

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 497.

ÅRSBOK 42 (1948) N:o 6.

BLOCKENS ORIENTERING
I OLIKA JORDARTER

AV

G. LUNDQVIST

Pris 1 krona

STOCKHOLM 1948

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

480619

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 497.

ÅRSBOK 42 (1948) N:o 6.

BLOCKENS ORIENTERING
I OLIKA JORDARTER

AV

G. LUNDQVIST

STOCKHOLM 1948
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
480619

INNEHÅLL.

	Sid.
Abstract	3
Inledning	3
Arbetsmetod	5
Rinnande vatten	6
Stående vatten	7
Flytjord	7
Isälsavlagringar	10
Rullstensåsar	10
Slukåsar	12
Tväråsar	12
Deltan	14
Svallgrus	15
Morän	17
Sammanfattning	25
Litteratur	29

Abstract.

The boulder material in glacial deposits, shore sediments, solifluction earths and till has been investigated according to a method being a modification of the one worked out by Richter. It is shown that most of the boulders are orientated with their long axes perpendicular to the direction of the transport in the sediments but parallel to this direction in solifluction earths and till. A comparison between the surface forms of the deposits and the orientation of the boulders gives a better idea of the genetics of the soils. In certain areas with a complicated history of development the study of the parallel orientation of the boulders is thus valuable. The figures elucidate these various conditions.

Inledning.

Redan mycket tidigt iaktogs, att blocken i moränen ofta ligga med längdaxeln sträckt i isrörelseriktningen. Spridda notiser därom föreligga i litteraturen, men en närmare granskning därav är i föreliggande sammanhang endast av historiskt intresse, särskilt som en kort översikt av frågan givits av Holmes (1941). Därav framgår, att den som först lämnat ett meddelande om sina iakttagelser i ämnet synes vara Miller (1884). Han började med att konstatera att reporna i moränblocken och i fast håll gå i samma riktning och belyste detta med en karta (s. 165). Förhållandet var f. ö. enligt Miller påvisat redan av Mac-laren (1828). Längre fram (s. 167) meddelar Miller den viktiga iakttagelsen: »The longer axis of the stone is often directed in the line of glaciation, and the pointed end is frequently, but by no means always, (see Fig. 4), towards the ice.» Och vidare (s. 175): »In the boulder-clay, on the contrary, most of the pebbles that bear marks of their transport at all were not *rolled* but *slidden* forward in the line of their longer axes. They were *launched* as ships are launched in the line of least resistance, or as an arrow or javelin is sent on its course through the air.» Miller har också ett flertal teckningar, som bestyrka hans påståenden.

Kort därefter lämnade Bell (1888) en kritisk resumé över »Tenth and Final Report of the Boulder Committee» etc., som inom parentes närmast är ett exkursjonsprotokoll. I ett tillägg till sin uppsats konstaterade Bell, att uppgifterna om blockens orientering äro »sufficiently numerous to be noted in the Reports as the general or normal position» (s. 341). Undantagen äro dock talrika men ha ej särskilt studerats (— — — »have not been so particularly recorded»). Under en resa till glaciärer i Schweiz konstaterade Bell, att orienteringen är icke absolut likformig; i korta och spruckna glaciärer är den ganska oregelbunden. »But on the longer glaciers, and where the ice is for some distance

comparatively smooth and unbroken, the prevailing — almost uniform — direction of the boulders is undoubtedly longitudinal, or parallel to the course of the glacier.» Denna orientering är vanlig även i sido- och ändmoräner.

Bell polemiserade här också mot »blockkommittens» uppfattning, att den spetsiga ändan av blocken pekar mot den riktning, från vilken blocken kommit (Bell s. 248) och han tillfogar å s. 250: »This is plainly, as Hugh Miller said, the line of least resistance». (Millers uppfattning är framlagd i hans arbete *Sketch-Book of Popular Geology*, som jag nödgas anföra efter Bell.)

Det är anmärkningsvärt, att dessa tidiga iakttagelser synas ha sjunkit helt i glömska mycket snart. Visserligen nämner Upham, Geikie m. fl. företeelsen men utan närmare tanke på dess metodiska betydelse. På detta sätt uppfattades den dock av Richter (1932, 1933), som systematiskt behandlade blockorienteringen, så att man nu talar om »Richters metod», »enligt Richter» etc., ehuru detta kanske icke är fullt korrekt mot de äldre. Richter lämnade också diagram — visserligen svårlästa — över blockens orientering och därmed få iakttagelserna ett helt annat värde. Även han studerade företeelsen vid recenta glaciärer (i Norge) (Richter 1936).

Metodiken är än ytterligare utvecklad av Holmes (1941), men man nödgas nog säga, att den därigenom blivit ganska tungarbetad och tidsödande.

Detsamma kan också sägas om Wadells (1932) metod. Den är nog den elegantaste, men samtidigt mest tidsödande. Han studerade blockorienteringen i vissa sediment.

I detta sammanhang må också nämnas, att Okko använt »Richters metod» i norra Finland. Resultaten föreligga ännu endast i föredragsform men synas lovande.

Blockens allmänna orientering är ofta så påfallande, att man ej kan undgå att observera densamma. Det är därför anmärkningsvärt, att så skarpsynta män som Hampus von Post och Axel Erdmann, så vitt jag kunnat finna, ej iakttagit förhållandet. von Post (1856) säger dock i uppsatsen om »krossstensbäddarna» i Skedvi på tal om de repade stenarna, att »de synas utan ringaste ordning inströdda i grusbädden» (s. 238). Detta påstående är med säkerhet fel.

Redan i början av mina moränundersökningar gjorde jag emellertid en del iakttagelser om blockens läge i marken, ehuru icke tillräckligt systematiskt. Det kanske förefaller onödigt att ägna vidare uppmärksamhet åt saken, då den förut behandlats så mycket som det föregående antyder. Men för mig har det nu varit av intresse att se, i vilken utsträckning man i vårt land kan använda blockens orientering för lösandet av vissa frågor och i vilka fall detta är möjligt, alltså att använda dem som en kvartärgeologisk hjälpmetod. Jag har sålunda utnyttjat dem icke endast i moräner utan både för jordartsbestämning och för vissa genetiska distinktioner.

Räkningarna ha i de allra flesta fall utförts tillsammans med Carl Larsson. I ett ringa antal fall ha dock extrageologerna och andra kolleger biträtt. E. Fromm har med stor beredvillighet gjort flera räkningar och ställt dem till min disposition. Till samtliga stannar jag i tacksamhetsskuld.

Arbetsmetod.

I inledningen antyddes, att metodiken, särskilt den av Holmes för moränen och Wadell för sedimenten tillämpade, är ganska invecklad och tidsödande. Holmes använde 4 grupper markerande kantigheten och 6 markerande formen. Kantighetsgrupperna äro (s. 1307):

- a = well rounded
- b = moderately rounded
- c = slightly rounded
- d = sharply angular

Formen är (s. 1354): tabular, rhombohedroid, wedge-form, discoid, ovoid och varihedroid.

Man förstår, att när materialet skall uppdelas på detta sätt och när dessutom både riktning och stupning mätes, måste metoden bli ganska tidsödande.

Richter (1932, 1933) däremot fäste avseende endast vid de verkligt långsträckta blocken, sedan han konstaterat, att deras riktning sammanfaller med repor och räfflor. Det kan ju hända, att han gått väl långt genom att endast taga med de längsta blocken, men ett sådant förfaringssätt medger dock ett relativt snabbt resultat.

Vid föreliggande undersökningar har jag tillämpat en metod, som är en modifiering av Richters d. v. s. de mera långsträckta blocken ha mätts, men mindre utpräglade formade ha kasserats. Särskilt de väl avrundade, mer eller mindre strömlinjeformade eller med jämna rundade ytor äro av värde. Riktningen har mätts med Silvakompassen, som är ett synnerligen smidigt instrument för vinkelmätningar.

Observationerna ha om möjligt gjorts i skärningar; endast i nödfall ha de grävts fram från ytan. Mitt material förskriver sig nu från ca 250 lokaler. För att göra arbetet så objektivt som möjligt har någon annan, i de flesta fall Carl Larsson, tagit fram blocken och hållit hammarskaftet i blockets längdriktning, varefter jag omedelbart mätt och antecknat densamma. Man finner ofta mycket snart, vilken riktning som är dominerande redan efter 50 räknade block. Men diagrammet blir jämnare och vackrare ju flera man räknar. Om det finnes nödvändigt av olika skäl får man naturligtvis räkna upp till 100 eller flera block. Samma erfarenheter har även Holmes (1941 sid. 1308) gjort. Avläsningarna ha fördelats på grupperna 0—10°, 10—20°, 20—30° o. s. v.

En viktig detalj i arbetet är, att man måste hålla sig till block, som ligga fria från varandra. Större block ha nämligen en viss benägenhet att »störa» riktningen för de mindre (jfr även Miller 1884, fig. 9).

Resultatet kan åskådliggöras på flera olika sätt. Richter (1932) satte av siffervärdena vinkelrätt mot en rak linje indelad i 180°. Uppåt avsattes blockorienteringarna, nedåt räffelriktningarna. Holmes gjorde dels »rose diagram» av samma typ som vindrosor, dels Schmidtska diagram. I föreliggande arbete har jag använt rosdiagram, men med ändpunkterna sammanbundna. Principiellt är ju detta ej riktigt, då diagrammen därigenom felaktigt ge uttryck för ett yttnehåll.

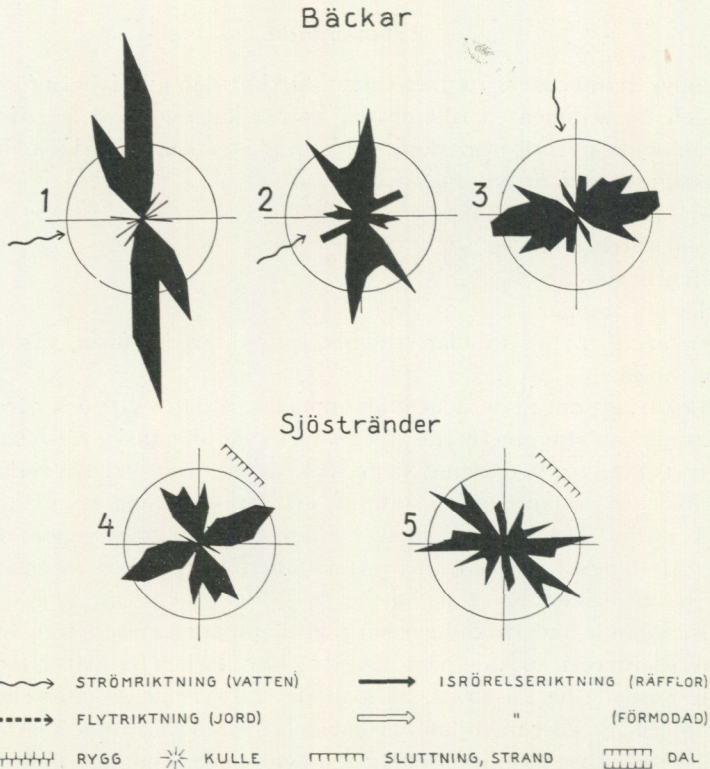


Fig. 1. Blockens orientering i bäckar och på sjöstränder. I rinnande vatten äro de orienterade tvärs emot strömriktningen. På sjöstränderna ligga de dels längs stranden, dels ungefär vinkelrätt däremot. I öppet läge — som här — blir orienteringen mindre skarp. — Norr är alltid uppåt i samtliga dessa diagram. Procentvärdena äro avsatta i radiernas riktning; cirkeln markerar 10 %.

Man gör mycket snart samma erfarenhet som tidigare författare gjort, nämligen att orienteringen är ganska olika i olika jordarter. Det avgörande för orienteringen är tydligen det omgivande mediets viskositet. I vatten blir orienteringen på ett sätt, i morän på ett annat. Redan Miller (1888, s. 175) skrev sålunda: »Stones when carried down a stream, or propelled upwards on a beach by the waves, present always their broader and larger surfaces to the moving force». Principen är riktig men statistiskt innebär påståendet en överdrift.

För att komma frågorna närmare in på livet har jag utgått från recenta förhållanden, alltså från rinnande vatten, »stående vatten» och från flytjorden. Det är på erfarenheterna härifrån man måste bygga.

Rinnande vatten.

Räkningar ha utförts bl. a. i ett par små bäckar på bl. Säter. Den ena, i avloppsbacken från Dammsjön ovan Solvarbo (fig. 1: 1), visar en mycket samlad bild i en huvudriktning i stort sett vinkelrätt mot strömmen. Den andra,

ca 2 km S om Nisstägt (fig. 1: 2) är mindre klart avgränsad, men även här är huvudriktningen vinkelrätt mot strömmen. Dessutom är emellertid en orientering längs strömmen ganska framträdande. Resultatet av dessa diagram, som man lätt kan komplettera t. o. m. utan räkningar, är, att i rinnande vatten lägga sig blocken mest vinkelrätt mot strömriktningen, men dessutom kunna relativt många block vara orienterade längs strömmen. Man får naturligtvis icke begära, att dessa bilder skola vara alldeles entydiga. Redan vid fältobservationer ser man, huru dessa små strömmar plötsligt kunna kasta. Orsaken kan vara, att ett block har ändrat läge, underlätets form blir då helt annorlunda. Men ofta synes ändringen ske, utan att man kan upptäcka orsaken därtill. Särskilt framträdande blir detta i bredare vattendrag, där strömbanan blir mindre starkt begränsad. Ett exempel därpå kan hämtas ur Fuån (bl. Mora, fig. 1: 3). Orienteringen är som synes fortfarande fullt klar, men de snett lagda blocken utgöra en påfallande stor procent.

De hittills vunna resultaten äga sin tillämpning i isälvs-material, både i åsar och deltan.

Stående vatten.

Med detta avses här sjöar av olika typ (vanliga sjöar, issjöar o. s. v.) och förhållandet vid deras stränder. Även här är det sålunda djupare sett frågan om en strömning i vattnet, men den är av annan art än i bäckar, älvar etc. Det upprörda vattnets bredd är ofta vida större och möjliggör därför ett större antal riktningar. Förhållandet återspeglas väl på klapperstränderna. Vid Siljan utanför Nusnäs (fig. 1: 4) dominerade riktningen längs stranden, men dessutom finnes en riktning ungefär vinkelrätt däremot.

Vid Kroks udde (fig. 1: 5) äro förhållandena mindre deciderade. Även där är huvudriktningen längs stranden, men dessutom ligga en mycket stor del av blocken snett däremot. Exponeringen på observationsplatsen är sådan, att den vanligaste vinden måste riva upp bränningar vinkelrätt mot denna sneda blockriktning. Här kan man f. ö. i diagrammet ana den sicksackrörelse, som är utmärkande för strändernas miljö.

Kontentan av de föregående diagrammen är alltså, att blocken i ett lätttröligt medium lägga sig vinkelrätt mot strömmens rörelse (jfr sid. 6). Vid utnyttjandet av denna erfarenhet måste man sålunda först tänka sig, hur strömmen en gång gått på platsen. På en sluttning i högt läge föreligga två alternativa möjligheter: strömmande vatten i en isälv eller bränningar vid en issjö. I förstnämnda fall måste blocken ligga vinkelrätt mot höjdkurvorna, i sistnämnda huvudsakligen längs desamma och dessutom vinkelrätt däremot. Exempel på dessa företeelser skola lämnas från några på geologiska grunder bestämda avlagringstyper.

Flytjord.

Det kanske icke är fullt riktigt, att vid studiet av blockens orientering i morän utgå från förhållandena i flytjord, men vissa drag torde dock vara ge-

FLYTJORD

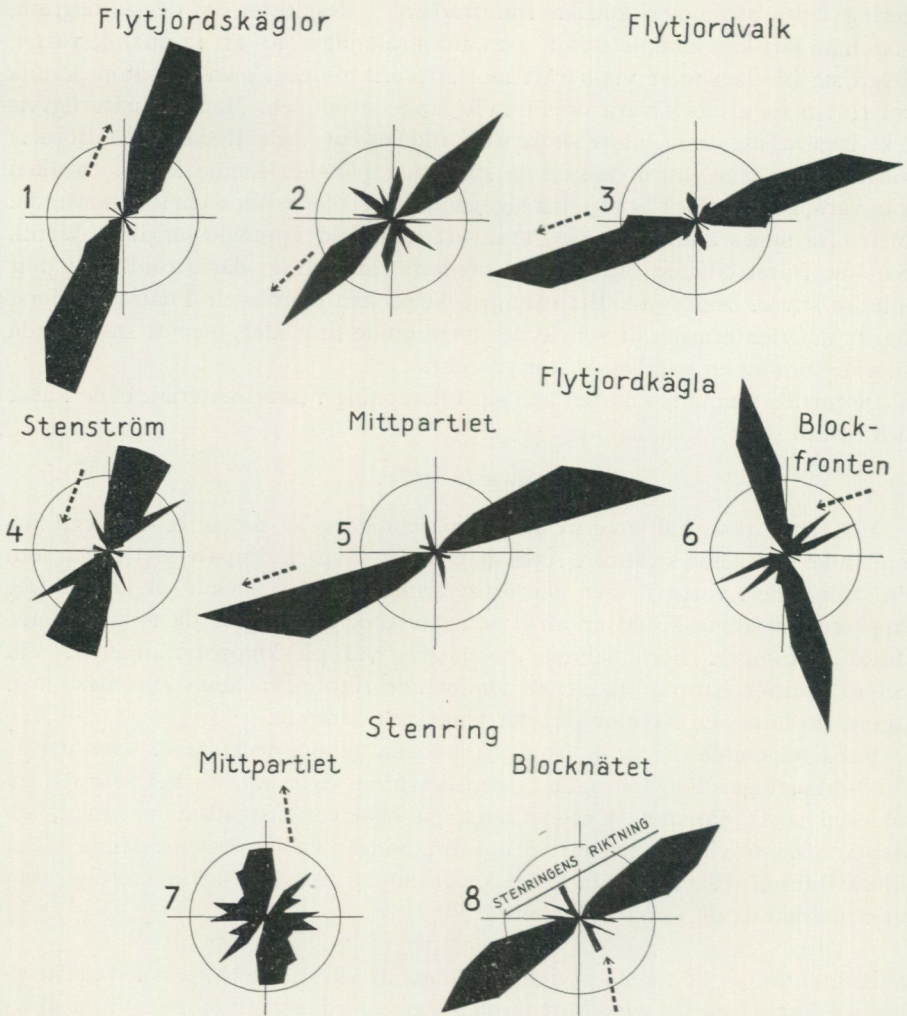


Fig. 2. Blockens orientering i flytjorden är alltid längs flytningsriktningen utom i blockfronterna (nr 6) och stennätet (nr 8).

mensamma. Richter (1936) studerade förhållandena i recenta, norska, glaciärer, men det har jag ännu ej varit i tillfälle till. Jag vill därför granska förhållandena i flytjorden, såsom närmast lika dem vid moränavlagringen rådande.

På sluttande mark utbildas vid jordens glidning mer eller mindre tydliga valkar. Både den invikta nedre kanten och käglaens form utgör ett kriterium på, att verkligen rörelse utför sluttningen äger rum. Mitt första exempel är från Fasovardo (fig. 2: 1) i Remdalen (Västerbottensfjällen). Redan på ytan syntes en mycket distinkt orientering av blocken i flytningsriktningen. Även

om ett sådant synintryck kan vara missvisande, angav dock en räkning (utförd tillsammans med Sven Gavelin), att orienteringen är mycket skarp, delvis kanske beroende på, att blocken äro skiffrika (fyllit). I de flesta fall stodo de på kant.

Det är emellertid icke alltid orienteringen är så skarp, även om huvudparten av mitt material utvisar detta. En något annan typ finns sålunda i en flytjordskägla på Stådjan, SV om toppen (fig. 2: 2). Huvudriktningen är som synes mycket distinkt, men dessutom är en riktning vinkelrätt och en snett däremot fullt tydliga. Det är dock sällan man ser de avvikande riktningarna så talrikt representerade. I en stor flytvalk på västra sluttningen av Storvätteshågna (fig. 2: 3) är orienteringen mycket skarp i flytriktningen, men dessutom framträder en markerad nästan vinkelrätt däremot.

I dessa exempel ha blocken legat i en finkornig, flytande massa. Man finner emellertid ofta på fjällsluttningarna hela blockströmmar utan mellansubstans. Som exemplet från Jakobshöjden ovan Grövelsjön (fig. 2: 4) utvisar, äro blocken även i sådana fall påfallande väl orienterade i strömningsriktningen. Någon del av blocken ligga dock mer eller mindre snett, men totalbilden förryckes ej därav.

Vissa flytjordskäglor ha en mer eller mindre kraftig blockfront. Redan utan att mäta och räkna dessa block kan man kostatera, att de ligga vinkelrätt mot strömningsriktningen i käglan. Ett exempel från Stådjans sydvästsluttning (fig. 2: 5) må belysa förhållandet. I käglaans mittparti är orienteringen i strömriktningen mycket distinkt, men dessutom framträder en liten ansamling vinkelrätt däremot. I blockfronten (fig. 2: 6) ha de flesta blocken vänt sig på tvären och denna vändning synes ske inom allra nedersta delen av käglan. Orsaken är tydligen, att när de första blocken pressats ut i det fria upphör flytningen, men bakifrån pressar det rörliga materialet i käglan på. Blocken tvingas då att vrida sig på det sätt som är lättast. I och med att ett block ligger något snett i förhållande till den pådrivande strömmen — och så torde väl de flesta ligga — vrides det vinkelrätt mot densamma.

I samband med det sistnämnda exemplet kan nämnas, hur saken ställer sig i rörlig, horisontell mark, alltså i stenringar o. dyl. S om själva Jakobshöjden ligger en plåt rik på väldiga stenringar. Hela marken är här genomdragen av ett grovmaskigt blocknät och inuti maskorna välver marken upp i små, flacka bullar ca 5 m tvärsöver. Inuti en sådan grävdes en profil mellan mitten och blocknätet. Det visade sig då, att den omrörda jorden nedåt är rik på mylla som når ned till 40 cm. Där vidtager grusig rostjord ca 20 cm, varefter det ser ut att följa orörd morän under. Stenarna i det övre lagret ha i stort en tydlig orientering nästan vinkelrätt mot kanten, dvs. själva stenringen (fig. 2: 7). Dessutom finnas dock många andra lägen ganska rikt representerade. Ännu så länge kan jag dock icke säga, om orsaken är ofullständigt genomförd orientering eller om observationspunkten kanske tidvis beröres av rörelse även mot de angränsande blockkanterna.

Inom dessa ligga blocken i mycket stor utsträckning längs blocksträngarna i blocknäten (fig. 2: 8). Då maskorna i dessa nät i stort sett bilda 6-hörningar

måste rörelseriktningen inuti desamma, alltså i det finare materialet, svänga mellan 60° och 90° mot blockränderna. Men variationer måste naturligtvis uppkomma, då olika sidantal och vinklar bildas (jfr härom Conrad 1946). I princip återfinna vi emellertid här samma förhållande som i flytvalkarna och deras blockfronter (fig. 2: 5—6). Blocken pressas fram i rörelseriktningen, men när de möta ett motstånd vridas de av det påskjutande materialet och lägga sig på tvären.

En annan iakttagelse, som gjordes i flytjorden, må nämnas här. Blocken ligga inom flytningens initialområde relativt oordnade. Därefter börja de ställa in sig i flytningsriktningen och samtidigt vridas de så, att deras eftersta parti lyftes uppåt, tills blocken komma att stå vertikalt. Orsaken därtill måste vara, att ytlagret på grund av dess större rörelsefrihet — mindre friktion — rör sig fortare. Mekaniskt har Vogt (1943) f. ö. påvisat sistnämnda förhållande. Denna vridning hos blocken fortgår sannolikt så, att överändan först vippar över, varefter blocken strikt ställa in sig i flytningsriktningen. Förloppet torde kunna experimentellt påvisas.

En sammanfattning av föregående torde ge följande resultat av intresse för fortsättningen. När jorden flyter fritt som en trög massa, med hög viskositet, inställa sig de flesta blocken noga i flytningsriktningen. Dessutom kommer en mindre procent att stå i det närmaste vinkelrätt däremot. Under flytningen sker dessutom en vridning förorsakad av olikformighet i massans flytningshastighet. När det gäller så små företeelser som flytjordsvalkar, kan man relativt lätt överblicka dessa. I större fenomen, t. ex. hela moränsluttningar på glid, blir en sådan överblick svårare, men man torde där kunna spåra den efter blockens läge. Här blir det alltså som vid många andra tillfällen ett cirkelslut.

Med utgångspunkt från hittills gjorda erfarenheter skall nu blockens orientering i olika avlagringstyper granskas.

Isälvsavlagringar.

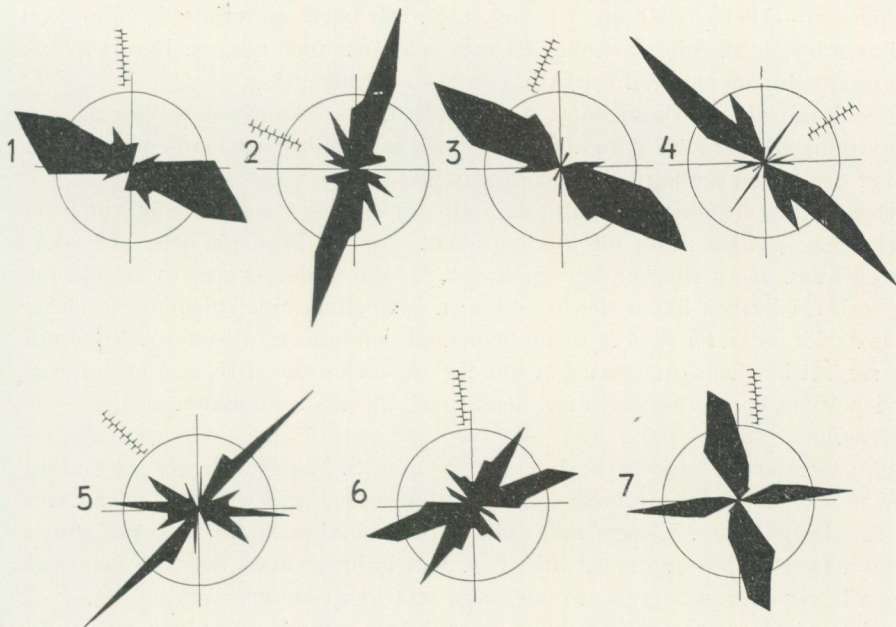
Dessa tillhöra ganska olika typer, åsar, deltan, slukåsar m. m. Man kan tänka sig, att orienteringen är så olika i de skilda typerna, att de osäkra fallen kunna artbestämmas.

Rullstensåsar.

Orienteringen bör vara ganska god i en rullstensås, emedan strömbanan här varit relativt väl begränsad. I den stora åsen vid Horndal, Möklintaåsen, gjordes en räkning SV om Ingeborgbo (fig. 3: 1). Åsriktningen är här ungefär N—S. Blockens orientering är väl samlad i VNV—OSO. Räkningen gjordes långt in i kärnan, för undvikande av marin inverkan. En ännu bättre orientering visar materialet i den stora åsen SO om Backa V om Säter, Badelundaåsens fortsättning (fig. 3: 2). Materialet ligger mycket noga vinkelrätt mot ryggens sträckning, så som den kan rekonstrueras i det starkt sönderskurna området. Dessutom finnas ett relativt stort antal mer eller mindre snett däremot belägna block. Vid Garsås station (bl. Mora) kommer en liten, tämligen väl avgränsad

ISÄLVSAVLAGRINGAR

Åsar (normala)



Små åsar

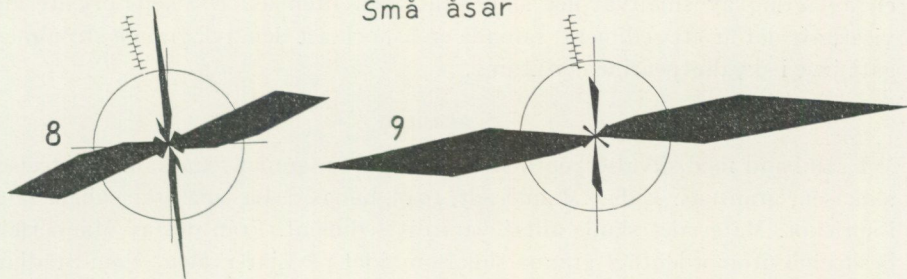


Fig. 3. Blockens orientering i åsarna är i huvudsak tvärs emot strömriktningen, alltså tvärs åsen.

ås upp från Siljan (fig. 3: 3). Diagrammet därur företeer en nästan ännu vackrare bild än föregående, därigenom att de snett liggande blocken äro ytterst ringa framträdande. Detta är däremot så mycket tydligare i en strömrygg inom proximaldelen av det stora deltat NV om Tallheds station (bl. Mora, fig. 3: 4). Huvudparten av blocken ligga väl samlade vinkelrätt mot ryggen, medan ett icke obetydligt antal ligga längs ryggen. En ännu sämre samlad bild finner man i den lilla åsen vid Tåsjödammen (fig. 3: 5) V om Hoting (bl. Alanäs). Orsaken till detta förhållande kan vara kastningar hos strömmen eller också ofullständig sortering. Man finner nämligen ofta, att de mindre åsarna ha sämre sorterat material. Dålig sortering synas även åsar med mycket rundat material ha.

Så är fallet med åsen SV om Öjesjön (bl. Malung, fig. 3: 6). Där är tvärorienteringen sämre utbildad.

En skenbar motsägelse till det föregående anträffas i åsen vid vägskälet Utängsbyn—Dödbyn SO om Orsa (fig. 3: 7). Där ligger materialet i två mycket väl avgränsade riktningar vinkelrätt mot och längs med ryggen. Denna ås har jag tolkat som en subaëril typ, alltså en s. k. Tannersk ås.

Resultatet av granskningen av föregående diagram kan bäst belysas med en hänvisning till det sista därav. Det bör dock framhållas, att man endast sällan finner den långsgående riktningen så utpräglad.

Det hittills erhållna resultatet kan tillämpas å två små ryggar vid Störvätteshågna, vilkas natur föreföll mig oklar. S om N. Fosksjön och vid Foskån går en liten, något slingrande rygg (fig. 3: 8). Materialet är grus av odeciderad typ och till formen liknar den närmast en liten slingrande rullstensås, och jag hade därför redan för flera år sedan betecknat den som en rullstensås. Nu visade det sig, att blockens orientering är den för åsarna karakteristiska. Det kan därför icke vara en moränrygg, utan den är med största sannolikhet en liten subaëril ås.

På västsidan av Störvätteshågna och NO om S. Fosksjön ligger ett område med mycket komplicerad morfologi. Slutningen är överst starkt sönderskuren av skvalserpentinier. Längre ned avlösas dessa bildningar av ackumulationsformer. Det är dödismorän av olika typ. Mitt i allra översta delen av en skvalrännna ligger en liten, ett par m hög, rygg sträckt i rännans riktning (fig. 3: 9). Den kan tänkas vara antingen en moränrest kringskuren av smältvattnet eller en avlagring av smältvattnet själv, alltså en liten ås. Blockens orientering visar, att det är ett sediment, sålunda en ås, och att den avlagrande strömmen gått just i skvalserpentinens riktning.

Slukåsar.

I samband med skvalserpentinerna må även en annan föga känd företeelse, slukåsen, granskas. Enligt Mannerfelt, 1945, bildas dessa små åsar subglacialt, i sprickor. Materialet skulle alltså vara ett sediment. Från det av Mannerfelt beskrivna utomordentligt granna slukåsområdet på Fjätervålen Ö om Städjan har jag två observationer över blockens orientering (fig. 4: 1—2). Som synes är orienteringen ganska utpräglad. I båda ligga de flesta blocken på tvären, men dessutom äro många orienterade snett med längsriktningen. Till typen närmar sig sålunda dessa diagram den subaëрила åstypens, men sorteringen är icke så långt gången. Detta är i och för sig icke överraskande, ty en närmare granskning av materialet i dessa små slingrande ryggar visar, att blocken ofta äro repade. Man kan alltså påstå, att transporten varit både kort och kortvarig. För min del tror jag, att slukåsarnas morfologi, läge och material tyder på, att de icke alltid äro subglaciala, utan att även supraglaciala sådana finnas.

Tväråsar.

Tväråsarna kunna sägas vara en typ av rullstensåsar, vilka uppbyggts utmed isfronten av en eller flera isälvar (G. De Geer. 1893, s. 8). Materialet

ISÄLVSÄVLAGRINGAR

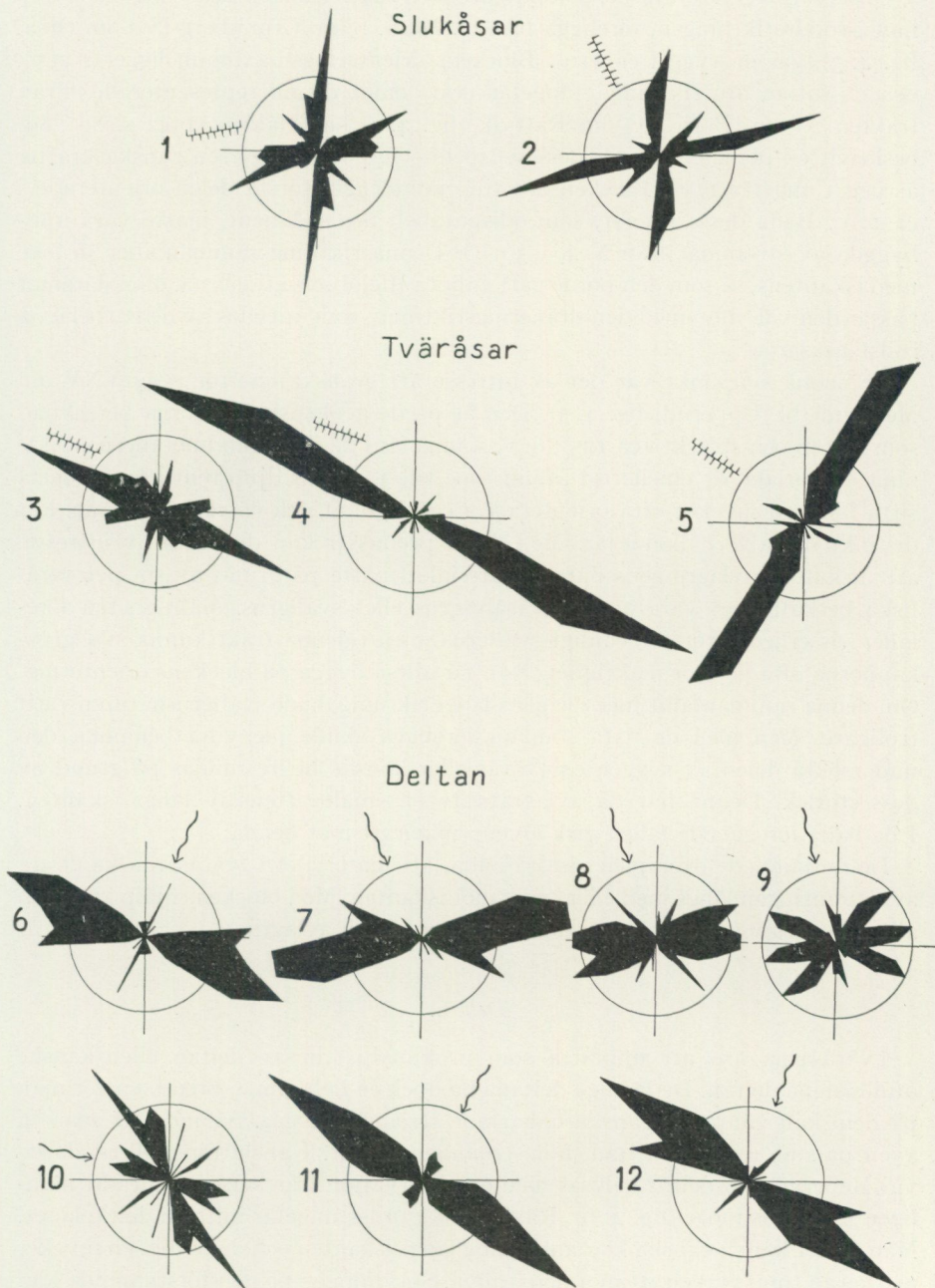


Fig. 4. Blockens orientering visar i slukåsarna stor likhet med de vanliga åsarnas, men den är mindre skarp. Orienteringen hos tväråsarna visar, att dessa uppbyggs vinkelrätt mot iskanten (nr 3 och 4) eller längs densamma (nr 5). Å deltan kan orienteringen ibland växla starkt beroende på häftiga strömkastningar (nr 9 och 10). Jfr nr 8 med fig. 1: 3; båda äro från Fuån.

bör därför vara rullstensgrus (eller -sand) med blocken orienterade vinkelrätt mot iskanten.

Observationer i tväråsar, försiktigare uttryckt: rullstensåsar ungefär tvärs mot isrörelseriktningen, föreligga från bl. Mora. S om Grunuberg (SO om Orsa, fig. 4: 3), går en rygg i ca 110° . Blockens orienteringsmaximum ligger i 115° , och dessutom äro riktningar ungefär tvärs emot denna representerade. Från trakten SV om Born NO om Rättvik (fig. 4: 4) har Halden (1942 s. 88—89) beskrivit en planås. Mitt för dess sydspets och V därom går en ganska kraftig åsrygg i ungefär 110° . Blocken äro till ojämförligt största delen orienterade i ca 120° . Båda dessa ryggar, som odisputabelt äro sediment, måste vara uppbyggda av strömmar från N $20-30^\circ$ O. Denna riktning sammanfaller ju icke med iskantens, så som den borde gått enligt räffelobservationerna. Men däremot passar den väl ihop med den dräneringsriktning, som antydes av de närbelägna rullstensåsarna.

Ur denna synpunkt var det av intresse att granska en stor rygg VNV om Mellerud (bl. Upperud, fig. 4: 5). Den är på de geologiska kartorna betecknad som morän och sträckt i ca 125° , d. v. s. ungefär i de stora randmoränernas riktning. Materialet är emellertid åtminstone till 3—4 m:s djup rent grus. I detta sitta blocken mycket ofta orienterade i ca N 30° O, och en räkning visar, hur distinkt detta förhållande är. Med dessa premisser kan det vara av intresse, att diskutera avlagringens natur. Materialet måste på grund av sin petrografiska beskaffenhet vara antingen isälvsgrus eller svallgrus. Mäktigheten förefaller visserligen stor för vanligt svallgrus, men i denna trakt kunna svallgruskapporna ofta nå stor mäktighet. Man får alltså bygga på blockens orientering. Om denna sammanfallit med ryggens längdriktning, hade svallgrusnaturen varit troligare. Men med de data som nu föreligga skulle jag vilja benämna den undersökta delen av ryggen en tvärås eller kanske hellre randås på grund av dess storlek. Denna har då avlagrats av en smältvattensälv längs iskanten. I de båda föregående fallen gick älven vinkelrätt mot denna.

De nu lämnade exemplen visa sålunda, att materialet i tväråsarna kan vara avsatt antingen längs med eller tvärs mot iskanten. Med blockens hjälp kan man alltså bena upp de olika avsättningarna i en sådan avlagring.

Deltan.

Tväråsarna äro att uppfatta som proximalpartin av deltan eller kanske ofullgångna deltan. De färdiga deltana ha dock en helt annan bredd, varför man på dem kan vänta sig ganska olikartade strömriktningar. Sålunda ser man ju även på små miniatyrdeltan, hur strömmen kastar. I anslutning till randåsen vid Mellerud kan deltat belysas med en observation från samma område, nämligen Ödskölds moar (fig. 4: 6). Räkningen gjordes ungefär mitt på deltaplanet. Man finner här en ganska klar ansamling längs iskanten och dessutom en mycket markerad topp vinkelrätt mot densamma. Spridningen på den förstnämnda kan bero på kastningar på det stora planet.

Ödskölds moar synes vara ovanligt flackt — egendomligt nog är deltat be-

vuxet med granskog, varför det ej är möjligt att få en överblick däröver — men ofta gå strömryggar över sådana bildningar. Detta är fallet med Oreälvens delta (fig. 4: 7), från vars norra del — ca 500 m S om vägskelet Ången—Djurberg — en observation föreligger. Ryggen markerar strömriktningen här, och blocken ligga i det närmaste vinkelrätt mot densamma. Detta stora delta företer många strömryggar, som angiva transport både mot SV och SO. En närmare analys av deltats genetik med tillhjälp av blockens orientering skulle förvisso vara av intresse.

I de hittills visade exemplen ha blocken varit påfallande likformigt orienterade. Men, som redan inledningsvis framhölls, spridningen kan ibland vara ganska stor. Ett sådant exempel utgör deltat vid Fuån rakt Ö om Färnäs by (bl. Mora, fig. 4: 8). Det är plant eller svagt undulerande; strömryggar finnas ej vid observationsplatsen. Det är naturligtvis svårt att bestämma strömriktningen noga på ett sådant delta, men om man utgår från Fuåns riktning och det troligaste strömloppet enligt omgivningarna, ligger maximet vinkelrätt däremot. Nästan samma kan sägas om deltat vid Storån strax NV om Idre (fig. 4: 9). Där ligga blocken ganska dåligt orienterade. Detsamma gäller deltat nära bron N om Älvdalsåsen (bl. Älvdalsåsen, fig. 4: 10). Materialet i detta är emellertid ovanligt rundat och den för dylika arbeten erforderliga längdsträckningen på blocken saknas. Vidare är det mycket sannolikt, att Dalälven tidigare svämmat över här och kastat hit och dit, så att huvudprincipen i fördelningen suddats ut.

Till slut må ett par exempel å andra isälvsavlagringar visas. Det första är från proximaldeltat strax S om Vakern station (bl. Ekshärad, fig. 4: 11). Materialet är grovt grus, som är mycket dåligt avrundat. Man skulle tro, att orienteringen i en sådan bildning är mycket svag, men så är tydligen icke fallet. Orienteringen vinkelrätt mot strömbanan är synnerligen utpräglad. Dessutom märkes en liten men distinkt ansamling i strömriktningen.

Det andra exemplet är från ett grusfält vid Vattnäs (bl. Mora, fig. 4: 12). Härifrån har Halden (1947, s. 376) beskrivit ett område sönderskuret av mestadels ensidiga skvalrännor. Utanför dessa och vid H K-nivån ligga en serie grusfält. Räkningar i ett par av dessa visar en sådan blockorientering, att den avlagrande strömmen måste ha kommit från NNO. Bildningarna äro alltså deltan utanför skvalrännorna och ha ej avlagrats av en normal isälv, ty då skulle strömmen ha kommit från NNV och alltså orienteringen varit mera västlig.

Svallgrus.

Svallgruset representerar en hel serie från nästan moräntyp till grus- eller stenlager av endast ett fåtal fraktioner. Man skulle därför vänta ganska olikartade utseenden på orienteringsdiagrammen från svallgruslokaler.

En utomordentligt väl genomförd orientering finner man 400 m OSO om Born vid Orsa (fig. 5: 1). De allra flesta blocken ligga här längs höjdkurvorna. En annan typ anträffas inom området ca 4.5 km Ö om Garsås (bl. Mora, fig. 5: 2). Där äro visserligen de flesta blocken orienterade längs den gamla stran-

SVALLGRUS

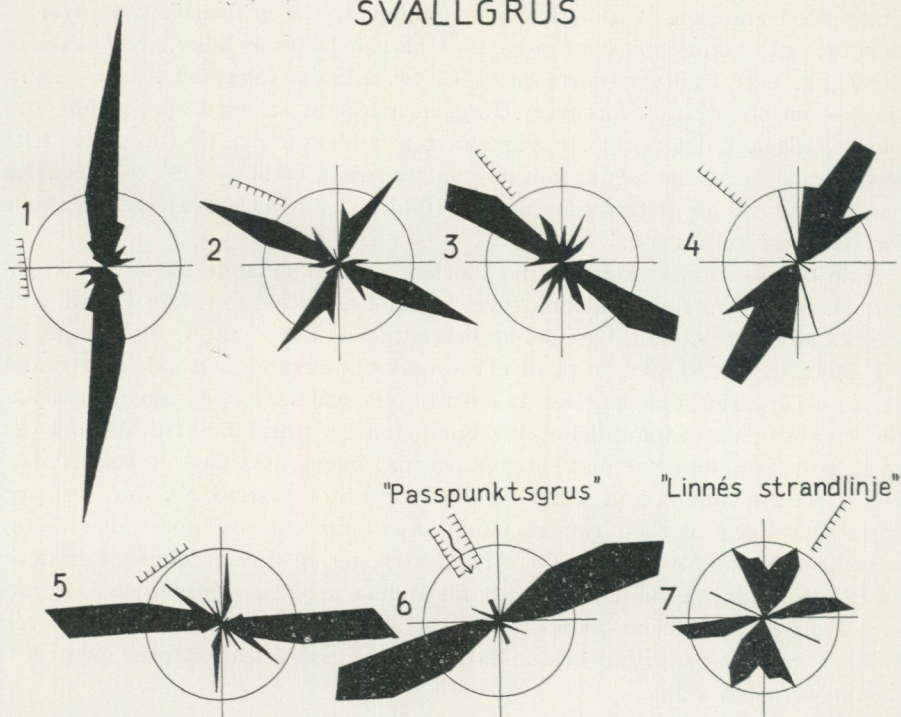


Fig. 5. Blockens orientering i svallgrus är vanligtvis längs stranden. Under vissa omständigheter kan riktningen vinkelrätt däremot dominera (nr 4 och 7). På den förstnämnda, nr 4, måste materialet dock tillhöra en lateralterrass.

den, men dessutom finnes ett mycket stort antal vinkelrätt däremot. Detta är nog snarast idealbilden för svallgruset.

Utmed vägen till och förbi Trossbygget N om Orsa, (fig. 5: 3) anträffas en hel serie grusförekomster av oklar natur. En närmare granskning av dessa med hänsyn till blockens orientering visar, att två typer kunna urskiljas. I den ena är orienteringen längs den äldre stranden som i exemplet från Trossbygget. Men dessutom finnas andra riktningar mer eller mindre talrikt representerade. Den andra typen inom detta område kan belysas med en observation från trakten NV om Kattskär NV om föregående lokal (fig. 5: 4). Där ligga blocken vinkelrätt mot höjdkurvorna. Av denna orsak och av andra är det troligare, att detta fält är en isälvsavlagring, alltså av lateralterrassens art.

Man kan sålunda av dessa erfarenheter påstå, att dessa högt belägna grusfält äro av komplex natur: dels normalt svallgrus utbildat av issjöar, dels isälvsavlagringar mestadels av lateralterrassstyp. Till isälvsavlagringarna höra även små fält med gruskullar, i vilka blocken ha en mindre deciderad orientering.

I vissa lägen kunna förhållandena bli mindre klara än i de föregående exemplen. Ovan Fagerbacken (geol. bl. Säter, fig. 5: 5) ligger ett stort svallgrusfält med undulerande ytformer. På en »udde» därav gjordes räkningar, varav framgår, att blocken ligga snett med sluttningen i stort. Men ytformen just här är

sådan, att strömmen måste ha satt in mera snett från NNO. Blocken ligga mestadels vinkelrätt mot denna sista riktning.

Tidigare har jag urskiljt en avlagringstyp, som kallas passpunktsgrus, emedan det ligger just uppe på passpunkternas sadlar. Från en sådan lokal 1,2 km SSO om Gustafs station (geol. bl. Säter, fig. 5: 6) visar räkningen utomordentligt distinkt, att blocken här ligga tvärs över passet, d. v. s. vinkelrätt mot den ström, som en gång pulserat här.

Ett visst kuriositetsintresse erbjuder observationen från en av »Linnés strandlinjer» V om Grövelsjön (bl. Tännäs, fig. 5: 7). En av de översta nivåerna är mycket vackert utbildad som hak och med blocksamling ända ut på terrassplanet. Diagrammet därifrån visar, att blocken äro ganska olika orienterade. Det stora antalet snett liggande block har troligen fått sin orientering genom den sicksackrörelse, som framkallas av strömmen i det smala vattnet. Huruvida även jordflytning influerat är svårt att avgöra, men osannolikt är det ej. En sådan är nämligen ganska vanlig på dessa sluttningar.

De föregående exemplen visa värdet av undersökningar över blockens orientering för att ange den avlagrande strömmens riktning och på så sätt bestämma avlagringens art. Det kanske förefaller som om flera av bevisen vore cirkelbevis, men så är icke fallet. Orienteringen utgör den slutgiltiga distinktionen, med vars hjälp varandra till utseendet likartade företeelser kunna särskiljas.

Morän.

De som tidigare sysslat med frågan om blockens orientering ha gjort samma erfarenhet att en stor del av blocken äro orienterade ungefär i isrörelseriktningen, men en ganska stor procent ligger mer eller mindre snett däremot. Detta förhållande bör dock granskas i samband med moränens ytformer. Sålunda miss-tänkte jag i början av detta arbete, att man på de flacka moränliderna och moränhedarna skulle finna blocken längsriktade, i ryggarna tvärställda och i småkullar utan ordning. Under arbetets gång visade det sig, att dessa förmodanden voro felaktiga. En kartografisk belysning av hela frågan förutsätter, att materialet framlägges på topografiska kartan. Men då mitt arbetsområde varit relativt vidsträckt har en reproduktion av detta framställningssätt ej varit tekniskt möjligt. Den lilla kartan fig. 6 saknar sålunda ett väsentligt drag, ytformen. De fåtaliga kurvor man skulle kunnat sätta in därpå äro ej tillfyllest. Men sambandet med ytformen kan belysas på så sätt, att man senare tar ut diagram från olika ytformstyper och diskuterar dem.

Kartan tyckes vid första anblicken belysa, att föga överensstämmelse råder mellan isrörelseriktning och blockorientering. Men granskar man förhållandet närmare, ter det sig bättre, åtminstone när man behärskar materialet. I stort sett föreligga verkligen två huvudriktningar: längs med isrörelseriktningen och en snett däremot, som redan nämnts. Dessutom finns dock vissa mellanformer. I de flesta fall föreligger en viss lagbundenhet och det är den som skall granskas. På de mer eller mindre plana moränhedarna kan man vänta en regelbunden avlagring och anordning i isrörelseriktningen. Det vackraste

exemplet därpå, som mitt material bjuder, är från heden S om Skärvagen (bl. Idre, fig. 7: 1). Blocken visa där en exceptionellt smal spridning, och orienteringen är så noga i isrörelseriktningen man kan begära.

På heden där Lövnäsvägen lämnar Särnavägen (bl. Älvdalsåsen, fig. 7: 2), kan man urskilja en låg och flack, därför mycket diffus rygg. Orienteringen är här mycket begränsad, men dessutom kommer en riktning snett mot huvudriktningen.

Påfallande vacker är orienteringen likaledes inom den s. k. granitkupolen Ö om Orsa sjön och Siljan. Blocken ligga där med en vanligtvis noggrann orientering, även om avvikelser förekomma. Som goda exempel hänvisas till observationerna vid Born (Orsa, fig. 7: 3) Ämmeråsen (fig. 7: 4) och Åmmonbodarna (fig. 7: 5), där spridningen är ganska begränsad. Påfallande är dock, att man här ofta finner en förhöjning i ca NV—SO-lig riktning. Möjligtvis är detta rester från en tidigare rörelse, som kan spåras i närheten av Maggås. Av ett visst intresse är lokalen nära Nya Larsbodarna (fig. 7: 6), där tvärriktningen är nästan mera framträdande än längsriktningen.

Efter erfarenheterna från granitkupolen är resultatet vid Lenåsen (bl. Mora, fig. 7: 7) överraskande. Räkningen gjor-

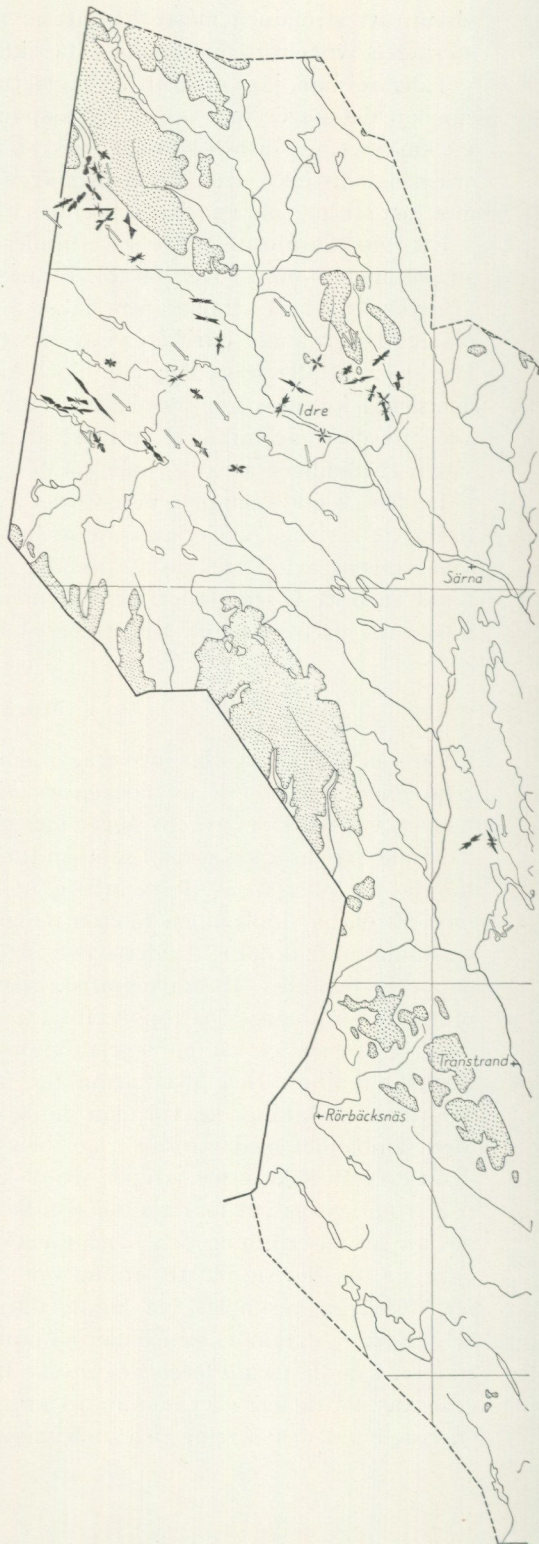
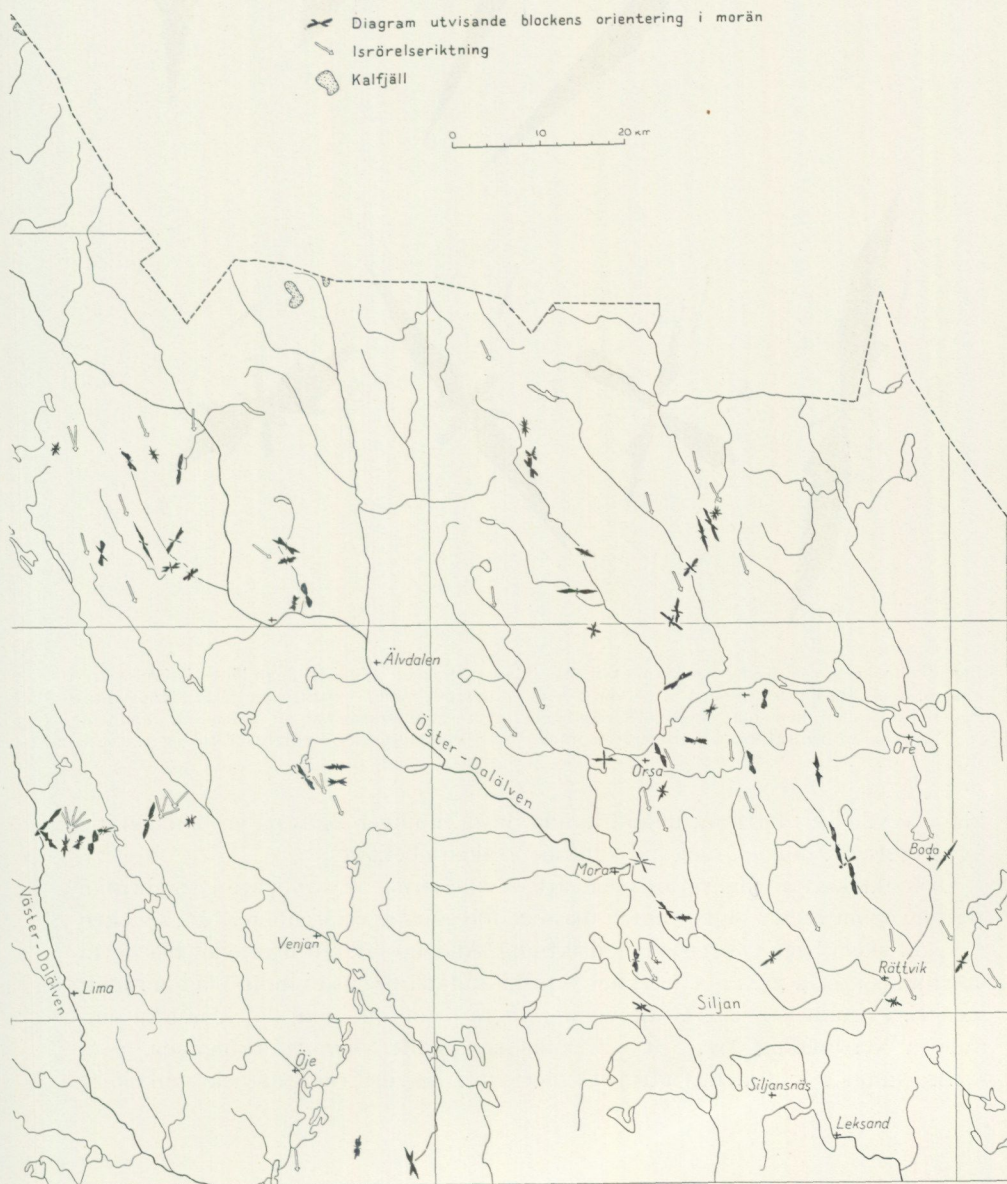


Fig. 6. Blockens orientering i morän

des i den välvda höjdryggen sträckt i N—S. Här skulle man väntat ett distinkt sammanfallande mellan denna riktning och blockens. Så är dock ingalunda fallet. Blocken ligga klart snett, ca 45° mot isrörelseriktningen.

Till slut må i detta sammanhang visas en observation från fjällheden på Valdanvardo (bl. Jadem, fig. 7: 8). Oaktat en viss spridning sammanfaller här blockens riktning ganska väl med de yngsta räffloras. Detta är ganska anmärkningsvärt, då jordflytningen inom detta fjällområde eljest är betydande.

Det föregående kan sålunda sammanfattas så, att blocken mycket ofta äro väl orienterade i isrörelseriktningen på flack mark. Men det förekommer ofta



inom nordvästra Dalarna. Bladindelningen underlättar återfinandet av lokalerna.

MORÄNHEDAR OCH MORÄNLIDER

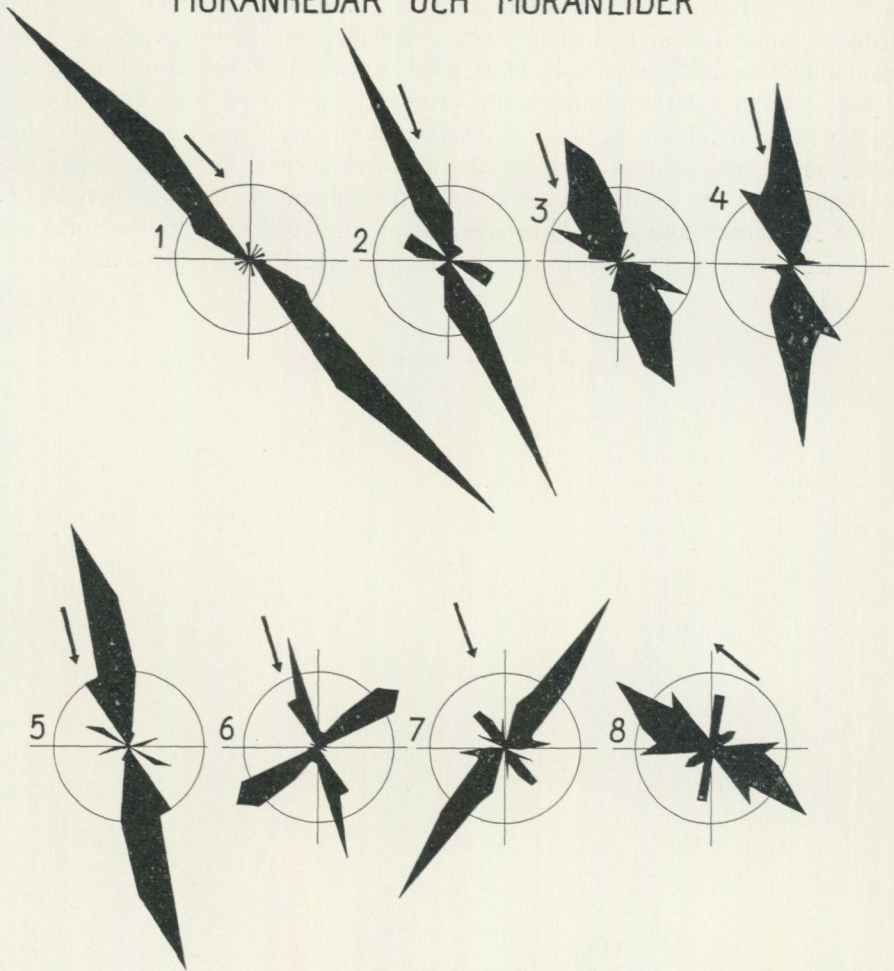


Fig. 7. Blockens orientering i morän utan utpräglade ytformer. Blocken ligga längs isrörelseriktningen, men ofta kan riktningen tvärs emot denna dominera (nr 6), i många andra fall är orienteringen väl samlad men snett emot räffelriktningen (nr 7). Man frestas här att antaga en annan isrörelse än den räfflorna registrera. Moränen nr 3 överlagras av svallgruset fig. 5: 1.

klara avvikelser därifrån: ibland kunna dessa möjligen bero på en omläggning av isrörelseriktningen, men lika ofta är orsaken obekant.

Översiktskartan (fig. 6) antyder, att avvikelserna bli vanligare i småbruten terräng. Som redan sagts väntar man av föregående erfarenheter, att blocken i ryggar skola ligga i ryggens längdriktning. Alldeles särskilt utpräglat bör detta återfinnas i *d r u m l i n s*. Verkligt typiska sådana finnas ej inom bladområdet, men E. Fromm har utfört räkningar i några drumlins inom det klassiska området i Nordmaling (fig. 8: 1-2), vilka han ställt till mitt förfogande. Som synes finnas här två huvudtyper: blocken i längdriktningen och vinkelrätt

MORÄN

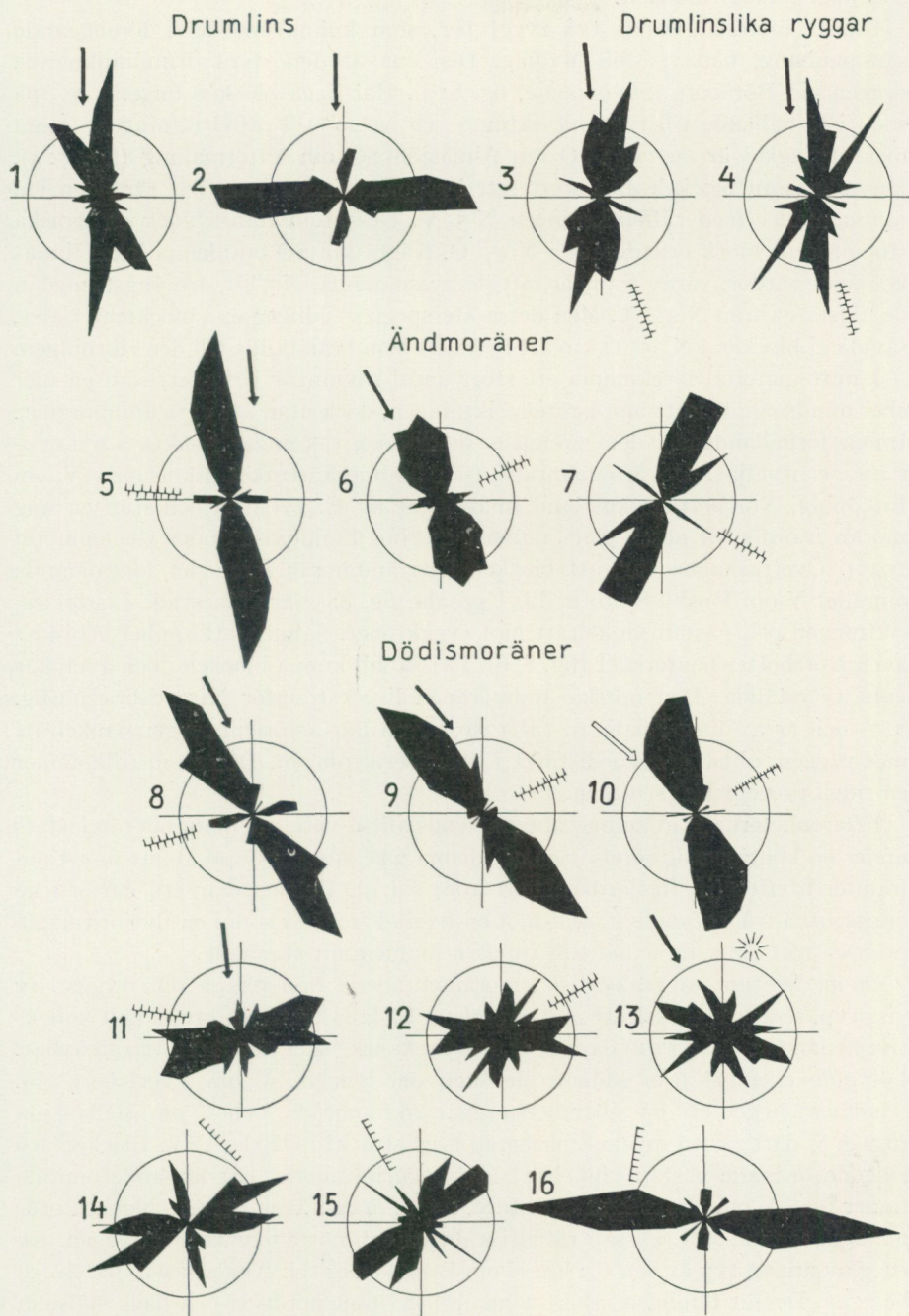


Fig. 8. Blockens orientering i småkuperade moräntyper är mycket växlande. Att de ofta ligga tvärs emot drumlinsryggarna är lika överraskande som att de ligga vinkelrätt mot ändmoränerna. Hos dödismoräner är orienteringen mycket oregelbunden. När den ligger på en stor sluttning mot en älv (nr 14—16) är riktningen utför sluttningen som i flytjorden.

däremot. Enligt det lilla material som hittills föreligger skulle den förstnämnda riktningen vara vanligast.

I mitt material finnas två ryggtyper, som kunna anföras i föreliggande sammanhang, båda på bl. Malung. Den ena är den stora drumlinliknande ryggen vid Bötåberg (SO om Öje, fig. 8: 3). Här ligga blocken ungefär 35° på sned i förhållande till ryggens riktning och ca 20° till räffelriktningen. Ännu mer utpräglad är en rygg SO om Almasjön SO om Yttermalung (fig. 7: 4). Huvudmassan block ligga i stort sett i ryggriktningen, som här tämligen väl sammanfaller med räffelriktningen $N 5^\circ V$. Dessutom finnes dock en ganska stor procent block orienterade i $N 35^\circ O$. Några km SO om denna lokal finnas korsande räfflor, varav framgår, att de nyssnämnda, $N 5^\circ V$, äro yngst, medan de äldsta gå från $N 45^\circ V$. Men dessa återspeglas tydligen ej i blockmaterialet, såvida ej blocken i $N 35^\circ O$ äro att betrakta som tvärställda till den riktningen.

I mitt material förekomma ett stort antal räkningar i ryggar, som gå mer eller mindre vinkelrätt mot isrörelseriktningen, dock utan att vara ändmoräner. Innan förhållandena i dem granskas skola dock räkningar i säkra ä n d m o r ä n e r utväljas. De äro hämtade från ändmoränstråket Ekolsund—V om Enköping, Norrbottens kustland (mätningar av E. Fromm) och från en ung morän framför en norsk glaciär (mätt av Jan Lundqvist under Geologmötet 1947). Överraskande var, att blocken i en ändmorän inom det förstnämnda området V om Husby-Sjutolft (bl. Uppsala, fig. 8: 5) äro placerade i isrörelseriktningen och nästan vinkelrätt mot ryggrönet. Samma erfarenhet erbjuder även Norrbottensmaterialet (fig. 8: 6). I vissa fall kunna blocken dock även här vara tvärställda. Den norska ändmoränen ligger framför Nigardsbræen (fig. 8: 7) och är av Fægri daterad till 1750. Även här är orienteringen vinkelrätt mot ryggen, alltså ganska distinkt i isrörelseriktningen. Dessutom tillkommer en ringa procent längs ryggen.

Erfarenheterna från ändmoränerna synas alltså visa, att materialet avlastats under en kontinuerlig rörelse och att denna icke stoppats upp av ett motstånd framför fronten (jfr flytjordsvalkens front sid. 9). Dessa vallar äro därför icke hopskjutna och pressade framåt mot en fixerad front så som i en flytjordskägla utan ha rört sig i sin helhet tills rörelsen momentant stannade.

Inom de stora supraakvatiska moränområdena finner man ofta ryggar av viss typ, sträckta vinkelrätt mot isrörelsen. Sådana områden bruka helt kollektivt benämnas d ö d i s m o r ä n, ehuru det kanske sker något slentrianmässigt. Följande exempel från sådana områden må lämnas. V om Evertsberg (bl. Älvdalen) ligger ett på sjöar och ryggar rikt område, och V om Mellansjön (fig. 8: 8) däri går en mycket markerad rygg sträckt i ONO—VSV. Blocken äro i denna ordnade nästan vinkelrätt mot ryggriktningen. Ett liknande område finner man V om Drosbacken (bl. Idre, fig. 8: 9) och även här äro blocken ordnade på samma sätt, alltså i räffelriktningen och nästan tvärs mot ryggen. En rygg av annan typ är den 1,3 km N om Brunnsberg (bl. Älvdalsåsen, fig. 8: 10) belägna. Den är tämligen mjukt rundad, har brant nordsida och flack sydsida, och en skärning visar, att talrika sandlinser äro anhopade inom södra delen av ryggen. Blockens orientering är i stort vinkelrätt mot ryggen.

Det nu visade förhållandet är icke allenarådande. Ett exempel kan anföras från en liten rygg, vid vägen till Lövåsen Ö om Bondhyttan (geol. bl. Säter, fig. 8: 11). Denna rygg är blockrik och blocken ligga här verkligen längs ryggen och vinkelrätt mot räffelriktningen. Samma förhållande, ehuru mindre utpräglat, finner man i en vacker rygg i Främsdalen (bl. Jaden, fig. 8: 12). Räffelriktningen är här osäker.

I samband med dessa ryggar kan man taga även ett exempel från ett storblockigt, oregelbundet kuperat område V om Hållbrovallen NV om Bunkris (bl. Älvdalsåsen, fig. 8: 13). Här kan man verkligen tala om en fullständig brist på orientering. Ungefär så bör det te sig i en ablationsmorän, där blocken undan för undan smälta fram och ramla utför ett oregelbundet sluttande underlag.

På stora sluttningar ned mot de större älvarna synas förhållandena avvika från de eljest rådande. 1,5 km S om Hållstugan (bl. Älvdalsåsen, fig. 8: 14) synas huvudparten av blocken ligga nästan rakt utför sluttningen. Dessutom kommer en mindre anhopning ungefär i isrörelseriktningen. Men om dessa äro att uppfatta som längsriktade i förhållande till isrörelsen eller tvärställda i förhållande till huvudmassan kan ej avgöras ens på platsen. Vid Särnavägen 400 m S om Bleckstugvägens början (bl. Älvdalsåsen, fig. 8: 15) är den stora sluttningen mot älven klädd av en småkullig rikblockig morän. Typen är ablationsmoränens. Här ligga blocken dels längs utför sluttningen (huvudmassan), dels ungefär vinkelrätt däremot. I princip är förhållandet likt det nyss nämnda. Ännu ett exempel, 4 km in på vägen till Näckådalen (bl. Storejen, fig. 8: 16) ligger storblockig morän av Digerbergsandsten på sluttningen mot Djupån. Blocken äro här mycket vackert orienterade utför sluttningen. Denna lokal synes mig vara av nyckelbetydelse. På sluttningen ligga nämligen stora block, vilka rasat utför densamma, sedan material till vägbygget tagits bort. Samtliga block äro där orienterade utför sluttningen, alltså vinkelrätt mot höjdkurvorna. En likartad observation har jag gjort på en ö i sjön Hävlingen (bl. Tännäs). På nordsidan av ön, som är fullkomligt lik en ändmorän, ligga talrika block på glid utför slänten. Att de verkligen äro under glidning framgår därav, att efter blocken synes en ränna och framför dem en vall. Även markprofilen vittnar om jordflytningen.

Det föregående visar, att materialet på sluttningarna ned mot de stora älvarna ofta har fått sin orientering genom jordflytning. Detta är icke orimligt, då man kan vänta sig, att dessa slänter strax efter isavsmältningen varit mycket uppblötta och därför befordrande jordflytning.

»Dubbla moräner». På ett fåtal lokaler finnas lagerföljder bildade av två olika moräntyper. Det ligger nära till hands att misstänka, att dessa, då de bestå av olika bergartsmaterial, avlagrats av isströmmar från olika håll. Ca 3 km N om Stops fåbod N om Brunnsberg (bl. Älvdalsåsen, fig. 9: 1—2) består lagerföljden sålunda av porfyrmorän på diabasmorän. Inom den övre ligga blocken sträckta i NV—SO och i den undre i VSV—ONO. Ingendera passar riktigt med isrörelseriktningen. Det är möjligt, att den övre orienteringen antyder den ungefärliga isrörelseriktningen, medan blocken i den undre ligga

DUBBLA MORÄNER

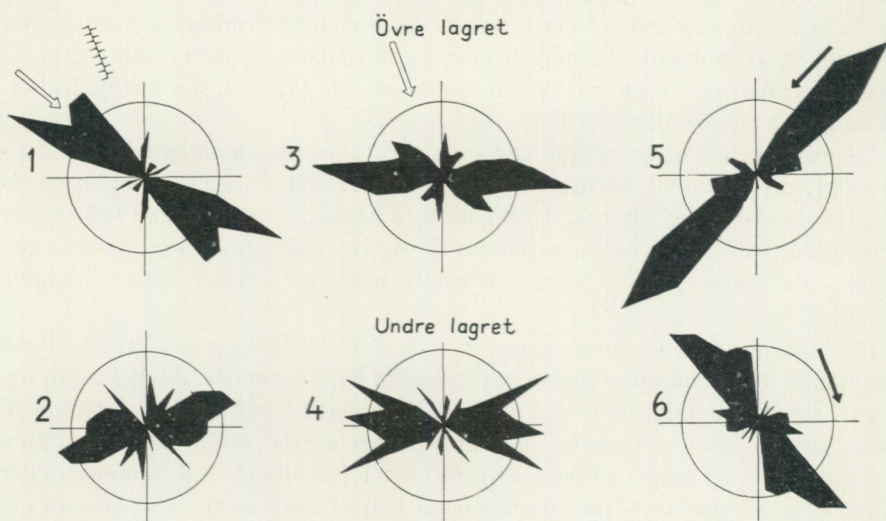


Fig. 9. Dubbla moräner anträffas man mycket sällan. Blockens orientering i de övre lagren följa där samma lagar som vanligt. Relationen till isrörelseriktningen, då de undre lagren avsattes, kan man dock sällan kontrollera (nr 6).

på tvären mot en äldre rörelse. I varje fall nödgas man här erkänna, att, så vitt man hittills kan säga, blockens orientering icke bevisar en större förändring i isens rörelseriktning.

S om Evertsberg (fig. 9: 3—4) ligger diabasmorän på porfyrmorän i en ganska stor skärning. I båda lagren är blockens orientering i stort O—V. Vi ha ej belägg för, att en sådan isrörelse funnits, därför är det sannolikt, att blocken här äro tvärställda. Men eftersom riktningen är densamma i båda lagren, är det troligast, att isrörelsen varit oförändrad vid avlagringen av båda moränbäddarna. Därav följer, att den övre börjat avlagras, sedan erosionen grävt bort ett visst porfyrtparti.

Olika isrörelseriktningar äro däremot påvisade inom ett område mellan Mångsbodarna och Västerdalälven (Lundqvist 1941). Detta framgår av räffelriktningarna. Däremot ser man här sällan olika moränbäddar förmodligen emedan den yngre isrörelsen ej gripit så djupt utan endast påverkat de övre lagren eller de blottade hållarna. Vid landsvägen ca 1 km SO om Fiskarheden (fig. 9: 5—6) är emellertid en stor moränskärning, i vilken man kan urskilja två bäddar. Den undre är en lokal sandstensmorän, den övre en mera långtransporterad morän av annan sandstentyp. I den undre bädden visa blocken en orientering, som ganska väl stämmer med den äldre räffelriktningen. I den övre bädden däremot ligga blocken ännu vackrare ordnade längs den yngre riktningen. Översigtskartan visar f. ö., att denna yngre isrörelse haft ett ganska stort inflytande på blockens orientering. Erfarenheterna från detta område synas alltså tyda på, att man under vissa omständigheter kan använda

metoden för att spåra avvikande isrörelser. Alldeles säkert betydelsefullt vore det, om denna möjlighet verkligen förefinnes även kring isdelaren.

I n o m i s d e l a r z o n e n synas förhållandena i vissa fall relativt lätta att reda ut med räffloras hjälp. Mången gång kan man dock icke finna en lösning; då är varje ny metodisk möjlighet av värde. En blick på översiktskartan visar tydligt, att förhållandena här äro mera invecklade än inom resten av arbetsområdet. I och för sig är detta icke oväntat, ty enligt Ljungners (1947) utredning kan man här urskilja 4 eller 5 isdelarlågen. Det är naturligtvis under sådana omständigheter omöjligt att avgöra, i vilka fall blockens orientering anger någon av dessa isdelare eller är sned i förhållande till någon annan. I stort sett förefaller det dock, som om de flesta lokalernas material påverkats av den sista rörelsen. Så är förhållandet S om isdelaren; särskilt tydligt framträder det, om man ser på huvudmassan av observationerna på de flacka moränhedarna.

V om isdelaren synas förhållandena mer komplicerade. Av vikt för förståelsen därav är kännedomen om jordartstypen. Jag har benämnt den grusig morän, ehuru ofta med stor tvekan, ty den är mångenstädes förvillande sedimentlik. Verkliga sedimentområden finner man f. ö. ända ned mot Idre. I och för sig är det naturligtvis icke överraskande, att ytlagren kring isdelaren ofta bli bearbetade av smältvattnet. Genom en sådan bearbetning blir orienteringen ändrad, så att blocken bli tvärställda. Bilden blir då densamma som den ofta är i den flackt småkulliga moränen.

De mera längs räffelriktningen orienterade blocken kunna vara påverkade av en äldre isström, en från ungefär N kommande. Men de kunna också vara orienterade snett efter den yngsta isströmmen, som här bestämts av landets stora ytformer.

Erfarenheterna från detta isdelarområde kunna sammanfattas sålunda. Blockens orientering kring isdelaren blir ganska växlande, men ett större material ger ändå en god föreställning om isströmmens allmänna orientering. Men icke heller blocken synas möjliggöra en närmare precision av isdelarens läge, alltså om rörelsen gått mot NV eller mot SO. Det är ju möjligt, att en närmare analys av stupningsriktningen kan belysa den frågan. Blockens ställning i flytjorden antyder, att möjligheten åtminstone under vissa omständigheter icke är utesluten. Detta är dock en specialutredning, som ligger utanför denna allmänna översikt.

Sammanfattning.

De viktigaste erfarenheterna av blockens orientering i olika jordarter kunna sammanfattas på följande sätt.

I isälvsavlagringar av grövre typer (åtminstone grus och grövre) ligga blocken i allmänhet vinkelrätt mot strömriktningen. Detta beror på, att de i det lättflytande mediet rulla längs botten. Samma erfarenhet gjorde redan Miller (jfr sid. 6). Förhållandet blir mera utpräglat ju starkare och mera likformig strömmen varit. Därför finner man den snävaste spridningen i stora rullstensåsar. I de mindre, som vanligtvis ha dålig sortering, kan orienteringen vara

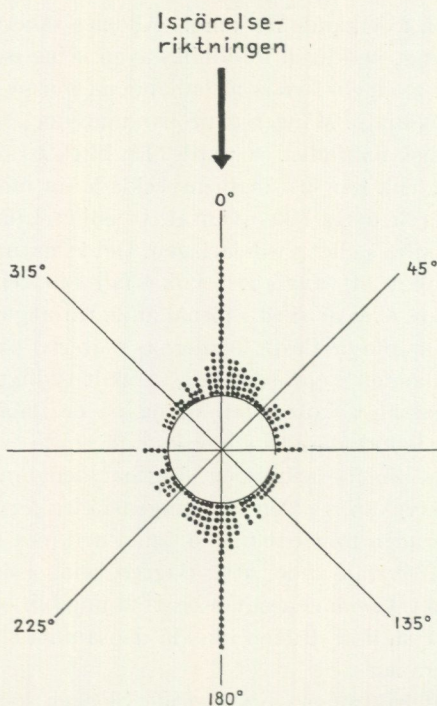


Fig. 10. Orienteringsmaximets riktning i förhållande till isrörelseriktningen, som här alltså alltid räknats som 0° . Vissa avvikelser bero sannolikt på, att räfflorna inristades tidigare än moränen avlastades. Varje punkt betyder en observation; de borde ha avsatts ända från mitten men av utrymmesskäl var detta ej möjligt.

mycket olika i olika åsar. I tvärsåsar synas blocken i allmänhet ligga längs ryggen, vilket alltså visar att dessa åsar vanligtvis uppbyggas av strömmar vinkelrätt mot och ej längs med iskanten. I deltan är orienteringen mindre utpräglad, troligen på grund av de talrika strömkastningarna.

I strandbildningar ligger materialet längs den gamla stranden alltså vinkelrätt mot transportriktningen. Man kan därför ofta utnyttja blockens orientering till att skilja på strandavlagringar och vissa slags isälvsavlagringar. Särskilt gäller detta de tunna lateralterrasserna uppe på höjderna.

I flytjordarna blir orienteringen helt annorlunda. Blocken äro där vanligtvis kantställda i flytningsriktningen, men vid yttersta fronten av flytjordsvalken, flytjordskäglan etc., äro de tvärställda. Det är tydligen så, att när transporten av någon orsak stoppas, vridas blocken på tvären. Detta avser förhållandena på lutande mark. Mina undersökningar över markrörelsen på horisontellt underlag äro ännu endast förelöpande. De antyda dock, att även där förekomma i princip samma rörelser som på lutande mark. Sålunda är finjordsområdet inuti en stenring jämförbart med flytjordskäglan, medan själva stenringen motsvarar dess blockfront. Det kan tilläggas, att rörelsen är begränsad till översta halvmetern, vilket framgår därav, att anrikningslagret ligger orubbat under detta djup.

I moränen äro förhållandena mera växlande än i de övriga jordarterna. Måhända kan detta te sig tillskärpt, därigenom att mina observationer i moränmaterial äro talrikare än i de andra. En sammanställning av samtliga observationer visas i fig. 10, där blockens orientering redovisas i relation till isrörelseriktningen. Givetvis är svagheten däri 1:0 att man endast sällan har räfflor i omedelbar anslutning till blocken, 2:0 att man i realiteten icke vet, huru den isrörelse som redovisas genom räfflorna förhöll sig till den som rådde, då moränen avlastades. Det sista kanske bör uttryckas ännu försiktigare så: då blocken erhöilo sin orientering. Man kan mycket väl tänka sig, både att isen företedde lokala avvikelser och att den allra sista isrörelsen icke registrerades genom nya räfflor.

Efter dessa reservationer kunna vi återgå till diagrammet. I detta ha naturligtvis ej medtagits sådana observationer, där jag haft anledning misstänka jordflytning. Även materialet från trakten N om isdelaren i norra Dalarna, där isrörelserna varit ytterst invecklade, har uteslutits. Omständigheter tyda nämligen där på den möjligheten, att materialet inom olika områden orienterats efter olika isrörelser. Man kan mycket väl tänka sig sådana förhållanden i starkare brutna trakter.

Kartan fig. 6 antyde, att blocken icke så sällan ligga mycket snett mot isrörelseriktningen. En närmare analys av företeelsen visar dock, att detta ingalunda är så vanligt. Det är endast på ett fåtal lokaler blocken ligga vinkelrätt mot isrörelsen, men däremot ligga de ofta mer eller mindre snett emot densamma. Om detta beror på en ofullständigt genomförd orientering eller om det är blockens form som varit orsaken låter sig nog ej avgöras. Holmes (1941, s. 1345) har särskilt intresserat sig för frågan. Hans resultat visar, att blockens form är av en viss betydelse. Det förefaller mig dock som om så många alternativ äro möjliga, att det måste vara mycket svårt att avgöra den verkliga orsaken. Men däremot antyda mina erfarenheter, att man måste noga iakttaga icke endast blockform etc. utan också markens lutning, moräntypen m. m. Av denna orsak blir en sådan jämförelseundersökning som Holmes (1941, s. 1349) efterlyste mycket svår att företaga. En ännu längre uppdelning efter blockformen — som Holmes förordar — torde nog göra metoden ännu mera ohanterlig utan att leda till klarhet. Jag skulle snarare vilja föreslå, att man lägger huvudvikten på antalet lokaler. Av mitt material synes nämligen framgå, att man genom ett flertal observationer får fram en huvudriktning, som mycket nära sammanfaller med isrörelseriktningen. Man bör icke medtaga andra block än de långsträckta, alltså så som Richter gjorde, ehuru han synes ha gått onödigt långt. Jag skulle vilja ändra hans metodik så, att man bör tänka sig blocket som en strömlinjeformad kropp och mäta dennas längdaxel. Det är nämligen icke säkert, att denna form har den absolut längsta axeln. Därför talar, att Holmes ibland funnit, att det är »mellanaxeln», som är av betydelse.

Holmes (1941 s. 1350) diskuterar blockens rörelse i isen, om vilken han säger, att den är »flowing in obedience to the laws of fluid mechanics». Detta är visserligen riktigt, men jag betvivlar, att blocken som sitta inuti den homogena isen röra sig som i en vätska. Deras tvärställning i en sådan, i praktiken alltså

i vatten, beror ju på, att de rulla längs botten. En förutsättning för detta förlopp är bl. a. specifika viktskillnaderna och den skarpa gränsen mellan vattnet och dess underlag, t. ex. älvbotten. En så skarp gräns mellan en glaciär och dess underlag torde endast i undantagsfall förekomma, ty där utjämnas den i regel genom moränavlagring. Viskositetsskillnaderna, både de absoluta och de relativa, äro alltså där helt annorlunda.

Om blocket sitter inuti den massiva isen följer det helt dennas rörelser. Men isen är sällan så homogen, utan den är mer eller mindre tätt uppdelad genom överskjutningsplan, utmed vilka isskivorna röra sig med olika relativ hastighet. Det är alltså sannolikt, att blocken ofta sitta infrusna i ett sådant gränsplan med en större eller mindre del skjutande in i angränsande »isskivor». Den som rör sig snabbast kommer då att föra med sin del, så att blocket inställes efter lagen för minsta motståndet, dvs. med längdaxeln i isrörelseriktningen.

Holmes skriver (s. 1350): »Some types of stones have a relatively high statistical probability in depositional attitude, with the long axis aligned either parallel to or transverse to the direction of glacier flow. Thus it is possible to determine the direction in which the glacier moved while the deposit was accumulating. This method of ascertaining the direction of ice flow is independent of other evidence and can be used directly in the field». Om verkligen uttrycket »parallel to or transverse to the direction . . .» vore att taga bokstavligen skulle man icke veta, vilken av dem som är parallell med och vilken tvärs mot rörelseriktningen inom områden, där denna är fullständigt okänd, t. ex. omkring isdelaren. Mitt lilla diagram fig. 10 visar dock, att man rent statistiskt kan bena upp saken.

Det gives också områden, där man ej vet, om isen rört sig mot t. ex. NV eller mot SO, alltså kring isdelaren. Där förefalla de Schmidtska diagrammen kunna avgöra frågan. Men granskar man en moränskärning finner man, att åtminstone bottenmoränen är mer eller mindre bankad. Lagerföljden är uppdelad av obetydliga endast under vissa omständigheter synliga presslinjer, vilka förmodligen motsvara glaciärens överskjutningsplan (jfr Lundqvist, 1940, s. 32). I moränen gå dessa konformt med ytan, och på samma sätt äro även blocken orienterade. Därav följer också, att de ligga flackt och alltså ej äro kantställda. Därför förefaller det mycket osäkert, att blockens stupning kan angiva stöt- och läside.

Till sist må följande allmänna omdöme lämnas. Kunskapen om blockens orientering i en viss jordart kan vara av stort metodiskt intresse. Mången gång kan man med tillhjälp därav bestämma själva jordarten. Är det ett sediment erhålles i de allra flesta fall dess transportriktning väl angiven. Man måste dock här samla materialet ur ett och samma lager, ty snabba växlingar kunna förekomma. Detsamma gäller om det är en morän, men då kräves ett flertal analyser inom ett mindre område, så att materialet statistiskt ger utslag. Av mycket stort intresse vore att studera isrörelserna i Skåne med tillhjälp av denna metod. Man kan också med metoden kontrollera om jordflytning ägt rum. Metodens utnyttjande kräver under alla omständigheter kritisk urskiljning, den kan sålunda absolut icke tillämpas helt mekaniskt.

Litteratur.

- Bell, Dugald. 1888. On the Glacial Phenomena of Scotland, with reference to the Reports of the Boulder Committee of the Royal Society of Edinburgh. Trans. of the Geol. Soc. of Glasgow. Vol. VI.
- Boulder Committee, Tenth and Final Report of the; with Appendix, containing an Abstract of the information in the Nine Annual Reports of the Committee; and a Summary of the principal points apparently established by the information so received. Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh. Vol. XII. 1884.
- Conrad, V. 1946. Polygon nets and their physical development. Amer. Journ. Science. Vol. 244. No. 4.
- De Geer, Gerard. 1893. Beskrifning till Geologisk Jordartskarta öfver Hallands län. Praktiskt geologiska undersökningar inom Hallands län I. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 131.
- Halden, B. 1942. Några glacialfluviala åstyper. Geol. Fören. Förhandl. Bd 64.
- 1947. Några tidigare dräneringsvägar i Siljansdalen. Geol. Fören. Förhandl. Bd 69.
- Holmes, Chauncey D. 1941. Till fabric. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 52.
- Ljungner, E. 1947. Isdelarstudier i norra Dalarna. Geol. Fören. Förhandl. Bd 69.
- Lundqvist, G. 1940. Bergslagens minerogena jordarter. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 433.
- 1941. En lokalglaciation i Övre Dalarna. Geol. Fören. Förhandl. Bd 63.
- Mannerfelt, Carl M:son. 1945. Några glacialmorfologiska formelement och deras vittnesbörd om inlandsisens avsmältningsmekanik i svensk och norsk fjällterräng. Geogr. Annaler. Bd 27.
- Miller, Hugh. 1884. On Boulder-Glaciation. Proceedings of the Royal Physical Society of Edinburgh. Vol. VIII.
- von Post, Hampus. 1856. Om kross-stensbäddar i Skedvi socken. Öfvers. af K. Vet.-Akad. Förhandl. Trettonde årg. 1856. (1857).
- Richter, Konrad. 1932. Die Bewegungsrichtung des Inlandeises, rekonstruiert aus den Kritzen und Längsachsen der Geschiebe. Zeitschr. f. Geschiebeforsch. Bd VIII.
- 1933. Gefüge und Zusammensetzung des norddeutschen Jungmoränengebietes. Abh. aus dem geol.-palaeontol. Inst. d. Univ. Greifswald. XI. (Beih. z. Zeitschr. f. Geschiebeforsch.)
- 1936. Gefügestudien im Engebrae, Fondalsbrae und ihren Vorlandsedimenten. Zeitschr. f. Gletscherk. Bd 24.
- Vogt, Fredrik. 1943. Om store leirskred i Norge. Medd. N:r 8 fr. Vattenbyggn. inst. vid K. Tekn. Högsk., Stockholm.
- Wadell, Hakon. 1936. Volume, shape, and shape position of rock fragments in open work gravel. Geogr. Annaler. Bd 18.

**SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST
UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:**

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.	Pris kr
N:o 175 <i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
» 176 <i>Storvik</i> av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934	4,00
» 177 <i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00
» 178 <i>Gävle</i> av R. SANDEGREN, B. ASKLUND och A. H. WESTERGÅRD 1939	4,00
» 179 <i>Forshaga</i> av R. SANDEGREN och N. H. MAGNUSSON 1937	4,00
» 180 <i>Fårö</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1936	4,00
» 181 <i>Smedjebacken</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1937	4,00
» 182 <i>Lidköping</i> av S. JOHANSSON, N. SUNDIUS och A. H. WESTERGÅRD 1943	4,00
» 183 <i>Visby och Lummelunda</i> av G. LUNDQVIST, J. E. HEDE och N. SUNDIUS 1940	4,00
» 184 <i>Hedemora</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1941	4,00
» 185 <i>Horndal</i> av R. SANDEGREN och B. ASKLUND 1943	4,00
» 186 <i>Möklinta</i> av R. SANDEGREN och B. ASKLUND 1946	4,00
» 188 <i>Avesta</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1946	4,00
» 189 <i>Falun</i> av O. KULLING och S. HJELMQVIST 1948	4,00

Ser. Ad. Agrogeologiska kartblad i 1 : 20 000 med beskrivningar.	
N:o 1 <i>Hardeberga</i> av G. EKSTRÖM 1947	4,00

Ser. C.	Årsbok 39 (1945)	
N:o 468 GABRIELSON, OLOF, Studier över elementfördelningen i zinkbländen från svenska fyndorter. Summary: Studies on the distribution of element in Swedish Sphalerites 1945		2,00
» 469 GAVELIN, SVEN, Arsenic-cobalt-nickel-silver veins in the Lindsköld copper mine, N. Sweden. 1945		0,50
» 470 ÖDMAN, O. H., A Nickel-cobalt-silver-mineralisation in the Laver copper mine, N. Sweden. 1945		0,50
» 471 LUNDQVIST, G., Dubbla moränen i Boliden. 1946.		0,50
» 472 WERNER, S., Determinations of the magnetic susceptibility of ores and rocks from Swedish iron ore deposits. 1945		3,00
» 473 KULLING, O., Om fynd av mammut vid Pilgrimstad i Jämtland. Med en inledning av Per Geijer. Summary: On the find of mammoth at Pilgrimstad in Jämtland. 1945		2,00
» 474 GRIP, E., Arvidsjaurfältet och dess förhållande till omgivande berggrund. Med en karta. Summary: The Arvidsjaur district and its relation to surrounding rocks. 1946		2,00
» 475 SUNDIUS, N., The composition of Eckermannite and its position in the amphibole group. 1946		0,50
» 476 CALDENIUS, C., Skredet vid Sävån den 18 januari 1945. Med en plansch. Summary: A landslide on the river Sävå 18th Jan. 1945. 1946		0,50

Ser. C.	Årsbok 40 (1946)	
N:o 477 WESTERGÅRD, A. H., Agnostidea of the Middle Cambrian of Sweden. With 16 plates. 1946.		5,00
» 478 LUNDQVIST, G., Blekingemoränens blockhalt. 1946.		1,00
» 479 ASKLUND, B., Svenska stenindustriområden 1—2. Gatsten och kantsten 1. Allmän översikt. 2 Specialundersökning av det för 1937 års granitutredning insamlade materialet. Med 9 tavlor och 8 planscher. 1947		5,00
» 480 SUNDIUS, N., The classification of the hornblendes and the solid solution relations in the amphibole group. 1946		2,00
» 481 MUNTHE, H., Nya bidrag till kännedomen om Härnöggyttjan. 1946		1,00

Ser. C.	Årsbok 41 (1947)	
N:o 482 ALIN, J. †, och SANDEGREN, R., Dösebackaplatån. Geologisk beskrivning av fyndorten för mammut och myskoxe vid Dösebacka, Romelanda socken, Bohuslän. Med en karta av H. Ryfors. 1947		1,00
» 483 WESTERGÅRD, A. H., Nya data rörande alunskifferlagret på Öland. Kemiska analyser av G. Assarsson. English Summary. 1947		0,50

N:o 484 LUNDEGÅRDH, P. H., Den ultrabasiska gabbroen i Roslagen. Summary: The ultrabasic gabbro of Roslagen, Central Sweden. Med en plansch. 1947	1,00
» 485 HÄGG, R., Die Mollusken und Brachiopoden der schwedischen Kreide. Das Kristianstadsgebiet. 1947	3,00
» 486 ARRHENIUS, G., Den glaciala lerans varvighet. En studie över Uppsala-traktens varviga märgel. Summary: The varvity of the Glacial clay. A study of the varved marl in the Uppsala region. 1947.	2,00
» 487 ÖDMAN, O. H., Manganese mineralization in the Ultevis district, Jokkmokk, N. Sweden. Part 1. Geology. With Appendices by S. Werner and G. Lundqvist. 1947	4,00
» 488 SUNDIUS, N., Femisk leptit och slirgnejs. Slirgnejsproblemet i belysning av förhållandena inom Stockholms skärgård och det sørmländska granatgnejsområdet. Summary: Femic leptite and veined gneiss. The problem of the veined gneiss as illustrated by the geological relations in the Archipelago of Stockholm and in the garnet gneiss of Södermanland. Med 2 tavlor. 1947	1,00
» 489 WESTERGÅRD, A. H., Supplementary notes on the Upper Cambrian Trilobites of Sweden. With 3 plates. 1947	2,00
» 490 GAVELIN, S., Adakområdet. Översikt av berggrund och malmer. Med 2 tavlor. Summary: The Adak Area. A review of geology and ore deposits. 1948	2,00
» 491 GAVELIN, S. and GABRIELSON, O., Spectrochemical investigations of sulphide minerals from the ores of the Skellefte district. On the significance of minor constituents for certain practical and theoretical problems in economic geology. 1947	2,00

Årsbok 42 (1948)

N:o 492 LINDROTH, CARL H., Interglacial insect remains from Sweden. With 2 plates. 1948	2,00
» 493 BROTZEN, F., The Swedish Paleocene and its foraminiferal fauna. With 19 plates. 1948	4,00
» 494 THORSLUND, PER, De siluriska lagren ovan Pentameruskalkstenen i Jämtland. Resume: On the silurian beds above the Pentamerus limestone in Jemtland. Description of fossils. With one plate. 1948	2,00
» 496 LANDERGREN, S., On the geochemistry of Swedish iron ores and associated rocks. A study on iron-ore formation. 1948	5,00
» 497 LUNDQVIST, G., Blockens orientering i olika jordarter. 1948	1,00

Ser. Ba.

N:o 14 Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström 1944. 1:400 000. Mellersta bladet, tryckt 1947	10,00
Södra bladet, tryckt 1948	10,00

Ser. Ca.

N:o 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. Horizontal 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
» 35 GELJER, PER och MAGNUSSON, N. H., De mellansvenska järnmalmernas geologi. Med 56 tavlor. 1944.	25,00

Rapporter och meddelanden i stencil

1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1—2 1931 (Kartorna utgångna)	15,00
2. Sveriges lodade sjöar. Sammanställning av K. E. Sahlström 1945	3,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt. Stockholm 1*