

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 390.

ÅRSBOK 29 (1935) N:o 5.

BLOCKUNDERSÖKNINGAR

HISTORIK OCH METODIK

AV

G. LUNDQVIST

Zusammenfassung:

Geschiebeuntersuchungen

Historik und Methodik



Pris 1 kr.

STOCKHOLM 1935

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

352472

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 390.

ÅRSBOK 29 (1935) N:o 5.

BLOCKUNDERSÖKNINGAR

HISTORIK OCH METODIK

AV

G. LUNDQVIST

Zusammenfassung:

Geschiebeuntersuchungen
Historik und Methodik



STOCKHOLM 1935

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

352472

Innehåll.

	Sid.
Förord	3
Blockundersökningar och svensk kvartärgeologi	4
Fältmetodik	16
Blockundersökningarnas åskådliggörande	22
Blockundersökningarnas närmaste arbetsuppgifter	31
Zusammenfassung	40
Litteratur	43

Förord.

Under så olikartade uppgifter som sjöundersökningar och kartbladsarbeten inom olika delar av landet kom jag allt klarare till insikt om nödvändigheten att även ägna stor uppmärksamhet särskilt åt moränernas blockmaterial. Och jag hade hoppats att så småningom kunna framlägga en större undersökning däröver på bredare bas (jfr Lundqvist, 1930, sid. 79, anmärkningen). Bland mina första erfarenheter var dock, att ett sådant arbete numera kräver medverkan av en skicklig petrograf, som därtill känner berggrunden inom de ur spridningssynpunkt mera proximala områdena. En kvartärgeolog kan visserligen granska de med blockspridningen samhöriga problemen, men arbetet får i så fall läggas på en helt annan bas: endast icke kritiska bergarter kunna diskuteras.

Utan svårighet lyckades jag emellertid intressera Dr N. H. Magnusson för blockundersökningarna och har honom att tacka för ett stort och värdefullt material, insamlat under fleråriga gemensamma exkursioner. Den sammanfattande redogörelsen för dessa våra arbeten kräver emellertid ytterligare en del kompletteringar, vilka icke synas kunna utföras inom den närmaste tiden. I avvaktan därpå vill jag emellertid framlägga en kort historik över en del tidigare arbeten, vari blockundersökningar mer eller mindre kommit till användning. Framställningen avser ingalunda att giva en översikt över den svenska kvartärgeologien; den kan icke ens betraktas som fullständig med hänsyn till blockundersökningar. Den avser endast att ge en bild av den stora roll blockdiskussionerna spelat för de kvartärgeologiska problemen. Blockundersökningarna gå nämligen som en röd tråd genom vår kvartärgeologi under 1800-talets senare hälft. I anslutning till denna historik vill jag även ge en sammanfattning av och synpunkter på såväl fältmetodiken som den enligt

min mening synnerligen viktiga frågan om sättet för åskådliggörandet av materialet. Översiktligheten däri är en nödvändig förutsättning för att blockundersökningarna skola få sitt rätta värde: att vara ett viktigt hjälpmedel vid lösandet av många kvartärgeologiska problem.

För det primärmaterial som i det följande använts har jag först att tacka Dr Magnusson. Men även till Professor G. Aminoff står jag i stor tacksamhetskuld. Han har nämligen generöst till mig överlämnat ett stort material särskilt avseende dalaporfyrearnas spridning samt en opublicerad sammanfattande redogörelse för sina erfarenheter därav.

Blockundersökningar och svensk kvartärgeologi.

Redan tidigt observerades, att moränens blockarter äro avsevärt olika inom olika trakter. Begreppet »främmande block», som möter i äldre litteratur (t. ex. Linnés resor) gav sig därför själv. Tolkningen av denna företeelse lämnades dock i allmänhet å sido, man nöjde sig med ett enkelt konstaterande. Men under glacialgeologiens utveckling började man taga blocktyperna till bevis för teorierna om rullstensfloden, landisen m. m. Sven Nilsson (1847) ansåg, att »de erratiska blocken», vilka förekomma utspridda från Sverige över norra Tyskland, måste ha diförts av glaciärerna under »förstörelseperioden, som i forntiden öfvergått Skandinaviska Halfön» (sid. XIII).¹ Han har även klart och tydligt angivit, att blockens utbredning utvisar, huru långt landisen nått. Dessutom betonar han, att både de erratiska blocken och de lösa jordlagren (»som fått namn af Diluvium») bildats av nedkrossat bergartsmaterial. Senare uttalades liknande åsikter men mera utarbetade av Torell (1859) i hans revolutionerande glaciärlära.

Av grundläggande betydelse för kunskapen om de glaciala avlagringarna i vårt land voro ett par av Hampus von Posts på detaljiakttagelser öfverflödande arbeten. Det första åsyftade arbetet (Hampus von Post, 1855) behandlar rullstensåsen vid Köping, vilken beskrives med tillhjälp av några tvär- och längdprofiler. De lager vilka däri urskiljas äro rullstenslagret, rundat grus med rullsten, sandlagret, kantigt grus med gul sand, gul sand (randig sand), kross-stenslagret, flyttblock, rödbrun lera, (varvig lera nämnes, ehuru den ej finnes här), undre (mörkgrå) lera, övre (vitgrå) lera, mullblandad sand och rullsten. Blockmaterialets avnötning är för honom av stor vikt och indelas i väl rundad, rundad, kantavrundad, något rundad och kantstött. Med omsorgsfulla och detaljerade blockräkningar bevisar han, att en stor del av åsens material (särskilt porfyrer och »devonisk» sandsten) kommer från Dalarna, främst Älvdalen. Flyttblocken och kross-stenslagret äro dock uppsamlade på ganska nära håll. Icke utan intresse är, att om det sistnämndas avlagring

¹ Förklaringen till istidens orsak synes »icke ligga långt borta» (sid. XIV). Nilsson anser den nämligen bero på en tidigare långt gånge landhöjning, vilket medförde bildning av »snömassor och från dem nedgående glaciärer», som »måste hafva betäckt hela Skandinavien och utspridit sina verkningar derifrån radierade i alla riktningar, samt lemnat efter sig just ett sådant härjadt land, som vår halfö befinnes hafva varit». (Sid. XV).

uppgives: »Troligast synes att hela kross-stensmassan *på en gång* nedlagts, der den nu ligger» och att detta utförts av »isflottor, drifis eller isberg». Att han sedan om åsens avlagring anser, »att endast hafsvågor och hafsströmmingar förmått framkalla dessa mäktiga phenomener och tilldana dess material» förringar på intet sätt arbetets grundläggande värde.

Redan följande år lämnade Hampus von Post (1856) en lika noggrann redogörelse för moränbildningar vid Skedvi i Södermanland. Även här utgick han till stor del från blockens ytformer, »tillrundning», och uttalade efter detalj-analyser därav den åsikten, att, då endast glaciärerna kunnat förorsaka denna avnötning, de »torde kunna tjena såsom faktiska bevis för glacierteoriens följdriktiga användning vid några af vårt lands yngsta aflägringars bildningshistoria». Hampus von Post granskade även blockens art och konstaterade, att största delen därav voro främmande, d. v. s. tillhöra ej traktens berggrund. Hans uppgift om den synnerligen höga halten av kambrosilurbergarter långt ner i Södermanland ter sig vid första anblicken överraskande.

Då järnvägen byggdes förbi Strökärr i Södermanland blottades en moränlagerföljd, som Hampus von Post (1862) detaljbeskrev. Även här fäste han stort avseende vid blockmaterialets sammansättning och meddelar sålunda bl. a., att en »grå sandsten» finnes i 3 %.

Efter dessa Hampus von Posts undersökningar kom man till insikt om betydelsen av, att observera blockmaterialets art i morän och rullstensgrus. Av särskild vikt blev detta i Skåne, vilket först visats av Holmström. I hans gradualavhandling (Holmström 1865) lämnade Torell ett för kunskapen om Skånes kvartärgeologi i princip betydelsefullt förord. Den åsikt Torell där uttalar om den baltiska isströmmen, som dock ej nämnes under detta namn, stödjdes av de i avhandlingen lämnade fakta, trots deras fåtalighet (jfr även Nathorst, 1896, s. 444 och Holmström, 1901, s. 17). Avhandlingen behandlar huvudsakligen räfflor i Skåne, men även ett par uppgifter om block, därav ett som antages vara från Gotland, lämnas.

Holmström (1867) utvidgade emellertid sina nyssnämnda undersökningar och kompletterade dem nu med blockuppgifter, varav i slutet av arbetet ett ganska stort antal lämnades. Arbetet slutar på följande sätt: »Ofvanstående strödda uppgifter äro tillräckliga för att antyda, hvilket vidsträckt fält för fortsatta undersökningar finnes i studiet af de lösa blockens utbredning, men visa tillika, huru svårt det är att komma till säkra resultater, så snart man ej eger till jemförelse någon fullständig samling af nordiska bergarter.» Trots denna brist lyckas Holmström dock i sina blockuppgifter urskilja en distinkt grupp, vilken han tillskriver den baltiska isströmmens avlagring. Och han nämner i detta sammanhang bl. a.: »Anmärkningsvärdt är, att flera bergarter äro såsom lösa block gemensamma för Skåne och Gotland.» Han nämner särskilt en porfyr, men enligt Hedströms (1894) senare undersökningar måste tydligen dessa uppgifter tagas med reservation. Kvar står dock Holmströms urskiljande av den baltiska blockgruppen.

Samtidigt med dessa arbeten hade systematiska blockundersökningar utförts under Sveriges geologiska undersöknings kartbladsarbeten. Tack vare

dessa kunde Axel Erdmann redan 1868 meddela en liten karta över utbredningen av vissa blocktyper i Sydsverige (Gävlesandsten och Mälarsandsten samt silurblock från Gävletrakten, Närke, Östergötland och Västergötland). Denna karta (fig. 1) ger en förvånansvärt god bild av nämnda blocktypers utbredning. Men då Dalasandstens spridning då var föga känd, föreligga en del förväxlingar.

Erdmanns utomordentligt viktiga arbete verkade befruktande på kvartärgeologiens olika grenar. Den som nu särskilt tog upp hans kvartärgeologiska

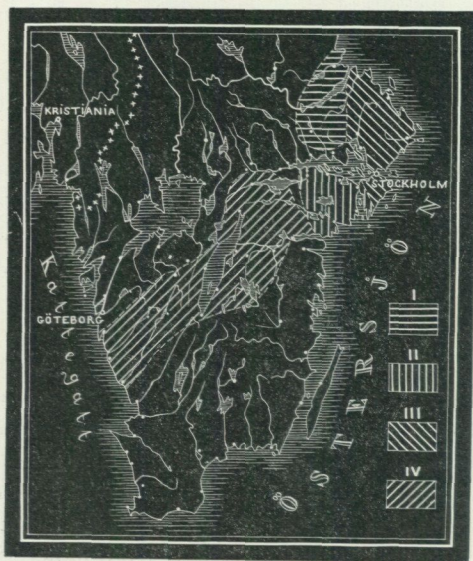


Fig. 1. »Öfversigt af blockens utspridning från I. Storsjöbäckens sandstensbildning. II. Mälarbäckens d.o. III. Geflebugtens silurformation. IV. Nerikes, Östergötlands och Falbygdens silurbildningar». A. Erdmann, 1868, fig. 3, sid. 58. Bilden är den första åskådliggörande vissa olika blockslags spridning; den ger en god föreställning om blockarbetets hastiga utveckling under S. G. U:s första 10-års-period.

arbeten var Gumælius, som ägnade ett livligt intresse åt de glaciala avlagringarna, icke minst ur blocksynpunkt. Hans första arbete därom utkom 1871 och grundade sig på observationer gjorda i samband med kartläggningar å bladet Örebro. Gumælius påvisade där med ett stort antal blockräkningar sambandet mellan den underliggande berggrunden och bergartstypen i moränens och rullstensgrusets block samt i flyttblock. Med de sistnämnda avsåg han fritt liggande block på »åtminstone en till ett par kubikfots storlek». Räkningarna visade en tydlig skillnad mellan moränens och rullstensgrusets blockinnehåll. Den förstnämnda visar sambandet med berggrunden mera utpräglat, medan de olika blocktypernas frekvens i rullstensgruset synes vara mindre växlande för arbetsområdet. Denna undersökning är av vikt ur metodisk synpunkt och skall behandlas vidare på sid. 22.

1874 lämnade Gumælius en resumé över moränredogörelserna i en del av de dittills utkomna geologiska kartbladsbeskrivningarna. Han konstaterade

bl. a., att de i en del fall uppbyggas av flera av sandlager åtskilda »bäddar», vilka kunna vara från olika ursprungsart. I en järnvägsskärning vid Torrvarpssundet (Grythytte socken) innehåller den övre granit, den undre »hornblendeleptit», »grå leptit» och »svart hälleflinta» (s. 28). Vid Älvstorp c:a 2 km SV om Nora fann han samma olikheter och bevisade detta med blockräkningar. Det var tydligen dylika erfarenheter som ligga till grund för, att Gumælius (1876) i samband med framläggandet av sin teori om rullstensåsarnas bildningssätt opponerade mot Hampus von Post. Denne räknade nämligen block, som förut lågo hopsamlade, medan Gumælius ansåg, att de borde plockas direkt ur schaktväggen.

Om Gumælius' vidare arbeten på blockforskningens område må anföras, att han utförde en serie blockräkningar i Upplands rullstensåsar (Gumælius 1885). Han konstaterade därvid, att porfyrblocken äro sparsammare i de västra åsarna. Kalkblock finnas endast i Uppsalaåsens norra del (3—5 %). Även sandsten (jotnisk) ingår däri (13—15 %) och i Vattholmaåsen. I Enköpingsåsen däremot anträffas sandsten först S om Noraåsens utgångspunkt. Därmed var olikheten i ursprunget bevisad. Samma idé, att med blockens tillhjälp fastställa isbanor etc., framkom även i det lilla arbetet om Kantorpstrakten, där Gumælius (1889) efter blockundersökningarna ansåg sig ha konstaterat bl. a., att en liten isström avvikit mot NO runt ett mindre höjdområde. Därmed äro blockundersökningarnas användbarhet visad även för detaljarbeten.

Av en annan storleksordning voro de undersökningar som avsågo att utforska isströmmarna i Sydsverige och särskilt i Skåne. Där fortsatte G. De Geer (1884) det uppslag Torells och Holmströms förut relaterade arbeten givit. De Geer fäste sig vid, att motsvarigheter till de mellansvenska ändmoränerna finnas i såväl Norge (raerna) som i Finland (Salpausselkä) samt redogjorde för dessa förhållanden. Därefter gav han en resumé av räffelriktningarna i västra och södra delarna av Östersjöbäckenet. I den fortsatta diskussionen utgöra de baltiska ledblocken (Ålandsbergarterna) den röda tråden. De finnas inom samma trakter som de yngre räfflor och nå i Skåne upp till 60—70 m ö. h. samt i norra Tyskland ned till ändmoränstråket vid Eberswalde etc. Såsom grund för raernas samordnande med de mellansvenska ändmoränerna anför han bl. a. (sid. 23): »bådadera beteckna tydligen ett särskildt utpregladt skede af landisens utbredning, då det är ganska osannolikt, att någon annan så mäktig, lång och sammanhängande moränlinie förekommer inom Skandinavien. Det synes föga antagligt, att landisens kant midt under afsmältningen skulle hafva stannat längs nämnda linie tillräckligt länge för bildandet af så ansevärliga moräner.» Beviset för denna samhörighet utgjorde kritblocken. Deras utbredning i Sydvästsverige kastade ett blixtljus över de geografiska förhållandena vid det stora ändmoränstråkets bildning. De ansågos visa, att dessa områden då lågo sänkta under havsytan (sid. 25). Men ytterligare en konsekvens drog De Geer (sid. 25): »Tillsammans med flintblocken har jag i Bohuslän funnit talrika block af Kristianiatraktens bergarter, och om man här drar samma slutsatser som nyss, talar detta för min åsigt, att den baltiska isströmmen var samtidig med den landis, som i hafvet aflastade Kristianiafjordens ändmoräner.»

Efter en vidare diskussion av hithörande problem lämnade De Geer en redogörelse för de då kända förekomsterna av baltiska ledblock inom hela nedisningsområdet.

Ytterligare bevis för den nämnda materialtransporten från SO längs västkusten lämnades av Lundbohm (1887), som kombinerade blockmaterialet och dess så att säga minsta fraktioner, slammet, genom de kemiska egenskaperna. Undersökningen visade att kustsedimentet var mörkel, men i Nissandalen voro sedimenten föga kalkhaltiga. »Det förefaller därför högst antagligt, att en stor del af materialet till mergeln blifvit framfördt af den sydostliga isströmmen, hvilken ju på flera ställen aflagrat moräner, i hvilka nämnde bergarter ingå. Men för öfrigt har kalkhaltigt lerslam sannolikt äfven kommit både från trakten norr om bladet, der de från Vestergötlands kalkområden kommande glacierefvarne utmynnat, och från söder» (sid. 35).

De skånska isströmmarna voro dock ännu ej utredda. När kartbladet Lund överlämnades för utgivning till De Geer (1887) återupptog han frågan om de båda isströmmarna, speciellt med hänsyn till hur de utformat kartbladsområdet. För karakterisering av nordostmoränen upptog han även Holmströms (1873) idé att använda dess halt av magnetitkorn. Frekvensen uttrycktes i absolut antal per volym, 0.25 cm^3 (jfr De Geer 1887, sid. 41 och 55). Tillvägagångssättet är sålunda en blockräkning i miniatyr. Men han meddelade även tabell och karta över de vanliga för den baltiska moränen utmärkande ledblocken (från Ångermanland, »Älvdalen», Åland och Påskallavik).

Under andra arbeten i Skåne hade baltiska block och räfflor anträffats även längre mot N, N om Ringsjön. Sålunda hade vid arbetena å bladet Herrevadskloster en del »siluriska bergarter» anträffats i moränleran på Söderåsen. Fynden voro alltför fåtaliga och förklarades ej av Lindström (1878). De drog dock fram i ljuset av Nathorst (1885) under hans revisionsarbeten på det S om föregående belägna bladet Trolleholm. Han fann nämligen där åtskilliga block av samma typer, som utmärka den förut kända baltiska moränen och ägnade åtskilliga sidor däråt. Om denna baltiska moräns tidsställning säger Nathorst (1885, sid. 89) bl. a.: »Det ligger dock närmast till hands att antaga, att den vore en äldre baltisk isström, som uppstått af liknande orsaker vid inlandsisens begynnande utbredning som de, hvilka förorsakat den förut kända baltiska isströmmen vid inlandsisens tillbakagång.» Nathorst tänker sig visserligen (sid. 89), möjligheten av att denna isström endast är ett tidigare stadium — med större utbredning — än den redan kända baltiska isströmmen. Men för att vara på den säkra sidan har han redan förut (sid. 88) anfört, att det ej är säkert, »att den bör anses såsom den absolut äldsta af de isströmmar, som öfver dessa trakter framskridit».

Nathorsts fynd och synpunkter på morän äldre än nordostmoränen och förande baltiska block upptogos snart av Lundbohm (1888). Han lämnade där tabeller och kartor med räfflor och baltiska block. Ehuru man även här efter särskilt Hedströms arbeten 1894 och 1895 måste räkna med den möjligheten, att ej alla Lundbohms baltiska blockbestämningar äro pålitliga, synes dock hans material i stort hållfast. Resultatet är, att en baltisk morän äldre

än nordostmoränen anträffas på Hallandsås på 225 m ö. h. Erkännas bör dock, att läsaren icke i varje enskilt fall finner fullt klarlagt, att moränen verkligen är äldre än nordostmoränen.

De hittills relaterade erfarenheterna från Skåne överförde Munthe (1889) till Bornholm. Han beskrev därifrån en del moränprofiler och konstaterade, att de baltiska ledblocken, i vilka material från såväl Gotland (av intresse är bl. a., att Munthe här uttalade sig för sannolikheten av ett kvartsporfyrområde N om Gotland) som Gävlebukten och Dalarna ingå, nå ovan gränsen för den baltiska isströmmen, här 72 m ö. h. Dessa block ha sålunda icke samma betydelse för åtskiljande av de olika isströmmarna på Bornholm som i Skåne. Den yngre baltiska isströmmen synes här ha rört sig från SO mot NV och för dess igenkännande äro de lokala ledblocken viktigast. Därmed är uppmärksamheten fäst på att även det mera lokala materialet är av betydelse. Ty under hela den stora diskussionen om de olika isströmmarna har nog denna synpunkt varit väl undanskymd. Det var då ledblocken som fångade intresset.

I samband med denna diskussion om de baltiska isströmmarnas rörelse grundad på blockmaterial och räfflor må anföras ett detaljarbete av J. G. Andersson (1893). Han undersökte fossilmaterialet i de på sydöstra Öland talrika blocken från undersilur (Macrounskalk). De sammanställdes med ett lokalt räffelsystem i c:a N 80° O och antogos sålunda vara upplyftade från havsbotten utanför av den baltiska isströmmen under dess allra sista stadium, då Öland redan var en nunatak.

På Gotland hade blockräkningar utförts av Munthe (1886) i samband med hans kvartärgeologiska undersökningar. Han fann där bl. a. 2 % Älvdalsporfyr. Redan i nästa häfte av G. F. F. kommo Fegræus' (1886) studier över flyttblocken på Gotland, vari han meddelade en del blockräkningar. I dessa uppger han 8—25 % »porfyrer». Om ett par av dessa säges i beskrivningen att de »liknar fullständigt den s. k. Bredvadsporfyren» och »torde närmast öfverensstämma med Blybergsporfyren». . . Trots Fegræus' försiktiga uttryckssätt lyser det igenom, att han var tämligen övertygad om, att en hel del av Gotlands blockmaterial kommit från Dalarna. Längre fram i texten (sid. 163) är dock all tvekan försvunnen och han ansåg sig ifråga om blockens ursprungsort ha konstaterat, »att tvänne vidt skilda sådana med bestämdhet kunna urskiljas, nämligen å ena sidan *Åland* med sin *rapakivi*, *röda granit* och *kvartsporfyr* samt å den andra *Dalarna* med sina *porfyrer* (och möjligen diabas)». Resultatet, att sålunda c:a 20 % av Gotlands blockmaterial skulle vara från Älvdalen, var ganska överraskande.

Den revision av blockmaterialet som Hedström (1894) företog var därför välbehövlig. Han ansåg, att »ledblocken» förut endast voro kända till sina allmänna karaktärer men icke skilda från liknande inom väsentligt andra utbredningsområden. Hedström använde för dessa blockundersökningar såväl slipprov, som mikrofotografier; han kan sålunda sägas ha infört moderna petrografiska metoder i svensk blockforskning. De bergarter som sålunda bestämdes i Visbytrakten äro granofyrisk granit, glimmerdioritporfyr, kvartsporfyr, kvartsporfyrtuff, syenitporfyr, »labradorporfyrer, diabaser, mandel-

stenar och närstående bergarter». Av dessa tillhöra de beskrivna kvartsporfyreerna, syenitporfyreerna, labradorporfyriterna, en del av diabaserna och mandelstenarna förut obeskrivna typer, som icke ens i block anträffats på Åland eller i Uppland. Hedström uttalade därför med stöd av en del blockräkningar den åsikten »att dessa bergarter måste härstamma från ett postarkäiskt eruptivområde på Östersjöns botten, beläget någonstades mellan Landsort, Åland och Gotland. Äfven de funna kambriska och siluriska bergarternas talrikhet i block på Gotland, deras beskaffenhet m. m. talar för, att äfven de måste finnas anstående derstades. Alla dessa bergarter torde derfor kunna betecknas som Östersjöbergarter».

Åtminstone en del av ovan angivna bergarter torde lätt kunna förväxlas med andra, bl. a. Dalabergarter, varför uppgifter om förekomst av dessa sistnämnda inom kritiska områden böra kontrolleras.

I anslutning till denna undersökning utförde Hedström (1895) en del blockräkningar under en geologisk exkursion till Gotska Sandön. Östersjöbergarternas närvaro och frekvens å Gotska Sandön anser han »inskränker sålunda området för deras klyftorter till Östersjöns botten någonstades mellan *Landsort, Åland* och *nämnde ö*». Av metodiskt intresse är påpekandet, att kalkstensblocken här »på grund af temperaturvexlingar springa sönder i talrika smärre stycken», vilket vid obekantskap därmed kan förrycka blockräkningsresultaten. Hedströms undersökningar över Östersjöblocken har sedan fortsatts av Milthers (1933 med däri anförd litteratur) och deras utgångsort har ganska noga lokaliserats av honom.

I det föregående nämndes de slamströmmar som av De Geer och Lundbohm konstaterades i sydvästra Sverige. En liknande undersökning utförde Högbom 1892 i Uppland. Han hade fäst sig vid, att glacialleran där hade en hög halt kambrosilurmaterial, medan sådana block saknades i traktens morän. Detta gav honom en del vittgående uppslag med hänsyn till isens avsmältningförhållanden inom Mellansverige. Däri ingick även en liten utredning av lerslammets sjunkningshastighet i vatten av olika salthalt (s. 288). Efter lerornas kalk- och magnesiahalt ansåg han sig kunna fastställa slamströmmarnas förlopp. Som sammanfattning av undersökningen torde A. G. Högboms ord (sid. 304) kunna tjäna: »Siluriska blocks rikliga förekomst i glacialleran inom detta område vittnar, liksom sjelfva lerans karbonathalt, om iskantens läge i närheten af Bottenhafvets silur och om slammets långvariga suspension i hafvet innan det afsatte sig, hvilket åter finner sin förklaring i den ringa salthalten hos detta haf.»

I detta sammanhang kan även erinras om, att Högbom här (sid. 299) även funnit exempel på det redan av Axel Erdmann beskrivna förhållandet, att morän kan överlagra glacialleran: »Detta lagringssätt torde enklast kunna förklaras hafva uppkommit derigenom, att isflottor, belastade med morängrus, summit omkring på hafvet under lerans pågående afsättning, och att dessa bördor till följe af isens småningom skeende afsmältning, afstjelpes, sjunkit till botten och aflagrats på de redan färdigbildade lerlagren, för att i sin ordning af nya sådana småningom betäckas» (Erdmann, 1868, sid. 74).

Denna förklaring upptog De Geer (1919, 1932), när han fann moränkakor liggande på lera. Och detta moränmaterial var dessutom rikt på kambrosilur-block. Högbom hade i sitt ovan anförda arbete förklarat materialtransporten med tillhjälp av drivisen och betonat, att »isen aflägsnats genom kalfning af stora isberg, ej genom smältning på stället» (sid. 302). Och denna kalvis drev mot väster på grund av »fallvindar från landisen, vilka med den på norra halvklotet vanliga avvikelsen åt höger, det vill säga här mot sydväst eller väst», (De Geer 1932, sid. 30). Det redan 1855 och 1868 angripna problemet om moränflottarna hade sålunda nu blivit belyst från helt olika sidor. Men den röda tråden är i alla fall blockmaterialet.

De hittills relaterade arbeten, i vilka blockundersökningar ingå mer eller mindre ha endast berört Sydsverige. Forskningen fortskred dock även längre mot norr. Problemen voro dock delvis annorlunda där uppe. Redan 1859 kom ett arbete av Hörbye, vari han redogjorde för sina kvartärgeologiska undersökningar, vilka även sträckte sig in i Härjedalens fjällområde. Fynden av räfflor och block i dessa trakter ansåg han bevisa en isrörelse från SO. Vi ha alltså här en profetia om förekomsten av en isdelare i Ö (s. 259), vilken uppfattning dock Hörbye själv ansåg sig nödsakad att förkasta. Törnebohm (1872) bestyrkte genom sina fynd riktigheten av Hörbyes uppgifter och framhöll med skärpa, att de föreliggande observationerna, »ehuru icke många, torde dock kunna anses fullt bevisande för den åsigten, att hufvudriktningen af blockens rörelse i denna trakt gått från Ö till V. Detsamma intygas äfven af refflor» (sid. 82). Oaktat frågan för detta område så klart belysts av Törnebohm, låg den egendomligt nog bortglömd ända tills Högbom (1885) meddelade en sammanställning av de dittills kända räffel- och blockuppgifterna i Jämtland och Härjedalen. Han bestyrkte då Törnebohms uppfattning, att landisen i det området rört sig mot NV och V från ett område långt in i länet och sålunda uppför ett område med flera hundra meter högre genomsnittshöjd. Räfflor på Åreskutans topp visade, att även de högsta fjällen här överskridits av landisen. Axel Erdmanns fynd 1861 av sandstensblock på stor höjd här (Törnebohm 1872, sid. 83) var ytterligare ett stöd. Man tycker, att de stora och viktiga frågor, som sammanhängande härmed, borde ha väckt ett storartat intresse icke minst för blockundersökningar inom området. Men det var förvånansvärt tyst på denna front. Möjligen berodde det på, att huvudintresset då var knutet till de baltiska isströmmarna.

Av betydelse även för den svenska forskningen blev emellertid ett par norska arbeten utgivna av Pettersen (1882, 1884). Han hade vid sina arbeten i Tromsotrakten fäst sig vid förekomsten av några granityper. Den östliga typen, »inlandsgraniten», har en skarp utbredningsgräns i V. Här ligga blocken såväl av denna som av västliga graniter endast i dalarna, under 38 m ö. h. Detta gav Pettersen anledning förmoda, att den viktigaste blockspridningen här skett genom drivis, vilket tänktes sålunda (1884, sid. 11): »at flytblokkestrømmen langs sundene om Tromsøen nærmest var at tilskrive en fra kysten indadgaaende strømsætning og at de granitiske flytblokke her saaledes for den væsentligste del maatte være at henføre til de udenforliggende kyststrøgs

gneisgranitiska felter. De efter Balsfjordbækkenets og Balsfjorden senere gjorde aflæsninger vidne imidlertid med bestemthed om en ud efter Balsfjorden løbende flytblokkestrøm.» Och å sid. 12 kommer därom: »Denne drift viser sig ogsaa med en gang at træde frem under saa storartede former at man nødes til at forudsætte den samtidige indtræden af en eller flere andre uden fra virkende forholde, der betingede denne. Med afgjørende bestemthed at paavise saadanne lader sig vistnok ikke gjøre, men der kan dog nærmest være grund til her at fæste sig ved en forudsætning om en afbøjning af golfstrømmen mod den norske kyst som den egentlig betingende aarsag — en forudsætning som ogsaa andre tidligere omhandlede forholde synes at skulle støtte.»

Det var helt naturligt, att dessa undersökningar skulle intressera G. De Geer, som enligt det föregående var en av de ledande ifråga om utforskningen av de sydsvenska isströmmarna. Ledd av sitt utomordentliga spårsinne — och av fältiakttagelser tillsammans med Nathorst 1882 — omtolkade han materialet helt (De Geer 1889). Olikheten i de olika granitblockens utbredning och frekvens ansåg han vara (sid. 6), »att de begge nedisningarne haft olika belägna isdelare» (kursiverat av De Geer). Omdömet är preciserat vidare (sid. 7): »Jag anser följaktligen, att KARL PETERSENS granitförande moräner, som upphöra vid fjordarnes inre, visserligen beteckna en gräns för isens utbredning, men ingalunda för den tidigare och största utan för den senare och mindre.»

Denna lösning var visserligen icke oväntad men av stort teoretiskt intresse. Några djupare spår satte den dock ej i litteraturen, delvis väl beroende på att vidare undersökningar häröver skulle ställa sig ganska kostsamma. Bland fjällgeologerna meddelade Törnebohm (1891) några spridda notiser, som dock ej sammanfattades efter ovanstående större synpunkter. Han nöjde sig med att konstatera »att frågan om blocktransporten är mera invecklad, än den till en början kan synas» (sid. 592). Och därför överlämnar han dess lösande till isidsgeologerna.

Två år senare gjorde emellertid Högbom (1893) en ny framryckning med anledning av det intermoräna sedimentlagret, som anträffats på Frösön. Sedimentet, som innehöll mossrester och krypspår på skiktytorna, kunde på grund av lagerföljden antagas vara interglacialt. Högbom använde därför blockräkningar — visserligen fåtaliga — för att utröna de båda moränbäddarnas ursprung. Den undre bädden innehöll ganska rikligt med fjällbergarter, medan blockmaterialet i den övre förskrev sig från Ö. Ehuru blockräkningarna synas ganska upplysande om, att två skilda isströmmar föreligga, uttalade sig Högbom själv ganska försiktigt i frågan.

Efter de nu relaterade undersökningarna synas geologerna i stor utsträckning förlorat intresset för blockundersökningar. De uppgifter man finner från slutet av 90-talet innefatta huvudsakligen närvaron av den eller den blocktypen. Först 1903 skymtar ett nytt angrepp på de med isrörelsen sammanhängande problemen. Aminoff (1903) framhöll då, att varken räffelriktningar eller enstaka uppgifter om blockförekomster äro tillfyllest för att visa landisens verkliga rörelseriktning, emedan skilda isströmmar skurit varandra. Säkrare

hållpunkter skulle erhållas om de yttre utbredningsgränserna (här östra och västra) för olika blocktyper fastställas. Aminoff fastställde därför ostgränsen för Älvdalsporfyreerna och följde den från fasta klyftan mot SO till strax Ö om Storvik i Gästrikland. Där böjer gränsen av mot SSO och går mellan Stockholm och Södertälje. Utgående från Gumælius' (1871) ovan nämnda arbete sökte han blocken (dock utan »blockräkning») i såväl morän som rullstensgrus, särskilt det senare. Resultaten framlade Aminoff i form av en karta. På denna hade även blockförekomster för den tidigare (Svenonius 1888, 1889, Holst 1888) så uppmärksammade Dellenandesiten i östra Uppland och Hälsingland inlagts. Aminoff fortsatte senare (1913) dessa undersökningar, men resultaten föreligga endast i form av ett manuskript. Då Aminoff haft vänligheten överlämna det till mig, återkommer jag därtill i samband med metodiken.

Där skall även relateras Sahlströms (1910) undersökning över ett drumlinlandskap i Närke. Med blockräkningar sökte Sahlström fastställa lagarna för drumlins mycket växlande byggnad. Men då området är så gott som helt jordtäckt blev påvisandet av sambandet mellan blockmaterial och berggrund mycket försvårat. Arbetet är emellertid av metodiskt intresse. Samma gäller om Tamms (1915) arbete. Med tillhjälp av blockräkningar underkastade han det genom Törnebohm (1862) kända sandstensområdet i Mälaren en förnyad granskning.

Detta område tilldrog sig nu plötsligt uppmärksamheten. Sålunda antog Geijer (1922 a), att ett område av Mälarporyr (sid. 417) måste ligga NO om sandstensfältet. Spår av denna förekomst erhöles genom poryrbollar i sandstensens bottenkonglomerat.

Den sålunda av Geijer funna Mälarporyren upptogs till närmare granskning av Asklund (1924). Blockspridningen (utan frekvensuppgifter) ansåg han utvisa, att området bör ligga mellan Ekerö och Björkö i Mälaren och att däri ingå tre poryrtyper. Asklund ansåg dem lämpliga som ledblock, ehuru de äro svåra att skilja från Älvdalsporyreerna. Sålunda torde de (sid. 309) av Aminoff ha förväxlats med dessa sistnämnda.

Denna passus ger anledning erinra om, att Geijer (1922 a) i trakten av Gustafs i Dalarna anträffat ett område med poryrer mycket lika Älvdalsporyreerna. Dessa sistnämnda och Gustafsporyreerna ha med säkerhet av Aminoff förväxlats. Detta ge hans blockräkningar tydligt vid handen. F. ö. uppger Geijer (sid. 415), att block av Gustafsporyreerna anträffats av Munthe på Stora Karlsö.

De gamla goda ledblocken »Älvdalsporyreerna», ha för flera kvartärgeologiska problems lösande visat sig mycket värdefulla. De användes redan av Hampus von Post i Köpingstrakten. Sedan av t. ex. Fegräus på Gotland. Närmare undersökningar av Hedström, Geijer och Asklund ha emellertid visat, att dessa ursprungligen till övre Dalarna lokaliserade poryrer i själva verket kunna uppdelas på flera varandra mycket lika typer tillhörande såväl detta område som Gustafs, östra och västra Mälaren och norra Östersjön.

Inom Norrland ha blockundersökningar företagits på senare tider dels för att söka isdelarens läge och isens rörelseriktning, dels för rent praktiska uppgifter, alltså närmast malmletning. För fastställandet av isdelarens läge i Norrland sammanställde Gavelin (1910, sid. 7) tillgängliga blockuppgifter och studerade i fält blockspridningen inom inre delarna av Lappland och nordligaste Jämtland. Läget kunde på grund av områdets storlek endast ganska schematiskt angivas. Men några större lägesförskjutningar ha ej framkommit genom senare undersökningar. En detalj i Jämtland granskades av Carlzon (1913, sid. 313). För nordligaste Sverige har Tanner (1915, sid. 12) gjort en omfattande sammanställning av alla från området kända blockuppgifter samt jämfört dem med räfflor, rundhällar, åsar och ändmoräner. Resultatet av dessa undersökningar har Tanner framlagt i bl. a. figurerna å sid. 52, 140 och 141.

En del av materialet är, som Tanner anmärker, osäkert, dels emedan bergartstyperna icke äro så i detalj kända inom dessa stora områden, dels emedan dessa sistnämnda äro så pass jordtäckta, att fasta klyftan kan vara mycket svår att lokalisera. Då dessutom en viss olikhet kan råda mellan räffelriktningar och blockspridning (jfr t. ex. Tanner, 1915, sid. 52) blir problemet avsevärt komplicerat. Med utgångspunkt från några av Tanners uppgifter granskade Geijer (1917) en del blockuppgifter från trakten SO om Kiruna. Spridningen från detta område anser Geijer (sid. 8) ha skett under »det äldre skede, som markeras av de nordvästliga räfflorna vid Vittangi», — d. v. s. då isdelaren låg i eller nära högfjällen. Geijer kommer till den pessimistiska slutsatsen »att man endast med försiktighet kan använda blockobservationer såsom ledning, eftersom det ej är säkert, att blockens klyftort är att söka ens tillnärmelsevis i räffelriktningen».

Hittills refererade undersökningar ha varit övervägande av teoretisk art. Men deras resultat ha i vissa delar praktiskt utnyttjats såväl i Sverige som i utlandet. Främst har det därvidlag gällt, att med tillhjälp av block och räfflor uppsöka nya förekomster av malmer. Omfattande och viktiga undersökningar av detta slag ha under de sista decennierna företagits särskilt inom Västerbotten av Sveriges geologiska undersökning. Liknande arbeten ha utförts såväl inom Västerbotten som inom andra delar av landet även av Skellefte gruvaktiebolag. De fyndigheter som de båda nämnda institutionerna utforskat äro av betydande ekonomiska värden, varför man utan överdrift kan säga, att blockundersökningar utnyttjade på antytt sätt äro av en mycket stor nationalekonomisk betydelse.

Om dessa stort upplagda undersökningar är endast mycket litet publicerat — syftet därmed är ju som nämnts ej teoretiskt utan praktiskt. En del exempel på därunder utförda arbeten ha emellertid framlagts av Alvar Högbom, 1925 a, 1925 b, 1931 a och 1931 b. Han redogör däri för uppsökandet av en del malm- eller kalkstensfyndigheter inom Västerbotten och Norrbotten. Jag hänvisar till dem och däri anförd litteratur.

På de senaste åren ha blockundersökningarna huvudsakligen företagits i Sydsverige och i samband med Sveriges geologiska undersökningens kartbladsarbeten (Granolund 1928, Magnusson 1929, Lundqvist 1930, 1931, 1932 och

1933, Sandegren 1933). Avsikten med dessa blockundersökningar har vanligtvis varit att karakterisera jordarten. Dennas samband med bergartstyperna har särskilt granskats av Granlund (1928) och Lundqvist (1931). Inom det i sistnämnda arbete behandlade området visade sig blockmaterialet även vara av största vikt bl. a. vid skiljandet på tappningssedimentet från Baltiska issjön och övriga snarlika jordarter (Lundqvist 1931).

Här må även nämnas, att Lundblad (1927) gjort en mycket värdefull detaljgranskning av blockmaterialet inom Siljansfors kronopark. Tack vare att materialet är framlagt helt och hållet, är det möjligt att utnyttja detsamma för olika synpunkter. Jag återkommer därför till detta arbete.

En intressant undersökning, i vilken även blockräkningar spelade en viktig roll, var den idérike Holsts (1911) studie över Alnarpsfloden. En del avlagringar inom ett smalt, begränsat område i sydvästra Skåne voro förut kända genom djupborringar. Holst tolkade dem som flodavlagringar från tertiärtiden och skriver i samband med blockräkningarna (sid. 11): »Rullstenslagret visar, att det *under tertiärtiden förekommit ett annat sätt för stentransport än medelst inlandsis.*» (Kursiveringen av Holst.) På grund av blockinnehållet, varibland även en del bärnstensstycken anträffades, ansåg han att floden kom från Ostpreussen. Undersökningen slutar med en översikt över den prekvartära tidens geografi.

Slutligen må anföras, att blockundersökningar utmed Bottenhavets kust använts dels ur paleontologiska synpunkter (Wiman 1902), dels för att söka lokalisera den submarina kambrosiluren (Schön 1913).

Den här lämnade översikten över blockundersökningarna och de problem för vilkas belysning de använts, torde visa deras stora kvartärgeologiska betydelse. Vi ha sett, huru de i mitten på förra århundradet användes som bevis för landis, rullstensflod etc. Redan tidigt fick man ögonen på vissa typer, ledblock, vilka dock genom senare arbeten visat sig vara ganska heterogena begrepp. Med stöd av ledblocken lyckades man påvisa såväl skilda isströmmar (särskilt i Skåne) som slamströmmar (på Västkusten och i Uppland). Den först konstaterade baltiska isströmmen i Skåne visade sig emellertid vid vidgade undersökningar ha en äldre motsvarighet med vidare utbredning. De först så pålitliga ledblocken befunnos vid närmare undersökningar — fortsatta fram i sen tid — heterogena såväl petrografiskt som till ursprungsområde.

Intresset för Sydsverige undanskymde i hög grad de problem som voro knutna till nedisningsområdets centrala delar. Där gällde det fastställandet av isens högst olikartade rörelseriktningar. De ledde fram till, att en isdelare legat Ö om vattendelaren. 1859 ansågs denna slutsats icke trovärdig, men 1889 var man tämligen säker på att kunna räkna med två skilda isdelare. Och några år senare fanns på Frösön en lagerföljd som visar, att troligen en ganska lång tid förflutit mellan dem.

I början på 1900-talet var det tyst i fråga om blockundersökningar. Men plötsligen befanns fältmetodikerna ligga i stöpsleven, dock för att lika hastigt bli bortglömd. I stället intresserade då de porfyryer som förekomma i samband

med de jotniska sandstensområdena och som äro ganska lika Älvdalsporfyreerna.

Under det sista decenniet har allt tydligare framkommit, att blockens frekvens på olika platser är av mycket stor vikt. Nu har även ett synnerligen stort intresse fästs vid blockundersökningar i samband med malmletning. Man kan sålunda säga att f. n. är intresset för blockundersökningar huvudsakligen av ekonomisk art.

Den återblick på blockundersökningar i kvartärgeologien som här företagits är icke utan sitt intresse ur idésynpunkt. Därav ha problemställningarnas växlingar framträtt på ett sätt som är belysande för forskningen i stort. Vi ha sålunda sett, hur en god idé genast omfattas med intresse: flere kasta sig omedelbart över densamma och tillämpa den med endast obetydliga avvikelser. Efter ett fåtal år är saken nästan glömd. Så dyker den upp inom andra trakter och verkar där befruktande, för att sedan återupptagas inom utgångsområdet, där den sist lämnades. Min uppfattning om dessa problems geografiska växlingar och intermittenta bearbetande belyses bäst av frågan om ledblocken. Deras idé användes först i Mellansverige, sedan i Skåne och därefter längst upp i Norrland. Sedan återvände man till det primära, blocktyperna, och benade upp dessa på olika områden, först på Gotland och 20—25 år senare i Mälardalen. Man kan säga att behandlingen av denna fråga väl belyser riktigheten i botanisten V. B. Wittrocks yttrande: »Ju mer det är skrivet om en sak, dess mer kan man skriva därom.»

Fältmetodik.

Tillvägagångssättet vid blockräkningar kan ju synas enkelt nog, men trots detta finnas ett flertal meningar om de olika sättens ändamålsenlighet. För att ge en föreställning om fältmetodikens varianter, vill jag ge en kort resumé därav. Härvid har dock hänsyn icke tagits till de förhållanden, då blockfrekvenserna äro så obetydliga, att de ej uppnå 1 %. Denna sida av blockarbetet är av stor vikt i speciellt Danmark och Nordtyskland — där det f. ö. tilldragit sig huvudintresset — men av mindre vikt inom Sverige. Jag lämnar den därför åsido under hänvisning till den danska och tyska litteraturen (jfr t. ex. Milthers, 1933).

De olika räkningsätt som använts kunna fördelas på relativa och absoluta. De sistnämnda kunna avse yta, volym eller vikt. Om fördelarna av de absoluta metoderna är svårt att utan ingående kontrollundersökningar yttra sig, då de knappast rönt någon efterföljd. Troligen antyder detta, att de äro avsevärt mera tidsödande än fördelaktiga, vilket även är min erfarenhet.

Den relativa metoden infördes av föregångsmannen på blockundersökningarnas område här i landet: Hampus von Post. I sina båda förut relaterade grundläggande arbeten om Köpingsåsen (1855) och om Skedvimoränen (1856) fäste han mycket stor vikt vid blockmaterialets art och ursprung. Han räknade därför de olika typerna av de i grustagen vid grustakten hopsamlade och kvar-

lämnade blocken. Värdena uttrycktes i procent på summan. Han utgick från att detta material var så regelbundet blandat, att det vid objektiv hopsamling torde ge ett gott genomsnittsvärde på de olika blocktypernas representation. Denna mening kritiserades emellertid principiellt av Gumælius (1876), som ansåg, att materialet bör tagas direkt ur schaktväggen. I vissa fall är detta mycket riktigt att föredraga (jfr sid. 7), ty såväl moräner som i all synnerhet rullstensåsar kunna uppbyggas av lager med väsentligt olika sammansättning (jfr t. ex. Lundqvist, 1931).

Den nämnda metoden är helt relativ. En mera absolut metod är Tamms (1915) förfaringssätt: han utgick från blockmaterialet på en viss yta, i det han begagnade ett tunnband som omslöt $\frac{1}{4}$ m². Det kastades på marken och de block med ≥ 5 cm:s genomskärning, som anträffades på denna yta, räknades. Förfaringssättet upprepades 20 gånger på varje lokal, varvid sålunda blockmängden absolut och relativt erhöles på 5 m². [Lundqvist, 1930, räknade likaledes blocken på 5 m²:s kvadratisk yta, omsluten av ett uppmätt rep och befriad från vegetationstäcket. Avsikten var då endast att belysa markytans blocktäthet.] En variant av denna ytmetod är Aminoffs (1913 men opublicerad). Han utförde nämligen dessa räkningar på 1 m² av schaktväggen i stället för på markytan.

»Blockens» vikt användes av Lundbohm (1888, sid. 170) på material utslammat ur silurmorän i Tormarps märkegrav. Han utnyttjade dock endast kornstorlekarna 30—8 mm, 8—3.5 mm och 3.5—2 mm. Om viktsmetoden tillämpas på sådana små kornstorlekar är den ju genomförbar. Men för större block ställer den sig alltför besvärlig i praktiken. Då dessutom Lundbohms på samma material utförda relativa räkningar visa ungefär samma procentvärden, torde »viktsmetoden» kunna utslutas vid kommande arbeten.

Som en föregångare till »volymmetoden» torde man kunna räkna G. De Geers (1887) ovan relaterade. Han använde, som vi minnas magnetitkornens antal per volym, 0.25 cm³, för att skilja nordostmoränen från den baltiska isströmmens avlagringar.

Den egentliga volymmetoden infördes av Sahlström (1910). Han insamlade materialet i ett mått rymmande 15 l. Försättningen beskrives sålunda: »Ur det uppgrädda materialet fränsållades det finaste (under 1 × 1 cm). Resten sorterades efter storleken i tre grupper: 1—2 cm, 2—5 cm och 5—10 cm. Inom hvardera gruppen räknades därefter antalet af de olika bergarterna. Medelst användande af medeltal för storleken inom hvarje grupp erhöles volymen af hvarje särskild bergart. De i tabellen meddelade procenttalen ange således volymprocent.»

Vi äro därmed även inne på en fråga som skymtat redan tidigare såsom hos Lundbohm (1888, jfr ovan sid. 8) och hos Atterberg, 1905, nämligen de olika kornstorlekarnas frekvens. Ingen som arbetat med blockräkningar torde ha undgått att observera de frekvensskillnader vissa bergartstyper visa inom olika kornstorleksgrupper. En granskning av denna fråga är därför av vikt, och jag börjar i anslutning till Sahlströms utredning, ehuru historiskt Atterberg tidigare behandlat frågan.

Sahlström har visserligen ej i sin tabell å sid. 10 bibehållit storleksuppdelningen men genom hans tillmötesgående, har jag varit i tillfälle att begagna primärmaterialet. Av detta har jag endast tagit hänsyn till de lättigenkännliga kambrosilurbergarterna. Sahlströms »urberg» är alltså ej redovisat i staplarna å mina figurer. Antalet block på varje lokal och av varje storlek fördelar sig enligt diagrammet fig. 2. Som synes råder en avsevärd skillnad mellan antalet block av olika storlekar. Särskilt utpräglad är detta fallet med alunskiffern. Det kan dock icke nog skarpt framhåvas, hur svårt det är att få ett korrekt värde på denna bergarts förekomst. Som jag förr (Lundqvist 1931) betonat, är detta omöjligt, om ej blocken grävas upp omedelbart före räkningen. Efter en tid falla de nämligen sönder. Denna diagramserie (fig. 2) är utgångsmaterialet till de följande. Omräknas värdena i procent på hela materialet å varje lokal, alltså till volymsprocent, erhålles diagrammen fig. 3. Som väntat är förefinnes knappast någon skillnad mellan dessa och de föregående staplarnas inbördes relation.

Omräknas nu i stället värdena till procent på varje kornstorleksgrupp på varje lokal, erhålles fig. 4. I vissa fall äro figurerna nu tämligen oförändrade (alunskiffern) men i andra (sandstenen) är »kurvförloppet» snarare omkastat. Största olikheterna mot föregående visa de minsta storlekarna. De större blockens relativa växlingar kunna influeras av, att materialet därav är icke så stort.

Den föregående diagramserien kanske icke talar direkt till förmån för den relativa metoden. Men vid granskningen av figurerna bör ihåggas, att de bergarter som använts däri äro relativt olikartade ur nedkrossningssynpunkt. I fråga om alunskiffern har jag redan framfört en reservation. Men även ortoceralkalken förekommer som jag i annat sammanhang (Lundqvist 1931) anför, mycket oregelbundet. Med dessa reservationer må följande anföras. Skall man använda volymsmetoden, men vill uttrycka värdena relativt, bör det göras på summan block i varje volym och icke på summan av varje kornstorlek. I förstnämnda fall äro värdena direkt jämförbara.

Volymsmetoden är naturligtvis i vissa fall att föredraga, då man därigenom erhåller ett absolut mått å materialmängden av varje räknad bergart. Men metoden är ganska ohanterlig och tidsödande, varför dess användbarhet i större omfattning är betydligt nedsatt.

Atterberg (1905) använde endast den relativa metoden i sin ovan åsyftade undersökning, som utfördes dels i isälvsavlagringarna vid Rönnerum på Öland, dels i åsgrus på Stensö udd strax S om Kalmar. Hans tabeller (på sid. 286) te sig med bibehållna bergartsbenämningar sålunda på Öland:

	Blocksten (60—20 cm)	Klapper (20—2 cm)	
		a	b
Graniter	54 %	36	34 %
Hälleflinta och granulit	8 %	9	9 %
Grönstenar	4 %	—	— %
Sandstenar	33 %	53	52 %
Svart, vittrad sandsten	1 %	1	2 %
Kalksandsten	— %	—	1 %
Röd kalksten	— %	1	2 %

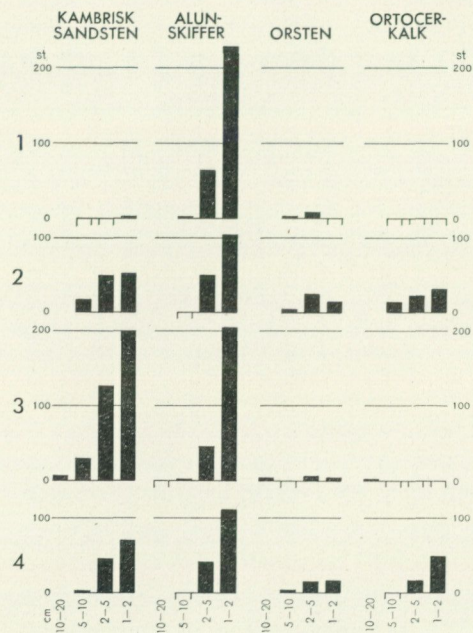


Fig. 2. Kornstorlekarnas fördelning på olika bergarter i blockräkningar av K. E. Sahlström. 1. i kulle vid Via S om Fjugesta järnvägsstation; 2. i brunnsgrävning omedelbart N om Hackva kyrka; 3. vid torpet Backen 4.5 km SO om Fjugesta, c:a 1 m u. y.; 4. samma plats, c:a 2 m u. y. Staplarna markera antal pr volym (15 l).

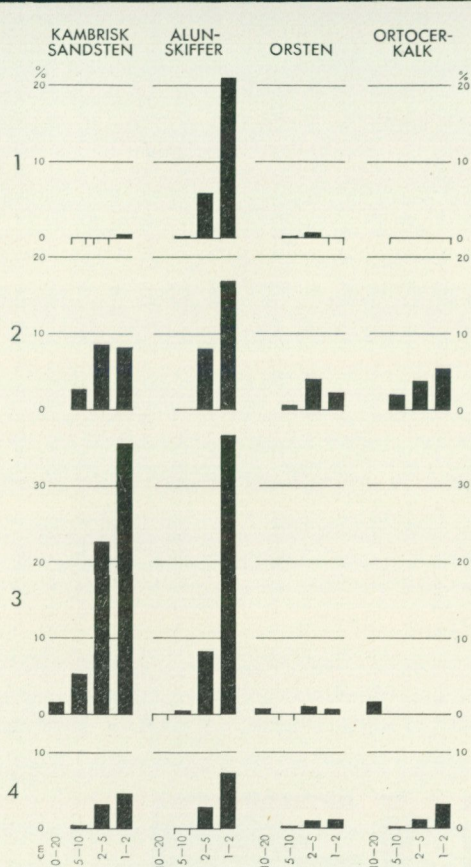


Fig. 3. Samma blockräkningar som i fig. 2 och 4 men värdena ha här uttryckts i procent pr volym, alltså på totalantalet block i varje genomräknat mått.

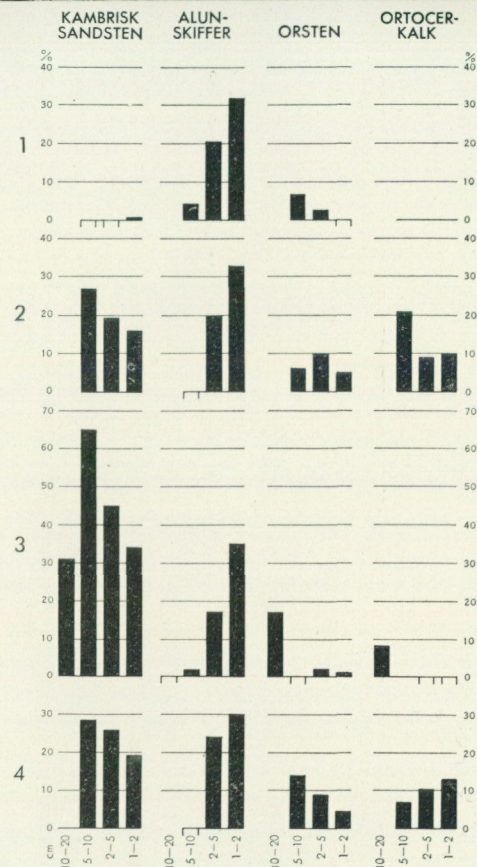


Fig. 4. Samma blockräkningar som i fig. 2 och 3, men värdena ha här uttryckts i procent på summan block inom varje kornstorleksgrupp.

På Stensö erhöles:

	Grovklapper (20—6 cm)	Singel (6—2 cm)
Graniter	47 %	21 %
Hälleflinta och granulit	26 %	34 %
Grönstenar	3 %	3 %
Sandsten	24 %	42 %

Materialet är på båda lokalerna ganska heterogent ur resistenssynpunkt, vilket förklarar de mindre överensstämmande resultaten. Inbördes visa de dock mycket tydligt samma princip. Sandstenarna (och kalkstenarna) nedkrossas oregelbundet och visa därför ofta större frekvensvärden i de mindre kornstorlekarna. Då sandstensblocken i samtliga räkningar äro ganska talrika, är det givet, att deras frekvensvärden rent matematiskt påverka de mera resistent typernas. Den misstänksamhet man ovillkorligen måste hysa mot räkningar innehållande även lättkrossade bergarter, bör därför öka i samma mån som dessa sistnämnda öka i materialet. Med utgångspunkt från liknande erfarenheter sammanställdes (Lundqvist 1931) procentvärdena för kambrisk sandsten i 4 blockräkningar å bladets Lugnås, fig. 5 (svårigheter att få uppgifter även å de större kornstorlekarna begränsade materialet). Resultatet av dessa räkningar är, att de största storlekarna (> 40 cm), vilka f. ö. nästan undantagslöst utgöras av Mickwitziasandstenens bottenkonglomerat, äro mycket obetydligt företrädda. Procentvärdena äro räknade å endast 100 block å varje lokal och kornstorlek, varigenom en viss osäkerhet erhålles i samma mån som de absoluta värdena minska. Om hänsyn till detta förhållande tages, måste erkännas, att frekvensvariationerna icke äro större än att, om block av storlekarna 1—10 cm räknas, bör resultatet vara ganska pålitligt.

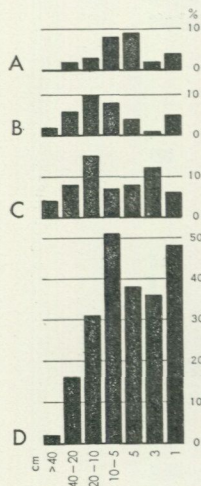


Fig. 5. Frekvensen kambrisk sandsten uttryckt i procent på summan räknade block inom varje storleksgrupp från A i drumlin SV om Binnebergs kyrka; B i Låstadåsens sydspets; C i åsen SV om Frösve kyrka; D i åskullen 1 km S om Timmersdala kyrka (Lundqvist, 1931, fig. 48).

Det bör dock icke tagas för givet, att samma princip gäller för alla bergarter. Därför hänvisas till diagrammet fig. 6 uppgjort efter tre blockräkningar utförda av Magnusson på bladets Nya Kopparberget. Bergarterna äro Dalasandsten, Järngranit, urgranit och leptit. Dalasandstenen, som är hård och kvartsitisk, förekommer i analysmaterialet endast i låga frekvenser. I princip förefinnes en likhet mellan dess diagram och den kambriska sandstenens: de största blocken visa lägsta frekvenser. Bortsett från detta är fördelningen ganska regelbunden inom de för blockräkningar användbara storlekarna. Detta framgår särskilt av räkningarna å Palahöjden, där värdena äro högst, vid c:a 20 %, varför analyserna där äro pålitligast. Järngranitens diagram är av en helt annan typ än sandstenarnas: de största blocken visa högsta frekvensvärden, de övriga kornstorleksgrupperna visa en jämnare fördelning,

trots de obetydliga förekomsterna. Urgraniten visar principiellt samma kornstorleksfördelning som Järngraniten, ehuru motsatsförhållandet nu är än skarpare mellan de största och de mindre blocken. I rullstensgruset är fördelningen densamma som visades gälla sandstenarna. Det kan dock vara en tillfällighet. Leptiten visar i Bångbro- och Smedsbergsträkningarna en stor regelbundenhet i fördelningen. I stort sett kan samma sägas om Palahöjdsräkningen; det låga värdet för 10—5 cm:s-gruppen beror nog till stor del på materialets obetydlighet. De nu relaterade blockräkningarna visa onekligen vissa

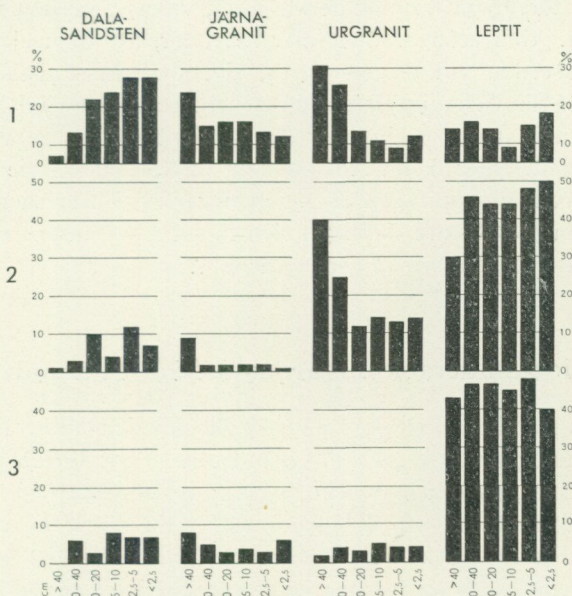


Fig. 6. Fördelningen av de angivna bergarterna i procent på summan räknade block inom varje storleksgrupp från 1 i morän på Palahöjdens sydsluttning; 2 i morän nära St. Smedberget; 3 i rullstensåsen vid Bångbro, samtliga från bladet Nya Kopparberget. Blockräkningarna utförda av N. H. Magnusson.

oregelbundenheter i fråga om förekomsten av de olika kornstorleksgrupperna. Med reservation för att materialet icke är så omfattande, torde dock följande slutsatser kunna dragas. Sandstenarna, alltså de klastiska bergarterna, visa för låga värden för de största kornstorleksgrupperna, medan granit och urgranit för samma visa högsta frekvenser. Leptit har en ganska jämn fördelning. Det för den fortsatta undersökningen väsentligaste resultatet är emellertid, att en blandning av kornstorlekarna 2.5—10 (—20) cm ger ganska goda medelvärden vid blockräkningar av urbergsmoräner. Finnas i materialet lösare bergarter böra av dessa mindre kornstorlekar föredragas för att ge en riktig bild av materialsammansättningen.

En återblick på blockräkningarnas fältmetodik visar, att fyra huvudmetoder under tidernas lopp använts: relativa räkningar, »viktsmetod», »ytmetod» och »volymmetod». Oaktat flera angrepp gjorts på den relativa metoden är den utan gensägelse den vanligaste. Den är dessutom lätthanterligast och mest

tidsbesparande. Visserligen ha kontrollundersökningar visat, att frekvensen för de olika bergarternas kornstorlekar på samma lokal kunna vara ganska växlande. Detta gäller för såväl hårdare som lösare bergarter men blir mera utpräglad för de sistnämnda. För särskilt kalkstenarna är uppträdandet synnerligen oregelbundet. Ehuru resultaten sålunda te sig ganska nedslående, visa dock de systematiska kornstorleksräkningarna, att om man håller sig till blockstorlekar på 2.5—10 (—20) cm bli resultaten fullt tillförlitliga. Min erfarenhet är, att om den relativa metoden tillämpas på detta sätt är den i alla hänseenden att föredraga framför de absoluta, vilkas precision huvudsakligen ligger i namnet. Och erfarenheten talar även för, att man ej behöver fästa alltför stort avseende vid Gagels (1914, sid. 151) pessimistiska utlåtande: »Wenn auch auf die Genauigkeit der Prozentberechnungen im Verhältnis der einzelnen Geschiebearten zu einander m. E. nicht viel zu geben ist, da hier zuviel Zufälligkeitsfehler beim Aufsammeln mitspielen — die grossen Züge der Geschiebeverteilung springen doch schon ganz offensichtlich aus den bisherigen Angaben heraus und es zeigen sich ihnen nach unsern bisherigen Anschauungen und Kenntnissen unversöhnliche Widersprüche.»

Blockundersökningarnas åskådliggörande.

Inledningsvis framhöll jag, att sättet för blockundersökningarnas åskådliggörande är synnerligen viktigt. Framläggandet av siffror, tabeller etc. är endast av primärt intresse, ty om man icke har det geografiska läget klart för sin inre syn, är det omöjligt att skärskåda fördelningens detaljer. Dessa synpunkter stodo redan tidigt klart. Sålunda erhöi man en god översikt av t. ex. den baltiska isströmmens utbredning, tack vare att De Geer (1887) och Lundbohm (1888) på en karta inlade varje lokal för de baltiska blocken och dessas typ. Sättet att inlägga de olika blocken utan frekvensuppgifter användes ännu vid malmletning (jfr t. ex. Högboms, 1931, kartor). I sådana fall behöver framställningssättet ej underkastas någon diskussion.

Annorlunda ställer sig saken, då även de olika blockens frekvenser skola åskådliggöras. Vanligast var att på samma karta redogöra för hela blockmaterialet i varje räkning.

Det äldsta sättet därvidlag var, att på kartan utlägga kvadrater delade i hundra delar; varje sådan del motsvarade sålunda 1 %. De olika bergarternas frekvens åskådliggjordes genom att ett däremot svarande antal rutor fylldes med en för bergarten bestämd beteckning, i färg eller i svart. Detta sätt infördes redan 1871 av Gumælius och har sedan använts av Lundblad (1927). Gumælius använde färgbeteckning, varför det ej här kan återgivas. Som exempel på uttryckssättet vill jag därför visa en del av Lundblads karta (fig. 7). Metoden skiljer sig som synes knappast från tabellformen men utlagd på en karta. Den har sålunda förtjänsten, att man kan räkna sig till den exakta frekvensen för varje bergart. Nackdelarna äro dels att åskådligheten är dålig, dels att ritning av dessa bilder är ganska kostsam.

Då är sektorsmetoden något bättre: varje blockräkning markeras med en cirkel på kartan. De olika bergarterna få sina beteckningar och frekvenserna åskådliggöras genom sektorernas storlek. I vissa fall, såsom när man endast har ett par bergarter, kan sättet användas. Men blir det flera bergarter, vilkas frekvens å de olika lokalerna starkt växla, är överskådligheten mycket dålig. Delvis beror detta på, att de olika sektorerna icke kunna givas en konstant plats i cirkeln. Denna metod infördes av Sahlström (1910) och har sedan använts av Granlund (1928) och Magnusson (1929). För att belysa hur metoden ter sig, vill jag hänvisa till Granlunds kartbild (fig. 8) som är relativt lättläst. Som synes är t. ex. urgranitens sektor ganska växlande, varför det är mycket svårt att följa den från cirkel till cirkel, alltså från den ena lokalen till den andra.

Både Granlund och Magnusson ha även åskådliggjort sina blockräkningar genom staplar delade i hundradelar och med bergartstyperna utmärkta. Om stapelmetoden gäller emellertid, att frekvensväxlingarna kunna följas endast i fråga om de bergarter som placerats vid staplarnas ändpunkter. För jämförelser mellan de övriga ökas svårigheterna vid lägesförskjutningar och dessa bli i sin tur större i samma mån som »ändbergarternas» frekvenser växla.

I samband med dessa staplar må anföras, att variationerna även åskådliggjorts genom kurvor, en för varje bergart. Lokalerna ha då projicerats ned på en linje lagd genom området. Detta sätt har använts av Gumælius (1871) och även av Hellaakoski (1930). Om endast ett par bergarter (kurvor) medtagas kan detta sätt under vissa betingelser vara ganska tillfredsställande. Men det blir om många kurvor medtagas lätt överskådligt.

Gemensamt för alla hittills relaterade återgivningssätt har varit, att varje karta, stapel, etc. samtidigt redovisat lokalernas hela blockmaterial eller åtminstone ett flertal block därav. Detta har också varit en stötesten, då man faktiskt ej kan klart och tydligt se på mer än en bergart i sänder. Därför frångick jag (Lundqvist, 1930) genast detta sätt och redovisade endast en bergart på varje kartbild. Nackdelen med detta sätt är, att det kräver större utrymme. Den ökade klarheten och överskådligheten synes mig emellertid vara en så stor vinst, att den till fullo uppväger nackdelen. Frågan blir emellertid, hur man skall redovisa frekvenserna. Jag började använda cirklar med logaritmiskt ökande radier. Kartbilderna bli då både rediga och lätta att rita. I vissa fall kan dock även en sådan kartbild bli ganska svårläslig. Ett exempel fick jag på kartbladet Lugnås (fig. 9). Där gällde det, att V om Billingsens nordspets skilja på tre olika blockströmmar: 1:0 från Lugnåsberget, 2:0 från Låstad-Böjasänkan och 3:0 från tappningsströmmen förbi nordspetsen. Här täckte de stora cirklarna helt ett stråk utan sandstensblock beläget mellan de båda första. På förslag av kartredaktör M. Lundqvist utbytte jag därför i detta fall cirklarnas storlek mot en intensitetsbeteckning i likstora cirklar. Som av fig. 10 framgår vinnes därmed ett friläggande av de skilda blockströmmarna. Men metoden har den nackdelen, att originalen rent tekniskt äro kostsamma att framställa. Dessutom äro de icke reproducerbara i vilken skala som helst, då rutnäten etc. noga måste avstämmas i förhållande till förminskningsgraden.

Ett exakt och gott sätt att framställa blockfrekvenser är att använda kurvor (jfr isobaser etc.), vilket har föreslagits av Aminoff (i manuskript). De kunna enligt N. Sundius' muntligt framlagda förslag benämnas ekvifrekvenser. Om detta sätt skall kunna utnyttjas och verkligen ge en så god bild som metoden eljes medger, erfordras dock ett proportionsvis mycket stort antal blockräkningar. Och ett så tätt observationsnät står ytterst sällan till buds.

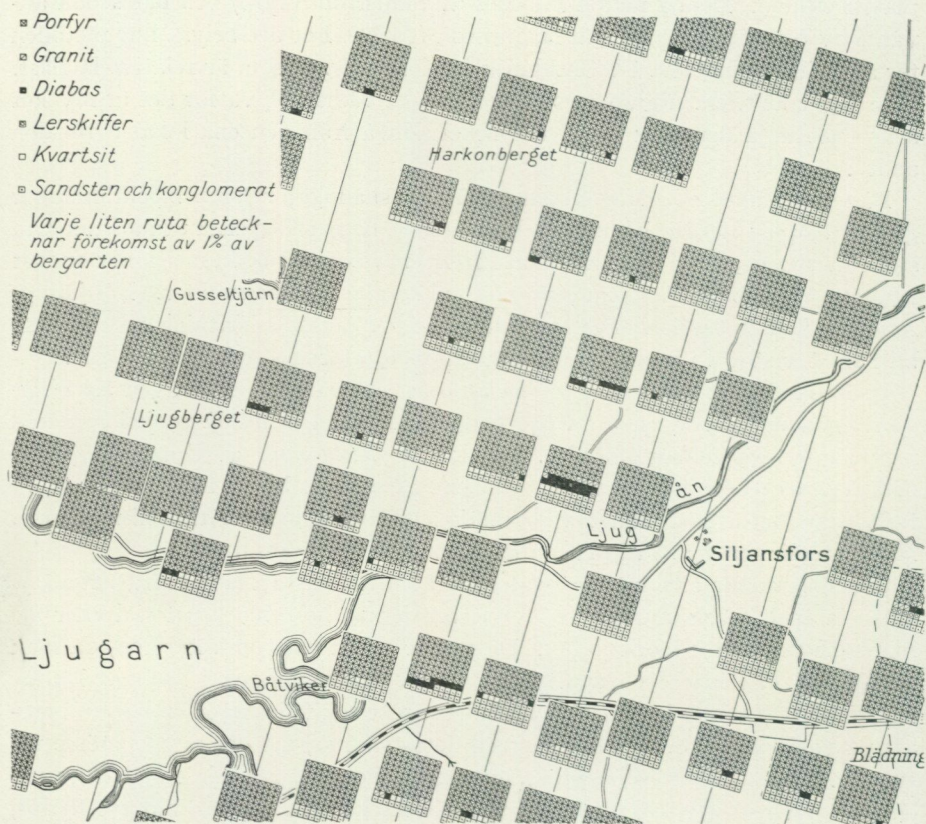


Fig. 7. Blockräkningarnas resultat åskådliggjorda genom rutor, delade i hundra smårutor, vardera betecknande 1 %. Metoden, som först användes av Gumalius, 1871, ger ingen samlad bild av de olika blocktypernas frekvens (jfr diabasen). Efter Lundblad, 1927.

För att till slut belysa de olika uttryckssättens förhållande till varandra vill jag demonstrera Dalasandstenens förekomst i Lundblads (1927) blockräkningar på kronoparken Siljansfors. Till jämförelse med dessa hänvisar jag till fig. 7, vilken är en del av Lundblads karta. Tyvärr möjliggör ej detta ritsätt, att hela figuren reproduceras i samma skala som mina.

Fig. 11 visar, hur blockens procentuella fördelning ter sig, då frekvenserna anges genom cirklar, vilkas ytor äro proportionella till mängderna. Man får härigenom ett visuellt intryck av att blocken dels äro färre, dels mindre på höjderna. I stort sett motsvarar detta också de naturliga förhållandena i all-

mänhet. Men man får även en stark känsla av, att detta sätt att återgiva saken lätt kan bli ganska oredigt, om man har ett tämligen tätt observationsnät, där frekvenserna icke äro av lägsta ordningar (jfr fig. 9). Denna sista omständighet undvikas genom intensitetsbeteckning av likstora cirklar (fig. 12). Den »frekvensbild» som detta beteckningssätt ger är ungefär samma som föregående. Man ser sandstensblockens större anhopning huvudsakligen inom området



Fig. 8. Blockräkningarnas resultat åskådliggjorda med cirkelsektorer. Ehuru denna bild är ovanligt redig erhålles ingen klar föreställning om de mindre talrika blocktypernas frekvens. 1. leptit; 2. skiffer; 3. urgranit; 4. graniter tillhörande Filipstadsgranitgruppen; 5. diabas och grönsten; 6. sandsten och porfyr. (Granlund, 1928, fig. 29.)

lägre partier. Noga taget är detta uttryckssätt mera logiskt än det föregående, då det även ger intryck av frekvensen på en viss yta. Nedfört till en så ringa skala kan man nämligen säga, att ytorna äro lika stora på alla blockräkningslokaler. I föreliggande fall är detta ännu mer utpräglat, ty de räknade blocken ha upptagits ur ungefär likstora gropar. Nackdelen är emellertid som redan framhållits, att en sådan bild ej kan reproduceras i vilken skala som helst. Den föreliggande har sålunda måst ritas i reproduktionsskalan.

Slutligen ha vi idealsättet, att i bild framställa blockens frekvenser alltså

med ekvifrekvenser (fig. 13) men kombinerat med intensitetsbeteckning. Framställningssättet ger ju åtminstone i detta fall en mycket god bild av fördelningen. Man erhåller ett starkt intryck av, att ett mäktigare lager av sandstensblock ligger i dalstråket N om Siljansfors och därifrån breder ut sig över nordsluttningen i S. Noga taget blir det sålunda samma intryck som er-

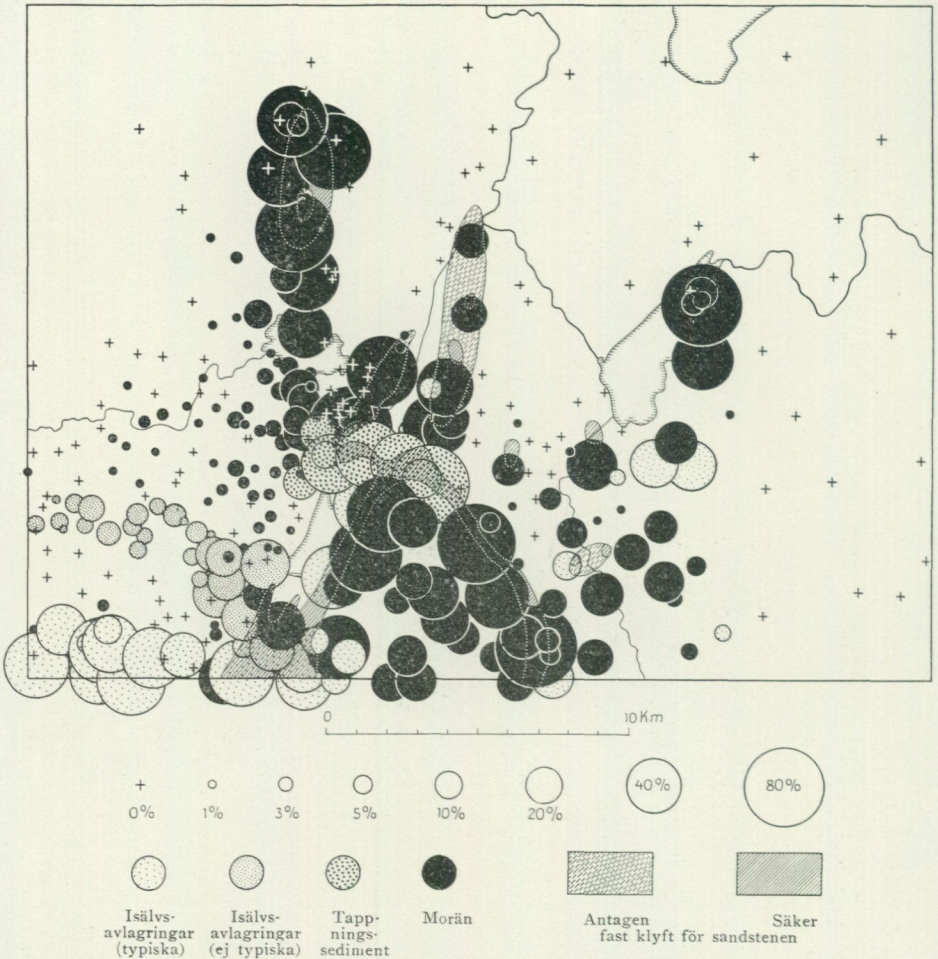


Fig. 9. De kambriska sandstensblockens frekvens åskådliggjord med ytproportionella cirklar. Då materialet är så rikligt och frekvenserna så höga som NV om Billingen ger denna metod en oredig bild. Blockräkningar från bladet Lugnäs (Lundqvist, 1931).

hålles genom intensitetsbeteckning, men det blir mera sammanhang och reda i bilden. Tyvärr erfordrar en mera detaljerad användning av kurvmethoden ett mycket tätt (och likformigt) observationsmaterial.

Om jag nu summerar erfarenheterna av de olika uttrycksmethodernas fördelar och nackdelar synes mig följande vara av intresse. Till att börja med får man i allmänhet utesluta tanken på att visa mer än en eller två blocktyper på

en karta. Frekvensen angives klarast och ur rit- och reproduktionssynpunkt bäst genom olikstora cirklar. För att underlätta uppfattningen om frekvensernas siffervärden, kan man i vissa fall kombinera denna metod med kurvmetoden. Endast då man har ett ovanligt tätt observationsnät kunna enbart kurvor eller intensitetsbeteckning föredras.

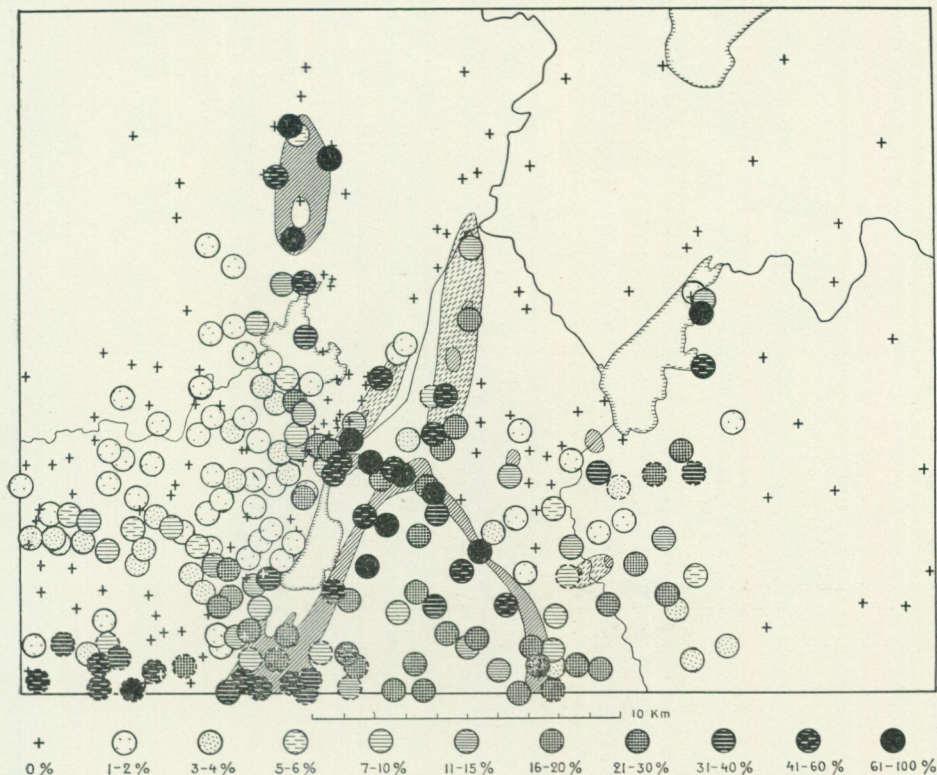


Fig. 10. De kambriska sandstensblockens frekvens åskådliggjord med likstora, intensitetsbetecknade cirklar. Ur reproduktionssynpunkt är användningen av denna metod begränsad. (Lundqvist, 1931, fig. 52.)

Hur det bästa och allmännast användbara sättet ter sig i praktiken vill jag visa med en bild (fig. 14) av blockspridningen från de jotniska sandstensområdena (alltså Dalasandsten, Gävlesandsten, Bottenhavssandsten och Mälarsandsten). Oaktat kartan upptager så gott som allt material från 1855 och tills nu, är den på intet sätt färdig. Under kommande år hoppas jag bli i tillfälle att komplettera den. Redan nu ser man dock omedelbart ansvällningarna vid de olika områdena. Vidare framkomma en del tendenser till rikare stråk av Dalasandsten. Jag har antytt det genom frekvenskurvornas utbuktningar. Någon sådan har dock ej gjorts för blocken Ö om Hjälmarren. Enligt min åsikt tillhöra de nämligen varken Dala- eller Gävlesandstenen utan området kring Granholmen (Törnebohm 1879). Den sydligaste kröken mellan Väneren och Vättern är belagd främst av de flera hundra blockräkningarna på bl.



Fig. 11. Dalasandstensblockens frekvens på Siljansfors kronopark, åskådliggjord med ytproportionella cirklar. Blockfördelningens samband med topografien (50-m:s-kurvor) framkommer väl, ehuru bilden blir något orolig. Efter blockräkningar av Lundblad, 1927.

Lugnäs. Inom bladets östra del finner man mycket sällan Dalasandsten i räkningarna, medan den i västra kartdelen nästan regelbundet finnes. Den kan där uppnå 2—4 %. Dessutom må anföras, att Sandgren (1927) uppger, att Dalasandstensblock förekomma rikligt på öarna i Lurö skärgård. Här måste sålunda fortsättningen på blockströmmen norrifrån gå, ty på Värmlandnäs är denna blocktyp enligt Sandgren mycket sparsam. Om frekvenskurvornas

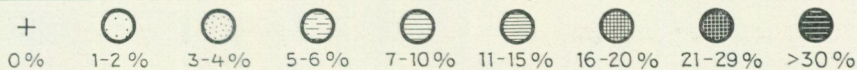
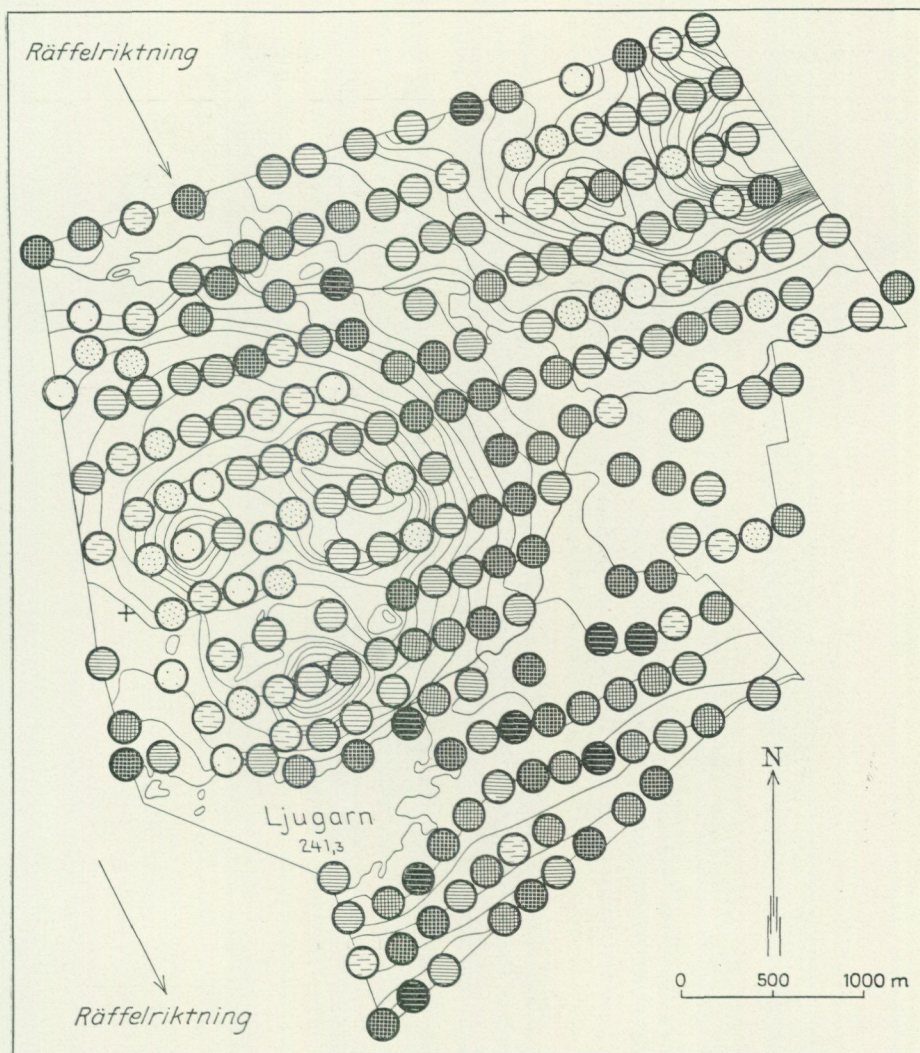


Fig. 12. Samma som fig. 11 men med användning av intensitetsmetoden. De likstora cirkulära tecken är de regelbundna frekvensväxlingarna en klar och redig översikt över blockfördelningen och dess princip.

förlopp i Värmland torde man med rätt stor säkerhet redan nu kunna säga, att de förlöpa ungefär mot NV.

Som av denna kartbild framgår får man genom kurvorna ett bättre intryck av cirkulärernas betydelse och en bättre sammanhållning i bilden. Dessa dubbla frekvensuttryck ge sålunda ett gott intryck av var den huvudsakliga blockströmmen ligger samt de eventuella anomalier den förete. Med de sistnämnda

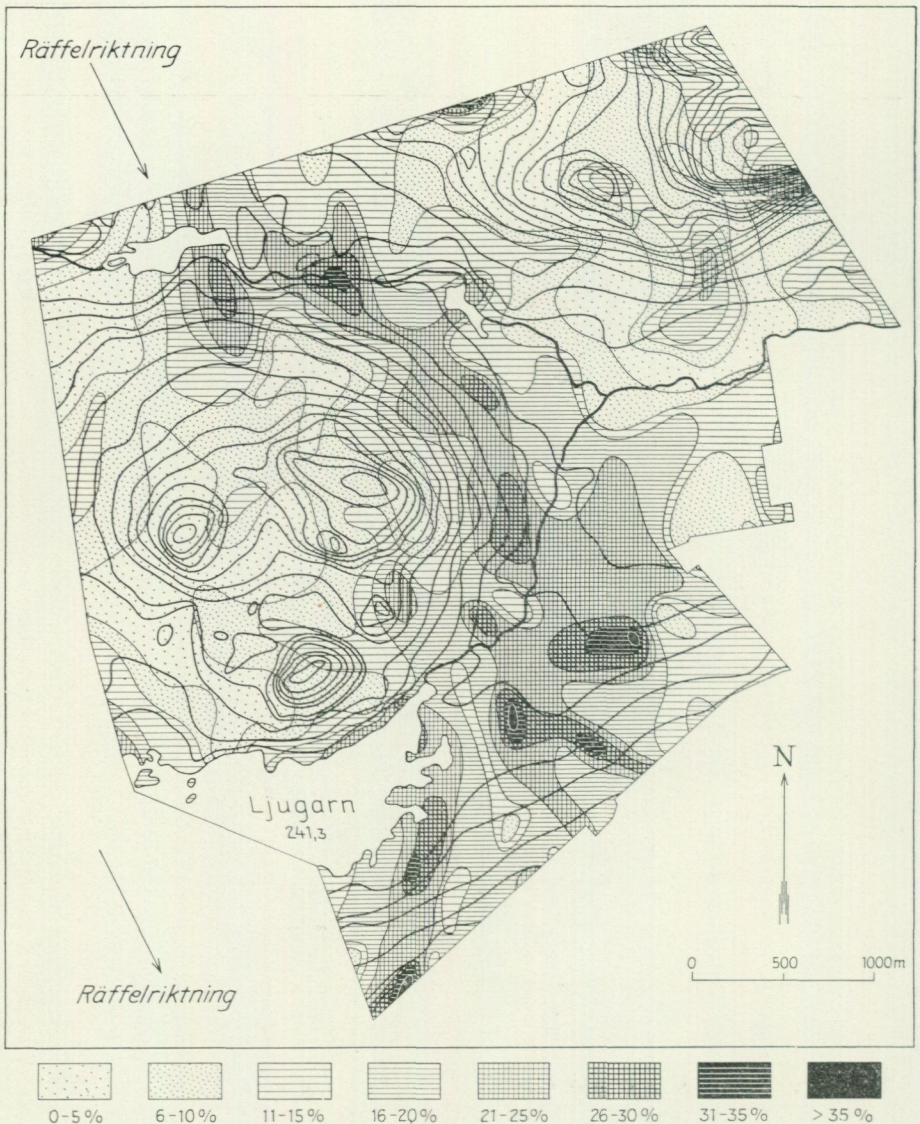


Fig. 13. Samma som fig. 11 och 12 men med användning av kurvor (ekvifrekvenser). Framställningssättet kan med fördel användas endast då observationsnätet är relativt tätt och växlingarna ej alltför stora.

bör man kunna spåra växlingar i landisens rörelser. Först genom användning av frekvenser å blockkartor kan man förstå t. ex. de intetsägande bilderna med »blocksvansar» (jfr t. ex. fig. 11 i Daly 1934).

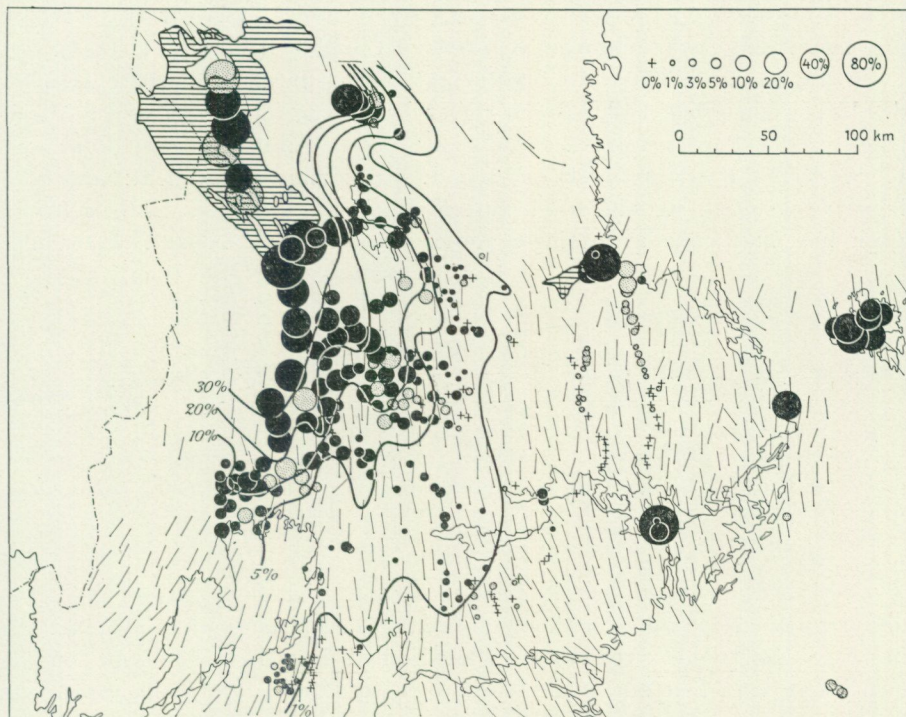


Fig. 14. Jotniska sandstensområden (streckade) och sandstensblockens frekvens i morän (svarta cirklar) och isälvsgrus (prickade cirklar) uttryckt med ytproportionella cirklar och ekvifrekvenser för 1, 5, 10, 20 och 30 %. Sammanställd efter blockräkningar av G. Aminoff, A. Gavelin, E. Granlund, O. Gumælius, H. Hausen, H. Hedström, A. Högbom, V. Karlsson, G. Lundqvist, N. H. Magnusson, Hampus von Post, R. Sandegren, O. Tamm och C. Wiman. Räfflorna utgöra ett urval av min sammanställning. Ekvifrekvenserna sammanfatta den mindre tydliga bild de många prickarna ge och angiva stråk med omväxlande större och mindre rikedom på sandstensblock.

Blockundersökningarnas närmaste arbetsuppgifter.

Den föregående historiken över blockundersökningarna torde klart ha visat deras mångsidiga användbarhet för flera kvartärfrågors diskussion. Det vore dock att ställa sig alltför optimistisk, om man anser, att de tidigare behandlade frågorna vore lösta. Snarare torde nya angrepp därpå just med blockräkningarnas tillhjälp vara synnerligen lämpliga och även givande. Icke minst av vikt torde det vara att granska även det lokala materialets förekomst inom sydligaste Sverige, ty förr var uppmärksamheten där, som historiken visar, i alltför hög grad bunden vid »ledblocken». En översikt av vissa sidor av en del arbetsuppgifter kan därför vara befogad här.

Blockundersökningarna ur praktisk synpunkt äro vanligen ganska enkla och kunna förbigås. Dit räknar jag även uppgiften att med tillhjälp av blockräkningar uppsöka fasta klyften för en bergart i allmänhet. Exempel på sådana arbeten utgör uppsökandet av reliktolokalerna för den kambriska sand-

stenens fasta klyft på Västgötaslätten, vilket utfördes av Alvar Högbom och mig i samband med revisionen av kartbladet Lugnås (Lundqvist, 1931).

En fråga av mycket stort — även praktiskt — intresse är hastigheten för de olika bergarternas nedkrossning. Över deras avnötning i samband med rinnande vatten föreligger bl. a. en undersökning av Erdmann (1879) och en av v. Szadeczky-Kardoss (1932 och 1933). Erdmanns experiment: att rulla block i en sluten, stenkädd och vattenfylld kista under viss tid och genom vägningar bestämma avnötningen torde vara ganska väl bekant. Efter hans

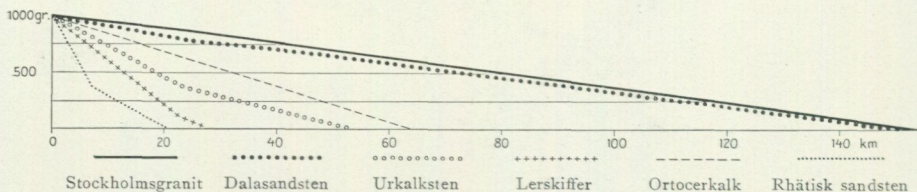


Fig. 15. Bergarternas resistens mot vattennötning grundad på E. Erdmanns (1879) uppgifter men vikterna reducerade till utgångsvikten 1,000 gr. Kurvornas skärning med abscissan interpolerad, då experimentet avbröts innan blocken voro helt uppnötta.

protokoll och visserligen ganska fåtaliga uppgifter har fig. 15 uppgjorts. Jag har där reducerat utgångsvikten för samtliga bergartstyperna till 1 kg. Vi finna av diagrammet efter vilken rullningslängd detta kg av de olika bergarterna skall vara helt bortnött. I praktiken torde det dock ställa sig så, att blockens kurvor icke inom diagrammets område komma att nå abscissan, utan att denna i stället markerar deras limesvärde. De värden diagrammets kurvor utvisa äro sålunda snarare grova minimivärden. En relativ föreställning om de undersökta bergarternas motståndskraft erhålla vi dock.

Erdmanns undersökning avser ju bergarternas avnötning. Om vi göra en liknande granskning ifråga om deras nedkrossning erhållas snarlika resultat, även om vi då ha svårare att reducera materialet till en viss utgångsvikt. Vi kunna där i stället utgå ifrån den relativa mängden, d. v. s. procentvärdena direkt. Dessa värden referera vi direkt till en linje, abscissan, i kartskalen. Men vilken som helst karta över blockens frekvenser visar, att värdena på samma avstånd men i olika riktning från en fast klyft äro ganska olika. De äro dock högst inom en zon, som i stort sett ligger ungefär i spridningsfältets mittlinje. Jag kallar den för enkelhets skull för kärnlinjen (ehuru analogien är falsk). Värdena på och intill denna kärnlinje torde vara de som äro lämpligast att använda. Jag börjar med den kambriska sandstenen på och S om Lugnåsberget. Spridningen inom detta område är mycket begränsad, kärnlinjen gör här verkligen skäl för benämningen. Ett diagram längs denna linje visar fig. 16. I stort sett förlöper kurvan regelbundet. Om höjningen vid c:a 6.4 km beror på, att de föregående räkningarna icke ligga precis i kärnlinjen (något som naturligtvis mycket sällan förekommer i ett material), kan man ej säga. Kurvan torde dock ge en god bild även av nedkrossningens hastighet.

Till jämförelse vill jag visa alunskiffers kurva (fig. 17). Den första räkningen är i en lokalmorän uppe på Lugnåsberget. Räkningarna närmast S om

berget ha endast i ett fall kunnat användas för diagrammets konstruktion. Kurvans slut (för den använda blockstorleken!) vid c:a 4 km är dock fixerat. Bergartens hastiga nedkrossning i förhållande till sandstenen är påfallande. Det bör dock framhållas, att skiffern långt utanför detta område förekommer som mm-tunna, $> \frac{1}{2}$ cm² stora »blad».

De metamorfa skiffarna nedkrossas naturligtvis ej så hastigt. Som exempel vill jag visa spridningen och nedkrossningen av en glimmerskiffer från Bergslagen (Ställbergsskiffern). Frekvensvärdena äro efter Magnussons räkningar. Spridningsbilden (fig. 18) är som synes mycket smal beroende på att

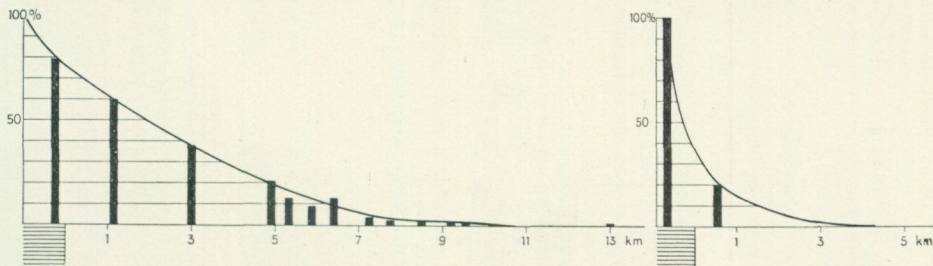


Fig. 16 (till vänster). Kambriska sandstenens empiriska nedkrossningskurva (fasta klyften på Lugnäsberget horisontalstreckad). Efter c:a 11 km är bergarten ytterst obetydligt representerad i moränen.

Fig. 17 (till höger). Alunskiffers empiriska nedkrossningskurva (fasta klyften på Lugnäsberget horisontalstreckad). Kurvan betydligt brantare än sandstenens; som små fjäll håller sig dock skiffern ganska länge.

topografien och isrörelsen så regelbundet sammanfalla. Först i S, där topografien öppnar sig, blir spridningen större. Till detta principiellt viktiga förhållande återkommer jag senare. De analyser som ligga närmast kärnlinjen ge diagrammet fig. 19. Därav antydes, att nedkrossningen först går tämligen hastigt, men att materialet kan hålla sig ganska länge i små mängder (och storlekar). Uppmärksamheten må fästas på kurvans knyck mellan 8 och 9 km. Liknande visade den kambriska sandstenens kurva; men materialet är för litet för ett avgörande, om detta är ett vanligt förhållande, alltså av principiell vikt.

Frågan om bergarternas nedkrossning är av vikt bl. a. för bedömning av jordarternas sammansättning, då fältiakttagelser saknas. Med tillhjälp av en del kurvor lika de föregående men för olika bergarter, bör man komma ganska långt på väg. Därtill fordras dock ett betydligt större material, än det jag nu använder.

Känt är att de olika bergarterna ge helt olika kemisk karaktär åt de jordarter, vartill de ge upphov. Genom jämförelser mellan blockhalt, diagram och kemiska analyser torde en ungefärlig uppfattning om jordarternas kemiska egenskaper, om man känner blockinnehållet, kunna givas. Som ett metodikexempel vill jag visa fig. 20, vari blockanalyserna hämtats ur Aminoffs opublicerade material och kalkhaltsbestämningarna inom ungefär samma område från Hedström (1893). Cirklarna, av samma skala, avse procent kalkblock och procent kalciumkarbonat. Analysmaterialet är ju i intetdera hänseendet tillräckligt. Det framgår dock, att ur blocksynpunkt har moränen endast obe-

tydligt påverkats. Och kalkhalten är inom kambrosilurområdet icke heller påfallande hög. Men av intresse är, att jordarterna äro relativt kalkrika långt efter sedan blocken upphört. Figuren visar sålunda, att kalkblocken hastigt nedkrossas, men förekomma i finfördelat tillstånd långt från fasta klyften.

Det är emellertid icke alltid sagt, att blockfördelningen är lika i både morän och isälvsavlagringar, ehuru så visserligen ofta är fallet. Uppfattningarna äro

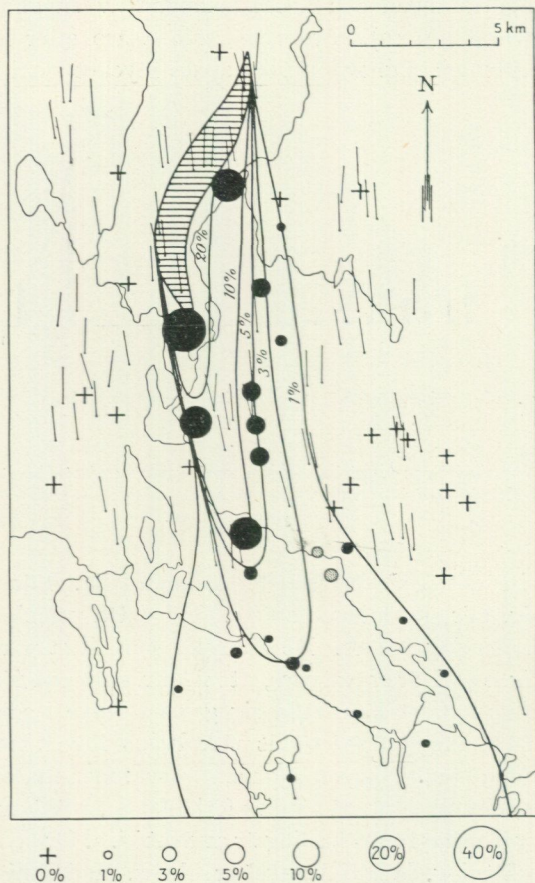


Fig. 18. Glimmerskifferområdet vid Ställberg (bl. Nya Kopparberget) och blockspridningen därifrån sammanställd efter N. H. Magnussons blockräkningar (svarta cirklar i morän, prickade i isälvsgrus). Transporten sker distinkt i isrörelseriktningen inom det topografiskt enhetliga området men breder omedelbart ut sig åt sidorna, där topografien öppnas.

härvidlag ganska olikartade. Tydligt får varje fall granskas för sig. För att belysa frågan hänvisar jag till Hellaakoskis (1930) undersökning, vari han speciellt jämfört blockmaterialet i en rullstensås med omgivande morän. Fig. 21 är grundad på Hellaakoskis material. Rapakivimaterialet, som är av lokalt ursprung, är i stort sett talrikare i åsen än i omgivande morän.¹ I detta fall

¹ Då rapakivi vittrar mycket hastigt, måste man enligt Hellaakoski (sid. 8) gräva upp materialet till räkningen. Den förhåller sig alltså i metodiskt hänseende som alunskiffern.

håller sig bergarten i större mängder utanför fasta klyftan men sjunker sedan hastigt. I moränen däremot äro mängderna som sagt ej så stora, men å andra sidan hålla sig blocken längre här än i åsen. Till jämförelse med det lokala materialet vill jag visa den mera långtransporterade jotniska sandstensens förhållande. Här råder en mycket liten frekvensskillnad mellan morän och rullstensgrus eller kanske snarare en tendens till högre värden i moränen.

Konsekvensen av dessa båda figurer torde vara, att ett lokalt material gör sig kraftigt märkbart i åsen men ganska hastigt avnötas, dock icke för att helt försvinna. I små mängder håller det sig relativt länge, alltså som »långtransporter-

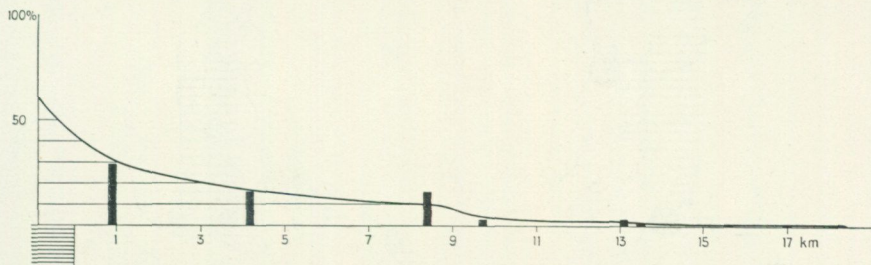


Fig. 19. Glimmerskifferns empiriska nedkrossningskurva från fasta klyftan vid Ställberg (jfr fig. 18 samt fig. 16 och 17). Det höga värdet på c:a 8.5 km ligger närmare kärnlinjen än de övriga. Efter ett par mil äro skifferblock praktiskt taget slut i moränen.

terat» material. En detaljutredning av dessa viktiga förhållanden har Hellakoski (1930) själv lämnat, varför jag hänvisar dit.

Nu återstår att behandla en fråga, som är av den största vikt, när det gäller bedömandet av moränens bildningsbetingelser efter blockräkningarna. Det är sambandet mellan blockmaterial och topografi. I andra arbeten har jag uttryckligen betonat det samband som råder mellan topografi och blockfrekvens (t. ex. Lundqvist, 1930). I det föreliggande fallet gäller det emellertid icke blockens kvantitet utan kvalitet. Redan vid en ytlig granskning finner man det icke ovanliga förhållandet, att de stora moränslutningarnas nordsidor ha ett mera långtransporterat blockmaterial än sydsidorna. En antydning om detta ger profilen fig. 22. Den är lagd i isrörelseriktningen över Rönnerberget på bl. Grängesberg och över Ö. Älvhöjden mot Nittälvsdalen i söder på bl. Nya Kopparberget. Blockräkningarna äro utförda av N. H. Magnusson, berggrundsbe-teckningen är efter geologiska kartan och höjdprofilen efter topografiska kartan. Det bör först framhållas, att blockräkningarna icke utförts efter de följande synpunkterna. De hade då placerats mera lämpligt och därför troligen ännu mera pregnant visat, vad saken gäller. Som representanter för säkert långtransporterat material må Älvdalsporfyerna och Dalasandstenen tjäna. På Rönnerberget äro dessa talrikare än i dalen S därom. I övrigt visar bilden mycket tydligt den goda överensstämmelsen mellan berggrunden och moränens blockmaterial. Räkningen på Rönnerbergets nordsida anger dock, att i dessa lägen berggrundsändringar ej visa sig så hastigt. I princip sammanhänger detta matematiskt med det långtransporterade materialets ökning här.

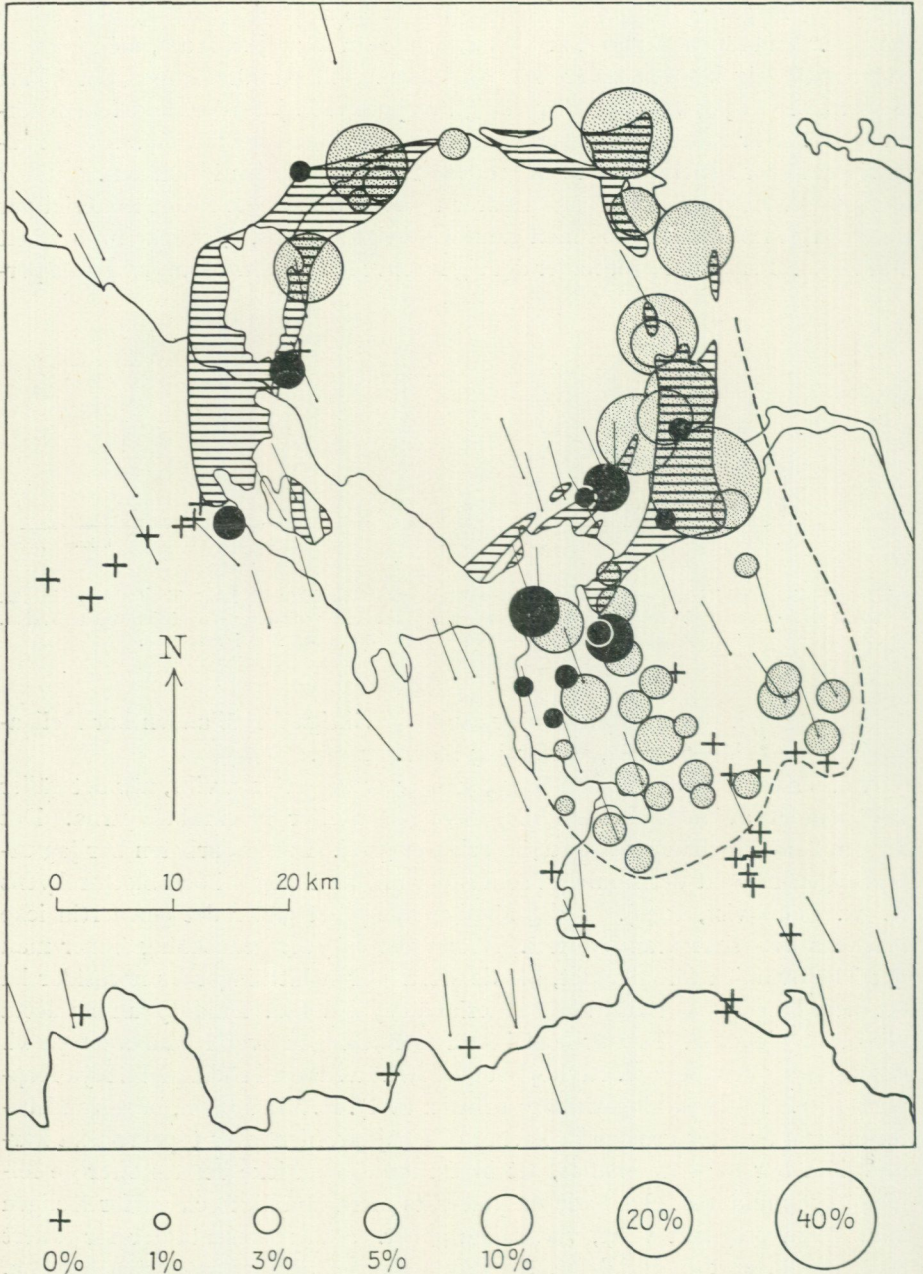


Fig. 20. Sambandet mellan kalkrik berggrund (enligt korrektion av P. E. Thorslund), kalkblock (svarta cirklar, i blockräkningar av G. Aminoff) och märelns CaCO₃-halt (prickade cirklar, enligt Hedström 1892, 1893); avse endast blockuppgift, den streckade linjen är Hedströms gräns för märelnområdet. Kartbilden visar att kalkblocken nedkrossas hastigt, i detta fall på 10 km, medan det finfördelade materialet (mjåla—ler etc.) håller sig c:a 20 km i moränen. Ur metodisk synpunkt bör denna blockkarta jämföras med sådana, där endast blockfrekvenserna äro kända.

Linjeprofilen ger endast en sida av de frågor som nu behandlats, men tyvärr tillåter materialet sällan, att man mera detaljerat ser förhållandena i plan. Figurerna 11—13 visade emellertid denna sak synnerligen väl. Man finner där, huru en ström rikare på sandstensblock, vilka här äro mera långtransporterade, följer den ena dalsidan, vidgar sig med dalen och därefter breder ut sig över den S därom belägna nordsluttningen. Man får här ett starkt

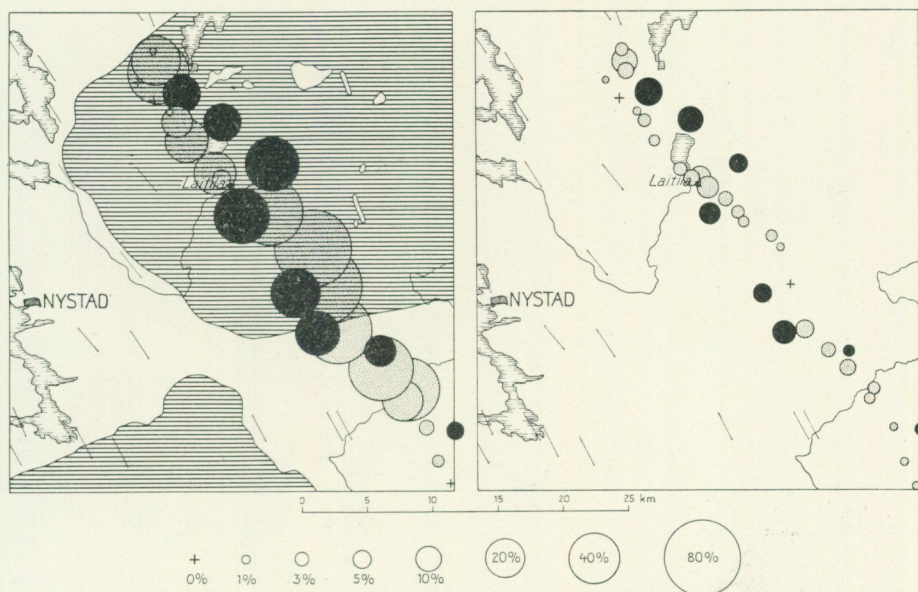


Fig. 21. Frekvensen av rapakiviblock (till vänster, rapakiviområdet helstreckat) och jotnisk sandsten (till höger) i ås (prickade cirklar) och i morän (svarta cirklar). Den första blocktypen visar lokalt material, den senare långtransporterat. Sammanställda efter Hellaakoski, 1930, räfflorna efter Geologisk karta över Finland i 1 : 200,000.

intryck av, att ett nära samband råder mellan blockströmmar och topografi. Ett liknande fall har ju som historiken sid. 7 utvisade redan framlagts av Gumælius (1889). Just dessa detaljförlopp av blockströmmarna synas mig av stor vikt för bedömandet av blockspridningen. Ofta har förr framhållits den brist på överensstämmelse som råder mellan blocktransport och räffelriktning. Nedslående resultat ha som historiken antyder Aminoff, Gagel, Geijer o. a. erhållit och givit uttryck åt. Och erkännas bör också, att de stora handböckernas översiktbilder över »blocksolfjädrarna» knappast verka uppmunrande för fortsatta arbeten på området. Men jag tror dock, att principen för denna till synes abnorma spridning utan samband med räffelriktningen kan förklaras tack vare en del erfarenheter i det föregående. Jag hänvisar då dels till Siljansforskartorna (fig. 11—13), dels till glimmerskiffrens spridningsbild (fig. 18). Båda visa, hur blockströmmen väl ansluter sig till topografien. Och fig. 18 visar en annan detalj. Inom den mera proximala delen av spridningsområdet går blockströmmen rakt i räffelriktningen. Men där dalen vidgar sig,

breder blockströmmen ut sig, utan att en lika skarp förändring i räffelriktningen framträder.

Om vi nu sammanfatta och avläsa den bild som blockspridningen i de nämnda fallen ger, så blir det helt enkelt följande. Räffelriktningarna visa föga sam-

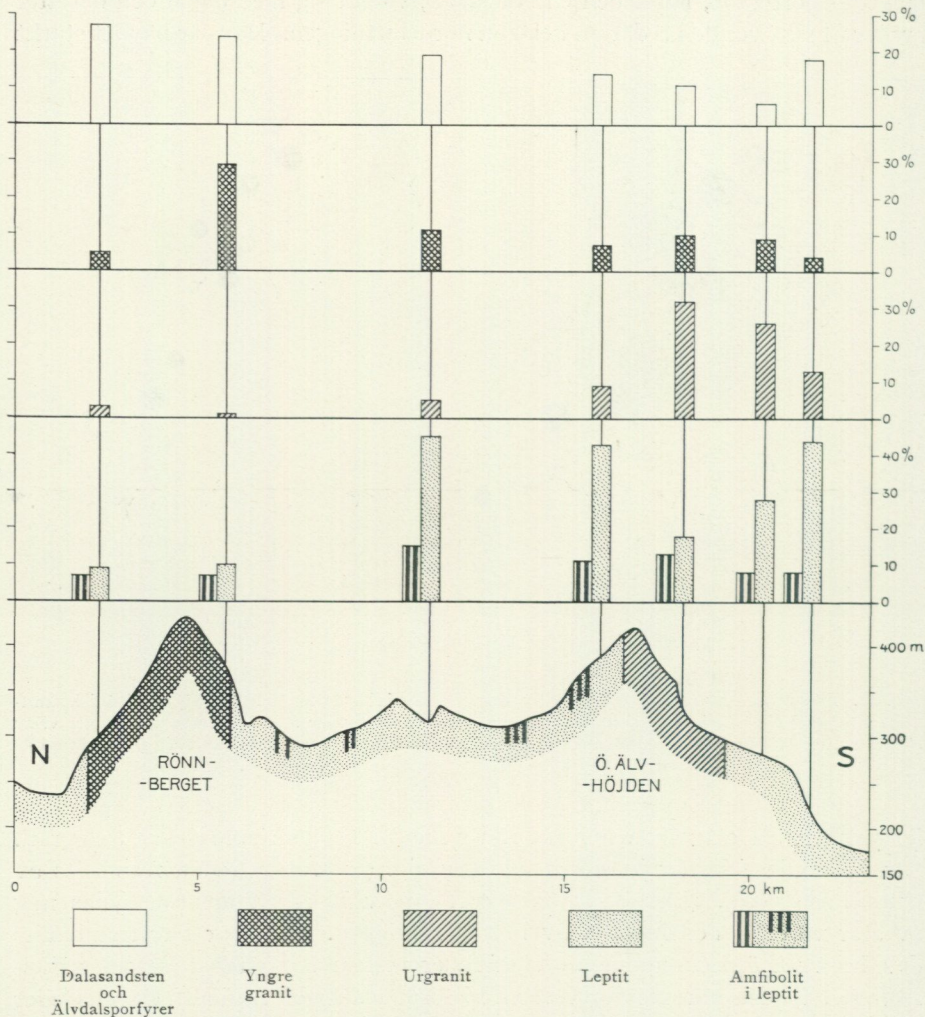


Fig. 22. Sambandet mellan blockfrekvens, berggrund och topografi längs en profil över Rönnberget (bl. Grängesberg)—Ö. Älvhöjden (bl. Nya Kopparberget). Översta stapelraden (sandsten och porfyrer) är av säkert långtransporterat material, de övriga av mera lokal art. Sammanställd efter N. H. Magnussons blockräkningar och geologiska kartbladen.

band med topografien men blockströmmarna följa den väl. Därför måste en mycket stor del av blockspridningen ha skett, medan isen var stadd i framryckning och endast uppfyllde dalarna. Det kan invändas, att samma situation förefanns under isavsmältningen. Men så var icke fallet. En utredning, jag gjort över dåtida förhållanden (Lundqvist, 1935), visar nämligen, att lan-

dets högsta toppar framsmälte ungefär samtidigt i Bergslagen och i norra Dalarna. Landisens matningsområde var sålunda redan nästan dött, då endast dalstråken i Bergslagen voro isfyllda.

Under isens framryckning måste sålunda isströmmarna böja av efter topografien. I idealfallen komma de alltså att dichotomiskt grenas sig för varje mera framträdande höjdområde. En schematisk bild av förloppet skulle då bli i enlighet med fig. 23. Vi se därav, att med naturnödvändighet blocken komma att från den fasta klyften sprida sig allt längre från räffelriktningen genom

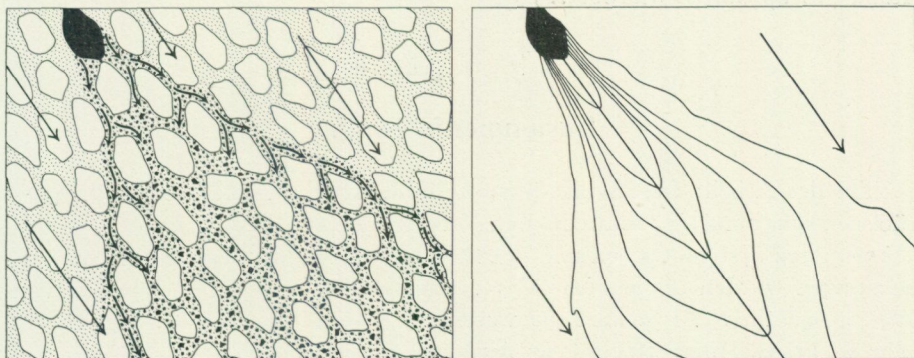


Fig. 23. Schematisk framställning av blockspridningen (grovprickat) från ett visst berg (svart); inom en småkullig terräng, där landisen (prickad) ännu ej överskridit höjderna. Isströmmarna (små pilar, uttride endast inom spridningsområdets yttergränser) tudelas av varje höjd, varför blockströmmen delvis successivt flyttas snett mot räffelriktningen (stora pilar). Den högra figuren belyser ekvifrekvensernas samt kärnlinjens förlopp i samma fall.

fasta klyften. Och bilden i sin helhet överensstämmer med de empiriska solfjädrarna. En närmare granskning av det ideala spridningsförloppet visar även, att en god del material förflyttas inåt kärnlinjen. Frekvenserna längs denna komma därför att bli höjda.

Det är naturligtvis ingalunda min mening, att »blocksvansarna», så som de nu föreligga i naturen, äro resultatet enbart av ovan skisserade processer. Allteftersom landisen tillväxte nådde den högre upp och förde material från dalarna upp över höjderna. Därigenom ha de primära och mera enkla förhållandena komplicerats. Det kan därför numera vara nog så svårt att urskilja kärnan i de ganska utsuddade ursprungliga spridningsbilderna. Men som ett principiellt viktigt resultat av ovanstående granskning kvarstår, att man vid de geografiska blockundersökningarna icke får släppa kontakten med topografien.

Med tillhjälp av de hittills framlagda erfarenheterna kan man nå ganska långt i kunskapen om blockspridning och blockfrekvens. Men ännu känner man intet om sambandet mellan frekvens och uppsamlingssträcka för olika bergarter. Det är ju givet att ju längre sträcka isen passerar ett visst bergartsområde dess mera material hinner den plocka därifrån. Erfarenheten visar, att om icke moränen är av den fullkomligt lokala typen, alltså, då blocken äro 90—100 % av underliggande berggrund, nå blocken från närmaste berggrund

knappast över 80 % (jfr Lundqvist, 1930, Sandegren, 1933). Genomsnittligt torde man alltså få räkna med c:a 20 % mer långtransporterat material. Men hur det växlar efter matningsområdets längd måste närmare klarläggas. Först då blir det möjligt att giva en allmän bild över hela landets blockfördelning. Ehuru en sådan karta ligger ganska långt fram i tiden, böra de första försöken att nå fram dit icke uppskjutas. Kan så detta arbete kombineras med kemiska undersökningar över de olika moräntyperna bör en god föreställning kunna erhållas om Sveriges jordarter. I ett följande arbete skola en del av de här framlagda uppslagen utarbetas.

Zusammenfassung.

Titel der Arbeit: Geschiebeuntersuchungen. Historik und Methodik. (Betrückichtigung nur der schwedischen Verhältnisse.)

Die ersten systematischen und mit Zählungen verbundenen Geschiebeuntersuchungen wurden schon Mitte des vorigen Jahrhunderts von Hampus von Post ausgeführt. Bis etwa 1900 waren solche Geschiebeuntersuchungen ein sehr wichtiges Hilfsmittel in der Ausforschung mehrerer quartärgeologischen Probleme. Besonders im mittleren Schweden suchte man nach Zusammensetzung und Ursprung des Materials von Moräne und den glazifluvialen Ablagerungen (Hampus von Post, 1855, 1856, 1862, Gumælius 1871, 1874, 1876, 1885, Karlsson, 1877 u. a.). Im südlichen Schweden (Schonen u. s. w.) studierte man eifrig die verschiedenen Eisströme und konnte bald drei solche bestimmen: den älteren und den jüngeren baltischen sowie den nordöstlichen Eisstrom (Holmström, 1865, 1867, 1873, G. De Geer, 1884, 1887, Lundbohm, 1887, 1888). Im nördlichen Schweden wurden nach Hörbye (1859) sporadische Untersuchungen über die Eisstromrichtungen ausgeführt. Erst später wagte man aber die Konsequenz davon zu ziehen, nämlich das Vorkommen einer Eisscheide, die östlich von den Hochgebirgsketten lag, festzustellen; später wurde bewiesen, dass zwei Lagen derselben unterschieden werden können (Högbohm 1885, 1893, De Geer 1889, Lidén 1913).

Bei diesen hier kurz angeführten Untersuchungen, die selbstverständlich grosse Komplexe umfassten, bildeten die Geschiebestudien die feste Unterlage. Anfangs wurde mit dem örtlichen (Hampus von Post, Gumælius u. a.), später aber mit von weiter her transportiertem Material, also mit Leitgeschiebe (Holmström, De Geer, Lundbohm u. a.) gearbeitet. Die wichtigsten Leitgeschiebe waren Dalaporphyre, Åländische Gesteine und andere. Bei näheren Untersuchungen, besonders von Dünnschliffen derselben, fand man aber, dass die klassischen Leitgeschiebe eigentlich Kollektivbegriffe sind, die auf verschiedene, einander ähnliche Typen von verschiedenen Ursprungsorten verteilt werden können (Hedström, 1894, 1895, Geijer, 1922 a, Asklund, 1924, Milthers, 1933).

Im letzten Dezennium umfassen Geschiebeuntersuchungen wieder einen be-

deutenden Teil der Arbeiten der Geologischen Landesanstalt Schwedens (Granlund, 1928, Magnusson, 1929, Lundqvist, 1930, 1931, 1932, 1933, Sandegren, 1933) und der Erzforschungen in Nordschweden.

*

Die Methodik der Geschiebezählungen stammt von Hampus von Post (1855). Ausdrucksmittel der Frequenzen waren für ihn die Relativzahlen. Später versuchte man, absolutere Methoden einzuführen: Anzahl pro Volumen (De Geer, 1884, Sahlström, 1910, vgl. meine Figuren 2, 3 und 4), Anzahl pro bestimmtes Gewicht, wovon die relativen Werte ausgerechnet werden (Lundbohm, 1888), Anzahl pro 5 m² mit Benutzung eines Tonnenbandes (Tamm, 1915). Sämtliche erwiesen sich aber als zu umständlich und blieben ohne Erfolg.

Eine alte Erfahrung bei Geschiebeuntersuchungen lehrt, dass grössere Geschiebe in anderen Mengenverhältnissen vorkommen als kleinere (z. B. Atterberg, 1905 a). Es scheint mir darum wichtig, die Grösse, die für eine zahlenmässige Darstellung des Materials geeignet ist, ausfindig zu machen. Die Figuren 5 und 6 zeigen die Resultate von Geschiebezählungen, die auf den angegebenen Korngrössen > 40 cm, 40—20 cm, 20—10 cm, 10—5 cm, 5—2.5 cm und < 2.5 cm ausgeführt worden sind. Man ersieht daraus, dass die Grössen 2.5—10 (—20) cm einen guten Durchschnittswert geben dürften.

Um einen guten Überblick über die verwirrenden Zahlenmengen der Geschiebezählungen zu bekommen, ist die bildmässige Darstellung derselben von grösster Bedeutung. Gewöhnlich werden die Frequenzwerte sämtlicher Geschiebe pro Lokalität auf eine Karte eingetragen. Anfangs wurde für jede Lokalität ein 100-geteiltes Quadrat auf die Karte eingelegt und so viele der hundert Teile wie Prozente der entsprechenden Geschiebeart mit einem besonderen Zeichen ausgefüllt (Gumælius, 1871, Lundblad, 1927). Ein Beispiel wird auf Fig. 7 gezeigt.

Später benützte man statt Vierecke Kreise, die in 100 Teile geteilt wurden (Sahlström, 1910, Granlund, 1928, Magnusson, 1929). Doch auch diese Methode gibt ein unklares Bild, vgl. Fig. 8.

Es schien mir deshalb notwendig, nur einen Geschiebetypus auf jeder Karte anzugeben und die Frequenzen mittels flächenproportioneller Kreise auszudrücken (Lundqvist, 1930). In besonderen Fällen ist es aber besser, gleichgrosse Kreise mit Intensitätsbezeichnung zu benützen. Dies geschah auf Vorschlag des Kartenredakteurs M. Lundqvist bei Lundqvist, 1931. Vgl. auch Fig. 10 und 12 hier. Leider ist es aber mit grossen Schwierigkeiten verbunden, Bilder herzustellen, die sich für Reproduktion gut eignen.

Wenn ein dichteres Observationsnetz vorliegt, benütze ich von G. Aminoff vorgeschlagene Frequenzkurven, die ich auf Rat von Dr. N. Sundius Equifrequenzen genannt habe. Ein derartig gutes Material findet man aber sehr selten. Die Kurvenmethode an und für sich ist aber gut und ich benütze sie darum in Vereinigung mit den flächenproportionellen Kreisen (Fig. 14 und 18) oder der Intensitätsbezeichnung (Fig. 13).

*

Eine wichtige Aufgabe für die Geschiebeforschung ist das Studium der Widerstandsfähigkeit, der Resistenz der verschiedenen Gebirgsarten. Ein erster Versuch einer experimentellen Lösung wurde von Erdmann, 1879, ausgeführt. Figur 15 basiert auf meine Bearbeitung seines Materials; sie zeigt das Verschwinden von 1 kg der genannten Geschiebearten durch Wassererosion.

Schwieriger ist es, die Geschwindigkeit der Zertrümmerung durch das Landeis experimentell darzustellen. Eine annähernde Vorstellung davon dürfte man aber durch die Relativzahlen der Geschiebezählungen bekommen, die also das sukzessive Verschwinden der Geschiebe von den benützten Grössen zeigen. Ich habe darum vom Anstehen des Gesteins längs der Kernlinie (die Mittellinie des Zerstreungsfeldes, wo die grössten Frequenzen vorkommen) eine Profilinie gelegt und auf diese die höchsten naheliegenden Frequenzwerte projiziert. Die hier angeführten Kurven beziehen sich auf kambrischen Sandstein, Fig. 16, Alaunschiefer, Fig. 17, und Glimmerschiefer, Fig. 19. Sie geben eine gute Vorstellung über die relative Resistenz der verschiedenen Gesteinsarten.

Selbstverständlich kommen Geschiebe von kleineren Grössen auch in grösserer Entfernung des Anstehens vor. Fig. 20 zeigt die Verbreitung von Kalkgeschiebe (schwarze Kreise) im Anschluss an das Kalksteingebiet Dalekarliens, sowie den Kalkgehalt der anschliessenden Mergeltone (punktierte Kreise). Kalkgeschiebe—Kalkschlamm repräsentieren also die Extreme hinsichtlich der Geschiebeverbreitung.

Der Zusammenhang zwischen Berggrund und Geschiebegehalt der Moräne und der glazifluvialen Ablagerungen von sowohl lokalem (Rapakivi) als auch ferntransportiertem Material (Sandstein) wird nach den Analysen Hellaakoskis (1930) auf Fig. 21 gezeigt.

Eine andere Darstellung des Geschiebewechsels von Berggrund und Moräne gibt Fig. 22.

Die Geschiebeuntersuchungen wiesen bei näherer Analyse eine besondere Abhängigkeit der Geschiebeverbreitung von der Topographie auf. Sie gaben also eine Erklärung für die bekannte mangelnde Übereinstimmung zwischen Schrammenrichtung und Geschiebeverbreitung (vgl. Woldstedt, 1929, S. 62). Wenn die Höhen breiter sind, wird der Zerstreungswinkel grösser und umgekehrt. Ich erkläre mir dies folgendermassen: jede Höhe wirkt anfangs, wenn das Eis noch dünn ist, als ein Stromzerteiler. Durch wiederholte dichotomische Zerteilung des Eisstroms wird das Material seitwärts verschoben (Fig. 23: schwarz = Berggrund, fein punktiert = eisbedeckt, grob punktiert = Geschiebefeld, unregelmässige, weisse Flächen = Höhen, grosse Pfeile = Schrammenrichtung, kleine Pfeile = äussere Eisstromrichtungen; rechts Equifrequenzen und Kernlinie desselben Verbreitungsgebiets). Hieraus ergibt sich von selbst, dass die wichtigste seitliche Zerstreung der Geschiebe im Gegensatz zu der früheren Annahme beim ersten Vorstoss des Eises stattfand. Dies stimmt gut überein mit meiner Auffassung vom Abschmelzen des Landeises (Lundqvist, 1935). Selbstverständlich wird das erste scharfe Verbreitungsbild bei der Überschreitung der Höhen von dem Eis etwas ausgeglichen.

Litteratur.

- Aminoff, G., 1903. Om Elfdalsporfyrearnas utbredning som block i östra Sverige. Geol. Fören. Förhandl., Bd 25.
- , 1913. Några iakttagelser angående dalaporfyrearnas spridningssätt. (I första manuskript.)
- Andersson, J. G., 1893. Über Blöcke aus dem jüngerer Untersilur auf der Insel Öland vorkommend. Öfvers. af K. Vet. Akad. Förhandl. årg. 50, N:o 8.
- Asklund, B., 1924. Målarporfyrearnas läge och sandstensområdet på Ekerö. Geol. Fören. Förhandl., Bd 46.
- Atterberg, Albert, 1905. De klastiska jordbeståndsdelarnas terminologi. Geol. Fören. Förhandl., Bd 27.
- , 1905 a. De lösa jordlagren vid Stora Rör på Öland. Geol. Fören. Förhandl., Bd 27.
- Carlzon, Carl, 1913. Inlandsisens recession mellan Bispgården och Stugun i Indalsälvens dalgång i Jämtland. Geol. Fören. Förhandl., Bd 35.
- Daly, Reginald Aldworth, 1934. The changing world of the Ice Age. Yale University Press. New Haven.
- De Geer, G., 1884. Om den skandinaviska landisens andra utbredning. Geol. Fören. Förhandl., Bd 7 och S. G. U., Ser. C, N:o 68.
- , 1887. Beskrifning till kartbladet Lund. S. G. U., Ser. Aa, N:o 92.
- , 1889. Om isdelarens läge under Skandinaviens begge nedisningar. S. G. U., Ser. C, N:o 101 och Geol. Fören. Förhandl., Bd 11.
- , 1919. Om moränmaterial i sekundärt läge. Geol. Fören. Förhandl., Bd 41.
- , 1932. Stockholmstraktens kvartärgeologi. S. G. U., Ser. Ba, N:o 12.
- Erdmann, A., 1868. Bidrag till kännedomen om Sveriges Quartära Bildningar. S. G. U., Ser. C, N:o 1.
- Erdmann, E., 1879. Bidrag till kännedomen om rullstenars bildande. Ett geologiskt experiment. Geol. Fören. Förhandl., Bd 4.
- Fegreaus, T., 1886. Studier öfver de kvartära bildningarne på Gotland. I. Flyttblocken. Geol. Fören. Förhandl. Bd. 8.
- Fredholm, K. A., 1891. Bidrag till kännedomen om de glaciala företeelserna i Norrbotten. S. G. U., Ser. C, N:o 117 och Geol. Fören. Förhandl., Bd 13.
- Gagel, C., 1914. Probleme der Diluvialgeologi. Branca-Festschrift.
- Geijer, Per, 1917. Bidrag till frågan om blocktransportriktningarna inom Jukkasjärvi malmtrakt. S. G. U., Ser. C, N:o 282.
- , 1922. Block av sevebergarter vid Kiruna. Geol. Fören. Förhandl., Bd 44.
- , 1922 a. Problems suggested by the Rocks of Jotnian and sub-Jotnian Age. Geol. Fören. Förhandl., Bd 44.
- Granlund, E., 1928. Beskrifning till kartbladet Filipstad (av Nils H. Magnusson och E. Granlund). S. G. U., Ser. Aa, N:o 165.
- Gumælius, O., 1871. Bidrag till kännedomen om Sveriges erratiska bildningar, samlade å geologiska kartbladet »Örebro». Öfversigt af K. Vet. Akad. Förhandl. årg. 28, N:o 5.
- , 1874. Om mellersta Sveriges glaciala bildningar. I. Om krosstensgrus, glacial-sand och glaciärra. Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd 2 och S. G. U., Ser. C, N:o 11.
- , 1876. Om mellersta Sveriges glaciala bildningar. II. Om rullstensgrus. Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd 4, N:o 3 och S. G. U., Ser. C, N:o 16.
- , 1885. Stenräkning i Upsala- och Enköpingsåsarne. Geol. Fören. Förhandl., Bd 7.
- , 1889. Meddelanden från Kantorp. Geol. Fören. Förhandl., Bd 11.
- Hausen, H., 1911. Stenräkningar på Åland. Geol. Fören. Förhandl., Bd 33.
- , 1912. Data beträffande frekvensen af jotniska sandstensblock i de mellanbaltiska trakternas istidsafsläringar. Geol. Fören. Förhandl., Bd 34.

- Hedström, Herman, 1892. Berättelse öfver praktiskt geologiska undersökningar inom Kopparbergs län, som med understöd af länets Hushållningssällskap blifvit utförda sommaren 1891. Mergelundersökningar. I. Skrifvelser och motioner, inkomna till Kopparbergs läns landsting 1892, sid. 14—46.
- , 1893. Redogörelse för de praktiskt geologiska undersökningar, som med understöd af Kopparbergs läns Hushållningssällskap blifvit utförda i Dalarne sommaren 1892. Mergelundersökningar II. Kopparbergs Hushållningssällskaps Handlingar. H. 2, sid. 120—133.
- , 1894. Studier öfver bergarter från morän vid Visby. Geol. Fören. Förhandl., Bd 16.
- , 1895. Om block af postarkäiska eruptiva Östersjö-bergarter från Gotska Sandön. Geol. Fören. Förhandl., Bd 17.
- Hellaakoski, A., 1930. On the transportation of Materials in the esker of Laitila. Fennia, Bd 52.
- Holmström, L., 1865. Märken efter istiden iakttagna i Skåne. Malmö. Diss.
- , 1867. Iakttagelser öfver istiden i södra Sverige. Lunds Universitets årsskrift.
- , 1873. Öfversigt af bildningar från och efter istiden vid Klågerup i Malmöhus län. Öfversigt af K. Vet. Akad. Förhandl., årg. 30, N:o 1.
- , 1901. Otto Torell. Minnesteckning. Geol. Fören. Förhandl., Bd 23.
- Holst, N. O., 1888. Hvem fann den norrländska andesiten? Geol. Fören. Förhandl., Bd 10.
- , 1890. Ryoliten vid sjön Mien. Sv. Geol. Unders. Ser. C, N:o 110.
- , 1911. Alnarps-floden. En svensk »Cromer-flod». S. G. U., Ser. C, N:o 237.
- Högbom, A. G., 1885. Glaciala och petrografiska iakttagelser i Jemtland. Praktiskt geologiska undersökningar inom Jemtlands län. I. S. G. U., Ser. C, N:o 70.
- , 1892. Studier öfver de glaciala aflagringarna i Upland. Geol. Fören. Förhandl., Bd 14.
- , 1893. Om interglaciala aflagringar i Jemtland. Geol. Fören. Förhandl., Bd 15.
- Högbom, Alvar, 1925. Glacialgeologiska iakttagelser från Ångermanälvens källområde. S. G. U., Ser. C, N:o 328.
- , 1931 a. Om moränblock och blocktransport ur praktisk-geologisk synpunkt. Geol. Fören. Förhandl., Bd 53.
- , 1931 b. Praktiskt-geologiska undersökningar inom Jokkmokks socken sommaren 1930. S. G. U. Ser. C, N:o 369.
- Hörbye, I. C., 1859. Fortsatte Iakttagelser over de erratische Phænomenener. Nyt Mag. f. Naturvidenskaberne. Christiania. Bd X, 3, p. 232—261.
- Karlsson, V., 1877. Beskrivning till kartbladet »Claestorp». S. G. U., Ser. Aa, N:o 62.
- Lidén, Ragnar, 1913. Geokronologiska studier öfver det finiglaciala skedet i Ångermanland. Sv. Geol. Unders. Ser. Ca. N:o 9.
- Lindström, Axel, 1878. Beskrifning till Kartbladet »Herrevadskloster». S. G. U., Ser. Aa, N:o 67.
- Lundblad, K., 1927. Geologi, jordmån och vegetation inom Siljansfors försökspark i Dalarna. Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare XII.
- Lundbohm, Hjalmar, 1887. Beskrifning till kartbladet Halmstad. S. G. U., Ser. Ab, N:o 12.
- , 1888. Om den äldre baltiska isströmmen i södra Sverige. Geol. Fören. Förhandl., Bd 10 och S. G. U., Ser. C, N:o 95.
- Lundqvist, G., 1930. Beskrivning till kartbladet Malingsbo (av A. Högbom och G. Lundqvist). S. G. U., Ser. Aa, N:o 168.
- , 1931. Beskrivning till kartbladet Lugnås (av G. Lundqvist, A. Högbom och A. H. Westergård). S. G. U., Ser. Aa, N:o 172.
- , 1932. Beskrivning till kartbladet Nya Kopparberget (av N. H. Magnusson och G. Lundqvist). S. G. U., Ser. Aa, N:o 175.
- , 1933. Beskrivning till kartbladet Grängesberg (av N. H. Magnusson och G. Lundqvist). S. G. U., Ser. Aa, N:o 177.

- Lundqvist, G., 1935. Isavsmältningen inom Bergslagen. Geol. Fören. Förhandl., Bd 57.
- Magnusson, Nils H., 1929. Beskrivning till kartbladet Nyed (av Nils H. Magnusson och Gunnar Assarsson). S. G. U., Ser. Aa, N:o 144.
- Milthers, V., 1933. Leitgeschiebe auf Gotland und Gotska Sandön sowie die Heimat der Ostseeporphyre. Geol. Fören. Förhandl., Bd 55.
- Munthe, Henrik, 1886. Iakttagelser öfver kvartära bildningar på Gotland. Geol. Fören. Förhandl., Bd 8.
- , 1889. Iakttagelser öfver kvartära aflagringar på Bornholm. Geol. Fören. Förhandl., Bd 11.
- Nathorst, A. G., 1885. Beskrifning till Kartbladet Trolleholm. S. G. U., Ser. Aa, N:o 87.
- Nilsson, S., 1847. Skandinavisk fauna. Första delen: Däggdjuren. Andra omarbetade upplagan. Lund.
- Pettersen, Karl, 1882. Det nordlige Norge under Glaciertiden og dennes afslutning. I—II. Tromsø Museums Aarshefter. V, s. 64—92.
- , 1884. Det nordlige Norge under den glaciële og postglaciële tid. III—VII. Tromsø Museums Aarshefter, VII, s. 1—46.
- von Post, Hampus, 1855. Om sandåsen vid Köping i Westmanland. K. Vet.-Akad. Handl. för år 1854, sid. 345. Stockholm 1856.
- , 1856. Om kross-stensbäddar i Skedvi socken. Öfvers. af K. Vet.-Akad. Förhandl. Trettonde årgången. 1856 (1857).
- , 1862. Glacierlager vid Strökärr i Södermanland, blottade vid genomgräfningen för Vestra Jernvägen. Öfvers. af K. Vet. Akad. Förhandl., årg. 19.
- Sahlström, K. E., 1910. Ett drumlinområde i Närke. S. G. U., Ser. C, N:o 222.
- Sandegren, R., 1927. Beskrivning till kartbladet Lurö. S. G. U., Ser. Aa, N:o 166.
- , 1933. Beskrivning till kartbladet Karlstad (av N. H. Magnusson och R. Sandegren). S. G. U., Ser. Aa, N:o 174.
- Schön, Ernst, 1911. Om fynd af silurblock utanför Sundsvall. Geol. Fören. Förhandl., Bd 33.
- Svenonius, F., 1888. Andesit från Norra Dellen i Helsingland. 1. Geol. Fören. Förhandl., Bd 10.
- , 1889. Hvem fann den norrländska andesiten? Genmäle. Geol. Fören. Förhandl., Bd 11.
- v. Szadeczky-Kardoss, E., 1932 och 1933. Flusschotteranalyse und Abtragungsgebiet. Mitteilungen der berg- u. hüttenmännischen Abteilung an der Kgl. ung. Hochschule für Berg- und Forstwesen zu Sopron, Ungern, 1932, Bd IV, pag. 204—241 och 1933, Bd V: 2, pag. 249—271. (Även ungersk rubrik på tidskr.).
- Tamm, O., 1915. Några iakttagelser angående Mälarsandstenen. Geol. Fören. Förhandl., Bd 37.
- Torell, Otto, 1859. Bidrag till Spitsbergens molluskfauna. Jämte en allmän öfversigt af arktiska regionens naturförhållanden och forntida utbredning. I. Stockholm. Diss.
- Törnebohm, A. E., 1862. Några ord till upplysning om bladet »Södertelje». S. G. U., Ser. Aa, N:o 4.
- , 1878. Om Granholmen i Mälaren. Geol. Fören. Förhandl., Bd 4.
- , 1891. Några observationer rörande blocktransporten inom det centrala Skandinavien. Geol. Fören. Förhandl., Bd 13.
- Wiman, C., 1902 (1903). Studien über das nordbaltische Silurgebiet. I. Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. VI.
- Woldstedt, P., 1929. Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Diluviums. Stuttgart.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

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

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

Ser. Ba. Översiktskartor.

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

Ser. C.

Årsbok 24 (1930).

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

Årsbok 25 (1931).

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

Årsbok 26 (1932).

Pris kr.

- N:o 373 GRANLUND, ERIK, De svenska högmossarnas geologi. Deras bildningsbetingelser, utvecklingshistoria och utbredning jämte sambandet mellan högmossbildning och försumpning. Resümee: Die Geologie der schwedischen Hochmoore. Ihre Bildungsbedingungen, Entwicklungsgeschichte und Verbreitung, sowie der Zusammenhang von Hochmoorbildung und Versumpfung. 1932. 4,00
- » 374 SUNDIUS, N., Über den sogenannten Eisenanthophyllit der Eulysite. 1932 0,50
- » 375 BESKOW, G., Tjälbildningen och tjällyftningen med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. Summary: Soil Freezing and Frost heaving. 1935 5,00

Årsbok 27 (1933).

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

Årsbok 28 (1934).

- N:o 381 WESTERGÅRD, A. H., En kvartär Stromatolitkalksten från Bohuslän. Med 13 tavlor. Summary: A Quaternary Stromatolitic Limestone from Bohuslän, Sweden. 1934 2,00
- » 382 ASKLUND, B. och THORSLUND, P., Fjällkedjerandens bergbyggnad i norra Jämtland och Ångermanland. Med 4 tavlor. 1935 2,00
- » 383 ARRHENIUS, O., Fosfathalten i skånska jordar. Med 4 tavlor. Summary: The Phosphate content in Scanian soils. 1934 3,00
- » 384 GRANLUND, E. och WENNERHOLM, S., Sambandet mellan moräntyper samt beständs- och skogstyper i Västerbottens lappmarker. 1935 2,00
- » 385 HÄGG, R., Die Mollusken und Brachiopoden der schwedischen Kreide. 2. Kullemölla, Lyckås, Kåseberga und Gräsryd. Mit 10 Tafeln. 1935 2,00

Årsbok 29 (1935).

- N:o 386 LUNDEGREN, ALF, Die stratigraphischen Ergebnisse der Tiefbohrung bei Kullemölla im südöstlichen Schonen. Vorläufiger Bericht. Mit 1 Tafel. 1935 1,00
- » 387 ASKLUND, B., Stratigrafien inom södra Lapplands kvartsit-sparagmitbildningar i Långseleåns och Korpåns dalgång. Med 1 tavla. 1935 2,00
- » 388 THORSLUND, P. och ASKLUND, B., Stratigrafiska och tektoniska studier inom Föllingeområdet i Jämtland. Med 3 tavlor. English Summary: Stratigraphical and Tectonical Studies in the Föllinge Area in Jemtland. 1935. 2,00
- » 390 LUNDQVIST, G., Blockundersökningar. Historik och metodik. Zusammenfassung: Geschiebeuntersuchungen. 1935 1,00
- » 391 ASKLUND, B., Gästrikländska fornstrandlinjer och nivåförändringsproblemen. Med 3 tavlor. 1935. 3,00
- » 392 SUNDIUS, N., On the Origin of late magmatic Solutions containing Magnesia, Iron, and Silica. 1935 0,50

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

- N:o 22 GRIJER, PER, Gällivare malmfält. Geologisk beskrivning. Med 4 tavlor. With a summary: Geology of the Gällivare iron ore field. 1930 . . 10,00
- » 23 MAGNUSSON, N. H., Långbans malmtrakt. Geologisk beskrivning. Med 10 tavlor. Summary: The iron and manganese ores of the Långban district. 1930 8,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 1.*