffande diabasintrusionens ålder kan man med säkerhet endast säga, att den inträffat i sensilurisk eller postsilurisk tid. Man har på petrografiska grunder jämfört Kinnediabasen med kongadiabasen i Skåne,[2] vilken ansetts vara av sensilurisk ålder. På grund av tektoniska och petrografiska förhållanden[3] synes dock sannolikt, att åldern av denna och även av kinnediabasen snarast torde vara att förlägga till äldre permisk tid.

Obestämd är frågan, var diabasen å Kinnekulle liksom å de övriga Västgötabergen brutit genom urberget och trängt fram i kambro-siluren. Man har för Kinnekulles del antagit, antingen att genombrottsstället täckes av diabasen eller att det markeras av den av diabasblock uppbyggda ås, som från Högkullens södra sida är följbar mot SSV ner till trakten av Martorp SO om Västerplana kyrka, den s. k. Stenåsen, detta är dock obestyrkt.

---

[1] A. H. Westergård, S. G. U. Ser. Aa, N:o 121, sid. 59.

[2] A. E. Törnebohm, Om Sveriges viktigare diabas- och gabbrotyper, K. V. A. Handl. 14, 13, 1877, samt A. E. Törnebohm och A. Hennig, Beskr. till blad 1 och 2 (Skåne), S. G. U., Ser. A_1a, 1904. H. Munthe, S. G. U., Ser. C, N:o 198, sid. 55, 1906.

[3] S. Hjelmqvist, Some postsilurian dykes in Scania and problems suggested by them, S. G. U., Ser. C, N:o 430, sid. 22, 1939.

Bergarternas praktiska användning.

Av N. Sundius.

Urberget.

Järngnejsen är sedan gammalt känd för fattigdom på malmer, kalkstenar och användbara mineral. Detta gäller även för den del av gnejsen, som är företrädd å kartbladet Lidköping. De enda fyndigheter av detta slag, som här anträffats, äro en mindre skärpning på järnmalm öster invid Traneberg i kartans NV-hörn samt ett mindre fältspatbrott i Varaskogen (c:a 300 m ONO om Kroksudden Ö om Hällekis).

Skärpningen vid *Traneberg* upptogs på 1860-talet av d. v. ägaren av gården. Enligt uppgift på platsen skall den c:a 3 m vida gruvöppningen ha drivits till 12.5 m djup. Malmen utgöres av en titanhaltig järnmalm, som uppträder i gabbro-artad grönsten. I ett mikroskopiskt undersökt prov är malmen uppblandad med silikater (monoklin pyroxen, hornblände, biotit, ett färglöst, enaxigt, ej bestämt mineral). En å Sveriges geologiska undersöknings laboratorium av dr. *A. Bygdén* utförd bestämning på titan lämnade som resultat 9 %. Några uppgifter om malmens fördelning och storlek äro f. n. icke möjliga att erhålla.

Fältspatbrottet i *Varaskogen* upptogs 1916 av Lidköpings porslinsfabrik och synes ha brutits i ringa skala under de närmaste åren. 1917 hade enl. uppgift på platsen uttagits 200—300 ton fältspat; brottet drevs då endast av 1 man. Enligt uppgift från porslinsfabriken torde den inlevererade kvantiteten fältspat dock ha varit mindre. Brottet är anlagt i en gång av pegmatit, c:a 9 m bred, med strykning i N 70° V. Gången består i sidorna av en något skriftgranitisk fältspat, som efter 1 à 2 m mot centrum övergår i successivt grövre blandning av röd kalifältspat och kvarts med intill $^1/_2$ m stora kristallindivider. Dessutom förekomma spridda grova kristaller av brunfärgad oligoklas och aggregat av mörk glimmer.

Själva gnejsen har icke kommit till stenindustriell användning med undantag för en obetydlig, numera nedlagd tillverkning av *kvarnstenar,* varförutom under senare tid material på ett flertal ställen uttagits för makadamtillverkning för väganläggningar. Kvarnstenstillverkningen bedrevs vid Possagården under åren 1861—63, varunder enligt äldre uppgifter ett 50-tal par stenar höggos och såldes. Ett försök skall även ha gjorts vid Gössäter, men misslyckats på grund av stenens olämpliga beskaffenhet. För kvarn-

stenarna användes den vittrade gnejs, som anstår omedelbart under den kambriska sandstenen. Icke alla på dylikt sätt vittrade gnejsvarieteter äro dock användbara, utan synes man vara hänvisad till den saliska röda gnejsen, som är relativt rik på av vittringen icke angripen kvarts och fattig på glimmer, varjämte den har en jämn och massformig struktur. Även gnejsen vid Possagården visade sig likväl underlägsen den för denna tillverkning sedan gammalt brutna bergarten vid Lugnås.

Kambro-siluriska lagerserien. Kinnekulles industrier.

Kambrisk sandsten.

Väsentligt större användning har den kambriska sandstenen haft dels för byggnads- och ornamentarbeten, dels även under senare tid för metallurgiskt ändamål (i vällugnar och masugnar, Sandvikens, Bångbro m. fl. järnverk), såsom infodring i ugnar samt såsom tillsats vid cementtillverkningen. Medan produktionen för de sistnämnda ändamålen alltjämt pågår, har däremot brytningen för byggnads- och ornamentarbeten under senare år starkt minskat.

Såsom förut omtalats, bildar den övre delen av sandstenen (lingulidsandstenen) bankar med en tjocklek av 0.5 till 0.75, stundom upp till 1 m. Därur låta sig stora kvaderformiga block utklyvas, vilket i förening med sandstenens förmåga att motstå vittring betingat dess användbarhet som byggnadssten. Emellertid innehålla lagren ofta, särskilt i avdelningens undre del, svavelkis, som angripes av atmosfärilierna och alstrar fläckighet och rost på ytorna. Ävenledes har bergarten en viss benägenhet att fukta, vilket tillskrives en ringa salthalt i stenen. Färgen är gråvit eller gulaktig, mer eller mindre flammig och antager med tiden en smutsigt grå, dyster ton, vilket för många ändamål är mindre tilltalande. Detta och dess i jämförelse med kalkstenen svårare bearbetade beskaffenhet torde få anses såsom de omständigheter, vilka förorsakat, att den kommit ur bruk inom stenindustrien. Sandstenen är dessutom i viss mån hälsovådlig att bearbeta på grund av risken för dammlunge-sjukdom (silikos) från det fina kvartsdammet. Sålunda uppgives, att av de vid Skara domkyrkas restaurering på 1880—90-talet sysselsatta stenhuggarna ej mindre än ett 30-tal avledo av lungsjukdomar medan byggnadsarbetet pågick eller kort därefter.

Det från svavelkis renaste materialet förekommer i sandstensavdelningens översta del till synes runt hela berget, och det synes huvudsakligen ha varit här, som sedan gammalt brutits, varom spår av gamla stenbrott vittna. Under senare tid har något byggnadssten brutits vid Gössäter och avyttrats dels som råblock, dels efter förarbetning i därvarande mekaniska stenhuggeri till huggen byggnadssten, skulpterade portaler m. m. Under början av 1890-talet bröts sandsten för restaureringen av Skara domkyrka även vid Halla i Husaby socken, 1919 öppnades ett sandstensbrott S om Gössäter på Krokgårdens mark för leverans av sandsten för tillbyggnad av Konstmuseet i Oslo. Råblocken forslades till Närke och bearbetades därstädes.



Fig. 70. Råbäcks sandstensbrott. Efter G. Holm.

Flera av de äldsta kyrkorna i trakten av Kinnekulle äro byggda av sandsten därifrån, exempelvis Husaby, Skälvums, Kinne-Vedums och Forshems kyrkor. Stenen och ornamentiken i dessa gamla murverk, delvis uppförda redan på 1000- och 1100-talet, ha väl motstått atmosfärilierna, även om deras ytor äro gråa av lav.

I den lägre delen av lingulidsandstenen finnas stenbrott vid Hällekis hamn, Råbäck, Trolmen och Järneklev söder om Blombergs järnvägsstation. I det förstnämnda brottet brötos under 1880-talet ganska stora mängder byggnadssten, och under denna tid fanns där även ett mekaniskt stenhuggeri. Brottet arbetas fortfarande, dock ej för byggnadssten. Brotten vid Råbäck och Trolmen, som öppnades för anskaffande av byggnadssten till därvarande hamnanläggningen, äro sedan länge nedlagda. Brottet vid Järneklev övergavs, då järnvägen drogs fram däröver.

Enligt G. Holm[1] uppgick försäljningssumman för sandsten under åren 1890—1900 (Hällekis bolag, Gössäters bruks aktiebolag, Råbäck, Järneklev) i genomsnitt till 3,333 kr. pr år, vari inneslutes både huggen och ohuggen sten samt skärv för järnbrukens behov. Under senare år har sandsten brutits huvudsakligen för användning vid järnbruken och såsom tillsats vid cementtillverkningen, i ringa omfattning dessutom för byggnadssten. Brytningen har bedrivits vid Hällekis hamn och vid Gössäter. För

[1] S. G. U., Ser. C, No. 172, sid. 98.

åren 1933—1938 hänvisas till nedanstående sammanställning, meddelad av *Hällekis Aktiebolag*. Arbetsstyrkan i brotten har utgjorts av 4 man:

	1933	1934	1935	1936	1937	1938
För byggn. o. ornam.sten ..... ton	3	9	1	—	0.5	45
» järnbruk o. kalkugnar[1] ..... »	540	830	920	874	969	705
» cementfabriken ..... »	2,205	2,901	1,153	3,570	3,982	5,443
Ungefärligt värde kr.	6,860	13,004	8,592	12,924	16,987	15,478

Alunskiffer.

Alunskiffern utgör ett av de ur praktisk synpunkt värdefullaste leden i den kambro-siluriska lagerserien. Dess innehåll av kalksten i form av orsten och dess rikedom på organiska beståndsdelar möjliggör en omfattande bränning av kalk, och på skifferns halt av flyktiga oljeämnen har under senare år grundats en industri för oljeutvinning, vilken lämnat lovande resultat. En numera nedlagd industri, efter vilken skiffern fått sitt namn, var beredningen av alun ur densamma. Alunskiffern användes även tidigare såsom tillsats till cement-råblandningen och i viss utsträckning för eldning under ångpannor, dock har den av skilda orsaker övergivits för dessa ändamål. Även en under ett par tiotal år bedriven tillverkning av tegel av alunskifferaska har nedlagts. En viss användning har den gamla skifferaskan från alunfabrikationen fått såsom tillsatsfärg till mur- och putsbruk.

Kalkbränning.

Kalkbränning är en urgammal hantering på Kinnekulle. För densamma använde man sig från början uteslutande av den inom alunskifferlagret såsom bollar, linser eller lager förekommande, mörka, bituminösa kalkstenen eller orstenen. Såsom bränsle tjänade ursprungligen, innan man kommit under fund med skifferns bränslevärde, ved, och orstenen eller »limstenen», som den även kallades, forslades i stor utsträckning till Kinnekulles omgivningar, där vedtillgången var rikligare. Från denna tid härstammar en för skiffern tidigare använd benämning »kråkberg», hänsyftande på att själva skiffern ansågs oduglig och bortkastades. Sålunda skriver P. Kalm i skildringen av en sin resa 1742 i Västergötland och Bohus län: »Kråkberget brukas till intet utan ratas och förkastas.» Det var först vid 1700-talets slut och omkring sekelskiftet, som skifferns användbarhet såsom bränsle blev känd,[2] varmed förutsättningen för en rationellare och mer ekonomisk drift skapades. Man övergick därefter till den alltjämt brukliga metoden att bränna i öppna fältugnar, förlagda i brotten invid skifferpallen. Samtidigt härmed bedrevs likväl även i mindre omfattning bränning i s. k. jordugnar, vilken pågick ännu under 1900-talets början. Man upptog härvid i åkrarna

[1] Infodring av kalkugnarna.

[2] S. Rinman, Bergwerks lexikon. Del 1, sid. 45. På Hunneberg började man år 1792 att använda alunskiffer i stället för ved till kalkbränning, S. G. U., Ser. Aa, N:o 40, sid. 37. På Öland kom för första gången pannor med skiffereldning till användning för alunberedning vid det 1804 anlagda Ölands Alunbruk (Fr. Killig: Ölands Cement Aktiebolag 1886—1936, Kalmar 1936).

på hösten, då säden inbärgats, fyrkantiga gropar, omkring 2 m djupa, i vilka den utbrutna skiffern och orstenen inlades varvtals och brändes. Sedan kalken uttagits, fylldes groparna med skifferaskan, den undanskottade jorden breddes åter över och odlades ånyo. Förfaringssättet hade den fördelen, att skifferytlagren uppluckrades, vilket ansågs förbättra odlingsmöjligheterna, varjämte man undgick spoliering av odlad mark. Å andra sidan blev produktionen ringa.

På grund av den vid slutet av 1800-talet och början av 1900-talet starkt stegrade efterfrågan på jordbrukskalk och de förbättrade kommunikationerna har kalkbränningen snabbt vuxit ut och bedrives f. n. vid ett flertal större och mindre brott, fördelade runt bergets östra, södra och västra sidor såsom framgår av bifogade karta (fig. 71). Förutom de igång varande brotten finnas flera nedlagda, även de angivna å kartan.

F. n. bedrives kalkbränning av följande företagare och på följande ställen: Av Hällekis aktiebolag (Skånska Cementaktiebolaget) vid Blomberg, Gum och Bryngelsgården å södra sidan av berget. De båda senare brotten ägas av bolaget, medan det förstnämnda arrenderas av ägaren till Blombergs säteri. På västra sidan av berget brytes av Råbäck och Trolmen i motsvarande brott och av Råbäck även i Storegårdens brott. Ett par mindre brott ha under de senare åren arrenderats och upptagits av J. Persson och O. Hult vid Stenhuggargården och Stubbesgården å västra, resp. södra sidan av berget. Å östra sidan av berget brännes kalk vid Flottans skifferoljeverk (s. k. Kinnekulleverken i Kinne-Kleva), vid Brattefors och Ödbogården (Brattefors resp. Ödbogårdens kalkbruksaktiebolag), vid Haggården (A.B. Västergötlands Förenade kalkindustrier), vid de sammanbrutna brotten öster om Österplana (Sörgårdens och A.B. Kinnekulle Kalks brott, ägare E. Danielsson, Senäte och fru E. Jansson, Kårtorp). Ytterligare brytes av I. Dunér vid Kärrtomten och Gössäter. Den producerade kalken försäljes och fraktas osläckt för att undvika fraktkostnadsökningen vid släckning. Den användes till c:a 90 % för jordbruksändamål, resten går till murbruksberedning. Däremot lämpar sig kalken icke för andra industriella ändamål på grund av alltför hög halt av föroreningar. Största anparten av den producerade kalken försäljes genom Mellersta Sveriges kalkbruks centralförening i Skövde. Undantag utgöra endast Flottans skifferoljeverk, där bränningen och försäljningen omhänderhas av Kooperativa Förbundet, samt de mindre brotten vid Stenhuggar- och Stubbesgårdarna, där försäljningen omhänderhas av vederbörande företagare själva.

Man bryter i brotten alunskifferns mellersta och övre del tillhörande olenidskifferserien, enär värmevärdet här är störst. Därvid går man ner genom den mäktiga orstensbank med *Olenus gibbosus,* som regelbundet återfinnes runt hela berget och i brotten brukar betecknas som »tjocka berget». Denna orstensbank jämte 0.5—0.8 m bitumenrik skiffer därunder uttages jämte däröver liggande alunskifferlager med undantag för de översta olenidskifferskikten, om dessa äro representerade i den brutna profilen, enär skifferns bränslevärde här är lågt och orstenen merendels är rik på

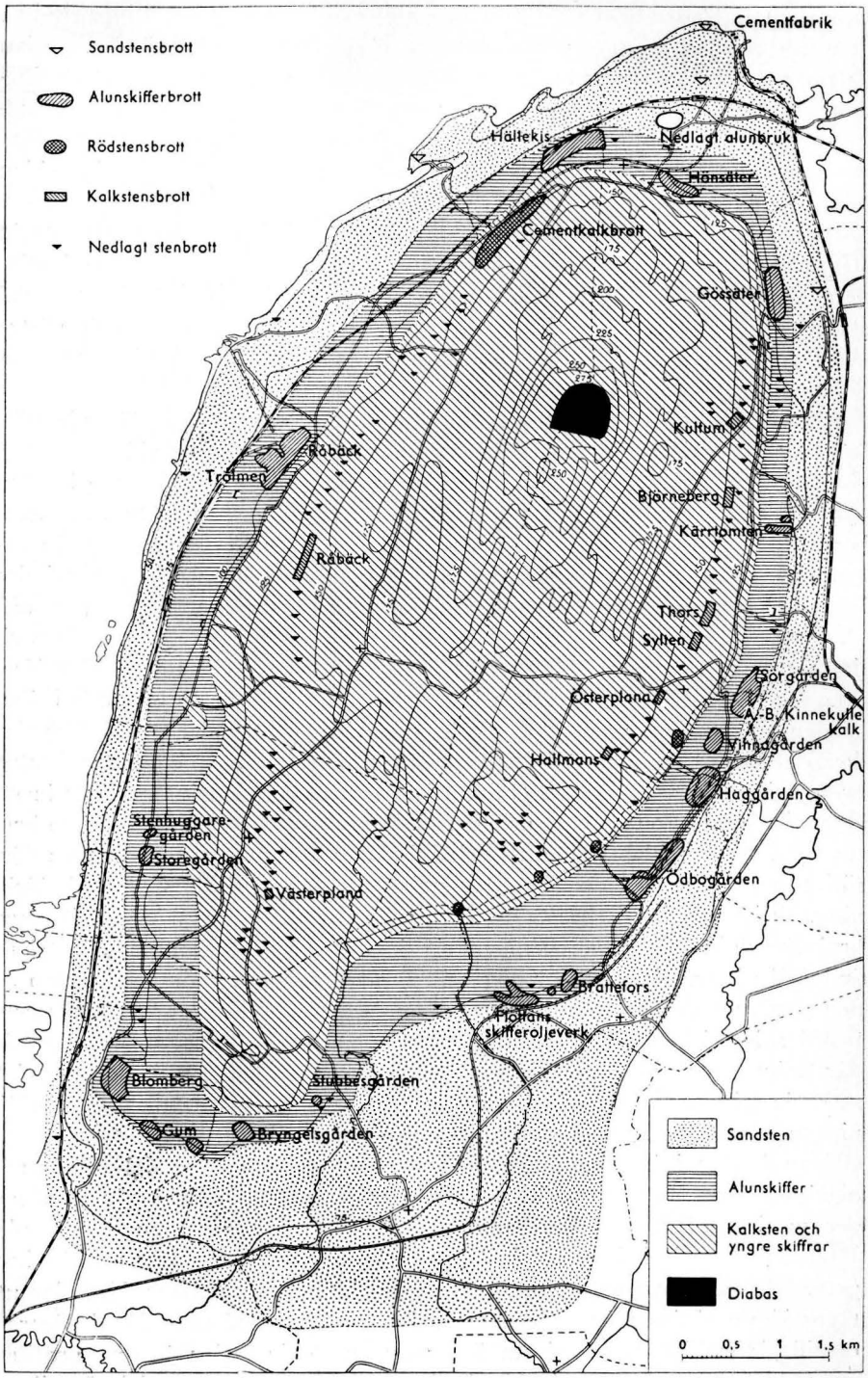


Fig. 71. Karta över stenbrotten på Kinnekulle.

flinta. Hela den vid brytningen utvunna orstenskvantiteten medtages vid bränningen med undantag för stängligt utbildade varieteter, vilka efter bränning ha benägenhet att smulas sönder och därför äro svåra att tillvarataga i ugnarna.

Mängden av utvunnen orsten är emellertid icke konstant i samtliga brotten. Medan den i bergets södra och västra delar är lagom stor att brännas av den samtidigt utvunna skiffern, minskar orstenens kvantitet i bergets östra och norra delar, där alltså ett skifferöverskott uppstår, vilket måste kompenseras genom tillsats av kalksten, tagen ur den närbelägna kalkkleven (undre rödsten). Brotten utmed östra sidan äro därför kombinerade med brott i rödstenen. Då brytning pågick vid Hällekis och Hönsäter togs tillsatssten från cement-kalkbrottet (undre rödsten). Kalkbränningen vid Hällekis pågick ännu för 5 à 6 år sedan. Den renaste kalken erhålles ur orstenen. Rödstenen är rikare på lermaterial.

De för bränningen använda fältugnarna byggas av skifferplattor, som staplas på varandra utan särskilt bindeämne. Formen är långsträckt oval, längden vanligen 10—13 m, bredden 5—6 m, höjden 3.5—4 m. Vid Flottans skifferoljeverk är längden c:a 17 m med i övrigt likartade dimensioner som ovan. Rymden motsvarar c:a 1,200—2,000 hl, i de största ugnarna 2,500 hl. Ugnarna äro delvis öppna i båda ändarna, vilket underlättar uttagningen av kalken. I andra fall ha de rak tillsluten bakvägg. Uttagningen av kalken göres så fort som möjligt för att undvika, att kalken börjar släckas av luftens fukt och regn. Ofta börjas uttagningen redan innan den sista delen av ugnsinnehållet hunnit slutbrinna. Uppsättningen i en ugn utföres genom inläggning av omväxlande varv av skiffer och kalksten i lämplig styckestorlek, i regel 5 varv av den senare. Det översta kalkstensvarvet och det därpå lagrade skiffervarvet bilda en råge över ugnens väggar. För minskande av lufttillträdet täckes skiffern till sist med ett lager bränd skiffer. Kalkstensvarven läggas ej intill ugnens väggar, utan skiljas från dessa av en c:a 15 cm bred skiffermantel. Mäktigheten av de olika varven belöper sig för kalkens del till c:a 0.5 m, för skiffern är den c:a 0.3 m utom för det understa lagret, omedelbart över botten, som är c:a dubbelt så tjockt, och det översta, som är c:a hälften så tjockt. Ugnen tändes med ved nedtill vid mynningen och elden sprider sig därifrån inåt samt genom kalkstensvarven uppåt. Fig. 72 visar en av G. Holm omkring 1900 tagen bild av en under tömning varande ugn i Hönsäters kalkbrott. De i relief utskjutande lagren utgöras av sammansintrad skiffer, de djupare liggande av kalk. Företeelsen är identiskt likartad i de f. n. bedrivna ugnarna.

För brytning av skiffer och kalksten samt uppsättning av en ugn med normal storlek (c:a 2,000 hl) åtgår för ett arbetslag om 4 man tre veckor och för ugnens tömning två veckor. Bränningen kräver c:a 8 dagar. Man använder samma ugn ända till dess genom den fortgående brytningen avståndet till skifferpallarna blir obekvämt stort, då ugnen övergives och en ny bygges tätt invid brytningsstället. Detta förfaringssätt användes i samtliga brotten utom vid Flottans skifferoljeverk, där man anlagt fasta ugnar

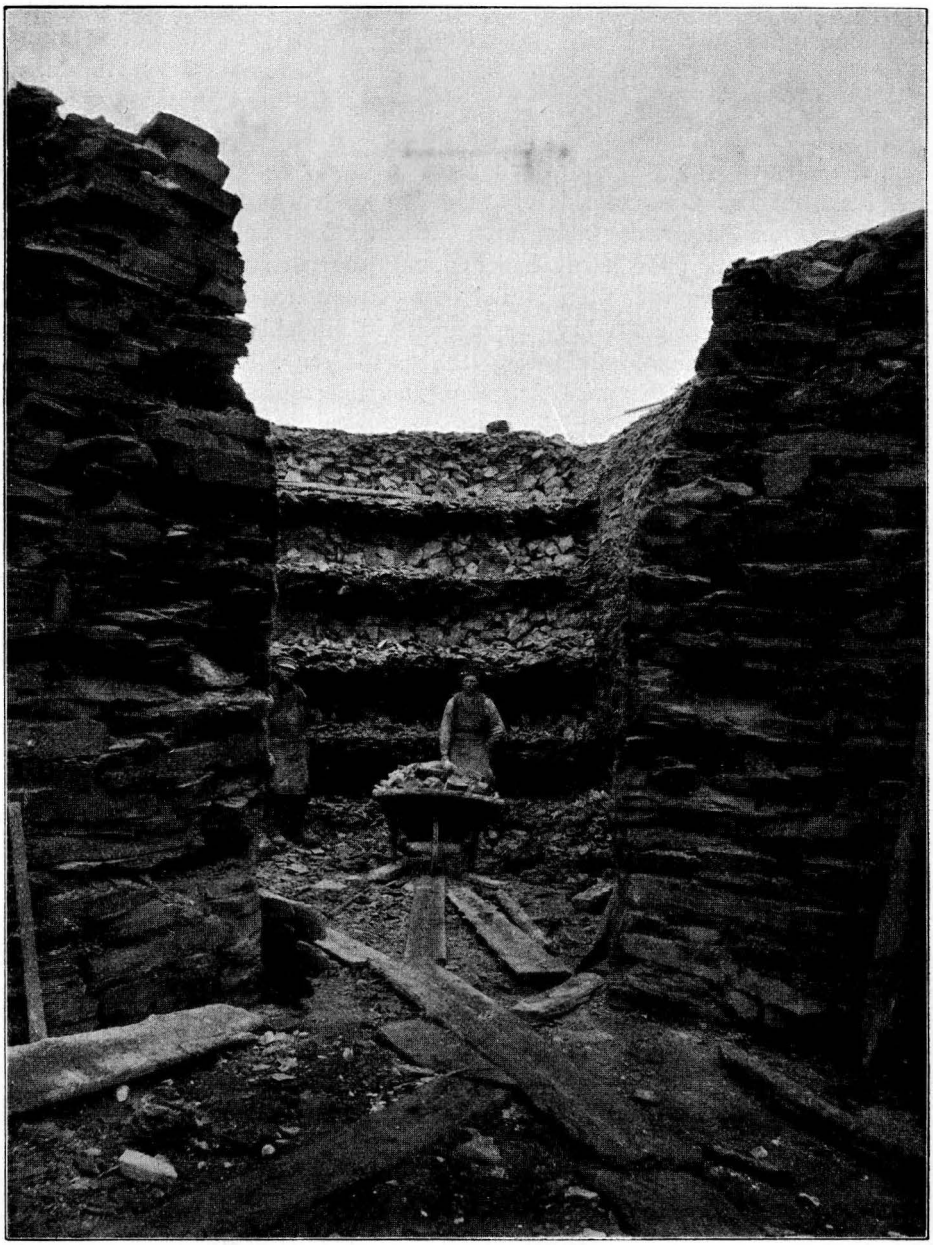


Fig. 72. Kalkugn, sedd från ingången. Hönsäter. Efter G. Holm.

utmed en sluttning söder om själva brottet, dit den utbrutna skiffern och kalken fraktas i decauvillevagnar, som tömmas direkt ner i de under uppsättning varande ugnarna.



Fig. 73. Skifferbrottet vid Kinne-Kleva. Transport av skiffern.

Kalkbränningen pågår så gott som hela året om. Dock är efterfrågan på jordbrukskalk ringa eller ingen på vintern, varför driften vanligen är minimal eller helt inställd under en eller ett par månader. För att möta efterfrågan på försommaren uppsätter man emellertid tidigt flera ugnar, som senare antändas. Emellertid har erfarenheten visat, att skifferns värmevärde minskas om den får ligga oanvänd, efter det den brutits, varför man icke kan låta de uppsatta ugnarna stå alltför länge.

Förutom i fältugnar brännes kalk vid Flottans skifferoljeverk i en schaktugn, som eldas med gas, utvunnen vid oljedestillationen.

Nedan äro sammanställda ett antal analyser, refererande till orsten. Analyserna ha delvis benäget ställts till förfogande av Hällekis aktiebolag (Blomberg, Gum, Hällekis), varjämte tvenne analyser å generalprover från Råbäck och Blomberg anförts ur G. Holms Kinnekullebeskrivning.[1] Hällekis analyser utgöra genomsnitt för orstenen i de brutna mäktigheterna:

Analyser av orsten.

	Blomberg		Gum		Hällekis	
SiO_2	5.85		6.45		5.35	
Al_2O_3	1.97		2.07		1.98	
Fe_2O_3	1.29		1.62		1.17	
MgO	0.56		0.50		0.56	
CaO	49.50	88.70	48.70	87.10	49.74	89.33
CO_2	39.20		38.40		39.59	
S	1.07		0.94		1.18[2]	
	99.44		98.68		99.57	

[1] S. G. U., Ser. C, Nr 172, sid. 19. — [2] SO_3.

	Råbäck	Blomberg
Olöst i utsp. HCl	9.01	10.03
$CaCO_3$	86.08	85.23
$MgCO_3$	1.26	1.01
Organiska ämnen	2.90	1.25

Nedanstående analys 1, meddelad av Hällekis aktiebolag, refererar till rödstenen i cement-kalkbrottet, 2 refererar till ett generalprov från ett mindre brott vid uppfartsvägen till bergets topp (G. Holms Kinnekullebeskrivning I, sid. 45).

1.		2.	
SiO_2	12.67	Olösl. i utsp. HCl	25.58
Al_2O_3	4.18	$MgCO_3$	0.89
Fe_2O_2	2.10	$CaCO_3$	71.15
MgO	0.64		
CaO	43.82		
SO_3	0.15		
Gl.fl.	35.41		
	98.97		
Ber. $CaCO_3$	78.21		

Beträffande kalkhalten i bränd kalk har en serie analyser, omfattande flertalet till Mellersta Sveriges kalkbruks centralförening anslutna brott, välvilligt ställts till förfogande av nämnda organisation. Analyserna äro utförda å kemiska stationen i Skara (Ella Söderlund), och proven utgöra generalprover från 1—7 ugnar och ha provtagits genom den kemiska stationens försorg. Kalk-(CaO-)halten i brotten å västra och södra sidan (Råbäck, Blomberg, Gum, Bryngelsgården) varierar mellan 69.1 till 79 %. Genomsnittstalet är 74.6 %. Motsvarande siffror för brotten utmed östra och

	Hällekis (Blomberg, Gum Bryngelsgården) hl	Råbäck (Råbäck, Storegården, Krokgården) hl	Trolmen hl	Kinnek.-verken		Brattefors. hl
				Fältugnar hl	Schaktugn. hl	
1933	152,578	24,627	32,073	93,992		17,400
1934	136,483	61,320	17,973	92,680	2,000	68,000
1935	113,691[1]	63,487	19,196	72,522	32,464	94,000
1936	104,426	90,483	22,479	28,150	67,335	98,000
1937	125,522	73,303	23,003	37,138	61,325	103,000
1938	129,114	75,133	21,136	55.307	51,289	94,000
arbetsstyrka 1938	51	36	12	45		34

[1] Tiden 1933—1935 ingår även leveranser från Hönsäters brott, vilket nedlades 30/6 1935.

norra sidan (Brattefors, Ödbogården, Haggården, Kinnekulle kalk, Sörgården, Hönsäter) äro: 72.5—82.3 %, i genomsnitt 76.1. Genomsnittstalet för samtliga (24 st.) analyser är 75.4 %. I Ödbogårdens brott uttogos prover enbart på bränd orsten och på bränd rödsten med resultatet: 79.7 % CaO i förra och 64.8 % i senare fallet.

I ovanstående siffror har emellertid intet avdrag gjorts för svavelsyra i gips, enär svavelsyra icke bestämts. Kvantiteten verksam kalk, om man därmed menar den mängd, som tillgodogöres i jorden, kan därför uppskattas till c:a 1 à 2 % mindre än de anförda talen.

För kalkproduktionen under 1890 anför G. Holm en siffra av 185,806 hl släckt kalk för samtliga då drivna brotten, 1900 hade den stegrats till 388,820 hl, 1910 var motsvarande siffra 524,716 hl och 1919 702,352 hl. För åren 1933—1938 har nedanstående sammanställning upprättats på grundval av uppgifter från Mellersta Sveriges kalkbruks centralförening och enskilda företagare.

Saluvärdet pr hl har under dessa år enligt uppgift från Mellersta Sveriges kalkbruks centralförening varit: 1933—1.07 kr., 1934—1.07 kr., 1935—1.06 kr., 1936—1.07 kr., 1937—1.10 kr. och 1938—1.20 kr. Den vid Kinnekulleverken sålda kalken har betingat ett ungefärligt pris vid brottet av 0.90—0.97 kr. pr hl.

Den sammanlagda arbetsstyrkan i skifferbrotten utgör omkring 266 och saluvärdet av totala årsproduktionen för 1938 uppgår till c:a 771,700 kr.

Kalkbränningen i fältugnar är en mycket gammal form av industri och kräver ett relativt stort manuellt arbete. Med undantag för Kinnekulleverken användes även för den brytning, som förekommer i brotten, handborrning. Kalkframställningen är det oaktat ekonomisk, enär såväl bränsle som råsten för kalken utvinnas samtidigt, och för bränningen icke erfordras dyrbara ugnsanläggningar. Metoden lämnar en produkt, med vilken andra fabrikat icke kunna tävla i fråga om prisbillighet. En nackdel är lik-

Ödbog. och Vinnag. hl	Haggården hl	Kinnek. kalk hl	Sörgården hl	I. Dunér (Gössäter o. Kärrtomten) hl	Stenhugg.g. och Stubbesg. hl	Summa hl osläckt kalk
10.900	88,437	5,541	42,174	13,182		496,904
34,000	66,873	34,157	28,580	7,434		585,500
64,000	73,794	56,831	35,056	8,784	c:a 16,000	649,825
66,500	70,737	53,751	39,447	9,118		665.416
66,500	77,787	54,403	42,292	10,932		691 205
84,000	69,371	c:a 30,920	37,797	9,660		673,727
18	25	17	14	c:a 6	8	summa c:a 266

väl, att större delen av lätt förflyktigade oljeämnen icke utnyttjas under bränningen utan avdestilleras i luften.

Framställning av brännoljor ur alunskiffern.

Undersökningar och försök rörande utvinning av brännoljor ur alunskiffer ha bedrivits sedan 50—70 år tillbaka. 1873 bildades ett bolag »Skifferundersökningsbolaget» med program att utreda möjligheterna för oljeutvinning inom landet, och en del undersökningar blevo utförda på svenska skiffrar. Under början av 1890-talet lät disponenten för Gössäters bolag, L. V. Kyhlberg, utföra försök att ur alunskiffer framställa bergolja, och en anläggning kom även till stånd vid Gössäter, den första i sitt slag i Sverige. De vunna resultaten motsvarade likväl ej förväntningarna, och då det icke lyckades att ur råoljan utvinna handelsdugliga produkter — särskilt visade det sig besvärligt att få oljan att skilja sig från vattnet — misslyckades företaget i ekonomiskt hänseende. Under $1^1/_2$ års tid tillverkades dock 92,500 kg råolja, som användes huvudsakligen till impregnering av järnvägsslipers och bestrykning av papptak. Å oljan utfördes även en del grundläggande bestämningar av E. Ohlsson i Stockholm.[1]

1904 upptogs åter frågan om oljeutvinning ur alunskiffer av G. Hellsing, som tillsammans med S. Nordendahl utförde försök i en försöksugn i Uppsala kemiska laboratorium. På grund av de vunna resultaten bildades 1905 ett konsortium för fortsatta undersökningar, det s. k. »Skifferoljekonsortiet», i vilket bl. a. prof. Hj. Sjögren och d. v. docenten J. G. Andersson voro medlemmar. Efter en del förberedande och kompletterande arbeten upprättades en försöksanläggning vid Råbäck 1907, varest under ett års tid 800 l råolja framställdes, vilken användes för olika raffineringsförsök och andra laboratoriearbeten samt till utprovning av den från bensin befriade oljan i dieselmotorer. Då resultaten syntes gynnsamma, träffades avtal med Hällekis aktiebolag, och då detta 1913 uppgått i Skånska cementaktiebolaget, med detta senare om gemensam exploatering av bolagets skiffertillgångar. I halvstor skala byggdes en försöksanläggning vid Trollhättan, dit skiffer fraktades från Gössäter och utprovades under 1915. Försöken utfördes delvis med anslag från staten. På grund av kriget och då rådande osäkra konjunkturer fingo likväl planerna på uppförande av en större anläggning vid Kinnekulle tillsvidare anstå.

1913 tillsattes en kommitté av staten för utredning av skiffertillgångarna och bedrivande av studier över dittills använda metoder för framställande av olja. Kommitténs rapport avlämnades 1919.[2]

Genom denna, som utgör en sammanfattning av vad som dittills var känt beträffande oljeskifffern, blevo de stora dragen av växlingarna i skifferns oljehalt och lagermäktighet klargjorda. Värdefulla komplement ha senare

[1] Sv. Kem. Tidskr., 1899, N:r 8.

[2] Utredning rörande möjligheterna för en inhemsk tillverkning av mineralolja och svavel m. m. ur den i olika trakter av Sverige förekommande alunskiffern, verkställd av därtill av Kungl. Finansdepartementet tillkallade sakkunniga, 1919.

lämnats genom de av Sveriges geologiska undersökning under de senaste 4 åren bedrivna borrningarna och analyserna. Enligt 1913 års skifferoljekommitté finnas förutsättningar för skifferoljeindustri i Närke och på Kinnekulle, vartill på grund av senare rön kan fogas Östergötland.

1916—18 utfördes vid Rockesholm ett försök med en ugn, konstruerad av civilingenjör G. Hultman efter en modifierad skotsk modell samt bekostad av AB. Kemiska anläggningar (häradshövding K. Tillberg huvuddelägare). Försöket slog dock ekonomiskt icke väl ut, varför arbetet nedlades. 1918 påbörjade ett nybildat bolag, Aktiebolaget Svensk oljeindustri efter överenskommelse med Skånska cementaktiebolaget byggandet av en anläggning i större skala vid Gössäter, likaledes avsedd att byggas i stort sett efter skotskt mönster enligt de grundlinjer, som prövats av 1905 års konsortium. Jämte bensin, brännolja och smörjoljor skulle utvinnas ammoniak och svavel. När oljeimporten vid krigets slut åter kom igång, reducerades emellertid utsikterna till lönande drift, och den ännu icke färdigbyggda anläggningen nedlades.

Även en större anläggning, uppförd av AB. Svenska skifferverken för skifferdestillation enligt den s. k. »suggasmetoden», utarbetad av AB. Svedlunds gasmotorer i Katrineholm, provades omkring 1920 vid Lanna i Närke. Principen för metoden var att medelst begränsat lufttillträde och ofullständig förbränning samtidigt genomföra destillationen och alstra generatorgas, vilken användes för kalkbränning. Metoden lämnade emellertid icke ekonomiskt resultat.

Oljeutvinningsproblemet hade vid denna tid upptagits av bergsingenjör Sven Bergh, som utexperimenterade en ny retortugnstyp. Det väsentliga i denna var, att den möjliggör utnyttjandet av kolet i den destillerade skiffern (den s. k. skifferkoksen), vilket innebär ett väsentligt värmeekonomiskt framsteg. Detta ernåddes genom utbytande av de dittills brukliga stora retorterna mot ett fleral mindre och kortare, sammankopplade till större enheter, varigenom strålningsvärmet från den ur retorten nedfallande och vid beröringen med luften antända koksen blir tillräckligt för att genomföra destillationen. I och med utnyttjandet av koksen sparas den vid destillationen alstrade, ej kondenserbara gasen för exploatering för andra ändamål. En mindre anläggning av denna typ utprovades 1922 vid d. v. Klaragasverket i Stockholm och 1923 uppfördes en experimentalanläggning i teknisk skala vid Kinnekulleverken i Kinne-Kleva, båda med anslag från staten. 1924 påbörjades av d. v. ägaren till Kinnekulleverken O. Jönsson under Berghs ledning och med hjälp av ett manufakturlån å 200,000 kr. uppförandet av en större anläggning enligt ovanstående typ. Anläggningen blev färdig hösten 1927, men kunde icke igångsättas såsom beräknats på grund av ägarens vid denna tid iråkade ekonomiska svårigheter. Under medverkan av staten och under dess kontroll anordnades emellertid under 40 dagars tid hösten 1929 försöksdrift av ugnen. Den efter avdrivning av bensin utvunna råoljan provades och befanns lämplig för örlogsfartyg. 1932 inköpte staten Kinnekulleverken och dess mark. Anläggningen

äges f. n. av marinen och förvaltas av marinförvaltningen under namn av Flottans skifferoljeverk. Den har sedan 1933 under ingenjör Berghs ledning drivits såsom försöksverk, under vilken tid oljeverket kombinerats med en till Kooperativa förbundet utarrenderad kalkugn, vilken eldas med gasen från destillationsugnarna. Anläggningen omfattade från början två ugnsblock med 70 retorter vardera. 1938—39 utökades den med ett tredje block. Driften har på grund av sammankopplingen med kalkbränning varit säsongbetonad; sedan nya verket färdigställts, har den blivit kontinuerlig

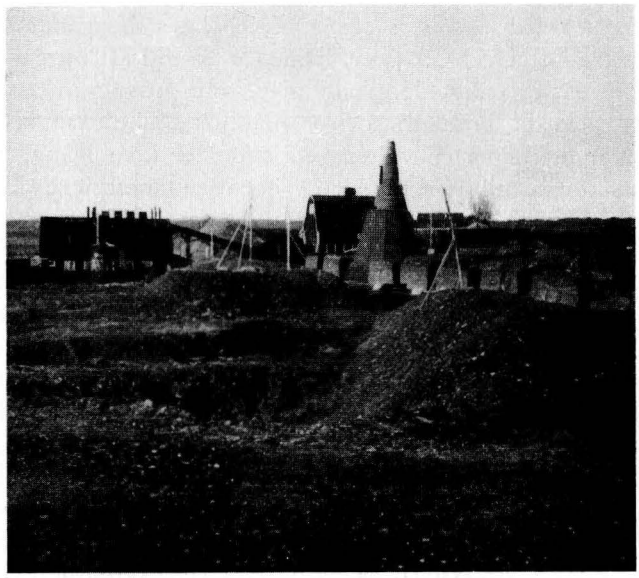


Fig. 74. Utsikt över skifferoljeanläggningen vid Kinne-Kleva. Till höger om schaktugnen äro fältugnarna för kalkbränning synliga. Bakom schaktugnen krossverk (till höger) och destillationsverk (till vänster). Bakom dessa asktippen.

och gasen dirigeras vid behov till detta. Produktionen av olja har hållit sig vid omkr. 500 ton pr år.

Efter krigsutbrottet 1939 förvärrades situationen på oljemarknaden hastigt. För flottans del vidtogs då den åtgärden, att medel anvisades för byggandet av ett större verk vid Kinnekulle, vilket skedde genom urtima riksdagen 1939. Efter nödiga utredningar påbörjades uppförandet av verket i april 1940, och arbetet avslutades under våren 1941. I slutet av maj s. å. kunde igångsättandet av driften börja. Med oljeugnarna var kombinerad en anläggning för utvinnande av svavel och sedermera har verket kompletterats med anordning för utvinnande av lättbensin (»gasbensin») ur destillationsgasen samt med rökgasångpannor. Oljeverket omfattar tvenne ugnshus med 32 block om 70 retorter i varje och har en kapacitet av 900 à 1,000 ton skiffer pr dygn.

Alunskiffern på Kinnekulle kan indelas i fyra underavdelningar: *Bottenlagret,* 3.35—3.5 m tjockt från sandstenen upp till ett relativt tunt

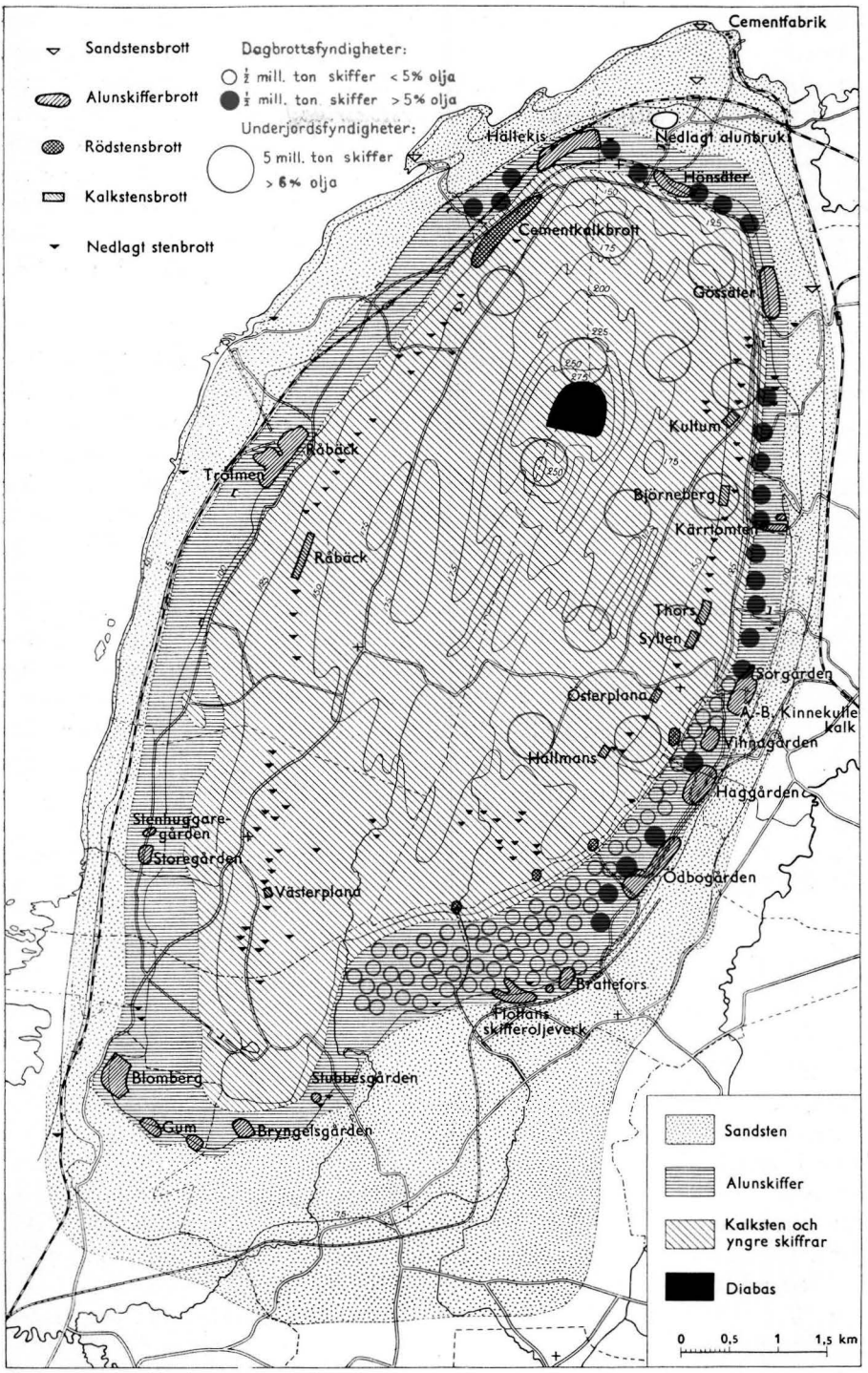


Fig. 75. Karta, utvisande fördelningen av oljetillgångarna i Kinnekulle. Efter J. Eklund.

konglomeratlager, exporrectakonglomeratet.[1] Oljehalt 1.9—2 %. *Mellanlagret,* 6.2—6.75 m från exporrectakonglomeratet till det s. k. tjocka berget, en 0.9—1.8 m mäktig orstensbank. Oljehalt 3.6—4 %. *Oljerika lagret,* 1.3—3.3 m. Oljehalt 5.3—6.5 %. *Övre orstensrika lagret,* i vilket kan urskiljas en översta, flintförande del. Mäktigheten under denna är 4 m (vid Hönsäter)—7 m (vid oljeverket). Oljehalt 3.9—4.5 %. Den flintförande övre delen är c:a 2.5 m mäktig. Lagret håller emellertid blott 1.1—1.5 m skiffer med 3.8—4 % olja och mot N blir orsten övervägande. Ovanstående siffror rörande mäktigheten referera till totala lagertjockleken inklusive orsten. Borträknas denna, blir skiffermäktigheten väsentligt reducerad. Oljehalten är däremot beräknad enbart för skifferinnehållet i lagren.

Av ovanstående framgår, att det blott är det oljerika och det däröver belägna lagret, som kan beräknas löna sig att taga ut för destillation. Möjligen kan även en del av skiffern under tjocka berget komma till användning. Hittills har endast brutits över »tjocka berget» i en sammanlagd mäktighet om 7—8 m. Orstenshalten har vid försöksverket uppgått till omkring 25 % i den undre och 37 % i den övre delen av den bruna flötsen. I det nya, längre åt V belägna brottet har orstenshalten varit större, i genomsnitt omkr. 40 %.

En sammanställning av äldre och nyare uppgifter och analyser från Kinnekulle, lämnar följande bild av förhållandena: Oljehalten är i ett och samma lager lägst i väster och söder och högst i den norra och nordostligaste delen av berget. Det oljerika lagret tilltager även i mäktighet mot ONO till max. 3.3 m vid Gössäter. Vid skifferoljeverket är motsvarande siffror 1.8—2 m, vid Råbäck och Blomberg 1.3 m. Kurvan för 2 m mäktighet går tvärs över berget från gamla skifferoljeverket till Råbäcks gård och 3 m-kurvan från Törnsäter till Hällekis. Samtidigt som lagret ökar i mäktighet och oljehalt åt N och NO, minskas även orstenshalten.

För tillgångarna av oljeskiffer och olja ha beräkningar lämnat följande värden (jfr skissen fig 75):

1) Dagbrottstillgångar (utanför rödstenskleven) med något under 5 % olja och rikligt med orsten. Ett område vid Flottans skifferoljeverk samt en strimma mot NO med avtagande bredd längs rödstenskleven upp emot Sörgårdens brott. Oljeinnehåll i genomsnitt c:a 4.6 %, tillgång beräknad till omkr. 16 milj. ton skiffer, motsvarande i runt tal 740,000 ton olja. Sannolikt finnes ett liknande område vid Råbäcks gård.

2) Dagbrottstillgångar av skiffer med oljehalt överstigande 5 %. En zon utmed bergets östra del, Brattefors—Kärrtomten (Väsäter) med beräknat innehåll av 6 milj. ton skiffer med i genomsnitt 5.4 % olja, motsvarande c:a 325,000 ton olja. En ungefär lika stor kvantitet torde finnas på bergets norra del mellan Gössäter och Hällekis, men närmare undersökning är här icke utförd.

3) Tillgångar, åtkomliga endast med underjordsbrytning. Om här endast

[1] Efterföljande uppgifter äro hämtade ur en utredning över Kinnekulles alunskiffer av J. Eklund och P. Thorslund, 1942. Sv. geol. unders. arkiv.

den rika skiffern med minst 2 m mäktighet och minst 6 % oljehalt medberäknas, lämnar en kalkyl som resultat c:a 60—70 milj. ton skiffer, motsvarande omkr. 3.9 milj. ton olja.

Såsom framgår av det föregående, är läget av det av staten inköpta skifferområdet vid Per Månsgården icke det mest förmånliga ur produktionssynpunkt. Det av kalksten obetäckta skifferområdet, som kan brytas i dagbrott och blott är täckt av ett relativt tunt jordtäcke (c:a 1 m inkl. vittrad skiffer), är visserligen stort, men å andra sidan är skiffern relativt fattig på olja och rik på orsten. Planer förefinnas för närvarande på att flytta brytningen till ett nordligare avsnitt och därifrån transportera den brutna skiffern till oljeverket med linbana, samtidigt varmed även en utvidgning av driften ifrågasatts.

Över den i försöksverkets brott brutna och i verket ingående skiffern lämnar nedanstående ur S. Berghs arbete om skifferoljeproduktionen 1938 publicerade analys[1] upplysning. Vidare uppgifter om den organiska bitumensubstansen äro lämnade å sid. 50 i beskrivningen av de kambriska lagren.

Kol	13.8 %
Väte	1.5 »
Svavel	6.7 »
Aska	76.0 »
Vatten	1.5 »
Värmevärde, cal./kg	1,600
Oljeutbyte enl. analys	4.3 »
Sp. v.	2.2 »

Nedanstående 4 analyser utförda av K. A. Vesterberg[2] visa sammansättningen av skiffern i olika skikt inom den brutna flötsen.

Djup under skifferytan i m.	0.8—1.5	1.9—3.1	3.55—4.45	4.8—5.5
SiO_2	45.22	43.47	44.27	45.53
Al_2O_3 etc.	13.60	13.67	13.56	13.52
Fe_2O_3	7.26	9.24	9.06	7.26
MgO	0.71	0.78	0.84	0.76
CaO	0.75	0.95	0.98	1.04
Na_2O	0.40	0.25	0.37	0.74
K_2O	4.74	4.80	4.50	4.48
Gl. fl.	24.64	24.36	24.56	25.16
Fuktigh.	1.19	1.19	0.82	0.63
Summa	98.51	98.71	98.96	99.12
Aska	74.17	74.45	74.62	74.21

Som jämförelse anföras vidare tvenne analyser av skiffer från Gössäter, alltså det oljerikaste avsnittet av berget. Analytiker är för 1 K. A. Vesterberg och S. Giertz-Hedström,[3] för 2 K. A. Vesterberg och O. Col-

[1] Shale-Oil Production in Sweden, Oil Shale and Cannel Coal, 1938, published by The Institute of Petroleum.
[2] I. V. A. Handl., Nr. 62, 1927, sid. 22.
[3] I. V. A. Anf. arb.

lenberg.[1] 1 är utförd på generalprov från lagren 0.75—2 m närmast över tjocka berget, 2 refererar till Pelturaskiffer utan närmare lokalisering.

	Nr 1	Nr 2
SiO_2	40.49	42.10
Al_2O_3	12.18	12.96
Fe_2O_3	6.81	9.89
CaO	1.08	0.40
MgO	0.80	0.80
K_2O	4.38	4.04
Na_2O	0.39	0.24
TiO_2	ej best.	0.67
S	» »	7.75
Gl. fl.	30.53	28.31
Fuktighet	0.87	
Aska	68.60	

För den efter destillationen erhållna skifferaskan anföras följande tvenne analyser, meddelade av ingenjör Bergh och utförda av K. A. Vesterberg. Nr 1 svarar mot askan, erhållen direkt från eldstäderna, nr 2 refererar till ett liknande ytterligare utbränt prov:

	1	2
SiO_2	56.94	61.11
Al_2O_3	15.90	17.27
Fe_2O_3	10.24	11.41
CaO	2.39	1.20
MgO	1.05	1.09
K_2O	5.57	6.08
Na_2O	0.28	0.61
Gl. fl.	4.70	0.29
Fuktighet	0.58	0.22
	97.65	99.28

Den brutna och från orsten rensade skiffern nedkrossas för destillationen till en styckestorlek under 30 mm, varjämte den finaste fraktionen, stybben, som icke lämpar sig för destillation, frånsiktas. Kvantiteten av den senare uppgick i försöksverket till c:a 10 %, i nya brottet till omkr. 15 %. Den färdigbehandlade skiffern forslas på transportband till ugnsanläggningarna, där den automatiskt inmatas i retorterna. Dessa, som äro c:a 2.5 m långa, utgöras i sin övre del av en påfyllningskammare, i vilken temperaturen håller sig vid omkring 100°. Skiffern passerar sakta nedåt genom den i sin undre mynning öppna retorten och når därvid allt högre temperaturer upp till omkr. 500°. Under passagen avdrives först fukten, därefter med stegrad temperatur och från omkr. 300° flyktiga olje- och gasämnen. Dessa avsugas genom ett centralt å retorten anbragt rör och ledas till kondensationsanläggningen. Destillationen sker i närvaro av vattenånga, vilken insläppes i retortens undre del och har till uppgift, dels att hindra luftens inträde i retorten, dels att fördela värmet i denna och bidraga till undvikandet av sönderdelning av oljeångorna. Den härför behövliga vattenångan alstras i små ångpannor, upphängda vid sidan av retorterna över eldhärden. Den avdestillerade till c:a 500° upphettade skiffern, skifferkoksen, nedfaller slutligen ur retorten i en därunder anbragt värmekammare och möter där

[1] I. V. A. Handl. Nr 101, 1930, sid. 27.

luft, varvid den antändes och brinner. Den alstrar härvid all den värme som behövs för verkets drift. Under förbränningen reduceras koksens kolhalt från omkr. 10 % till 2—4 %. Den slutligt avbrända skifferaskan utmatas automatiskt och transporteras till en tipp.

Retorterna äro sammankopplade i enheter (aggregat) om 5 st. med gemensam värmekammare, belägen omedelbart under retortmynningarna. 14 st. aggregat bilda en större enhet, s. k. block. Vid behov kan varje aggregat avkopplas utan avbrott av driften i övrigt. Oljeutbytet uppgives i försöksverket ha legat vid omkr. 80 %, av de laboratoriemässigt bestämda värdet.

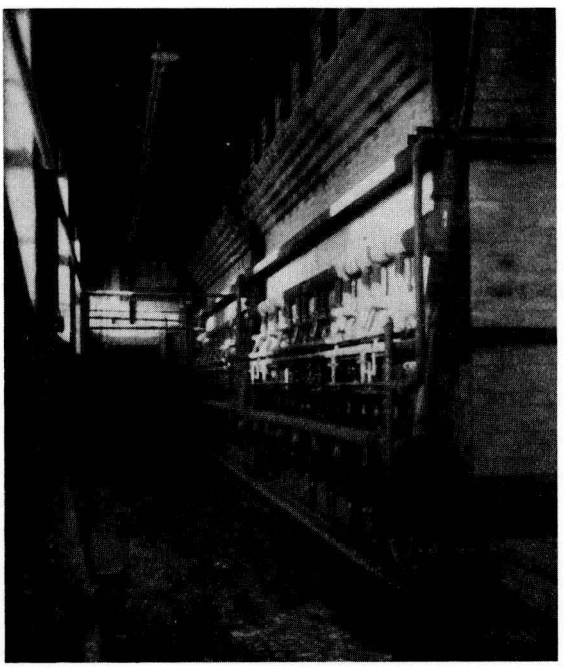


Fig. 76. Interiör från destillationsanläggningen, retortugnar.

I kondensationsanläggningen avskiljas ur destillationsgasen genom luft-vattenkondensation större delen av oljorna, vilka vidare genom destillation delas upp i en tyngre och en lättare fraktion, av vilka den förra, som utgör huvudmängden, användes som brännolja, den senare, även kallad bensinfraktionen, kan användas i motorer av olika slag. Kvantiteten lätt olja utgör omkr. 15 % av råoljan. I nya anläggningen skall hittills oljeutbytet (råoljan) ha hållit sig vid c:a 20 ton pr dygn.

Den efter kondensationen återstående gasen ledes i nya verket till svavelanläggningen. Utvinningen sker genom den s. k. Alkacid-Claus-metoden, enligt vilken gasen ledes genom en alkalisk vätska som absorberar i gasen befintligt svavelväte, varefter detta avskiljes och vätskan regenereras genom kokning. Svavelvätet överföres i rent svavel genom ofullständig förbränning i närvaro av en kontaktmassa, varvid som mellanprodukt alstras svavelsyrlighet (SO_2) vilken reagerar med svavelväte och bildar fritt svavel och vatten. Det framställda svavlet är av hög kvalitet samt selen- och arsenikfritt. Produktionen har hållit sig vid omkring 8 ton pr dygn.

Den från svavel befriade gasen ledes vidare till gasbensinanläggningen. Den innehåller alltjämt vid lufttemperatur icke kondenserbara kolväten, vilka här avskiljas med tillhjälp av s. k. silicarbonmassa, en blandning av aktiv kiselsyra och aktivt kol, vilka adsorbera kolvätena. Dessa tvättas därefter ut med vattenånga, samtidigt varmed adsorptionsmassan regenereras. Den erhållna produkten är en lättbensin, som kan användas i flygmaskinsmotorer. Kvantiteten dylik bensin beräknas till 2 à 2.5 ton pr dygn.

Den återstående gasen, som har ett högt vätgasinnehåll, har alltjämt ett betydande bränslevärde. Den har hittills använts för ångpannorna för alstrande av den elektriska kraft, som verket inkl. skifferbrottet kräver. Anläggningen har i detta avsende varit självförsörjande. F. n. har emellertid en ångpanneanläggning utförts, som möjliggör utnyttjandet av rökgasernas värme, vilken beräknas bli tillräckligt stor för alstrande av den behövliga elektriska energien. Man har f. n. tagit i bruk hälften av denna anläggning (rökgaserna från den ena av de två ugnsanläggningarna, den andra avses att tagas i bruk i dec. 1942.) Restgasen blir därefter fri för exploatering på annat sätt. För detta föreligga tvenne förslag, dels framdragande av gasledning till Hällekis cementfabrik, där gasen skulle användas i cementugnarna, dels har man även tänkt sig gasen som utgångssubstans för kväve-gödselmedel. Gasen innehåller nämligen en hög halt av kväve, vilken skulle efter förening med vätet och oxidering lämna en slutprodukt av salpetersyra, som i sin tur kan överföras till kalciumnitrat eller blandning därav och ammoniumnitrat, ev. även malen kalksten.

Skifferråoljan är av opak, brungrön färg, har en spec. vikt av 0.97 vid 15°C och ett värmevärde av 9,600 cal. pr kg. Innehållet av svavel är 1.7 %. Då den i främsta rummet är avsedd för flottans behov, har dess vidare bearbetning inskränkt sig till ovannämnda uppdelning i tvenne fraktioner. Enligt utförda försök låter den sig emellertid med fördel crackas, varvid bensin, brännolja och asfalt utvinnas. Vid hydrering kan även flygbensin utvinnas. Däremot lämpar sig oljan mindre väl för framställning av smörjoljor.

Skifferoljeindustrien i större skala i vårt land är ännu alltför ny för att den ekonomiska sidan skall ha hunnit bli tillräckligt belyst. Industrien är ej heller ännu fullt utbyggd. Visserligen torde den värmeekonomiska sidan av problemet i den Berghska anläggningen vara på bästa sätt tillgodosedd. Det är emellertid för industriens bärighet av vikt, att de kvantitativt mycket betydande avfallsprodukterna i brottet — orstenen — och från ugnarna — skifferaskan — finna någon användning. Ävenledes har stybben från krossverket hittills ej kunnat utnyttjas. För orstenen ha olika alterativ framställts, varav det närmast till hands liggande synes vara att förmala den till jordbrukskalk. Försök med stybben ha visat, att densamma efter malning och fuktning låter sig briketteras genom torkning i roterugn, varefter den kan destilleras i ugnarna. Det är emellertid ej undersökt, om det är förenat med ekonomisk fördel. För skifferaskan föreligger ännu intet mera definitivt förslag. Givetvis kan den användas för gasbetongframställning, även för inmalning i s. k. E-cement. Intetdera projektet har hittills omsatts i praktiska försök.

I nya skifferverket äro f. n. inkl. brottet omkr. 300 man sysselsatta, i försöksverket har samma arbetsstyrka använts som för kalkbränningen i den med verket kombinerade kalkugnen.

Alunberedning.

Tillverkningen av alun är den äldsta industrien i större skala, som grundat sig på alunskiffern. På 1700-talet drevos ej mindre än åtta stycken alunbruk i Sverige med en produktion av över 10,000 tunnor alun per år, vilken till större delen exporterades till Ryssland, Tyskland och övriga östersjöländer. Alunberedningen var vid denna tid en av våra viktigare exportindustrier. Förutom alun tillverkades vid de flesta bruken rödfärg samt av avfallsprodukter från lösningarna gul och grön slamfärg. Metoden att utvinna alun ur skiffern grundade sig på skifferns innehåll av svavelkis, aluminium och kaliumsilikat. Skiffern rostades, varvid kisens svavel partiellt frigjordes och med luftens syre bildade svavelsyra, som verkade dekomponerande på silikaterna och överförde en del av deras baser till sulfater. Vid lakning med varmt vatten löstes dessa, och ur den erhållna luten utvanns alun genom industning och fraktionerad kristallisation. Rostningen av skiffern utfördes ännu intill början av 1800-talet med ved, och först senare med hjälp av skifferns bitumeninnehåll. Emellertid var utbytet av kalium och aluminium, som erhölls enligt alunberedningsmetoden, ringa, jämfört med totalinnehållet av dessa ämnen i skifferaskan, och sedan billigare metoder att framställa alun blivit kända, gick industrien tillbaka och upphörde alldeles på 1850—1880-talen.

Vid Hönsäter anlades 1767 ett alunbruk, som drevs under 89 år. 1828 sysselsattes 62 arbetare, och tillverkningen hade då ett värde av 28,200 kr. Bruket nedlades 1856. Läget av brottet och de gamla askupplagen, som f. n. i viss utsträckning efter malning utnyttjas såsom tillsatsfärg i mur- och putsbruk, är angivet å kartan, fig. 71, mellan Hönsäters herrgård och Hällekis station.

Alunskifferaskans användning för byggnadsändamål.

Alunskifferaskan äger vissa hydrauliska egenskaper, något som varit känt och utnyttjat sedan lång tid tillbaka. Härpå grundar sig bl. a. dess tidigare användning i blandning med släckt kalk som cement. Vid Vargön anlades 1840 en fabrik för beredning av en till murbruk lämplig blandning av kalk och skifferaskmjöl, vilken gick i handeln under namn av »Vargö cement». Cement av denna beskaffenhet har haft en stor användning i tidigare byggnadsföretag. Såsom exempel må nämnas: Trollhätte kanal, Norrbro i Stockholm, gamla vattencisternen på söder i Stockholm. Blandningen lämnar ett cementbruk, som hårdnar relativt långsamt, men med tiden antager stor fasthet, om det också ej uppnår portlandscementets hållfasthet. Alunskifferask-mjöl har även använts såsom tillsats till murbruk och skall förbättra dess hållfasthet.

En vidsträckt användning har skifferaska fått för tillverkning av tegel. En fabriksmässig tillverkning därav igångsattes vid Hällekis 1896. I blandningen ingick 80 % finmalen alunskifferaska och 20 % kalk. Efter utröring med vatten pressades massan under högt tryck till tegel, som därefter stap-

lades och fingo lufttorka. Produkten, som alltså principiellt är likartad med alunskifferask-cementet, antog med tiden en avsevärd hållfasthet; det hade dessutom en stor porositet och god värmeisoleringsförmåga. Slutligen behövde det icke brännas och blev därför billigt. Fabrikationen upphörde emellertid omkring 1920, då bättre metoder för tegeltillverkning börjat praktiseras. Sålunda hade på Öland anlagts en fabrik för tillverkning av s. k. »Siluriategel». Härvid använde man finkrossad alunskifferaska, blandad med kalk och utrörd med vatten. De formade teglen ånghärdades vid omkring 170° och 8 atmosfärers tryck. Även denna tillverkning inställdes omkring 1933, då det visat sig, att teglen i vissa fall icke voro volymbeständiga.

Sin största användning har emellertid skifferaskan fått för beredning av gasbetong. Även denna produkt består av skifferaska i pulveriserad form, som blandas med kalk. Till blandningen sättes emellertid även aluminiumpulver, som, då massan fuktas med vatten, reagerar med det bildade kalkhydratet och utvecklar vätgas, vilken alstrar gasblåsor och dymedelst en starkt porös och lätt beskaffenhet hos teglet. Den jästa halvhårdnade massan skäres i lämpligt tegelformat och ånghärdas. Den slutliga produkten har visat sig överlägsen de tidigare fabrikaten och har en relativt hög hållfasthet, stor värmeisolerande beskaffenhet samt är volymbeständig. Fabriker för tillverkning av gasbetong äro f. n. igång vid Yxhult i Närke, vid Skövde i Västergötland, varjämte en ny anläggning är under uppförande på Öland.

Cementtillverkningen.

Hällekis cementfabrik anlades 1891 av Hällekis aktiebolag, vilket 1913 övertogs av Skånska cementaktiebolaget, som alltjämt äger anläggningen. Tillverkningen bedrevs först i schaktugnar, men överflyttades 1907—1908 till en anläggning med tvenne roterugnar. Båda dessa äldre anläggningar äro synliga på den 1937 tagna flygfotografien, fig. 78. F. n. är schaktugnen riven, men byggnaden för de gamla roterugnarna finnes kvar och har inretts för cementklinkertillverkning. Då roterugnarnas kapacitet visade sig för liten, byggdes 1932—1933 under ledning av n. v. disponenten Nils Danielsen en helt ny anläggning med en roterugn om 90 m längd (inklusive kylare 95 m) jämte möjlighet för insättande av ytterligare en lika stor ugn, vilken redan 4 à 5 år senare visade sig behövlig och inmonterades. Samtidigt med ombyggnaden moderniserades och mekaniserades hela driften. Hällekis har f. n. näst Limhamn den största cementproduktionen i landet.

Råmaterialet utgöres till övervägande del av den undre rödstenen, vilken brytes i ett nära 1 km långt brott (fig. 77), beläget öster om Hällekis herrgård och med järnvägsspår förbundet med cementfabriken. Brytningen sker med borrmaskin, och lastningen medelst skopor. Tidigare tillsattes till den malda kalken något lera, som sedermera ersattes av lerskiffer och därefter av obränd alunskiffer; f. n. utgöres blandningen av rödsten, vartill sättes något kalksten från den på kalk rikare »täljstenen» (högre belägna lager i ortocerkalken, se avd. Stenindustri) samt kvartsit, detta för att höja

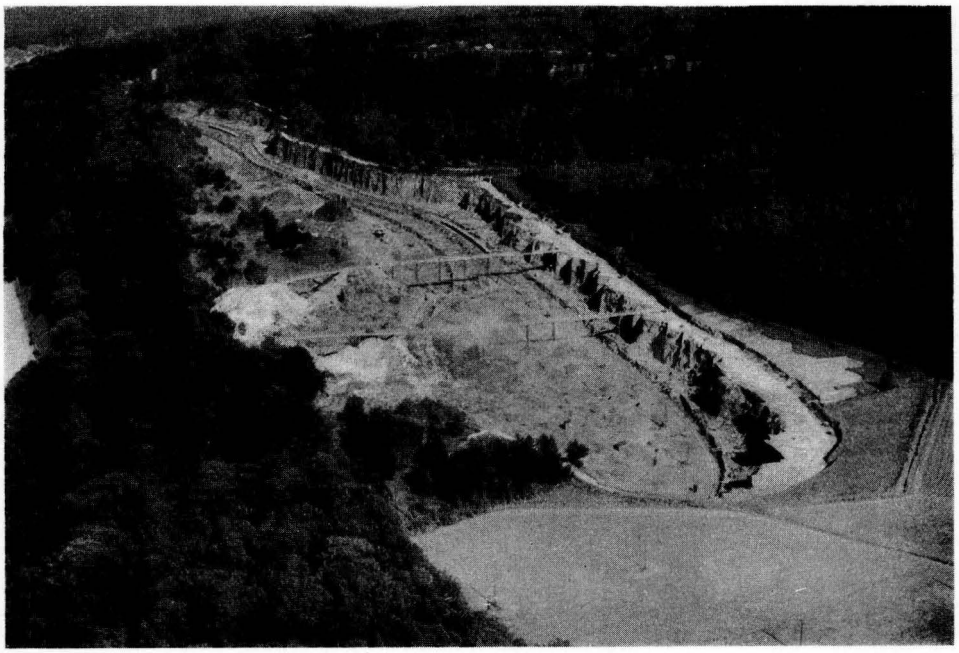


Fig. 77. Flygfoto över rödstensbrottet öster om Hällekis, taget från brottets södra ände.

cementets kalkhalt, och samtidigt hålla kvantiteten aluminium-järn vid lämpliga proportioner. Mängderna av de olika tillsatserna framgå av den i slutet av detta kapitel anförda tabellen. Råmaterielen krossas samt finmalas vått till fint slam, som pumpas upp till slamsilos och blandas i rätta proportioner, varefter blandningen, alltjämt i slamform, inmatas i ugnarna, i vilka bränningen sker vid en temperatur, som kontinuerligt stegras mot sintringszonen till 1,400—1,500°. Under bränningen utdrivas vatten och kolsyra och nybildas kalkrika silikater samt kalk-aluminium-järnföreningar. Härvid sintrar massan tillsamman till mörka, större och mindre kulor, rundade bitar och partiklar av hård, opakt glasartad beskaffenhet, s. k. cementklinker, i vilken beskaffenhet den lämnar ugnarna. Klinkern finmales därefter, varvid något gips tillsättes. Gipsfritt cement är nämligen icke användbart på grund av sin hastiga reaktion med vatten, vilken modifieras genom gipstillsatsen. Slutligen påfylles det malda cementet på papperspåsar om 50 kg vikt, vilket sker genom en mekanisk anordning. Cementklinkerns sammansättning framgår av nedanstående analys, benäget meddelad av bolaget.

SiO_2	21.50	TiO_2	0.28
Al_2O_3	6.38	Na_2O	0.24
Fe_2O_3	3.38	K_2O	0.44
MgO	0.96	Gl. fl.	0.32
CaO	66.20[1]	Olösl.	0.08
SO_3	0.22		100.00

[1] Därav fri CaO 1.54.

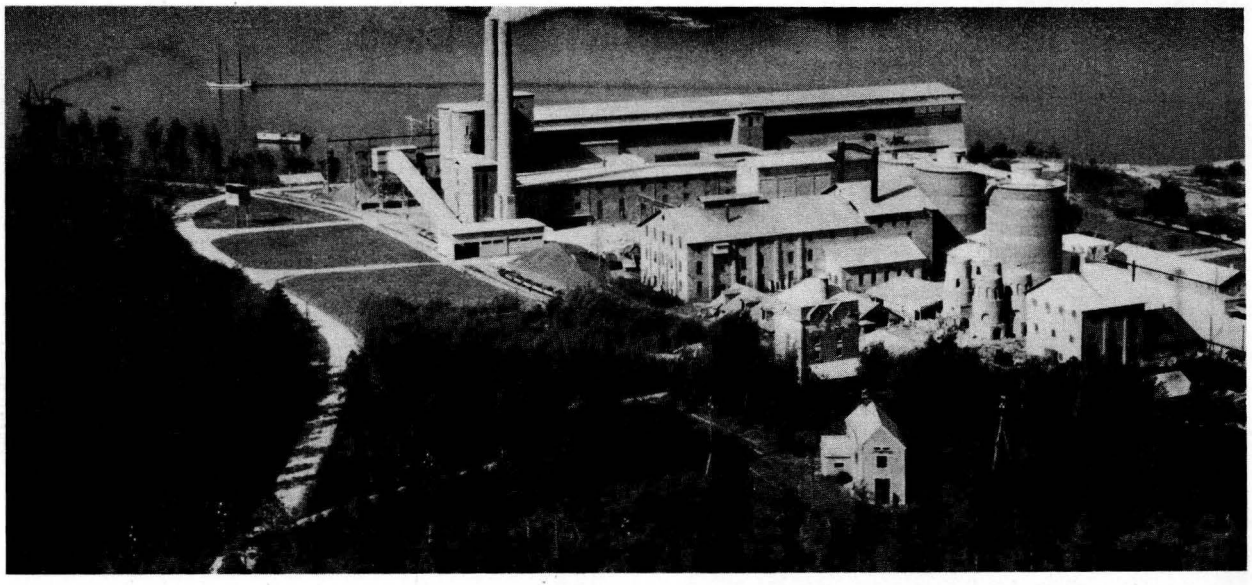


Fig. 78. Flygfoto över Hällekis cementfabrik. I förgrunden ses den numera rivna schaktugnsanläggningen (de fyra tornen), bakom densamma den första roterugnsanläggningen, f. n. tagen i bruk för betongklinker-bränning. I den långa byggnaden närmare sjön äro de nya roterugnarna inrymda.

Cementets förmåga av hårdnande beror på de under bränningen bildade cementmineralens egenskap att reagera med vatten under avskiljande av kalkhydrat och samtidig nybildning av en gelartad, vattenhaltig kalksilikatsubstans, som tillika med kalken sammanklibbas till en hållfast massa.

Cement har under årens lopp fått en allt vidsträcktare användning, och produktionen har visat en utomordentlig stegring. Räknat i fat om 170 kg netto var tillverkningen 1893 25,950, 1900 90,030 fat. Under åren 1910—1919 var motsvarande genomsnittssiffra 211,260 fat. Produktionen under perioden 1933—1938 framgår av följande tabell:

	Produktion av cement, fat	Produktionens saluvärde, kr.	Brytning av rödsten, ton	Tillsatt sandsten, ton	Tillsatt täljsten, ton
1933	399,824	1,695,172		2,205	
1934	619,235	2,825,447	146,388	2,901	11,331
1935	687,658	2,750,704	158,396	1,153	13,026
1936	905,620	4,256,877	243,547	3,570	20,124
1937	1,110,606	5,126,001	266,100	3,982	24,701
1938	1,248,238	6,045,591	288,515	5,443	30,860

Antalet i fabriken sysselsatta arbetare uppgick 1938 till 164. I rödstensbrottet utgör motsvarande tal 34 st.

Förhållandena under det pågående kriget ha för cementindustrien medfört betydande svårigheter beträffande bränslefrågan, vilket nödvändiggjort inskränkning i driften och tillverkning av blandcement. För eldningen användes f. n. förutom stenkol, träkolstybb och torvpulver. Ett projekt att använda även gas från Flottans skifferoljeverk har ännu icke realiserats.

För att utdryga cementet har man vid samtliga fabriker i landet tillverkat blandprodukter med varierande tillsatsmaterial, s. k. E-cement. Detta är alltså icke någon för alla fabriker likartad standardiserad produkt. Såsom tillsats användes på olika ställen basisk masugnsslagg, avfall (silikater) från brottet, där detta är anlagt i urkalksten (Forsby), kalksten och sandsten. Den i cementet inmalda främmande beståndsdelen, den s. k. »fillern» utgör i allmänhet c:a 40 %. För tillverkningen nedmales cementklinkern jämte vanlig kvantitet gips ungefär till specialcement-kornstorlek, alltså en finare fördelning än normalt, detta för att hastigare och mera fullständigt kunna utnyttja cementets reaktion med vatten. Därefter inmales det finkrossade tillsatsmaterialet. I Hällekis tillsattes ursprungligen kvartsit, som emellertid orsakade för stort slitage på malnings- och krossanordningarna. Man övergick därefter till kalksten (rödsten ur cementkalkbrottet). På sista tiden har man använt en blandning av lika delar kvartsit och kalksten, vilken tillsättes i en proportion av ungefär 34 à 35 % av det färdiga E-cementet.

Tillverkning av betongklinker.

Ehuru denna tillverkning icke grundar sig på råmaterial ur berggrunden, må den anföras här, då den tillhör Kinnekulle-industrierna. Framställningen av betongklinker är en relativt ny fabrikation knappt 10 år gammal. Metoden är uppfunnen av direktör E. Lindman och rörelsen har bedrivits vid Stavsborg på Svartsjölandet i Mälaren och vid Hällekis, dessutom i Oslo och Köpenhamn. Fabriken i Hällekis var förlagd till den gamla roterugnsanläggningen, vilkens ena ugn användes för ändamålet. Materialet togs av ishavslera vid Tångemyra, SO om Sjöråsviken. Betongklinkern är en porös massa, som uppstår då leran upphettas till begynnande smältning, varvid de i massan hastigt utvecklade gaserna jäsa upp densamma till en pimpstensartad beskaffenhet. Klinkern hölls i tvenne sorteringar av 0—7 och 7—50 mm, betecknade som klinkersand och klinkersingel. Genom inblandning av klinker i betongen ökas dennas värme- och ljudisolering i hög grad, samtidigt som likväl hållfastheten är hög. Särskilt för ljudisolering i bjälklag har klinkern funnit stor användning. Fabriken installerades 1932—1933.

	1935	1936	1937	1938
Produktion, kbm	12,743	8,384	8,195	10,645
Saluvärde av produktionen, kr	140,174	104,804	102,438	133,063

Fabriken sysselsatte 1938 c:a 20 arbetare. På grund av konjunkturerna under kriget inställdes driften i slutet av 1940. Lokalerna utnyttjas i stället för bränning av s. k. Si-stoff för inmalning i cement till s. k. pansarcement, en specialblandning med hög motståndsförmåga mot frätning av vatten, vilket emellertid endast tillverkas vid anmodan.

Stenindustri.

För byggnads- och ornamentändamål användbar kalksten förefinnes i den över alunskiffern samt ceratopygekalk och graptolitskiffer belägna ortocerkalken. I denna urskiljer man underst den c:a 20 m mäktiga »*undre rödstenen*», varpå följer c:a 1.5 m grå kalksten, den s. k. »*täljstenen*», vidare röd kalksten, den s. k. »*övre rödstenen*» samt en grågrön eller rödbrun kalksten, den s. k. »*leverstenen*», de båda sistnämnda tillsamman c:a 31 m. Den användbara kalkstenen utgöres av isolerat liggande lager, vilka förekomma inom täljstenen samt inom de närmast angränsande delarna av de över- och underliggande röda kalkstenarna. För att åtkomma de dugliga lagren måste även den mellan- och överlagrande kalkstenen borttagas. Procenten duglig sten i brotten blir därför mycket liten, enligt uppgift på platsen c:a 15 % av det brutna. Enligt G. Holm kunna högst 18—22 % betraktas som fullgod sten. Följden härav är, att vid brytningen en stor kvantitet vraksten

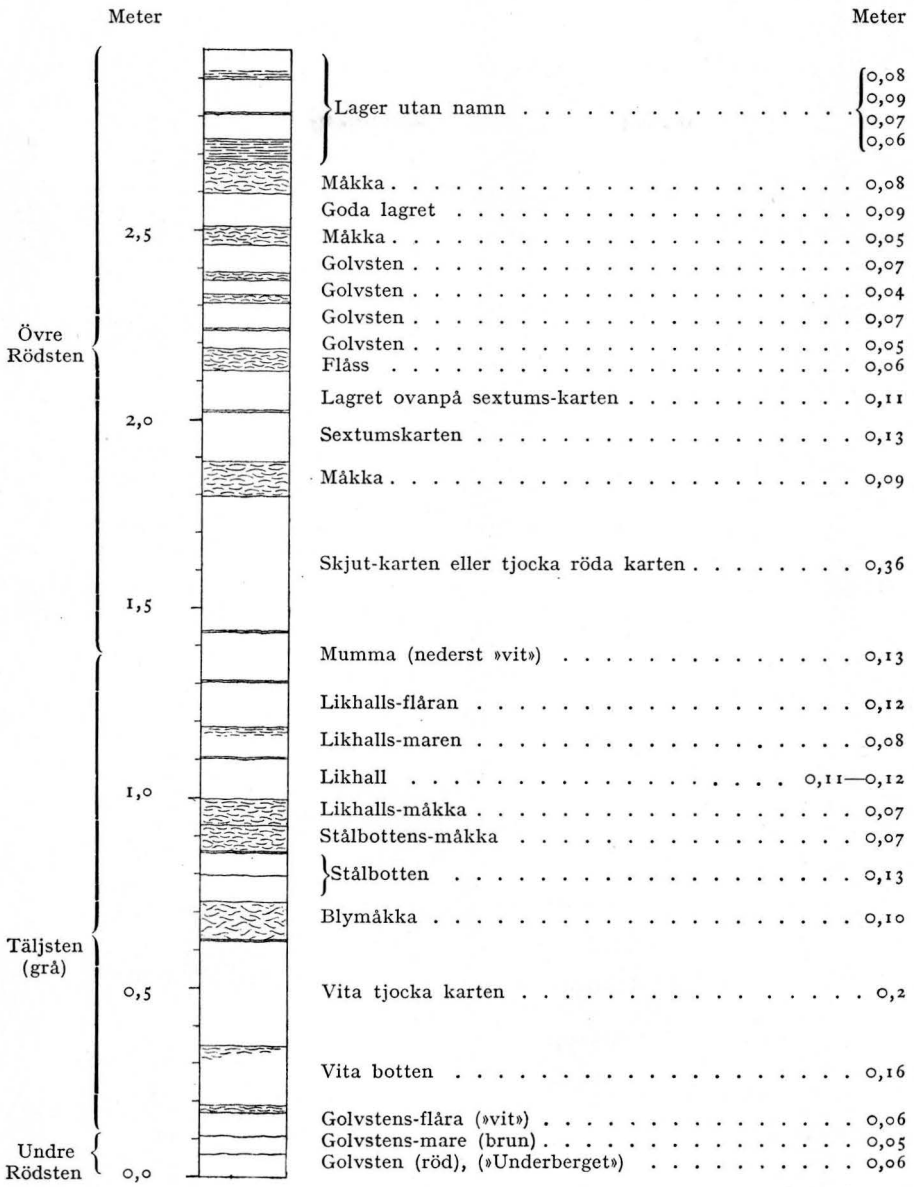


Fig. 79. Profil i Råbäcks gamla kalkstensbrott. — Efter Holm.

uppkommit, vilken kvarlämnats och starkt belamrar den zon omkring berget, i vilken brotten äro belägna. En förändring i detta avseende har under senare år inträtt i de av Skånska cementaktiebolaget drivna brotten, i det vrakstenen bortforslas och användes i cementtillverkningen.

Då lagren ligga i det närmaste horisontellt, har man vid brytningen varit bunden vid den zon, där täljstenen går i dagen eller ligger relativt ytligt.

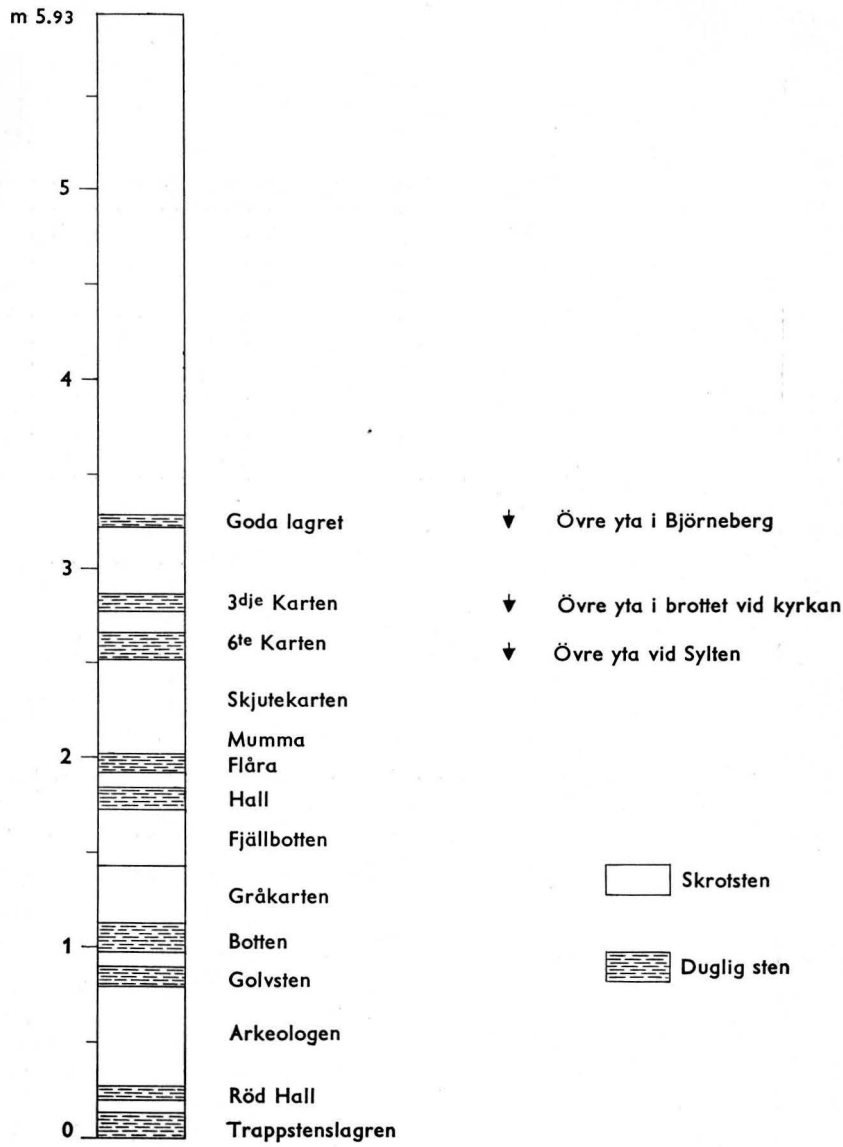


Fig. 80. Profil genom lagren i Kultums brott. Enligt uppgifter från Hällekis Aktiebolag.

Denna zon sträcker sig något ovanför kalkkleven runt hela berget med undantag för bergets norra sida, där jordbetäckningen är mäktigare och jordschaktningen skulle bli för kostsam.

De kalkstensskikt, som äro dugliga, äro till sin beskaffenhet och skikttjocklek i allmänhet mycket likartade i brotten runt berget. De ha av stenhuggarna erhållit vissa benämningar, som framgå av de å fig. 79 och 80 återgivna profilerna, vilka referera den förra till den av G. Holm uppmätta

lagerserien i Råbäcks brott, den högra till en av ingenjör E. Sandelin, Hällekis, upprättad profil i Kultums brott, som utvisar de där f. n. tillgodogjorda lagren.

Det bästa lagret är *»likhallen»* med en mäktighet av 10—12 cm; det kan dock bitvis vara odugligt. Av fullgod beskaffenhet äro även *»likhallsflåran»* med samma tjocklek som eller något tunnare än »likhallen» samt *»vita botten»*, den senare 15—16 cm och det tjockaste av de bästa täljstenslagren. Ävenledes användbara, men mindre goda och pålitliga eller på grund av mindre tjocklek av begränsad användbarhet äro: *»Vita tjocka karten»* eller *»grå karten»*, som är 28—30 cm tjock, men ofta såsom t. ex. i Råbäcksbrotten oduglig, enär den klyver sig i tre skikt; i andra brott användes den för grövre arbeten ex. socklar och foderkrubbor. *»Likhallsmaren»*, högst 8 cm är ofta fast och tät och då användbar, så vida den icke är fastvuxen vid »likhallen», vilket ofta är fallet. *»Stål»-* eller *»fjällbotten»*, sammanlagt 13—25 cm, delar sig i två skikt och är användbar. Även det lägsta av de grå lagren, »golvstensflåran», 6—9 cm tjockt, brukar vara av fast och god beskaffenhet. Övriga grå lager, *»mumma»*, *»likhalls»-* och *»stålbottensmåkka»* eller *»flåsser»*, som de även benämnas samt *»bly-»* och *»fjällbottensmåkka»* äro märgliga och odugliga.

De övre röda lagren benämnas ofta med ett gemensamt namn *»röd kart»*. *»Tjocka röda karten»*, 30—36 cm, och *»6-tumskarten»*, 13—20 cm, klyva sig vardera vanligtvis i två eller fyra skikt och äro i stor utsträckning användbara; stycken kunna erhållas med en skikttjocklek av 15, undantagsvis 25 cm. *»Goda lagret»* är av tät beskaffenhet, men samtidigt relativt mjukt och lätt att hyvla slätt, varav det torde ha fått sitt namn. Jämte de nämnda äro även andra lager bitvis användbara, dock på grund av den ringa skikttjockleken huvudsakligen till golvsten. Största delen av den övre röda kalkstenen och i regel allt, som ligger över »goda lagret» är emellertid odugligt.

Av de undre röda lagren äro *»golvstensmaren»* och *»golvstenen»* vanligen dugliga, men lämnas ofta kvar på grund av svårigheten att klyva dem isär. Av djupare lager äro *»röd botten» och »undre röd botten»*, 18—19 cm tjocka, båda användbara. Det förra klyver sig stundom i två skikt, av vilka det undre är det bästa av de röda lagren. Det senare, som saknar klov, är det tätaste och bästa av de tjockare röda lagren. Ö. om Skattetomten brytes nu till c:a 1 m under täljstenen och utvinnas ytterligare tre dugliga lager med omkring 10 cm tjocklek vardera.

De för lagren använda benämningarna äro säkerligen till största delen mycket gamla och härleda sig från i folkspråket förekommande ord, vilka angiva något för respektive lager karakteristiskt, exempelvis *mare* eller *maren* ur marig eller maruger, *flåsa* = tunn flisa eller skiva, *måkka* = orenlighet, *flåss* = lugg eller lösa uppstickande trådar på vävnader (jmf. flossa-mattor) och flossna upp = åtskiljas, upplösas, refererar till märgliga och skiffriga lager som lätt klyvas och smulas sönder, *kart* = omoget, refererar sannolikt till stenhuggarens föreställningssätt, att lagren ännu ej hunnit mogna. *Likhallen* (= häll som lägges över ett lik) kallades så på grund av sin användning till de stora, rektangulära, horisontellt liggande, ofta på översidan rikt skulpterade gravhällar, som fordom brukades. Till detta ändamål lämpade sig lagret synnerligen väl icke blott genom sin lagom stora tjocklek, sin fasta och sega beskaffenhet jämte sin frihet från klov, utan även och framför allt genom sin motståndsförmåga mot vittring. Då inom Sverige för övrigt knappast mer än på Öland och Gotland kalkstenar förekomma, vilka ägna sig för ifrågavarande ändamål, försiggick sannolikt tidigare på Kinnekulle en betydande tillverkning av detta slag.

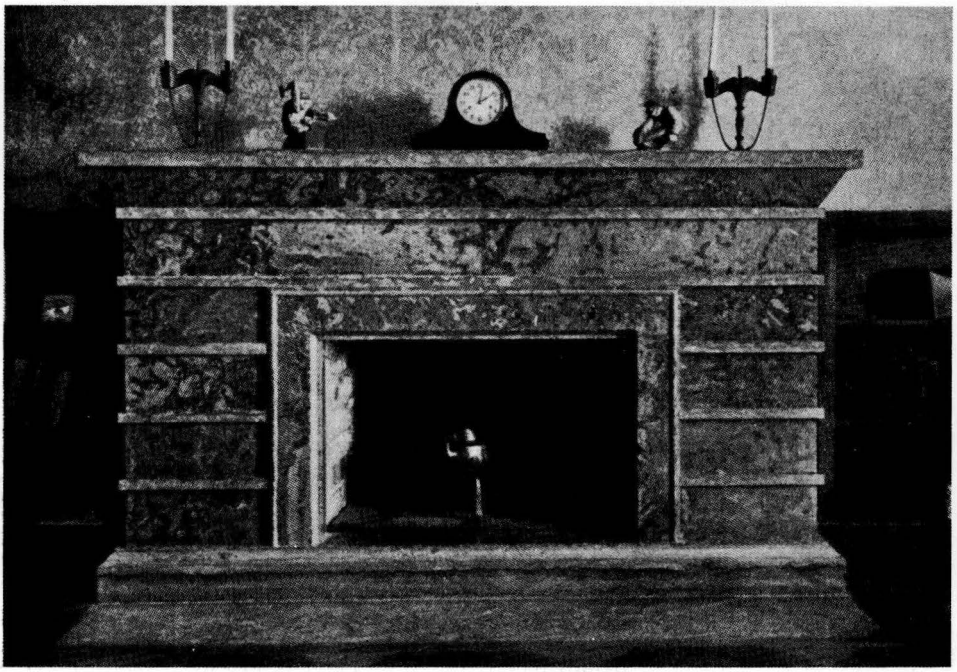


Fig. 81. Öppen spis, utförd i flammig »Kinnekullemarmor».

De ovan meddelade måtten på skiktens tjocklek referera till avståndet mellan de skrovliga skiktytorna. Vid hyvling bortgå en eller annan centimeter. Av Kinnekulle-kalkstenen kunna därför plattor i regel icke erhållas tjockare än 15 cm. Däremot möter det ingen svårighet att få stor längd och bredd. Brytningen underlättas nämligen dels av de märgliga skiktfogarna, efter vilka lagren vanligen med lätthet låta klyva sig, dels av förklyftningssprickor, av arbetarna kallade »mellor», som vertikalt genomsätta skiktkomplexen och uppdela den i breda, pelarformiga partier, s. k. »kistor». Tack vare förklyftningsprickorna äro stenbrottens väggar lodräta och släta med skarpa, utspringande hörn. I närheten av klevbranten äro sprickorna på grund av lagrens sättning utvidgade, vartill det nedträngande dagvattnet bidragit genom sin lösande förmåga. Längre inåt berget äro de mindre kraftigt utbildade och ha t. o. m. nästan helt kunnat saknas, vilket vanligen varit fallet på Österplana hed (omkring kyrkan) och Österplana vall (SV om Örnekulla). Där så är förhållandet, måste rännor huggas på skiktytorna och lagren med hjälp av stämjärn och hammare delas i plattor av önskad storlek.

Kinnekulle-kalkstenen har en jämn och vacker grå eller röd färg. Den visar ej tendens att mörkna eller changera i ytan. Under de sista åren har man i Gössäters stenhuggeri genom att vid sågning av plattor insätta sågsnitten så, att de träffa i stenen befintliga skikt med inlagringar av olikfärgad beskaffenhet, åstadkommit nya, synnerligen vackert flammiga kvaliteter

av grå, gråbrun och röd färg, vilka utgöra ett värdefullt tillskott till våra stenindustrialster. Man standardiserar i Gössäters stenhuggeri 6 olika kvaliteter, vilka kunna hållas konstanta på grund av lagrens likformiga beskaffenhet. Den flammiga stenen erhålles i den s. k. »botten», någon gång även i likhallen. Däremot synes motsvarande utbildning av stenen icke vara förhanden i brotten på västra sidan av berget.

Kalkstenen har en mycket mångsidig användning. Förutom till fasader, portaler, fönsterinfattningar, socklar, trottoarsten och andra yttre byggnadsändamål användes den till trapp- och golvsten, vidare till brunnshällar och foderkrubbor. Stor avsättning har stenen även fått i polerat tillstånd för fönsterbänkar, diskbänkar, för tillverkning av diverse ornament- och prydnadsföremål såsom urnor, öppna spisar, lampstativ, bordsskivor m. m. Även rikt skulpterade plattor utföras ex. f. n. för det under uppförande varande Södra Krematoriet i Stockholm och för gravstenar.

Under tidigare skeden har även den övre, grå ortocerkalken eller *»leverstenen»* funnit någon användning för stenindustriellt ändamål. Den är emellertid mindre motståndskraftig mot atmosfärilierna och kan endast erhållas i 6—8 högst 9 cm tjocka skivor. F. n. synes den icke alls användas.

Även sandsten har tidigare bearbetats i större utsträckning. Den n. v. förarbetningen därav är emellertid obetydlig (jfr kap. om sandsten).

I mindre skala torde stenindustri ha bedrivits av ortsbefolkningen å Kinnekulle sedan urminnes tid. En mera rationell industri uppstod dock först under mitten och senare delen av 1800-talet i och med anläggandet av de mekaniska stenhuggerierna. Trenne större sådana ha tidigare varit i verksamhet, nämligen vid Hällekis, Råbäck och Gössäter. Av desamma har Hällekis stenhuggeri nedlagts och dess verksamhet överflyttats till Gössäter. Förutom dessa har ortsbefolkningen och mindre företagare ägnat sig åt verksamheten. 1938 voro följande företag i gång: *Gössäter* (Skånska cementaktiebolaget), som bryter i brotten vid Kultum, Björneberg och Sylten å östra sidan av berget. Stenhuggeriet har moderna såg-, hyvel- och poleringsanordningar. *Råbäck,* brytning i brotten NV om Medelplana kyrka. Stenhuggeriet är sedan 2 à 3 år tillbaka utrustat med maskiner för sågning, hyvling och polering. *Thors stenhuggeri* och *Bröderna Gustavsson* SV om Gössäters station, vilka dock bedriva rörelsen i mindre skala. Maskinella anordningar finnas i viss utsträckning i det förra, vilket företag bryter sten vid Torsberg å östra sidan av berget och vid Västerplana. *Bröderna Gustavsson* bryta och bearbeta sten i ett brott invid Kultum, söder om Gössäter. Maskinella anordningar saknas, och sågad sten köpes i viss utsträckning. Beträffande stenhuggerierna må följande historiska data meddelas:

Hällekis mekaniska stenhuggeri, det äldsta och länge det enda på Kinnekulle och överhuvudtaget ett av de äldsta stenhuggerierna i landet, anlades 1857. Där bedrevs under 1860—1880-talen en livlig verksamhet, som emellertid senare gick tillbaka. 1896 sysselsattes endast 1 à 2 man. 1904 nedlades stenhuggeriet definitivt och flyttades rörelsen över till Gössäter.

Gössäters stenhuggeri anlades 1877 av L. W. Kyhlberg. Det övergick 1899

till Hällekis aktiebolag, vilket i sin tur 1913 övertogs av Skånska cementaktiebolaget. Verksamheten bedrevs kontinuerligt i tämligen stor skala till omkring 1920, då den hade gått starkt tillbaka. Enligt beslut under detta år avsågs rörelsen att nedläggas, men kom detta aldrig i verkställighet. Under 1930-talet har verksamheten tack vare livligt intresse från disponenten N. Danielsens sida och skicklig ledning av ingenjör Augustsson, n. v. föreståndaren för huggeriet, kraftigt utvecklats och är f. n. av betydande omfattning.

Råbäcks stenhuggeri anlades 1888 av frih. C. Klingspor och har sedan dess varit i kontinuerlig verksamhet.

Otto Undén stenhuggeri, som var beläget strax söder om Gössäters stenhuggeri, anlades i början av 1900-talet och bedrev till för några år sedan verksamhet i mindre skala.

Storleken och ungefärliga värdet av produktionen i de olika företagen 1933—1938 framgår av nedanstående tabell, som även angiver ungefärliga antalet f. n. sysselsatta arbetare i stenhuggerierna.

	Gössäter		Råbäck		Thor		Bröderna Gustavsson	
	bearbetad sten, ton	saluvärde kr	bearbetad sten, ton	saluvärde kr	bearbetad sten, ton	saluvärde kr	bearbetad sten, ton	saluvärde kr
1933	555	56,218					c:a 125	15,000
1934	892	122,176					» 125	15,000
1935	1,239	179,183		c:a		c:a	» 150	18,000
1936	1,214	149,592	c:a 400	45,000	c:a 200	25,000	» 350	43,000
1937	1,345	164,856					» 450	60,000
1938	1,690	185,860					» 350	43,000
Arb. i stenhugg.	46 man		16 man		9—10 man		12 man	

Den sammanlagda kvantiteten bearbetad sten vid stenhuggerierna och det totala försäljningsvärdet därav uppgick under 1938 till c:a 2,640 ton och c:a 298,800 kr. Antalet i brotten och i stenhuggerierna sysselsatta arbetare utgjorde c:a 115 man.

I Skånska cementaktiebolagets brott brötos under 1934—1938 följande kvantiteter sten:

	1934	1935	1936	1937	1938
Kvantitet bruten sten, ton	13,251	15,399	22,838	27,733	34,360
Därav vraksten för cementfabriken, ton	11,331	13,026	20,124	24,701	30,860

Såsom framgår av tabellen är procenten vraksten mycket stor, varierande mellan 84.6 % till 89.8 %.

Kalkstenens innehåll av $CaCO_3$ varierar enligt analyser, benäget meddelade av Hällekis aktiebolag, mellan 81.4 och 90.8 %. Medeltalet av 15 utförda analyser å olika lager i den brutna profilen i Kultums brott är 86.1 % $CaCO_3$.

Sammanställning av saluvärdet av produktionen och antalet sysselsatta arbetare i Kinnekulles industrier 1933—1938.

	Kalkbränning		Skifferoljeind.		Cementind.		Stenind.		Betongklinker	
	kr.	arb.	kr.	arb.	kr.	arb.	kr.	arb.	kr.	arb.
1933	512,990				1,695,172					
1934	607,670		c:a	upp-	2,825,447		207,176			
1935	669,460	c:a 266	60,000 kr.	tagna	2,750,704		267,183	100 à	140,174	
1936	694,115		per år	å kalk-	4,256,877		262,592	115	104,804	
1937	737,435			bränning	5,126,001	c:a 198	294,856		102,438	c:a 20
1938	771,695				6,045,591		298,800		133,063	

För 1938 uppgick det totala saluvärdet, med undantag för sandsten, som icke upptagits i tabellen, då största delen därav ingår i siffrorna för cement och stenindustri, till 7,309,150 kr och samtidigt sysselsattes c:a 600 arbetare i fabriker, huggerier och stenbrott.

Arbetsstyrkan i Flottans skifferoljeverk sysselsatte under 1942 omkr. 300 man i verket och skifferbrottet. Om årsproduktionen föreligga ännu inga uppgifter.

Jordlagren.

Av S. Johansson.

De lösa avlagringarna eller jordarterna hava alla, om vi undantaga de biogena sedimenten gyttja och torv, uppkommit på ett mer eller mindre direkt sätt ur den fasta berggrunden, som sålunda med skäl kan betecknas som jordarternas moder. Detta gäller särskilt för vårt land eller i allmänhet för områden som under sen tid varit nedisade, där markvittringen icke medhunnit någon mera genomgripande omdaning av jordartsmaterialet. Våra jordarter kunna i allmänhet betraktas som mer eller mindre finfördelat, krossat eller malet material från berggrunden med de kemiska och fysikaliska egenskaperna bestämda av mineralsammansättningen, vilken står i överensstämmelse med berggrundens, ävensom av graden för bergartsmaterialets finmalning.

Huru Kinnekulles växlande berggrund influerar på jordarternas beskaffenhet och på deras bördighet är markant. Mest slående är kontrasten mellan de magra jordarna på sandstensterrassen, vilka huvudsakligen bestå av steril kvartssand från sandstenen, och de på närmast högre terrass liggande, bördiga, av lerigt och kalirikt alunskiffermaterial bestående jordarterna.

Utanför Kinnekulle är det järngnejsen som lämnat jordartsmaterialet. Denna har så stor utbredning i västra Sverige, att så gott som allt material hos områdets jordarter vilande på urbergsgrund uppkommit av järngnejs. I de grå varieteterna av gnejsen ingår rikligt det kaliförande glimmermineralet biotit. Då detta mineral är den för vegetationen viktigaste kalikällan, och då dessutom gnejsen lätt söndersmulas och glimmern vid den naturliga sorteringen i grövre och finare sediment anrikas i den finare fraktionen, alltså i lerorna, komma dessa att karakteriseras av en relativt hög halt av biotit. Det förefaller därför ganska rimligt, om den genom en stor mängd fältförsök konstaterade frånvaron av kaliverkan vid de västsvenska lerornas gödsling med kalisalter sättes i samband med hög halt av biotit, härstammande från den biotitrika järngnejsen.

Jordarternas fysikaliska karaktärer åter stå i ett närmare samband med deras bildningssätt än med arten av den berggrund varav de uppstått. Här är det materialets kornstorlek och särskilt halten av leriga beståndsdelar, som är det väsentliga, och som i första hand bestämmes av bildningssättet. Av materialets beskaffenhet och av avlagringsförhållandena kan man omvänt sluta sig till de geologiska processer, som varit verksamma, och rekonstruera områdets kvartärgeologiska historia.

Den jordart, som vi kalla morän, lämnar jämte refflorna bevis för att vårt land överskridits av en inlandsis. Det vanligen i åsar liggande vattensorterade gruset är strömavlagringar i istidens smältvattensälvar och angiver genom sitt läge den avsmältande landisens dräneringssystem. De ofta många meter mäktiga lerorna bestå av det finare slam, isälvarna fört med sig och som först kunnat komma till avsättning utanför den mot norr vikande iskanten, på botten av ett öppet hav. På den tiden var nämligen landet nedtryckt så att havet stod betydligt högre än nu, det nådde då högt upp på Kinnekulles sluttningar. Med ett gemensamt namn kallas de under istiden bildade jordarterna glaciala eller, om särskilt skall betonas att de utbildats i samband med den sista landisens avsmältning, senglaciala.

Befriat från de tryckande ismassorna höjde sig landet. Havet drog sig tillbaka. Höjningen gick hastigt i början, sannolikt omkring 10 m på hundra år men med en småningom allt mer avtagande hastighet. Helt i jämvikt har jordskorpan ännu ej kommit efter detta under istiden utförda belastningsexperiment. Ehuru många tusen år förflutit sedan trycket avlastades, höjer sig landet ännu något, fast endast med några få decimeter pr århundrade i dessa trakter. (Vid Vänersborg omkring 30 cm.)

De under landhöjningsepoken under postglacial tid utbildade jordarterna bestå av genom havsvågorna omlagrat glacialt material, avlagrat som strandbildning eller bottenfält längre ut i havet som lera. Intill vattendragen ligger av rinnande vatten transporterat material. Dessa postglaciala avlagringar bilda blott ett obetydligt täcke, endast här och var överlagrande de glaciala jordlagren. Dessa senare utgöra kvantitativt den ojämförligt största delen av de lösa avlagringarna trots att de utbildats på jämförelsevis kort tid, ett förhållande som i sin mån är ägnat att belysa våldsamheten hos de krafter, som under den glaciala tiden utlöstes.

Glaciala bildningar.

Allmän översikt över områdets glaciala geologi.

Mycket ofta påträffas såväl inom detta kartbladsområde som söder härom två moränbäddar. Dessa bäddar kunna antingen ligga direkt på varandra, vilket iakttagits i en skärning på Kinnekulle vid Hällekis kalkbrott, där gränsen mellan de båda moränerna var mycket tydlig (fig. 82 sid. 133), eller också kunna de båda moränerna mellanlagras av rullstensgrus eller lera eller av båda leden tillsammans. Det verkar som om den vanliga lagerföljden vore duplicerad, som om en ny isframryckning träffat området och som om denna nya landis lagt sina tillhöriga bildningar ovanpå de gamla. Icke överallt påträffas dessa båda serier, vanligast är att, då landisen sista gången skred fram över området, alla spår av den äldre sedimentserien bortsopats. På enstaka ställen åter igen har t. o. m. tre moränbäddar iakttagits.

Det har antagits, att då iskanten vid tillbakaryckandet kom till vårt kart-

område eller området närmast söder härom, inträdde en tillfällig klimatförsämring, som åstadkom stillestånd av iskanten eller till och med en ny isframskjutning. Stillestånden skulle kännetecknas av utanför iskanten anhopade mäktiga avlagringar av morän och isälvsgrus, de s. k. mellansvenska ändmoränerna, vilka sålunda skulle angiva det exakta läget hos isranden vid denna tid. Dessa ändmoräner hava satts i samband med Raerna[1] i Norge och med Salpauselkä-åsarna i Finland. Enligt lervarvsmätningar skulle stillståndet eller isoscillationen (eventuellt oscillationerna) omfatta en tid av c:a 700 år.

Tidpunkten för detta stillestånd i isavsmältningen har man låtit vara gräns mellan två skeden under avsmältningsepoken, mellan det gotiglaciala skedet och det finiglaciala. Närmare bestämt räknas det finiglaciala skedets början från den tid, då Baltiska issjön sluttappades vid Nordbillingen, vilken händelse inträffade c:a 8,000 år före vår tideräknings början.

Den här konstaterade isframryckningen måste emellertid hava försiggått under ett äldre skede, ty den ofta leriga morän som avlagrades i samband med bortsmältandet av sista landisen har på flera ställen såväl inom kartområdets södra del som långt utanför och söder om kartbladsgränsen, befunnits ligga under många meter mäktig lera av säkert gotiglacial ålder, avsatt före tappningsepoken.

Denna övre lerinblandade morän har nämligen påträffats på ett stort antal ställen på Västgötaslätten så långt söderut som till Varatrakten och har dessutom ofta iakttagits ligga på mäktiga lerlager. Detta gör antagandet av en stor regional överskjutning sannolikare än antagandet av en mängd upprepade isoscillationer med i så fall långvariga stillestånds lägen.

Så långt norrut inom detta transgressionsområde som vid Ledsjö kyrka har en mäktighet av ända till 30 m hos denna submoräna lera iakttagits. Visserligen var här leran av den framryckande isen hopskjuten i en vall, men för att sådana kraftiga lervallar skola kunna bildas måste en lerbädd av relativt stor mäktighet hava överskridits. I varje fall synes det vara ofrånkomligt att lerans tjocklek måste varit större än vad som motsvarar tjockleken av en lerbädd, som skulle kunnat bildas under den relativt korta tidsrymd, som måste antagas hava förflutit under isoscillationen inom denna nordligaste del av det flera mil breda transgressionsområdet, eller endast en bråkdel av de antagna 700 åren.

Då isen skred över en mäktig lerbädd sköt den framför sig lerskollor till en vall, och då denna nått tillräcklig storlek gled isen i stället över den hopskjutna lervallen för att på den andra sidan påbörja samma process. Om å andra sidan antages att vallarna hopskjutits vid upprepade isframskjutningar under en allmän regression, kan icke förekomsten av morän på vallarnas distalsida förklaras, ej heller synes det möjligt, att ett tillräckligt mäktigt lerlager mellan varje isframstöt skulle hinna avsättas.

Den förnyade isframryckningen måste hava föregåtts av en tidsperiod

[1] Enligt nyare undersökningar anses Oslo-Raerna vara betydligt äldre än Salpauselkä-stadiet.

då klimatet icke var glacialt, som vore att vänta om en inlandsis legat i närheten, utan tvärtom ganska tempererat att döma av den pollenflora, som påträffats i avlagringar liggande under den leriga moränen. Inom här ifrågavarande kartområde hava växtfossilförande sandavlagringar tillhörande avloppssedimenten från Baltiska issjön iakttagits och då det icke är möjligt att en vegetation som enligt pollenanalysens vittnesbörd utgjordes av tall, björk, al, gran, och hassel, kunde växa strax utanför en iskant eller ovanpå landisens yta, återstår endast att antaga, att dessa växtfossil inbäddats i sediment som bildades före den sista isframryckningen och som av de eroderande avloppsströmmarna ånyo blevo uppslammade och omlagrade.

Under den sista isavsmältningen har här en geologisk faktor vid sidan av de vanliga varit verksam vid jordarternas bildning. Jämte de vanliga grus- och sandavlagrande isälvarna hava strömmar av en större storleksordning rått i havet utanför iskanten. Dessa hava orsakats av avloppsflöden från den väldiga Baltiska issjön, på ett tidigare stadium sannolikt från en stor isdämd sjö öster om Billingen, vilken såsom det antages haft sitt avlopp under isavsmältningen över Falbygden ut i västerhavet. Baltiska issjön har avtappats genom en tappningskatastrof vid Billingens norra ände.

Vissa grus- och sandfält inom vårt kartområde angiva genom sitt förekomstsätt och genom att gruset ofta är skifferförande till skillnad från de äkta isälvsavlagringarna på platsen, att materialet är transporterat av havsströmmar, som berört Billingen, varifrån skiffern bevisligen härstammar. Likaså visar beskaffenheten hos den mäktiga gotiglaciala leran en variation i mekanisk sammansättning olika nivåer emellan, som är avvikande från den vanliga regeln med avtagande kornstorlek ju högre upp i lagerserien vi komma. Bankar av magrare och fetare lera omväxla här regellöst i en lerprofil, vilket bäst kan förklaras genom antagandet att bottenströmmar av varierande styrka och med stort utbredningsområde väsentligt inverkat på sedimentationen i havet.[1]

Isrörelsens riktning.

Även under avsmältningsepoken rörde sig ismassorna ut mot de perifera delarna med en viss hastighet, som varit olika i olika partier av isen. Huru stor hastigheten har varit, saknar man möjlighet att bestämma, men i vilken riktning den försiggått, därom har man många kvarstående vittnesbörd.

Av de av isen avslipade hällarnas form och längdutsträckning kan isrörelseriktningen ungefärligt bestämmas till NNO—SSV. Till samma resultat kommer man, om, som med fog kan göras, Kinnekulles ovala massiv betraktas som resultat av iserosionen, då dess längdaxel alltså bör samman-

[1] För en närmare redogörelse än som i denna beskrivning kan lämnas av nu nämnda företeelser, dels av dem som äro förbundna med en nedisning före den sista, dels av dem, som stå i samband med avlopps- och tappningsströmmar från Baltikum, måste hänvisas till tvenne uppsatser i Geologiska Föreningens Förhandlingar:

Simon Johansson. Baltiska issjöns tappning. G. F. F., Bd 48, H. 2, 1926.
» » Senglaciala och interglaciala avlagringar vid ändmoränstråket i Västergötland. G. F. F., Bd 59, H. 4, 1937.

falla med isrörelsens huvudriktning. Uppmäter man på kartan längdaxelns riktning erhålles gradtalet N 24°O, vilket värde alltså anger den förhärskande isrörelseriktningen, att märka icke blott under själva avsmältningen från området utan under en tid förut, då huvuddragen i Kinnekulles topografi utformades. Nämnda riktning sammanfaller fullständigt med förkastningslinjernas förlopp inom området, ett samband som nog icke är en ren tillfällighet utan får tolkas så, att under nedisningens sista skede ismassorna länkats efter de stora dragen i områdets topografi, vilka som vi sett bestämts av förkastningarna.

Inom landisens mera perifera delar i iskantens närhet påverkas isrörelsen i hög grad av de topografiska detaljerna. Ett intressant studium härav erbjuder sig, om man närmare granskar riktningen hos drumlinskullarna på Kinnekulle; dessa angiva nämligen noggrant rörelseriktningen hos ismassorna strax innanför iskanten. På kartan äro dessa drumlinsryggar detaljerat utlagda med rader av prickar, markerande själva krönet hos ryggarna. På läsidan av Högkullen och likaså inom de norra delarna av berget sammanfaller deras riktning i det allra närmaste med riktningen hos Kinnekulles längdaxel. En uppmätning giver gradtalet N 20°O. En avvikande riktning hava ryggarna på sidorna och strax norr om Högkullen; man kan här av dessas riktning tydligt se, huru ismassorna inför diabasklackens hinder dirigerats åt väster och öster, och väl komna förbi hindret hava de åter från båda hållen slutit tillsamman; både på västra och östra sidan om diabasen peka drumlinsåsarna in mot de i lä av Högkullen liggande åsarna. Ismassornas rörelseförhållanden likna här fullständigt dem hos rinnande vattenmassor, som vräkas undan av ett hinder i sin väg och, då hindret är passerat, åter sluta sig samman.

Liksom drumlinskullarna angiva även de i hällarna ingraverade refflorna isrörelsen hos de perifera delarna av landisen. Refflorna härleda sig nämligen i allmänhet från allra sista momentet i landisens åverkan på berggrunden; endast undantagsvis kunna äldre refflor vara bevarade. De på kartan utsatta reffelriktningarna angiva därför i allmänhet rörelseriktningen hos landisen intill själva iskanten, och på denna hava de topografiska förhållandena liksom också själva iskantens in- och utbuktningar till en viss grad inverkat, varför rätt avvikande reffelriktningar kunnat konstateras.

Inom kartans nordöstra område NO om Kinnekulles nordspets råder en reffelriktning, som överensstämmer med den förut funna isrörelseriktningen på Kinnekulle, nämligen N 20°O med variationer mellan N 10°O och N 25°O. Längre mot söder på östra sidan av Kinnekulle kan man i refflornas riktning spåra Kinnekullemassivets inverkan. Den framskridande landisen har av Kinnekulle avlänkats i en N—S-lig riktning med till och med någon dragning mot väster. Öster om Vedum finnas refflor, som angiva en isrörelse så västlig som N 15°V, vilken riktning nog får anses bero på en inbuktning av iskanten i denna trakt. Inom detta område öster om Kinnekulle hava dock refflor påträffats med den normala NNO-liga riktningen, vilket reffelsystem antagligen är av äldre datum och utbildats, då iskanten

stod längre söderut, när hela Kinnekulle och omgivande trakt överskreds av is samt ismassornas deviation motverkades av istrycket från sidorna.

På Kinnekulle hava flerstädes refflor iakttagits på de här och var blottade kalk- och sandstenshällarna. Inom bergets östra delar angiva de yngsta refflorna en isrörelseriktning ännu mera västlig än inom angränsande urbergsterräng. Sålunda har i kalkbrotten, som ligga öster om Högkullen, väl utbildade refflor med riktning N 22—25°V iakttagits. På samma plats iakttogos äldre refflor visande den normala isrörelseriktningen N 11°O och N 30° O. Detta äldre system var nära utplånat och framträdde endast som fina repor på läsidan och som grövre nästan utplånade refflor på stötsidan. Dessutom funnos sällsynta refflor med rakt västlig riktning, vilka torde vara de yngsta. På västra sidan däremot finner man, utom den normala reffelriktningen i NNO, refflor med nära ostlig riktning; sålunda hava i norra delen av berget intill sockengränsen mellan Medelplana och Österplana, NO om Kärrgården, nästan rent ostliga refflor iaktagits. Riktningen har bestämts till N 80°O. Denna divergerande isrörelse är naturligtvis förorsakad av det hinder ismassorna mötte i Kinnekulle, som liksom en plog vräkte dem åt sidorna mot öster och väster.

Längre söderut, på sandstenshällen intill järnvägen SO om Råbäcks hamn, hava refflor observerats med riktning N 20°O och på samma häll ett yngre reffelsystem med riktning N 40°O. Samma eller till och med ännu något ostligare reffelriktningar hava iakttagits i gnejshällarna ännu längre söderut omkring Gumsviken. Isströmmen har tydligen inom detta kartområde tagit riktningen åt Kinnevikssänkan. Isen har sannolikt inom Väneområdet varit utsatt för en intensiv kalvning, som åstadkommit en inbuktning av isranden mot norr, varigenom ismassornas mottryck från detta håll minskats, och, då isen rört sig åt det håll varifrån mottrycket var minst, har riktningen blivit starkt ostlig.

På Kållandsdelen observerade reffelriktningar angiva, vad beträffar kustområdet närmast intill Kinneviken, isrörelseriktningar till N 20°O, eller till den för området som normal befunna riktningen. Längre mot väster visa refflorna en ostligare riktning, ända till N 40°O har observerats på en häll SO om Jönslunda i Sunnersbergs socken, och samma riktning visa refflor söder om Arvid-Ersgården i Gösslunda. Förskjutningen av rörelseriktningen från NNO-lig i kustområdet till NO-lig längre mot väster korresponderar med en avböjning i israndens riktning, markerad av moränvallar, som från kustområdet västerut över Kålland går i NV-lig riktning. Vi hava sålunda även här en överensstämmelse med regeln, att isrörelsen inom landisens perifera delar, vilken just angives av reffelriktningen, försiggår i det närmaste vinkelrät mot isranden.

Morän.

Moränens mäktighet.

Det faktum, att inom kartans norra och mellersta områden berggrunden trots densammas relativt jämna beskaffenhet, i stor utsträckning är blottad,

tyder på, att moräntäcket inom detta område är synnerligen tunt. I särskilt hög grad gäller detta för Kålland. Inom Kinnekulles drumlinsområde åter, där landisen mera avlagrat än eroderat, äro moränbildningarna relativt mäktiga.

Moränens sammansättning.

Till övervägande del består moränen av material, hämtat från den närmast anstående berggrunden, sålunda inom gnejsområdena av gnejs i dess olika varieteter, och endast tillfälligtvis påträffas block från mera avlägsna klyftorter, såsom Filipstadsgranit samt sandstenar och porfyrer från Dalarna, m. fl.

Genom de krossnings- och söndermalningsprocesser, som materialet undergått under transporten under ett istäcke så tungt att t. o. m. den fasta jordskorpan intrycktes, har en jordart uppstått, bestående av bergartsfragment av alla möjliga storlekar, intimt omblandade från block till grus, sand och lera, varvid än den ena än den andra sammansättningsdelen kan överväga, allt efter de ingående bergarternas beskaffenhet. I traktens typiska urbergsmorän utgöres huvudmassan av fin sand och mo samt endast obetydligt av finare slam, mjäla och ler, liksom även frekvensen av block i normala fall är liten; blockrik morän hör till undantagsfallen. Betecknande för urbergsmoränen, icke blott här utan i allmänhet, är den obetydliga halten av lerigt material, som vanligen håller sig under 5 procent.

Moränen synes vara av en mycket ensartad sammansättning inom kartområdets gnejsterräng med ringa mängd av de mindre kornstorleksgrupperna från finmo-gruppen räknat och med de grövre korngrupperna till grusets storlek förekommande i ungefär likstora mängder. Urbergsmoränens normala, procentiska sammansättning framgår närmare av nedanstående analys av ett moränprov taget vid Björkelund 1.5 km SV om Götene och 1.5 m under markytan.

Procentisk sammansättning hos typisk urbergsmorän.

Kornstorlek	Grovt grus 20 — 6 mm	Fint grus 6 — 2 mm	Finjord < 2 mm	Grov sand 2 — 0.6 mm	Mellansand 0.6 — 0.2 mm	Grov mo 0.2 — 0.06 mm	Fin mo 0.06 — 0.02 mm	Grov mjäla 0.02 — 0.006 mm	Fin mjäla 0.006 — 0.002 mm	Ler < 0.002 mm
Morän (Björkelund)	12.2	10.9	76.9	29.7	34.5	21.8	6.2	2.7	0.7	4.4

Den ringa halten av fint material tyder på att bildningsprocessen huvudsakligen bestått i en ren krossning, enär vid nötning mycket ler och annat fint material bildas.

En från vanlig urbergsmorän mycket avvikande sammansättning påträffas hos de moränlager som icke ligga på urberget utan underlagras av lera eller av andra grövre sediment. Hos dessa influeras sammansättningen i hög grad av detta underlags beskaffenhet.

På Kinnekulles växlande berggrund växlar också moränens beskaffenhet. En vanligen mera grusig sammansättning än den typiska urbergsmorä-

nen har den morän, som är bildad på bekostnad av den kambriska sandstenen. Liksom moderbergarten utgöres sandstensmoränen nästan uteslutande av kvartskorn och bildar därigenom en mycket mager jordmån. Dess utbredning är naturligtvis bunden till sandstensområdena, och i renaste form förekommer den, där isen en längre sträcka rört sig över sandstensgrund. I sydöstra delen av Kinnekulle, mellan Kleva och Göttorp, består sålunda moränen av ren, mager sandstensmorän och likaså inom det diametralt motsatta området söder om Råbäcks hamn, där även isströmmen skridit



Fig. 82. De två moränbäddarna vid Hällekis kalkbrott. Gränsen är tydligt markerad och utpekas på bilden.

fram över sandstensplatån på en relativt lång sträcka. De övriga på sandstensgrund förekommande moränavlagringarna äro mera uppblandade med främmande material.

De lösa skiffrarna och kalkstenarna, som ingå i Kinnekulles lagerserie, hava däremot givit upphov till en lerig morän. Denna intar dock i förhållande till dessa lösa bergarters utbredning ett mycket begränsat område, huvudsakligen inom Kinnekulles sydliga partier samt söder om och på sidorna av diabasklacken, där de övre lösa skifferlagren och leverstenen lämnat material till en mycket lerig morän. Den leriga moränen bildar, som naturligt är, en fruktbar jordmån, varom också den naturliga vegetationen bär vittne. Härstädes frodas de mera fordrande lövträden, t. ex. hassel, bok, lind m. fl., varigenom dessa områden skarpt sticka av mot de barrskogsbärande, av vanlig lerfattig morän bestående områdena.

För övrigt utgöres moränen på norra och mellersta delarna av Kinnekulle i huvudsak av urbergsmorän, som släpats hit upp från urbergsterrängen. Under den långa transporten har moränmaterialet blivit väl sönderkrossat, med de ingående, påfallande sparsamt förekommande blocken i hög grad kantstötta och repade.

Det vore ju att förvänta att moränen i stället vore lerig, då landisen i sin rörelse uppför berget överskridit både skiffrar och kalkstenar. Förklaringen till denna anomali ligger möjligen i det tidigare omnämnda förhållandet från Hällekis kalkbrott med de här i moränskärningen synliga två moränbäddarna, vardera omkring 2 m mäktiga och varifrån omstående fotografi är taget.

Den undre bädden är lerig i den utsträckning, som kan förväntas, och som vanligt är i lerig morän tätt genomdragen med diagonalt gående sprickor, orsakade av landisens tryck. Den övre moränen däremot har urbergsmoränens vanliga utseende med sparsamt förekommande trycksprickor. Av nedanstående tabell över de båda moränernas procentiska sammansättning framgår närmare, vilken stor skillnad i halten av finare partiklar, som verkligen föreligger.

Den procentiska sammansättningen hos moränbäddarna vid Hällekis kalkbrott.

Kornstorlek	Grovt grus 20 — 6 mm	Fint grus 6—2 mm	Finjord < 2 mm	Grov sand 0.2 — 0.6 mm	Mellansand 0.6—0.2 mm	Grov mo 0.2 — 0.06 mm	Fin mo 0.06 — 0.02 mm	Grov mjäla 0.02 — 0.006 mm	Fin mjäla 0.006 — 0.002 mm	Ler < 0.002 mm
Undre morän, 0.5 m under kontakten	—	1.2	98.8	6.8	24 3	20.3	11.2	9.8	7.5	20.1
Övre morän, 0.5 m över kontakten	3.9	11.6	84.5	19.9	32.7	26.6	10.4	3.3	1.3	5.8

Den markanta skillnaden i sammansättningen hos de båda moränproven tagna på endast 1 m avstånd från varandra visa, att den övre moränbädden innehåller mycket litet material, som upptagits från den undre bädden, då landisen skred fram över denna. Tack vare den leriga beskaffenheten hos denna undre bädd har isen tydligen endast glidit på denna utan att angripa den nämnvärt.

Det synes som om denna förklaring skulle kunna utsträckas till generell giltighet och förklara den onormala moränbeskaffenheten som iakttagits särskilt på norra delen av Kinnekulle. Den undre leriga moränen skulle kunna betraktas som ett skyddande täcke som vid den förnyade isframryckningen gjort berggrunden oåtkomlig för erosion.

En sak av intresse för frågan om vattnets möjligheter att tränga fram i morän av olika beskaffenhet belystes av nämnda skärning. Den övre, lerfattiga moränen är alltigenom rostfärgad. Vattnet kan tydligen om än mycket långsamt röra sig i det trånga porsystemet och omflyta varje par-

tikel. I den undre, starkt leriga moränen däremot, förekom rostutfällning endast å sprickytorna. Den leriga moränen är för tät för vattenrörelse men har i stället i kompensation ett vattenledande spricksystem.

Den ringa blockfrekvensen hos moränen på Kinnekulle har möjliggjort dess uppodlande i stor utsträckning. Uppodling av morän synes man annars omsorgsfullt hava undvikit. Gränserna för icke odlad mark sammanfalla vanligen på det intimaste med moränkonturerna.

Blockrik morän.

Moränåsarna SSV om diabasklacken förtjäna i särskild grad beteckningen blockrik morän. Den mellersta och längsta av dessa åsar, som äro uppbyggda av material hämtat från diabasen, är till den grad blockrik, att blocken liksom ligga uppstapplade på varandra, utan att mellanrummen dem emellan utfyllas av någon grundmassa. Denna ås, som framgår i sockengränsen, har också fått det betecknande namnet Stenåsen. Från den pelarformigt förklyftade diabasen har isen med lätthet utbrutit dessa ofantliga block, som under den korta passagen till avlastningsplatsen icke hunnit bliva vidare sönderkrossade och avnötta, men svårförklarligt är att åsarna å ömse sidor av Stenåsen, som också bestå av diabasmorän, äro normala med hänsyn till blockförekomst. Törnebohm förmodade, att fast anstående diabas skulle finnas under Stenåsen och att just här den spricka i berggrunden skulle vara belägen, genom vilken diabasen en gång trängt upp.

Den vanliga blockfattiga moränen kan lokalt vara blockrik på ytan. Detta är dock en sekundär företeelse och beror på, att havet eller rinnande vatten bortfört det finare materialet men lämnat blocken kvar, som anrikats på ytan, eller att drivisblock lokalt anhopats i stor myckenhet. Sådan på ytan blockrik morän påträffas mångenstädes inom området. Som typiska exempel kunna nämnas sänkorna mellan drumlinsåsarna norr om Högkullen, där rinnande vatten framprepararet blocken i så stor mängd, att odling av sänkorna omöjliggjorts, under det att de omgivande moränryggarna vanligen äro odlade. I sydöstra delen av kartbladet täckas kullar och backsluttningar i vissa stråk med massor av drivisblock, vilket satts i samband med avtappningsströmmar från Baltiska issjön.

Drumlins.

De i isrörelsens riktning utsträckta moränryggar, som betecknas radialmoräner eller drumlins, förtjäna ett något utförligare omnämnande, än vad som skett i det föregående. Så gott som all morän, som är avlagrad på Kinnekulle på det ovanför rödstenskleven varande området, är utbildad som drumlins. I mäktighet och regelbundenhet torde dessa sakna sitt motstycke inom vårt land. Som synes av kartan, ligga drumlinsåsarna tätast anhopade inom Kinnekulles mittzon utefter längdaxeln; de äro också här mäktigast. Åskammarna SSV om diabasklacken torde ligga närmare 50 m över sänkorna emellan dem. Ju längre man kommer från denna mittzon, ju mera avtaga drumlinsåsarna i mäktighet för att i gränsområdena endast uppgå till några meter i höjd. På nordsluttningen äro drumlinsåsarna relativt korta, högst kilometerlånga, men så fort terrängen börjar luta med isrörelsens riktning, alltså SSV om Högkullen, bliva åsarna längre och

uppnå flera km i längd. I sin proximala ände stiga åsarna ganska snart upp till sin högsta höjd; härifrån sänka de sig långsamt antingen i en rak eller en något buktande linje mot den distala änden, tills de så småningom förtona. En ny drumlinsås uppträder alltid i mellanrummet mellan ett par förutvarande, men aldrig i direkt fortsättning på en föregående ås.

Av speciellt intresse är drumlinsryggarnas utbildning i lä av Högkullen. Man skulle a priori kunna vänta sig, att i lä av denna vore avlagrad en svans av morän, bestående av en enda drumlinsrygg med diabasklacken

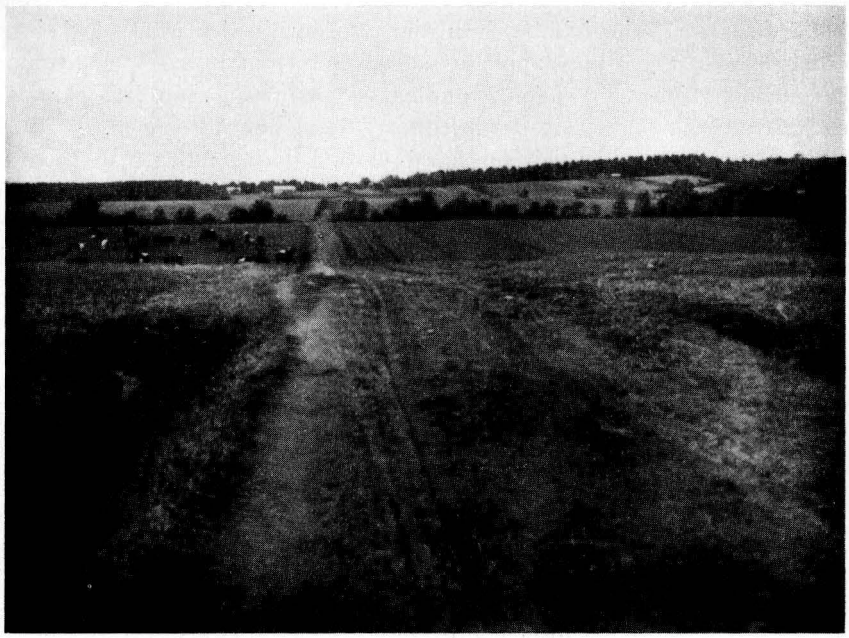


Fig. 83. Drumlinstopografi från Kinnekulle. I bakgrunden den skogklädda Österåsen, som ansluter sig till Högkullens sydöstra hörn.

i den proximala änden, och som från diabasens övre yta så småningom tonade av i isrörelsens riktning. Så är emellertid icke förhållandet. Intill diabasens södra kant ligga på sluttningen några små vallar på kort avstånd från varandra, tydligen strömeroderade, och söder om dessa kommer en djup, oregelbunden sänka, som går i ost—västlig riktning, med kullar av uppstaplade block på bottnen och hålor i ett enda virrvarr. Här har också forsande vatten varit en medverkande faktor till utbildningen. Först söder om denna sänka vidtager drumlinstopografien med flera parallellt liggande åsar, uppbyggda av väldiga diabasblock. Förhållandena påminna osökt om dem, då en vattenström sköljer över ett stenblock. I lä av blocket (diabasklacken) uppstår en sänka i vattenytan och längre ned strömryggar och gropar. Liksom rinnande vatten har isen i lä av diabasen utbildat den ovannämnda sänkan och nedanför dessa strömryggar motsvarande drumlins-

ryggar, vilket förhållande i detta fall tyder på analogi mellan isens och vattnets rörelseformer. Icke desto mindre är det dock svårt att förklara själva rörelsemekanismen hos ismassorna, som givit upphov till så regelbundet utbildade ryggar och sänkor som härstädes.

Det av diabasblock uppbyggda åssystemet nedanför klacken begränsas på båda sidor av tvenne längre åsar, Österåsen och Västeråsen, vilkas proximala ändar tangera diabasklackens sidor, där de från att vara av morän uppbyggda ryggar övergå till ryggar i den anstående berggrunden, vilka närmast diabasen till och med sakna all moränbetäckning. Dessa sidoåsar kunna således anses vara normalt utbildade drumlins med en kärna av berggrund i de proximala ändarna. I inga andra fall har någon berggrundsrygg under moränen kunnat konstateras. Förgäves har berggrunden eftersökts på drumlinsåsarnas sluttningar, där den, om den funnes, på något ställe borde vara blottad, i synnerhet där rinnande vatten eroderat sidorna. Erosionsmärken efter rinnande vatten träffas även högst uppe på åsryggarna. Rinnande vatten från en glaciärälv som nedstörtat vid diabasklacken har tydligen bidragit till den säregna topografiens utformning, men å andra sidan kan denna glaciärälv knappast hava varit synnerligen stor, ty inga mäktiga glacifluviala avlagringar finnas i rännornas botten eller hava ansamlats vid dalarnas mynningar på kalkstensplatån. Bildningarna ifråga måste tills vidare lämnas oförklarade.

De enskilda drumlinsåsarna på Kinnekulle synas icke hava orsakats av ojämnheter i berggrunden. En direkt iakttagelse över berggrundsytans läge under en drumlin och utanför densamma bestyrker detta. Vid Karlsgården i Medelplana socken finnes på en drumlinsrygg anlagd en brunn, vilken är nedgrävd till fasta hällen, och där befanns hällen under drumlinsryggen ligga på precis samma nivå som i sänkan utanför. Det synes därför, som om drumlinsåsarna på Kinnekulle i allmänhet äro utbildade oberoende av ojämnheter i den underliggande berggrunden.

Tager man ytterligare i betraktande drumlinsvallarnas talrikhet och regelbundna uppträdande på Kinnekulle, så bringas man utesluta den mera tillfälliga förekomsten av ojämnheter i berggrunden som förklaringsgrund till drumlinstopografien; man får i stället söka efter en gemensam anledning till vallarnas förekomst och denna anledning ligger möjligen i Kinnekulle självt. Genom det hinder Kinnekulleberget erbjöd mot ismassornas framskridande, minskades förmodligen isens rörelseenergi, så att den övervägande avlagrade i stället för att förut hava verkat eroderande. Men det från urbergsterrängen medförda moränmaterialet synes icke hava räckt till att täcka hela berget, ty i södra delen ligger kalkstenshällen bar. Åsarnas linjeraka sträckning betingas möjligen av sprickor inom istäckets randområde.

Årsmoräner eller recessionsmoräner förekomma inom kartbladets östra del i en omkring 3 km bred zon norr om Götene, och på Kållandsdelen äro de på kartan utmärkta moränryggarna i stråket Villa Giacomina och Gössslunda gående i två parallella linjer sannolikt att hänföra hit. Utan tvekan är den södra av dessa linjer en årsmoränlinje. Årsmoräner.

Årsmoränerna äro utbildade som skarpt markerade höjdryggar, endast några meter breda och vanligen ett par meter höga. Det antages att de utbildas vid iskanten antingen under ett kortvarigt stillestånd hos iskanten då isavsmältning exakt motsvarade isens framåtskridande, eller också då isframryckningen under vinterhalvåret övervägt avsmältningen, så att iskanten ryckt ett stycke framåt och därvid skjutit i hop en moränvall framför sig. En förutsättning för årsmoränbildning är alltså att inlandsisen skall vara i rörelse ända ut i randområdet. Inom högre belägna områden, som ligga över det samtidiga havets nivå, saknas i regel förutsättning för utbildandet av en isbarriär löpande i en rak linje. Här förtunnas istäcket i stället till den grad att det förlorar sin rörelse och övergår till dödis som till slut uppdelas i spridda isrester i sänkorna. Årsmoräner förekomma i regel icke inom dessa områden.

Årsmoräner kunna ligga med sådan regelbundenhet i en serie efter varandra och med ungefär likstora avstånd dem emellan att det föreligger stor sannolikhet för antagandet att avstånden representera den årliga isrecessionen. Om vi antaga att detta är fallet med vallarna, vilka ligga norr om Götene, mellan Backgården och Kestad, och som kunna räknas till 14 st. på en sträcka av 3.5 km, om den lilla vallstumpen längst i norr medräknas, så skulle recessionshastigheten uppgå till i genomsnitt c:a 270 m om året. På angränsande bladet Lugnås öster härom har som medelvärde erhållits något över 100 m, alltså betydligt mindre avsmältningshastighet, vilket kan vara förklarligt med hänsyn till läget. Klyftamohöjden som skiljer områdena åt har utestängt det varmare issmältande havsvattnet från att komma innanför denna tröskel.

I kartbladsgränsen norr om Bybacka ligga en serie årsvallar, som höja sig upp mot den strax utanför kartgränsen gående grusåsen, och vilka i samband med motsvarande vallar på andra sidan åsen utmärka den vik, iskanten bildat vid isälvsmynningen.

Inom området sydväst om Bybacka ligga en serie vallar. En del av dessa äro förmodligen årsmoräner, andra åter helt säkert strömryggar utbildade i samband med Baltiska issjöns avtappning eller också en kombination av båda.

På en del ställen har konstaterats, att årsmoränerna ligga på lera, liksom moränen i allmänhet på ett flertal ställen befunnits göra på detta kartblad. Vallen NV om Bybacka befanns ligga på lera liksom också de mindre moränplättarna här intill. En moränskärning vid Holmestad kvarn SV om Bybacka visar en 2 m mäktig moränbädd liggande på lera. De norra vallarna i serien Götene—Kestad hava konstaterats underlagras ibland av lera, ibland av skiktat grus eller sand. I så måtto skilja sig icke årsmoränvallarna från de mäktiga randbildningarna i södra delen av kartbladet vid Råda och vid Ledsjö m. fl. ställen, vilka beskrivas längre fram.

Isälvsbildningar.

Erosionsföreteelser. För att göra bilden av förhållandena vid landisens avsmältning från området mera fullständig må vi tänka på de under is-

täcket under tryck framrinnande smältvattensfloderna, eventuellt även rinnande i rännor på landisens yta. Dessa transporterade klapper, grus och slam under ideliga omlagringar fram till iskanten, liksom vanliga vattendrag till sina deltan. Vid iskantens successiva tillbakaryckande bildas en mer eller mindre sammanhängande rygg (rullstensås) av det grövre materialet eller ett delta (randdelta) vid iskantens stillestånd.

Isälvserosion.

Märken efter istidens vattendrag finna vi icke blott i dess avlagringar utan även i dess eroderande verksamhet i utformandet av rännor i berg eller i lösa avlagringar. Där isälvarna utmynnat i havet äro sådana erosionsmärken för det mesta dolda av sediment, dock kan det hända att i djupa grustag, där isälvens botten blivit blottad, dess erosionsränna kan påvisas, vilket då bevisar att isälven runnit fram på bottnen och icke ovanpå istäcket. I ett grustag intill vägen 1.5 km N om Husaby var ena väggen av en isälvsränna, utbildad i skiffer, blottad. En annan bred ränna ävenledes utbildad i skiffer men med ost—västlig riktning framträder i den nuvarande topografien mellan Blomberg och vägen i väster. I den korta dalens botten ligger klapper och grus. Då det nuvarande lilla vattendraget, även under andra, fuktigare klimatiska förhållanden än de nuvarande, knappast kan hava fraktat så grovt material, som här föreligger, ej heller kunnat utbilda denna ett par hundra m breda dal, så ha nämnda bildningar uppfattats som istidsbildningar. Dock göra de onekligen intryck av att snarare hava utbildats över havets yta än under densamma. Samma kan sägas om de söder härom på ännu lägre nivå, på sandstensplatån liggande bildningarna. I direkt anslutning till grusavlagringarna nedanför sandstenskleven ligger ett relativt tunt grustäcke ovanpå sandstensplatån. I öster begränsas detta fält av en mindre klev i sandstenen, som bär tydliga tecken på att vara fluviatilt utbildad.

Inom det supramarina området på Kinnekulle har vatten från det smältande istäcket strömmat fram i sänkorna mellan drumlinsåsarna, fördjupande dessa. Särskilt kraftig har denna erosion varit inom det starkt kuperade området söder om högkullen, vilket redan omnämnts. Det ser ut som om den isälv, vars grusavlagringar vi finna i en rad gruskullar söder om Martorp haft sin upprinnelse vid Högkullen och att denna isälv runnit på landisens yta och därifrån störtat nedför iskanten, eroderande den blottlagda moränen i en tillbakaryckande erosion allt efter istäckets avsmältning. Detta antagande förklarar emellertid icke till fyllest de storslagna dalarnas uppkomst. De små grusförekomsterna nedanför kalkstenskleven tyda icke på några större flöden, ej heller den grunda, fast breda ränna, som är utbildad i kalkstenshällen ovanför kleven vid Martorp i rak fortsättning av de nämnda grusförekomsterna, där den lilla bäcken nu rinner fram. I storlek korrespondera dessa bildningar dåligt med de våldsamma erosionsföreteelser, som området nedanför Högkullen visar.

På västra sidan av berget har på flera ställen supramarin erosion efter smältvattensälvar iakttagits. Den lilla sjöhålan som ligger i en sänka på kalkstenshällen strax öster om Blomberg är uteroderad i morän av en

ström som därefter störtat utför kleven i den vinkel denna gör vid Blomberg. Den förutnämnda dalen väster om Blomberg kan möjligen sättas i samband med denna ström. Längre norrut, söder om Västerplana, gör kleven åter en vinkel, och här är branten genomskuren av en bred dal som landsvägen uppför kleven använder sig av och där den lilla bäcken rinner fram. Otvivelaktigt är denna dal glacifluvialt uteroderad. Mitt emot Storängen gör kleven en jämn inbuktning, och även här ser det ut som om smältvatten, som runnit fram mellan drumlinsåsarna, sökt sig fram till kleven i en bred ström. I fortsättningen norr ut efter rödstenskleven synas här och var mindre erosionsrännor av glacifluvial natur i kalkstenen.

Åsgropar och virvelhålor.

Vid isälvarnas mynningar kunde det lätt inträffa, att istäcket genom förgreningar av älven blev sönderstyckat i isolerade block, omkring vilka älvgrenarna avlagrade sitt material och på så sätt inbäddade isblocken i isälvssediment. Då sedermera isblocken smälte bort, uppstodo, där de legat, s. k. åsgropar.

Gropar i grusavlagringar äro mycket talrika inom kartområdets sydöstra del, särskilt är Lundsbrunnsfältet rikt på sådana bildningar. Den största är den sänka, som upptages av Dalasjö. Denna är emellertid icke en på vanligt sätt uppkommen åsgrop utan som längre fram skall visas resultatet av en virvelbildning åstadkommen genom Baltiska issjöns tappningsströmmar. Samma torde vara förhållandet med de övriga groparna inom detta och angränsande grusfält.

En märklig grop, som kallas Torsgraven, enligt folksägnen en gammal ättestupa, kan förtjäna ett särskilt omnämnande. Den är belägen inom grusfältet öster om Vättlösa. Tillsammans med två andra mindre, långsträckta gropar ligger den högst uppe på en dominerande grushöjd, med plan överyta. Gropen i fråga är den nordligaste av de tre och ligger strax intill den c:a 40 m höga nordbranten. En upptill endast några meter bred blockbeströdd grusrygg avstänger hålan i norr. Denna har ett djup av 10—15 m beroende på om djupet räknas från den lägre belägna grusryggen eller från det högre liggande grusplanet i gropens södra kant. Särskilt på den södra sluttningen ligga en del block, skenbart ser det ut som om gropens sidor voro beklädda av morän.

Den östra av de mindre groparna står i öppen förbindelse med grushöjdens östra starkt blocktäckta sluttning. Dessa block äro inga moränblock utan flyttblock som fraktats hit med drivande isberg, en del av blocken äro starkt avrundade och ha säkerligen rullat i ström efter placeringen. Det är nu att märka att i den nämnda gropen ligga massor av block av samma utseende som de på sluttningarna nedanför och att det därför är högst sannolikt, att hålan varit ett uppsamlingsställe för block, som rullat med strömmen och att själva hålan är uteroderad. På analogt sätt kan möjligen också Torsgraven hava uppstått. Vore den utbildad som en vanlig åsgrop alltså genom inbäddning av ett isparti i grus, förefaller det onekligen som en anmärkningsvärd tillfällighet att hålan blivit placerad alldeles intill nordbranten, så sällan förekommande som äkta åsgropar i själva verket äro. An-

tages strömerosion som orsaken, erhålles förklaring till blockförekomsten i gropen, vilket annars är svårförklarligt.

Till isälvsbildningar kunna även räknas de här och var påträffade ursvarvningarna i hällarna, de s. k. jättegrytorna, vilka dock inom kartområdet äro av obetydliga dimensioner. Den största jättegrytan har påträffats i närheten av Otterstads kyrka. Den har ett djup av 1 m och en diameter av 4 dm. Mindre jättegrytor hava observerats på Kållands östra kuststräcka, bl. a. vid Hagen söder om Ullersundet. Jättegrytor.

Rullstensåsar. Av isälvar avlagrat material förekommer inom området i olika utbildningsformer: såsom vanliga rullstensåsar, där rullade block, grus och sand i strömskiktning avlagrats till en ås med jämn eller kullig yta, gående huvudsakligen i isrörelsens riktning; som randdeltan, då vid stillestånd av iskanten det av isälven till iskanten framtransporterade materialet avlagrats i större eller mindre fält, allt efter isälvens mäktighet och stillståndets varaktighet; och slutligen som tvär- eller randåsar, då av en eller annan anledning isälvens vattenström avlänkats utefter iskanten och längs efter densamma uppbyggt en ås.

Å bredvidliggande kartblad, Lugnås, går den stora Holmestadsåsen med SV-lig riktning. Vid Holmestad kommer denna in på Lidköpingsbladet, men går icke längre som sammanhängande ås utan är uppdelad i isolerade åskullar, för det mesta starkt blockbeströdda. Den blockklädda gruskullen vid Bybacka hör säkert till samma isälvsbildning, och det kan förmodas att längre söderut åskullen vid Torsgraven hör hit liksom också de isälvsbildningar som påträffats här och var inbäddade i grus av annan härkomst inom grusfälten Lövrödjan—Ledsjömo. Holmestadsåsen.

Nästa isälvsbildning i ordning mot väster är den som kommer in på kartbladsområdet norr om Österängs station. Denna ås är i flera avseenden av intresse. Den har icke den allmänna NO-liga riktningen utan följer kartbladsgränsen i nära N—S-lig riktning, vilket är i överensstämmelse med landisens rörelseriktning på denna sida av Kinnekulle under avsmältningen. Avvikningen från den normala riktningen börjar dock redan norr om berget. Södra delen av åssträckan mellan Torplund och Bogärdet går i normal riktning följande förkastningsbranten härstädes, som förmodligen genom sprickbildning i istäcket bestämt riktningen. Österängsåsen.

Av kartan framgår att nämnda åssträcka är starkt uppdelad i från varandra skilda delsträckor och vid Rudbergsdal i parallellt gående skarpa ryggar. Ett karakteristiskt drag är att från åsens huvudriktning åsryggar skjuta ut i merendels 45° vinkel från huvudriktningen och åt samma håll, mot SO. Det ligger nära till hands att antaga, att dessa kastningar hos isälven stå i samband med sprickbildningar i landisen, som uppstått vid deviationen för Kinnekulleberget, varvid ett spricksystem i 45° vinkel mot isrörelsen uppstått och att isälven träffat på dessa sprickor och följt dem till isranden.

På flera ställen är åsen täckt av morän. Åspartiet vid Österäng med undantag av den sydligaste slingan, den norra delen av sträckan vid

Komossen, sträckan förbi Rudbergsdal ovanför Sandbacken äro moräntäckta.

Åsen slutar som framgår av kartan vid Bogärdet. Inom ett brett område härifrån och ned till trakten av Vättlösa är en lucka i åsbildningarna. Vid Storängen 1 km NO Vättlösa och vid St. Gullhammar finnas mindre grusförekomster, som av riktningen att döma kunna förmodas tillhöra samma isälvsbildning, och möjligen äro de glacifluviala avlagringarna vid Svältliderna och Lundsbrunn, som i likhet med motsvarande inom Ledsjömofältet äro inbäddade i andra sediment, att anse som fortsättning av nämnda isälvsbildningar.

Martorpsåsen. Inom södra delen av Kinnekulle, där rödstenskleven gör en inbuktning vid Martorp, ligger som redan påpekats rullstensgrus i en rad utplanade kullar. Den nordligaste av dem ligger just nedanför rödstenskleven i fortsättning på den förut omnämnda, av smältvatten från landisen utskulpterade, breda och mycket grunda, supramarina rännan uppe på kalkstensplatån. I sänkorna mellan drumlinsåsarna söder om Högkullen har smältvatten från landisen runnit fram samt grus här och var avlagrats i sänkorna. Emellertid har det icke varit möjligt att utskilja dessa grusiga svämbildningar från istiden från de i senare tid uppkomna.

Denna isälv har haft kort varaktighet och endast varit i funktion under den tid isen avsmälte från Kinnekulle, enär fortsättning av dessa isälvsbildningar icke kunna spåras norr om Högkullen och ej heller åt motsatta hållet söder om de nämnda grusförekomsterna vid och söder om Martorp.

Skebyåsen. På sydvästra sidan av Kinnekulle uppträder en ny rullstensås, Skebyåsen. Nordligast går den i dagen intill sandstenskleven i sydvästra kanten av berget, där järnvägen arbetar sig uppför kleven och upp på sandstensplanet. Norr härom går visserligen icke rullstensgrus i dagen, men vid Hjälmsäter vid foten av rödstenskleven ligger en vall med åstopografi, täckt av strandgrus och på kartan utlagt som sådant, men vars bottenlager utgöres av skiktat grus, som förmodligen är glacifluvialt och avlagrats i samma isälv som åsen nedanför sandstenskleven. För det glacifluviala ursprunget talar dessutom den rikliga förekomsten av sandstenar i härvarande strandbildningar, under det att den angränsande moränen innehåller mycket litet av sådant material. Detta tyder på, att sandstensklappern dittransporterats på annan väg än moränen och då sannolikt genom en isälv, som följt kleven från sandstensområdet i norr. De förut omnämnda supramarina smältvattensälvarna hava även avlagrat grus nedanför rödstenskleven.

Den norr om Skeby liggande anhopningen av rullstensgrus, som går under namnet Ekebyåsen, utgör en direkt fortsättning på de nämnda glacifluviala bildningarna på Kinnekulle. Fältet är uppbyggt av grusryggar i riktningar som kartan utvisar. Den sydligaste mjukt böjda ryggen består utom av grus av en del moränkullar orienterade efter höjdryggen. Fälten mellan ryggarna bestå i regel av sand med en något ojämn yttopografi. Skebyfältet är uppbyggt till omkring 10 m över omgivningen.

Avlagringen är dock icke så mäktig som utbredningen och höjdläget kan

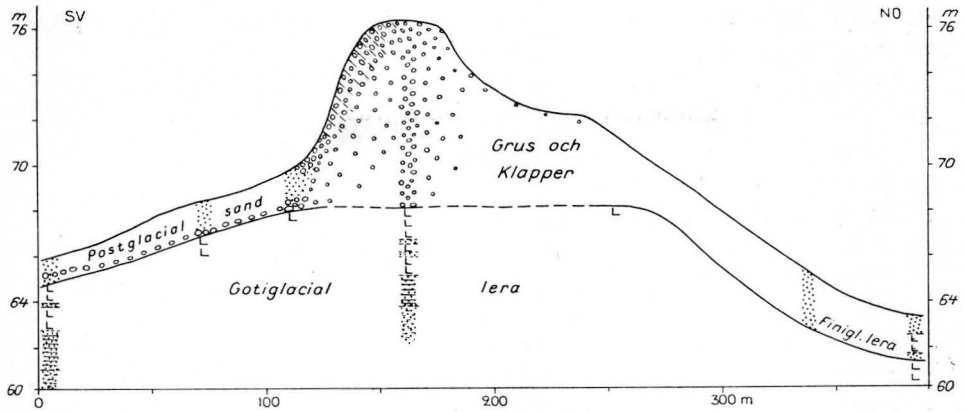


Fig. 84. Tvärsektion av Skebyåsen norr om Skeby. Den omkring 8 m mäktiga grusryggen ligger på lera och är sannolikt här ingen isälvsbildning utan en senare omlagring av isälvsmaterial.

giva anledning förmoda, ty gruset underlagras av lera som på sina ställen går ganska nära ytan, ävenså av morän. På några ställen har morän befunnits vara inlagrad i gruset. Materialet utgöres till stor del av bergarter från Kinnekulle; särskilt ingår skiffer i stor mängd i grusryggen längs vägen norrut från Skeby. Även detta förhållande tyder på att isälven måste haft sin början längre norrut än på sandstensplatån söder om Blombergs station. Den har som tidigare framhållits sannolikt följt rödstenskleven över berget.

Huru Skebyfältet är uppbyggt illustreras närmare av profilen (fig. 84), som övertvärar Skebyåsen i SV—NO-lig riktning vid sockengränsen norr om Skeby. Åsen är här nästan helt genomskuren av ett stort grustag. Anledningen till att icke grusgropen tagits djupare än som skett, var icke mötande grundvatten, som merendels sätter en gräns, utan att gruset tagit slut; det ligger nämligen lera i bottnen. En borrning i grustagets botten och i åsens mittlinje visade omkring 3 m rätt mager lera, som innehöll i nedre delen skikt av mo, mot djupet övergående i mo med lerskikt och slutligen i lerig mo. Av borret söndermalda skalfragment, sannolikt av *Portlandia,* påträffades i lermassan.

I de tre borrpunkterna på åsens sydvästsida fanns samma lera under en svårgenomtränglig bädd av klapperstenar, direkt liggande på leran. I det längst från åsen belägna borrhålet förekommer dock ett sandlager på 3 dm mellan klapperstensbädden och leran. Ett ytlager av mellansand (möjligen flygsand) ligger på bädden.

Å motsatta sidan av åsen konstaterades samma lera under ett mäktigare sandlager, men här utan klapperstensbädd. Det översta lerlagret i profilens NO-ligaste del har en helt avvikande karaktär från leran under, den är en mycket styv lera av Vadsbolerans typ och tillhör de finiglaciala sedimenten.

Grusåsen består av klapper och grovt grus, som visar tydlig skiktning med 20° lutning mot NO. Lagren äro sålunda avskurna på SV-sidan, vilket an-

ger att grusåsen genom erosion av något slag fått sin nuvarande form, antingen genom vågerosion eller strömerosion, vilketdera skall emellertid icke här diskuteras. Leran under åsen är sannolikt gotiglacial och den mäktiga grusåsen kan i så fall icke vara vanligt isälvsgrus utan är troligen en senare omlagrad bildning.

Lera under grus på en eller annan meter under ytan har påträffats inom grus- och sandfältet söder om Skebyvägen. Intill den i NV gående grusryggen i fältets södra del konstaterades under 1 m sand 3 m lera.

Det grusfält, som börjar vid Torestorp på andra sidan Truvebäcken, är både till uppbyggnad och materialbeskaffenhet lika Skebyfältet och är att anse som tillhörande samma isälvsbildning. Även här har konstaterats att på vissa ställen gruset ligger på lera, såsom norr om Torestorp och inom fältet mellan Lunneberg och Björlycke. Ävenså har morän påträffats antingen överlagrande grus och sand, såsom i den O—V-liga ryggen vid Lunneberg, eller inlagrad i gruset som i grustaget intill vägen SO Björlycke, där moränlagret innehöll partier av inknådad lera.

En isolerad moränkulle strax väster om Filsbäck innehåller i södra delen mäktiga lager av skiktad sand och även här med mellanlagring av en moränbädd. Den översta avlagringen, bestående av grovt, orent klappstensgrus, diskordant avskärande underliggande sandlager, kan möjligen även vara morän.

Rådaåsens feeding esker.

Slutligen må omnämnas en rullstensbildning, som förmodas framgå längs Kållands östra kustlinje efter förkastningsbranten, och som är täckt av mäktiga leravlagringar samt av Kinnevikens vatten. Tillvaron av rullstensbildningar har kunnat konstateras vid djupborrningar. Vid brunnsanläggningar i trakten mellan Råda ås och Vänerstranden har man efter genomborrning av de mäktiga lerlagren påträffat rikligt vattenförande grus, som troligen tillhör en rullstensbildning på grund av den rikliga vattenföringen. Andra direkta skäl för antagandet av en dold åsbildning föreligga dessutom. Rådaåsens mäktiga randåsbildningar måste härröra från en ursprungligen radialt gående isälv, som av ett eller annat skäl vid Råda avlänkats till att följa iskanten. Denna supponerade isälv kan icke hava kommit från trakten av Kinnekulle, ty i så fall skulle Kinnekullebergarter ingå i Rådaåsen, men av sådana hava endast enstaka sandstenar och en enda skifferflisa påträffats i de ytliga lagren. Sannolikast är, att denna isälv haft sitt mynningsställe, där den starka källan vid vattenledningsverket bryter fram, och detta inträffar, där förkastningslinjen skär Rådaåsen, eller just där en förkastningsbranten följande isälv bör hava haft sin mynningsport.

Isälvsmaterialet i randbildningarna vid Villa Giacomina och söder därom i linjen Hildeberg—Parkudden förutsätter ävenledes närheten av en rullstensås, och de sandmassor som finnas i ett bälte längs kusten av Kålland och Kållandsö äro förmodligen omlagrat isälvsmaterial från den supponerade åsen nedanför förkastningsbranten.

Randdeltan och randåsar. Det har förut framhållits, hurusom isälvar vid israndslägena uppbyggt randdeltan och randåsar av rätt avsevärda dimen-

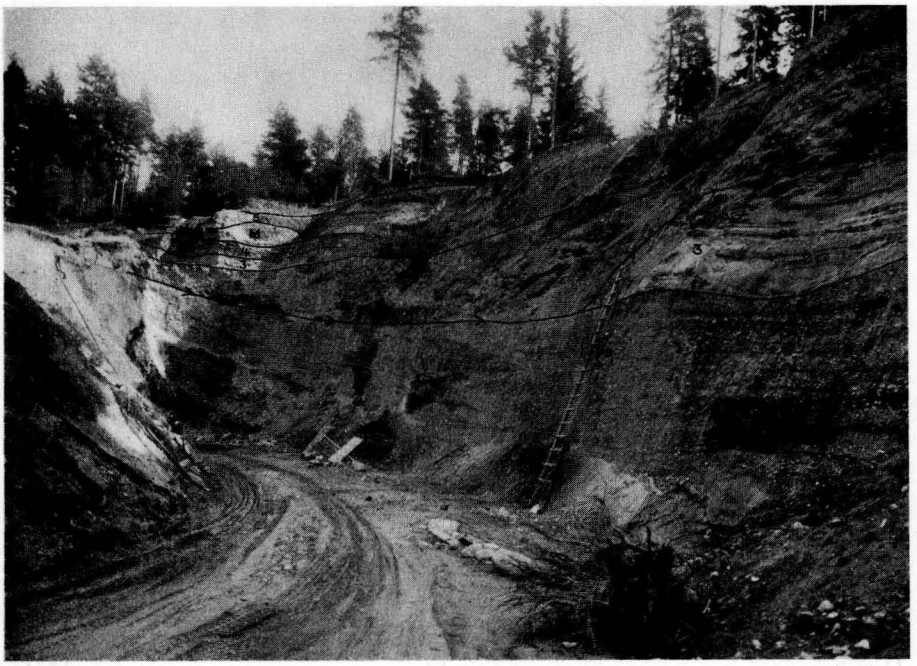


Fig. 85. Skärning i grustag från Rådaåsens NO-sluttning. Vid isöverskjutningen har i de överskridna gruslagren ett glidplan och en omrörd zon (»krosszon») utbildats djupt under moränen (M). I lagren närmast under moränen är den ursprungliga lagringen bibehållen.

sioner. Beskrivningen av dessa skall börja med de västliga randbildningarna och med Rådaås, såsom varande av en enklare byggnad än de i sydöstra delen av karbladet belägna.

Rådaåsens mäktiga grusavlagringar ha på senare tid starkt tagits i anspråk för byggnadsändamål. Väldiga grusgropar hava upptagits som erbjuda en god inblick i åsens inre byggnad. Det grustag, som ligger på Rådaåsens NO-sluttning i sydöstra delen eller 700 m OSO Råda kyrka är mycket upplysande för åsens allmänna byggnad på NO-sluttningen. Härifrån äro tvenne fotografier tagna, fig. 85 av östra grusväggen och fig. 86 av ett mindre parti från motstående västra vägg. Å bilden fig. 85 äro begränsningslinjer mellan de olika skikten, som numrerats, uppdragna. Rådaåsen.

I botten ligger ett lager (1) skiktat grus med klapper med mot öster stupande skikt. Mäktigheten är omkring 8 m över grustagets botten. Lagret däröver (2) består av en blandning av grus och sand med klapper. Det tilltager i tjocklek mot söder (höger å bilden), där ett annat lager (3), bestående av skiktad sand med lerränder kilar under. I vinkelspetsen äro skikten omböjda fastän detta icke framgår av bilden. I bildens vänstra del ligger ovanpå lager (2) ett lager fin sand med lerränder och av samma utseende som omnämnda lager (3) och som fått samma beteckning. Lager (4) som ligger över är varvig lera med moskikt (50 varv räknades). Det

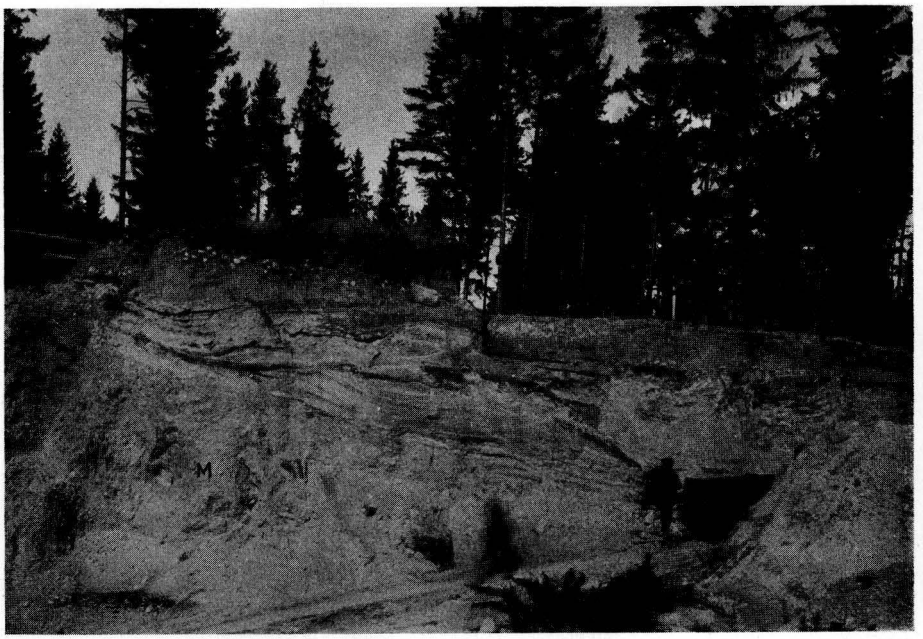


Fig. 86. Skärning från samma grustag som i fig. 85 visande motstående grusvägg. Moränkörteln (M) har här större mäktighet och visar inknådade partier av lera.

underliggande lagret kan anses som denna leras bottenlager. Ovanpå lerlagret kommer en moränkörtel (M) av sand med inknådade partier av lera av samma slag som den underliggande. Ovanpå morän kommer ett lager (5) av vackert skiktad fin sand, som upptill diskordant avskäres av det översta postglaciala lagret med den vanliga stenranden i bottnen, som utom klapperstenar även har enstaka block. Det översta grus- och sandlagret kan vara skiktat. I lagrets översta del är skiktningen förstörd genom rotvältor.

I motsatta väggen (fig. 86) har moränen betydligt större mäktighet, c:a 3 m, med inknådade lerpartier synliga å bilden. I denna vägg syntes i lager (1) en undre moränbädd, 0.5—1.0 m tjock.

Över äldre avlagringar av grus och lera har landisen ånyo skridit fram och det ser ut som om lager liggande djupt under moränen även rönt inflytande härvidlag. Det understa lagret (1) ligger tydligen in situ, men efter detta lagers yta har en glidning ägt rum som pilarna angiva. Det överliggande lagret (2) är egentligen en hoprörd massa av lager (1) och lager (3) och kan förliknas vid en »krosszon». Lagret kan icke användas som väggrus eller till betong på grund av sand- och lerinblandning. Vid denna glidning har lager (3) blivit avslitet och en omböjning av lagren i vinkeln (dit den långa stegen på bilden når) har därvid uppkommit.

Den överskjutna moränen ligger ofta uppe i ytan av Rådaåsen. Då denna överskjutna morän till sin sammansättning i hög grad influerats av under-

laget har det icke varit möjligt att vid karteringen i detalj utskilja de moränklädda områdena.

Inom Rådaåsens sydvästra del och nordväst om kyrkan ligga på båda sidor om vägen vida men grunda grustag, endast en eller annan meter djupa, beroende på att här den överskjutna moränen och den submoräna leran ligga ganska ytligt och bilda relativt mäktiga lager. Det grustag, som ligger sydväst om vägen på en jämn sydvästsluttning av åsen, har närmare undersökts.

Det användbara lagret i denna grop är ganska grunt. I grustagets lägsta del är det c:a 2 m och bestående av fint grus utan klapper eller block. I den högre belägna delen av grustaget är lagret tunnare med grovt grus, klapper och block, och består här dels av isälvsgrus dels av strandgrus, som kan ligga i strandvallar. Grustagets något ojämna botten utgöres dels av morän, dels av submorän lera. I övre delen av grustaget, i en moränkörtel, konstaterades 3.2 m morän, tämligen blockfattig med inknådade partier av lera i en grundmassa av övervägande mo, än lerig än sandig. Under moränen kommer ett lager lera 1.8 m. Borrningen kunde ej drivas längre. Vid borrning i grustagets sydvästra och lägre del omkring 50 m från föregående borrplats visade sig moränen endast vara 1.3 m, men av samma beskaffenhet som i föregående punkt. Leran under moränen är 2.4 m och därunder kommer mo med lerskikt till minst 3.3 m mäktighet. Den submoräna leran med underliggande mo innehållande lerskikt är samma avlagring som i det förut beskrivna grustaget, varifrån fotografi tagits, fast lagren här äro mäktigare.

Rådaåsen slutar mot SV i en terrassbrant, på vissa ställen mer än 20 m hög. Intill nyssnämnda grustag konstaterades att terrassbranten som står i rasvinkellutning, är i hela sin höjd bestående av morän och den starka lutningen sannolikt i huvudsak primär. Däremot synes branten inom åsens sydöstra del vara utbildad i gruslager och sannolikt frameroderad av vågor eller strömmar.

Topografi och lagringsförhållanden hos Rådaås liksom hos de omgivande sedimenten ned till Vänerstranden åskådliggöras i profilen (fig. 87). Rådaåsens byggnad har icke kunnat angivas utom i de undersökta punkterna. Dessa ligga dessutom icke på profillinjen, som går över Råda kyrka, utan omkring 500 m vid sidan av linjen; den på åsens NO-sluttning ligger sydväst om linjen och profilpunkterna på SV-sidan av åsen NV om densamma. De äro projicierade på profillinjen. De för dessa punkter angivna höjdlägena äro endast ungefärliga.

Av profilen framgår åtminstone i huvuddrag, huru åsen är uppbyggd. I botten ligger en äldre mäktig glacifluvial avlagring av grus åtminstone i åsens nordöstra halva samt även i nordvästra delen. Det ser därför ut som om redan denna grusavlagring vore en randbildning. Ovanför gruset ligger, som normalt är förhållandet under inlandsisens regressionsstadium, en lagerföljd av sand övergående i mo med lerskikt som avslutas med ett lager

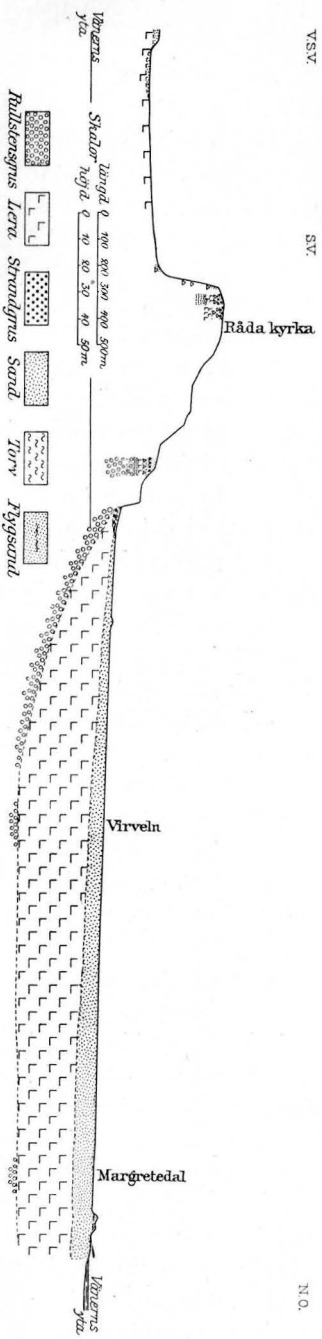


Fig. 87. Profil över Rådaås och till Vänerstranden.

lera, vilken i en borrpunkt visade en mäktighet av 2.4 m. I finleksgrad tillhör leran mellanlerornas klass.

Över dessa avlagringar har landisen ånyo skridit fram. Huru långt mellanstadiet har varit eller var iskanten befann sig vid omslaget från regression till transgression, därom giva undersökningarna på platsen inga hållpunkter, endast att framryckningen skett före avsättningen av den mycket mäktiga, mellan åsen och Vänerstranden liggande leran av gotiglacial ålder, ty denna har avsatts före Baltiska issjöns tappning. Vid sista isframryckningen blevo de gamla avlagringarna delvis bortskrapade (lera inältades i moränen), dels uppressade, dock synas de gamla bildningarna förvånansvärt bra stått emot istrycket. Inverkan av inlandsisen har inskränkt sig till en mera ytlig inverkan trots att isen överskridit hela åsen, varom moränavlagringarna vittna. Någon större mäktighet hos dessa har icke kunnat iakttagas.

Såväl under isens transgression över Rådaås som också under regressionen avlagrades glacifluvialt sediment. Transgressionssediment bestående av skiktad sand överlagrande den submoräna leran och i sin tur överlagrad av morän har påträffats i järnvägens grustag SO om Björnegården i den sydvästra av de två parallellryggar i vilka åsen här delar upp sig. Glacifluvialt grus överlagrande den sista moränen och helt eller endast delvis täckande denna i grundare eller mäktigare avlagringar ligger över hela åsbildningen och liksom det äldre gruset avlagrat som en randbildning.

Den sista isavsmältningens avlagringar ha tydligen icke mycket bidragit till den stora anhopningen av sediment i Rådaåsen. Men det är dock möjligt att isranden under regressionen varit stationär under någon tid på detta ställe med hänsyn till att betydligt större mängder av senglacialt grus här finnes avlagrat än på andra ställen å ömse sidor av åsen i den isälv som framgått längs Kållandsförkastningen. Söder om Rådaåsen har endast

smärre grusavlagringar täckta av lera konstaterats vid Häggene, och norr om åsen ha endast föga mäktiga grusavlagringar påträffats under den djupa leran, trots att flera djupa borrningar här företagits. Den ändmorän, i vilken Rådaåsen fortsätter mot NV övertvärande Kållandshalvön och i Hindens udde gående långt ut i Vänern, tyder på ett stillestånds läge, fast å andra sidan ingen fortsättning av Rådaåsen åt andra hållet kan märkas i topografien.

Randbildningar på Kålland.

Vid de på Kålland belägna inre ändmoränlinjerna finnas ävenledes glacifluviala randbildningar, växellagrande med morän. Den lilla udde, som skjuter ut i Kinneviken söder om Villa Giacomina, består sålunda av isälvsgrus (täckt av flygsand) vilket bättre än de finkornigare sedimenten motstått vågornas angrepp. I ett gammalt grustag vid Åsgapet väster om Villa Giacomina finner man rullstensgrus delvis överlagrat av morän, och likaså har rullstensgrus påträffats inom samma moränstråk nära kartbladsgränsen intill landsvägen NV om Gösslunda och isälvssand i anslutning till moränstråket söder om Gösslunda. Dessa senare mera obetydliga randbildningar torde härröra från en mindre isälv, som förmodligen gått fram i sänkan väster om Sunnersberg och varav man funnit avlagringar i den lilla ändmoränvallen norrut inom samma sänka sydost intill Frösslunda vid Falun.

Randdeltan i sydöstra kartbladsområdet.

Tappningssediment. De stora områdena i kartans sydöstra del betecknade som glacifluviala avlagringar hava så till vida erhållit en vilseledande beteckning som vanliga glaciärälvar endast i ringa omfattning deltagit i avlagringen av dessa sediment. Som vi skola se måste dessa skiktade grusavlagringar tolkas såom uppkomna genom de strömmar om uppstodo i havet, då Baltiska issjön avtappades vid Nordbillingen mellan den tillbakaryckande isranden och berget. Vid denna tappningskatastrof uppstod strömmar som bevisligen transporterat grus ut i havet mer än 2 mil från fallet vid Nordbillingen. Som vi skola se omfattar grusavlagringstiden en längre period avbruten av mellantider, då endast lera avlagrades, vilket icke behöver betyda avbrott i avloppet utan kan tolkas så att avloppsströmmarna haft olika och föränderligt stråk. På vissa ställen kunde lera avlagras samtidigt med att grus avsattes i strömstråken på andra.

Lundsbrunnsdeltat.

I järnvägens stora grustag vid Lundsbrunn finnas goda möjligheter att studera dessa avlopps- och tappningssediments beskaffenhet. Grustaget är utschaktat i två etager tillsammans omkring 4 m i höjd. Där grusväggen icke var täckt av ras eller detta lätt kunde undanskaffas har bifogade profil upptagits, som kompletterats genom borrningar i grustagets botten, så långt detta gick för jordflytning i de grundvattenförande sandlagren. Profilpunkterna äro sammanställda i fig. 88 omfattande en längd av mera än 200 m. Höjdskalan är 5 ggr längdskalan.

Underst i profilen ligger ett mäktigt sandlager av mellansandens kornstorlek. Dettas botten har icke kunnat konstateras, men ligger sannolikt på

lera att döma av iakttagelser å andra, närbelägna ställen. I detta sandlager ligger ett lager lera, som i profilens SSV del är omkring 1.5 m tjockt men som tunnar ut samtidigt som det höjer sig mot NNO. I denna del av profilen visar sandens yta ett par djupa virvelgropar, som utfyllts av nedgliden lera. Ovanpå sanden ligger omkring 4 m grus med klapper här och var i diskordant strömskiktning. I gruslagringens nedre del ingår ett lerlager omkring 1 m tjockt, som emellertid varit utsatt för stark strömerosion (fig. 89). Överytan visar ofta sänkor med mellanliggande skarpa ryggar och sträckvis är lerlagret totalt borteroderat. Lerbollar som i strömmen avrundats till klotform påträffas ofta i gruset. Leran i dessa liksom i lerlagren är än rödvittrad lera, än grå lera. Tunna skikt av mjäla förekomma även

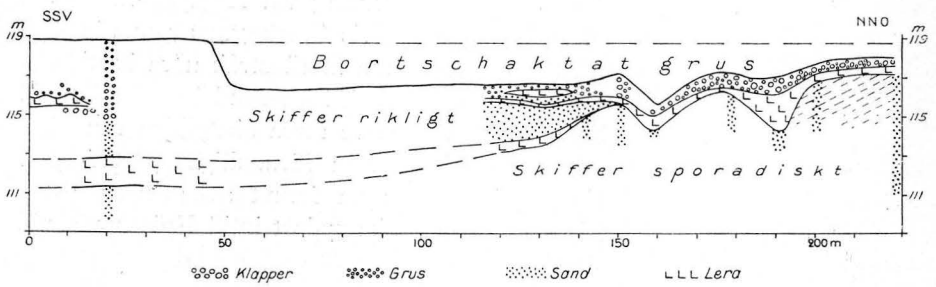


Fig. 88. Profil från järnvägens grustag vid Lundsbrunn.

högre upp i grusavlagringen, men dessa hava ej blivit intecknade i profilen.

En närmare undersökning av strömskiktningen har givit vid handen att strömmen haft en O—V-lig riktning. Riktningen av de stundom skarpa ryggarna hos det nämnda lerlagret som fig. 89 visar, förutsätta också en O—V-lig riktning hos den eroderande strömmen. En närmare upplysning om varifrån dessa strömmar kommit ge oss grusets och sandens materialbeskaffenhet. Man finner att särskilt i gruset stora mängder av kambrosiluriskt material ingår. Kambrisk sandsten och skifferflisor ingå rikligt och ävenså påträffas vittrade fragment av ordovicisk kalksten, bl. a. chasmopskalk (best. av P. Thorslund). Om avlagringen vore en vanlig glacifluvial bildning dittransporterad av isälvar, har man att som ursprungskälla välja på Kinnekulle eller Lugnåsberget. Men båda ligga vid sidan av och långt utanför den NNO-liga linje, dragen genom Lundsbrunnsfältet, som angiver den konstaterade isrörelseriktningen. Dessutom har icke vare sig i morän eller i äkta isälvsavlagringar skiffer eller överhuvudtaget kambro-siluriskt material kunnat iakttagas i detta stråk mellan bergen. Gå vi å andra sidan i ostlig riktning påträffas i hithörande avlagringar ställvis ännu rikligare inblandning av kambro-siluriskt material exempelvis i sydöstra kartbladshörnet vid Kullsjön m. fl. ställen. Och dessa sandstens- och skifferförande avlagringar kunna vidare följas mot öster över Klyftamon och fram till Billingen, där klyftorten alltså måste vara belägen, och transporten

måste hava skett med avlopps- och tappningsströmmar från en isdämd sjö på andra sidan Billingen. Därom kan ingen tvekan råda. De lätt igenkännliga skifferflisorna hava kunnat användas som »ledfossil» för avlopps- och tappningssediment inom dessa trakter.

Det skall dock framhållas att skifferfrekvensen kan vara högst olika även inom nära belägna lokaler. Strömmarna hava framgått mycket oregelbundet i skilda stråk och ofta virvlat och dessutom har endast en del av strömmarna kommit i beröring med kambro-siluravlagringar nämligen de som vid avtappningen vid Nordbillingen lågo an mot bergsidan. Chasmopskalken är anstående på 165 m-nivån.

Den hastighet vattnet erhöll vid fallet kunde icke genast uppbromsas vid mynningen i havet, utan strömmen måste på grund av trögheten fortsätta, uppdelad i strömgrenar med virvelbildningar här och var. De talrika djupa groparna i ifrågavarande sediment inom kartbladsområdet äro orsakade dels av virvlar dels av direkt strömerosion. Dessa virvelhålor hava tidigare uppfattats som vanliga åsgropar. En sådan grop som närmare studerats är Dalasjö inom Lundsbrunnsfältet. (Se kartskissen sid. 153 och fig. 90).

Gropen upptages i norra delen av en rund sjö cirka 7 m djup med bottnen liggande så djupt som 12 à 13 m under det allmänna sedimentplanet. Gropens södra del avsmalnar något och är fylld av en mer än 6 m djup torvavlagring av gungflykaraktär. Egendomligt är, att mitt i denna grop ligger en liten gruskulle, vars närvaro förefaller oförklarlig om gropen skulle vara en håla efter ett i sediment inbäddat isparti.

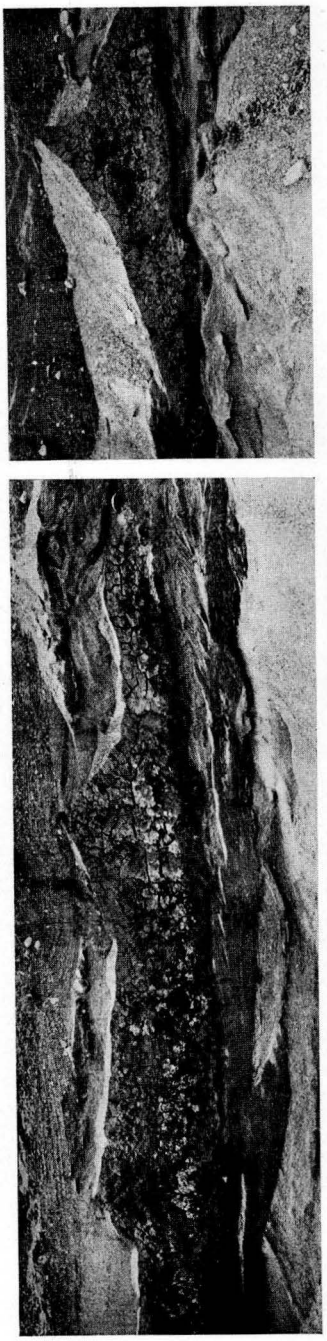


Fig. 89. Närbilder av det i skifferförande grus inbäddade lerlagret visande en strömeroderad överyta med skarpa kammar liggande i O—V-lig riktning.

En profillinje i O—V-lig riktning upptogs rätt över hålan och över grusholmen (fig. 90). Det framgår av teckningen att lagerföljden är densamma såväl i grusholmen som å hålans sidokanter. Underst ligger en mäktig lera,

därpå ett lager sand som i västra kanten är 1 m, i borrhålet på holmen omkring 2 m, men i östra kanten av hålan endast 0.5 m. Här avslutas dock lagret upptill av grus, vilket kan tyda på att sandlagret här blivit eroderat. Att märka är att denna sand är skifferförande och följaktligen ett tappningssediment. Ovanpå sandlagret kommer ett lager av lera från 0.5 till 1.0 m tjockt som i sin tur överlagras av grus samt klapper. I denna övre grusavlagring har dock icke skiffer påträffats, likväl är likheten med profilen från Lundsbrunns grustag så påfallande att trots frånvaron av skiffer i det övre lagret ingen tvekan kan råda om bildningarnas identitet.

Av profilen framgår, att holmen måste vara en erosionsrest och att erosionen gripit djupt ned i underliggande lera. Endast en virvel kan åstad-

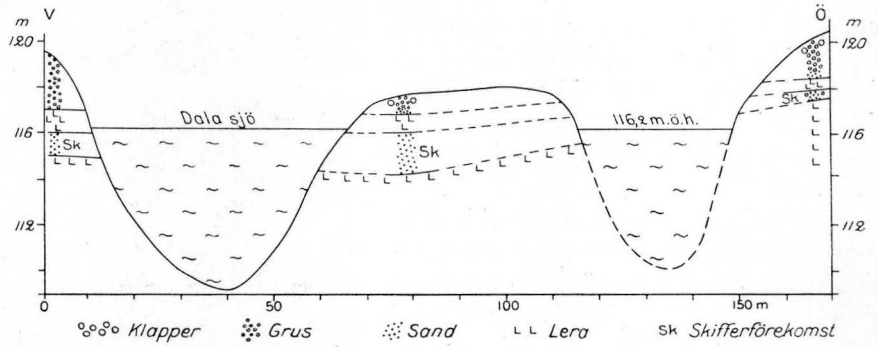


Fig. 90. Profil över Dalasjö, en av tappningsströmmen utsvarvad virvelhåla med ett kvarstående parti i hålans mitt.

komma en sådan erosionsform, och virveln har uppstått först efter det övre lerlagrets utbildning och genom de strömmar, som avlagrat det övre grova grus- och klapperstenslagret.

Denna stora och djupt nedskurna virvelhåla förutsätter en stor hastighet hos vattenströmmarna, och då denna håla ligger miltals ut i havet från fallet vid Nordbillingen ger den oss en föreställning om storleksordningen hos de vattenmassor, som då rusade ut från den uppdämda issjön. Av virvlar utav denna karaktär och av strömmar är topografien inom kartbladets sydöstra del starkt påverkad. Topografien påminner starkt om det välkända, kulliga och gropiga kamelandskapet inom Valle härad. Dessa terrängformer framträda å topografiska bladet över trakten (se även fig. 91). Särskilt kraftiga erosionsterrasser äro utmärkta på den geologiska kartan.

Då området ifråga redan tidigare beskrivits i detalj,[1] skall här endast lämnas en summarisk redogörelse som text till några profiler från olika delar av området, varvid till en början fortsättes med dem, vilka särskilt belysa avlopps- och tappningssedimentens beskaffenhet.

I branten SO om Mariedal vid den s. k. Utsikten 1.5 km rakt väster om järnvägens grustag hava grus och sandlagren genomborrats (fig. 106).

[1] Geol. fören. förhandl. 1937, sid. 379.

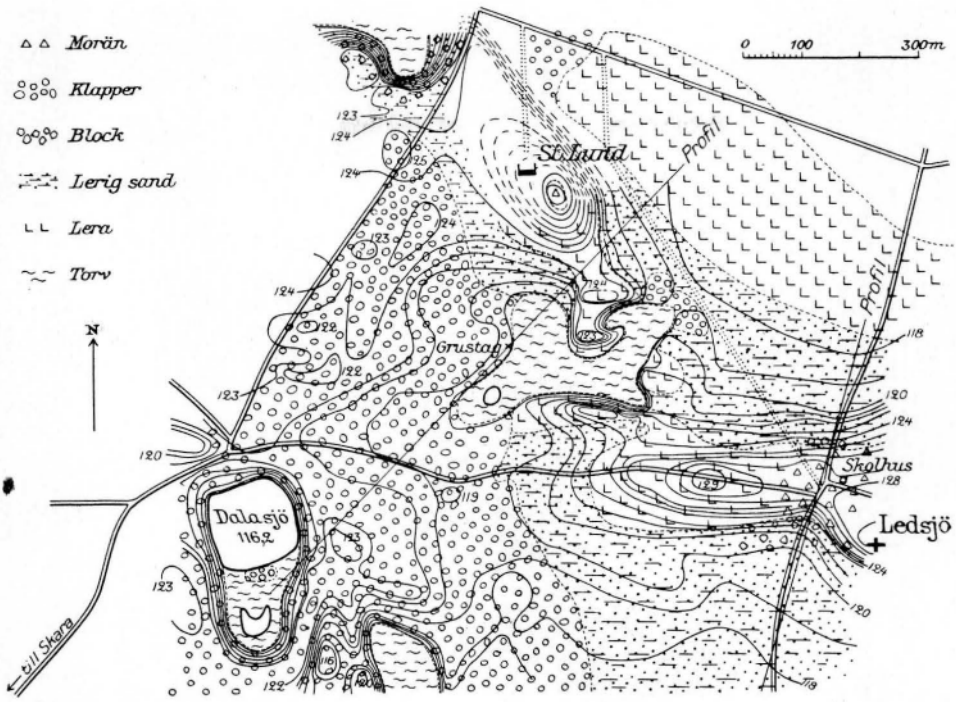


Fig. 91. Kartskiss över ett parti av Ledsjövallen och Lundsbrunnsdeltat. Området visar en topografi liknande den i Valle härad. Nivåkurvor med 1 m höjdskillnad.

De grövre sedimenten, grus och grov sand, äro skifferförande. Särskilt rikligt skifferförande är gruslagret från 9.0—9.5 m under planet. Från de djupare liggande gruslagren kunde på grund av vatten inga prov upphämtas. Ehuru inga lerlager ingå i gruset, är det uppenbart att de 13 m mäktiga grus- och sandavlagringar härstädes äro identiska med de skifferförande gruslagren vid Lundsbrunn fast mera distalt belägna.

Över Mariedalsåns djupa ravindal, som framgår strax söder om kartbladsgränsen i O—V-lig riktning, har upptagits en profil belägen omkring 1 km sydväst om järnvägens grustag (fig. 92). Mariedalsån har här grävt sig ned 23 m under sedimentplanet först genom sand och mo och vidare i den underliggande leran, som sannolikt under erosionen varit utsatt för skred. Det har icke varit möjligt att närmare än som skett angiva denna leras överyta och därmed ej heller sandens mäktighet. I sanden ha påträffats enstaka tunna lerlager, och belysande för sandens ursprung är att skifferflisor påträffats på enstaka ställen, som angivits i profilen. Överst på planet ligger på södra sidan ett tunt gruslager. På norra sidan kommer detta, som dock här är metermäktigt, först utanför profilen. Helt säkert kan sand- och moavlagringen härstädes identifieras med det underliggande sandlagret i järnvägens grustag, vilket även där är sparsamt skifferförande.

Under den mäktiga leran konstaterades en starkt lerig morän. Några

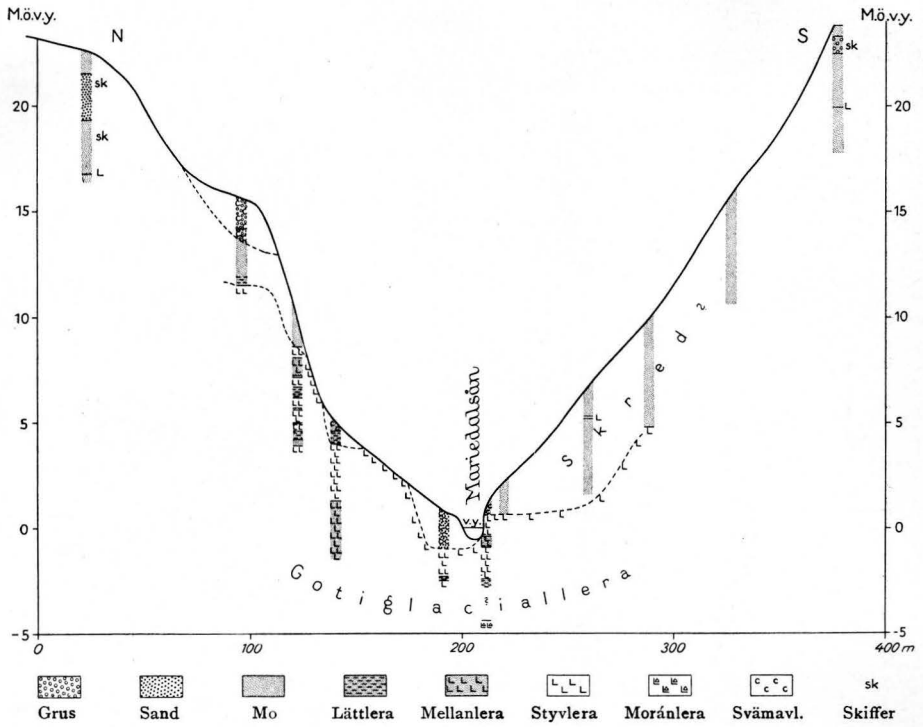


Fig. 92. Ravindalen SV Lundsbrunn. 23 m har Mariedalsån skurit sig ned genom c:a 10 m sand- och molager och djupt ned i underliggande lera, vars mäktighet här kan uppskattas till c:a 15 m.

hundra meter längre ned vid ett fall i ån går den i dagen i åbrädden och visade sig innehålla partier av ren lera inknådade i en lerig morän. Moränen är alltså en överskjutningsmorän som bildats, då landisen skred över en tidigare leravsättning.

Deltat vid Kullsjön.

Om vi förflytta oss från Lundsbrunnsdeltat rakt österut till kartbladsgränsen en sträcka som för oss 7 à 8 km närmare Billingens nordspets, så finnas å ömse sidor om den i O—V-lig riktning gående ler- och moränvallen, benämnd Uppsalavallen, avlagringar av klapper och grus med ända till omkring 50 % av kambriskt material, sandsten och skiffer. Avlagringarna ligga dels i plana fält dels i låga kullar och med breda strömrännor i O—V-lig riktning uteroderade här och var. En tydlig sådan är den som ligger i fältet norr om Uppsalavallen mellan Knutsbodarna och Vålfältet, på kartan markerad genom ett torvstråk.

I slänten till kanalen från Kullsjön söder om Uppsalavallen ha de genomskurna sedimenten närmare studerats (fig. 93). På lera, säkerligen av gotiglacial ålder (avsatt före tappningen), ligger en bädd av klapper med grus och sand och med huvudmassan bestående av sandsten och skiffer. De strömmar som avlagrat detta material hava tydligen just här på platsen icke strömmat i O—V-lig riktning utan haft en virvlande rörelse att döma av den kvarstående lerbank, som begränsar Kullsjöhålan mot väster.

Profilen upptogs på denna plats huvudsakligen för att illustrera det överliggande sedimentet, som består av mellansand med inblandning såväl av grus som av mo, man kunde också finna små stycken av ren lera. I detta sediment ligga på ett par ställen lokala ansamlingar av upptill meterstora block, som angivits i figuren. Endast en och annan klappersten från den underliggande klapperstensbädden och endast enstaka skifferflisor kunde påträffas. Nedanstående slamningsanalys å prov från avlagringens övre del visar en osorterad, starkt lerig, moränliknande sammansättning och dock kan det icke här vara tal om morän. Avlagringen har icke moränens hårt packade konsistens, den är lös och till materialbeskaffenheten oberoende

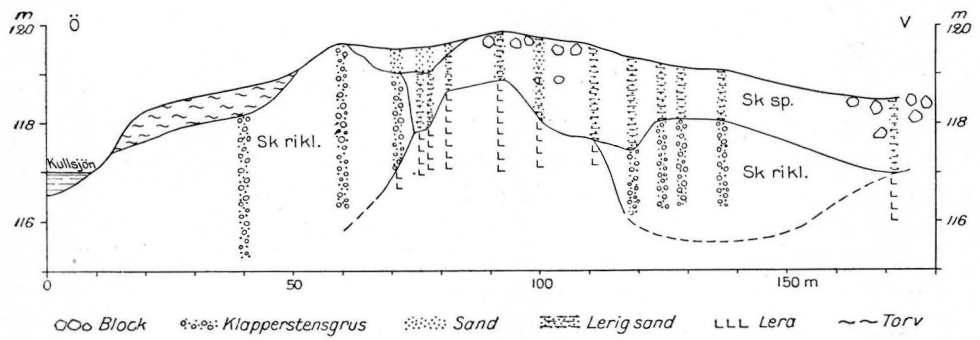


Fig. 93. Kanalskärning vid Kullsjön. På ojämnt eroderad gotiglacial lera ligger ett rikligt skifferförande klapperstensgrus, avloppssediment, överlagrat av ett blockförande starkt lerigt tappningssediment med endast enstaka skifferflisor. Blocken äro lokalt anhopade.

av underlaget, vilket icke är fallet med den äkta moränen. De underliggande lagren visa ej heller några tecken till tryckpåverkan. Säkerligen är avlagringen i fråga avsatt i vatten och detta har varit i hög grad grumligt, som man lätt kan föreställa sig skall bliva fallet vid en tappningskatastrof, då bottensedimenten komma att uppvirvlas. Vid avsättningen i dessa veritabla slamströmmar blir sorteringen högst ofullständig.

	Grovt grus 20 — 6 mm	Fingrus 6 — 2 mm	Finjord 2 mm	Grov sand 2 — 0.6 mm	Mellansand 0.6 — 0.2 mm	Grov mo 0.2 — 0.06 mm	Fin mo 0.06 — 0.02 mm	Grov mjäla 0.02 — 0.006 mm	Fin mjäla 0.006 — 0.002 mm	Ler 0.002 mm
Tappningssediment, Kullsjön	3.0	4.0	93.0	18.7	21.0	15.7	10.3	9.7	3.2	21.4

Sådana katastrofsediment äro mycket vanliga inom området. Sammansättningen kan dock variera avsevärt och ibland närma sig urbergsmoränens sammansättning. Ett gemensamt drag hos dem är att de äro osorterade och att lerhalten är högre än hos den äkta urbergsmoränen.

Det starka inslaget av kambro-silurmaterial, grusavlagringarna här i sydöstra delen av kartbladet hava, avtager helt plötsligt såväl norrut, där Ledsjömodeltat.

motsvarande bildningar norr om vallen Vålfältet—Lövrödjan endast sporadiskt föra sandsten och skiffer, som även västerut. Så fort vi komma till den flikiga terrasskanten vid Stubbe, som utgör den östra begränsningen för det grus- och klapperstensdelta, som kallats Ledsjömodeltat, är det slut med det kambro-siluriska inslaget. Men detta gäller endast för det övre lagret. Över allt i de talrikt förekommande strömrännorna eller strömhålorna, som ofta ligga i en rad, och där det varit möjligt att komma åt underbädden, utgöres denna av skifferförande grus, och i detta har ofta konstaterats ett lerlager liksom vid Lundsbrunn och med mäktig lera i botten under gruset, vilket konstaterats vid en brunnsgrävning i deltats norra del.

Det övre klapperstenstäcket är i norra och östra delen av Ledsjömodeltat flera meter mäktigt men tunnar av mot väster och sydväst. På deltats norra terrassbrant och särskilt på brantens östra del ligga massor av stora drivisblock. Det är antagligt att detta övre täcke, som lagt sig på det skifferförande gruset, vilket kan räknas till de normala avloppssedimenten, är ett sediment som bildats vid en ännu starkare ström, vid tappningskatastrofen, då samtidigt virvelhålor och strömgropar utbildades liksom vid Dalasjö, och att dessa strömmar icke gått över en skifferförande botten, i motsats till avloppsströmmarna före tappningskatastrofen.

Deltat vid Lövrödjan.

Ledsjömodeltat är skilt från det norr härom liggande grusdeltat, mellan Lövrödjan och Gångarebo, genom en erosionsdal, där leran är blottad. Ställvis ligger i dalens riktning strömryggar av grus, klapper och block på leran. Detta grus- och klapperstensdelta är särskilt i västra delen starkt sönderskuret och i söder och sydväst kommer leran ofta i dagen. Den i N—S gående grusryggen, som öster om Stenstorp går in i deltats norra terrassbrant är av glacifluvialt ursprung. Likaså har glacifluvialt grus påträffats i deltats nordbrant några 100 m väster om vägen vid Lövrödjan med morän ovanpå.

I deltats östra terrassbrant finnas intill vägen några grustag. Den sydligaste grusgropen visar överst 1 till 1.5 m orent grus med klapper. En del sandstenar och även skifferflagor förekomma häri. Därunder kommer 1 m fin sand och under denna en bjärt röd lera, 1.6 m mäktig, som underlagras av rödaktig sand, i vilken dock för vatten ej kunde borras längre än till 4 dm. Lerans röda färg är säkert åstadkommen genom vittring och under andra förhållanden än dem som rått i senkvartär tid. Jag håller det nämligen icke för möjligt att här skulle föreligga en vanlig gley-podsol med en järnimpregnering av hela det 1.6 m mäktiga lerlagret. Sannolikast är, att det röda materialet härstammar från rödvittrade bergartsled inom Visingsöformationen, vilken anstår utom i Vättern även i Skagernsänkan långt nordost härom. Den rödfärgade Kåkindsleran västerut jämte andra indicier gör sambandet sannolikt.

Till byggnad och beskaffenhet liknar deltat det förut beskrivna Ledsjömodeltat och kan anses som ett genom strömerosion avskilt nordligt parti av detta.

Norr härom kommer en ny erosionsdal vars fluviatila karaktär redan

torde framgå av det topografiska bladets terrängbeteckning. På leran ligger omkring Sandbäck grus och klapperstensfält liksom på en strömbotten.

Kulebergshöjden.

Norr om denna erosionsdal kommer Kulebergshöjden som av ett genombrott vid landsvägen är uppdelat i ett nordligt och ett sydligt parti. Det sydliga är starkt sönderskuret av djupa erosionsdalar, man får det intrycket att endast mindre rester återstå av en före tappningen mäktigare bildning. Vi ha nu kommit så långt norrut att läget är ungefär mitt för det stråk över Klyftamon som bildat huvudstråket för tappningsströmmarna och detta märkes också på de massor av stora block som ligga på ytan och särskilt på de sluttningar, som vetta mot strömmen.

Vid borrning i södra partiet har under blockförande tappningssediment träffats en avlagring bestående av röd lera i bankar på från 2 till 5 dm tjocklek växellagrande med mo och sandlager från 1 dm till över 1 m mäktighet. Hela sammanlagda mäktigheten hos dessa lager är mer än 6 m. En sådan växellagring mellan lera och mo eller sand är mycket stabil och motståndskraftig mot erosion, vilket förklarar att rester av höjdpartiet finnas kvar.

I höjdpartiet på andra sidan vägen finnes intill vägen ett litet numera igenrasat grustag. Här konstaterades överst ett lager blockförande tappningssediment som på kullens mot strömmen vettande sluttning var hopvräkt till stor mäktighet (mera än 3 m). Denna avlagring ligger på morän (c:a 1 m) med inknådade partier av starkt röd lera. Moränen underlagras av 0.5 m lera av samma beskaffenhet, och under denna kommer en ny moränbank på endast 3 dm, som är grusig och sandig och ligger på sand innehållande lager av röd lera. Detta lager är här 7 dm. I botten kommer grovt grus, i mer än 1.5 m mäktigt lager.

Dessa båda profilupptagningar giva en föreställning om Kulebergshöjdens byggnad. I botten kommer en gammal isälvsavlagring, som täckes av växellagrande bankar av lera och sand, som bäst tolkas som avsättningar framför en i framryckning varande inlandsis. Så kommer den överskridande landisens moränbäddar, där moränbäddarnas dubblering kan tolkas som isoscillation liksom förhållandet är i Rådaåsen. På den översta moränbädden som endast fläckvis är kvar kommer det blockförande tappningssedimentet som höljer hela höjden.

Torsgravshöjden.

På Kulebergshöjden ligga strömryggar av block, som fortsätta i O—V-lig riktning mot Torsgravshöjden. Denna senare är en mäktig isälvsbildning. Ett grustag i södra delen visar grov klapper i en omkring 10 m hög skärning. Norra delen är tvärt avskuren, den höjer sig i en brant sluttning med smala terrassplan 40 m över lerslätten i norr. Huruvida denna bildning på några ställen är täckt av morän är troligt men icke säkert konstaterat.

Som fortsättningen på denna isälvsbildning vid Torsgraven kunna de av morän eller tappningssediment täckta små grusförekomsterna vid Botten och längre nordöst härom anses, vilka bygga över luckan till Holmestads-

åsen vid Bybacka. Mot söder räknat utgör möjligen den förut nämnda grusryggen öster om Stenstorp en fortsättning. Isälvsavlagringarna inom detta område ligga oregelbundet och visa ett nyckfullt uppträdande.

Torsgravshöjdens branta nordsluttning är ingen primär bildning utan frameroderad av ström gående i O—V-lig riktning. På södra och sydvästra sluttningen till höjdpartiet ligga två terrassplan på cirka 10 m bredd med tillhörande erosionsbranter och med en nivådifferens mellan planen på 2.5 m. Det övre planet ligger på 115 m ö. h. Planen kunna följas en sträcka på 250 m och sluta just där sluttningen böjer om i en nordlig riktning. Dessa erosionsmärken kunna misstänkas vara marina bildningar. Emellertid visade en serie avvägningar att de båda planen hava en jämn lutning mot NV. På hela sträckan (250 m) sänkte de sig båda drygt 0.5 m, i stället för att höja sig, vilket är en anomali för strandplan. På planen ligga en del flyttblock särskilt vid deras slut i NV, vilket även talar emot en tolkning av planen såsom vanliga strandterrasser. Det är snarare troligt att planen äro av ström utbildade erosionsterrasser.

Massor av flyttblock (en del jätteblock) ligga på höjdens östra mot strömmen vettande sluttning, men inga ovanpå höjden. De ligga alla ytligt utan »rot». De flesta äro väl rundade, vilket visar att de rullat.

I lä av Torsgravshöjden, alltså mot väster, ligger ett bälte norr om vägen av blockförande grus eller sand på lera, vilket sträcker sig nästan fram till Vättlösa. I norra delen kan denna strömavlagring övergå till rena klapperstensfält på lera såsom vid Skomakaregården.

Inom ler- och moränområdet häremellan och Bybacka ligger moränen ofta i ryggar i huvudsakligen O—V-lig riktning. En del av dessa äro möjligen årsmoräner, andra åter säkerligen strömryggar. De kunna nämligen mot väster följas i större eller mindre blockanhopningar i grus på lera. Avlagringarna äro här icke skifferförande, varför ingen ledning av materialbeskaffenheten kan erhållas. En grusgrop vid Hagen NO om Vättlösa visar mycket tydligt starkt blockförande tappningssediment på morän överskjuten över lera och isälvsgrus.

Tappningssedimentet väster och norr om Götene.

Västerut åt det distala hållet kunna dessa tappnings- eller avloppssediment följas långt på andra sidan järnvägslinjen. På terrassbranterna härstädes ligga flyttblock i skifferförande grus. De utbredda sandavlagringarna på lera i Stenåsens kronopark innehålla skiffer om än sparsamt och likaså har skiffer påträffats här och var inom sandområdet söder om vägen Götene—Skälvum. Särskilt rikligt skifferförande är sanden väster om Götene, där avlagringsförhållandena belysas genom en profil (fig. 94) från korsvägen och till Skiberget.

Rikligt skifferförande grov sand är täckt av ett lager lera av mycket styv karaktär, av den bekanta Vadsbolerans beskaffenhet. Ovanpå leran ligger ett lager postglacial sand. Otvivelaktigt är den skifferförande sanden ett tappnings- eller avloppssediment och leravsättningen är tillkommen efter tappningen, alltså finiglacial. Den skifferförande sanden kunde för vatten icke genomborras, men i en kanalskärning strax SO härom ligger

samma sand innehållande lerbollar på lera, som alltså är avsatt före tappningen eller gotiglacial.

Av stort intresse är att undersöka var denna skifferförande sand slutar norrut eller var iskanten befann sig då tappnigen var slutförd. Ju närmare vi komma denna israndlinje ju tunnare skall den underliggande gotiglaciala leran bliva.

I ett grustag, som ligger strax norr om Götene vid vägen till Vedum, ligger ännu skifferförande sand, och gå vi ännu några km norrut till

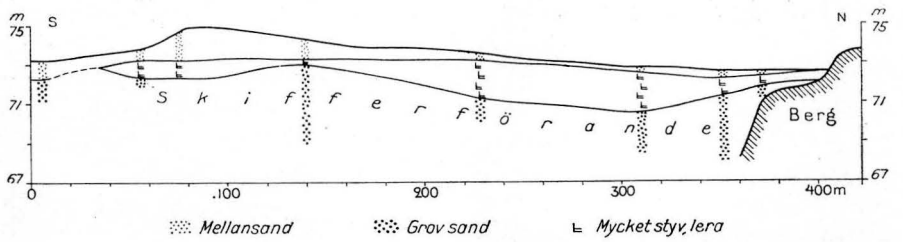


Fig. 94. Profil V om Götene visande skifferförande grov sand (tappningssediment) överlagrad av ett tunt lager mycket styv finiglacial lera, avsatt sedan all ström på platsen upphört.

Kinne-Vedums kyrka och undersöka ett gammalt grunt grustag, som ligger norr om vägen till Forshem, finna vi här följande lager.

0 —0.3 m Lera
0.3—0.5 » Lerigt grovt grus med kantiga klapperstenar
0.5—1.5 » Grovt grus, skifferförande
1.5—2.3 » Lerigt grovt grus med klapper
2.3—2.6 » Lera
2.6 » Berg

Samma profil har konstaterats genom borrning på ett ställe 1 km längre mot NV fast det överliggande lerlagret här är mäktigare 1.5 m och är samma mycket styva, finiglaciala lera som i Göteneprofilen (fig. 94). Det skifferförande gruslagret kan utan tvivel parallelliseras med det skifferförande sandlagret från Götene och är ett avlopps- eller tappningssediment. Den underliggande lerans ringa mäktighet, endast 3 dm, säger oss att iskanten, då gruset avlagrades, stod alldeles i närheten.

Norr härom saknas den gotiglaciala leran. Söder härom tilltar den i mäktighet så att den i södra kartbladsgränsen och längre söderut kan bliva flera tiotal meter. Den är täckt av avlopps- eller tappningssediment, där dessa blivit avlagrade, och inom de lägre områdena kunna dessa i sin tur vara täckta av yngre finiglacial lera. Någon morän överlagrande avlopps- eller tappningssedimenten har icke iakttagits. Iskanten synes hava varit stadd i ständigt återtåg. Något längre stilleståndav iskanten har icke förekommit under den gotiglaciala tidens slutskede eller under den tid de gotiglaciala lerorna avlagrades i dessa trakter. De leror som ofta påträffats under morän eller isälvsgrus måste tillhöra ett äldre skede inom den gotiglaciala tiden eller också äro de så gamla att de möjligen kunna räknas till interglaciala

avlagringar. Dessa intramoräna leror gå i stor utsträckning i dagen inom ler- och moränvallarna i kartbladets sydöstra del. På kartan äro de betecknade som morän men med lerbeteckning. Den sydligaste av dessa, Ledsjövallen, har särskilt studerats och en del profiler upptagits över densamma.

Morän- och lervallarna inom kartbladets sydöstra del.

Ledsjövallen. Ledsjövallen kommer helt in på kartbladet vid Bengtstorp. Den går därifrån i västlig riktning men böjer om mot NV väster om Ledsjö kyrka. Vid



Fig. 95. Parti av Ledsjövallens nordsluttning mellan St. Lund (i bakgrunden) och Tempelhöjden. I mäktig lera mestadels täckt av sand och grus och fläckvis av morän äro strömgropar uteroderade.

St. Lund bildar vallen en hög kulle (133 m ö. h.). Vallens medelhöjd är omkring 125 m eller ett tiotal meter över omgivningen. Från St. Lund och till 131 m:s höjden (Tempelhöjden) i Lundsbrunnsparken är vallen endast framträdande som en delvis genomskuren erosionsbrant mot norr (fig. 95). Med kullen i Lundsbrunnsparken slutar vallen mot väster.

På ett par andra ställen är vallen helt genomskuren. Ett tydligt genombrott uppkommet av strömerosion är beläget mitt emellan St. Lund och Ledsjö kyrka i den vinkel vallen här gör. Terrängformernas fluviala utbildning här omkring torde framgå av bifogad skiss fig. 91, sid. 153, å vilken utom höjdkurvor de i ytan liggande avlagringarna äro angivna. Vid Bengtstorp, öster om Ledsjö, ligger ett annat genombrottsställe, och strax härintill öster om lägenheterna vid Bengtstorp tränga erosionsdalar från norr in i vallen, som dock icke helt genomskäres av dessa.

Till belysande av vallens allmänna byggnad skall meddelas ett par profi-

11—402809. S. G. U., Ser. Aa, N:o 182.

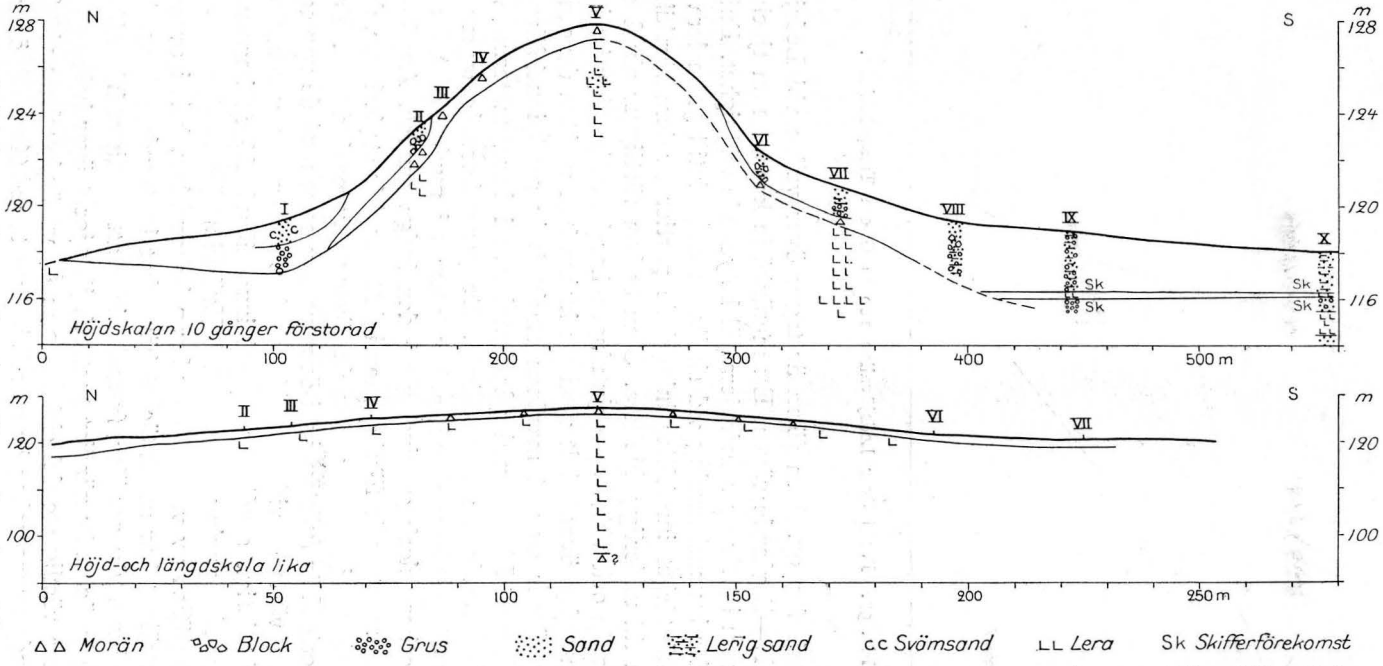


Fig. 96. Profil över Ledsjövallen vid Ledsjö kyrka. Den undre profilen återger mittpartiet av den övre men i samma höjd- och längdskala.

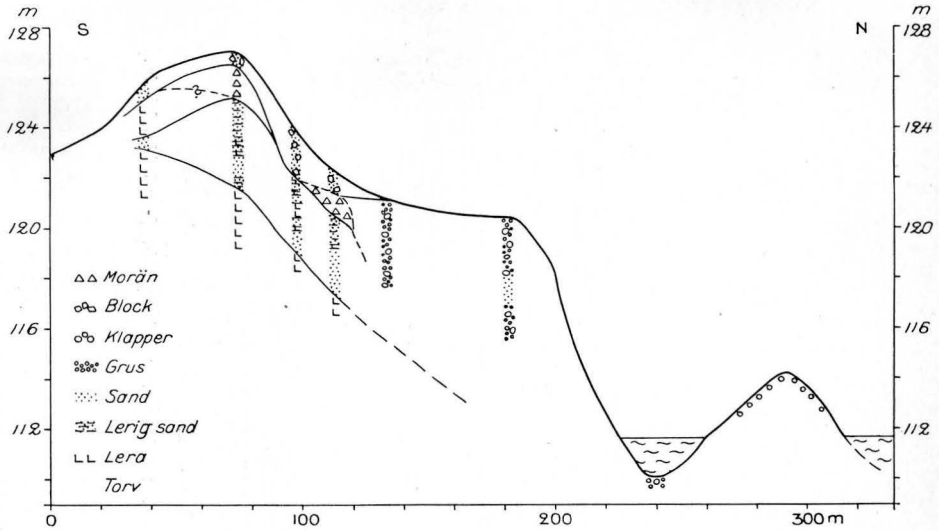


Fig. 97. Profil över Ledsjövallen 100 m O om Tempelhöjden.

ler fig. 96 och fig. 97. Den förra är tagen över vallen vid Ledsjö kyrka längs den i N—S gående vägen. Ett moränhölje knappt 1 m tjockt täcker hela vallen som består av stenfri lera till betydande mäktighet. Enligt uppgift har under brunnsborrning vid skolhuset strax intill 30 m lera genomborrats. Moräntäcket innehåller inknådade partier av lera särskilt rikligt mot gränsen till underliggande lera. Utan tvekan föreligger alltså en överskjutningsmorän och vid isöverskjutningen har leran hopskjutits i en vall, som landisen sedan överskridit utan att kunna helt utplåna densamma. På sluttningarna ligger ovanpå moränen starkt lerig sand innehållande grus och ibland block. Längre ned på sluttningen i borrpunkterna VIII—X hava borrningarna icke nått moränen. De genomborrade lagren äro av samma beskaffenhet som de vilka konstaterats i punkterna VI och VII. I punkt X saknas dock grusinslaget i den leriga sanden. Avgörande för detta övre lagers natur är förekomsten i detta av dels ett lerlager, dels skiffer särskilt rikligt i gruset under det översta tunna lerlagret. Profilen i punkter IX och X är fullständigt i överensstämmelse med de upptagna profilerna längre västerut vid Dalasjö och i Lundsbrunns grustag, och det översta starkt leriga sandlagret ibland innehållande block korresponderar fullständigt med tappningssedimentet i Kullsjöprofilen.

På många ställen av vallen ligger leran i denna bar, helt i avsaknad av morän. Helt säkert har moräntäcket här blivit borteroderat, enstaka block kunna ligga kvar. Av profilen framgår icke att landisen här gjort något uppehåll, moräntäcket är nämligt tunt och jämtjockt över hela vallen.

Över vallens västligaste del cirka 200 m Ö om ändpunkten vid Tempelhöjden i Lundsbrunnsparken är en sektion upptagen (fig. 97) över vallens här branta nordsluttning. I profilen återfinnes överst å höjdryggen samma

avlagring av lerig sand med block i större eller mindre frekvens som observerats i Ledsjöprofilen och från Kullsjön m. fl. ställen och som visats vara ett tappningssediment. En slamningsanalys från prov taget av denna avlagring i den högst belägna profilpunkten visade en med hänsyn till sammansättningen osorterad jordart med 11.3 % ler.

Under detta katastrofsediment kommer överst på krönet morän bestående huvudsakligen av om-ältad röd lera med inknådad sand och enstaka brottstycken av ren lera samt sparsamt med block. Bildningen kan betraktas som en av landisen sönderknådad lerskolla. Ett stycke längre ned på

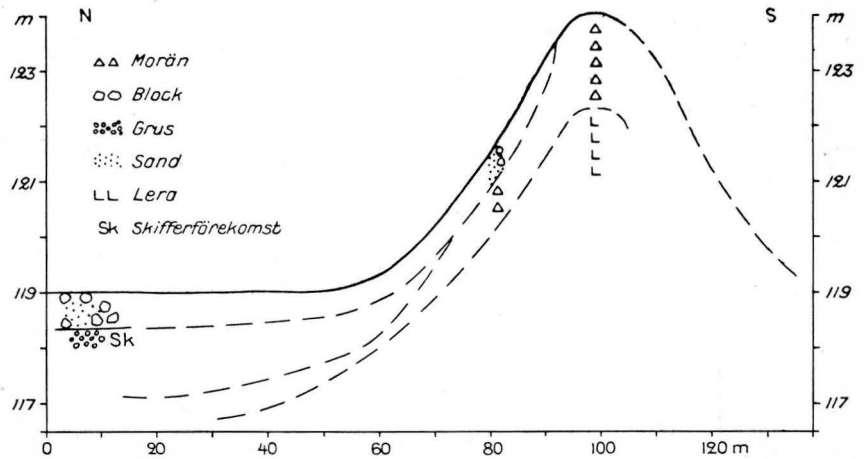


Fig. 98. Profil över den i Ledsjömodeltat uppstickande lervallens nordsluttning. Morän ligger på vittrad intramorän lera. På sluttningen och på planet nedanför ligger tappningssedimen överst bestående av sand med lokalt stor frekvens av drivisblock och därunder rikligt skifferförande grus

sluttningen kommer en hårt packad blockförande bildning med block i grus och sand, vilken tolkats som morän. Ännu längre ned ligga lager av klapper och grus jämte sand, som dock icke kunde genomträngas. En och annan sandsten observerades, men trots att skiffer icke iakttogs, är det mycket sannolikt att dessa bildningar äro avlagringar i samma tappningsström, som uteroderat de båda groparna nedanför sluttningen och avlagrat grusryggen dem emellan.

I profilpunkterna överst på vallen kommer ett c:a 4 m mäktigt lager av sand innehållande skikt av röd lera. Ett sådant sandlager innehållande skikt av röd lera och liggande ofta i mäktiga lager under överskjuten morän är en ofta återkommande företeelse i dessa trakter. Även långt utanför kartbladsområdet hava dessa bildningar påträffats, exempelvis i Sventorpsvallen på andra sidan Billingen. Den röda vittringsfärgen är säkerligen icke resultat av vittring in situ, så djupt under markytan och under så mäktiga täta lager. Den sandbädd isen här överskridit synes bäst kunna tolkas såsom glacifluvialt material avlagrat på den underliggande leran och framför en i fram-

ryckning varande landis, och materialet i denna bädd skulle då vara upphämtat från en rödvittrad berggrund, som landisen överskred.

Den underliggande leran ligger konformt med vallens yta och bildar liksom i Ledsjöprofilen en av landisen hopskjuten lervall, som här utgör vallens kärna.

Uppsalavallen.

Den andra ler- och moränvallen i ordning norrut, Uppsalavallen, är av samma storleksordning och byggnad som Ledsjövallen, den forsätter långt in på angränsande kartblad. På vallens mittparti ligger leran bar och endast med enstaka block på ytan, som bliva talrikare i kartbladsgränsen där

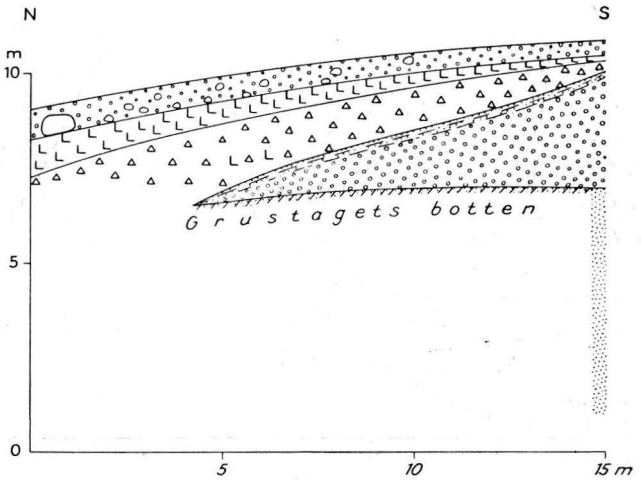


Fig. 99. Skärning genom proximalbranten i Kronoparken Stenåsen. Morän med partier av inknådad lera överlagrar gl. fluvialt grus med mäktigt sandlager därunder. Över moränen ligger ett lerlager och på detta ett blockförande, grusigt, skifferförande tappningssediment.

morän torde anstå på leran. Vid skolhuset i Uppsala är leran i vallen 8.4 m mäktig. På sluttningarna såväl den norra som den södra ligga block i rikligt skifferförande grus, som alltså tillhöra tappningsavlagringarna. Dessa strömmar hava kraftigt eroderat vallen. På nordsidan vid den lilla sjöhålan mitt emot Kullsjön äro vackra utsvarvningar synliga i vallens nordsluttning och en strömeroderad dal går tvärs över vallen mellan de båda sjöarna.

Strax väster om Uppsala är vallen utplanad och täckt av tappningssediment varav de västliga tillhöra Ledsjömodeltat. Inuti detta sticker en vallrygg upp omkring 1 km öster om Rymningsslätten, vilken möjligen på grund av läget kan anses som en fortsättning av Uppsalavallen. Över nordsluttningen till denna rygg har en sektion upptagits (fig. 98).

På vallens krön genomgrävdes 1.7 m morän bestående av grusig och sandig mo som huvudmassa med enstaka stenar och med inknådad röd lera. Tydligen är avlagringen en överskjutningsmorän. Under ligger en starkt röd lera, i vilken borrades 0.7 m och fortfarande var leran lika rödvittrad. Möjligen ha vi här en gammal vittrad landyta som hopkörts till en vall av den

överskridande landisen. På nordsluttningen ligger tappningssediment i normal ordningsföljd: ett lager bestående av sand med talrika block på rikligt skifferförande grus.

Mot väster övergår denna markerade vall så småningom i den topografiskt mindre framträdande vall av lera delvis täckt av grus med block som från Rymningsslätten går förbi Bengt Jonsgården och fram till bäcken. Fortsättningen från bäcken och till landsvägen framstår topografiskt endast som en svagt markerad nordsluttning, som på andra sidan vägen buktar ut mot norr i en vinkel omslutande här liggande mäktiga glacifluviala sediment. Från denna vinkelspets fortsätter sluttningen som en terrassbrant, närmast intill utbildad i grus och c:a 20 m hög i rasvinkellutning. Riktningen har nu blivit sydvästlig. Branten kan följas förbi Jonstorp och ned till vägen Lundsbrunn—Skälvum, på sista sträckan utbildad i lera. På terrassbranten och på planet närmast innanför ligga massor av block ofta i skifferförande grus på lera.

Vid nämnda vinkel intill landsvägen är i terrassbranten ett grustag inskuret några 10-tal m långt in i sedimenten. Kompletterat med borrning i grustagets botten gav skärningen en god inblick i de genetiska förhållandena (fig. 99).

Branten är klädd av ett jämntjockt, grusigt lager, innehållande mycket sten och block av avsevärda dimensioner. Stenarna äro särskilt koncentrerade till det undre lagret, bildande en stenrand intill kontakten. Närvaron av skiffer om än sparsamt i detta lager gör att denna ytliga bildning måste tolkas som ett tappningssediment. Under tappningssedimentet ligger lera i ett metermäktigt lager, avsatt före tappningen och alltså gotiglacial. Under denna kommer en moränbädd med inknådad lera. Både lerlagret och särskilt moränen tilltar i mäktighet nedåt sluttningen. Moränen vilar upptill i branten på grovt grus och nedtill på sand, i vilken intill moränen glidplan utbildats. Varken sandsten eller skiffer har kunnat påvisas i dessa sediment. I den underliggande sanden har borrats till 6 m utan att botten nåddes, men ännu torde det återstå 20 à 30 m till berggrunden, varför utrymme finnes för en sannolikt på djupet förekommande intramoränlera, varpå lerinknådningen i moränen tyder.

Samma profilutbildning har konsterats uppe på planet vid Stockebäck 1 km längre mot söder ävensom intill och på andra sidan Ledsjövallen söder om St. Lund, där lera konstaterades under den mäktiga submoräna sanden. Framför den framåtryckande landisens rand har lagt sig ett mäktigt lager av sand, som haft stor utbredning, och ovanpå detta sandlager har här vid branten en grusbädd avlagrats förmodligen intill själva isranden och som en randbildning. Själva terrassbranten kan sålunda uppfattas som en iskontaktlinje, men utbildad redan under landisens transgressionsskede. Isen har så pressats upp över dessa transgressionsavlagringar. Istrycket har åstadkommit en uppressning av den sandtäckta intramoräna leran vid Ledsjövallen. Profilen över Ledsjövallen vid Tempelhöjden (fig. 97) visar rester av denna transgressionssand på lera. Huruvida leran är ett distalt sediment till

transgressionssanden eller tillhör en tidigare nedisnings sedimentationscykel har icke kunnat säkert avgöras.

Vallen: Vålfältet—Lövrödjan—Lövåsen.

Den tredje vallen i ordning norrut ligger konformt med den föregående. Den går över Vålfältet mot NV till Lövrödjan, täckes där av det förut omnämnda tappningsdeltat och fortsätter sedan i västlig riktning över Per Bengtsgården till Lövåsen vid landsvägen. En grusgrop intill vägen och vid infartsvägen till Likälla visar glacifluvialt grus, som delvis täckes av ett blockförande tappningssediment. Fortsättningen av vallen härifrån, som liksom den föregående går mot sydväst, är topografiskt mindre markerad. Vallen är av samma byggnad som de förut omnämnda.

Vallen över Hästhagen.

Den fjärde och sista vallen är endast utbildad i väster, och går från järnvägslinjen i en båge över Hästhagen och mot SV till vägen Lundsbrunn—Skälvum konformt med de föregående. Vid Hästhagen är nordbranten c:a 15 m hög. Vallen och särskilt nordsluttningen är beklädd med block, tätt liggande på morän. Om moränen, som troligt är, ligger på lera har icke kunnat konstateras här i norra delen men väl i SV-liga delen, där också skiffer iakttagits i gruset bland blocken.

Glaciala leror.

Intramoränlera.

I det föregående har i samband med beskrivningen av andra avlagringar även lersedimenten måst omnämnas. Det har sålunda framhållits att sista gången isen skred fram över området skedde detta över redan avsatta lersediment. Mäktigheten måste hava varit avsevärd för att medgiva en hopskjutning i vallar på 30 m djup (Ledsjövallen). Leran har benämnts intramorän.

Ett tunt lerskikt inblandas helt i landisens bottenmorän, som därigenom blir lerig och ofta med inknådade lerklumpar, som icke hunnit sönderdelas. För att en vall av homogen lera skall kunna hopskjutas måste leran hava så stor mäktighet att vid istrycket glidplan i leran kan uppstå efter vilka den ena lerskollan efter den andra skjutes upp framför iskanten.

På sina ställen ligger emellan denna lera och den översta moränen sandlager tolkade som landisens avsättningar vid transgressionen. I denna sand kan det förekomma tunna skikt eller tjockare lager av rödvittrad lera. Ett nära till hands liggande antagande är att denna lera i själva verket härstammar från en rödvittrad berggrund tillhörande Visingsöformationen, där vissa lager äro starkt röda av järnoxid.

Gotiglaciallera.

Ovanpå den sista moränen ligger ett i södra delen av kartbladet vanligen mycket mäktigt lerlager, avsatt i havet utanför den norrut under isavsmältningen vikande isranden. I denna lera har skal av *Portlandia [Yoldia]* påträffats på ett par ställen nämligen i Lidans åbrink och i lertaget vid Mariedals tegelbruk. Norrut tunnar denna lera ut. De täckande tappningssedimenten, som i södra delen ligga på mäktigt lerlager, ligga i trakten av Kinne-Vedum på ett tunt lager av denna gotiglaciala lera, som alltså här kilar ut.

Denna gotiglaciala lera, varav Vara—Lidköpings lerslätt är uppbyggd, är vad beträffar finleken hos lerans olika horisonter i så motto avvikande från glacial lera, att den särskilt inom lerslättens östra zon varierar i finlek från botten och till ytan på ett regellöst sätt. Bankar av finkornig lera eller styv lera för att använda jordbrukstekniska termer växla med bankar av lättare leror, mellanleror och lättleror. Åtminstone i södra och mellersta Sverige är det i vanliga fall så, att den glaciala leran från ett bottenlager av lättare lera ganska snart övergår i en styv lera. Normalt härstammar nämligen lerslammet från isälvarnas slamtillförsel, och ej långt från isälvsmynningen hejdas de uppkomna strömmarna i havet. Här ser det emellertid ut som om avsättningen även långt utanför iskanten försiggått i vatten som varit i någon rörelse och då sedimentens finlek i regel tilltaga mot väster, kan detta tyda på en västlig strömriktning i havet. Varvighet hos dessa leror saknas i regel. I vissa lerbankar kan dock en otydlig varvighet vara skönjbar. Ofta äro varven ovanligt tjocka, enstaka dm-tjocka varv hava iakttagits högt upp i lagerserien, vilket tyder på en ovanligt riklig slamtillförsel. Som allmän regel kan sägas att leran är mindre styv än vad lerans mäktighet kunde giva anledning förmoda.

Åtskilliga borrningar med iakttagelser av växlingarna hos lerlagrens finlek eller styvleksgrad hava utförts. Här skall endast som ett exempel anföras resultatet från en profilupptagning i Lidans åbrink vid Skölmetorp nära kartbladsgränsen. Här iakttogs från ytan räknat:

0	— 0.5	m	Mjälig mellanlera
0.5	— 2.3	»	Styv lera
2.3	— 4.0	»	Mjälig mellanlera
4.0	— 4.05	»	Lättlera
4.05	— 7.0	»	Styv lera
7.0	— 7.5	»	Mellanlera
7.5	— 7.55	»	Grov mo
7.55	— 8.5	»	Mo och lera i växellagring
8.5	— 8.53	»	Grov sand
8.53	— 8.8	»	Sand
8.8	—10.6	»	Lättlera omväxlande med styvare lera
10.6	—10.7	»	Lerig grov mo
10.7	—10.8	»	Lättlera omväxlande med styvare lera
10.8	— ?	»	Sand

Förmodligen är leran här ännu mycket djupare med lerlager under sanden, som på grund av vatten dock ej kunde genomborras.

De mäktiga lersediment, som ligga mellan Vänern och Råda ås, täckta av ett sandlager, synas att döma av enstaka prov från djupborrningarna härstädes vara av en mindre styv beskaffenhet. Förmodligen växellagra även här bankar av styvare och lättare lersediment. Denna växellagring mellan styvare och lättare lager hos den gotiglaciala leran medför att beskaffenheten av det i ytan liggande lagret är beroende av vilket lerlager, som vid den efterföljande erosionen tillfälligtvis kommit att bilda markyta.

Distalt tappnings-sediment

Den gotiglaciala leravsättningen avslutas som redan visats av grövre sediment tillhörande tappningsstadiet, i vilka lokalt lager av ren lera kunna ingå. Dessa sediment bliva distalt, alltså mot väster, allt finkornigare och ligga där som lager av lerig mo på den gotiglaciala leran ofta med gropig kontaktyta. Mycket av den sand- och moavlagring som fläckvis täcker leran i kartbladets södra del är av detta ursprung. En härför belysande profil är upptagen i Lidans åbrink vid Annelund, nuvarande Annelyst, av L. v. Post och av honom beskriven (se »Annelundsprofilen» i Svea älvs geologiska tidsställning).[1]

Från detta arbete är fig. 100 hämtad som visar sedimentens beskaffenhet på olika höjd över Lidans vattenyta samt den i sedimenten förekommande pollenfloran. I figuren är angivet att lera förekommer upp till 4 m över Lidan. Detta är visserligen riktigt, men som jag kunde konstatera vid besök på platsen är leran över 2.5 m nivån av en helt annan sammansättning än under densamma. Över 2.5 m är leran en mager lättlera och under samma nivå en Yoldiaförande styv lera, i vilken enligt v. Post inga pollen finnas, då däremot en säregen pollenflora konstaterades i de överliggande sedimenten, vilket framgår av diagrammet. Pollenfloran är säregen genom den höga halten av granpollen, ända till 9 %, i dessa gamla, helt säkert glaciala sediment, ty granen blev allmän mycket sent, under övergången mellan brons- och järnåldern. Anmärkningsvärd är även förekomsten av pollen från de värmekrävande trädslagen ek, lind och hassel.

Nu är det att märka att i tappningssedimenten inom sydöstra kartbladsområdet växtfragment bestående av pinnar och andra växtdelar samt pollenkorn på vissa ställen påträffats. Två sådana växtfossilförande prov ha pollenanalytiskt undersökts av C. Larsson. Det ena (A) är taget inom ett plant fält c:a 500 m väster om Vättlösa hållplats från 1.6—2.0 m djup och består av grov skifferförande sand skild från överliggande lager av mellansand genom ett cm-tjockt skikt av lerig mo, varför det icke kan vara tal om nedtvättning av pollen från ytan. Det andra (B) är taget mellan Lundsbrunn och Helgemon från 1.7—1.9 m djup och består av lerig sandblandad mo. Av prov A undersöktes 12 st. preparat och av B 11 st., varvid erhölls nedanstående analysresultat.

	A		B	
	Antal pollenkorn	%	Antal pollenkorn	%
Picea	5	6	5	8
Pinus	46	56	31	54
Betula	29	35	17	30
Alnus	3	3	—	—
Quercus	—	—	1	8
Tilia	—	—	4	
Summa	83	100	58	100
Corylus	6	7	6	10

[1] Sv. geol. Unders. Årsbok 21, 1927.

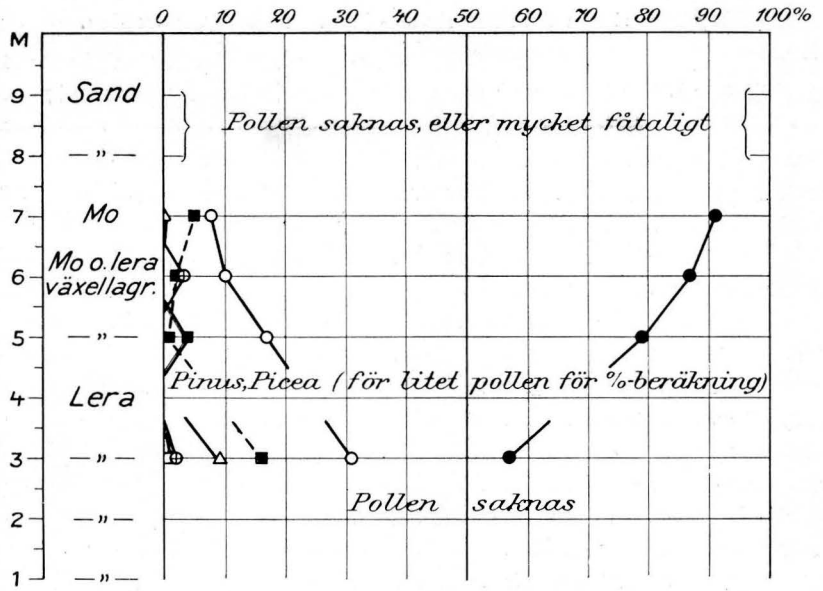


Fig. 100. Annelund nära Lidköping. Siffrorna angiva höjden över Lidans (= Vänerns) nivå. Enl. von Post. Teckenförklaring se fig. 105 sid. 186.

Utmärkande för pollenfloran i dessa båda prov av tappningssediment är tämligen hög halt av granpollen i ett växtsamhälle som domineras av tall och björk, i överensstämmelse med floran från Lidans åbrink, vilket gör det i hög grad sannolikt att samma sediment föreligga, att ifrågavarande moiga och mjäliga sediment vid Lidan äro distala avlagringar till tappningssedimenten från trakten Vättlösa-Lundsbrunn.

Ytterligare ett skäl för samhörigheten ligger i diatomacéflorans vittnesbörd om de förändringar i havets salthalt, som inträffade under avlagringen av de pollenförande sedimenten vid Lidan. Enligt den diatomacélista som upprättats av Dr *Astrid Cleve-Euler* innehåller den Yoldiaförande leran från 2 m nivån idel saltvattensformer, men så fort vi komma upp i den pollenförande, mjäliga och moiga leran, visar listan sötvattens- och klarvattensformer för nivåerna 3 och 4 m med endast två arter funna på sistnämnda nivå och i ringa frekvens för att sedan högre upp i lagerföljden visa söt- och bräckvattensarter, en del allmänt förekommande på 5 och 6 m. De översta lagrens diatomacéer äro med ett par undantag klar- och sötvattensformer.

Det förefaller vara i hög grad antagligt att en avtappning av Baltiska issjöns väldiga vattenmassor skall just ha till följd en utsötning av vattnet i den vik av världshavet där tappningsströmmarna då mynnade, (nivåerna 3 och 4 meter), och att sedermera i den mån avloppen förlades allt längre mot norr och slutligen till Närkesunden, vattnet blev bräckt i Vänerfjorden för att i slutstadiet vid tillräcklig avspärrning av Vänersänkan från världshavet åter bliva sött. En sådan växling i havets salthalt, från salt till sött

Diatomacélista från Annelunds- (numera Annelyst) profilen.

Höjd över Lidans (= Vänerns) vattenyta	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	9 m
Actinoptychus undulatus	*rr*						
Amphora commutata m. v. minuta				+	+	—	
» ovalis				rr	r	—	
» » v. gracilis				r			
Caloneis amphisbaena					r		
» fascinata v. lacunarum				r			
» *latinscula*						*r*	
» Silicula m. v. inflata				r	r		
Campylodiscus bibernicus					*r*	+	
Cocconeis pediculus				c	+		
» placentala					r		
Coscinodiscus curvatulus	+						
» ***oculus iridis***	+						
» ***septentrionalis***	*c*						
» ***subsalsus***	*c*						
Cyclotella bodanica		+	*r*		*r*		
» comta v. radiosa		r			r		
Cymatopleura elliptica		*r*		—	+	+	
» solea				r	r		
Cymbella cistulla m. v. maculata					rr		
» cuspidata					r		
» helvetica				r	r	r	
» *lanceolata*				*c*	*c*		
» lata						r	
» *prostrata*				*r*	*r*	*c*	
Dicladia mitra	*r*						
Diploneis coffaeiformis				r	r	r	
» **interrupta**		rr		r	r		
» Lacus Lemani					r		
» **Smithii** f. typica (stor)				r	r		
Epithemia Hyndmannii						+	
» **musculus v. gibberula**				r			
» *turgida* m. v. Westermannii		*r*		*r*	—	+	
» zebra		r		r	r	r	
Fragilaria construens				r	r		
» lapponica				+	r	r	
Gomphonema geminatum		r		+	+	r	
» ventricosum				r			
Grammatophora oceanica	*r*						
» ***serpentina***	*r*						
Gyrosigma attenuatum				+	*c*	*cc*	

Höjd över Lidans (= Vänerns) vattenyta	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	9 m
Gyrosigma Kützingii					*r*	*r*	
» scalproides v. eximia				r			
» **Spenceri**				+	**r**		
Mastogloia Smithii v. amphicephala				**r**	**r**		
Melosira arenaria						*r*	*r*
» *helvetica*		+	*r*	*c*	+	*r*	
Navicula gotlandia				**r**			
» **Lundströmi v. Frieseana**				**r**			
» **peregrina v. refvingensis**				**r**			
» **platystoma**				**r**	**r**		
» placentula					r		
» **rhyncocephala v. amphiceras**				**r**	**r**		
» **cryptocephala v. veneta**				**r**			
» **torneensis**				**r**			
» Toulaae v. rostrata						r	
Nitschia navicularis				**r**	**rr**	**r**	
» **sigma**				**r**			
» **sigmoidea v. armoricana**				**r**			
Paralia sulcata	—						
Pinnularia appendiculata				r			
» doctylus		rr					
» lata		rr					
» major		r			r	r	
» viridis				r	r	c	
Plagiogramma gregorianum	*r*						
Rhabdonema minatum	*r*						
Rhoicosphenia curvata				**r**			
Rhopalodia gibba m. v. ventricosa		r		+	r		
Stauroneis phoenicenteron		rr fragm.					
» **sagitta**				**r**			
Stephanodiscus astraea m. v. minatula				+	*r*	*r*	
Surirella biseriata m. v. bifrons					r		
» **lœvis**				**r**			
» spiralis				r	r	+	
Tabellaria spp.		r		r		r	
Trachyneis aspera	*rr*						
Ebria triparteta	*r*						
Distephanus speculum	*r*						
Spongienålar							

Frekvensbeteckningarna äro:
ccc = ymnig — = mindre allmän
cc = riklig r = sällsynt
c = allmän rr = mycket sällsynt.
\+ = täml. allmän

I tabellen hava saltvattensarterna utmärkts med fet kursiv, bräckvattensarterna med fetstil, arenariaarter (klarvattensarter) med kursiv och vanliga sötvattensarter med vanlig stil.

och vidare till bräckt för att sluta med sött vatten kan näppeligen på annat sätt än som angivits finna sin förklaring.

Då någon vegetation av den typ pollenanalyserna uppvisa säkerligen icke existerade invid isranden under detta skede av isavsmältningen, är det antagligt att tappningsströmmarna revo upp äldre lager av intramorän natur och att det är från dessa lager pollenkornen och växtdelarna härstamma. Det är så mycket mera antagligt som vid Long i närheten av Vara intramorän sand in situ påträffats med en pollenflora liknande denna, fast i sekundärt läge konstaterade.

Finiglacial lera.

Den lera som avsattes efter tappningen, den finiglaciala leran, är i regel som redan omnämnts av en mycket finkornig beskaffenhet av den bekanta Vadsbolerans typ. Inom området för tappningssedimentens utbredning ligger denna lera fläckvis kvar i föga mäktigt lager 1 à 2 m på ett sand- eller molager inom lågt belägna, skyddade områden. Molagrets mäktighet varierar starkt och kontaktytan till underliggande lera är i regel gropig. Den mycket styva leran har påträffats här och var inom kartområdet och långt söder om kartbladets sydgräns i trakten av Järpås överlagrande mo.

Norr om utbredningsområdet för tappningssedimenten ligger denna lera antingen direkt på moränbottnen eller för det mesta överlagrande annan finiglacial lera av normal beskaffenhet med material härstammande från närbelägna isälvars slam.

Lerslätterna vid Kinne-Vedum och vid Forshem utmärka sig för en särskilt styv och svårarbetad lera, som måste behandlas med stor insikt för att icke bliva omöjlig att vid vårbruket få i god struktur. Den största olägenheten är att Vadsboleran å höstplöjda fält under vinterns tjälningar och vårens tjällossningar erhåller ett mycket löst, pulverformigt täcklager på en eller annan cm tjocklek, vilket skyddar underliggande lager mot upptorkning allt för effektivt för att jorden skall kunna vårbrukas i rätt tid.

Marina gränsen.

Ismassornas tryck på jordskorpan förorsakade en nedpressning av de isbetäckta områdena betydligt under deras nuvarande höjdlägen. Leror, som avsattes under isavsmältningen på havets botten, ligga nu högt över den nuvarande havsytan. Huru djupt landet var nedpressat vid isavsmältningen eller huru högt havet stod i dessa trakter är emellertid icke till fullo utrett, meningarna härom äro delade.

På den av havet kraftigt bearbetade nordsluttningen av Kinnekulle ligga på olika nivåer från nuvarande Vänerns yta och högst upp på sluttningen av berget strandvallar och erosionshak. Högsta nivån vartill dessa strandbildningar kunnat följas är sedan länge fixerad till 127 m ö. h., som också satts som marin gräns, M. G. Vid kartläggningen av området har särskild uppmärksamhet ägnats åt de högsta strandmärkena, vilket dock icke medfört någon väsentlig ändring av det gamla värdet.



Fig. 101. Terrängen nedanför spolningsgränsen vid Hällekis vägskäl. Klapperstensfältet, som ligger i låga ryggar, når in på bilden i vänstra kanten. Innanför och i förgrunden ligger sand med klapper upp till moränsluttningen. I denna är spolningsgränsen belägen.

Öster om Grönelid och norr om stensliperiet, väster om stugorna härstädes, ligger ovanför en klapperstensvall en frisköljd blockrand i moränen, som avvägts till 128 m ö. h. Ovanför vägskälet till Hällekis har moränsluttningen ovanför ett klapperstensfält närmare undersökts för konstaterande av spolningsgränsen. Den befanns här ligga på 128 m ö. h. Vid Trädgårdsmästaretorp strax öster härom ligger en strandsporre avstängande en liten dalgång på 129 m. Dessa äro de högsta strandmärken som kunna konstateras på nordsluttningen. Det har icke varit möjligt att följa M. G. runt omkring Kinnekulle. För övriga delar av berget sammanfaller nämligen M. G. med rödstenskleven, där den senare söndervittringen av kalkstenen till den grad utplånat spåren av havets påverkan, att det numera icke är möjligt exakt avgöra vad som legat över och vad som legat under havets yta. Så t. ex. förekommer strax öster om Österplana kyrka en cirka 3 m hög terrass i kalkstenshällen på en nivå, dit havet sannolikt icke nått, men icke desto mindre med alldeles samma utbildning som hos rödstenskleven, dit havet nådde. Söder om Västerplana är i rödstensklevens övre kant utsugningsrännor utbildade på nivån 126 à 127 m som möjligen angiva M. G. Emellertid ligger ovanför dessa strandmärken en terrass i kalkstenshällen på nivån 129.5 m, och möjligen kan havet haft sin del i utbildningen av denna. De här och var i rödstenskleven kvarstående raukarna och de i kleven utbildade grottorna bära dock tydligt vittnesbörd om, att havet en gång nått hit, fast man ej kan av omnämnt skäl bestäm-

ma den exakta nivån. Vackert utbildade raukar finner man särskilt vid Martorp och öster om Storängen i Medelplana socken. Se fig. 3.

På kartområdet utanför Kinnekulle har icke M. G. på någon punkt kunnat påvisas. På de allra högsta partierna av Ledsjövallen (133 m) har ingen marin gräns kunnat anträffas. Tappningsfloden har gått över Ledsjövallens högsta partier liksom också som visats över grusdeltana norr om Ledsjövallen, varav Ledsjömodeltat når upp till 124 m och de övriga något lägre. Frågan om var M. G. skall förläggas vid tappningstillfället är ännu icke löst.

Postglaciala bildningar.

Översikt över områdets postglaciala utvecklingshistoria.

Under istiden bildades, som vi sett, mäktiga avlagringar, av vilka den tidens geologiska historia kan avläsas på för det mesta rent stratigrafiska grunder. Den efterföljande postglaciala tiden har mera utmärkt sig genom bortförandet av de gamla avlagringarna. Under landhöjningen blevo nämligen genom vågornas erosion vid stränderna och även genom bottenströmmar på djupare vatten sedimentationen delvis förhindrad samt tidigare avsättningar till stor del bortförda. Inom skyddade sänkor finna vi ofta sediment från postglaciala tiden, ur vilkas fossilinnehåll, speciellt av diatomacéer, slutsatser kunna dragas om havets beskaffenhet under olika tider från isavsmältningen till den tid Vänersänkan fullständigt avsnördes från havet och Vänern uppstod som insjö med fullkomligt sött vatten. Därav kunna med kännedom om de undersökta sedimentens höjdlägen inom olika lokaler slutsatser dragas även om landhöjningens förlopp inom dessa trakter.

I samma mån som landet höjde sig söder om Vänersänkan, försvårades kommunikationen med Västerhavet, och i den så uppkomna Vänerfjärden utsötades vattnet allt mera, tills det slutligen blev fullständigt sött, då bergtrösklarna i Götaälvsutloppet vid Vänersborg kommo upp i närheten av den dåvarande havsytan och rena sötvattensavlagringar inom Vänerbassängen kunde uppstå. Detta inträffade enligt von Post redan under Ancylustid. Man har funnit, att dessa sötvattensbildningar ligga på betydligt större höjd i norra delen av Vänersänkan än i den södra, beroende på en olikformig landhöjning som fortskridit hastigare i norr än i söder och liksom stjälpt ut Vänerns vatten genom utloppet i södra ändan. De samtidiga (synkrona) kustlinjerna ligga högre ju längre norr ut man kommer. Kusten under första Vänerstadiet, alltså under Ancylustid, låg vid utloppet vid Vänersborg enl. von Post c:a 50 m ö. h. men samma kust är i norra delen av Vänerbassängen upplyftad till omkring 75 m ö. h. och vid Lidköping till omkring 55 m. Av den förut meddelade diatomacélistan från Annelyst vid Lidan framgick det, att molagret liggande 7 m över Vänerns yta eller omkring 51 m ö. h. är en sötvattensbildning. Molagret skulle alltså vara avsatt på omkring 4 m djupt vatten som en deltabildning av Lidan, vilket kan vara rimligt och i en sjö, som nådde upp till Rådaåsens fot.

Den serie av strandlinjer av såväl äldre som yngre ålder, vilka ligga inom Vänersänkan, har ingående studerats. Med hjälp av pollenanalys av torvmosselager liggande på olika höjd över Vänern hava strandlinjernas ålder kunnat bestämmas eller var kusten var belägen såväl under de tidigare skedena då Vänersänkan ännu var en fjärd av Västerhavet som senare under insjöstadiet, då den pågående landhöjningen orsakade en utstjälpning av sjöns vatten. Helt avstannad är denna landhöjning ännu icke. Ännu pågår en utstjälpning av sjön, i norra delen av Vänern sjunker ännu vattnet, vilket framgår av pegelobservationerna. En jämförelse mellan pegelobservationerna vid Sjötorp, där Göta kanal utmynnar, och vid Vänersborg har givit till resultat att under en 100 årsperiod skillnaden i sekulär landhöjning mellan de båda punkterna endast är 5.5 cm. Av arkeologiska fynd har det även framgått att Vänerns vattenstånd varit så gott som konstant sedan långt tillbaka i tiden. Sålunda har Hollender funnit fornlämningar från bronsåldern ända ned till den nuvarande kusten i norra delen av Vänern.

Tack vare ingående studier av vårt lands torvavlagringar och med kännedom om de olika vegetationstypernas nutida klimatiska betingelser, har man kunnat draga slutsatser om de klimatologiska förhållanden, som voro rådande under olika skeden. Sålunda vet man, att efter isens avsmältning från dessa trakter arktiskt klimat med polarvide och fjällsippa rådde under en kort period. Därpå förbättrades klimatet hastigt och de skogsbildande träden, björk och tall, invandrade, snart följda av hassel och sedermera ekblandskogens karaktärsväxter, nämligen alm, lind och ek, och i de kalkhaltiga kärren växte bland andra den värmeälskande *Cladium* (ag), som numera är utdöd inom detta område. Det varma klimatet var rådande till långt fram i tiden, ända till vid övergången mellan bronsåldern och järnåldern eller vid cirka 600 år f. K., då ett häftigt omslag till ett kallare och fuktigare klimat inträffade, vilket ännu frånsett kortvarigare klimatförbättringar är rådande. Vattnet steg härvid hastigt i insjöarna, mossarna tillväxte snabbt och de allmänna försumpningsprocesserna grepo omkring sig. Strax före detta klimatomslag uppträder granen som skogsbildande trädslag.

Postglacial lera.

Inom detta kartområde har det icke varit möjligt att vid karteringen särskilja de postglaciala sediment, som avsatt sig under tiden före Vänerns isolering, alltså i havet eller Vänerfjärden, från dem, som avsatt sig under Vänerns insjöstadium, av den anledningen att någon deciderad strandnivå från isoleringstillfället icke är utbildad, i varje fall icke så tydligt att den kan följas eller dess strandbildningar kunna konnekteras över området. Då dessutom ingen olikhet i sedimentens lagringsförhållanden förefinnas, vare sig de blivit utbildade före eller efter Vänerns isolering, så hava de på kartan sammanförts under samma beteckning.

Endast i vissa undantagsfall torde man finna en lagerserie, där sedimentationen fortgått kontinuerligt från den glaciala tiden och tills sedimentationsplatsen höjde sig över havet. Ett sådant fall föreligger troligen inom

Lidans sedimentationsområde, där den förut omnämnda Annelystprofilen är upptagen. I regel föreligger en lucka eller diskordans i sedimentationen; erosionen har nämligen tidvis förhärskat, varvid redan avsatta sediment bortförts.

Till sin sammansättning är den postglaciala leran rätt variabel. I sänkornas mitt, på de lägst liggande områdena, utgöres den av ett mera finkornigt sediment, som mot kanterna övergår till en mjälig lera. Likaså avtager finkornigheten hos en postglacial leravlagring nedifrån och uppåt, i det den är finare mot djupet och mera sandig mot ytan. I vissa fall inom mera avstängda sänkor övergår den postglaciala leran uppåt i en gyttjig lera och till slut i en ren gyttja. I regel överskrider mäktigheten sällan 1 m.

Strandbildningar.

Under landets höjning ur havet hava vågorna successivt bearbetat stränderna, och detta kraftigare ju mera exponerade stränderna varit. Särskilt starkt påverkad av havet har norra delen av Kinnekulle varit. Nedanför marina gränsen ligga talrika strandvallar med klapperstenar samt till och med ganska stora block, vilka genom sina starkt avrundade kanter och hörn visa, att de legat och rullat i bränningarna. Man har också att vänta en kraftig vågerosion på mot norr exponerade områden. Under ett tidigt skede av landhöjningen, då ännu isen låg kvar längre norrut, blåste nämligen våldsamma stormar utåt från inlandisens område. På Kinnekulle har försök gjorts att på grundval av strandvallarnas och erosionshakens storlek söka fastställa de olika strandmärkenas synkronitet men med negativt resultat.

I anslutning till rullstensfälten och åsarna, som lätt eroderas av vågorna, hava vidsträckta strandavlagringar bildats, bestående av grus och grov sand närmast intill isälvsavlagringarna samt av finkornigare sand längre därifrån. Strandavlagringarnas utbredning och samband med rullstensfälten framgår tydligt nog av kartan. Sandfältet efter Kållands östra kust, som à priori ter sig något omotiverat, kan, såsom förut nämnts, sättas i samband med en sannolikt existerande rullstensavlagring nedanför kustbranten. På enstaka ställen förekomma strandvallar, som, där de äro väl utbildade, blivit utmärkta på kartan.

I Kinneviksbukten ligga vidsträckta sandavlagringar, den s. k. Kartåsen, en strandsandavlagring som avsatt sig under Vänerns regression. På grund av den inblick de giva över strandbildningars uppkomstsätt i allmänhet, skola de här närmare beskrivas.

Vid ett högre vattenstånd hos Vänern, då vattenytan nådde upp till Skebyåsen, till foten av Rådaåsen och till rullstensavlagringarna vid Kållands förkastningsbrant, var på dessa ställen lätt eroderbart material utsatt för stranderosionen. Massor av sand transporterades sedan av vågorna efter den dåvarande strandlinjen, där det jämnt avlagrades längs hela bukten. Av vattendragen under tiden utfört sediment ingick naturligtvis också i strandavlagringen. Ännu i dag utföra vågorna samma arbete vid den nuvarande kusten. Från den cirka 3 m höga erosionsterrassen vid Värvässlekroken lösgöres sand, som sedan transporteras och avlagras längs hela bukten. En

närmare inblick i dessa processer får man, om man studerar de nuvarande förhållandena intill stranden.

Mellan högvatten- och lågvattennivån ligger ett jämnt strandplan på cirka 100 m bredd. På detta strandplan finner man här och var flacka sänkor eller små laguner, i vilka gyttje- och torvbildning äger rum. Under lågvattensperioder, då den bart liggande sanden på strandplanet uttorkat i ytan, föres den av vinden upp mot land och avlagrar sig i skydd av vegetationen intill högvattenlinjen i en stranddyn. Typiska sådana stranddyner ligga längs hela stranden av Kinneviken. Även vid högvatten, då vattnet står över strandplanet, kastas av stormvågorna upp sand, som vinden sedan tager hand om och avlagrar i dynerna. Under högvattenstiden komma strandplanets gyttje- och torvavlagringar att inbäddas i sand, och vid pågående landhöjning komma högvattens- och dynbildningarna att förläggas successivt allt längre utåt och över det gamla strandplanet med dess gyttje- och torvinlagringar.

En annan del av sanden, som vid vågornas erosionsarbete lösgöres från stranden, föres av bottenströmmar vidare ut på djupare vatten, där den vanligtvis avlagrar sig som sandrevlar, gående parallellt med stranden. Allt efter landhöjningens fortskridande flyttas denna sand allt längre och längre utåt. En normal strandbildning, uppkommen vid vattenytans regression, är sålunda tudelad i en övre och en undre horisont med strandplansbildningar dem emellan. Tunna torv- och gyttjelager i en strandbildning kunna därför anses som en normal företeelse och behöva alls icke antyda en transgression. Till och med lämningar efter träd, som vuxit i högvattenlinjen, kunna inbäddas i strandbildningarna. De fynd av trädrester under strandsanden, som redan tidigt gjorts i trakten av Lidköping, kunna, såsom vi sett, tillhöra en normal regressionsbildning.

Belysande för nu förda resonemang är en profil över Kartåssanden, som är upptagen av L. von Post. Profilen sträcker sig från närheten av Skölmetorp till Vänern öster om Lidköping vid utloppet av den lilla bäcken intill Skogvaktaretorp. Strandplanets torv- och gyttjeavlagringar framkomma i profilen som en rad tunna lameller eller linser. Förtjockningen av detta lager, som synes strax intill stranden,

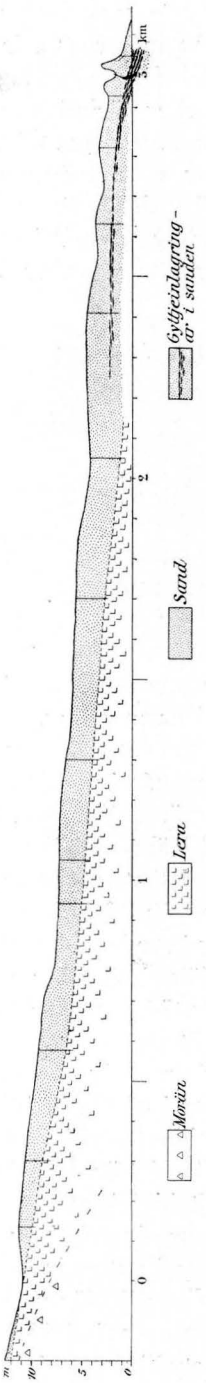


Fig. 102. Profil över Kartåsen öster om Lidköping till Vänerstranden. Enl. L. von Post.

beror på att den lilla bäckens svämbildningar, vilka bestå av växlande torv- och sandlager, här genomskurits.

Flodavlagringar (svämbildningar).

Inom åarnas och bäckarnas dalgångar ligger på bottnen ett sediment, som är ditfört och avlagrat av vattendraget. I detta sediment slingrar sig själva å- eller bäckrännan fram. Denna är tillräckligt vid för att under lågvatten kunna upptaga all vattentillförseln, men under högvattensperioderna svämmar vattnet över rännans bräddar och utbreder sig över svämplanet, på vilket det avsätter sediment. Genom det strömmande vattnets erosionsarbete ändrar själva bäckrännan ideligen läge. Den förflyttas så småningom från den ena sidan av dalen till den andra och åter; samtidigt bliva svämbild-

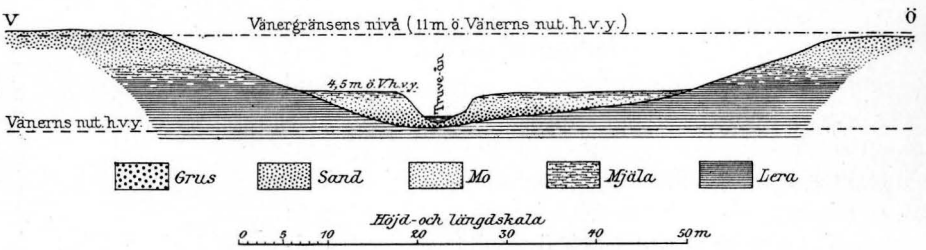


Fig. 103. Profil över Truveåns dalgång vid Dalsvik. Enl. L. von Post.

ningarna omlagrade, och för varje gång flyttas de allt längre ned mot dalens mynning.

Vidstående tvärprofil (fig. 103) genom Truveåns svämbildningar söder om Dalsvik, upptagen av L. von Post, giver en god föreställning om deras allmänna byggnad. Dalgången är här nedskuren i glacial lera, i det närmaste till Vänerns högvattenlinje. Som understa del i svämbildningen ligger ovanpå dalbotten ett lager av grus med en del träbråte, som avlagrats på bottnen av själva åfåran och som vid dennas lägeförändringar kommit att utbreda sig över hela dalbottnen. Däröver komma finskiktade lager av sand, mo och mjäla i ordning nedifrån räknat. Hela mäktigheten hos svämbildningen härstädes uppgår till i det närmaste 4.5 m.

Så småningom vandrar svämsedimentet ned mot mynningen, där det avlagrar sig som en deltabildning. Så fort flodslammet kommit ut i havet eller i någon insjö, kommer det emellertid under påverkan av havets eller insjöns vågrörelse och sedimenterar som vanliga strandbildningar, från vilka det är omöjligt att avgränsa deltabildningarna. På kartan hava därför deltabildningarna sammanförts med de övriga strandbildningarna under samma beteckning; som svämbildningar hava endast utlagts de sediment, som ligga i vattendragens dalfören eller inom deras översvämningsområden.

Överallt där vattendragen svämma över själva flodrännans bäddar, förekomma svämbildningar. Vid de mindre bäckarna hava de dock oftast så obetydlig utbredning, att de icke kunnat utläggas. Av ett visst intresse äro de svämm- eller rättare deltabildningar, som ligga på Kinnekulle i norra delen

av berget intill marina gränsen. I de från diabasklacken mot norr gående rännorna mellan drumlinsåsarna har rinnande vatten, så fort Kinnekulle blev isfritt, transporterat grus och sand, som avlagrats i skiktade lager, där vattnet rann ut i Yoldiahavet. Vid mynningen hos var och en av dessa rännor finnas deltaavlagringar, som dock vanligen äro täckta av strandbildningar. Deras läge vid marina gränsen angiver bildningstiden till strax efter det Kinnekulle blivit isfritt.

Svämbildningarna, som vanligen äro rikligt uppblandade med organiskt material och bestå av fin sand eller mjäla, äro som åkerjord på samma gång lättbrukade och mycket fruktbara. Ofta ligga de dock så lågt, att de icke utan dyrbara dräneringar kunna odlas. De s. k. Silboängarna i Sils socken, där jordarten är svämlera, lågo till för kort tid sedan ännu till stor del av denna anledning såsom tidvis översvämmade ängsmarker.

Flygsand.

De förut behandlade jordarterna hava transporterats till avlagringsplatsen av is eller av vatten. En annan kraft, nämligen vinden, kan emellertid uppträda, vars betydelse som geologisk faktor icke bör underskattas. Så gott som vid varje strand med sandavlagringar visar det sig, att vinden varit verksam och omlagrat sanden; har kusten varit öppen, så att kraftigare vindar kunnat blåsa, hava verkliga stranddyner utbildats. Men även inom sandområden långt från kusterna kan dynbildning äga rum, om sanden barlägges exempelvis genom skogseldar. De här på kartområdet förekommande dynbildningarna torde allesamman vara stranddyner.

I sin mest typiska form förekomma stranddynerna efter Kinneviksbukten. Här ligga två, stundom tre, parallellt med kusten gående mäktiga dynryggar, som kunna nå en höjd av mellan 3—4 m. I skärningar genom dynerna finner man ofta gamla landytor, som blivit begravda av flygsand och som framträda såsom mörka skikt, där inblandning av förmultnande växtrester giva den mörka färgtonen.

Längre från kusten utanför denna dynzon ligger sanden i låga ryggar, samt med sänkor emellan, där vegetationen åstadkommit ett tunt torvtäcke. På flera ställen finner man övergångar mellan dessa låga sandryggar och omisskännliga stranddyner. Om dessa sandvallar, som en gång varit stranddyner intill en äldre strandlinje, varit lika mäktiga som de, vilka ligga vid den nuvarande kusten, är väl tvivelaktigt, sannolikt ha de icke varit det. Man får dock taga i betraktande, att de sedermera blivit utplanade av vinden, då på sådant avstånd från stranden sjövinden icke längre är förhärskande.

Den för flygsandsområden karakteristiska torra hedmarken finnes dock icke här. Sanden är till stor del odlad, och på många ställen tyder den rikliga vegetationen på hög fruktbarhet hos sanden. Under torra somrar kan växtligheten bättre uthärda torkan här än på de flesta andra jordarter, till och med bättre än på glacial lera. Hög humushalt hos sanden, i synnerhet i sänkorna, är också ett karakteristiskt drag, liksom också en oväntat hög markreaktion, förmodligen beroende på att urlakningsprocesserna i

denna finkorniga sand med hög kapillär stigning och med lera under endast i mindre grad kunnat göra sig gällande.

Mindre flygsandsfält med dyner träffar man dessutom här och var på Kinnevikens stränder, där strandsand avlagras, som vinden kan transportera. Var de äro belägna, framgår närmare av kartan. Men även långt från den nuvarande kusten finnas stora flygsandsfält med mäktiga dynvallar, såsom i norr intill rullstensavlagringarna öster om Österängs station och i söder norr om Lundsbrunn inom kronoparken Stenåsen, väster om Likälla.

Vittringsjordarter.

Efter sin bildning hava jordarterna, särskilt i de ytliga lagren, varit utsatta för omdaningsprocesser, vilka alltjämt fortgå. Vid temperaturväxlingar och i synnerhet vid tjälbildning sönderspränga mineralkornen till mindre fragment; särskilt av tjälen blir jordarten i ytan i hög grad uppluckrad. Hand i hand med denna mekaniska söndervittring går den kemiska. Rent vatten upplöser så småningom mineralen, fast oerhört långsamt; snabbare gå dessa processer då vattnet, som vanligen är fallet i jordlagren, innehåller kolsyra och humussyror, det verkar då som ett relativt starkt kemiskt reagens. Från de ytligaste jordlagren utlösas mineralämnen, som medfölja det nedsipprande vattnet ned till grundvattnet eller ock utfällas inom en horisont under ytan, inom den s. k. anrikningshorisonten. Det är särskilt järn- och aluminiumhydrat, som utfällas inom denna horisont, vilken av den utfällda järnockran har en rostbrun färg. I vissa fall kan anrikningshorisonten av de utfällda ämnena, i synnerhet av järnockra eller humusämnen, sammankittas till ett fast lager eller till fasta klumpar, s. k. ortstenar.

Våra vanliga jordarter bestå emellertid av så svårförvittrat material och tiden, under vilken vittringen kunnat verka, har varit så kort, att någon större effekt ännu ej uppnåtts. Annat är förhållandet där jordarter bildats av lätt förvittrande material, där har den sekulära vittringen kunnat omvandla den ursprungliga jordarten till nästan oigenkännlighet. På Kinnekulle med dess lösa berggrund har vittringen spelat stor roll, varför dessa jordarter på kartan säskilt utmärkts.

På kalkstensplatån har den fasta kalkstenshällen, där moräntäcke saknas, varit utsatt för vittring. Där hällen går i dagen, är denna i ytan av frost och temperaturväxlingar söndersprängd till ett kalkstensgrus. Av regnvatten bortslammas de minsta fragmenten, så fort de bildas, och svämmas ned i svackorna, där ett tunt lager vittringsjord uppstår, som sålunda icke fullständigt är bildat in situ. Den kolsyrade kalken utlöses så småningom, och vittringsjorden kommer att slutligen bestå av ortocerkalkens olösta del. Till färgen är den mörkbrun, med en starkare röd färgton, där ortocerkalkens röda lager varit moderbergarten. Humushalten är relativt hög, beroende på att humusämnena här sönderdelas långsamt. Fuktighets- och värmeförhållandena i jorden äro nämligen icke så gynnsamma för svampar och bakterier, som sönderdela humusämnen. Regnvatten sjunker lätt ned i kalkstenshällens talrika sprickor, och det tunna jordlagret blir därför under

somrarna alldeles uttorkat; likaså blir det under varma solskensdagar starkt upphettat. Vittringstäcket är sålunda underkastat stora och hastiga växlingar i fuktighet och värme, vilket som bekant hämmar de lägre organismernas utveckling.

På vittringsjord från röd ortocerkalk, »rödsten», är en totalanalys utförd, som meddelas här. Analysen är utförd på provets lerbeståndsdelar, alltså på de minsta partiklarna, som slammas bort vid slamning i vatten med en sedimentationstid av 8 tim. och en vätskehöjd av 10 cm och som man har anledning förmoda vara fullständigt förvittrade, icke innehållande fragment av den ursprungliga bergarten. Vittringstäcket var vid provtagningsstället 2 dm mäktigt. Provet är taget i Västerplana socken på åkerfält 300 m väster om kyrkan.

Kemisk analys av ortocerkalkens vittringsjord.

	Vittringsjord av rödsten %	Omräknad glödgad subst. %
Kiselsyra SiO_2	39.24	49.00
Järnoxid Fe_2O_3	11.15	13.92
Aluminiumoxid Al_2O_3	19.42	24.31
Titansyra TiO_2	0.50	0.62
Kalk CaO	2.76	3.45
Magnesia MgO	1.62	2.02
Manganoxidul MnO	0.09	0.11
Kali K_2O	3.2	4.0
Natron Na_2O	0.4	0.5
Fosforsyra P_2O_5	0.38	0.47
Svavelsyra SO_3	1.22	1.52
Glödgningsförlust (org. subst. + kem. bundet vatten)	19.90	—
	99.88	99.92

Analysen utförd av G. Assarsson.

I tabellens andra kolumn äro analyssiffrorna omräknade på glödgat prov. Man ser av dessa, att sammansättningen motsvarar ungefärligen den hos lersubstanser i allmänhet. Kiselsyrehalten är dock ovanligt låg, och sannolikt är ganska mycket av järn och aluminium i jorden icke bundet vid kiselsyra utan ingår som hydrat; härpå tyder också den höga glödningsförlusten, som antagligen till mer än hälften representerar kemiskt bundet vatten, härstammande huvudsakligen från hydraterna. Svavelsyran, som ingår i anmärkningsvärt hög procent, härrör antagligen från svavelkis, som finnes insprängd i ortocerkalk. Den är sannolikt bunden vid kalk som gips. Vittringsprocessen har i huvudsak bestått i ett fullständigt utlösande av moderbergartens kolsyrade kalk och i en hydrolytisk omvandling av en del av återstoden, som utgjorts av i ortocerkalken ingående lersubstans.

De områden, där vittringsjorden är synnerligen tunn, 1 dm och därunder, hava på kartan sammanförts med »häll gående i dagen». Här förmår en-

dast en torftig alvarvegetation med enbuskar existera. Vid något djupare vittringstäcke växer granen, men, då den nått en viss storlek och behöver mera fuktighet, som icke står den till buds, får den gärna torksprickor. En del av vittringsjorden, särskilt vid Rustesäter, vid Västerplana och Österplana, är odlad. Vegetationen lider dock, som man kan förstå, mycket av torka. Under torra somrar kunna fälten vara alldeles nedvissnade; endast ovanför sprickorna i hällen, i vilka rötterna kunna tränga ned, hava växterna ännu den friska gröna färgen. Genom dessa gröna linjer avspeglas tydligt spricksystemet hos hällen. För att erhålla ett djupare jordskikt har man ofta skrapat bort vittringsjorden från vissa platser och överfört den på andra, vilket förfarande visserligen minskat arealen för odlingen, men i gengäld medfört ett mäktigare jordtäcke och därmed bättre skörderesultat.

Vittringsjorden på alunskiffern är betydligt mäktigare än den på kalkstenshällen. Man finner också mycket sällan alunskiffern gående i dagen. Vittringstäckets mäktighet torde i medeltal kunna uppskattas till 0.5 m; på vissa ställen är det grundare och är då starkt uppblandat med flisor av den underliggande skiffern och ibland med svårvittrade stycken av i skiffern inlagrade kalkstensbankar. Jämfört med ortocerkalken är alunskiffern lösare och i större grad söndersprucken i ytan samt påverkas därför lättare av den mekaniska vittringen. Alunskifferns vittringsjord utgöres också huvudsakligen av mekaniskt söndervittrad skiffer; den är i överensstämmelse härmed av lerigare beskaffenhet än vittringsjorden från ortocerkalken.

Den här meddelade analysen över alunskifferns vittringsjord är, liksom den föregående över vittringsjorden från röd ortocerkalk, utförd på lerbeståndsdelarna i provet för att undvika oförvittrade fragment. Provet är taget 150 m norr om Råbäck, på åkerfältet intill vägen. Vittringsjorden är här 6 dm mäktig, och provet härstammar från den undre delen från 5—6 dm djup.

Analys av alunskifferns vittringsjord.

	Vittringsjord av alunskiffer %	Omräkn. på glödgat prov %
Kiselsyra SiO_2	48.71	55.21
Järnoxid Fe_2O_3	7.37	8.35
Aluminiumoxid Al_2O_3	22.35	25.33
Titansyra TiO_2	0.96	1.09
Kalk CaO	1.38	1.56
Magnesia MgO	1.23	1.39
Manganoxidul MnO	0.01	0.01
Kali K_2O	4.72	5.35
Natron Na_2O	0.43	0.49
Fosforsyra P_2O_5	0.14	0.16
Svavelsyra SO_3	0.98	1.11
Glödgningsförlust (organisk subst.+kemiskt bundet vatten)	11.79	—
	100.07	100.05

Analysen är utförd av G. Assarsson.

Jämför man analyssiffrorna för dessa båda vittringsjordar uppkomna ur vitt skilda bergarter, den ena från kalksten den andra från alunskiffer, så finner man sammansättningen vara anmärkningsvärt likartad. Det lerslam som i ringa halt ingår i silurkalkstenen och som då kalken genom vittringen utlösts stannat kvar som en vittringsrest är till sammansättningen ganska likt det lerslam som bildar huvudbeståndsdelen i skiffern. Anmärkningsvärt är den höga halt av både kali och fosforsyra i båda vittringsjordarna. Vad fosforsyran beträffar visar analysen för kalkstenens vittringsrest ett så ovanligt högt värde som 0.38 %.

En tredje typ av vittringsjord har angivits på kartan, nämligen vittrad strandbildning. Nedanför klevarna finner man avlagringar, som ytligt bestå av ett lerigt material, men som djupare ned utgöras av grus och runda klapperstenar, vilket förhållande tydligt angiver avlagringens natur av en vanlig strandbildning, ehuru ytlagren äro söndervittrade. Det från Kinnekulles lösa bergarter härstammande materialet, som ingår i strandbildningarna, ha i de ytliga lagren söndervittrat till en lerig massa. I denna kan man ännu något under ytan tydligt urskilja de rödfärgade resterna från den röda ortocerkalkens söndervittrade strandklapper. Strandklapper och gruskorn av urbergsmaterial äro naturligtvis ovittrade och ligga inbäddade som strökorn i den leriga massan.

På vissa ställen nedanför rödstenskleven, varest den lösa undre didymograptusskiffern och den ävenledes lösa märgliga ceratopygekalken ingått i strandbildningarna, hava dessa vid förvittringen fått karaktären av en mycket styv lera, exempelvis nedanför kleven väster om Västerplana och i nordost söder om Gössäter. Den leriga beskaffenheten gör, att avlagringens ursprungliga karaktär är mycket väl markerad. Där urbergsmaterialet återigen är förhärskande, erhåller avlagringen en grusig och sandig beskaffenhet. I norra delen av Kinnekulle utgöras strandbildningarna så gott som uteslutande av urbergsmaterial från moränen härstädes, men ju längre man kommer åt söder från båda hållen, ju mindre ingår av urbergsmaterialet och ju mera leriga bliva strandbildningarna i stort sett.

Vittrade strandbildningar förekomma även på sandstensplatån närmast intill skifferterrassen. Det är då det i strandbildningarna ingående skiffermaterialet, som varit utsatt för vittringen; sandstensmaterial förvittrar mycket obetydligt och bidrager i varje fall icke till att öka den leriga beskaffenheten hos avlagringen.

Kinnekulles vittrade strandbildningar bilda en jordmån av högsta fruktbarhet. Av synnerlig vikt är, att jordlagret är tillräckligt mäktigt för att kunna bevara fuktighet åt vegetationen under torra perioder. De örtrika lundängarna, som i frodig växtlighet torde sakna motsvarighet annorstädes i vårt land, äro just belägna på dessa vittrade strandbildningar med rörligt grundvatten framrinnande i det under vittringstäcket liggande ovittrade gruset.

Torvavlagringar.

Inom kartbladsområdet förekomma organogena avlagringar i mycket liten utsträckning. Några större isolerade sjösänkor, som vid igenväxandet kunnat utfyllas med torv, ha icke förekommit. De torvavlagringar som här och var finnas äro i regel grunda och utfylla mindre dalgångar eller små sänkor.

Största utbredningen har torven inom kartbladets Kållandsdel. Vid ett något högre vattenstånd hos Vänern än för närvarande, då Vänern med sina vikar gick in i de nu torrlagda dalgångarna, skedde en igenväxning i de instängda vikarna började med en avsättning av gyttja uppblandad med lerslam från stränderna i större eller mindre grad. Sedan bottnen genom dessa avsättningar höjts tillräckligt för att en kärrvegetation skulle kunna vandra ut på sjöbottnen, vidtog avsättning av kärrtorv, som nu täcker gyttjan. Inom invallade områden, där naturens normala utvecklingsgång avbrytes, kan det hända att gyttjan nu ligger i dagen.

Inom grunda sänkor saknas gyttjeavsättning. Här ligger torven direkt på mineraljorden, vilket är det vanliga inom kartområdet utanför Kålland. Torvtäcket är också i de grunda sänkorna mycket tunt, för det mesta icke överstigande 0.5 m såsom på Kartåsen mellan de låga sandrevlarna eller i de små sänkorna härstädes, där igentorvningen huvudsakligen varit beroende av ett högt stående grundvatten orsakande en kärr- och alvegetation.

Tillräcklig fuktighet för att en kärrvegetation skall uppkomma, utan att ursprungligen en sjösänka varit för handen, åstadkommes även på andra sätt. Inom bäckdalarna, där det rinnande vattnet tidvis översvämmar, kan marken hållas så fuktig att torv bildats, som fallet är exempelvis i bottnen av de väldiga dalarna nedanför Högkullen på Kinnekulle. Och likaså finnas inom kartområdet exempel på huru i anslutning till källor mäktiga torvavlagringar bildats, s. k. källmossar. Exempel på sådana källmossar hava vi i Råda mosse nedanför Rådaåsens nordostsluttning, i Skebymossarna i anslutning till källutsprång ur Skebyåsen och i mossänkan nedanför den kraftiga källan vid Lundsbrunn. De två förstnämnda mossarna hava närmare studerats och beskrivits av L. von Post[1], ur vilken beskrivning de här meddelade uppgifterna liksom Skebymosseprofilen (fig. 104) äro hämtade.

Rådamosse visar två metermäktiga torvlager, det undre bestående av lövkärrtorv och det övre av kärrtorv efter högvuxna starrarter (Magnocaricetumtorv). Den sumpskog huvudsakligen av björk, som växte här strax nedanför den strandlinje på omkring 11 m över nuvarande Vänern utmärkande vattenståndet under Ancylustid, måste vara i det närmaste lika gammal. Skogskärret har hela tiden erhållit sin fuktighet från källor vid Rådaåsens fot. Helt plötsligt försvinner emellertid skogen, lövkärrtorven övergår hastigt i starrtorv, visande att kärret blivit fuktigare, att källorna börjat

[1] Lennart v. Post, Einige südschwedischen Quellmoore. Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, Vol. 15, 1916.

flöda rikligare. Starrtorven utbreder sig också över förut icke försumpade områden. Försumpningen har satts i samband med den c:a 600 år före Kr. eller under bronsålderns slutskede inträffade allmänna klimatförsämringen. I och med torvtillväxten har vattentillförseln av näringsrikt källvatten till torvmossens yta minskats och ett tunt täcke av mager vitmosstorv har i sen tid bildats.

Skebymosse är av speciellt intresse, enär i dennas torvavlagringar ingår ett lager agtorv (Cladiumtorv). I detta kärr växte under värmetiden ag, som numera endast växer i de kalkiga kärren på Öland och Gotland. Men källvattnet som översilat denna mosse har också varit särdeles kalkhaltigt.

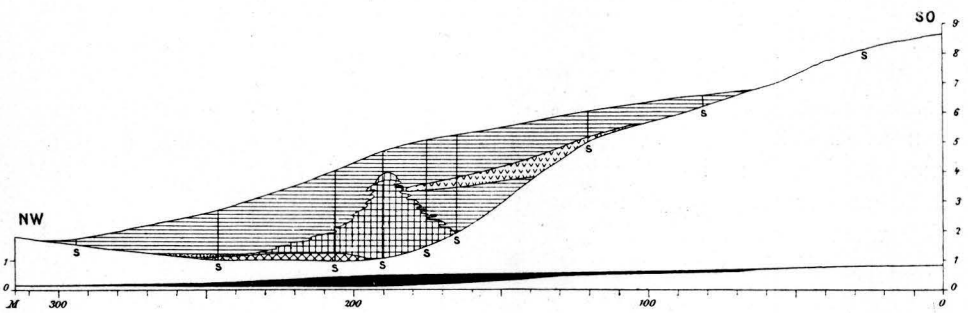


Fig. 104. Profil över Skebymosse. Enl. L. von Post.

Det kommer nämligen från Skebyåsens avlagringar, vilka som förut framhållits till stor del bestå av kambrosiluriskt material från Kinnekulle. Ur det kalkhaltiga källvattnet har också utfällts bleke, som ligger i lager omväxlande med torv, där källan brutit upp. Under kärrets fortsatta igenväxning har detta av källvatten fuktiga område allt mera minskat i omfång och den blekeförande torven framstår i profilen som en kon genomsättande starrtorven. Vattenflödet från källan har i och med att torvavlagringen växte i höjden minskat, och till slut blev här tillräckligt torrt för att starren skulle kunna växa, och den lilla resterande sumphålan, där vass (Phragmites) växte, helt försvinna. (Se profilen med ett lager Phragmitestorv i konens spets).

I lagerföljdens övre del och inom den högre belägna delen av mossen ingår ett lager lövkärrtorv. Marken blev här tillräckligt torr för att lövskog skulle kunna växa. Betecknande nog har skogen nått just till randen för det av källdraget försumpade området. Liksom i Rådamosse har lövskogen sedermera försumpats och starrtorv lagrats över, vilket sannolikt även här inträffade vid klimatomslaget.

För att pollenanalytiskt belysa skogens utvecklingshistoria under så lång tid som möjligt av den postglaciala tiden provtogs en högt liggande mosse, där igenväxningen kunde förmodas tidigt hava påbörjats, om möjligt redan under senglacial tid. Härför valdes en mosse inom Lundsbrunnsfältet näm-

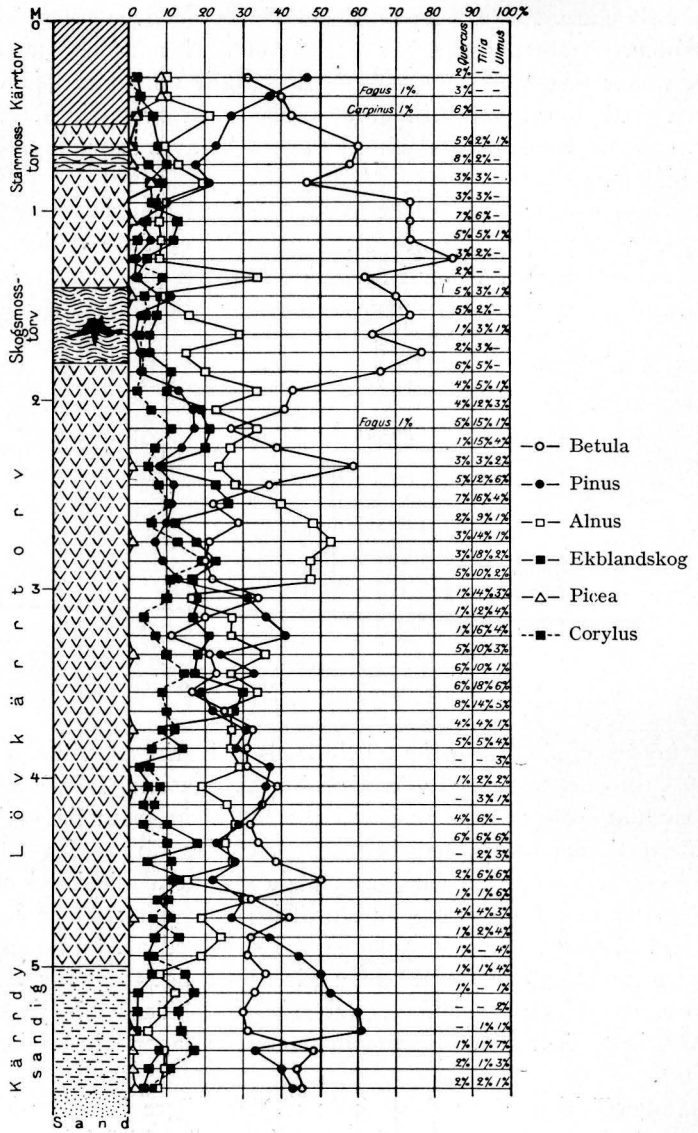


Fig. 105. Pollendiagram från en mosse inom Lundsbrunnsfältet. De äldsta lagren härstamma från slutet av Ancylustiden och profilens mellersta lager äro utbildade under värmeoptimet (för c:a 6 000 år sedan). Under järnåldern ha endast de översta torvlagren från 9 dm djup bildats.

ligen mossen i kartbladsgränsen 200 m SO om Dalasjö. Mossens yta ligger på omkring 115 m ö. h. och i en av tappningsströmmarna djupt nedskuren erosionsdal med branta sidoväggar i sand och grus. I norr börjar dalen helt abrupt men i söder står den i öppen förbindelse med Mariedalsåns dalgång, vartill vattnet avledes. Vatten tillrinner sänkan som källvatten från de omgivande grova sedimenten.

Torvavlagringen är mycket mäktig och för att nå bottnen med borret måste provtagningspunkten väljas endast ett par 10-tal meter från mosskanten i norr. Från bottnen och högt upp i profilytan är torven av samma beskaffenhet, en högförmultnad lövkärrtorv bestående av huvudsakligen björk och al med en myckenhet vedrester och hela trädstammar. I bottenlagren är någon svämsand inlagrad. Botten utgöres av sand. I profilens övre del förekommer mosstorv på tvenne nivåer och överst kärrtorv. Den i stort sett homogena torvavlagringen visar att de klimatiska förändringarna föga påverkat de hydrologiska förhållandena inom denna djupa sänka.

Prov med 1 dm intervall hava pollenanalyserats och det procentiska antalet av olika trädpollen angivits i vidstående diagram (fig. 105), som ger upplysning om frekvensen av de olika trädslagen hos skogsbeståndet på mossen och i dess närmaste omgivning under olika tider. I ekblandskogens kurva ingår pollen från ek, lind och alm. I en särskild specifikation angives i siffror den procentiska förekomsten av dessa trädslags pollen var för sig.

En fortlöpande grankurva visar diagrammet endast i profilens övre del. Man vet att granen invandrade under bronsålderns slutskede och det torvlager på omkring 9 dm vari granen är representerad har bildats under de senaste 2 500 åren. Något enstaka granpollen förekommer visserligen här och var i hela profilen, vilket är regel i sydsvenska torvmosseprofiler, men detta anses icke tyda på att granskog funnits, endast möjligen på att gran förekommit inom spridda områden, varifrån pollen kommit genom långflykt.

Ekblandskogens pollenkurva visar ett maximum i torvlagren från 2 till 4 m djup. Den värmekrävande ekblandskogen florerade under värmetiden eller under Littorinatiden (Östersjöns saltvattensskede). Av siffrorna för den värmeälskade linden framgår tydligast vilka torvlager som bildats under värmeoptimet, som förlägges till tiden för omkring 6000 år sedan. Före detta optimum för ekblandskogen följer kurvan ganska troget hasselkurvan, men i de understa lagren visa kurvorna, att antalet hasselpollen deciderat överväger ekblandskogens pollen. För sydvästra Sverige anses att denna förändring i »pollenspektret» skall förläggas till övergångsskedet mellan Ancylus- och Littorinatid. Under Ancylustiden hade hasseln sin största frekvens. Den tidens skogar karakteriserades för övrigt av tall och björk samt något al. Profilens understa lager kunna möjligen förläggas till slutet av Ancylustid. Häremot talar dock förekomsten av lind, om man icke får anse dessa enstaka pollenkorn liksom också de påträffade granpollenkornen i dessa lager såsom sekundärt tillkomna.

Någon torvavsättning från senglacial tid har icke förekommit på platsen. Några pollen från den tidens arktiska eller subarktiska växtvärld hava icke påträffats.

Mariedalsskredet.

I den lervall, varifrån lera till Mariedals tegelbruk tages, iakttogs under karteringen av K. A. Grönwall en del växtrester i leran. Då leran är en ishavslera (skal av *Portlandia* hava påträffats) var ju fynd av växtläm-

ningar i och för sig ganska sensationellt och en närmare undersökning ägnades fyndplatsen av Grönwall och L. von Post.

Nämnda lervall höjer sig 4 à 5 m över omgivningen och går i N—S-lig riktning väst intill vägen från Mariedal. Lertaget är 4 à 5 m djupt, och leran visar en otydlig varvighet med för det mesta cm-tjocka varv, undantagsvis dm-tjocka. I lertagets botten ligger ett vattenförande sandlager av varierande mäktighet från 3 dm till 0.5 dm i lertagets västra del. Under detta sandlager kommer en mäktig lera, som upptill och där sandlagret är tunt är gulvittrad och mycket hård. På sandlagrets överyta ligger ett omkring 5 mm tjockt torvartat lager med barkstycken. Leran ovanpå, i ett lager knappast mera än 5 cm tjockt och intill kontakten till sanden, innehåller en myckenhet växtlämningar, blad, kvistar och tjocka grenar, t. o. m. en tjock stam av tall var framgrävd. Dessutom påträffades björknäver, ekollon och en halv hasselnöt. Det iakttogs, att tjocka grenar kunde hava fullständigt förmultnat och upplösts i grundvattnet och kaviteten ersatts med nedsvämmad lera. Lerans sprickväggar i hela skärningen äro överdragna med utfällda humusämnen, tydande på att växtlämningar även förekommit i lerans övre lager fast de hastigare förmultnat. Vid borrningar i leran utanför och öster om själva lervallen påträffades ävenledes växtlämningar.

Av dessa iakttagelser kunde den slutsatsen dragas att sandlagret med det torvartade skiktet och den hårda vittrade leran under representerar en gammal markyta, som var skogbevuxen och att vid ett lerskred leran vältrat över och begravt skogen. Med den riktning lervallen har parallellt med Mariedalsån och med terrängens allmänna lutning i stället för som naturligare vore vinkelrätt däremot framstode emellertid nämnda skredvalk som en fristående företeelse utan samband med något skredärr eller någon avlossningsbrant, varifrån lermassan kunde hava avlossats.

Genom studier av terrängen, som inom största delen av Mariedals egendom är gropig och småkullig eller som det står i en gammal egendomsbeskrivning över Mariedal »hulet och oslät» med kullarna bestående än av lera än av sand av olika finlek, kom von Post till den slutsatsen att terrängen här vida omkring var en gammal skredbotten. Den höga och branta terrassen, som går från Ekedal NV om Lundsbrunn mot syväst förbi Holtet och Gråbo och söder om Mariedal till flera hundra meter väster om Mariedelsån är i själva verket skredets avlossningsbrant, istället för att vara en iskontaktlinje, som man tidigare trott. Med ledning av topografien har sedermera skredets begränsning inlagts på den geologiska kartan. Den som skredmark betecknade arealen har en ytvidd av 3 à 4 km². Detta lerskred torde vara det största hittills kända.

Avlossningsbranten, som börjar med ravinen vid Ekedal, vars nedre nischartade del tydligtvis är utbildad genom jordskred, är här i nordöstra delen omkring 8 m hög och helt utbildad i lera av en mjälig beskaffenhet. I fortsättning mot Mariedal ökar terrassen i höjd, i och med att ett leran överlagrande sand- och gruslager av betydande mäktighet ingår i terrassbranten.

Terrassbranten är sålunda söder om Mariedal ända till 20 m hög. På andra sidan om Mariedalsån är branten endast ett par meter hög och förtonar så småningom mot väster i närheten av den lilla bäcken, som rinner norrut till Mariedalsån.

Inom det västligaste området är skredtopografien dock som tydligast utbildad, i det att en rad vallar bestående av sand och lera här ligga i O—V-lig riktning med smala mosstråk emellan, de s. k. Vesslekärren. Denna skredtopografi sträcker sig norrut icke längre än något norr om körvägen till Galtorp och väster till den lilla bäckens ravindalar, vilka tydligen avvattnat och stabiliserat leran till den grad, att här en gräns för skredets utbredning mot väster satts. Nära skredets nordgräns i en kanalslänt härstädes visade kontakten mellan sand och lera en mycket ojämn gränslinje antydande starka rubbningar, och till yttermera visso påträffades djupt under kanalbottnen vid borrning i leran massor av grenar och andra växtlämningar på 2.5 m djup under markytan. Skredet har här gått i rakt nordlig riktning och sålunda vinkelrätt mot den riktning lervallen vid tegelbruket angiver som skredriktning för den del av skredet, denna lervall tillhör.

Lerströmmarnas riktning i detalj är svårt att följa, då lervalkarna blivit utplånade och endast spridda kullar återstå. Emellertid torde skredet hava tillgått så att vid terrassbranten skedde en sättning på omkring 8 m i samband med en utglidning vinkelrätt mot branten. Vid denna sättning kom den underliggande blöta leran att pressas upp och utbreda sig över marken framför, vältrande fram som en lavamassa och därvid följande terrängens lutning. Ett vanligt jordskred utan uppressning och utflytning av underliggande lera skulle icke kunnat få den omfattning detta skred har. Den långt mot norr utskjutande skredloben till några 100 m förbi Nolebo är svårförståelig, om man icke får tänka sig att lermassorna runnit ned i Mariedalsåns dalgång och följt den mot norr utfyllande denna. En annan omständighet som likaledes tyder på en sådan skredmekanik är att i en zon närmast terrassbranten topografien är särskilt kullig efter den i valkar sönderbrutna markytan, men inom skredets distala delar finnas relativt stora plana ytor. Växtrester i leran på djupet visar dock otvivelaktigt, att även här föreligga skredbottnar. En framvältrande lös lervälling kan lättare bilda en jämn yta än en i valkar sönderbruten lerskolla.

För att i någon mån belysa topografien och skredmekaniken upptogs en profil tvärs över skredområdet från terrassbranten söder om Mariedal vid Utsikten och i nära nordlig riktning 100 m öster om Slottsparken och över höjdryggen söder om vägen Ova—Sunträlje (Fig. 106).

På terrassplanet kommer lera under ett cirka 13 m mäktigt lager av sand och grus. Vid terrassens fot ligger leran däremot omkring 8 m lägre, vilket kan antagas vara sättningsbeloppet och som motsvarar höjden på terrassbranten, där leran icke är överlagrad av sand. Markytan utanför terrassen visar vanlig skredtopografi med lerkullar och lervalkar. Men den sand som här otvivelaktigt legat ovanpå leran har nästan fullständigt blivit bortsköljd. Längs terrassen framrinner en mängd källor och vattenföringen har

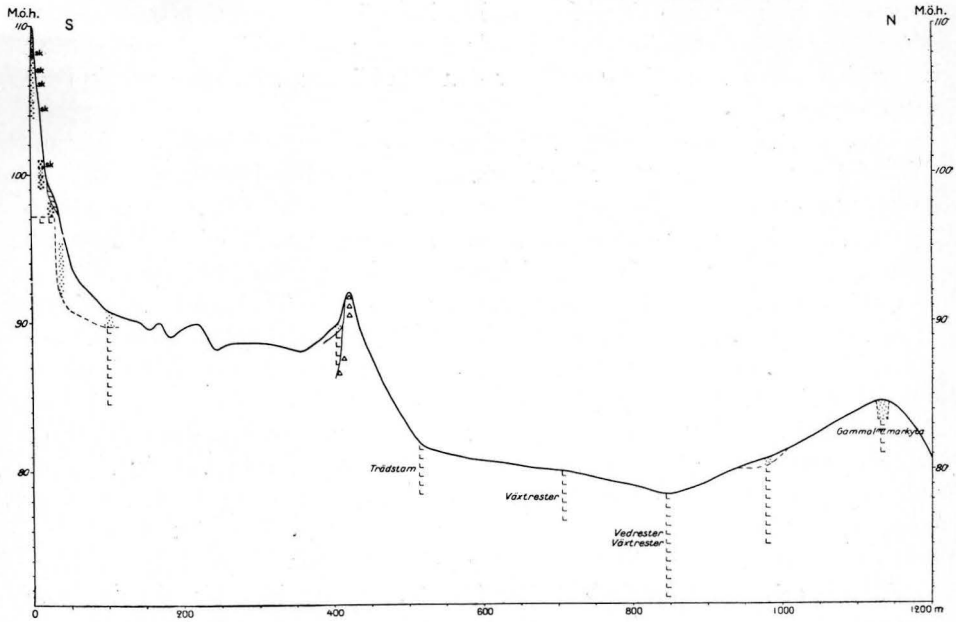


Fig. 106. Profil över skredområdet vid Mariedal från Utsikten vid terrassbranten (avlossningsbranten) och norrut.

tydligen varit tillräcklig för att slamma bort sanden. C:a 400 m från terrassbranten går en skarp moränrygg parallellt med kanten, som tydligtvis stoppat upp skredet här och tvingat lermassorna rakt västerut mot Mariedalsån.

På andra sidan moränryggen ligger ett plant fält och ingenting i ytans relief tyder på att här skulle föreligga skredmark. Vid borrningar konstaterades emellertid hela trädstammar och andra växtrester djupt under markytan, vilket är angivet i figuren. Här har tydligen en ström av blöt lera kommande österifrån vältrat fram i sänkan mot Mariedalsån begravande skogen. Några tecken på en här begravd markyta träffades emellertid icke undantagandes torra lerklumpar i en blöt lermassa i det lägst belägna borrhålet.

Den gamla markytan påträffades däremot på krönet av höjdryggen längst i norr. På omkring 2 m djup under ett sandlager (här mycket lokalt uppträdande) och under ett lager lös lera kommer plötsligt mycket hård, vittrad lera, som tydligtvis är den gamla torrskorpan. I leran ovanpå den gamla markytan påträffades i denna punkt inga växtrester, men vid borrningar i samma rygg vid sidan av profillinjen, där den gamla markytan låg djupare innehöll den pålagrade leran kvistar och blad. Ytterligare ett par borrhål upptogs i profillinjens fortsättning 100 resp. 200 m norr om backkrönet eller till den gräns för skredets utbredning mot norr som tidigare uppdragits och även i dessa borrpunkter erhölls växtrester.

Anmärkningsvärt är att lermassorna kunnat överskrida en så hög rygg som den ifrågavarande. Detta kan knappast förklaras med mindre än

att antaga att lerströmmarna haft en stor hastighet, att leran vid den plötsliga sättningen av marken vid terrassbranten explosionsartat vällde fram. Händelseförloppet vid detta skred synes hava varit fullständigt detsamma som i våra dagar utspelades vid ett lerskred i Romerike i Norge, där även blöt lera vällde fram och där stora lerpartier sprutade upp i luften som lerstänk och kastades ut över marken t. o. m. utanför skredets egentliga utbredningsområde.

Fornlämningar.

Av K. E. Sahlström.

Efterföljande sammanställning grundar sig på de uppteckningar som gjorts under den geologiska kartläggningen samt på översiktliga rekognosceringar av förf. åren 1919 och 1922. För utförligare beskrivningar av fornlämningarna inom Kinne och Kinnefjärdings härader hänvisas till redogörelser i Vitt. hist. och ant.akademiens arkiv.

Med * betecknade fornlämningar äro ej utmärkta på kartan.

Broby socken.

Fasta fornlämningar äro ej kända.

Forshems socken.

ONO om Sandviken och 40 m från stranden ligger Sannerör, ett 7—8 m vitt röse, i vilket står en $1^1/_2$ m hög, rest sten.

* 180 m VNV om Lilla Millbergstorp finnes Ö om några berghällar en två m vid håla, kallad Jättegraven. Enligt uppgift har här funnits en forngrav med väggar av stenblock och tak av stora granithällar (troligen en hällkista), som omkring 1880 togos till byggnadssten på Österäng.

* Hos P. E. Lindskog, Skara stift 2, sid. 95, omtalade gravhögar i Forshems storgärde hava i senare tid ej återfunnits.

Fullösa socken.

På Värmagården är invid en magasinsbyggnad en skadad domarring, av vilken återstå 5 resta och en kullfallen sten, samt några flyttade stenar. Diam. 12 m.

S om Bolum, på en backe ligga fyra gravhögar, 3—7 m i vidd.

S om dessa är vid en bäckkrök en gravhög av 15 m vidd, urgrävd i mitten. Runt densamma ligga ett tiotal meterstora stenar.

S om Dagsberg, 30 m SV om landsvägen ligger ett litet, jordblandat röse.

Gösslunda socken.

800 m NV om Apelås ligga på en moränrygg invid varandra tre rösen av c:a 15 m diam.; 50 m NNO om dessa ett mindre röse samt ett jordblandat röse med kantkedja.

N om Västanåker står emellan tvenne körvägar en runsten.

NV om Backagården ligga på moränhöjden tvenne flacka, skadade högar.

Vid Brynåsa står en domarring av nu 6, urspr. 7 stenar; diam. 10 m.

Götene socken.

Ö om Anderstorp ligger i skogsmark ett jordblandat röse av 7.5 m vidd.

N om Backgården är på en moränrygg en domarring av 6 intill meterhöga stenar. Diam. 5 m.

170 m SO härom träffas ett lågt jordblandat röse av 5—6 m vidd.

SO om föreg. står i åkern Ö om järnvägen en rest sten, 2.2 m hög.

På en moränrygg 500 m norr om landsvägen Götene—Holmestad är ett jordblandat röse, omgivet av en stensättning av 6—7 m vidd.

400 m NV om kyrkan finnas på Prästgårdens ägor tvenne domarringar intill varandra. Den större har kvar 9 stenar (tre torde vara borttagna), diam. omkring 15 m. Den mindre har 8 stenar och är 9 m i diam.

På moränkullen S om domarringarna finnas ett par otydliga stensättningar av låga stenar.

125 m V om västra gården i Hustru Ellas gård, 1/2 km Ö om kyrkan, är en fyrkantig stensättning med 5.6 × 7 m sida, omslutande ett jordblandat röse.

Ett 70-tal m V därom finnes en låg, otydlig stensättning, 3 × 4 m, och möjligen några gravhögar.

V intill västra gården i Hustru Ellas gård står en 1 1/4 m hög rest sten.

Ett par hundra m Ö om föreg. finnes N invid landsvägen en skadad domarring, av vilken 11 stenar äro kvar, 4 à 5 synas vara borttagna.

Ytterligare ett hundratal m österut träffas tvenne fyrkantiga stensättningar med 5 à 6 m sida, fyllda med kullersten, samt 3 resta stenar, som möjligen äro rester av en liten domarring.

SV om Månstorp ligga på en moränbacke några rösen av intill meterstora stenar, omkring 4 m i vidd, som troligen äro gravrösen.

150 m S härom märkes på en moränrygg ett 7 m vitt, meterhögt röse, något urgrävt. Ett tiotal m SV därom finnas tvenne resta stenar, 1.8 resp. 1.5 m i höjd, med 2 1/2 m mellanrum samt tre liggande stenhällar, sannolikt rester av en domarring.

1/2 km SV om Månstorp, på en moränhöjd träffas SO intill vägen en rest sten, 1.2 m hög, samt en oval domarring av 9 stenar, diam. 16 1/2 × 10 m. V intill vägen är en mindre domarring av omkring 7 stenar, en del rubbade; diam. 6 m. Fyra m NV om den sistnämnda ligger ett meterhögt röse av kullersten, 5 m i diam.

400 m SV om Intaga är på en moränkulle ett röse av kullerstenar, 6 m i vidd.

Hangelösa socken.

NNO om kyrkan ligger på Pukaregårdens ägor nära sockengränsen, i åker ett 15 m vitt jordblandat röse.

Holmestads socken.

VNV om Lofsgården är en krets av 4 resta stenar, emellan vilka löper runt om en oskadad stensättning av huvudstora stenar. Diam. 7 m. Undersöktes 1941. St. H. M. Inv. 22794.

På Lofsgården är en samling av fornlämningar nämligen: En domarring av 7 nära meterhöga stenar; diam. 6 m. Några m N därom en annan domarring av 9 meterhöga stenar, flera kullfallna; diam. 7 m. Undersöktes 1941. St. H. M. Inv. 22813. V om denna flera resta eller kullfallna stenar, vilka torde ha ingått i en tredje och möjligen en fjärde domarring. S intill den först omtalade ringen ligga tvenne 5 m vida, jordblandade rösen.

På moränvallen SSV om Lofsgården ligga i rad åtminstone 5 gravrösen av kullersten, 6—7 m i diam, samt troligen en fyrkantig stensättning.

Nära en km S om Lofsgården är på en moränvall ett jordfritt röse av 6 m vidd; därintill ett runt röse med tämligen tydlig fotkedja, 6 m i diam. 50 m SV därom ännu ett liknande. 260 m åt NO en stor, mycket osäker fyrkantig stensättning.

Vid gården, som ligger söder intill vägen Bybacka—Hallabo, finnes på en moränvall tre rösen i rad med ett tiotal m mellanrum, diam. 7—8 m.

På krönet av Bybackaåsen är ett gravfält av ett tiotal högar och rösen, diam. intill 6 m. Dessutom en trekantig och flera andra otydliga stensättningar.

Hovby socken.

1/2 km NV om Västby ligger på sedimentplatån vid Lidan ett gravfält av ett 20-tal runda högar, den största 18 m i diam.

Husaby socken.

På Martorps ägor, en km Ö om Blomberg ligger Ö om landsvägen en domarring av 9 meterstora stenar; diam. 8 m.

SV om Kinne-Kleva by stå vid Brunnsbacken i åker 4 resta stenar av 1.2—1.6 m höjd.

N om Flyhov finnes på sandstensberget SO om landsvägen en samling hällristningar. Sv. fornm. tidskr. Bd. 8, sid. 102.

V om kyrkan ligger Husaby ruin, en hög gavel, en rest av Husaby biskopsgård.

SO om Sannebo manbyggnad är ett jordblandat röse av 7 m vidd, 150 m SO om detta ett annat av 8 m vidd jämte några mindre rösen och ytterligare ett hundratal m åt SO på en moränkulle några små, otydliga stensättningar samt en hög med fotkedja.

Omkring 100 m SV om sistnämnda ligga i en förr odlad hagmark ett tiotal vackert runda högar, som troligen äro gravhögar.

Norrut från Kållängen är en domarring av 7 klumpstenar, 6 m i diam. och NV intill denna en liten otydlig rund stensättning.

Kinne-Kleva socken.

Norr om Skattegården stå på sandstensplatån, invid dess brant, tvenne domarringar: Den norra består av 11 intill 2 m höga sandstensblock, samt märke efter ett borttaget; diam. 13.5 × 15 m. Den södra består av 13 gnejsstenar, intill 1.7 m i höjd; diam. 20 × 22 m.

NO om Per Månsgården ligger på kalkstensplatån en rund vall av ett par m höjd; diam. 20 m, troligen en varggrop. SO intill denna är en krets av 6 meterstora stenar, en sjunde synes vara borttagen. Diam. 13 m. 15 m S härom en vackert rundad gravhög, 7 m i diam., samt ett mindre, jordblandat röse.

Vid Gumsegården är ett gravfält av ett 20-tal högar, 3—5 m i vidd. Sex av dem undersöktes 1899. Se Sv. fornm. tidskr. Bd. 11, sid. 125.

* På Kerstin Börjesgården, några hundra m V om gården borttogs på 1880-talet ett röse, varest efteråt hittades en spjutspets av brons.

Kinne-Vedum.

$^1/_2$ km Ö om Kårtorp ligga S om landsvägen två rösen intill varandra.

250 m NNO om kyrkan är Ö om landsvägen ett lågt röse med en mycket skadad fotkedja.

400 m VNV från Hagen träffas ett tiotal små rösen, 3—5 m i vidd.

Vid gården Jättedansen står en rest sten, 1.3 m hög.

700 m österut från Lövholmen ligger ett vackert röse och i närheten flera otydliga stensättningar.

250 m österut från Kastenhov är ett jordblandat röse med tydlig fotkedja, 6 m i diam.

Ö om järnvägen i sydvästra hörnet av socknen ligger i skogskanten ett röse av 4 m vidd.

275 m VSV om Stakarud ligga på sydändan av en moränvall 3 flacka rösen, 7—10 m i vidd.

300 m SV om föreg. träffas på en berghäll ett meterhögt jordblandat röse, omgivet av en fyrkantig stensättning, 6—7 m i vidd. 20 m SO om denna ett lågt röse av 5 m vidd. 50 m SSO från stensättningen synes vara en rund stensättning.

Invid sockengränsen, söder om föreg. är ett jordblandat röse, 10 m i vidd.

Källby socken.

Vid Blombergs jvstn finnes en samling hällristningar.

På Blombergs ägor, 400 m ONO om Gum är en domarring av 7 stenar; diam. 8 m. SV intill denna ett röse med fyrkantig stensättning, 6 m i vidd. NV om detta står i ett röse en rest stenhäll $2^1/_3$ m hög.

Vid Storehögen i Källbytorp står en rest sten, 1.5 m hög.

På åsen, 700 m NV om kyrkan är en ståtlig domarring av nu 8 (ursprungligen 9) stenar, den största nära 2 m hög. Diam. 22 m. Enligt P. E. Lindskog, Skara stift 2, sid. 76, har väster om denna funnits ännu en ring, som bortsprängdes 1780.

* 250 m SV om ovannämnda kvarvarande domarring hava funnits resta stenar.

Västerut från kyrkan stå på Källby ås, på var sin sida om landsvägen tvenne runstenar.

Ledsjö socken.

Vid Helliden vid Lundsbrunn har anträffats ett gravfält under flat mark från förromersk järnålder. Undersöktes 1906 av F. Nordin. Fornvännen 1907, sid. 218.

400 m söderut från St. Lund finnes på en i en liten mosse från norr utskjutande udde en stor rund stensättning.

En km Ö om kyrkan ligger på en moränbacke ett jordblandat röse av 15 m vidd.

230 m Ö om detta är en låg, vid stensamling, som möjligen är ett gravröse.

Medelplana socken.

I Hällekis djurgård hava legat tvenne hällkistor, som efter undersökning 1916 borttogos för kalkstensbrytningens fortsättande. Vg fornm. tidskr. Bd 4: 1, sid. 26.

På Råbäcks ägor, nära en km SO om gården och 500 m SO om Turisthotellet är en öppen hällkista, 7—8 m lång.

På Sågarebacken finnes en skadad hällkista. Ena långsidan med 4 hällar i N—S är synlig.

250 m SSO därom är i gränsen Karlsgården—Hulagården en urgrävd hög med en halvannan m lång kalkstenshäll; troligen rest av en hällkista.

450 m N om Karlsgården ligger på kalkstensplanet en hällkista av kalkstenshällar. Av östra sidan skjuta upp 3 hällar, av den västra synes en liggande häll i sydändan. 25 m N om denna är ett skadat jordblandat röse av 6 m vidd.

Invid Karlsgården finnas rester av en 1865 anträffad och utgrävd hällkista. Ant. tidskr. Bd 13, sid. 192.

I Karlsgårdens skog, 300 m SV om gården och 10 m Ö om en körväg till Stenstugan märkes en 5 m lång rad av kantställda hällar i N 15° O med kullerstensfyllnad omkring. Troligen en hällkista.

180 m V om Karlsgården är i ett åkerhörn rester av en domarring; 5 stenar ligga i en västlig halvkrets. Diam 9 m.

130 m Ö om Karlsgården ligger S om vägen en domarring med meterstora stenar. 11 m i diam.

På Prästgårdens ägor, V om landsvägen, mitt för vägen fram till Bestorp är ett gravfält av ett 20-tal högar. En del av dem undersöktes av B. Schnittger 1915. St. H. M. 15459.

Ett hundratal m NV härom ligga två högar och 120 m N om dessa en långsträckt hög.

200 m SV om gravfältet är en hög.

N invid gravfältet stå V intill landsvägen tre resta hällar, kallade Tredingsstenar, 1.4—1.9 m i höjd. Den norra är försedd med Trolle-, Posse- och Krummevapnen, från 1500-talet.

Otterstads socken.

Vid vägen fram till Läckö, S om Berg, står en runsten.

700 m NNV om Odensvik finnes invid en berghäll en samling av 6 rösen, varav tre med fotkedjor, samt 3 smärre domarringar.

På en berghäll 700 m ONO om Senäte är ett skadat röse.

På udden SSO om Hall ligger ett 3 m högt röse.

S om Färjestugan är ett röse.

åP Öboängen, N om torpet Lugnås är en öppen hällkista av gråstenshällar, 6 m i längd.

Råda socken.

S om Ulvekroken står invid vägen en rest sten, 2.2 m hög.

* Vid Öv. Härebacka på lägenheten Nolhaga finnes i trädgården en rund stensättning av 15 m vidd och SO om densamma en mindre hög samt en otydlig rund stensättning. Några hundra m NV härom står i åkern en rest sten.

Vid Öv. Härebacka, på Nolgårdens ägor, SO om järnvägen och landsvägen finnes i en beteshage ett gravfält av ett 50-tal tätt liggande högar, 4—8 m i diam.

500 m SSO om Björnegården stå invid vägen några resta stenar, som troligen äro rester av en eller flera domarringar. Några på åsen SSO härom belägna högar undersöktes 1930. St. H. M. 19506.

* Vid kyrkan finnes en runsten.

* Söder om kyrkan hava funnits gravhögar.

N om Kartegården ligger en gravhög.

500 m Ö om Björksäter synes vara en domarring av 6 stenar med märke efter en sjunde sten, 20 m Ö därom ett röse av kullersten. Det torde vara denna domarring som åsyftas av C. J. Ljungström i Kinnefjärdings och Kållands härader, sid. 56, ehuru läget där uppgives vara norr från Björksäter.

Sils socken.

Fasta fornlämningar ej kända.

Skeby socken.

Invid norra sockengränsen, 300 m Ö om järnvägen, ligger en samling av domarringar, den största i SO har 11 stenar, diam. 11 m, bredvid denna en av nu 5, ursprungligen 7 stenar, diam. $5^1/_2$ m. 20 m N om dessa en ring av nu 8, ursprungligen 9 stenar, diam. 7 m samt därbredvid en av nu 5, ursprungligen 7 stenar, diam. $4^1/_2$ m.

På åsen västerut från kyrkan finnes en vacker gravhög av 25 m vidd och 130 m NNV om denna ett mindre röse, möjligen gravröse.

* På Backgården har funnits en nu helt förstörd hällkista.

350 m SO om Tyskagården är på en moränrygg en hög av 14 m vidd, i mitten urgrävd.

40 m NV om denna en liten rund stensättning, diam. 4 m.

350 m V om Lillegården ligger en mycket skadad hög.

Vid sockengränsen österut från Östensgården ligger en stor domarring av nu 13 en till två meter stora stenar, flertalet ha blivit sprängda men dock fått kvarligga.

På moränkullen, SSV om föreg. är ett röse av 12 m vidd.

På Stommens skog, 1.3 km SO om Tyskagården, är vid vägen en samling av fyra låga högar, vilka äro omgivna av delvis skadade kretsar av resta stenar av domarringskaraktär.

C:a 300 m V härom finnes enl. C. J. Ljungström, Kinnefjerdings och Kållands härader, en samling av 4 skadade domarringar.

Skälvums socken.

350 m S om vägkorset vid kyrkan är ett skadat röse av 10 m diam. Troligen gravröse.

Nära 200 m S härom ett annat liknande

150 m OSO om detta ännu ett, ovisst.

* Vid Sunträlje har funnits en hällkista.

100 m NNV om Rucklan är på en moränrygg en liten hög, omgiven av en krets av nu kvarvarande 7 stenar.

Strö socken.

En km NV om kyrkan ligger invid vägen ett röse.

* På kyrkogården står V om kyrkan en runsten.

Vid Anders Persgården, något över en km österut från kyrkan, ligger ett röse av 15 m vidd.

Vid Ströberg finnas rester av en domarring samt en 5 m vid, rund stensättning.

Sunnersbergs socken.

* Vid Frösslunda finnas gravhögar.

600 m österut från kyrkan ligger på en bergkulle ett röse av 15—20 m vidd och V därom ett jordblandat röse av 7 m diam.

100 m Ö om Fästa träffas på en låg sandås, norr om en segelpaviljong, 4 à 5 små gravhögar med skadade kantsättningar, $2^1/_2$—4 m i diam. Ö om dessa en rund stensättning av 10 m diam. samt ett tiotal små, 2—4 m vida högar.

Även söderut från samma gård finnas i skogsmarken fornminnen, nämligen

* 450 m söderut ett 4 m vitt jordblandat röse, vars sydöstra hälft är bortskuren av den förbigående körvägen.

* 1,200 m söderut och ett par hundra m från stranden ett 5 m vitt jordblandat röse.

* Ett par hundra m SV om detta och 20 m V om en körväg ett 12 m vitt och $^3/_4$ m högt röse av kullersten.

Sävare socken.

$^1/_2$ km Ö om Filsbäck är i skogskanten en skadad domarring med kvarvarande 6 stenar.

Några hundra m Ö härom, i grusåsen har man funnit brandgropar under flat mark. På åsen har ytterligare funnits en domarring av 9 stenar samt en rest sten, som synas vara förstörda.

Vid vägen fram till Björlycke är på grusåsen i åker en samling domarringar: En med nu 6, urspr. 7 stenar, diam. 6 m. Två m OSO om denna en av nu 4, urspr. 5 uppresta stenar, diam. $4^1/_2$ m. 60 m VSV om den förstnämnda en tredje ring av nu 4, urspr. 7 stenar, diam. 5 m. Emellan denna ring och de föregående finnas tre stenar, som måhända äro rester av en fjärde ring.

Vid Lunneberg, västerut från Björlycke, 100 m SV om manbyggnaden, ligger ett 3 × 6 m stort stenblock, på vars översida finnes mer än ett 30-tal 5—10 cm vida offerskålar.

Västerplana socken.

På Stommen, 100 m SO om landsvägen är en 13 m vid hög; östra hälften borttagen.

Vid Skattegården ligger en mycket skadad hög; 15 m i diam.

På samma gård, 125 m Ö om en väderkvarn, är en hög av 20 m diam.

N om kyrkan, på Tolagården, Ö om landsvägen ligga två högar, 15—20 m i diam. Den södra undersöktes 1919. St. H. M. 16335.

400 m V om föreg. är en hög av 10—12 m diam. En i SV uppstickande meterlång kalkstenshäll tyder på att högen innesluter en hällkista.

400 m SO om Västerplana kyrka ligga på Per Törnesgården två högar, den norra 10 m i diam. vackert rundad.

200 m SSV om föreg. på Per Persgården två högar, 8—12 m i diam.

Söderut från kyrkan, vid Ängaledet ligger en 20 m vid hög, urgrävd i östra och nordvästra dearna.

700 m SO om kyrkan står i ett röse en 2 m stor kalkstenshäll.

Vättlösa socken.

På Bölaholm vid torpet Glasbacken är på en sandbacke ett gravfält under flat mark. Undersöktes 1923. St. H. M. 17281.

Vid Gullhammar är på Korsbacken en domarring av nu 8 stenar.

Norrut från Svältliderna på en backe på Lars Olofsgården ett röse med en fyrkantig, 5 × $5^1/_2$ m vid kantsättning.

Söderut från Svältliderna, 100 m VSV om lägenheten Backen ligger på en skogshöjd en domarring av nu 7 stenar, en eller två torde vara borttagna. Diam. 5—6 m. SV intill ringen finnas några stenar, därav två resta, som kanske äro rester av ännu en domarring. 15 m NV härom är ett röse med närmast fyrkantig begränsning, 6 m i vidd.

Österplana socken.

400 m Ö om Korstorp, vid Finnbacken ligga några låga, otydliga rösen av 2—3 m vidd, som möjligen äro gravrösen.

* På Kärrtomten har funnits en hällkista, i vilken hittats två flintdolkar och ett skifferhänge.

* På Högebo, 500 m VNV om gården har legat en hällkista utgrävd 1885. St. H. M. 15944.

Vid kyrkan ligger en urgrävd hällkista av 4.2 m längd.

Vid Örnekulla finnes en öppen hällkista, längd 4.2 m, bredd 1.6 m.

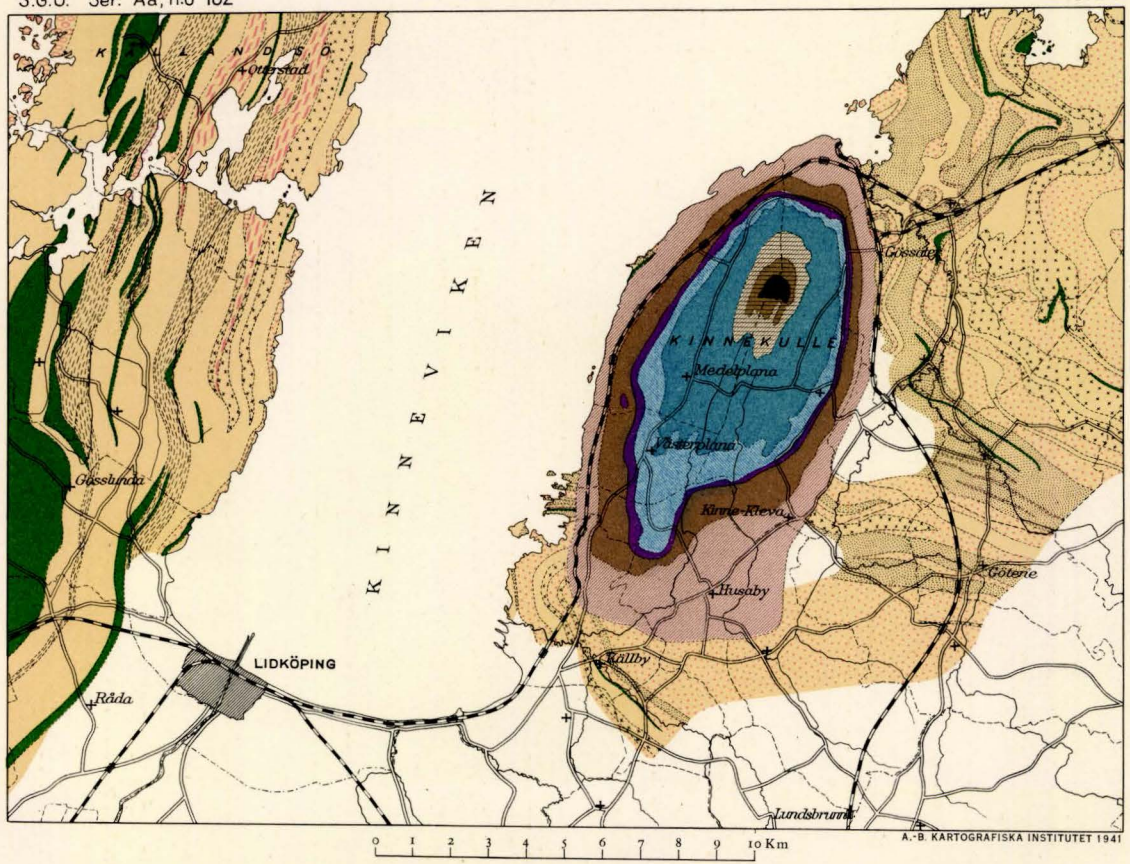
* På Österplana vall, nära en km söderut från Örnekulla och 250 m NO om torpet Axvall, har på ägorna till Skattegården funnits en hällkista.

Berggrundskarta till bladet Lidköping

Skala 1:200000

S.G.U. Ser. Aa, n:o 182

Tavl. 1



Ordovicium Silur

- Diabas
- Retiolites-, Rastrites- och Dalmanitesskiffer
- Trinucleusskiffer och Chasmopskalk
- Leversten och Övre rödsten } Ortocerkalk
- Täljsten och Undre rödsten } Ortocerkalk
- Undre didymograptusskiffer och Ceratopygekalk

Kambrium

- Alunskiffer
- Sandsten

Urberg

- Röd, salisk gnejs
- Gråröd, kvartssyenitisk gnejs
- Intermediär gnejs
- Ögongnejs
- Grå gnejs
- Grå gnejs, ofta bandad
- Slirig gnejs
- Grönstensbergarter

Årsbok 35 (1941)

N:o 438 ÖDMAN, OLOF H., Geology and ores of the Boliden deposit, Sweden. With 48 plates. 1941 8,00
» 439 DU RIETZ, T., Nyare undersökningar inom Remdalens malmtrakt och dess omgivningar. Med 4 tavlor. 1941 3,00
» 440 SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1936—40. Med en karta. Resumee: Erdbeben in Schweden 1936—40. 1941 0,50
» 441 SUNDIUS, N., Oljeskiffrar och skifferoljeindustri. 1941 3,00
» 442 WESTERGÅRD A. H., Skifferborrningarna i Yxhultstrakten i Närke 1940. Med 3 tavlor. Kemiska analyser av G. ASSARSSON. Summary: Borings through the Alum shale in the neighbourhood of Yxhult in Närke made in 1940. 1941 2,00
» 443 GAVELIN, SVEN, Relations between ore deposition and structure in the Skellefte district 1941 0,50

Årsbok 36 (1942)

N:o 444 ÖDMAN, OLOF, H., Copper ores of the «Red beds» type from Visingsö, Sweden. 1942 1,00
» 445 KULLING, O., Grunddragen av fjällkedjerandens bergbyggnad inom Västerbottens län. Med 1 karta. 1942 6,00
» 446 LUNDQVIST, G., Sjösediment och deras bildningsmiljö. 1942 1,00
» 447 GRIP, E. and ÖDMAN, O. H., The telluride-bearing andalusite-sericite rocks of Mångfallberget at Boliden, N. Sweden. 1942 1,00
» 448 DU RIETZ, T., Kvartsitskollorna i Ormsjö-Tåsjötrakten. Med en karta. 1943 1,00
» 449 HJELMQVIST, SVEN, Stribergs malmfält. Geologisk beskrivning. Med 3 tavlor. Zusammenfassung: Der Striberger Erzbezirk. Geologische Beschreibung. 1942 3,00
» 451 BROTZEN, F., Die Foraminiferengattung Gavelinella nov. gen. und die Systematik der Rotaliiformes. Mit 1 Tafel. 1942 2,00

Årsbok 37 (1943)

N:o 452 ÖDMAN, O, H., Geology of the copper deposit at Laver, N. Sweden. With 2 plates. 1943 1,00
» 453 HJELMQVIST, SVEN, Die Natronreiche Randzone des Granitmassivs nördlich von Smedjebacken in Dalarna. Ein Beitrag zum Studium der Granitbildung. 1943 1,00

Ser. Ca.

N:o 28 GEIJER, PER, Stripa odalfälts geologi. Med 3 tavlor. Summary: Geology of the Stripa mining field. 1938 6,00
» 29 MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 2. Inclination. With 4 plates. 1939 10,00
» 30 MAGNUSSON, N. H., Ljusnarsbergs malmtrakt. Berggrund och malmfyndigheter. Med 2 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Ljusnarsberg. 1940 7,00
» 33 MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 3. Horisontal intensity. With 4 plates. 1941 10,00
» 34 MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 4. Vertical intensity. With 5 plates. 1942 10,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt. Stockholm 1.*