

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SERIE C NR 629 AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER ÅRSBOK 61 NR 14

PER GEIJER
PROBLEMEN KRING
MALMBROTTSTYCKENA
I KIRUNAS HÄNGVÄGGSPORFYR

ENGLISH ABSTRACT

MED EN TAVLA



STOCKHOLM 1968

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 629

ÅRSBOK 61 NR 14

PER GEIJER
PROBLEMEN KRING
MALMBROTTSTYCKENA
I KIRUNAS HÄNGVÄGGSPORFYR

ENGLISH ABSTRACT

MED EN TAVLA

STOCKHOLM 1968

Manuskriptet mottaget 13 nov. 1967

Redaktör: Per H. Lundegårdh

Stockholm 1967

Kungl. Boktryckeriet P. A. Norstedt & Söner

ABSTRACT

Already at the first geological investigations in the Kiruna district (Lundbohm and Bäckström 1898) it was observed that the porphyry which forms the hanging wall of the large sill-shaped iron ore bodies of Kiirunavaara and Luossavaara carries numerous inclusions of ore, identical in all respects with the ore of these deposits. This was interpreted as showing that the hanging wall unit, whose extrusive nature was understood, had formed later than the ore bodies mentioned, which, in consequence, were regarded as formed at the surface. Later, however, this interpretation became untenable, as it was found that the ore bodies had been emplaced by intrusion.

A compilation of old and new observations on the inclusions has resulted in the following interpretation. With the exception of occurrences in the southeastern part of the area for which no plausible explanation appears possible at present, the inclusions occur within a belt, 200 to 350 or 400 m in thickness, extending from Mt Luossavaara southwards to the middle of Mt Kiirunavaara. Inclusions of the older porphyries which form the foot wall of the ore bodies also occur in this belt. This porphyry unit is interpreted as probably a pyroclastic flow, the most weighty argument for this view being the lenses or bands of agglomerate included in it. Frequency, size, and angularity of the ore inclusions all decrease southwards from Mt Luossavaara. The place of origin of these fragments appears to have been situated above the present surface of erosion, somewhat N or NNE of the summit of Mt Luossavaara. They probably stem from an otherwise unknown ore body, now removed by erosion, although a derivation from the Luossavaara ore body may not be definitely excluded.

INNEHÅLL

1. Inledning	5
2. Malmbrottstyckena i den malmgenetiska diskussionen	6
3. Porfyren	8
4. Malmbrottstyckenas natur	11
5. Förekomsterna av malmbrottstycken	12
5.1. Observationsmaterialet	12
5.2. Luossavaara	12
5.3. Söder om Luossavaara	20
6. Genombrottsställets läge	22
7. Den vulkanologiska aspekten och brottstyckenas spridning	25
8. Referenser	32
Anmärkningar till Tavla 1	34

1. INLEDNING

Förekomsten av brottstycken av järnmalm, av samma natur som i Kiirunavaaras och Luossavaaras stora malmkroppar, uti den kvartsförande porfyr som bildar dessa malmers hängande utgör ett bokstavligen iögonfallande inslag i områdets geologi, främst genom de talrika moränblock i vilka dylika inneslutningar av svartblå malm skarpt kontrasterar emot den omgivande porfyrens vanligen ljusröda vittringsyta. Företeelsen uppmärksammades också vid de första geologiska undersökningarna i trakten (Lundbohm 1898), och den kom att spela en mycket viktig — och missledande — roll i den livliga malmgenetiska diskussionen under de närmast följande åren. De då berörda problemen angående malmernas bildningssätt har för länge sedan fått sin lösning, oberoende av att de med brottstyckeförekomsterna förknippade frågorna aldrig har blivit tillfredsställande besvarade. Det intresse, som fortfarande är förbundet med företeelsen, är sålunda i huvudsak begränsat till lokala problem: till de upplysningar som den kan lämna rörande det centrala Kirunaområdets geologiska historia. Härvidlag möter två skilda problem. Det ena gäller brottstyckenas härkomst, vilken fråga knappast längre har uppmärksammats sedan företeelsen avförts såsom faktor i den malmgenetiska diskussionen. Det andra problemet åter rör den vulkanologiska utvecklingen, ett ämne som skulle vara intressant nog i och för sig, även utan de malmbildningar som utgör dess märkligaste inslag. Förekomsten av malmbrottstycken är ett av de få drag, som kan ge upplysningar, eller åtminstone antydningar, om uppbyggnaden av det stora området av hängväggsporfyr. Pågående undersökningar, främst genom borrhningar, lämnar ständigt nya upplysningar om det centrala Kirunaområdets geologi, vilka gör bilden mera detaljrik och samtidigt ställer geologerna inför nya problem. Men i denna bild framstår hängväggsporfyren alltså som en skäligen nyanslös enhet.

Till grund för den följande framställningen ligger i första hand mina fältdagböcker från deltagande under åren 1905—1909 i de av Luossavaara—Kiirunavaara Aktiebolag på initiativ av Hjalmar Lundbohm anordnade geologiska undersökningarna i Kirunatrakten. Den summariska översikt av ämnet, som tidigare lämnats på denna basis (Geijer 1910, s. 154), är i behov av väsentliga kompletteringar och korrigeringar. Trots alla sina ofullkomligheter, irriterande ur synpunkten av dagens vetenskapliga frågeställningar, är detta iakttagelsematerial ovärderligt såtillvida, att det även omfattar upplysande förekomster som numera har blivit oåtkomliga genom övertäckande varp, eller helt har försvunnit genom brytning. Till detta äldre material har kunnat läggas en del spridda iakttagelser från långt senare år. Vidare har Luossavaara—Kiirunavaara A.B.'s förvaltning i Kiruna genom S. Ljunggren och P. Forsell meddelat viktiga, i det följande refererade geologiska observationer, samt även i andra former underlättat arbetet.

För porfyrområdet ifråga användes här den hävdvunna lokala beteckningen hängväggsporfyren, som är händigare än »den kvartsförande porfyren» och som dessutom definierar med avseende på bergartens utbredning. Den syenitporfyriska och syenitiska bergartssvit under de stora malmerna, som utgör närmast äldre led i områdets geologiska historia, betecknas »liggvägskomplexet». För den över hängväggsporfyren följande serien av mer eller mindre omvandlade, malmförande vulkaniter, som ursprungligen kallats »Undre Haukiserien», användes »Haukikomplexet», medan för den överlagrande sedimentserien — »Övre Haukiserien» — i stället för denna lokala benämning bör användas den stratigrafiska beteckningen Vakkoserien.

2. MALMBROTTSTYCKENA I DEN MALMGENETISKA DISKUSSIONEN

Visserligen representerar, såsom redan framhållits, ovanstående ett avslutat vetenskapligt kapitel, men den på sin tid förda diskussionen illustrerar på ett lärorikt sätt huru en på fältgeologiska fakta baserad argumentation kan föra på avvägar genom att icke ta hänsyn till vissa möjligheter, vilka bedömts såsom alltför osannolika för att alls tagas med i räkningen. En återblick på denna diskussion ger också en lämplig orientering inför de nu aktuella frågorna.

När Bäckström (1898, jfr också Bäckström 1904) framförde sin hypotes, att bildningen av Kiirunavaaras malm skett pneumatolytiskt, genom på jordytan utströmmande vulkaniska gaser, ingick givetvis vetenskapen om malmbrottstyckena i dess förutsättningar. Också De Launays tolkning (1903), som kan betecknas såsom en utveckling och precisering av Bäckströms, utgår ifrån att malmkroppen har tillkommit före hängväggsporfyren. Vid Geologiska Föreningens i Stockholm stora diskussion »om våra järnmalmers bidningsätt», den 3 maj 1906, åberopades också malmbrottstyckena. Härom berättar mötesreferatet: »Hr Törnebohm framlade, såsom bevis för att malmen i Kiruna icke kan vara epigenetisk i förhållande till porfyren i dess hängande, ett par större stuffer af denna senare, innehållande flera brottstycken af malm» (G. F. F., Bd 28, s. 345). Det torra referatet ger emellertid ingen föreställning om den tyngd i mera än en mening, med vilken dessa porfyrstuffer, alldeles riktigt betecknade såsom »större», av Törnebohm presenterades i diskussionen. Scenen står för mig i livligt minne, även visuellt.

Redan följande år framkom emellertid nya synpunkter, i det att Stutzer (1907), stödd av vägande argument, framförde den tolkningen att malmkropparna är intrusiva. Förekomsten av malmbrottstycken i hängväggsporfyren innebar för Stutzer ingenting som var oförenligt med denna uppfattning. Han betraktade nämligen, i motsatts till tidigare iakttagare, samtliga de med

malmerna förbundna eruptiva bergarterna såsom intrusiva — han använde för dem, besynnerligt nog, alltigenom beteckningen »Gangporphyre». Från denna utgångspunkt kunde malmbrottstyckena enkelt förklaras så, att en del av dessa porfyrgångar var äldre än malmerna, men andra yngre. Någon närmare föreställning om porfyrområdets byggnad under denna förutsättning framgår ej av Stutzers framställning, som då det gäller sådana frågor ej alls är jämförlig med hans behandling av malmerna.

När jag ett par år senare hade att taga ställning till dessa frågor (Geijer 1910), utgick jag från följande resultat av mina undersökningar inom området. Jag hade beträffande bergarterna kommit till den bestämda uppfattningen att de — fränsett några porfyrgångar på Kiirunavaara, m. m. — är alltigenom ytbildningar, såsom redan Lundbohm och Bäckström hade tolkat dem. Vidare stod det klart att malmerna måste betecknas såsom magmatiska. Blotningarna på malmernas hängväggsgräns var då ännu föga tillfredsställande, och de kontaktföreteelser som kunde iakttagas där föreföll mig alltför obetydliga för att innebära bevis för malmernas av Stutzer förfäktade intrusiva natur. Summan av detta blev, att malmkropparna tolkades såsom extrusiva bildningar, ingående i den vulkaniska lagerföljden. Beträffande malmbrottstyckena framhölls, att något bevis för deras härkomst från någon av de kända malmkropparna ej förelåg — detta var, märkligt nog, en helt ny synpunkt. — en sådan ansågs dock sannolik. När några år senare bättre blotningar av hängväggsgränsen på Kiirunavaara hade övertygat även mig om malmkroppens intrusiva natur, blev slutsatsen ifråga om malmbrottstyckena den, att de måste härröra från en malmkropp, likartad med Kiirunavaaras men något äldre än denna (Geijer 1919, s. 21).

Förekomsten av malmbrottstyckena har emellertid en viss betydelse för tolkningen av malmernas uppkomst, därigenom att den, tillsammans med malmernas intrusiva uppträdande också gentemot hängväggsporfyren, markerar ett samband, även till tiden, emellan malmbildningen och denna kvartsförande porfyrs eruptioner. Det framstår då såsom mycket sannolikt, att Kiirunavaara- och Luossavaaramalmerna har tillkommit innan Haukikomplexets vulkanism, som är av helt annan karaktär än hängväggsporfyren, tog sin början. I så fall bestod det täcke, under vilket de nämnda malmkropparna intruderades, enbart av hängväggsporfyren; måhända hade de översta delarna av denna porfyrsvit ännu ej tillkommit. Detta täckes mäktighet över malmnivån ifråga är på Luossavaara delvis ej större än ca 350 m.

Denna anknytning till hängväggsporfyren gäller emellertid endast huvudmalmerna i Kiirunavaara och Luossavaara. För den till sin sammansättning något avvikande malmtyp, som representeras av Rektor- och Nokutusvaarafyndigheterna samt av de på de senaste åren upptäckta malmkropparna i samma trakt som dessa, ligger saken annorlunda till. Sålunda är Rektorsmalmen intruderad på gränsytan mellan den kvartsförande porfyren och det överliggan-

de Haukikomplexet, och det är tydligt att den hydrotermala omvandlingen av det sistnämnda måste ha varit långt framskriden redan vid tiden för denna intrusion (Geijer 1950). Denna malmtyp synes sålunda härröra från en distinkt senare malmbildningsperiod i Kirunaområdet än den av Kiirunavaara och Luossavaara representerade typen.

3. PORFYREN

För närmare data rörande denna bergarts kemiska och petrografiska karaktärer hänvisas till tidigare beskrivning (Geijer 1910). Här skall emellertid givas en översikt, tillräcklig för att det följande skall bli begripligt också utan utnyttjande av denna äldre framställning, varjämte en del nya synpunkter framföres. Agglomeratzonen på Luossavaara, som kräver utförligare behandling, skildras i samband med redogörelsen för brottsstyckeförekomsterna, och förbigås därför i detta sammanhang.

Hängväggsporfyren i Kirunaområdet är i allmänhet porfyrisk med strökorn av pertitisk alkalifältspat, ofta något rundade, av storleken ca 1 cm eller något mindre, mestadels isometriska; ofta förekommer också smärre, tjockt tavelformiga strökorn av samma karaktär. Grundmassan består av alkalifältspater och kvarts i ryolitiska proportioner, samt innehåller i övrigt såsom enda i detta sammanhang nämnvärda beståndsdel magnetit, vanligen till en mängd av några procent. Enligt de fyra förefintliga analyserna av porfyren växlar förhållandet mellan alkalierna i en utsträckning som är anmärkningsvärd med hänsyn till det nära geologiska samband som tydligen föreligger emellan olika typer. Normativt överväger emellertid alltid Ab över Or, bergarten är sålunda alltigenom natrondominant.

Bergartens totalfärg är vanligen röd. Den har då röda fältspatströkorn i en grundmassa vars färg är ljusröd till rödgrå (»typ 1»)¹. I en variant (»typ 4») är strökornen alldeles lika dem i denna huvudtyp, men grundmassans färg är blågrå, lokalt t. o. m. nästan svart. Denna färg bestämmas av finfördelad magnetit. Halten av detta mineral torde alltid vara något högre än i föregående typ, delvis t. o. m. flera gånger högre, men magnetitens fördelning är tydligen den huvudsakliga färgbestämmande faktorn. Denna typ uppträder ej vederligen allena rådande i någon större massa, men träffas, huvudsakligen på Luossavaara, i en grovt slirig blandning med föregående. Till färgen påfallande avvikande från nu beskrivna typer är en form (»typ 2») som bildar — eller åtminstone ursprungligen bildade i dagen — en zon i malmens omedelbara hängande på mellersta Kiirunavaara. Dess strökorn liknar till form och

¹ Den typindelning, som förut presenterats (Geijer 1910), är delvis föga lämplig och användes därför ej i det följande annat än såtillvida att typnumren anføres parentetiskt för eventuell hänvisning till beskrivningen ifråga.

storlek helt dem som utmärker föregående typer, men deras färg är rent vit, medan grundmassan är gråvit till svartgrå, eller grönaktig. Delvis är bergarten ytterligt svår att skilja från norra Kiirunavaaras gångporfyr.

En porfyr av mörk färg i bruna till gråa färgtoner bildar ett sammanhängande, delvis väl blottat område från trakten av kyrkan söderut till omkring »Bologsskolorna», en sträcka av ca 0,5 km, och återfinnes efter ett fullständigt jordtäckt avbrott ca 1 km sydligare, i punkterna 11 och 12 å Tavla 1. Bältets bredd synes vara omkring 200 m. I denna porfyrtyp är fältspatströkornen vanligen gråa, och över huvud taget föga framträdande. I flera blottningar visar bergarten mycket vackert en eutaxitisk struktur, och det är troligt att sådan utbildning är karakteristisk för hela dess område. Den är då sammansatt av mörkare klumpar av porfyr i en ljusare, något underordnad matrix, bådaddera tillhörande hängväggsporfyren. De inneslutna klumparna är linsformade, med längdaxeln i allmänna strykningsriktningen, med mjuka konturer och ofta med uddiga ändar. Deras längd är i den nordligare blottningen vanligen en eller ett par decimeter, vid punkt 11 däremot knappt 1 dm.

Denna porfyrtyp har i övrigt ej iakttagits i dagen. Den har emellertid, enligt meddelande av Fil. lic. P. Forsell, också påträffats på 370 m avv. i Kiirunavaara, nära malmen uti en undersökningsort i hängandet, ungefär VSV om Punkt 9 å Tavla 1.

En fluidal slirighet eller bandning har ofta iakttagits i porfyrens grundmassa. Ett anmärkningsvärt exempel har observerats vid foten av norra Kiirunavaara: i den ordinära röda porfyren finnes en slira av grå färg, med fältspatströkorn som är mindre än dem i den omgivande porfyren; i detta fall inskränker sig olikheten sålunda ej till pigmenteringen av grundmassan.

Vid mikroskopisk undersökning framgår att porfyrens grundmassa mycket ofta är mikropoikilitisk, stundom sfärolitisk, och i övrigt jämnkornig med liten kornstorlek (ett par hundradels mm) och oregelbundna kornfogar. Det enda konstaterade undantaget representeras av bergarten i en liten järnvägsskäring, i sydöstligaste delen av området för Tavla 1. Denna (»typ 3») är en röd porfyr med en kornstorlek i grundmassan omkring tio gånger större än den nyss anförda, och med en enkel implikationsstruktur. Denna variant, som synes ha helt ringa utbredning, har tydligen en primärstruerad grundmassa och torde representera en intrusiv form av den vanligaste porfyrtypen. Med detta lokala undantag synes hängväggsporfyrens grundmassastruktur alltigenom vara resultatet av en devitrifiering av en ursprungligen glasig grundmassa, troligen senare följd av vissa förändringar, exempelvis omvandling av tridymit till kvarts.

Med hänsyn till grundmassastrukturerna och porfyrområdets mäktighet har det länge stått klart att hängväggsporfyren icke kan vara någon enhetlig eruptivkropp, utan måste vara uppbyggd av ett antal skilda bäddar. Forsök att på petrografiska grunder fastställa gränser mellan olika enheter inom por-

fyrområdet har emellertid ingenstädes haft framgång. Särskilt har därvidlag uppmärksamrats porfyren med vita strökorn, på mellersta Kiirunavaara (»typ 2»). Denna kontrasterar i sin typiska utbildning skarpt mot den ordinarie röda porfyr, som följer över densamma, och den skiljer sig från alla övriga varianter av hängväggsporfyren genom att stundom, i likhet med liggväggskomplexets bergarter och gångporfyren, föra en diopsidisk pyroxen. Alla försök som gjorts, i den ursprungliga hällytan och senare i pallarna på olika stadier av dagbrottsbrytningen, att fastställa någon klar gräns emot den röda porfyren har emellertid misslyckats.¹ Vidare framstår den mörka, eutaxitiska porfyren i områdets sydöstra del såsom en särskild enhet, även om den i sin tur kan vara sammansatt av flera bäddar. Emellertid har ej heller i detta fall någon gränsdragning gentemot den vanliga röda porfyren varit möjlig. Den eutaxitiska strukturen, som så klart framträder i flata, genom jordrymning blottade hållar, är svår att urskilja i de oftast ojämna hållar som naturligt sticker upp ur det tunna moräntäcket, vilket i sin mån bidrager till svårigheterna.

Såsom indikation på skilda bäddar har anförts den mer än kilometerlånga malmbrecciezon, som under Luossajärvi förlöper parallellt med Kiirunavaaramalmens fortsättning under denna sjö (Geijer 1924). Kärnan från Djupundersökningsnämndens borrhål Luossajärvi I (läge, jfr Petersson 1924) visar att zonen där är sammansatt av följande delar (siffrorna angiver mäktighet): ca 18 m malmbreccia, ca 14 m porfyr med endast obetydligt av magnetit och amfibol, och underst åter malmbreccia, ca 14 m. Gränserna mellan dessa led är föga markerade. Malmbreccian, som är påfallande amfibolrik, synes vara huvudsakligen uppkommen på metasomatisk väg. Gångarna är gärna slingrande och oskarpt begränsade. Porfyrens grundmassa är ofta ersatt av magnetit, medan strökornen är intakta — en företeelse som återfinnes vid Luossavaaramalmens hängväggsgrens och som vid Kiirunavaaramalmens gränser har sin motsvarighet i det helt analoga uppträdet av amfibol, jämte något magnetit, i porfyren. Intrusiva drag saknas dock enligt borrhållarna ej i denna malmbreccia; sålunda har noterats ett litet parti av apatitsten, inneslutande skarpkantade fragment av ren malm, en parallell till ett exempelvis i Kiirunavaaras malm förekommande drag.

Ingen uppdelning av porfyren på petrografiska grunder har varit möjlig i detta borrhål. Likafullt måste brecciebildningens lokalisering ha varit bestämd av något drag i porfyrens uppbyggnad av olika enheter. Alternativet skulle vara tektoniska förskjutningsplan, och dessa måste, på grund av att malmbildningen bevisligen även till tiden sammanhängt med den vulkaniska verksamheten, ha skett i horisontalled medan denna verksamhet pågick, vil-

¹ Uppgiften att övergång föreligger (Geijer 1931, s. 39), är tyvärr alltför kategoriskt formulerad. En senare undersökning (1952) i de dåtida hängväggspallarna gav emellertid samma resultat som de tidigare: någon bestämd gräns kunde ej fastställas.

ket leder till en orimlig geologisk bild. De metasomatiska dragen i malmbreccian antyder att mineralisationen till stor del har förmedlats av emanationer, sådana som lätt har kunnat penetrera en sprickig eller porös nivå i bäddserien.

4. MALMBROTTSTYCKENAS NATUR

Brottstyckena uppvisar alltigenom samma karaktärer som man finner i de stora malmerna i Kiirunavaara och Luossavaara. Överensstämmelsen gäller sålunda mineralsammansättningen, växlingarna i proportionen magnetit: apatit, strukturen och kornstorleken. Många brottstycken synes, av det makroskopiska utseendet att döma, bestå av ren magnetit. Men också mycket apatitrika varianter är vanliga, och i ett fall (på Luossavaara) har i porfyren påträffats en åtminstone decimeterstor inneslutning av ren apatitsten. Det är givetvis omöjligt att ange någon siffra för den genomsnittliga apatithalten i malmbrottstyckena, men det allmänna intrycket av fältobservationerna är att denna faller inom det kommersiella begreppet högfosformalm. Den genombrottna malmkroppen behöver naturligtvis ej i sin helhet ha varit så apatitrik. Det bör emellertid observeras, att kvantiteten malm i brottstyckeform ingalunda är obetydlig. Enkla beräkningar visar att den på Luossavaara, där förmodligen en väsentlig del är samlad, måste uppgå till åtminstone ett par tusen ton, och sannolikt omkr. 10 000 ton.

Några av de stora brottstyckena på Luossavaara (jfr under 5.2) ger rött streck och är sålunda blodstenshaltiga; tyvärr föreligger ej någon närmare undersökning som kunde upplysa huruvida det rör sig om ett primärt eller ett sekundärt drag.

Amfibol, som är ganska spridd i Kiirunavaaras malm (i motsats till Luossavaaras) har ej veterligen observerats i något malmbrottstycke. Titanit har i ett fall noterats av Stutzer (1907); detta mineral är, så långt mig bekant, ytterligt sällsynt i Kiirunavaaras malm, men ses rätt ofta i delar av Luossavaaras.

Den sporadiska förekomsten av pyrit och av kombinationen kvarts och biotit i brottstyckena är säkerligen sekundär. Svag omvandling av dylik art är vida spridd inom hängväggsporfyren, såsom bl. a. framgår av protokoll från en del nyare borrhningar vilka jag beretts tillfälle taga del av.

Brottstyckenas form växlar från skarpkantade flisor eller ungefär parallelepipediska block över kantrundning till klotrund. Starkt avrundad form finner man dock endast hos små brottstycken inom de sydligare delarna av deras utbredningsområde. Brottstycken av helt olika malmslag träffas tillsammans. Sålunda visar en bild (Geijer 1910, s. 156) ett kantrundat stycke av malm med hög apatithalt och intill detsamma ett nästan cirkelrunt snitt av ett litet sådant av ren malm.

Helt undantagsvis kan man konstatera en viss resorption, så att en inneslutning omgives av abnormt magnetitrik porfyr. I de flesta fallen finnes dock ingen antydning till sådant. Det förefaller därför som om avrundningen hade skett mera genom mekanisk avnötning under transporten än genom resorption.

5. FÖREKOMSTERNA AV MALMBROTTSTYCKEN

5.1. Observationsmaterialet

Det iakttagelsematerial, på vilket den följande framställningen bygger, är med undantag för några långt senare gjorda observationer (på nya blottningar å Luossavaara samt på borrhärnor) insamlat under åren 1905—1908. Vid detta fältarbete antecknades alla iaktagna förekomster av malmbrottstycken i fast klyft. Däremot ägnades ej någon tid åt att särskilt eftersöka dylika, i allmänhet ej heller åt att få fram några siffermässiga uttryck för frekvensen. Vidare syftade hållkarteringen inom hängväggsporfyrens område endast till att få ett material som gav möjlighet att bestämma denna bergarts utbredning och att på den resulterande kartan angiva tillräckligt med observationspunkter för att tillåta ett bedömande av kartbildens vederhäftighet. Härav följer, att gränsen mellan områden med brottstycken och sådana utan dylika ej alltid kan preciseras så noga som nu kunde vara önskvärt. Komplettering kan emellertid för min del tyvärr ej komma ifråga; de förbättringar, som i nuvarande situation är möjliga, skulle dock knappast möjliggöra någon vidare precisering av de på brottstyckenas fördelning grundade slutsatserna.

5.2. Luossavaara

Naturliga blottningar av hängväggsporfyr förekom på detta berg ganska rikligt från toppen österut till och över agglomeratzonen, å vilken sistnämnda därjämte fanns några mycket upplysande diken, upptagna genom den tunna moränbetäckningen. Detta område är numera i huvudsak övertäckt av varphögar. Sedan brytning på malmen kommit i gång har emellertid också en serie nya skärningar tillkommit längs malmkroppens hängväggsgrens i sydslutningen. Viktiga ytterligare data har erhållits genom de i slutet av 1940-talet utförda borrhålen (fig. 1).

På Luossavaaras topp är malmbrottstycken mycket talrika i porfyren. De flesta är små, men mått på upp till 2 dm har noterats; formen är i regel skarpkantad. Härifrån är en observation (jfr Geijer 1910, s. 154), några meter från malmgränsen, att en yta om 35×35 cm innehöll 14 brottstycken av storleken 2—7,5 cm, och dessutom ett antal smärre splittror. I sydslutningens blottningar från något under toppen ned till bergfoten når emellertid både brottstyckenas dimensioner och deras andel i bergartsvolymen helt andra vär-

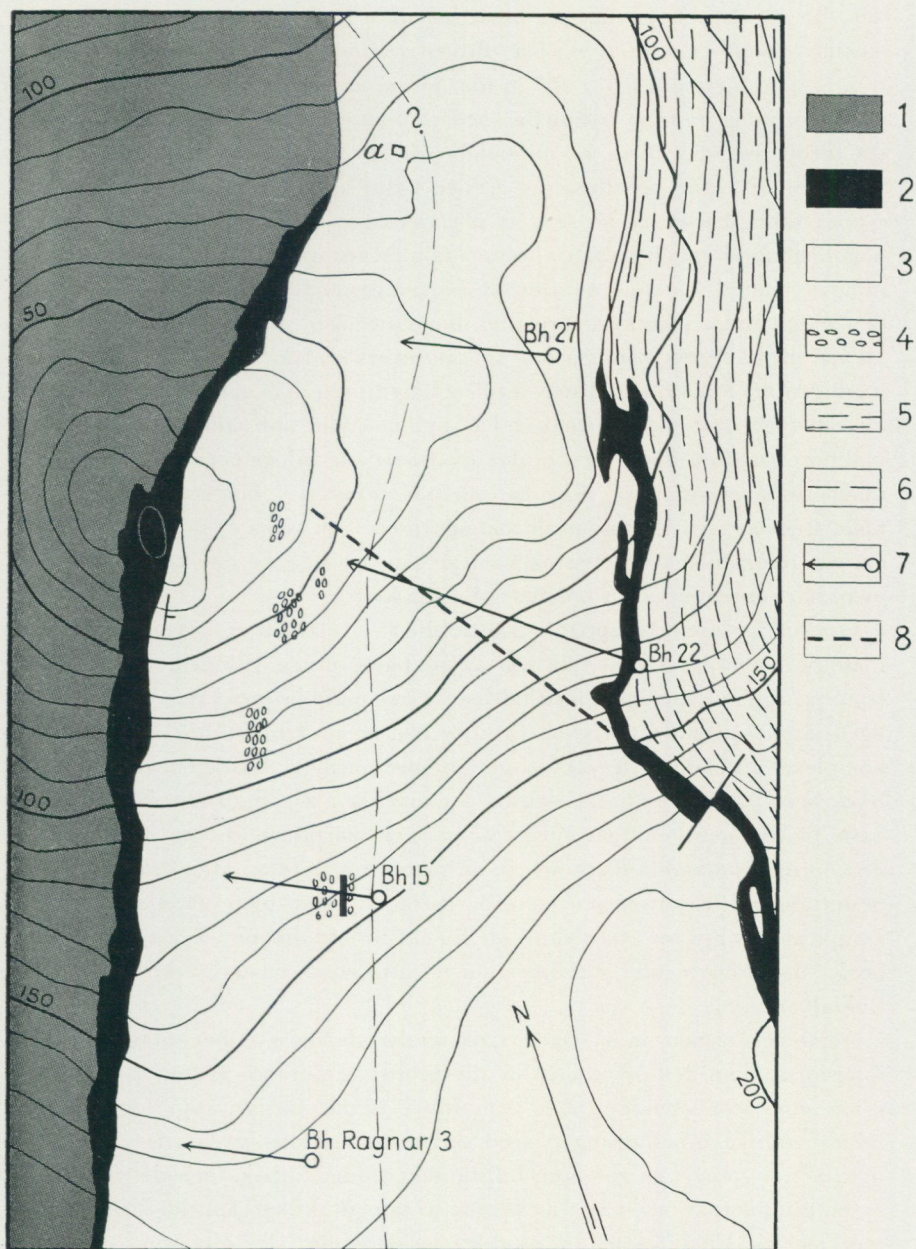


Fig. 1. Luossavaara. Skala 1 : 8 000.

1 Liggväggskomplexet. 2 Järnmalm. 3 Hängväggsporfyren. 4 Agglomerat i 3. 5 Hauki-komplexet. 6 Östgräns för förekomsten av brottstycken av malm och liggväggsbergarter i hängväggsporfyren. 7 Borrhål (proj.). 8 Rektorsstollen å 216 m avv. (proj.).
 Nivåsiiffrorna anger djup under malmfältets nollpunkt.

den. En zon om ett par meters bredd närmast intill malmen kan närmast betecknas såsom en eruptivbreccia. Brottstyckena är ställvis så talrika att de t. o. m. på en yta om $0,5 \times 0,5$ m har befunnits upptaga mera än hälften. En viss anordning i stråk parallella med allmänna lagerställningen kan urskiljas. Brottstyckenas form är mestadels kantig. Det största uppmätta stycket nådde drygt 5 dm, och flera om 3 eller 4 dm har noterats. Någon resorption synes i allmänhet ej ha ägt rum, ty porfyrens grundmassa är ofta ljusröd, utan någon abnorm magnetihalt. Jämte malmbrottstyckena förekommer, i något mindre mängd, sådana av ljusröd hängväggsporfy, något avvikande från den omgivande. Däremot förefaller inneslutningar av liggväggsbergarter att saknas inom denna zon. Såsom kontaktinverkan från malmens sida är förmodligen att tolka förekomsten intill malmgränsen, här och var vid bergfoten, av kloritaggregat med turmalin. På samma ställe har iakttagits att kantiga malmbrottstycken ligger i en porfy, med normala fältspatsströkorn i en ytterst magnetitrik grundmassa. Samma sak har noterats i borrhälet från borrhålet Luossavaara 15, just intill malmgränsen. Det synes ej röra sig om någon extrem resorption av brottstycken, utan om det slag av omvandling som här ovan har omnämnts från borrhålet Luossajärvi I.

Österut — sålunda uppåt i lagerföljden — efterföljes i dagen denna på malmbrottstycken särskilt rika zon av ett bälte om ca 100 m horisontalbredd, fram till agglomeratzonen, med talrika smärre malmbrottstycken, till synes tämligen jämnt spridda i porfyren. Brottstycken av porfyrer tillhörande liggväggs-komplexet förefaller att vara något mindre vanliga; möjligen kan detta intryck bero på att sådana är svårare att urskilja i den naturliga hällytan. Den bästa blottningen inom detta bälte är en liten skärpning (a i fig. 1), som utgör den nordligaste kända förekomsten av malmbrottstycken. Här finns talrika inneslutningar i hängväggsporfyren, de flesta av malm men också av liggväggs-komplexets bergarter (däribland ett huvudstort fragment) och av hängväggs-porfy. Den omgivande porfyren visar en utpräglad, nästan skiktningssliknande fluidalbandning.

Agglomeratzonen är ej någon självständig geologisk enhet, utan en utbildningsform inom den övre delen av det brottstyckeförande bältet, sålunda utan gräns emot föregående. Inom densamma växlar porfy, som för mer eller mindre talrika inneslutningar, med skiv- eller linsformiga partier inom vilka matrixen av porfy så gott som fullständigt träder tillbaka och det hela består av en sammanpackad massa av bergartsfragment, vilken kan nå åtskilliga meters tjocklek. Växlingarna är i stort sett orienterade i den allmänna strykningens riktningen, med oregelbundenheter i detalj. Gränsen mellan brottstyckeförande porfy och fragmentpackarna är oftast obestämd, men ställvis skarpt markerad. I fig. 1 har ett försök gjorts att, så långt de begränsade blottningarna gör det möjligt, antyda mönstret inom zonen.

Brottstyckena växlar starkt i storlek, åtminstone upp till halvmetersmått,



Förf. foto 1906

Fig. 2. Agglomerat på Luossavaara.

och sådana av olika dimensioner är blandade om varandra, helt utan antydan till någon sortering (fig. 2). Många brottstycken är skarpt kantiga, men en viss avrundning är regel, och inom stora partier är denna så utpräglad att det hela ter sig såsom ett konglomerat, med bollar som ofta är nästan klotrunda.

Porfyren har alltid normal strökornsfördelning. Två typer kan urskiljas. Den ena är ljusröd, den andra har blågrå grundmassa (»typ 4»); den sistnämnda typen är mera underordnad. De båda typerna växlar i en grov slirighet. Också inom typen med blågrå grundmassa förekommer växlingar, den har sålunda i en blottning karakteriserats som »slirig, flammig och inhomogen». Särskilt i de konglomeratliknande partierna, där porfyrmassan är ytterligt underordnad, är densamma ofta kraftigt omvandlad, med nybildning av kvarts och biotit, fältspatströkornen är dock alltid oberörda.

Också i agglomeratzonen förekommer inneslutningar av malm. Inom blottningarna i dagen, på bergets östra sluttning, är sådana emellertid mindre vanliga än under agglomeratzonen, och de synes där saknas i de samlade fragmentsmassorna (jfr emellertid nedan, om borrhålet Luossavaara 15). Bergartsfragmenten i agglomeratzonen tillhör, med undantag av två stycken av silicificeringskvartsit (Geijer 1910, s. 137), alltigenom typer som återfinnes inom liggväggskomplexet eller hängväggsporfyren. Någon bollräkning har ej varit möjlig, men man fick det intrycket att den förstnämnda gruppen överväger,

representerad av ljusgrå typer, blekröd bergart med små magnetitmandlar, magnetitsyenitporfyr, samt mörka typer med kvartsmandlar, liknande bergarter i Hopukka, ca 4 km NO om Luossavaaras topp. Inneslutningarna av hängväggsporfyr tillhör alltid typen med ljusröd totalfärg, (porfyr med blågrå grundmassa har dock i borrhålet Luossavaara 22 träffats såsom några centimeterstora inneslutningar i den röda porfyren). På ett ställe har observerats en betydande yta av tillsynes homogen ljusröd porfyr med mandelliknande kvartsaggregat — en ej annars inom Kirunaområdet känd typ — men blott några meter därifrån, i strykningsriktningen, ser det ut som om denna låge såsom stora klumpar i ordinär röd porfyr. Märklig är förekomsten såsom inneslutning av hängväggsporfyr med malmbrottstycke; tyvärr är det ovisst om det rör sig om ett enda fall eller flera.¹

Upphörandet norrut av agglomeratzonen har endast med betydande osäkerhetsmarginal kunnat fastställas, på grund av ringa hållfrekvens inom området ifråga.

Observationerna i dagen kompletteras på viktiga punkter av borrhämnarna ävensom av S. Ljunggrens kartering av »Rektorsstollen», som på ca 216 m avv. går från Luossavaaramalmen till Rektorsmalmen (fig. 1). De fyra borrhål, som har drivits mot Luossavaaramalmen på större djup, visar följande.

Uti det nordligaste borrhålet, nr 27 (ansatt i 60° lutning), har ingen främmande inneslutning i hängväggsporfyren konstaterats. Porfyren är ganska skiftande till färgen och ofta ådrig av biotit.

Borrhålet nr 22 (45° lutning) visar inga som helst malmbrottstycken, ej ens intill malmgränsen, som det träffar på 447 m avv. Däremot innehåller borrhämnarna, på ett djup stratigrafiskt motsvarande ca 90 m ovanför malmen, ett par rundade inneslutningar av grå bergart utan strökorn, som troligen tillhör liggvägskomplexet. På ca 74 m borrhål djup finnas några centimeterstora, rundade inneslutningar av porfyrvarianten med blågrå grundmassa. Hängväggsporfyren i detta borrhål är ofta biotitådrig och då grå till färgen.

Relativt nära denna borrhålsprofil framgår på ca 216 m avv. »Rektorsstollen», som förbinder Luossavaara- och Rektorsmalmen (jfr fig. 1). Över denna föreligger en grundlig undersökning av S. Ljunggren (1956). Räknat från Luossavaaramalmens gräns mot SO möter först en ca 95 m sträcka inom vilken porfyren ställvis innehåller brottstycken av malm, upp till 6×8 cm stora och delvis skarpkantade, samt rundade inneslutningar av bergart, huvudsakligen en ljusröd syenitporfyr. Efter ca 8 m följer sedan ca 12 m bredd av typiskt agglomerat; därefter har inga inneslutningar påträffats i Rektorsstollen. Det har sitt intresse att jämföra denna horisontella profil med borrhålet nr 22. Agglomeratet i stollen har tydligen ingen motsvarighet i borrhålet; antingen

¹ Den antecknade observationen nämner, i en uppräknad av bergarter representerade bland bollarna på denna punkt, »hängväggsporfyr, både *med* [understruket i orig.] och utan malmbrottstycken.»

har ansamlingen av inneslutningar över huvud taget ringa utsträckning, eller också — vilket synes sannolikare — har borrhålet gått under densamma. Vad åter beträffar den spridda förekomst av inneslutningar, inklusive sådana av malm, som i stollen har påvisats emellan malmgränsen och agglomeratet, så kan ingen slutsats dragas av borrhålets negativa resultat. Av Ljunggrens detaljerade data framgår nämligen, att inneslutningarna där förekommer så glest, att sannolikheten att träffa någon med ett borrhål är ganska ringa.

Borrhålet nr 15 (60° lutning) är synnerligen upplysande. Det är ansatt på

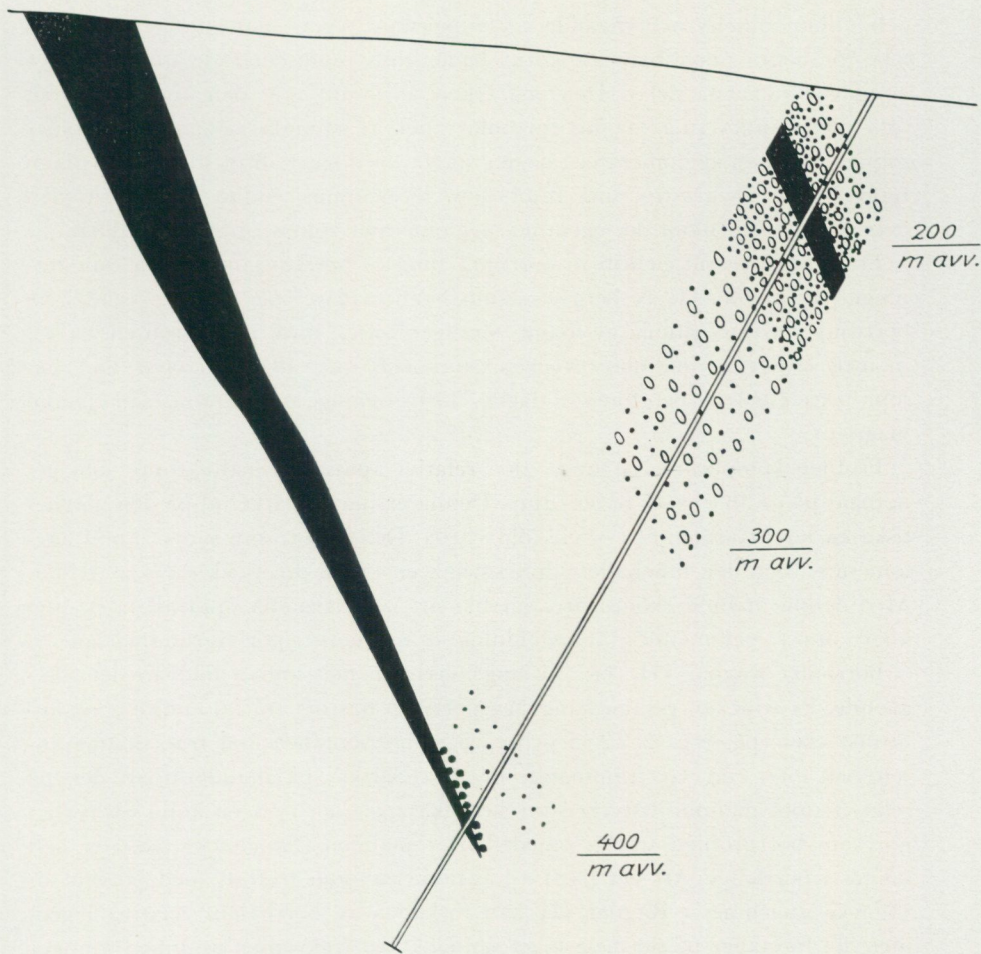


Fig. 3. Profil genom borrhålet Nr 15 på Luossavaara. Skala 1 : 2 500. Angiver förekomst och relativ frekvens av brottstycken av malm (svarta punkter) och liggväggsbergarter (öppna ringar) i hängväggsporfyren. Malmkroppar svarta.

Luossavaaras sydsluttning, inom ett vidsträckt område utan naturliga blottningar, och det synes genomgå hela det brottstyckeförande bältet därstädes (jfr fig. 1 och 3). Hålet börjar i frisk porfyr, med röda strökorn i grundmassa skiftande från blågrå till rödgrå. Vid ca 13 m borrhjup träffas det första brottstycket, i form av 8 cm kärna av apatitrik malm. Brottstyckena av bergart börjar uppträda samtidigt och tilltager sedan hastigt men oregelbundet i frekvens, så att — utan bestämd gräns — övergång sker till agglomerat, i den meningen att inneslutningarna fullständigt dominerar över hängväggsporfyren, i vilken de ligger. Detta fortsätter till ca 76 m borrhjup, varefter följer ca 10 m av porfyr med glesare, men fortfarande relativt talrika inneslutningar. Inneslutningarna av bergarter på hittills berörda sträcka är kantiga eller rundade och tillhör alldeles övervägande två finkorniga typer, som emellertid i regel icke för några urskiljbara strökorn; båda finns representerade uti liggväggs-komplexets översta delar. Den ena typen är jämnt grå, den andra blekröd, ofta med talrika små magnetitmandlar; det är sålunda samma huvudtyper som är vanliga i agglomeratet i dagen, något nordligare. Brottstycken av malm representeras av relativt små flisor, som förekommer endast glest inom den övre delen, men inom det egentliga agglomeratet zonvis uppträder rikligt.

Från ca 87 m till ca 150 m borrhjup finnes i borrhjärnan enstaka inneslutningar av malm och av bergart såsom ovan; vidare, på ca 150—ca 272 m borrhjup, enstaka sådana av malm. Slutligen följer, intill malmgränsen, ca 1,5 m med rikligt av malmbrottstycken, stora och små. Porfyren visar här, liksom iakttagits vid bergfoten i dagen, förträngning av grundmassan genom magnetit.

Profilen kompliceras något av den relativt apatitrika malmkropp, som genomgås på ca 38—ca 47 m borrhjup. Denna är starkt markerad på den magnetiska kartan (Carlheim—Gyllensköld 1910). Den ligger, som synes, inne i agglomeratet, och den innehåller i borrhjärnan en några dm tjock skiva av dylikt. Med denna malmförekomst är sannolikt att sammanställa uppträdandet, litet högre upp i agglomeratet, av nybildning av magnetit i porfyrgrundmassan.

Borrhålet Ragnar III (60° lutning) visar en helt annan bild än det föregående. På sträckan genom hängväggsporfyren har det träffat endast 2 malmbrottstycken, på resp. ca 72 m och ca 8 m horisontalavstånd från malmgränsen, och intet enda av främmande bergart. Särskilt påfallande är att den på relativt stora malmbrottstycken mycket rika zon, som i dagen ännu obetydligt norr om borrhjupen träffas omedelbart i malmens hängande, tydligen helt saknas i borrhålet. Att det parti av agglomerat, som träffats med borrhål nr 15, icke återfinnes i Ragnar III kan förklaras av borrhålens relativa lägen, men det förefaller på det hela taget sannolikt att frekvensen av inneslutningar — både av malm och av bergart — redan i profilen Ragnar III är lägre än vad som förekommer nordligare, och närmar sig förhållandena söder om Luossavaara, såsom nedan skildras.

Borrhålen och Rektorsstollen ger också, jämförda med förhållandena i dagen, vissa indikationer rörande det brottstyckeförande bältets, inklusive dess agglomeratiska elements, utsträckning mot djupet. Sålunda framträder en tydlig förskjutning av bältets i nuvarande tektoniska läge undre gräns i riktning söderut. Något siffermässigt uttryck för detta kan visserligen ej erhållas, då gränserna synes alltför vaga, men allt som är känt talar för att denna sydliga stupning är jämförelsevis flack. Då en svag men tydlig lineärstruktur med stupning ca 65° SSV framträder vid Rektorsmalmen (Geijer 1950) kan det ligga nära till hands att tolka denna företeelse såsom en fältstupning i egentlig, tektonisk mening. En så genomgripande deformation av hela bergartsmassan, som detta skulle innebära, skulle emellertid ej ha undgått att sätta tydliga spår i bergarterna, och av sådant ser man ingenting. Förskjutningen ifråga torde därför vara bestämd av brottstyckenas primära utbredning.

En viss ytterligare belysning av agglomeratizonens natur kan erhållas från den analog bildning, som ca 1700 m NO om Luossavaaras topp uppträder i hängväggsporfyrens allra understa del (jfr Geijer 1910). Denna saknar helt inneslutningar av malm, men är av betydelse för den här längre fram förda diskussionen om den vulkanologiska aspekten av områdets geologi, och anföres lämpligen redan här. Så långt bedömas kan av de relativt fåtaliga blottningarna föreligger mellan denna förekomst och den nordligaste kända av malmbrottstycken (punkt a i fig. 1) inga främmande inneslutningar i hängväggsporfyren. Den nordligare agglomeratförekomsten är i jordytans snitt linsformig, ca 250 m lång och med en största mäktighet av ca 80 m. Den är tyvärr betydligt sämre blottad än agglomeratet på Luossavaara. Från det underliggande liggväggskomplexet skiljes den, åtminstone ställvis, av en tunn bädd av hängväggsporfyre. Byggnaden är analog med Luossavaaraförekomstens, med oregelbunden växling av fragmentanhopningar och hängväggsporfyre med eller utan spridda inneslutningar. Fragmentanhopningar dominerar emellertid vida mera än vad fallet är på Luossavaara. Smala band av homogen porfyre kan dock ställvis urskiljas, och i fragmentmassorna ser man här och var fläckar med porfyrens typiska strökorn i en nedvittrad, tydligen glimmeromvandlad grundmassa, alldeles såsom på Luossavaara. Brottstyckena är mestadels kantiga eller föga avrundade, deras storlek överstiger sällan 1 dm. Inom avsevärda partier är materialet homogent, men inom andra finner man olika bergartstyper tillsammans. Den alldeles övervägande delen består av gråa eller blekröda typer tillhörande liggväggskomplexet. En påfallande kontrast mot Luossavaara är emellertid, att inga magnetitmandlar har konstaterats i sistnämnda typ. Likaledes saknas här de mörka bergarterna med kvartsmandlar. Inneslutningar av typisk hängväggsporfyre förekommer också, men endast mera sporadiskt.

Ett drag i denna agglomeratförekomst, som måste framhållas, är materialets påtagliga anknytning till det omedelbara underlaget av liggväggskomplexet. Dettas natur här är visserligen blott ofullständigt känd, på den grund att

berggrunden är dåligt blottad och de uppstickande hållarna ofta ojämna i ytan och starkt lavöverbuxna. Av observationerna att döma torde emellertid här föreligga en växling av bäddar, bland vilka ingår ej blott sådana av kompakt syenitporfyr och av mandelsten, utan också utbildningsformer som i hög grad liknar agglomeratets monomikta partier. Tanken att agglomeratet skulle representera en strömyta av liggväggskomplexet (Geijer 1910, s. 138) måste väl erkännas vara svagt grundad, men det nära sammanhanget mellan dessa enheter synes obestriddigt.

53. Söder om Luossavaara

I riktning söderut från Luossavaaras fot följer en ca 1 200 m lång sträcka utan naturliga blottningar. Från detta område föreligger emellertid tre isolerade observationer, meddelade av Fil. lic. P. Forsell. Punkt 1 å Tavla 1 avser en grundgrävning som har blottat hängväggsporfyr, vilken enligt Forsell är av varierande färg och utbildning, med växlingarna strykande ca VSV—ONO och med sydlig stupning; inga malmbrottstycken iaktogs. Porfyrens utbildning kan möjligen vara sekundär — såsom framgår av Tavla 1 ligger lokalen i förlängningen av den förkastning som översneddar Rektorsmalmen. Punkt 2 är hängväggsporfyr, likaledes utan malmbrottstycken. Vid Punkt 3 skall man, enligt uppgift, vid grundläggningsarbeten ha träffat »malm».

Punkt 4, intill järnvägslinjen ca 500 m N om Kiruna C station: sprängning i porfyr med spridda smärre malmbrottstycken. Strax V om denna blottning är en sådan utan brottstycken.

Punkt 5: spidda malmbrottstycken. Någon särskild undersökning av dylikas utbredning och frekvens inom detta hållområde har ej företagits. Å Tavla 1 har östgränsen för brottstyckeförekomsterna dragits omedelbart Ö om denna observation. Där följer emellertid ett område med endast glesa hållar, varför gränsdragningen är osäker.

Punkt 6, järnvägsskärning mittför Bolagshotellet: talrika brottstycken, både av malm och av porfyren, bland vilka flera olika varianter ur liggväggskomplexet kunnat identifieras.

Punkt 7. I de flesta blottningarna inom det angivna området förekommer brottstycken, lokalt i riklig mängd, storleken är vanligen några centimeter. Tillsammans med dem har iakttagits brottstycken av liggväggsbergarter.

Punkt 8: Borrålet Oscar II (jfr Petersson 1924). Borrkärnan innehåller två malmbrottstycken, på resp. 27.80 och 63.40 m borrhjup (hålets lutning 70° V). Borrhållets omgivning i dagen är ej närmare kända.

Punkt 9: en jordrymning, där hängväggsporfyren innehåller »åtskilliga små kantiga malmbrottstycken». Blottningar S och SO härom visar inga sådana.

Punkt 10: i en jordrymning (utm. Theodosius) ett enstaka malmbrottstycke. Detta är intill den östligaste av de gåtfulla små förekomster av delvis mycket apatitrik malm, som uppträder inom ett bälte på Kiirunavaaras öst-

sluttning (Geijer 1910, s. 150). Med dessa företeelser synes emellertid brottstyckeförekomsten ifråga ej ha något att skaffa.¹

Punkt 11. Mellan denna lokal — en järnvägsskärning — och föregående är ett brett bälte på nedersta delen av Kiirunavaaras östsluttning, som är praktiskt taget helt utan blottade hällar. Porfyren vid Punkt 11 är ganska mörk till färgen, med gråa fältspatsströkorn; oskarpt begränsade, mörkare klumpar ligger i en ljusare matrix. Här har noterats ett otvetydigt malmbrottstycke, samt en halvcentimeterstor malmklump vars natur av främmande inneslutning är sannolik men ej absolut klar.

Punkt 12. Porfyren inom detta hällområde hör till samma mörka, eutaxitiska typ som föregående lokal. Den har noterats innehålla små brottstycken av malm.

Den mörka eutaxitiska porfyren å de två senaste lokalerna sammanhänger säkerligen med det nordligare området av liknande bergart (jfr ovan); inom det sistnämnda, vida bättre blottade området har emellertid ingenstädes något malmbrottstycke observerats.

Till denna redogörelse för observationer söder om Luossavaara kan ytterligare följande uppgifter fogas.

Inneslutningar av bergarter tillhörande liggväggskomplexet förefaller att vara något mindre vanliga än sådana av malm. Med ett enda möjligt undantag faller samtliga antecknade observationer inom den zon som för malmbrottstycken. Undantaget representeras av en 15 cm kärnlängd på 48 m borrhjup i det ovan beskrivna borrhålet Luossajärvi I, vilket stycke består av en finkornig, otydligt porfyrisk syenit av samma typ som i Kiirunavaara förekommer såsom övergångsform mellan syenit och syenitporfyr.² Att undantaget angives såsom endast »möjligt» beror därpå, att borrhålets början mycket väl kan tänkas falla inom zonen med malmbrottstycken. Inneslutningen ifråga är den enda med dylik, makroskopiskt framträdande kornighet, som veterligen träffats inom hängväggsporfyren. Jämförelsen med bergarten i Kiirunavaara betyder givetvis

¹ Bältet sträcker sig tvärs över strykningsriktningen, men de skilda enheterna är i huvudsak orienterade i denna sistnämnda. Området är ej längre tillgängligt för undersökning. Till närmare belysning av ovanstående slutsats rörande Punkt 10 må följande framhållas. Malmen i de små malmkropparna är till stor del ordinär, lik t. ex. Kiirunavaaras; den innehåller talrika brottstycken, små och stora, av den omgivande hängväggsporfyren samt utsänder ställvis gångar i denna. Allt detta synes tyda på en i förhållande till porfyren yngre malmbildning, och det ligger nära till hands att jämföra med den malmkropp som uppträder i Luossavaaras agglomerat (jfr fig. 3). Å andra sidan är vissa malmpartier uppfyllda av brottstycken av de mest olikartade malmvarieteteter, inkl. apatitrandig sådan, och lokalt ingår konglomeratliknande anhopningar av små rundade malmfragment. Företeelsen i sin helhet har ingen känd motsvarighet, vare sig inom Kirunaområdet eller annorstädes där apatitjärnmalmer förekommer, och någon sannolik förklaring kan ej presteras. Blott så mycket kan sägas, att den i det citerade arbetet framförda tolkningen — utsöndringar in situ i porfyren — numera måste anses utesluten.

² Att det här måste föreligga ett brottstycke och icke en yngre gång framgår av kornstorleken jämförd med dimensionen i borrhållarna.

icke, att inneslutningen nödvändigt måste härröra från denna del av liggväggskomplexet.

Malmbrottstyckena inom området S om Luossavaara är alltid relativt små och mestadels mer eller mindre starkt avrundade. I sistnämnda avseende utgör dock observationen Punkt 9 ett undantag, i det brottstyckenas kantighet där särskilt noterats. Förmodligen är denna förekomst att tolka så, att ett relativt stort brottstycke har brustit sönder på ett sådant stadium av transporten, att bitarna har hunnit spridas något, men ej avrundas.

Vad åter storleken angår, så föreligger en iakttagelse som vid första påseende synes angiva, att också malmfragment av väsentligt större dimensioner än de i fast klyft iakttagna kan förekomma även så långt söderut som på östra slutningen av mellersta Kiirunavaara. Observationen ifråga gäller ett moränblock av ljusröd hängväggsporfyre, beläget vid utfartsvägen från Kiruna C österut, ca 1,2 km Ö om Luossajokis utlopp ur Luossajärvi. Detta block innehåller en malminneslutning, som antecknades och avritades på den grund att dess kantiga form och en avskuren apatitrand så klart markerade naturen av brottstycke. Det betecknades som »stort», vilket med den använda kvalitativa skalan betyder ca 1 dm eller litet mera. Enligt den av talrika räffelobservationer framgående isrörelsen (Sjögren 1910), som också allmänt präglar blockfördelningen, skulle moränblocket ifråga ha kommit från östra slutningen av Kiirunavaara, ungefär området Punkt 9—11, således en trakt där brottstyckeförekomsterna synes vara vid eller nära sitt upphörande söderut. Denna slutsats beträffande klyftortens läge är emellertid högst osäker, då flera exempel visar att en äldre isrörelseriktning, från Kirunaområdet mot SO, ännu kan spåras i blockfördelningen (Geijer 1917). Dessa observationer gäller bl. a. så säkra ledblock som Rektorsporfyren från Luossavaara och malmbreccia i gångporfyre, från nordligaste Kiirunavaara, samt ett flertal vid Mertainen funna block av hängväggsporfyren, däribland två med vardera ett malmbrottstycke. För det nu diskuterade blockets del måste man sålunda räkna med möjligheten att det härrör från Luossavaaras södra del.

6. GENOMBROTTSSTÄLLET S LÄGE

Såsom framgår av föregående kapitel och av Tavla 1, faller flertalet observerade förekomster av malmbrottstycken inom ett bälte som sträcker sig från nordöstra Luossavaara söderut till mellersta Kiirunavaara. Helt på sidan om detta bälte ligger de båda sydöstligaste förekomsterna, punkterna 11 och 12. Dessa tillhör också en särskild porfyrtyp, den mörkare, eutaxitiska. De lämnas tills vidare åsido, och vad som följer inom detta kapitel avser endast det nyssnämnda bältet.

Inom detta bälte är frekvensen av brottstycken störst på Luossavaara. Sydligare uppträder sådana i allmänhet endast mera sporadiskt, även om de ställvis kan vara påfallande talrika, såsom inom området punkt 7, och i närheten av punkterna 9 och 10 synes de upphöra. Vidare är förekomsten av större brottstycken — 1 dm eller mera — av allt att döma inskränkt till bältets bottenzon på Luossavaara. Samtidigt kan konstateras att, i stort sett, avrundningen av brottstyckena tilltager mot söder, även om man lika litet i detta avseende som när det gäller frekvensen kan konstatera någon tydlig gradient. Brottstycken av liggväggskomplexets bergartstyper har ej iakttagits söder om området 7.

Dessa förhållanden motiverar två slutsatser:

1. Brottstyckena inom bältet härrör alla från ett och samma ställe, där porfyren har genombrutit en malmkropp.

2. Av förekomsterna ligger Luossavaara närmast detta genombrottställe.

Vidare anger den vertikala fördelningen av brottstyckena på Luossavaara, som ovan diskuterats, att

3, genombrottstället har legat ovanför den nuvarande jordytans plan, något N eller NNO om Luossavaaras topp.

De med malmbrottsstyckena associerade inneslutningarna av bergarter av liggväggskomplexets typer passar helt in i denna konstruktion. De två i agglomeratzonen vanligaste typerna är en ljusröd bergart, mycket ofta med små magnetitmandlar, och en grå, utan mandlar och liksom föregående utan tydligt framträdande strökorn. Dessa båda bergarter förekommer också i Luossavaaramalmens omedelbara liggande. Sålunda träffas t. ex. den förstnämnda i borrhålet nr 15 omedelbart under malmen, medan den högre upp i samma borrhål allmänt förekommer såsom brottstycken i hängväggsporfyren. Båda typerna uppträder emellertid också sydligare. Sålunda finnes de i motsvarande läge intill Kiirunavaaras malm, mellan bergfoten och Luossajärvi. I övrigt synes emellertid den ljusröda formen med magnetitmandlar blott förekomma helt lokalt i Kiirunavaaras liggväggskomplex. Agglomeratets inneslutningar av magnetitsyenitporfyren har sin närmaste kända motsvarighet ca 2 km NNO om Luossavaaras topp, medan de mörka bergarterna med kvartsmandlar finns blottade först ett par kilometer ytterligare mot NO. Så stora ytor av liggväggskomplexet är emellertid jordtäckta, att de nämnda bergartstyperna mycket väl kan förekomma på betydligt närmare håll. Också måste man räkna med, att fördelningen kan ha varit en annan uti den bortroderade del av liggväggskomplexet, varom nu är fråga.

Ett viktigt negativt drag, som gäller samtliga iakttagna förekomster av bergartsbrottsstycken uti hängväggsporfyren (och sålunda ej endast Luossavaara), är den fullständiga frånvaron av den ljusröda typ med mandlar av amfibol, titanit och apatit, som är så vida spridd på Kiirunavaara och där även har kvantitativ betydelse.

Inför denna rekonstruktion av genombrottsställets läge måste man fråga sig om det är riktigt att, såsom jag har gjort (Geijer 1919), hänföra malmbrottstyckena till en i övrigt okänd malmkropp. Kan de ej i stället härstamma från en numera bortroderad del av Luossavaaramalmen?

Frågeställningen härvidlag ter sig givetvis helt olika, om man tolkar Luossavaaras malm såsom intrusiv eller extrusiv.

Det förstnämnda alternativet får väl numera anses accepterat, särskilt på grund av den analoga Kiirunavaaramalmens tydligt intrusiva uppträdande. Om man utgår från denna uppfattning och från antagandet att malmbrottstyckena härstammar från malmkroppen ifråga, måste man tolka de lokala geologiska förhållandena i övrigt på följande sätt. Malmkroppen intruderades under ett täcke av hängväggsporfyv — det som nu ligger över agglomeratzonen. Detta skedde utan att lämna några spår i hängandet. Senare intruderades, emellan malmkroppen och detta dess ursprungliga hängande, en ca 200 m mäktig massa av sur och säkerligen viskos lava, medförande massor av brottstycken, delvis i form av sammanhängande packar; denna intrusion sträckte sig, med avtagande frekvens av inneslutningar, åtminstone 5 km. Såsom i det följande skall visas (under 7) motsäges denna redan i och för sig mycket osannolika bild av vad som framstår såsom den mest sannolika tolkningen av det vulkanologiska förloppet. Slutligen skulle, enligt antagandet, malmkroppen ha utövat en viss kontaktinverkan på denna i dess hängande nytillkomna enhet, under det att, såsom nämnt, intet dylikt kan spåras i vad som skulle varit i kontakt med malmen vid dess intrusion.

Om man däremot utgår från att malmen skulle vara extrusiv, så erhåller brottstyckeförekomsten en helt naturlig förklaring. Svagheten ligger härvidlag i stället i den hypotetiska förutsättningen. Själva malmens utbildning är alltigenom densamma som i Kiirunavaaras säkert intrusiva malmkropp. I Luossavaara finns sålunda inga sådana drag, exempelvis i apatitens utbildningsform, som utmärker den enda kända förekomsten av extrusiva apatitmalmer (jfr Park 1961). Kontaktförhållandena i hängandet strider också emot antagandet; de kan måhända bortförklaras såsom resultat av något slags fumarolisk efterverkan — en osannolik förklaring, visserligen, men ej absolut orimlig. De mest vägande argumenten emot att tillskriva Luossavaaramalmen en extrusiv uppkomst är emellertid att hämta från dess förhållande till sitt liggande. På bergets topp fanns en metersbred malmgång, som från malmkroppens undersida stack snett in i liggväggen och sedan fortsatte ca 10 m, ungefär parallellt med malmen. Och grubbrytningen har visat, att malmbrecciebildningen i hängandet mångfaldigt överträffar vad som i den vägen förligger vid den intrusiva malmen i Kiirunavaara. Malmen skulle sålunda, samtidigt med att den flöt fram på bergsytan, ha intruderats i detta sitt underlag i en utsträckning som måste ha inneburit ett betydande upplyftande av detsamma. Sådant synes oförenligt med extrusion i vanlig mening. Möjligen är det tänkbart på bottnen

av ett relativt djupt hav, men det finns ingen direkt anledning att räkna med en sådan miljö.

Antingen man förutsätter att Luossavaaramalmen är intrusiv eller extrusiv, innebär sålunda antagandet att brottstyckena härstammar från densamma att man accepterar någon mycket osannolik tolkning av de lokala geologiska förhållandena. En härkomst från en något äldre, numera helt borteroderad malmkropp framstår därför såsom det mest sannolika — eller, kanske mera adekvat uttryckt, det minst osannolika — av de möjliga alternativen.

7. DEN VULKANOLOGISKA ASPEKTEN OCH BROTTSTYCKENAS SPRIDNING

För att komma längre i förståelsen av den geologiska utveckling, i vilken hängväggsporfyrens genombrytande av en järnmalmskropp har utgjort en detalj, måste man söka rekonstruera den vulkaniska miljön. En sådan uppgift är naturligtvis alltid svår i ett fall som detta, där den nuvarande jordytan bildar en stor vinkel emot den på vilken eruptionerna har ägt rum. Därtill kommer, när det gäller Kiruna, att väsentliga partier av berggrunden är okända på grund av bristen på blottningar. Även om en rekonstruktion sålunda måste bli en i hög grad spekulativ produkt, en byggnad uti vilken många element är osäkra, så har den alltid sitt värde däruti, att den belyser problemställningarna och ger utgångspunkter för vidare framsteg.

Ett sådant rekonstruktionsförsök måste utgå från liggväggskomplexet, den enhet på vilken eruptionerna av hängväggsporfyrr har utbrett sig. Denna geologiska enhet är emellertid, om kanske ej unik så dock mycket egenartad. Dess utbildning inom den bäst kända delen, Kiirunavaara, kan sammanfattas så, att den utgör en av allt att döma geologiskt enhetlig eruptivmassa, vilken till ett djup av ca 300—400 m är utbildad med extrusiva strukturer och nedåt övergår till en fin- till medelkornig syenit av samma karakteristiska mineralsammansättning; syeniten sträcker sig åtminstone ca 250 m ytterligare nedåt. Huruvida liggväggskomplexets utbildning på Luossavaara är likartad är tyvärr obekant, på grund av den jämna och mäktiga jordbetäckningen på bergets västra och norra sidor. Nordost om Luossavaara åter synes det troligt att liggväggskomplexet är alltigenom uppbyggt av bergarter med ytstrukturer, och det är sannolikt att här åtminstone de översta delarna är sammansatta av olika bäddar (jfr ovan under 5.2).

Nyckelområdet är tydligen Kiirunavaara. Liggväggskomplexets geologiska enhetlighet där synes ej kunna dragas i tvivelsmål. Det skulle naturligtvis ge en mera »naturlig» bild, d. v. s. vara i bättre överensstämmelse med allmän geologisk erfarenhet, om den syenitiska fasen kunde tolkas såsom en senare intrusion i den extrusiva fasen av samma magma. Men fastän denna möjlighet

alltid har hållits i tankarna har det ej varit möjligt att finna något som helst drag som kunde motivera en sådan tolkning (jfr Geijer 1910).

Det synes signifikativt, att veterligen de enda kända bergarter som är analoga med liggväggskomplexet i Kiirunavaara, både till sammansättning och genom förekomsten av snabba övergångar emellan faser av mycket olika kornstorlek, tillhör den eruptivserie i Ural med vilken järnmalmsfyndigheter, delvis helt typiska apatitmalmer, är på det närmaste förbundna. Dessa bergarter uppfattas såsom intrusiva, medan en sådan tolkning är utesluten för Kirunabergarternas del. Visserligen har flera erkänt framstående geologer efter ett kort besök vid Kiruna uttryckt åsikten att de malmen omgivande bergarterna därstädes alltigenom är intrusiva. En sådan tolkning kan emellertid presenteras endast med ett bortseende från relevanta fakta, rörande såväl bergarternas egna karaktärer som deras inbördes relationer.

Den anförda skillnaden i geologiskt uppträdande emellan Kirunas liggväggskomplex och de analogt utbildade bergarterna i Ural synes emellertid ej böra tillmätas någon avgörande betydelse vid en jämförelse, eftersom tydligen även de sistnämnda har stelnat under förhållanden, som kommer ytbergarternas nära. Om dem skriver Högbom (1898, s. 118): »Bergarterna [inom syenit-zonen] betecknas öfvervägande såsom syenitporfyr; mångenstädes — och särskildt kunde detta observeras vid Wyssokaia — antaga bergarterna emellertid en rent granitkornig, stundom till och med ganska grofkristallinisk struktur. Det egendomliga härvid är, att sådana granitiskt struerade syenitvarieteter hastigt och slirartadt vexla med felsitiskt utbildade och traktytoidalt struerade syenitporfyrrer.» Efter att ha omnämnt förekomsten av inneslutningar av magnetitrik syenitporfyr i syenit (en företeelse som, såsom nämnt, saknar motsvarighet vid Kiruna) framhåller Högbom »att verkliga tuffer och tuffbreccior af syenitbergarterna förekomma på ett egendomligt sätt inneslutna i dessa, så att de på sina ställen synas ingå såsom integrerande länkar i det af dessa intagna området. Detta förhållande i förening med den förut anmärkta hastiga öfvergången mellan grofkristallinisk syenit och verklig syenitporfyr eller felsitliknande sådan, öfvergångar som stundom (t. ex. i Wyssokaia Gora) försiggå inom en zon af endast något tiotal meters bredd, ger vid handen, att bergarternas mer eller mindre kristalliniska utbildning i dessa fall icke är en så exklusiv funktion af det djup, hvarpå de stelnat, som man i allmänhet eljes inom petrografien brukar antaga. I det stora hela torde denna komplex af bergarter, inklusive de eugranitiskt korniga, få anses såsom i genetiskt hänseende närmast hänförliga till ytbergarterna» (Högbom 1898, s. 120—121).

Det har framhållits (Geijer 1931, 1960) att en enhetlig extrusiv massa av liggväggskomplexets natur svårligen kan tänkas ha utbredd sig på jordytan från en central krater eller en eruptionsspricka, i stället synes förklaringen vara den att taket över en relativt ytlig magmabassäng har sjunkit ned. Sådant kan, såsom Williams (1941) framhåller i sin klassiska uppsats om calderabildning,

bero på att en magmabassäng har tömts genom en eruption, eller också — och enligt hans mening oftare — därpå att de tyngre fasta bergarterna har sjunkit ned i den lättare magman i bassängen. För Kirunaområdet måste man tänka sig utbrottsarean inom den sydligare delen; N om Luossavaara vilar ju liggväggskomplexet i stort sett konformt på Kurravaarakonglomeratet. Även om det icke är möjligt att närmare analysera förloppet synes sålunda liggväggskomplexets extrusion få tillskrivas ett vidsträckt insjunkande av berggrunden, som har tillåtit en stor — man kan med fog säga en abnormt stor — magma-massa att hastigt nå jordytan, och från denna centrala eruptionsarea utbreda sig över omgivningarna.

Det kan måhända synas osannolikt att en magma av den ifrågavarande sammansättningen skulle ha varit så lättflytande, som det sålunda antagna förloppet innebär — typiska trakyter, t. ex., visar ju ofta kuppartade extrusionsformer, som tyder på stor viskositet. Närmare jämförliga med liggväggskomplexets bergarter i sammansättning och struktur är emellertid Oslofältets rombporfyrrer, även om dessa i allmänhet har några procent lägre SiO_2 -halt än Kirunabergarterna. Deras uppträdande i form av jämna lavaströmmar, i ett fall av upp emot 200 m mäktighet (»RPI»), och med stor area antyder att lavan har varit relativt lättflytande. Det har också sitt intresse att konstatera, att man till förklaring av rombporfyrrernas uppträdande har räknat med möjligheten av »arealeruptioner» (cit. efter Holtedahl 1953), sålunda i princip samma tanke som har utvecklats för Kirunas liggväggskomplex' del. För det sistnämnda må också erinras om de drag, som antyder en hög gashalt i den extruderade magman.

Liggväggskomplexets överyta, på vilken sedan eruptionerna av hängväggs-porfyr bredde ut sig, bildade tydligen ett på det hela taget jämnt plan. Det finns inga tecken på erosion av denna yta, ej heller på vittring eller sedimentation på detsamma.

För tolkningen av hängväggsporfyrens eruptionssätt är agglomeratet på Luossavaara den givna utgångspunkten. I det första omnämmandet (Lundbohm och Bäckström 1898) betecknades det som tuff, en bestämning som sedan befanns ohållbar, eftersom agglomeratets matrix är ordinär porfyr. Något sannolikt alternativ kunde emellertid ej specificeras, och diskussionen utmynnade i ett resignerat konstaterande: »It is accordingly, as is often the case with volcanic phenomena in ancient rocks, rather difficult to give an exact explanation of these agglomeratic bodies» (Geijer 1910, s. 138).

Sedan detta skrevs har emellertid frågan kommit i ett helt annat läge, huvudsakligen genom den vidgade förståelse för de surare bergarternas vulkanologi som har framgått genom studiet av Mont Pelées eruptioner 1902—1903 och 1929—1932 och Katmaieruptionen 1912, samt de tolkningar av äldre vulkaniska företeelser som baserats på dessa iakttagelser. De nya begrepp, som härvid har framkommit, synes lämpligen kunna sammanfattas under beteck-

ningen pyroklastiska strömmar: »pyroklastiska», därför att materialet är av alldeles samma art (högst varierande till kornstorleken) som det, vilket genom uppåtriktade explosioner slungas ut från ett utbrottsställe och sedan såsom nedfallet bildar tuffer; och »strömmar», emedan eruptionen, i stället för nyss angivna förlopp, tager formen av en på jordytan framvältrande massa, lik en lavaström men med ofantligt mycket större rörelsehastighet än även den mest lättflytande dylika. Initialhastigheten bestämmes av explosionstrycket, medan riktningen bestämmes av topografiska hinder vid utbrottsstället samt av den höga volymvikten hos den utbrytande suspensionen av fasta partiklar i komprimerad gas. Gasen har ansetts delvis härröra från den ursprungliga explosionen, men synes nu allmänt antagas huvudsakligen vara successivt avgiven av lavafragmenten. Materialet växlar i kornstorlek från aska till block; i somliga fall är det relativt homogent i dylikt avseende, i andra förekommer jätteblock bland aska.

För diskussionen om agglomeratet på Luossavaara är det nödvändigt att gå något närmare in på dylika produkters natur, och på nomenklaturen för desamma.¹

De flesta använda beteckningarna är beskrivande: nuées ardentes, ash flows, sand flows, pumice flows, glowing avalanches, block flows. En beteckning, som är direkt användbar internationellt, är ignimbrit. Enligt definitionen avser denna term sammansvetsade produkter av de finkornigaste av de nyss uppräknade eruptionsformerna; vidare är den ej formellt bunden till strömmar utan kan också omfatta asktuffer, förutsatt att materialet ej har hunnit alltför mycket avsvälva under lufttransporten. Definitionen lyder nämligen: »Igneous rocks of acid or perhaps intermediate composition which have been formed from material that has been ejected from an orifice in the form of a multitude of highly incandescent particles which were mainly of a minute size» (Marshall 1935, s. 357).

Bland de produkter av tidigare vulkanutbrott, som genom de direkta observationerna fått en ny förklaring och som synes särskilt upplysande i den aktuella frågan, må nämnas den andesitiska s. k. Aso-lavan i Japan, en produkt av Asos jättecaldern, vilken lava upptager en areal av 3 500 km² (Matumoto 1943). Den beskrives bäst med direkt citat: »The writer found that all the kinds of lava, such as agglomeratic lava, lava agglomerate, pumiceous tuff, and even stratified pyroclastics, come from one and the same volcanic substance. Generally speaking, an eutaxitic lava is mixed with lava blocks, obsidian pieces, lapilli, and ash, partly of exotic origin and frequently including even sedimentary rock fragments, all of which often completely pass the one into the other, strange to say, even from a volcanic rock to a sedimentary rock, forming a single geologic body» (Matumoto 1943, s. 6). Av de uppräknade va-

¹ En god översikt har givits av Ross & Smith (1961).

rianterna angives »agglomeratic lava» vara vanligast. Den är starkt inhomogen, rik på kantiga till något avrundade block av andesit, »spolar» av obsidian, lins- eller stripformig pimpsten, lapilli, vulkanisk sand, aska.

En jämförelse med agglomeratzenen på Luossavaara ger vid handen, att vulkanologer förtrogna med pyroklastiska strömmar säkerligen skulle tolka denna zon såsom en dylik. Alternativet skulle vara en sammanhängande lavaström i vanlig mening. Det synes dock osannolikt att en dylik, med den relativt höga viskositet som en sådan magma måste ha haft, skulle kunnat med sig transportera sådana mäktiga packar av främmande inneslutningar som här föreligger. Porfyrmatrixen ger i sig själv föga upplysning i sitt nuvarande bevaringstillstånd. Det bör emellertid påpekas, att den jämna strökornsfördelningen har sin motsvarighet också i en del strömmar av säkert pyroklastisk natur. En detaljiakttagelse förtjänar dock framhållas. Strax ovanför Luossavaaras malm har iakttagits ett ca 2 dm långt malmbrottstycke, i vilket en några centimeter lång och ett par millimeter bred spricka är fylld av porfygrundmassa. Detta kan tyda på att brottstycket har varit inneslutet i en sammanhängande smält massa. Man får emellertid ha klart för sig, att det exakta fysikaliska förloppet i en pyroklastisk glödlavin svårigen kan penetreras så grundligt, att alla detaljer kan ges en övertygande förklaring — i denna utsträckning kvarstår alltså tolkningssvårigheter. De vittgående likheterna mellan pyroklastiska strömmar och lavaströmmar i vedertagen mening har betonats av flera iakttagare. Sålunda skriver MacDonal och Alcaraz, vilka studerat vulkanen Hibok-Hibok på Filippinerna: »we regard a nuée ardente as essentially an unusually mobile and auto-expansive lava flow» (MacDonal & Alcaraz, 1956, s. 174).¹ Och Perret konstaterar att »the lava discharge of the Peléan type . . . must be considered as truly a lava flow as those of Etna or Mauna Loa» (Perret 1937, s. 63). Den geologiskt viktigaste skillnaden synes sålunda ligga däruti, att man för en pyroklastisk ström antager en ursprunglig rörelseimpuls genom en momentan explosion, och stor lätrörlighet, medan en sammanhängande lavaström framflyter på annat sätt.

Det förefaller avgjort mest sannolikt, att agglomeratet på Luossavaara är att tolka enligt det förstnämnda alternativet, såsom pyroklastisk ström. Vad som där talar emot en annan tolkning är framförallt de kvantitativt betydande polymikta fragmentanhopningarna. Samma tolkning måste gälla för hela det kontinuerliga brottstyckeförande bältet, ej blott på Luossavaara utan också i fortsättningen söderut.

Ett påfallande drag är på Luossavaara anhopningen av de stora malmbrottstyckena i själva bottenlagret. Detta kan ses som en indikation på att bältet representerar en enda eruption, i vilken dessa tunga block har sjunkit ned

¹ »Nuée ardente» användes här felaktigt. Vad författarna avser, är tydligen ej det heta askmolnet, utan den »glödande lavin» från vilken detta moln uppstiger.

mot botten. A andra sidan är att märka, att någon allmän tendens för malm-brottstyckena att anrikas nedåt ej kan konstateras. Också finnes drag, som snarast talar för en mera komplicerad byggnad, genom flera eruptioner. Hit hör t. ex. förekomsten av malmbrottstyckeförande hängväggsporfyrr såsom boll i agglomeratet.

Med nu anförda synpunkter på det brottstyckeförande bältet måste man fråga sig, i vad mån en liknande tolkning kan vara tillämplig på området av hängväggsporfyrr i övrigt. Därvid uppmärksammas främst den mörka eutaxitiska porfyren. Denna har tidigare förmodats utgöra en flytbreccia (Geijer 1910), d. v. s. en lavaström vars stelnade hölje har brutits sönder av den ännu smältflytande delen. Numera förefaller kanske en pyroklastisk ström (eller flera) ge en ännu mera sannolik förklaring.

I övrigt ger emellertid hängväggsporfyren i sig själv ej anledning till dylik tolkning. Möjligheten att den uppkommit såsom ignimbrit står dock öppen. Samma porfyrtyp, blott med delvis andra proportioner emellan alkalifältspaterna, har stor utbredning, den upptager sålunda vidsträckta områden både Ö och SV om Kiruna C samt i Gällivaretrakten (inklusive Malmberget). Ingen av de fåtaliga förekomster av fragmentbergarter, som är kända från dessa områden, synes vara till sin uppkomst jämförlig med agglomeratet på Luossavaara. Ej heller har, mig veterligt, några iakttagelser blivit gjorda, som kan ge direkt anledning att tolka porfyrbäddar såsom ignimbriter.

Det brottstyckeförande bältet från norra Luossavaara till mellersta Kiiruna-vaara utgör ett klart definierat element uti området av hängväggsporfyrr. Såsom har visats i föregående kapitel har transportriktningen inom detsamma (eller rättare, denna riktnings projektion å den nuvarande jordytan) gått från norr till söder. Att förekomsterna punkt 11 och 12 ej kan räknas till samma enhet beror ej enbart på att de, såsom redan framhållits, tillhör en annan porfyrtyp. Om de medräknades, skulle bältets mäktighet ha vuxit från 200 m på Luossavaara till ca 1 300 m längst i söder, vilket med den anförda transportriktningen framstår såsom en geologisk absurditet.

Även bältet såsom här definierat visar emellertid en väsentlig ökning. I det följande är måtten omräknade till mäktigheter, vilket ger en klarare bild; på grund av möjliga växlingar i sidostupningen föreligger emellertid någon osäkerhetsmarginal. Också måste erinras om att gränserna i sidled ställvis är ganska osäkra. Medan mäktigheten på södra Luossavaara är 200 m (jfr fig. 3) befinnes den i närmast sydligare blottningar ha stigit till 350—400 m, och ett jämförligt mått erhålles vid Luossajärvis sydände. Söder om sjön är bältets östra gräns osäker på grund av brist på blottningar. Direkt konnektion mellan bältets delar på ömse sidor om sjön är ej möjlig, då emellan dem framgår Luossajärviförkastningen (Tavla 1). I sjön markeras denna av en djupränna (jfr Geijer 1910, kartan), som enligt på senaste tiden utförda borringar är uteroderad i en zon av starkt söndersmulad porfyrr. Det framgår vidare

av det relativa läget av Kiirunavaara- och Luossavaaramalmerna, vilka ju ligger på samma bergartsgräns, att blocket väster om förkastningen har förskjutits norrut i förhållande till det östra. Preciserat mått på denna förskjutning kan ej erhållas; de möjliga tolkningarna av Punkt 3 ger ett belopp av 300—500 m. Å Tavla 1 har antagits, att punkten ligger på samma bergartsgräns som de stora malmkropparna. Det är också att märka, att förkastningens vertikalkomponent är fullständigt okänd. Vad detta innebär för bedömandet av förkastningens effekt på bergartsfördelningen illustreras av följande exempel. Om man antager att förkastningsplanet står vertikalt, och att det västra blocket har sjunkit i förhållande till det östra, så är, på grund av bergartssvitens 60° östliga stupning, en vertikalförskjutning om ca 520 m tillräcklig för att ensam, utan någon som helst förskjutning i horisontell led, förklara en horisontalförflyttning av malmnivån om 300 m. Detta påpekande avser ingalunda att urgera, att så skulle ha varit det faktiska förloppet, men det utgör en erinran om huru komplicerat problemet i själva verket är.

Punkterna 9 och 10 är de sydligaste kända förekomsterna av malmbrottstycken. Emellan dessa och i sydligare blottningar av berggrunden har inga dylika observerats, medan inneslutningar av liggväggsbergarter, såsom ovan nämnt, ej har iakttagits sydligare än inom området Punkt 7. Mellan sistnämnda område och punkterna 9 och 10 synes sålunda förekomsten av brottstycken ha starkt avtagit i frekvens, för att med de sistnämnda observationerna helt upphöra.

Alltifrån något S om Luossavaara underlagras den brottstyckeförande enheten av porfyr utan dylika inneslutningar.¹ Sannolikt rör det sig här om en produkt av tidigare eruption.

Vad åter angår malmbrottstyckena i den mörka eutaxitiska porfyren i sydöst så synes det, såsom nämnt, omöjligt att sammanställa dem med övriga förekomster. En tänkbar förklaring är, att de befinner sig i sekundärt läge, upptagna ur en äldre ström, men direkt skäl för ett sådant antagande saknas, och det måste erkännas att dessa förekomster icke kan förklaras på grundvalen av våra nuvarande kunskaper. Anmärkningsvärt är också, att dylika brottstyc-

¹ De omfattande blottningar, som gråbergspallarna i hängandet på Kiirunavaara har erjudit, har varit föremål för undersökning på flera olika brytningsstadier. Därvid har aldrig något malmbrottstycke observerats. Anföras måste emellertid en av Fil. lic. P. Forsell meddelad iakttagelse. Under jord, å ca 200 m avv., har några meter från malmgränsen, V om Punkt 9 (Tavla 1) noterats en ca 0,7 m lång malmklump i porfyren, i form av en liggande ellips orienterad parallellt med malmkontakten. Redan formen och storleken på denna malmklump gör det osannolikt att den utgör ett brottstycke. Snarast torde den vara till sin uppkomst jämförlig med exempelvis vad som på sin tid kallades »Päronmalmen», en mycket större malmskiva — i detta fall horisontell — som år 1926 blottades i en hängväggspall längre söderut. Om förekomsten skulle utgöra ett brottstycke, så har den i alla händelser intet samband med det här definierade brottstyckeförande bältet. En tänkbar förklaring skulle i så fall i stället vara att söka i gångporfyren, som delvis är yngre än malmen, och i möjligheten att porfyren av »typ 2» sammanhänger med denna.

ken ej har observerats inom den nordligare, relativt väl blottade delen av samma zon i hängväggsporfyren.

Ett överraskande resultat av denna sammanställning av data rörande malm-brottstyckena gäller strömningsriktningarna inom hängväggsporfyren. Såsom kartorna visar, är detta porfyrområde bredast i söder, österut från Kiirunavaara. På Luossavaara är bredden betydligt mindre, och vidare mot NO avtager den ytterligare, i likhet med liggväggskomplexets men snabbare än dettas. Den större bredden söder om Luossavaara är tydligen delvis tektoniskt betingad: överskjutningar vid områdets östra rand har fört upp porfyrtpartier till sådant läge, att de har blivit blottade genom de överliggande bergarternas bortero-dering. Till väsentlig del synes dock den större bredden vara bestämd av en primärt större mäktighet hos porfyren. Det är då påfallande, att det enda elementet i denna eruptionsserie, vars strömningsriktning har kunnat fastställas, har utgått från områdets nordöstra, smalare del. Andra enheter torde härröra från utbrottställen med helt annat läge. Detta är i och för sig inte osannolikt. Troligen har hängväggsporfyrens område ursprungligen sammanhängt med det vidsträckta området av liknande bergart i öster (Sakaravaara—Tuolluvaara—Vahåive), kanske också med västligare förekomster av samma typ. Medan liggväggskomplexet utgör en separat enhet — fastän magma av samma karaktär också har kommit till utbrott på många andra ställen i den vulkaniska provinsen — kan sålunda hängväggsporfyren utgöra en tektoniskt avskild del av ett mycket större eruptionsområde av samma magma.

8. REFERENSER

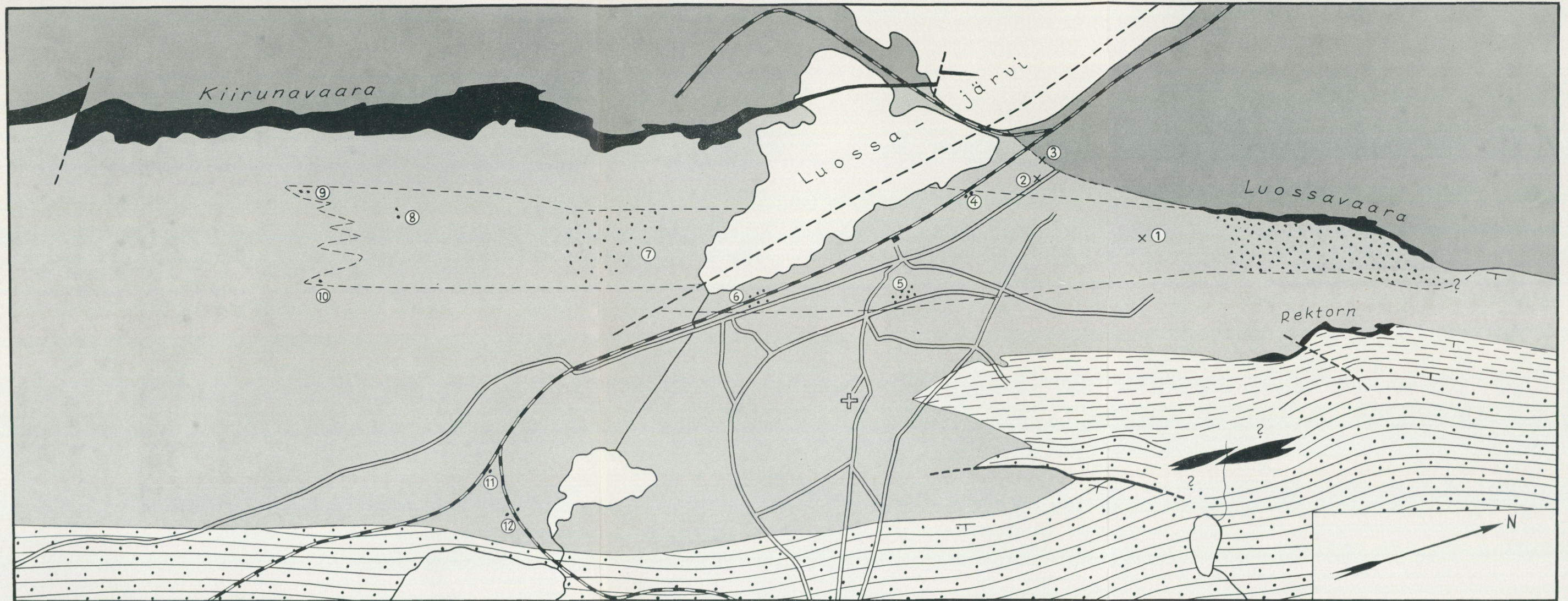
- BÄCKSTRÖM, H., 1898: Om bergarterna, som omgifva malmerna i Kiirunavaara och Luossavaara. Geol. Fören. Stockholm Förhandl., 20, s. 71.
 — 1904: Ekströmsbergs och Mertainens järnmalmfälts geologi. Geol. Fören. Stockholm Förhandl., 26, s. 180.
 CARLHEIM—GYLLENSKÖLD, V., 1910: Magnetic survey of the iron ore field of Kiirunavaara. Stockholm (Luossavaara—Kiirunavaara A.B.).
 GEIJER, P., 1910: Igneous rocks and iron ores of Kiirunavaara, Luossavaara and Tuolluvaara. Stockholm (Luossavaara—Kiirunavaara A.B.).
 — 1917: Bidrag till frågan om blocktransportriktningarna inom Jukkasjärvi malmtrakt. Sveriges Geol. Undersökn., ser. C, no 282.
 — 1919: Recent developments at Kiruna. Sveriges Geol. Undersök., ser C, no 288.
 — 1924: Kiirunavaaras geologi i djupborrningarnas belysning. Jernkont. Annaler, 79, s. 243.
 — 1931: Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Sveriges Geol. Undersökn., ser. C, no 366.
 — 1950: The Rektor ore body at Kiruna. Sveriges Geol. Undersökn., ser. C, no 514.
 — 1960: The Kiruna ores. Int. geol. congr., 21 sess., Norden 1960; guide to excursions A 27 and C 22, s. 24.
 HOLTEDAHL, O., 1953: Norges geologi. Norges Geol. Undersökelse, Nr 164.
 HÖGBOM, A. G., 1898: Om de vid syenitbergarter bundna järnmalmerna i östra Ural. Geol. Fören. Stockholm Förhandl., 20, s. 115.
 DE LAUNAY, L., 1903: L'Origine et les caractères des gisements de fer scandinaves. Annales des Mines, Mém., Sér. 10, IV, s. 49.

- LJUNGGREN, S., 1956: Rapport över geologiska arbeten i Rektorn. (Opubl.-rapport, Luossavaara—Kiirunavaara A.B.).
- LUNDBOHRN, HJ., 1898: Kirunavaaratraktens geologi. Geol. Fören. Stockholm Förhandl., 20, s. 68.
- MACDONALD, G. A., and Alcaraz, A., 1956: Nuées ardentes of the 1948—1953 eruption of Hibok-Hibok. Bull.volc., ser. 2, vol. 18, s. 169.
- MARSHALL, P., 1935: Acid rocks of the Taupo-Rotorua volcanic district. Royal Soc. New Zealand, Trans., vol. 69, pt. 3, s. 323.
- MATUMOTO, T., 1943: The four gigantic caldera volcanoes of Kyusyu, Japan. Journ. Geol. Geogr., 19, spec. number.
- PARK, CH. F., Jr, 1961: A magnetite »flow» in northern Chile. Econ. Geology, 56, s. 431.
- PERRET, F. A., 1937: The eruption of Mt. Pelée 1929—1932. Carnegie Inst. Washington, Publ. 458.
- PETERSSON, W., 1924: Djupundersökningarna i Kiirunavaara och Gellivare Malmberg. Jernkont. Annaler, 79, s. 193.
- ROSS, C. S. and SMITH, R. L., 1961: Ash flow tuffs: their origin, geologic relations and identification. U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 366.
- SJÖGREN, O., 1910: Kirunaområdets glacialgeologi. Stockholm (Luossavaara—Kiirunavaara A.B.).
- STUTZER, O., 1907: Geologie und Genesis der lappländischen Eisenerzlagertätten. Neues Jahrb. f. Min., Beil. Bd 24, s. 548.
- WILLIAMS, H., 1941: Calderas and their origin. U. of California Publ., Bull. Dept. Geol. Sci., 25, s. 239.

ANMÄRKNINGAR TILL TAVLA 1

De geologiska huvuddragen är återgivna efter den år 1910 publicerade berggrundskartan i skalan 1: 8 000 (distribuerad tillsammans med Geijer 1910), med några smärre justeringar. Att ett område omkring gränsen mellan Hauki-komplexet och Vakkoserien, N om Haukijärvi, har lämnats utan beteckning beror på följande. Inom detta ursprungligen helt jordtäckta område har för några år sedan upptäckts den ganska betydande järnmalmsfyndighet, som fått namnet Haukivaara, belägen i Haukikomplexet intill dess gräns emot den överlagrande Vakkoserien. Enligt uppgifter, meddelade av Luossavaara—Kiirunavaara A.B., har undersökningen av dess omgivningarna visat en komplicerad förkastningstektonik, som ännu ej är tillfredsställande utredd. Under dessa omständigheter har det syntts lämpligast att nu lämna det kritiska området utan beteckning. För de i denna uppsats behandlade frågorna är givetvis detta område utan intresse.

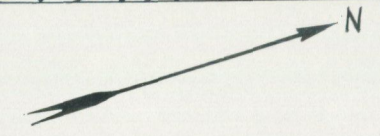
Strykningen inom Vakkoserien är delvis rätt schematiskt angiven.



Liggväggskomplexet (syenitporfyr)
 Järnmalm

Hängväggsporfyr (kvartsförande)
 Område med känd förekomst av malmbrottstycken

Haukikomplexet
 Vakkoserien
 Förkastning



PRISKLASS B
Distribueras genom
SVENSKA REPRODUKTIONS AB
FACK VÄLLINGBY 1

Stockholm 1968. Kungl. Boktryckeriet P. A. Norstedt & Söner
Printed in Sweden