SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
BERGGRUNDSGEOLOGISKA OCH GEOFYSISKA KARTBLAD
SKALA 1 : 50 000
Serie Af · Nr 1—4

JAN OFFERBERG

BESKRIVNING
TILL BERGGRUNDSKARTBLADEN
KIRUNA NV, NO, SV, SO

DESCRIPTION OF THE GEOLOGICAL MAPS
KIRUNA NV, NO, SV, SO
WITH AN APPENDIX ON THE AEROMAGNETIC
MAPS BY S. WERNER

STOCKHOLM 1967

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

BERGGRUNDSGEOLOGISKA OCH
GEOFYSISKA KARTBLAD
I SKALA 1:50000
Serie Af nr 1—4

JAN OFFERBERG

BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTBLADEN KIRUNA NV, NO, SV, SO

Description of the geological maps
Kiruna NW, NE, SW, SE
With an appendix on the aeromagnetic
maps by S. WERNER

STOCKHOLM 1967

STOCKHOLM 1967
Kungl. Boktryckeriet P. A. Norstedt & Söner

INNEHÅLL

Inledning 5
English summary 7
Geologisk översikt 10
Bergartsbeskrivning 19
Äldre granit 19
Kirunagrönstenar och därmed jämförbara förekomster av grönstenar och sediment 21
Bottenbildningar 21
Grönstenar av Kirunatyp och därmed associerade sediment 23
A. Kirunatrakten samt Vakkojärvi- och Kovozonernas sydligaste delar . . 25
B. Ajtejåkk(Aitijoki)området 31
C. Området N om Salvotjåkka 32
D. Smärre förekomster i porfyritterräng 33
Kurravaarakonglomeratet och andra klastiska sedimentformationer 34
A. Kurravaarakonglomeratet 35
B. Konglomerat vid Kaalasjärvi 3 km OSO om Puoltsa 37
C. Konglomerat NO om Kallojärvi 37
D. Aranjarkatrakten vid Kajtumälven 38
E. Glimmerskiffrar vid Torneälven 39
F. Glimmerskifferområden mellan Kalix och Kajtum älvar O om järnvägen 40
Porfyriter och associerade bergarter 43
Porfyritgruppen 44
A. Kartans centrala och sydostliga delar 45
B. Området Tertojåkk — Kajtumälven 50
Basiska och intermediära vulkaniter i växellagring med porfyrer 51
A. Området O om Kiruna 53
B. Området V och SV om Kiruna 55
1. Basiska till intermediära grönstenar 55
2. Övervägande intermediära vulkaniter 57
Porfyrer och associerade bergarter 61
Porfyr och leptit som inlagringar i porfyritgruppen 62
Kirunaporfyrerna 64
A. Kirunaprofilen 64
1. Syenit och syenitporfyr 64
2. Kvartsförande porfyr 64

3. Undre Haukikomplexet 65
B. Området O om Kiruna 66
1. Syenitporfyr 66
2. Kvartsförande porfyr och leptit 67
3. Sediment 70
C. Området V och SV om Kiruna 73
1. Syenitporfyr 73
a. Bergarter erinrande om Kirunas »liggväggsporfyr» 73
b. Natriumextrema syenitporfyrer (albitofyrer) 78
c. Övriga förekomster 80
2. Kvartsförande vulkaniter 81
a. Fältspatporfyr 81
b. Strökornsfattiga och strökornsfria, kvartsförande former 83
c. Kvartsporfyr 83
3. Sediment 85
Paittasjärvigrönstenar 92
Smärre intrusioner bland vulkaniterna 92
1. Basiska intrusioner 92
2. Surare intrusioner 93
Övre Haukikomplexet 94
Yngre djupbergarter 95
Syenitserien 95
1. Gabbro 96
2. Syenit 97
3. Pertitgranit 98
Migmatitgranit 100
Konglomerartad bildning vid Holmajärvi 101
Tektonik 102
Översikt 102
Veckstrukturer 103
Förkastningstektonik 104
Malmfyndigheter (tabell 1) 107
Analystabeller (tabell 2—8) 110
Variationsdiagram 130
Litteratur 133
Namnregister 135
Appendix: The Aeromagnetic Maps by S. Werner 137

Inledning

I samband med Sveriges geologiska undersöknings pågående järnmalmsinventering i Norrbotten utförs bl. a. omfattande berggrundsgeologiska nykarteringar i malmtrakterna samt en regional magnetisk flygmätning över inventeringsområdet. Resultaten av dessa arbeten görs tillgängliga genom publicering av berggrundskartor, berggrundsprofiler och flygmagnetiska kartor i skalan 1 : 50 000, jämte beskrivningar till dessa. De enstaka malmobjekten kommer senare att behandlas mera i detalj.

De geologiska kartor, som här presenteras, är resultatet av flera års lagarbete, utförda åren 1961—1964, i vilket många personer i större eller mindre utsträckning varit engagerade.

De fyra kartbladen 29 J Kiruna NV, 29 J Kiruna NO, 29 J Kiruna SV och 29 J Kiruna SO har behandlats som en enhet och har fått en gemensam beskrivning vilken utarbetats av J. Offerberg, som även utfört huvudparten av karteringen samt givit kartorna deras enhetliga form. För hela bladet 29 J Kiruna SV samt även för åtskilliga delar av de andra kartbladen har kartering och vidare bearbetning stått under överinseende av G. Nilsson, med vilken J. Offerberg samarbetat och gjort översiktsresor inom bladens alla delar. Inom den nordligare delen av Kirunatrakten samt de utlöpare av Vakkojärvi- och Kovozonerna, vilka når in på det NO kartbladet, är hällkonturer och geologiska gränser i stor utsträckning baserade på R. Frietschs arbeten. I fältarbetena har vidare ett tjugutal extrageologer deltagit. Värdefulla upplysningar har inhämtats genom tillmötesgående från överingenjör S. Ljunggren och fil. lic. P. Forsell vid LKAB. Tidigare existerande geologiska kartor, främst Geijers, Sundius' och Ödmans, har utnyttjats i stor utsträckning såväl i fält som under bearbetningens förlopp. Vidare har en mängd upplysningar kunnat hämtas ur de äldre dagböcker som förvaras vid SGU.

De flygmagnetiska kartor, beträffande vilkas upprättande S. Werner (1963) publicerat en översikt, fanns för Kirunabladets del tillgängliga i preliminärt skick vid karteringens påbörjande och har varit av stort värde vid den geologiska kartans sammanställning. Statsgeolog J. Cornwell har utfört de geofysiska tolkningsarbeten, som är redovisade på den geologiska kartan i form av tecknet »stupningsriktning enligt den geofysiska tolkningen». Tillgängliga markgeofysiska mätningar har utnyttjats vid dragning av geologiska gränser.

Genom tillmötesgående av Rikets Allmänna Kartverk har såsom förlaga

till det generaliserade topografiska underlaget använts det av RAK år 1961 distribuerade kartbladet 29 J Kiruna. I fält har karteringen skett på orektifierade flygbilder i de ungefärliga skalorna 1 : 20 000 och 1 : 10 000, från vilka observationerna senare med olika metoder överförts till topografiska delblad i skalan 1 : 20 000.

Den kartografiska utformningen och tekniska reproduktionsplaneringen är utförd vid AB Kartografiska Institutet av redaktör O. Hedbom i samarbete med SGU:s tjänstemän.

Bladbeskrivningen upptager endast en mindre del av den litteratur, som på ett eller annat sätt berör det aktuella områdets bergartsformationer och malmer. För en mera fullständig litteraturreferens hänvisas till länsbeskrivningen (Ödman 1957), där även en historik över tidigare geologiska arbeten finnes upptagen.

Gunnar Kautsky

English summary

The rocks and ore deposits of the Kiruna area are familiar to geologists from the the papers of Lundbohm, Geijer, Sundius, Ödman and others. The present description covers the Kiruna map-sheet 29 J, which is subdivided into 4 quarter sheets. Besides making use of all previous information, great help has been derived from newly completed airborne and ground magnetic surveys. During the geological field work, which was commenced in 1961, previously known exposures were examined as thoroughly as new ones encountered during the course of the work.

The rocks of the map area are practically without exception of Archaean age. An insignificant occurrence of a conglomerate-like rock at Holmajärvi has been described as a possible tillite of Eocambrian age (Ödman 1957). Caledonian formations are not represented on the map sheet.

The emphasis of the work presented in this paper is on the volcanic formations and their statigraphic relations. Earlier concepts are briefly narrated and discussed in view of new results. According to the author's opinion, all volcanic formations of the map area, including the greenstones at Kiruna, belong to one and the same sequence. The stratigraphic order within the classical Kiruna profile is believed to be that originally assumed by Hj. Lundbohm, Geijer, Sundius and others, that is:

Upper Hauki Complex (conglomerates, sandstones and phyllites) *Youngest*
Lower Hauki Complex (metamorphic volcanics and sediments)
Quartz-bearing porphyry
Syenite porphyry and syenite
Kurravaara Conglomerate
Kiruna greenstones *Oldest*

The tectonic style here and elsewhere is, however, that of intense faulting, which complicates the picture. The tectonics of the Kiruna area are the subject of a detailed discussion by Ödman (1957).

The author's views on the stratigraphic order of the volcanic formations is largely based on 'way-up' determinations, mainly cross-bedding in clastic formations. A considerable amount of time has been spent on the localization and exposure of such structures. The regional distribution of the various volcanics indicates the usually greater age of the predominantly basic formations. At Paittasjärvi, however, near the western boundary of the map-sheet, volcanic greenstones occur which resemble those at Kiruna but evidently overlie neighbouring acid and intermediate volcanics. These Paittasjärvi greenstones are partly pillow-bearing and alternate with banded basic tuffites. There is evidence of minor iron ore occurrences among them. Thus two greenstone sequences with the same appearance but of different age are represented on the map.

The main part of the porphyritic greenstones of the map is believed to be of approximately the same age as the Kiruna greenstones and other occurrences of basic volcanics stratigraphically comparable with them. Whereas greenstones of the Kiruna type partly display a spilitic tendency, the porphyritic greenstones

are believed to have originated in a more terrestrial environment. Among the latter, however, occur intercalations of sediments and — occasionally — pillow lavas.

The facies development of the younger, predominantly acid and intermediate volcanic formations resembles that of the porphyritic greenstones, and there is no sharp dividing line between the two groups. There are basic intercalations among the porphyries as well as acid intercalations among the porphyritic greenstones. Among the greenstones of the Kiruna type hardly any acid volcanics appear.

The Kurravaara conglomerate, which rests on the Kiruna greenstones, contains a comparatively small number of greenstone pebbles. The bulk of the pebble material consists of porphyries of syenitic and largely keratophyric composition. There are scattered pebbles of iron ore of the Kiruna type. According to Ödman's stratigraphy (1957), the Kiruna greenstones and the conglomerate belong to a much younger geologic cycle (the Karelian) than the porphyries with their iron ore deposits of the Kiruna type. The present author, however, believes that the pebbles of the Kurravaara conglomerate have come from other, somewhat older sources than the porphyries at Kiruna and that the conglomerate really underlies the latter. Porphyries older than those at Kiruna may be found as intercalations among the porphyritic greenstones on the southern part of the map. To the south of Lävasjåkk in the northwest of the map-sheet, porphyries of the »footwall» type of Kiruna are underlain by several other porphyry beds, partly of a composition resembling that of the predominant pebbles of the Kurravaara conglomerate.

The bulk of the deep-seated rocks is evidently younger than the volcanic formations. Certain granites to the north of Kiruna are, however, believed to constitute a basement to the volcanics. There is an additional, minor occurrence of granite in the Kaalasjärvi region, which appears to be older than the neighbouring volcanic greenstones. It is frequently very hard to differentiate older granites from younger granites, especially since the older granites in many cases have been affected by younger ones.

Older maps of the Kiruna region are very detailed, and little new data is available concerning the Upper Hauki Complex, the main representative of the Vakko sediments on the map. The Upper Hauki Complex still seems to constitute the youngest supracrustal rocks of any importance on the map sheet. A tentative stratigraphic scheme is given in fig. 1.

Conglomerate-like rock at Holmajärvi. (?)

Younger deep-seated rocks. (Migmatite granite. The Syenite series with granite, syenite and gabbro.)

Upper Hauki Complex. (Quartzite, phyllite, greywacke and conglomerate.)

Paittasjärvi greenstones. (Basaltic greenstones, partly developed as pillow lavas. Basic tuffites. Iron ore. Basal conglomerate with porphyry pebbles.)

Kiruna porphyries

(Quartz-bearing porphyries, syenitic porphyries and intercalated intermediate and basic, mainly porphyritic volcanics. Agglomerates, tuffs or tuffites and conglomerates, sandstones and mudstones. Minor limestone occurrences. Iron ores.)

Aranjarka conglomerate at the Kajtum River (together with mica-schist and dark leptite rich in mica), *conglomerate* and *mica-schist* near the Kalix River to the East of the railroad.

Porphyrite group. (Greenstones of mainly basaltic or andesitic composition. Sporadic pillow lavas. Rather numerous intercalations of acid volcanics and tuffs or sediments. Scattered small iron ores.)

Kurravaara conglomerate. Mica-schist at the Torne River.

Greenstones of Kiruna type and comparable greenstone occurrences. (The latter include greenstones at the Torne River, Ajtejåkk and to the North of Salvotjåkka.) The association includes: Basic lavas and intrusives. Spilitic greenstones. Basic tuffs or tuffites. Locally graphite-bearing schist. Limestone. Iron ore of the skarn type. Minor intercalations of acid volcanic rocks.

Conglomerate or *sedimentary breccia*, partly calcareous.

Basement not known.

Granite, partly gneissose.

Fig. 1.

Geologisk översikt

Kartområdet tillhör praktiskt taget helt urberget. De närmaste blottningarna av fjällrandbildningar äro belägna på Kakastjåkka omkring 1,5 km V om bladgränsen. I länsbeskrivningen (Ödman 1957) har en fragmentförande bergart vid Holmajärvi betecknats som en eokambrisk tillit. Urbergets ytformationer och djupbergarter upptaga arealer av ungefär lika storleksordning.

Vid en beskrivning av traktens bergarter vållar nomenklaturen svårigheter, något som även framhållits av tidigare författare (Geijer 1931, Ödman 1957). Komplikationer uppstå även vid handhavandet av olika stratigrafiska element, för vilka i tidigare litteratur ett flertal beteckningar av delvis synonym, delvis något olika innebörd kommit till användning. Slutligen föreligger efter utgivandet av den nya topografiska kartan 29 J Kiruna, vilken tjänar som underlag till den geologiska kartan, en rad avvikelser i geografisk namnsättning gentemot tidigare topografiska blad. Den nya kartans lokalnamn och stavningsprinciper tillämpas här, varvid dock förut i geologisk litteratur ofta brukade ortsnamn stundom utsättas inom parentes.

På de vulkaniska bergarterna har Geijers för just dessa områden hävdvunna terminologi i stor utsträckning kommit till användning.

Huvudmassan av ytbergarterna tillhör vad Geijer betecknat som porfyrleptit-formationen. Större delen av dem är också att räkna till den bergartsassociation, som Ödman kallat Kiruna-Arvidsjaurkomplexet. För Vakkosedimenten inom Kirunatrakten kunna lokala benämningar såsom »Övre Haukikomplexet» eller »Haukivaarazonen» komma till användning.

Ödman har indelat länets urberg i en svionisk och en karelsk cykel. Till den äldre, svioniska cykeln hänfördes bl. a. Kirunaporfyrerna och andra, därmed jämförbara förekomster av sura vulkaniter samt tillsammans med dessa ställvis rikligt uppträdande, mera basiska porfyriter. Hit räknades även vissa graniter N om Kiruna. Till den yngre, karelska cykeln fördes bl. a. Vakkoserien samt de bergarter, vilka Sundius (1915) sammanfattat under benämningen Kurravaarakomplexet (i huvudsak Kirunagrönstenarna och Kurravaarakonglomeratet). Större delen av kartbladets djupbergarter har vidare ansetts vara av karelsk ålder.

Inom det aktuella bladområdet motsvara Kirunagrönstenarna med deras sedimentinlagringar tillsammans med vissa andra grönstensområden

enligt Ödmans stratigrafi Lapponium, en underavdelning inom den karelska cykeln. Vakkoserien har betecknats som en speciell, sedimentär facies av Lapponium.

Vid korreleringen av vissa smärre, isolerade förekomster med Lapponium har Ödman delvis stött sig på bergartsassociationer, vilka anses vara särskilt karakteristiska för denna serie och som kunna sägas peka på en viss spilitisk tendens.

I tidigare arbeten, bland vilka Geijers och Sundius' äro de mest framträdande, har däremot icke någon cykelindelning tillämpats. Kurravaarakomplexet ansågs vara en undre del av en enda vulkanitserie och i tiden mycket nära följt av vad Sundius betecknat som det malmförande porfyrkomplexet. Vakkosedimenten ansågos utgöra de yngsta kända ytbergarterna. Beträffande dessas relation till vulkaniterna kommo dock olika åsikter till uttryck. I Sundius' monografi av år 1915 nämnes, att ehuru uppträdandet av konglomerat i de undre delarna av Övre Haukikomplexet tyder på en hiatus, denna icke behöver ha omfattat någon mera betydande tidrymd. I detta arbete har Sundius sammanfattat alla ytbergarter till en Kirunaformation vilket medförde, att Vakkosedimentens granitunderlag inom Vakkojärvi- och Kovozonerna N om Kiruna fick anses utgöra underlag även till vulkaniterna. Geijer har å andra sidan uppfattat dessa graniter som yngre än vulkaniterna ehuru de påtagligt utgöra underlag till Vakkosedimenten (1927). Den lucka, som han ansåg existera mellan »Vakkoformationen» och de äldre vulkaniterna, tilldelades namnet Vakkojärvidiskordansen. Geijer har dock framhållit, att dennas storleksordning icke bör överdrivas (1931).

Diskussionen om åldersförhållandet inom Kirunatrakten kan ännu ej betraktas som avslutad. Geijer och Sundius ha i diskussionsinlägg (Geijer 1958 och 1959, Sundius 1959) givit uttryck för åsikten, att Ödmans tolkning av Kurravaarakomplexet som en yngre bildning än porfyrerna ej är bevisad.

Någon tvekan om åldersföljden mellan Kirunagrönstenarna, Kurravaarakonglomeratet och Vakkosedimenten har aldrig förelegat. Att grönstenarna äro äldst av de tre framgår klart av fältobservationer på många håll. När det gäller Kirunaporfyrernas uppträdande mellan Kurravaarakomplexet och Vakkobergarterna gå åsikterna däremot isär. Medan tidigare författare tolkat detta som en normal pålagring av porfyrerna över Kurravaarakonglomeratet har Ödman tillämpat en tektonisk förklaring.

De argument, vilka kommit till användning, kunna här endast i korthet

refereras. För detaljer hänvisas till länsbeskrivningen samt senare diskussionsinlägg.

Ödman leddes till sin uppfattning av Kurravaarakomplexet som en yngre bildning än porfyrkomplexet dels av det förras bergartsassociation, dels av Kurravaarakonglomeratets bollmaterial. Med undantag av normal, klastisk kvartsit anses alla lapponiska bergartsled finnas representerade inom Kurravaarakomplexet. Bollarna i konglomeratet anses till stor del vara en direkt motsvarighet till de i malmbergen uppträdande Kirunavulkaniterna. Bollar av apatitjärnmalm och magnetit-syenit-porfyr betecknas som särskilt signifikativa.

Gentemot bollmaterialets omedelbara släktskap med det angränsande porfyrkomplexet ha dock invändningar gjorts. Geijer framhåller sålunda, att ehuru den stora massan av konglomeratbollar består av albitofyrer och syenitporfyrer, de vanligaste formerna bland Kirunas »liggväggsporfyrer» dock äro sällsynta i konglomeratet. De senare skulle utmärkas av en högre kaliumhalt samt av mera pyroxen eller uralit, medan albitofyriska led äro starkt framträdande i konglomeratet. Vissa strukturella skillnader anföras vidare, vilka i stor utsträckning anses vara giltiga även för konglomeratets magnetit-syenit-porfyrbollar. Följande citat är hämtat från Geijers diskussionsinlägg 1958: »— I alla händelser är huvudmassan av konglomeratets material så nära beläktad med de underliggande grönstenarna, att en härkomst från erosionsprodukter från malmbergens porfyrer för dessas del är praktiskt taget utesluten. Vissa former kunna dock, som sagt, härröra från dessa sistnämnda. —»

Medan Ödman för sin tolkning fäst särskilt avseende vid bollarna av apatitjärnmalm har Geijer ansett dem vara »mera underordnade och till sin karaktär föga upplysande».

För tolkningen av Kirunaområdets geologiska byggnad äro de tektoniska förloppen av största betydelse. Enighet råder om, att avsevärda förskjutningar skett utmed Övre Haukikomplexets östra gräns, där delar av porfyrkomplexet skjutits upp över sedimenten, samt invid gränsen mellan Undre resp. Övre Haukikomplexen. Ödman har betecknat »Haukivaarazonens» uppskjutning över Undre Haukikomplexet som en gångjärnsförkastning med axeln belägen i trakten av Palsivaara. Förutom dessa mycket betydande tektoniska zoner ha åtskilliga smärre eller för uppfattningen om traktens geologi mindre betydelsefulla dislokationer kunnat konstateras. V om de ovan nämnda, stora förskjutningarna äro inga mera betydande förskiffringszoner kända även om tektoniskt störda kontakter finnas vid Val-

keasiipivaara liksom vid Pahtohavare (Pahtosvaara) i S. Ödmans förklaring av Kirunaporfyrernas läge i förhållande till Kurravaarakonglomeratet som en endast skenbar överlagring förutsätter heller inga större förskjutningar. De senare måste dock ha resulterat i en uppresning av konglomeratet. Gentemot detta har anmärkts, att den vid två tillfällen framprepparerade kontakten mellan konglomerat och porfyr vid Valkeasiipivaara knappast ger något intryck av att alls representera några tektoniska rörelser och att — om så trots allt är fallet — kontaktens av Frietsch konstaterade brant nordvästliga stupning närmast strider emot möjligheten att porfyrerna kunna ha pressats upp över konglomeratet (Geijer 1958). En viss uppkrossning samt kloritomvandling av porfyren invid kontakten är likväl påtaglig.

Denna redogörelse befattar sig endast med de formationer, vilka ligga inom det aktuella kartbladet. Förf:s egen uppfattning av stratigrafin bygger enbart på erfarenheter från detta kartblad och dess närmaste omgivningar.

De data, som kunnat inhämtas från det karterade området, ha icke gett något belägg för, att Kurravaarakonglomeratet och de därunder liggande grönstenarna skulle kunna vara yngre än porfyrerna. Såsom torde framgå tydligt av den geologiska kartan peka stupningar och uppåtbestämningar i de flesta fall på, att finkorniga till täta, stundom pillowutbildade grönstenar samt därmed associerade tuffer och sediment stupa in under angränsande porfyrer. Så är fallet icke endast inom Kirunaprofilen utan också NO om Torneälven, i trakten av Vietofältet samt i den lilla del av Ropivaaraområdet, som berör kartbladet. De uppåtbestämningar, vilka här avses, äro grundade på snedskiktning eller graded bedding. Strykningsriktningarna variera mellan de olika områdena, vilket förstärker intrycket av, att man har att göra med en pålagring av porfyrer över grönstenar. Tektoniska störningar äro visserligen ytterst talrika över hela kartområdet, men de stratigrafiska observationer som gjorts peka alla i samma riktning.

I trakten av Paittasjärvi uppträda å andra sidan bergarter, vilka mycket erinra om Kirunagrönstenarna och som på grundval av stupningsförhållandena måste förutsättas överlagra angränsande porfyrer. Dessa grönstenar, vilka delvis äro utbildade som pillowlavor, få således betraktas som yngre än Kirunaporfyrerna, och man har därmed inom kartbladet två olikåldriga grönstensformationer av likartad beskaffenhet.

Kartbladets porfyrer äro i huvudsak yngre än de porfyriter och därmed associerade, likaledes ofta porfyritliknande, intermediära vulkaniter, vilka

äro särskilt rikligt representerade inom bladets sydligare delar. Bland porfyrerna uppträda emellertid talrika mera basiska inlagringar liksom surare led finnas representerade inom de porfyritdominanta terrängerna. Bland de senare inlagringarna kunna kvartsförande porfyrer samt albitofyriska former nämnas. S om Kaalasjärvi finnes en konglomeratartad inlagring bland porfyriterna, vilken i stor utsträckning sammansättes av albitofyriska bollar jämte övergångsformer mot magnetit-syenit-porfyr. Vid järnmalmsförekomsten Pattok förekomma rödaktiga, albitofyriska eller keratofyriska bergarter (T. Eriksson, muntligt meddelande). Kirunaprofilens porfyrer få väl räknas till huvudmassan av kartbladets porfyrer och skulle därmed vara yngre än dessa surare inlagringar i porfyritterrängerna. Kurravaarakonglomeratets bollmaterial, till vilket ingen källa tidigare varit känd, är genom dessa stratigrafiska förhållanden betydligt lättare att förklara, och man behöver icke tillgripa Kirunaprofilens porfyrer som leverantörer därtill.

De porfyriter, vilka äro äldre än porfyrernas huvudmassa, intaga enligt förf:s åsikt ett stratigrafiskt läge jämförbart med Kirunagrönstenarnas. Enligt denna uppfattning få grönstensformationernas olika utbildning förklaras som faciesskillnader. Övergångsformer, såsom finkorniga grönstenar av basaltisk sammansättning utan pillowutbildning och utan karakteristiska åtföljande bergartsled, förekomma. Bland porfyriterna uppträda undantagsvis pillowlavor.

Granitbollförande konglomeratblock ha anträffats i gränsområdet mellan Kirunagrönstenar och granit N om Kiruna. NO om Kaalasjärvi vila grönstenar med något som förf. tolkat som en sedimentär breccia på granit erinrande om de mera rödlätta varianterna bland graniterna och gnejsgraniterna N om Kiruna. Det synes därför förf. mest sannolikt, att Vakkojärvidiskordansen är att förlägga under vulkaniterna. Därmed är naturligtvis icke uteslutet, att en diskordans kan föreligga även mellan Kirunaporfyrerna och Övre Haukikomplexet. Några väsentliga nya bidrag till kännedomen om det senare ha icke erhållits genom de här redovisade fältarbetena. Ett visst tillskott erbjuder dock den serie av provdiken, som L.K.A.B. för malmundersökningsändamål låtit upptaga över Haukivaara järnmalm.

Ett för alla ytformationerna gemensamt, granitiskt eller gnejsigt underlag torde vara svårt att påvisa genom åldersbestämningar. Detta illustreras bl. a. av de talrika grönstensgångar i den äldre graniten på Mäntynunnanen, vilka omnämnts av A. Gavelin (1912). Gångarna genomsättas ej sällan av den granit, i vilken de uppträda. Liknande företeelser äro vanliga även inom den yngre syenitseriens massiv. Det är därför icke alltid möjligt att efter

utseende och fältuppträdande skilja mellan äldre och yngre granit. Lokalt mobiliserade portioner av den äldre graniten äro väl också i strikt bemärkelse att beteckna som yngre granit.

Av liknande orsaker är det svårt att bedöma, huruvida suprakrustalrester äldre än vad förf. uppfattat som ytformationernas gemensamma granitunderlag finnas bevarade inom detsamma på kartan. Om så är fallet skulle de enligt den här framlagda åsikten representera traktens äldsta berggrund. Grönstensrester kunna såsom framgår av det ovan sagda i själva verket utgöra delar av ursprungligen gångformiga bildningar. Vid Maunajaure uppträder i en järnvägsskärning en förhållandevis ren kvartsit på ömse sidor flankerad av gnejsgranit. Någon åldersrelation mellan kvartsit och gnejsgranit står dock ej att erhålla, varför kvartsiten även kunde tänkas vara en inklämd skiva av yngre bildningar. För järnmalmsfyndigheten Keskinen Käyrävaaras del synes ett liknande förklaringssätt vara det lättast tillämpliga.

Karteringen av Kirunabladet har fört till den stratigrafiska indelning av dess bergarter, som visas i fig. 2.

Ett femtiotal nya bergartsanalyser ha utförts på prover från bladområdet. Tillsammans med tidigare publicerade analyser blir det totala antalet därmed 77. Det är emellertid icke möjligt, att på grundval av analysmaterialet genomföra någon längre gående indelning av vulkaniterna i typer. På grund av bergarternas finkornighet är det ofta svårt att avgöra, i hur hög grad senare processer kunnat påverka fältspatens kemiska sammansättning. Flera av analyserna uppvisa en kalihalt, som av allt att döma måste ha ett metasomatiskt ursprung. I hur stor utsträckning även andra prover kunna ha varit utsatta för liknande påverkan undandrager sig en säker bedömning. Benämningar såsom trakybasalt eller trakyandesit, vilka ofta erhållas vid en närmare namnsättning efter analyserna, kunna vara betingade av metasomatisk omvandling och ha därför undvikits. I stället ha de förenklade namnen basaltisk grönsten resp. andesitisk grönsten tillämpats. Övergångsformer mellan olika bergarter äro också mycket vanliga, vilket i hög grad komplicerat karteringarna i fält liksom konturdragningarna. Gruppen av syenitporfyriska bergarter är härvid speciellt svårhanterlig. Övergångar förekomma såväl mot ryolitiska eller kvartsförande porfyrer som mot de mera intermediära eller basiska vulkaniterna. I det senare fallet synes klassificeringen ofta vara beroende av vilket system man använder (i detta arbete har huvudsakligen Rittmanns system tillämpats). Makroskopiskt kunna bergarterna heller icke åtskiljas. På kartan ha därför syenitporfyrer av ljus färg

Konglomeratartad bildning vid Holmajärvi (?)	
Yngre djupbergarter. (Migmatitgranit. Syenitseriens intrusiv med granit, syenit och gabbro.)	
	Övre Haukikomplex (kvartsit, fyllit, gråvacka och konglomerat).
»*Paittasjärvigrönstenar*». (Basaltiska grönstenar, delvis utbildade som pillowlavor. Basiska tuffiter. Järnmalm. I svitens botten konglomerat med bollar av bl. a. porfyr.)	
Kirunaporfyrer. (Kvartsförande porfyrer, syenitiska porfyrer samt talrika inlagringar av intermediära och basiska, merendels porfyritiska vulkaniter. Agglomerat och tuffer eller tuffiter samt konglomerat, sandstenar och slamstenar avsatta i vulkanisk miljö. Smärre kalkstensförekomster. Järnmalmer.)	
»*Aranjarkakonglomerat*» vid Kajtumälven (jämte glimmerskiffer och mörk, glimmerrik leptit) samt *konglomerat* och *glimmerskiffer* i trakten av Kalixälven O om järnvägen.	*Kurravaarakonglomerat. Glimmerskiffer* vid Torneälven.
Porfyritgrupp. (Grönstenar av övervägande basaltisk eller andesitisk sammansättning. Sporadiska pillowlavor. Relativt talrika inlagringar av surare vulkaniter samt tuffer, tuffiter eller sediment i vulkanisk miljö. Enstaka små järnmalmer.)	*Grönstenar av Kirunatyp samt därmed jämförbara grönstensområden.* (Till de senare räknas grönstenar vid Torneälven, Ajtejåkk samt N om Salvotjåkka.) Associationen omfattar: Basiska lavor och intrusiv. Spilitiska grönstenar. Basiska tuffer eller tuffiter. Lokalt grafitförande skiffer. Kalksten. Skarnjärnmalm. Underordnat inlagringar av sura vulkaniter.
	Konglomerat eller *sedimentär breccia*, delvis kalkig och uppblandad med kalkstenar.
Underlag ej känt.	*Granit*, delvis gnejsig.

Fig. 2.

(röd, brunaktig eller ljusare grå) tilldelats samma grundfärg som de kvartsförande porfyrerna, medan mörkare former betecknats som intermediära vulkaniter. I särskilt tveksamma fall har en mellanbeteckning kommit till användning. Huruvida de mörka och oftast porfyritliknande former, vilka enligt analysen äro att räkna till syenitporfyrerna, ursprungligen verkligen haft en trakytisk sammansättning kan åtminstone i vissa fall te sig tveksamt. Exempel härpå erbjuda analyserna nr 24 och 30, vilkas kalihalter skulle hänföra bergarterna till syenitporfyrgruppen ehuru de påtagligt utgöra

basaltisk resp. andesitisk grönsten. Den förra uppvisar t. o. m. pillowstrukturer.

Här användas såsom nämnts i stor utsträckning de av Geijer (1931 och tidigare) brukade och nu inarbetade bergartsbenämningarna. Med *kvartsförande porfyr* avses sålunda en fältspatporfyr med mer än 5 % kvarts samt låg anortithalt. Mörka mineral utgöra vanligen en mycket liten del av volymen. Bättre bevarade prover uppvisa merendels mikropoikilitisk eller mikrogranitisk grundmassestruktur. Säkra mandelbildningar äro sällsynta, och det verkar sannolikt, att en stor del av porfyrförekomsterna äro att uppfatta som ignimbritartade bildningar. Mandelstenar förekomma emellertid undantagsvis liksom kvartsströkornsförande former samt helt eller nästan strökornsfria, felsitliknande varianter. Färgerna växla mellan rödlätt, brunaktigt och grått.

Syenitporfyrerna hålla i regel under 5 % kvarts samt sällan mer än 10 % An i fältspatdiagrammet. Ljusare former kunna vara ganska lika de kvartsförande porfyrerna, men i regel avvika de från dessa genom rikedom på mandelbildningar samt genom bättre kristalliserade fältspatströkorn, ofta med tydlig rombform. Medan de kvartsförande porfyrernas karaktär av egentliga lavor i många fall kan betvivlas, är den för syenitporfyrernas del vanligen uppenbar. Inom Kirunaprofilen övergår ju »liggväggsporfyren» nedåt successivt i en medelkornig syenit, vilken på kartan åsatts en egen överbeteckning. De ljusare och mera alkaliintermediära porfyrernas grundmassa domineras i mindre omkristalliserade prov vanligen av kort listformigt utbildad, statistiskt orienterad fältspat.

En variant av syenitporfyrerna utgöra *albitofyrerna*. Till färgen äro dessa merendels ljust grå eller ljust rödaktiga. Bergarterna sammansättas huvudsakligen av albit. Strökorn uppträda nästan alltid men äro ofta svåra att iakttaga i häll, varför bergarten kan ge ett felsitliknande intryck. I allmänhet äro strökornen också något mindre än i de normala syenitporfyrerna. Grundmassefältspaten är vanligen utpräglat listformig och visar ej sällan tendens till subparallell orientering. Som en synonym beteckning kan ibland termen keratofyr komma till användning.

Mörka syenitporfyrer torde utgöra en stor del av de på kartan med ljusgrön färg markerade bergarterna. Som redan nämnts är det ofta ytterst svårt att i fält skilja dem från verkliga porfyriter med ursprungligen mera basisk plagioklas. Kartbeteckningen omfattar emellertid även porfyriter med andesitisk sammansättning, av vilka flera analyser erhållits.

Såsom framgår av benämningarna finnas heller inga skarpa gränser

mellan kartans »mörk syenitporfyr—andesitisk grönsten» och »andesitisk till basaltisk grönsten». Den senare gruppen omfattar övervägande *porfyritiska grönstenar av andesitisk eller basaltisk karaktär,* i vilka plagioklasen än är anortitrik, än har albitisk sammansättning. Grundmassan är i bättre bibehållna former vanligen pilotaxitisk, något som under mikroskop ofta bäst framträder i vanligt ljus. Bergarterna innehålla i allmänhet betydligt mera hornblände än de ljusare, intermediära vulkanitvarianterna, där biotit är det dominerande mörka mineralet. Järnoxidmineral uppträda ganska rikligt i båda grupperna.

Finkorniga till täta, stundom pillowutbildade grönstenar ha utmärkts med en egen färgbeteckning, varvid grönstenarna vid Paittasjärvi givits en något ljusare nyans än Kirunagrönstenarna och därmed jämförbara förekomster. Sammansättningen är i allmänhet basaltisk, i vissa fall spilitisk. De som klorit-strålstensskiffrar utbildade bergarterna äro delvis mycket basiska; analys nr 1 utgör ett exempel härpå. Här kan det emellertid möjligen röra sig om en intrusiv grönstensform. Andra varianter av dessa klorit-strålstensbergarter äro med all sannolikhet av effusiv natur. Exempel härpå utgöra analyserna nr 6 och 9 utförda på prover från Matjäksa (Ädnamvare). Någon möjlighet att på kartan differentiera intrusiva och effusiva former av dessa bergarter finnes icke.

Klastiska inlagringar i vulkanitformationerna förekomma ganska talrikt och förete relativt stora variationer i färg och partikelstorlek. I allmänhet torde man ha att göra med tuffitiska bildningar eller sediment. Verkliga tuffer eller agglomerat ha icke anträffats i någon större utsträckning. Sedimenten visa i regel ej prov på någon högre grad av nivåbeständighet.

De Vakkobergarter, vilka ligga inom kartbladet, ha en annan karaktär än sedimenten i vulkanisk miljö. Ehuru bollmaterialet i Övre Haukikomplexets konglomeratlager huvudsakligen utgöres av vulkaniter består zonens huvudmassa av »kvartsitsandstenar» eller fältspatkvartsiter, vilkas kvartshalt väl till största delen måste anses härröra från äldre djupbergarter eller gnejsterränger.

Endast ett fåtal analyser ha utförts på prover av djupbergarter från kartbladet. Någon möjlighet att ur dessa spåra en skillnad mellan äldre och yngre generationer föreligger sålunda ej. Indelningen får i detta fall helt grunda sig på fältiakttagelser. Lättast igenkännlig bland de äldre graniterna är den gråaktiga, inom bladet i regel gnejsiga formen.

Bergartsbeskrivning

Äldre granit

Utlöpare av de områden med äldre granit, vilka ligga N om Kiruna, nå in på bladområdet.

Bland graniterna N om Kiruna har Ödman utskilt två huvudtyper. Den vanligaste av dessa betecknas som »en relativt grov, till färgen grå och ibland mikroklinporfyriskt biotitförande granit». Mikroklinögonen kunna ge bergarten en mera rödaktig anstrykning, varvid den i regel är gnejsig. Denna oftast grå form genomådras ställvis av en röd, småkornig kvartsmikroklingranit, vilken lokalt kan uppträda i mera samlade partier. Den erinrar om den röda, senkarelska apliten men anträffas som bollar i konglomeraten inom Vakkojärvi- och Kovozonerna. Ödman betonar granitområdenas inhomogena uppbyggnad och skälen att misstänka förekomsten av graniter av olika åldrar samt den vidsträckta genomdränkningen av den äldre berggrunden med senare granitmaterial, varvid hybridbergarter kunna ha uppkommit.

De ovan anförda formerna av äldre granit finnas båda representerade inom kartbladet 29 J. Den röda varianten, vilken är rikligast företrädd på Mäntynunnanen, genomsättes liksom den grå, vanligen mera gnejsiga formen av gånggrönstenar, vilka delvis erinra om Kirunagrönstenarna (A. Gavelin 1912). Grönstensgångarna genomådras eller hybridiseras i sin tur stundom av den omgivande graniten (Eskolas »Sederholmeffekt», Eskola 1960, Sederholm 1926). Bland graniterna anträffas även amfibolitpartier av mera osäker ursprunglig karaktär.

Två nya analyser av granit N om Kiruna föreligga (nr 72 och 73).

Drygt en kilometer N om Jänkänalusta by finnes inom ett begränsat område en röd, medelkornig, kvartsrik, något tektoniserad granit. På förekomstens nordsida uppträder en bergart rik på granitfragment och ställvis med tydlig klastisk struktur. I NO ersättes denna granitfragmentförande bildning utan skarpare gräns av finkorniga, mörka, effusiva grönstenar. Hällytornas bankning, vilken möjligen kan överensstämma med ursprunglig lagring, stupar flackt bort från graniten. Den till synes sedimentära breccian genomsättes av syenitådror. I graniten ha några grönstensgångar noterats.

Den fast anstående graniten är plagioklasrik men innehåller även en del mikroklin. Kvarts förekommer rikligt och bildar korn av ungefär samma storleksordning som fältspaten. Plagioklasen uppträder emellertid även som

Fig. 3. Gnejsgranit med basitrester samt ådror av yngre granit. Såkeåjve. Foto: G. Nilsson.

enstaka större, strökornsartade individ. Mörka mineral finnas fläckvis och i ringa mängd. De utgöras av malm, titanit, biotit och klorit. Lokalt förekommer litet karbonat. Apatit finnes accessoriskt liksom undantagsvis zirkon. Stresspåverkan yttrar sig i den undulerande kvartsen samt som en lätt böjning av vissa plagioklaskorn, men i övrigt är bergarten oftast till synes helt massformig. Dess kemiska sammansättning illustreras av analys nr 74.

Fragmenten i den konglomerat- eller breccieartade bildningen på granitförekomstens nordsida äro i likhet med underlagets granit oftast plagioklas-

Fig. 4. Äldre granit, fragment i bottenbildning till Kurravaarakomplexet N om Jänkänalusta. I huvudsak kvarts och plagioklas, den senare delvis som »schackbrädesalbit». 2 nic., 25 ×.

dominanta (fig. 4). Plagioklasen är i många fall helt eller delvis skapolitomvandlad. Vissa fragment ha så låg kvartshalt, att övergångsformer mot syenit föreligga. Småkorniga, delvis porfyriskt utbildade varianter äro vanliga. Liknande former anträffas även sporadiskt i de närbelägna granithällarna. Fragment av mikroklingranit med dominerande mikroklin eller mikroklinpertit äro mera sällsynta.

Den i trakten N och NO om Kaalasjärvi förekommande röda, medel- eller småkorniga syeniten uppträder i motsats till graniten tydligt intrusivt gentemot ytbergarterna.

Kirunagrönstenar och därmed jämförbara förekomster av grönstenar och sediment

Bottenbildningar

Inom bladområdet liggande förekomster av vad som kan betecknas som bottenbildningar till grönstenssviten vid Kiruna äro av förhållandevis blyg-

samma mått. Från Vakkojärvi- och Kovozonerna N om kartbladsgränsen äro däremot sedan länge likartade bildningar kända.

Mindre än en km S om Rautasälven där denna börjar svänga över mot N före sitt utflöde i Torneälven finnas inom ett begränsat område relativt talrika block av ett karbonatrikt konglomerat med övergångar i en förhållandevis ren kalksten. Inom en begränsad blockanhopning iakttogs minst 29 block av kalksten resp. konglomerat eller, i vissa fall, kanske snarare sedimentär breccia. Mera enstaka block uppträda på åtskilliga andra punkter i samma omgivning. Blocken äro icke att beteckna som helt lokala, men med hänsyn till den allmänna isrörelseriktningen mot NO, och med tanke på att yngre djupbergarter anstå tämligen nära i SV, kan transportsträckan icke ha varit särdeles lång. Kalkstenen, som delvis är tydligt skiktad, har f. ö. anträffats i fast klyft vid stranden av Rautasälven strax N om kartbladsgränsen, där den intar ett likartat läge i grönstenar av Kirunatyp nära gränsen till den basala gnejsgraniten. Även i denna omgivning ha kalkrika konglomeratblock noterats.

Den fragmentförande bergarten är gropvittrande och ofta starkt pressad. Uppstickande bollar visa emellertid delvis prov på förhållandevis god rundning. De synas i allmänhet utgöras av vitaktig, glasig kvartsit samt relativt grovkornig, gråaktig, något poröst urvittrad granit. Granitens tendens att falla sönder gör det svårt att under mikroskop urskilja några tydliga fragment av denna bergart. I allmänhet åtskiljas plagioklas- och kvartskornen av något karbonat och biotit. I övrigt ha bollar av en ganska väl bevarad albitofyr samt av en mycket tät men till synes nästan kvartsfri, salisk felsit kunnat noteras.

I den sedimentära breccian N om Jänkänalusta by förekomma förutom de granitartade fragmenten, vilka variera ganska mycket i kornstorlek, brottstycken eller bollar av vitaktig kvarts eller kvartsit av icke närmare bestämbar karaktär. Några säkra ytbergartsfragment ha icke iakttagits, men vissa av granitbollarna äro tämligen småkorniga och kunna i häll påminna om leptit eller förgrovad fältspatporfyr. Det är därför icke helt uteslutet, att även den senare bergartstypen trots allt kan finnas representerad. Till formen äro fragmenten i allmänhet lätt kantavrundade. Såväl mera kantiga bitar som förhållandevis väl avrundade bollar förekomma dock. Fragmenten äro i vissa fall lätt uppkrossade i samband med senare tektonisering, vilket jämte uppträdandet av smala syenitådror får partier av bildningen att likna en tektonisk sådan. Mellanmassan mellan bergartsfragmenten är rik på separata korn av fältspat, främst plagioklas, samt kvarts inbäddade i en meren-

dels finkornig matrix av aktinolit, biotit och karbonat. Plagioklasen är ej sällan helt eller delvis skapolitomvandlad. I denna mellanmassa kan man under mikroskop, speciellt utan användning av analysator, ofta se klart klastiska strukturer (fig. 5). I andra fall åter är bergartens karaktär mera oviss.

Den i matrixen rikligt förekommande amfibolen ger bergarten i dess helhet ett röd-grönfläckigt utseende. Norrut, bort från den S om breccian fast anstående graniten, avtager fragmentmaterialet i mängd, och den grönaktiga mellanmassan börjar helt dominera. Spridda granitfragment uppträda dock ända fram till och på några punkter även inne i de N om breccian uppträdande effusiva grönstenarna.

Grönstenar av Kirunatyp och därmed associerade sediment

Denna benämning tillämpas här i huvudsak på de av bladområdets bergarter, vilka på länskartan betecknas som lapponiska »Basiska vulkaniter, delvis med sedimentinlagringar». Typlokalerna tillhöra den formation, som i Sundius' monografi av år 1915 kallas »Kirunagrünsteine und mit denselben assoziierte Sedimente». Termen Kirunagrönstenar får anses ha en lokal innebörd, men med »grönstenar av Kirunatyp» avses i denna redogörelse bergarter av samma beskaffenhet som Kirunagrönstenarnas.

Grönstenarna av Kirunatyp äro delvis spilitbetonade, ofta pillowförande, mestadels finkorniga till täta bergarter, vilka i sin mest typiska utbildning ha en i friskt brott mörkgrön, på vittrad yta mera grågrön färgton. Porfyritiska former äro mindre vanliga. Smärre kroppar av intrusiva grönstenar höra till bilden men kunna icke alltid utskiljas från effusivbergarterna. Den oftast förekommande typen av klastiska inlagringar är en finskiktad tuff eller tuffit av ungefär samma färg som lavornas eller med en något ljusare färgton. Agglomerat eller vulkaniska konglomerat äro mera sällsynta. På en punkt inom kartbladet har grafitförande fyllit anträffats. Bland kemiska sedimentinlagringar kan karbonat, jaspiskvartsit och järnmalm nämnas.

Tillsammans med de pillowförande lavorna uppträda täta eller finkorniga, svartaktiga grönstenar av i allmänhet basaltisk sammansättning. Då dessa bergarter äro nära förbundna med grönstenar av Kirunatyp, ha de givits samma grundbeteckning på kartan som de senare. Liknande grönstenar uppträda emellertid även bland porfyriterna under huvudmassan av kartbladets Kirunaporfyrer.

Inom bladområdet omfatta de största förekomsterna den egentliga Kirunatrakten samt Vakkojärvi- och Kovozonernas sydligaste delar. Övriga före-

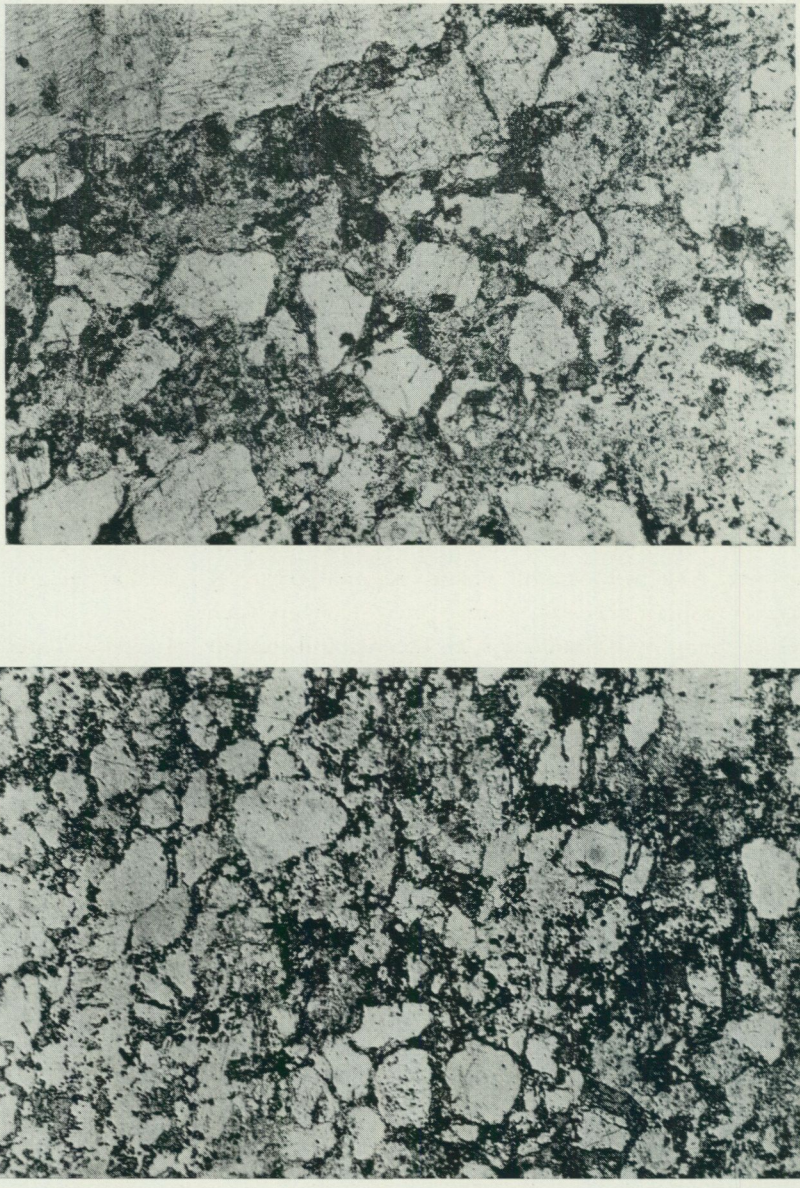

Fig. 5. Matrix till sedimentär breccia N om Jänkänalusta. Individuella mineralkorn av kvarts och fältspat (plagioklas och mikroklin) i aktinolitrik mellanmassa. 1 nic., 20 ×.

komster äro av betydligt mindre storleksordning, och endast vissa av dem ha i tidigare arbeten räknats till samma kategori.

A. Kirunatrakten samt Vakkojärvi- och Kovozonernas sydligaste delar

För mera detaljerade uppgifter hänvisas till Sundius' monografi (1915), på vilken den nedan följande beskrivningen till stor del bygger. På senare år har en karta i större skala jämte beskrivning över Kirunatraktens norra del samt Vakkojärvi- och Kovozonerna utarbetats av Frietsch (1960).

De till synes understa grönstensleden finnas representerade inom Kirunatraktens södra del, i närheten av Saarijärvi N om Jänkänalusta. Här uppträda, direkt efter seriens bottenbildningar på äldre granit, mörkgrå till svartaktiga, finkorniga eller täta grönstenar med små eller makroskopiskt ej synliga plagioklasströkorn. Hällytorna uppvisa gärna ett slags knölighet erinrande om pillowformer, men säkra pillows ha endast kunnat inregistreras i en häll invid Saarijärvis östra strand. Grönstenarna äro oftast oförskiffrade, men hällarna äro gärna utdragna i den sannolika strykningsriktningen och luta flackt mot N. Möjligen motsvarar denna lutning, som är omkring 15°, den lokala stupningen. Bergarterna äro ojämnt men ofta starkt magnetiska, varigenom de skilja sig från grönstenarnas huvudmassa. Mandelbildningar eller tomrum efter sådana äro ganska vanliga och kunna i vissa fall ge bergarten ett närmast slaggigt utseende. Skapolitbildning förekommer ofta liksom en lätt kisimpregnation.

Ytbergarterna kring Saarijärvi äro på Sundius' karta betecknade som »umgewandelter Diabas und Gabbro». Ett flertal smärre intrusivkroppar av grönsten ha också vid nykarteringen kunnat inregistreras. Bergarterna äro dels av utpräglat gabbroid, dels av diabasporfyritisk typ. Den senare, som bildar gångar, är i allmänhet förskiffrad och måttligt rik på saussuritfärgade plagioklasströkorn.

Sundius nämner i sin beskrivning av dessa grönstenar, som underlagra de egentliga Kirunagrönstenarna, att de förras mineralogiska sammansättning i de flesta fall obetydligt skiljer sig från de senares. Småkornigare varianter uppvisa ofitisk struktur medan i de finkornigare typerna subofitisk struktur är förhärskande. Strukturerna ha dock i allmänhet modifierats genom uralitisering och vidare omvandling i finkorniga aggregat av hornblände och biotit. Plagioklasen är enligt Sundius' undersökningar oftast albitisk.

På en punkt finnas bland dessa grönstenar smärre partier av en ljust skärgrå, finkornig kvartskeratofyr.

N om Saarijärvi följer till en början en växellagring mellan basaltartade grönstenar och klorit-strålstensbergarter, vilka senare former snart taga överhanden. De med dem växellagrande grönstenarna äro svarta eller grönsvarta och täta liksom Kirunagrönstenarna på Pahtohavare (Pahtosvaara) samt delvis kalkmandelförande.

Den zon av »umgewandelter Diabas und Gabbro», som på Sundius' karta finnes utmärkt O om Ajlatisvaara, O om Matjäksa samt vidare mot NO fram till Nuorajärvi, överlagrar helt säkert huvudmassan av klorit-strålstensbergarter. Då klorit-strålstensbergarterna spetsa ut V om Peuravaara komma de förra N om Kiruna helt nära seriens bottenpartier. Sundius har antagit, att huvuddelen av dessa diabasartade grönstenar är att betrakta som intrusiva bildningar men framhåller i sin monografi, att även lavor kunna tänkas existera ibland dem. Härvid stöder han sig bl. a. på förekomsten av basiska tuffer av samma slag som de bland Kirunagrönstenarna i trängre bemärkelse uppträdande i ett par hällar O om Såkevaratjah. Senare ha vackra pillowlavor samt basiska tuffer eller tuffiter, delvis fragmentförande, inregistrerats betydligt längre ned i lagerföljden N om Kiruna än vad Kirunagrönstenarna, såsom de ursprungligen definierades, sträcka sig. Vidare förekomma mandelformade, basaltartade grönstenar på Matjäksas sydostsluttning.

Klorit-strålstensbergarterna i trakten av Ajlatisvaara, på Matjäksa (Ädnamvaara) samt NO därom äro utförligt behandlade i Sundius' monografi. Ett par nya kemiska analyser på dessa bergarter föreligga nu. (Analyserna nr 1, 6, 9.) Det typiska utseendet beskrives såsom det för en ljust grågrön grönskiffer. Färgen bibehålles på vittrad yta. Kornstorleken varierar, och såväl täta som mera medelkorniga varianter förekomma. Spår av primära beståndsdelar finnas endast undantagsvis. Sundius anser emellertid, att bergarternas sammansättning i allmänhet tyder på, att omvandlade peridotiter eller pyroxeniter föreligga. I ett enstaka, något bättre bevarat prov har han kunnat skönja rester av en relativt grovkornig primärstruktur. Ödman har å andra sidan framhållit, att även mandelstenar och skiktade tuffer uppträda bland bergarterna på Matjäksa, varför huvudparten av dessa bör tolkas som vulkaniter.

Klorit-strålstensbergarterna äro i allmänhet förskiffrade. På Ajlatisvaara är dock strukturen i de blottningar, som finnas tillgängliga, mera massformig. Grönstenarna äro helt eller nästan helt fältspatfria och innehålla

som dominerande beståndsdelar strålsten och klorit. Sundius anger följande mineralkomponenter: Amfibol, klorit, järnoxid, dolomitisk och järnhaltig kalcit, magnetkis och leukoxen. Amfibolen har vanligen karaktären av färglös strålsten. I vissa fall finnas dock inslag av vanligt hornblände. Kloriten betecknas som klinoklor. De övriga mineralen förekomma vanligen i betydligt mindre kvantiteter. I ett prov har Sundius kunnat identifiera pseudomorfoser efter olivin och uralit.

Kirunagrönstenarna i trängre bemärkelse, d. v. s. de närmast under Kurravaarakonglomeratet anstående, mycket tydligt effusiva grönstenarna med deras inlagringar av tuffer och sediment, äro föremål för en ytterst detaljerad beskrivning i Sundius' monografi. Den nedan följande, mera kortfattade redogörelsen utgör i huvudsak ett referat därav.

Kirunagrönstenarnas maximala bredd anges av Sundius till 1700 m, vilket värde uppnås på Pahtohavare. N om Kirunavuoma får bredden numera anses vara minst 1300 m, ställvis möjligen upp till närmare 2000 m. På grund av branta stupningar avviker den verkliga mäktigheten icke mycket från dessa värden. Någon kontakt mellan dessa Kirunagrönstenar i trängre bemärkelse och deras underlag finnes icke blottad inom kartområdet.

Effusiva grönstenar utgöra svitens huvudmassa. Härtill komma tuffer, tuffiter och andra sediment samt intrusiva grönstenar. Skarnjärnmalmsanledningar finnas på Pahtohavare, N om Suolojåkk samt på Peuravaara (Kojuvaara). Grönstensformationen sammansättes av en mängd tunnare lavabäddar. Mäktigheten av enskilda bäddar har angivits till mellan 15 och 60 m och deras uthållighet synes i allmänhet vara ringa. Pillowutbildning förekommer ofta och anses höra till de vackraste och bäst bibehållna exemplen härpå i länet (fig. 6). Kornstorleken växlar med ett provs läge inom en lavaström. Oftast anträffas de grövsta formerna en bit över bottenpartiet. Den pillowförande zonens bredd varierar mycket och kan i vissa fall omfatta hela grönstensbäddar. Mandlar äro vanliga företeelser, men direkt slaggiga utbildningsformer höra till undantagen. Enskilda pillows äro gärna zonerade med ett yttre, upp till 10 mm tjockt skal av devitrifierat glas, innanför vilket följer en 1—3 cm bred zon med radiellt anordnade mandlar. Massan mellan dessa pillows är helt sekundär och består huvudsakligen epidot, kvarts och hornblände, på Pahtohavare nästan enbart det senare mineralet. Skapolit kan även uppträda rikligt. Mera underordnade mineral äro biotit, titanit, albit, apatit och magnetkis. Mandelutfyllnaderna äro av samma art som mellanmassan till pillowbildningarna.

Fig. 6. Pillowlava. Koivuvaara, Kurravaaratrakten.
Foto: G. Nilsson.

Grönstenarnas förskiffringsgrad varierar och är exempelvis på Valkeasiipivaara tämligen hög. De oförskiffrade bergarterna äro i friskt brott svartgröna till svarta, på vittrad yta ljust grågröna. I de inre delarna av lavaströmmar kan ofitisk struktur ibland vara synlig för blotta ögat, men i övrigt äro grönstenarna oftast mer eller mindre täta. Skapolitomvandling är vanlig, speciellt på Pahtohavare. Den primära mineralogiska sammansättningen har Sundius ansett vara pyroxen, labrador och titanomagnetit. Fältspatens ursprungliga karaktär har dock varit föremål för diskussion (Geijer 1916, 1931, Sundius 1930). Olivin anses ha förekommit i de yttersta delarna av lavaströmmar samt i pillows.

De nuvarande mineralkomponenterna äro hornblände, plagioklas, epidot, skapolit, biotit, leukoxen, klorit, kalcit, sericit, magnetit, titanomagnetit, apatit, kismineral och kvarts. Av dessa äro de fyra första mineralen viktigast. Amfibolen, vilken karakteriseras som vanligt hornblände, är dels uralitisk, dels helt nybildad och då ofta invuxen i fältspaten. Plagioklasen är listformig och ofta mycket långsträckt. Saussuritisering och sericitomvandling äro vanliga företeelser. Sammansättningen är i stor utsträckning albitisk. Likväl har i flera fall förekomsten av en labradorartad pla-

gioklas kunnat konstateras. Den struktur, som huvudmassan av grönstenarna uppvisar, betecknas av Sundius som subofitisk och i allmänhet relativt väl bibehållen. Det betonas, att så är fallet även beträffande de albitförande varianterna.

Klastiska lager åtskilja icke alltid lavaströmmarna men ha stor utbredning. Deras individuella tjocklek varierar enligt Sundius mellan några dm och 20 m. Den horisont, som senare lokaliserats S om Rautasälven, kan dock av hällarnas fördelning att döma uppnå en mäktighet av ett par hundra m. Då blottningarna äro ganska fåtaliga är det emellertid tänkbart, att den är uppdelad i flera smalare bankar åtskilda av lavaströmmar.

Materialet är till övervägande del grönstensbetonat, men småfragment av annat ursprung äro icke ovanliga. Sundius indelar sedimenten i täta typer, grövre typer med delvis för blotta ögat igenkännbara klastiska drag samt breccior eller agglomerat. Härtill komma småförekomster av oren kalksten. Ett konglomerat på Valkeasiipivaara kan räknas som en förelöpare till Kurravaarakonglomeratet, vars mera småbolliga former det helt liknar.

De täta sedimenten beskrivas som hårda samt svartgröna i färgen. De uppvisa ofta en tät, särskilt på vittrad yta väl synlig skiktning. Under mikroskop visa de sig utgöras av en mycket finkornig filt av huvudsakligen amfibol och plagioklas. Härtill komma i mindre utsträckning leukoxen, biotit, epidot, klinozoisit, klorit, magnetit och apatit. I ett av dessa lager har Sundius funnit tecken på förkisling, varvid plagioklasen ersatts av kvarts. Små kvartsfragment, delvis av strökornsform, ha iakttagits i prov från nordvästra delen av Pahtohavare. På samma bergs sydostsida nämner Sundius förekomsten av diskordantskiktning. Tydlig snedskiktning föreligger vidare SV om Valkeasiipijärvi.

Sedimenten med något grövre klastisk struktur innehålla små bergartsfragment, vilka utgöras av antingen grönsten eller en albitofyrbetonad bergart. Sundius har antagit, att dessa småfragment representera ursprungliga askpartiklar eller lapilli. Tillsammans med fragmenten uppträda vanligen korn av uralitiskt hornblände samt albitisk plagioklas. Matrixen består av samma mineral som i de tätare sedimenten. Bergarten uppvisar ej sällan prov på graded bedding.

Grova breccior eller agglomerat rapporteras endast från ett par punkter inom grönstenskomplexet. Fragmenten äro av växlande storlek, kantiga samt bestå av oftast täta och ibland mandelförande grönstenar. Sundius har tolkat dessa bildningar som explosionsprodukter.

De av Sundius omnämnda, orena kalkstensförekomsterna uppträda i anslutning till de vulkaniska sedimenten. Till det yttre likna de en grön, tämligen massiv, kalkrik skiffer. Mineralinnehållet angives förutom kalcit vara ljusgrön strålsten samt något titanit.

Utöver de ovan beskrivna sedimenttyperna ha i samband med senare arbeten framkommit ett par förekomster av jaspiskvartsit. Järnmalmen i Peuravaara (Kojuvaara) uppträder sålunda åtminstone delvis i anslutning till jaspiskvartsit (Ödman 1957). Frietsch (1960) nämner en obetydlig förekomst på gränsen mellan grönstenar och Kurravaarakonglomerat c:a 800 m NO om Valkeasiipijärvi.

På Pahtohavares sydvästsluttning har tillsammans med grönstenar och basiska tuffer anträffats en smalare horisont av svartaktig, mer eller mindre grafitförande och då även kisrik skiffer. Bergarten är delvis fint skiktad, delvis mera kornig till konsistensen. Grafiten är stundom anrikad i vissa skikt, i andra fall åter mera jämnt inströdd. Skiffern är något kalkig samt för ibland små, mörka, kvartsitartade fragment. Biotit förekommer rikligt, delvis även amfibol. Bergarten visar stor likhet med exempelvis Vittangifältets grafitförande skiffrar.

Kartbilden av de delar av Vakkojärvi- och Kovozonerna, vilka falla inom bladområdet, bygger till stor del på Frietschs arbete (1960). Länskartans förkastning utmed Torneälven har på grundval av det nya geofysiska kartmaterialet flyttats något mot SV. Med all sannolikhet ha dock vissa dislokationer ägt rum även längs med älvens sträckning.

Grönstenarna och deras sedimentinlagringar uppvisa så stora likheter med motsvarande bergarter i Kirunatrakten, att en mera ingående petrografisk beskrivning är överflödig. I många fall är emellertid förskiffringsgraden betydligt högre än vad som är normalt i Kirunatrakten, vilket sannolikt får tillskrivas den norrifrån inkommande, utpräglade ribbtektoniken, som förefaller att ha verkat även inne i grönstensområdena och icke enbart i deras gränszoner. Av denna orsak torde grönstensbältenas bredd icke kunna ge någon riktig uppfattning om de egentliga mäktigheterna.

Ehuru bergarterna inom vissa zoner äro utbildade som delvis extremt bladiga grönskiffrar eller ibland sericitskiffrar förekomma däremellan stora områden med förhållandevis väl bevarade grönstenar. Pillowlavor ha sålunda visat sig vara mycket vanliga företeelser, speciellt i trakten NO och O om Kallojärvi. Även på Torneälvens sydvästsida i närheten av Kirkkoväärtijärvi ha pillowliknande fenomen iakttagits.

Bland sedimentinlagringar uppträda orena kalkstenar relativt rikligt medan bandade tuffer eller tuffiter däremot närmast höra till undantagen. Det senare kan emellertid tänkas bero på, att förskiffringen i stor utsträckning träffat just dessa bergarter och gjort dem omöjliga att identifiera. På västsluttningen av Ylinen (Pikku) Kallovaara anstår en visserligen starkt pressad och sericitomvandlad men likväl tydligt konglomeratartad bildning, vars bollmaterial huvudsakligen utgöres av porfyrer.

B. Ajtejåkk(Aitijoki)området

Området ger intryck av att — ehuru skilt från Kirunatrakten av huvudsakligen syenitiska djupbergarter jämte dislokationszoner — utgöra en fortsättning på dennas grönstenar. I förhållande till bergarternas strykningsriktning, vilken i huvudsak synes vara nordvästlig, är områdets längdutsträckning i nära nord—syd missvisande och är antagligen betingad av blockrörelser. De lagerstupningar, som erhållits (sammanlagt 7), äro alltid riktade mot SV och i allmänhet betydligt mindre branta än vad regeln är i Kirunatrakten. I sex av fallen variera vinklarna mellan 45° och 65°, varvid 55° är genomsnittet, medan den sjunde stupningen är brantare. Ehuru sedimentinlagringarna sannolikt äro något störda av smärre gabbroinstrusioner ha inga tecken på någon detaljveckning kunnat noteras.

De flesta blottningarna utgöras av grönstenar av normal Kirunatyp, d. v. s. grönsvarta, täta till finkorniga, basaltliknande bergarter. Pillowlavor äro dock sällsynta, och säkra sådana ha endast iakttagits på två punkter inom området. Liksom i Kirunatrakten äro grönstenarna vanligen icke märkbart magnetiska, något som också framgår av den flygmagnetiska kartan. De starkare positiva anomalier, som förekomma, kunna sannolikt till stor del tillskrivas intrusiva grönstenar, varpå området synes vara rikt.

Grönstenarna äro i allmänhet mycket finkorniga. I de minst täta formerna kunna ibland plagioklaslister skönjas med blotta ögat. På några punkter uppträda strökornsrika gångporfyriter, och det ligger därför nära till hands att betrakta även en något större porfyritförekomst i områdets mitt som intrusiv. Bergarterna uppvisa ibland mandelutbildning eller en därav betingad gropvittring. Mandlarna sammansättas av epidot, hornblände, kalcit m. fl. mineral. En lätt kisimpregnation förekommer ofta, och skapolitomvandling är tämligen utbredd inom området.

Sedimentlagringarna äro av samma typ som de bland Kirunagrönstenarna uppträdande. De sammansättes huvudsakligen av amfibol och albit.

Skiktningen är väl utbildad och medger stundom en avläsning av graded bedding. Sedimenten äro lokalt kisförande, varvid även en del grafit kan föreligga.

Av lokala block att döma uppträder inom området även oren, ofta rödflammig kalksten.

Inom grönstensområdet anträffas en del smärre, till formen delvis gångliknande förekomster av albitofyr. Trots att kontakten mot omgivande grönsten på några punkter blottats har ingen åldersrelation kunnat utläsas. Bergarten, som under mikroskop alltid visar sig vara porfyrisk ehuru strökornen kunna vara mindre väl synliga i häll, har en i vissa fall förhållandevis grovkornig grundmassa av radialstråligt anordnade albitlister. Mörka mineral förekomma i mindre mängd och utgöras av aktinolit, titanit, järnoxid och ibland biotit. Ett prov av denna bergartstyp har kemiskt analyserats (nr 53). Bland grönstenarna finnes på en punkt ett mindre parti av en kvartsförande leptit med delvis bevarad, mikropoikilitisk struktur. Leptiten genomsättes av porfyrit, men då denna kan vara intrusiv i grönstensområdet ger detta ingen upplysning om leptitens relation till de basiska lavorna.

C. Området N om Salvotjåkka

Bergarterna utgöra den sydvästligaste utspetsningen av länskartans Ropivaaraområde och nå nätt och jämnt in på kartbladet. Goda blottningar finnas emellertid i sydsluttningen av berget närmast N om Salvotjåkka, strax N om bladgränsen.

Områdets södra begränsning är av allt att döma tektoniskt betingad. Den i trakten vanliga syeniten genomsätter dock tydligt grönstenarna som smala ådror eller ibland som bredare gångar. Grönstenarna på och intill kartbladet äro i allmänhet starkt förskiffrade och utan bevarade primära drag. Där förskiffringsgraden är något lägre kan man dock se, att täta, strökornsfria, svartgröna, basaltartade bergarter föreligga. På Ropivaara omnämner Ödman förekomster av bevarad pillowstruktur. De mera förskiffrade formerna ha i allmänhet antagit en något ljusare grön färgton och äro ibland glimmerförande. Gropvittring tyder stundom på en avsevärd karbonathalt. Basiska, delvis uralitrika porfyritgångar uppträda speciellt i de östligare delarna av branten. Skapolitomvandling är som vanligt ett ofta förekommande fenomen.

Ehuru omvandlingsgraden merendels är hög finnes bland dessa grön-

stenar en tämligen bred (flera tiotal m) bank av ett förhållandevis väl bevarat, skiktat, tuffitiskt sediment. Horisonten stryker in på kartbladet i riktningen S 30—35°V och stupar 50 till 55° mot VNV. Bergarten är mestadels oförskiffrad och bandningen, som delvis är mycket tät, är helt rak och visar inga tecken på veckning. Ett fall av snedskiktning har dock kunnat noteras, varigenom svitens ovansida (i VNV) kunnat fastställas. Sedimentet har den bland basiska tuffiter vanliga, gröna färgen, och vissa skikt äro skapolitförande. Inom de västligare, övre partierna har dock en sekundär rödfärgning skett, och bergarten är här sämre bevarad samt genomdragen av talrika kvartsådror.

D. Smärre förekomster i porfyritterräng

I trakten Tertovare—Saggekirka uppträda på ömse sidor om Kajtumälven delvis spilitartade grönstenar som inlagringar i en för övrigt porfyritdominant grönstenssvit.

Bergarterna äro grönsvarta i färgen, finkorniga till täta, vanligen strökornsfria samt delvis mandelförande. På en punkt ha visserligen något pressade men i övrigt väl bevarade pillows framprepararerats (fig. 7). Lavan är här av den karakteristiska, gröna färgen samt är tät och strökornsfri. Grönstenarnas huvudbeståndsdelar äro hornblände och plagioklas. Den senare uppträder i något mindre mängd samt är gärna av albitisk sammansättning. Övriga komponenter äro de vanliga; biotit, muskovit, klorit, epidot och skapolit i varierande mängder samt accessorier. Bättre bevarade former uppvisa intersertalstruktur med regellöst orienterade fältspatlister. Analys No. 13 har utförts på grönsten av Kirunatyp från detta område.

I anslutning till grönstenarna uppträder ett förhållandevis brett stråk av en mestadels grå, glimmerförande, delvis fint bandad, klastisk bergart. På flera punkter uppvisar detta sediment vacker snedskiktning, ur vilken ovansidan med lätthet kan utläsas. Huvudkomponenterna äro kvarts, mikroklinpertit, sur plagioklas och biotit i växlande proportioner. Stundom tillkomma små mängder muskovit, epidot och skapolit. Accessoriskt förekomma apatit, turmalin och magnetit. Mot SV övergår det sand- eller slamstensartade sedimentet längs med strykningen i en grå, transversalförskiffrad glimmerskiffer.

Ca 1 km V om Lappberg hpl. finnas några hällar av pillowlava. Bergarten är grönsvart till färgen samt mycket finkornig. Pillowgränserna utmärkas av skarngröna band och sliror eller klumpar. Även kalkhaltig och

Fig. 7. Pressad pillowlava. S om Tertovare.
Foto: G. Nilsson.

något slaggig grönsten förekommer. Mikrostrukturen är icke särdeles väl bibehållen, men rester av intersertalstruktur äro ännu skönjbara. Grönstenen är mycket rik på fläckvis alternerande hornblände och biotit. Rikedomen på det senare mineralet kan kanske tillskrivas närheten av granitiska bergarter, vilka delvis äro av Linagranittyp. Den enda nämnvärda ytterligare beståndsdelen utgöres av järnoxid. (Kemisk analys nr 2).

Kurravaarakonglomeratet och andra klastiska sedimentformationer

Konglomeratartade bildningar och andra klastiska sediment anslutna till grönstenar av Kirunatyp uppträda på flera håll inom kartområdet. Någon säker korrelation mellan olika förekomster kan f. n. icke göras. Av de omgivande bergarterna att döma ser det likväl ut, som om konglomeratet vid Kaalasjärvi c:a 3 km OSO om Puoltsa intager ett stratigrafiskt läge ungefär jämförbart med Kurravaarakonglomeratets. Konglomeratens boll-

material har i allmänhet polymikt beskaffenhet och visar prov på förhållandevis god nötningsgrad. Kurravaarakonglomeratets bollfria inlagringar, vilka ofta äro skiktade och stundom diskordantskiktade (fig. 8), tala också för en betydande omsortering i vatten även om en del av materialet är av tuffogen natur. Ehuru konglomeraten överlagra mäktiga grönstensformationer praktiskt taget utan spår av surare vulkanitinlagringar, domineras bollmaterialet icke av grönstenar utan av mera saliska lavabergarter.

Vissa formationer utan direkt anknytning till grönstenar av Kirunatyp tagas upp till beskrivning i detta sammanhang då det antages, att de ha en stratigrafisk ställning ungefär motsvarande Kurravaarakonglomeratets eller de sedimentära inlagringarnas i grönstenarna under detta. Sedimenten i fråga utgöras huvudsakligen av glimmerskiffrar, delvis med övergångar i amfibolit eller grönsten.

A. Kurravaarakonglomeratet

Den för länet unika bildningen har upprepade gånger varit föremål för omfattande beskrivning (Sundius 1912 och 1915, Ödman 1957, Frietsch 1960 m. fl.), varför här endast ett kortare referat av tidigare arbeten anföres.

Konglomeratet vilar konformt på Kirunagrönstenarna och kan på en punkt (på Valkeasiipivaara) sägas växellagra med de senare. Inlagringar i konglomeratet av bollfattiga eller bollfria, mera finklastiska sediment förekomma tämligen ofta. I viss utsträckning uppträda även verkliga tufflager. Sedimentsvitens mäktighet har angivits uppnå 700 m på Pahtohavare samt 350 m på Valkeasiipivaara. Förekomster i fast klyft äro uppdelade på de båda områdena Pahtohavare och Valkeasiipivaara — Kurravaara åtskilda av den vidsträckta Kirunavuoma, från vilken geologiska informationer praktiskt taget saknas. På senare tid ha några block av ett konglomerat erinrande om Kurravaarakonglomeratet påträffats vid rengärdet på kullen omedelbart NV om Kartekåbba.

Konglomeratets bollmaterial är mestadels polymikt och omfattar såväl grönstenar från underlaget som mera saliska ytbergarter, främst syenitporfyrer och albitofyrer. Bollar av magnetit-syenitporfyr och apatitjärnmalm förekomma relativt rikligt. Mera sparsamt anträffas bollar av kalksten, järnkisel, varierande sediment och kvarts. Några säkra djupbergartsbollar äro icke kända. Däremot omnämnas iakttagelser av hypabyssiska, ofitiskt struerade grönstenar samt småkorniga, syenitliknande bergarter.

Fig. 8. Diskordantskiktning i Kurravaarakonglomerat. SO om Pahtohavare.

Huvudmassan av bollar och mellanliggande, mera finklastiskt material utgöres av albitofyriska (keratofyriska) bergarter, delvis med hög magnetithalt. Syenitporfyrer av Kirunas vanliga »liggväggstyp» äro mera sparsamt företrädda. En äldre analys av ett bollfritt lager illustrerar med Na_2O = = 8,24 %, K_2O = 0,50 % denna natrondominans.

Kurravaarakonglomeratets albitofyrmaterial skiljer sig enligt Geijer (1931, 1958) vanligen strukturellt något från porfyrseriens albitofyrer. I bollmaterialet anses grundmassans fältspat ha en mera tunt tavelformig utbildning och gärna trakytoidal anordning, medan albitofyrerna bland Kirunaporfyrerna uppvisa en mera kort listformig och statistiskt orienterad albit.

Konglomeratets matrix samt bollfria lager bestå förutom av små bergartsfragment även av enskilda plagioklas-, uralit- och magnetitkorn jämte nybildningsprodukter. En viss karbonathalt synes i många fall ha förelegat.

B. Konglomerat vid Kaalasjärvi 3 km OSO om Puoltsa

Konglomeratet uppträder i ett halvdussin blottningar, vilkas gruppering icke ger någon antydan om strykningsriktningen. Förekomsten kan emellertid antagas ha en ganska obetydlig utbredning. En stratigrafisk jämförelse med Kurravaarakonglomeratet kan motiveras av läget invid eller åtminstone nära gränsen mellan järnmalmförande syenitporfyr och grönstenar av Kirunatyp. Nära O om konglomeratet anstå visserligen strökornsrika porfyriter, men gränsen mot dessa har uppfattats som tektonisk. Utmed Årosjåkkvägen är konglomeratet blottat längs en sträcka av omkring 160 m, men de bäst bevarade hällarna ligga inne i skogen längre emot N.

Bergarten är polymikt och erinrar åtminstone till det yttre starkt om vissa varianter av konglomeratet på Pahtohavare. Bollmaterialet utgöres till stor del av saliska vulkaniter av växlande men ofta högröd färg, merendels mycket finkorniga eller täta men i många fall förande små fältspatströkorn. Till synes helt strökornsfria felsiter äro även vanliga. Vidare förekomma varierande, delvis porfyritiska grönstenar, bland vilka i ett fall en typ helt överensstämmande med klorit-strålstensbergarterna på Ajlatisvaara och Matjäksa kunnat noteras. Slutligen ha bollar av magnetitmalm, kvartsit och skarnbergart iakttagits.

Bollarnas nötningsgrad växlar men är ofta relativt god. Trots den allmänna finkornigheten äro bergarternas mikrostrukturer sällan väl bevarade, vilket delvis beror på den i riktning mot Kaalasjärvi ökande skapolitbildningen. I vissa fall kan man emellertid se, att de saliska vulkanitbollarnas grundmassa utgjorts av listformig fältspat. Den röda färgen betingas av järnoxidspigment. Sannolikt har man att göra med albitofyriska typer.

C. Konglomerat NO om Kallojärvi

Den fragmentförande bergarten är blottad längs en sträcka av ungefär 200 m på västsluttningen av Ylinen Kallovaara N om Torneälven. Blottad bredd varierar mellan 12 och 15 m. Fragmentbergartens sydöstra gräns emot starkt förskiffrad grönsten är av allt att döma av tektonisk natur. I själva kontakten anstår delvis en kraftigt rödfärgad men gärna kaolinvittrande, icke närmare bestämbar bergart. NV om fragmentbergarten följa till blottningarnas slut likaledes starkt förskiffrade, i allmänhet sericitomvandlade bergarter till utseendet erinrande om exempelvis vissa led inom Undre Haukikomplexet i Kirunatrakten. Undantagsvis kan man här

se rester av porfyritstruktur, och ovala, ofta ganska stora, kvartsmandelliknande bildningar äro mycket vanliga även i starkt pressade sericitskiffrar.

Fragmentbergarten sammansättes av smärre, i allmänhet någon eller högst ett par cm stora men tätt liggande bitar av till alldeles övervägande del saliska porfyrer. Ganska talrika mörka, utdragna småfragment förekomma även. Bland de saliska bollarna äro fältspatporfyrer kanske vanligast, men kvartsporfyr har också observerats liksom röda, strökornsfria, felsitartade typer. Av slipproven att döma har fältspatporfyren ofta syenitisk sammansättning, och i enstaka, bättre bevarade partier kan man se listformig utbildning av såväl strökorn som grundmassefältspat. Kvartsförande former med eller utan strökorn av kvarts finnas också representerade. Matrixen sammansättes av albit- och kvartskorn av varierande storlek, delvis strökornsformade, samt karbonat, sericit och malmmineral.

Under mikroskop har tydligt klastisk struktur iakttagits, men i allmänhet ger matrixen ett sericitskifferartat intryck.

D. Aranjarkatrakten vid Kajtumälven

Området är synnerligen dåligt blottat, och bergarterna äro endast kända genom några hällar invid Kajtumälven samt från några borrhål slagna längre mot N. Sedimenten synas bilda ett stråk i riktning NNO-SSV, vilket på ömse sidor omgives av porfyritiska grönstenar. Längre mot V förekomma ytterligare inlagringar av klastiska bergarter bland dessa porfyriter.

Till formationens undre led hör ett av Geijer (1931) i korthet beskrivet konglomerat. Bergarten, vilken är starkt pressad, har hög bollfrekvens och är av polymikt natur. De väl kantavrundade bollarna kunna uppnå en längd av 30 cm men äro i allmänhet av storleksordningen 1—10 cm. Mellanmassan är grågrön i färgen, rik på småfragment samt ganska kalkrik.

Bland bollarna, vilka oftast äro ganska starkt omvandlade, dominera basiska eruptivbergarter, men sura vulkaniter och sedimentbergarter finnas också företrädda. Grönstenarna påminna till det yttre merendels om småkorniga gabbror eller dioriter. De äro grå eller grågröna i färgen, ganska massformiga, påfallade magnetiska samt starkt skapolitomvandlade. Några primärstrukturer som kunnat ge en antydan om grönstenarnas ursprungliga karaktär finnas icke bevarade. Skapoliten bildar stora, oregelbundet formade korn inneslutande övriga mineral, bland vilka hornblände är mest framträdande. De sura, kvartsförande eruptivbergarterna representeras av dels en

strökornsrik fältspatporfyr, dels en kvartssyenit. Porfyren sammansättes huvudsakligen av kvarts, albit och mikroklinpertit. Kvartssyeniten har en vitaktig färgton samt är för ögat närmast medelkornig. Den består huvudsakligen av sur oligoklas, mikroklin och mikroklinpertit samt kvarts, vartill komma mindre mängder biotit, klorit, sericit och skapolit. Också kvartssyenitens struktur är porfyrisk med tätt liggande, större, oregelbundet formade och ganska omvandlade korn av oligoklas och mikroklinpertit i en finkornigare, mikrogranitisk grundmassa. Bland sedimentbergarterna märkas grå och vita kvartsiter samt grå, omkristalliserad kvartssandsten. Slutligen ha enstaka bollar av omkristalliserad jaspis rik på små järnmalmskorn påträffats.

V om konglomeratet följa — av de få tillgängliga data att döma — grågröna och grå, finkorniga, ofta bandade, basiska leptiter med övergångsformer emot såväl amfibolit som glimmerskiffer. De senare äro tydligt klastiska men föra ännu en hög halt av mörka beståndsdelar såsom amfibol, epidot, järnoxid och biotit i varierande mängdförhållanden. Ren glimmerskiffer med biotit som enda betydande mörka mineral har också anträffats. Fältspaten, vilken ofta är skapolitomvandlad, synes i allmänhet ha albitisk sammansättning. Kvarts förekommer relativt rikligt.

E. Glimmerskiffrar vid Torneälven

Skiffrarna bilda en väl följbar zon från trakten av den stora dislokationen SV om Torneälven, från vilken de stryka norrut över älven och senare mot NO tills de förlora sig i den yngre graniten i kartans nordöstra hörn. S om dislokationslinjen ha likartade bergarter påträffats vid Luossajoki. De båda förekomsterna intaga troligtvis samma stratigrafiska ställning fastän det förefaller, som om de skulle ha sina respektive ovansidor vända åt motsatta håll. Stråket vid Torneälven kan emellertid förutsättas vara starkt veckat i detalj, varför förhållandena torde vara mera komplicerade än vad kartan antyder, och den avsevärda bredden utgör antagligen icke ett representativt mått på bergarternas verkliga mäktighet.

Inom den nordligare förekomsten äro bergarterna lätt igenkännliga på sina i allmänhet stora och väl utbildade porfyroblaster av andalusit och sillimanit, ofta även granat. För en mera utförlig beskrivning hänvisas till avsnittet behandlade skiffrarna i trakten av Kalixälven, av vilka bl. a. en kemisk analys finnes.

Vid Luossajoki ha skiffrarna icke samma typiska, porfyroblastrika utbild-

ning, varför de kunna vara svåra att skilja från de småkorniga amfiboliter, i vilka de stundom övergå. De verkliga glimmerskiffrarna innehålla emellertid ännu mikroskopisk sillimanit och andalusit, varjämte biotit och kvarts förekomma rikligt, delvis även albit. I mindre utsträckning finnas järnoxid, muskovit, klorit samt epidot. Turmalin uppträder accessoriskt.

De mera amfibolitiskt betonade formerna ge likaledes ett starkt intryck av att vara klastiska till sin natur. Den bandning, som ofta förekommer, sammanfaller visserligen med förskiffringen men påminner samtidigt mycket om skiktning. Mineralen utgöras av oftast starkt grumlad plagioklas, biotit, något kvarts och klorit samt epidot, järnoxid och titanit. Skapolit uppträder som spridda korn. Amfibol finnes ställvis i relativt riklig mängd men är då gärna koncentrerad till vissa band eller fläckar.

Bland dessa skiffrar har en smal (1 1/2 m) inlagring av en ljusfärgad, starkt pressad, rikligt fragmentförande bergart noterats. Den bryter genom sin ljusa, delvis rödlätta färg starkt av från sin omgivning. Fragmenten äro kraftigt utvalsade, och det är egentligen endast kvartsitfragment som äro lätt igenkännliga. Huvudmassan av bollmaterialet synes dock ha utgjorts av sura vulkaniter. En tydlig gradering föreligger med mot V gradvis minskande bollstorlek. Samtidigt börja smärre, i antal successivt ökande amfibolitfragment inkomma.

F. Glimmerskifferområden mellan Kalix och Kajtum älvar O om järnvägen

Glimmerskiffrar växellagrande med mörkare, mera amfibolitiskt betonade bankar utgöra de helt dominerande leden, men lokalt ha mera sandiga typer och t. o. m. konglomerat anträffats. Någon direkt korrelering med stråket vid Torneälven är icke möjlig, men skiffrarnas läge nära gränsen mellan grönstenar och porfyrer antyder likväl ett visst stratigrafiskt samband även om grönstenarnas huvudmassor i de båda fallen typmässigt skilja sig.

Vuotnavareområdet har på kartan givits en något idealiserad form, men att en mindre synklinal föreligger torde vara klart då bergarterna på ömse flanker stupa bort från de omgivande porfyritiska grönstenarna. På nordsidan har dessutom ett konglomerat lokaliserats på gränsen mellan porfyrit och skiffer. De varierande förskiffringsriktningarna inom området tyda dock på en intern veckning.

Konglomerathällarna ligga ca 3 km OSO om Vuotnavares topp. Såväl

konglomerat som underliggande, porfyritisk grönsten av andesitisk — basaltisk sammansättning finnas blottade i samma häll. Konglomeratet, vars tjocklek icke uppgår till mer än kanske något tiotal m, stupar 50° bort från porfyriten. Det är förskiffrat med starkt tillplattade bollar, vilka dock oftast synas ha varit väl nötta. De största bollarnas längd uppgår till 30 cm eller mer. Finare matrix är kvantitativt mycket underordnad. På grund av pressningen är det svårt att närmare identifiera många av bollarna. En stor del av materialet utgöres emellertid av ofta relativt ljusfärgade, i många fall tydligt porfyritiska grönstenar, gärna med betydande strökornsstorlek. I mindre utsträckning förekomma bollar av mörkare och tätare grönsten eller amfibolit. Vidare uppträda en hel del bollar av surare porfyr.

Under mikroskop är konglomeratkaraktären knappast längre skönjbar. Bollarna skilja sig från matrixen huvudsakligen genom sin högre grad av järnoxidpigmentering. Förutom järnoxid är biotit det enda mörka mineralet av betydelse. I liten mängd finnes som vanligt titanit. Utan korsade nicoler kan man någon gång skönja antydan till bevarad porfyritstruktur med listformig fältspat. Matrixen är pflasterkornig, kvartsrik samt innehåller såväl mikroklin som plagioklas.

Närmast över konglomeratet följer ett några m brett, skiktat, grått, slamstensartat sediment vittrande till skär eller grågrönflammig färg. Omedelbart därefter uppträder glimmerskiffer med porfyroblaster av för blotta ögat synlig, trådig sillimanit. Terrängen närmast efter dessa hällar är icke blottad, men det förefaller, som om sedimenten tillfälligt skulle ersättas av en amfibolithorisont. Bergarten är ganska starkt omvandlad och i allmänhet svår att klassificera närmare. Den är emellertid oftast relativt finkornig samt saknar i de allra flesta fall spår av större plagioklasströkorn. Amfiboliten har gärna en svartaktig färg betingad av talrika amfibolnålar jämte något magnetit. I åtskilliga av blottningarna har den dock genom metamorf differentiation uppdelats i ljusare och mörkare band eller sliror, varvid samtidigt hornblände och magnetit avsevärt förgrovats Ljusare, mera fältspatrika partier äro ofta sandvittrande, vilket till en del kan bero på den pflasterkorniga strukturen. Skapolitbildning förekommer som vanligt i större eller mindre utsträckning.

Över amfiboliten följer huvudmassan av glimmerskiffrar i växellagring med smalare, mörka, mera basiska bankar. I typisk utbildning är skiffern rik på stora porfyroblaster av sillimanit och andalusit. Granat förekommer icke fullt så ofta. Mera jämnt småkornig eller finkornig glimmerskiffer är också vanlig och kan bandvis alternera med den porfyroblastrika typen.

Denna mera jämnkorniga skiffer är stundom amfibolförande och blir därmed ställvis svår att skilja från omgivningens gängse amfiboliter. Sådana övergångsformer synas vara särskilt vanliga inom områdets mera perifera delar men finnas även i växellagring med normal glimmerskiffer.

Sillimanit- och andalusitporfyroblasterna kunna uppnå en längd av 5 cm eller mer men hålla sig mestadels omkring 2 à 3 cm. Till formen äro de vanligen utdraget spolformiga samt ligga i stort sett orienterade utmed stängligheten. Sillimanit är det vanligaste mineralet, och dess trådiga konsistens är ofta väl synlig för blotta ögat. I många hällar återspegla dock porfyroblasterna ganska tydligt andalusitens kristallform. De äro då gärna rostfärgade, speciellt i ytterzonerna, medan kärnorna kunna vara något urgröpta av vittringen. Åtskilliga starkt gropvittrande hällar förekomma även.

Till de något mindre vanliga formerna höra granatglimmerskiffer och granatförande kärvskiffer, den senare ofta mycket vackert utbildad.

Skiktning finnes undantagsvis bevarad och yttrar sig som en växling mellan smala, ljusgrå, sandigt sönderfallande ränder samt mörkare, biotit- och porfyroblastrika skikt.

De viktigaste mineralerna äro kvarts, biotit, plagioklas, sillimanit och andalusit. Järnoxider finnas i vissa av proven. Som enstaka och icke i alla prover närvarande korn uppträda muskovit, klorit eller klinozoisit. Accessoriskt förekomma gärna turmalin och apatit. Zirkon har någon gång observerats. Fältspathalten varierar och synes i flera av proven vara mycket låg. De ljusa huvudbeståndsdelarna ha pflasterkornig utbildning.

En kemisk analys (No. 71) har utförts på porfyroblastrik skiffer i typisk utbildning.

Området genomsättes i riklig mängd av ljusröd, ofta pegmatitisk migmatitgranit. Ställvis ha härvid slir- eller ådergnejser uppkommit.

Amfiboliterna i skiffrarnas närmaste omgivning äro som nämnts understundom svåra att i fält skilja från de verkliga glimmerskiffrarna. Det är väl också sannolikt, att vissa av dem äro omvandlade tuffiter resp. sediment.

Skifferstråket närmast N om Kalixälven faller till större delen O om kartbladsgränsen. Det flankeras på ömse sidor av grönstenar resp. amfiboliter. Stupningen har kunnat mätas och är 70° västlig, och någon anledning att räkna med en överstjälpning av lagren föreligger icke. Skiffrarna följas i V av grönstenar, vilka längre bort ersättas av porfyrer, även de till en början med västlig stupning. Huvudparten av grönstenarna V om skifferstråket utgöres av porfyriter, gärna med stora plagioklasströkorn. Skiffrarnas expo-

nerade bredd uppgår endast till drygt 100 m. Den möjliga bredden torde vara begränsad till ca 350 m men det är tänkbart, att skifferbältets östra gräns är tektoniskt betingad, och att bergarterna därför blivit utklämda. Detta skulle också kunna förklara, varför skiffrarna icke sammanhänga med förekomsten vid Luossajoki trots att andra bergartsstråk med hjälp av den flygmagnetiska kartan äro väl följbara mellan de båda områdena.

Mielloåjve utgör ett av de största sammanhängande skifferområdena på kartan och sträcker sig även in på det angränsande bladet 29 K. Mot S ökar visserligen terrängens granit- och pegmatitandel starkt, men det är sannolikt, att glimmerskiffrarna såsom rester i migmatitområdena fortsätta ända ned emot Kajtumälven. I kartans sydöstligaste hörn ha liknande bergarter observerats i spridda hällar. O om Vuotnajåkk har helt lokalt en mera sandstensartad form iakttagits, men på grund av den allmänt höga metamorfosgraden föreligger den nu i närmast gnejsig dräkt.

Slutligen bör det framhållas, att då speciellt området mellan Vuotnajåkk och järnvägen helt saknar hällar existensen av ytterligare sedimentförekomster verkar sannolik. De migmatitområden, vilka här utsatts på kartan, äro helt hypotetiska och bygga enbart på den flygmagnetiska kartan.

Porfyriter och associerade bergarter

Beteckningen porfyriter, vilken här i brist på bättre benämningar användes, syftar på bergarternas vanliga utseende med i allmänhet talrika och ofta stora strökorn av plagioklas eller med rester av sådana. För många av de mera intermediära leden kan termen vara något missvisande. Geijer anför (1931) beträffande de av honom som albitporfyriter klassificerade bergarterna: »Namnet är givetvis en typisk *contradictio in adjecto,* eftersom ordet porfyrit förutsätter, att strökornen äro en relativt kalkrik plagioklas, ej albit. Bergartstypen i fråga ger emellertid, såväl genom egna karaktärer som genom sin vanliga association med verkliga porfyriter, mycket stor anledning att misstänka, det den åtminstone till stor del ej är annat än en omvandlad, bl. a. albitiserad, porfyrit.»

Tillsammans med de till sin bildningsmiljö av allt att döma närbesläktade Kirunaporfyrerna upptaga dessa bergarter de största ytorna bland kartans suprakrustalområden. Porfyrer och porfyriter utgöra de viktigaste leden i den association, som Ödman gett det stratigrafiska namnet Kiruna-Arvidsjaurkomplexet eller -serien (1953, 1957). Såsom Ödman anfört förekomma

ofta snabba och oregelbundna växlingar mellan sura och mera basiska bergartsled. Den stratigrafiska indelning i en porfyritgrupp samt Kirunaporfyrer, vilken här genomförts, är därför ganska schematisk. Inom dessa båda grupper har man emellertid en klar dominans av respektive bergartstyper (porfyriter och intermediära, porfyritliknande bergarter i det ena fallet, porfyrer i det andra fallet). Inom kartbladet är porfyriternas huvudmassa uppenbart äldre än Kirunaporfyrerna och enligt förf:s åsikt stratigrafiskt jämförbar med grönstenarna av Kirunatyp. De basiska vulkaniternas olika utbildning antages vara faciesbetingad.

För översiktlighetens skull beskrivas porfyriter och porfyrer var för sig i skilda avsnitt oavsett stratigrafiskt läge.

Porfyritgruppen

Större porfyritområden ge ofta intryck av en tämligen monoton uppbyggnad med dominerande, oftast strökornsrika grönstenar. I bättre blottade trakter har det emellertid visat sig, att inlagringar av saliska porfyrer eller leptiter samt sediment ej äro alltför ovanliga. På några punkter ha även pillowlavor anträffats. Bergarternas metamorfosgrad är i många fall hög, och speciellt i SO uppträda ofta förgnejsade eller migmatitiserade former. T. o. m. här kan man dock stundom skönja porfyritisk struktur även om bergarten i övrigt är helt omvandlad.

Porfyriterna äro av basaltisk, andesitisk eller något surare sammansättning. Ett utskiljande i fält av dessa olika varianter är svårt och får — i den mån det alls låter sig göra — ske med ledning av färgindex. De basaltiska och andesitiska porfyriterna stå varandra mycket nära och kunna i allmänhet endast åtskiljas med hjälp av kemisk analys eller punkträkning av mikroskopiska preparat. De mera intermediära porfyriterna torde i stor utsträckning motsvara vad Geijer (1931) betecknat som albitporfyriter. De uppvisa stundom likheter med porfyrernas syenitiska led och kunna i gränsfall vara svåra att skilja från dessa. Från de mera basiska porfyriterna avvika de vanligen genom en något ljusare grundmassefärg, ibland även genom strökornens form samt frånvaron av saussuritbildning i dessa. Som redan nämnts är emellertid en differentiering av de olika typerna svårgenomförbar, vilket är huvudorsaken till att kartsymbolerna uppställts i avsikt att något glida in i varandra.

Porfyriternas grundmassa växlar i färg mellan mer eller mindre mörkt

grått och grönsvart. Bergarterna äro oftast rika på strökorn, vilka kunna uppnå avsevärda dimensioner. Plagioklasströkorn med en längd av 3 cm eller mer äro icke ovanliga. Listformig plagioklas är regeln, men stora, mera oregelbundna anhopningar av flera kristaller kunna även förekomma. I mindre basiska former kan ibland en svag tendens till utbildning av rombformiga strökornssnitt märkas. Bland inlagringarna i Kirunaporfyrerna synes denna tendens vara något starkare.

Porfyriterna kunna icke alltid med säkerhet påvisas vara effusiva. Möjligheten att åtskilliga av förekomsterna äro av hypabyssisk natur kan därför icke uteslutas. Mandelbildningar, främst av kvarts, äro emellertid vanliga företeelser, och även om direkt slaggiga topp- eller bottenpartier knappast observerats inom grönstenarnas huvudmassa antydes ju härav ett stelnande mycket nära jordytan. Detta intryck förstärkes av de ställvis relativt talrika sedimentinlagringarna.

I de fall, då bergartens grundmassa är någotsånär väl bevarad, är även dennas fältspat listformig. Plagioklasen är i stor utsträckning albitisk, men inom vissa områden kan strökornens anortithalt uppgå till 40 à 50 % eller mer. De mörka beståndsdelarna äro huvudsakligen amfibol, biotit och järnoxid i varierande mängder. Titanit utgör som vanligt en karakteristisk bibeståndsdel. Proportionerna mellan de mörka mineralen kan växla fältvis t. o. m. inom ett mikroskopiskt preparat. Någon gång kunna de minsta järnoxidkornen ligga anordnade till nålformiga, margaritliknande aggregat.

Oftast är dock grundmassan helt omkristalliserad med sekundär struktur. Skapolitomvandling är därjämte mycket vanlig. Strökornen visa ibland tecken på zonering, exempelvis i epidot-zoisitomvandlingens omfång eller genom en inifrån och utåt ändrad utsläckningsvinkel. Vid förskiffringen ha strökornen ofta efter uppkrossning parallellreglerats utan att bergartens porfyritkaraktär därför ännu gått helt förlorad.

För blotta ögat synas mandlarna i allmänhet enbart bestå av kvarts. I smärre mängder finnas dock även andra vanliga mandelfyllnader såsom biotit, epidot, järnoxid och karbonat.

A. Kartans centrala och sydostliga delar

Porfyriterna uppträda i ett antal förhållandevis väl hällbelagda områden åtskilda av i det närmaste oblottade terränger eller djupbergartsförekomster.

Trakten N om Kaalasluspa hör till de bäst kända av dessa delområden då den ägnats en utförlig beskrivning av Sundius (1915). För en närmare petrografisk beskrivning hänvisas till detta arbete. Det nedan följande avsnittet utgör en resumé därav.

Porfyritkomplexet anses vara uppbyggt av ett flertal tunnare lavalager. Bergarterna indelas i tvenne grupper; »omvandlad porfyrit» och »omvandlad diabasporfyrit». Den förra gruppens representanter bestå till övervägande del av albit, äro relativt ljust grå i färgen samt kännetecknas av smärre, tjockt tavelformiga strökorn. Sundius har tolkat dessa bergarter som omvandlade, plagioklasrika, andesitiska grönstenar. Den andra gruppen har mörkare grundmassa samt innehåller talrika större, mera tunt tavelformiga plagioklasströkorn. Denna typ har av Sundius tolkats som omvandlade labrador- eller diabasporfyriter.

I gränszonerna mellan de båda grupperna uppträda en rad inhomogena och svårdefinierbara bergarter, i vilka undantagsvis klastisk struktur kunnat påvisas.

Den förra porfyrittypen har även fått beteckningen »azide Porphyrite». Strökornens storlek varierar mellan 0,5 och 2—3 mm. Här liksom i grundmassan är sammansättningen nästan rent albitisk. Övriga beståndsdelar äro de vanliga (magnetit, titanit, apatit, även skapolit, muskovit, biotit, klorit, kvarts och epidot). Dessa porfyriter äro nästan genomgående förskiffrade, och deras sammansättning anses tyda på starka metasomatiska omvandlingar. På den nuvarande kartan ha de icke utskilts under någon egen beteckning.

Den senare porfyritvarianten är kanske mera representativ för gruppen i dess helhet. Strökornens längd växlar mellan några mm och så mycket som 10 cm. De äro i allmänhet omvandlade i albit interpunkterad med epidot, muskovit och biotit eller också sericitiserade. I bättre bevarade plagioklasrester har Sundius emellertid kunnat bestämma en anortithalt på 43 %. Grundmassan består liksom i praktiskt taget alla mera basiska vulkaniter inom kartbladsområdet av plagioklas, biotit, epidot, magnetit, leukoxen, hornblände, kvarts, kalcit och apatit. Mängdförhållandena växla, men de fyra första mineralen äro huvudkomponenter medan hornbländet anses förekomma mera sporadiskt. I mindre metamorfa prov är den albitiska grundmassefältspaten listformig medan den i övrigt bildar små, polygonala, isometriska korn. I det senare fallet skall sammansättningen enligt Sundius motsvara oligoklas. För ett prov taget S om Pahtohajåkk anges en anortithalt av 22 % i såväl strökorn som grundmassefältspat.

Fig. 9. Porfyritisk grönsten. Juovajärvi.

Tre nya kemiska analyser (nr 5, 20 och 26) ha utförts på porfyriter från detta område.

Mandelbildningarnas storlek varierar mellan några mm och ett par cm. De bestå huvudsakligen av kvarts och epidot. Sundius omnämner även de typiska, sekundära, större aggregaten av epidot, vilka kunna uppnå decimeterstorlek eller mer.

Vid Kotnitjägge uppträder en liten apatitjärnmalmsbreccia i porfyrit.

Kalpainen(Kalpivaara)området har likaledes beskrivits av Sundius (1915). En karta i skalan ca 1:13 500 medföljer denna tidigare beskrivning. Bergarterna betecknas som amfiboliter men innehålla pyroxen som karak-

teristisk mörk beståndsdel. De indelas efter mineralogisk sammansättning och bevaringsgrad i »porfyritisk diopsidamfibolit», »skapolit-diopsidamfibolit» och »syenitleptitisk amfibolit». Ehuru benämningarna äro något svårhanterliga ge de en målande bild av bevaringstillståndet för en stor del av porfyriterna på kartbladet i dess helhet. Bäst bibehållna äro de mera sparsamt företrädda, porfyritiska diopsidamfiboliterna. De innehålla talrika plagioklasströkorn medan diopsidströkornen däremot äro små eller helt saknas. Sundius anger plagioklasströkornens anortithalt till mellan 47 och 53 %. Diopsiden är färglös. Grundmassan sammansättes av oligoklas, vars anortithalt i de flesta prov anges till 24—25 %, samt diopsid, hornblände, titanit, biotit, apatit och magnetit. Skapolitomvandlingar förekomma merendels. De andra båda amfibolittyperna utgöra starkare omvandlade former. De »syenitleptitiska diopsidamfiboliterna» skilja sig från de övriga genom sin ofta surare plagioklas jämte en växlande halt av kalifältspat. Deras grundmassa har en ljusare, brun eller rödaktig färgton.

Granitiska, syenitiska och gabbroida djupbergarter uppträda i riklig mängd inom området. Vidare finnas smärre partier röd, salisk, omkristalliserad och förgrovad, kvartsförande porfyr. Geijer har beskrivit blockförekomster av fältspatporfyr (1931). Huruvida man har att göra med gångar eller ytliga bildningar har icke kunnat avgöras.

Sarjomaaområdet ca 6 km längre mot O påminner i många avseenden om Kalpainen. Metamorfosgraden är likaledes hög, speciellt i närheten av den förmodade stora dislokationslinjen mellan Rakkurijoki och Kalixälven. Sundius beskriver bergarterna under rubriken »Amphibolite östlich von der Eisenbahn». Han betecknar amfiboliterna som mörka, hornbländerika bergarter av fin till medelgrov kornstorlek och i regel skiffrig struktur. Mera massformiga typer uppträda likväl, och på flera håll kan man trots allt identifiera tydligt porfyritiska former.

Sundius nämner bergarternas karakteristiska, likformiga blandning av mörka och ljusa beståndsdelar samt deras ofta sockerkorniga konsistens. Liknande varieteter äro utmärkande även för områdena längre mot S och SO, på Kalixälvens motsatta sida.

Skapolitisering är här liksom på så många andra håll mycket utbredd. I övrigt äro plagioklasströkornen i allmänhet starkt sericitiserade. Strökorn med bevarad plagioklas kunna emellertid uppvisa ganska höga anortithalter. Sundius anger sålunda värden på 46 resp. 59 % An. För grundmasseplagioklasen uppges andesinsammansättning. Andra mineral äro förutom skapolit hornblände, biotit, titanit, apatit, magnetit, kvarts och epidot samt, mera

sporadiskt, mikroklin och pyroxen. Amfiboliterna anses sammansättningsmässigt motsvara diabasporfyriter.

Även inom detta område finnas ett par inlagringar av surare porfyr eller leptit.

I *Aptasvaretrakten* SV om Kaalasjärvi äro porfyriterna åter i stor utsträckning mycket rika på ofta grova plagioklasströkorn. Mandelförande former äro här ganska vanliga, och på en punkt har t. o. m. en direkt slaggig utbildning kunnat noteras. Förutom kvarts kan här även karbonat ingå i mandlarna. I en häll NV om Njorkohajåkk breccieras porfyrit av en svartaktig, tät grönsten, i vilken former erinrande om pillows iakttagits.

På *Karanisvare* med omgivningar NV om Gäddmyr hpl. äro likaledes strökornsrika porfyritformer rikligt företrädda. Vissa av dessa äro av en förhållandevis ljust färgad typ, vilken möjligen kan vara jämförbar med de av Sundius som »azide Porphyrite» betecknade bergarterna N om Kaalasluspa. I vissa fall rör det sig emellertid tydligen om en av sekundära processer betingad ljusfärgning. På flera punkter förekommer samtidigt en brecciering, vilken kunnat resultera i pseudokonglomeratartade företeelser. Skapolitomvandling är vanlig även i dessa ljusare bergarter.

Smärre porfyr- eller leptitinlagringar uppträda flerstädes bland porfyriterna.

O om Salmijärvenjoki ligger en mindre järnmalmsförekomst.

På *Vuotnavare* en halvmil längre mot O dominera porfyritiska grönstenar helt liksom bland bergarterna omgivande sedimentområdet på bergets utlöpare mot SO. Bevaringsgraden medger dock icke alltid en identifiering av plagioklasströkornen. Trots detta och den vanliga skapolitiseringen synes den kemiska omvandlingen här vara mindre stark än NV om Gäddmyr, varför bergarterna i allmänhet bibehållit sin mörka färg. I vissa fall har dock en segregering av ljusare och mörkare beståndsdelar skett, och i hällarna närmast Vuotnajåkk ha grönstenarna antagit en rödaktig färgton med amfibol och epidot, stundom även magnetit och blodsten, ansamlade till mer eller mindre grovkorniga, mörka sliror och fläckar. På sådana punkter har bergarternas ursprungliga karaktär nästan helt gått förlorad.

I de mera lågmetamorfa formerna varierar strökornsstorleken avsevärt, och längder på 5 cm eller mer förekomma. Ställvis kan en zonering av plagioklasen skönjas för blotta ögat. Ett prov taget S om Vuotnavare, vilket medgivit fältspatbestämning, har gett anortithalter på 40—45 %. I detta fall äro de huvudsakliga mörka beståndsdelarna hornblände, biotit och malm. Tre kemiska analyser (nr 10, 19 och 23) ha utförts på grön-

stensprover från denna trakt. Samtliga ge vid handen, att bergarterna äro av andesitisk till basaltisk natur.

I terrängerna *Lappberg — Iso och Pikku Kurravaara — Kajtumälven* ha djupbergarter åter börjat uppträda i större mängd, och metamorfosgraden gör i stor utsträckning ytbergarterna svåridentifierbara. Särskilt längst i S ned emot Kajtumälven är påverkan från migmatitgranit mycket kraftig. Bergartsassociationerna på Kurravaarabergen påminna om dem på Kalpainen. Tydliga porfyriter förekomma numera endast sporadiskt, bl. a. omkring Lappberg samt på Iso och Pikku Salmivaara. I allmänhet föreligga grönstenarna nu återigen som amfiboliter, vilka gärna äro ganska ljusa i färgen samt sandigt sönderfallande. Stundom förlora de sig i verkliga gnejser, vilkas ursprungliga natur icke längre kan fastställas.

B. Området Tertojåkk — Kajtumälven

Terrängen uppbygges huvudsakligen av porfyritiskt utbildade, andesitiska och basaltiska grönstenar. I växellagring med dessa uppträda smalare zoner av finkorniga, strökornsfria, delvis mandelförande, basaltiska grönstenar samt sediment och sura vulkaniter.

Området skiljes av till synes betydande tektoniska zoner från angränsande delar av kartbladet. Bergartsassociationen är i stort sett den för porfyritgruppen normala. Avvikande former utgöra dock de i ett tidigare sammanhang beskrivna inlagringarna av delvis pillowutbildade grönstenar.

Porfyriterna äro delvis massformiga, delvis förskiffrade. Färgen är ganska mörkt grön eller grågrön, och specifika vikten är merendels 2,9—3,0. Porfyriterna äro rika på regellöst orienterade, cm-långa lister eller något kortare tavlor av plagioklas, för vilken anortithalter på 30—45 % uppmätts (fig. 10). Bättre bevarade former uppvisa intersertal grundmassestruktur. Hornblände utgör den andra huvudkomponenten och finnes i ungefär samma mängd som plagioklasen. Bland övriga mineral kunna biotit, klorit och epidot, i vissa fall även ljus glimmer och skapolit nämnas. Titanit, apatit och opaka mineral uppträda som vanligt accessoriskt. Magnetithalten är ställvis påtaglig. Ett antal kemiska analyser föreligger (nr 8, 11, 12, 14, 16, 18, 25).

Den av Geijer (1931, sid. 139) beskrivna, klastiska bergarten på Kuosasj (Kuosatjvare) är av osäker åldersställning. Omgivande terräng uppbygges av grönstenar och basisk syenitporfyr. Förekomsten ligger i trakten av de dislokationer, vilka i huvudsak åtskilja porfyriter och porfyrer. Geijer näm-

Fig. 10. Porfyrit. NO om Såkas, S om Kajtumälven. I huvudsak plagioklas och hornblände. 1 nic., 25 ×.

ner möjligheten, att man skulle ha att göra med en inklämd skiva av yngre bergarter, ev. tillhörande Vakkoserien.

Förekomsten utgöres dels av skiktat gråberg, dels av ett malmbollförande konglomerat. Den förra typen sammansättes av albit, järnglans, apatit, muskovit och rutil. Konglomeratet har till övervägande del ganska väl rundade bollar av en storlek på upp till några dm. De bestå av blodstensmalm, porfyr, kvarts och sericitskiffer i en gråvackeliknande mellanmassa. Även den senare är rik på järnglans samt uppvisar tydligt klastisk struktur (fig. 11). Av övriga mineral nämner Geijer kvarts, muskovit, albit och pertit samt ibland även tungspat, turmalin och zirkon. Halten av blodsten är till stor del så hög, att förekomsten räknats som en järnmalmsfyndighet.

Basiska och intermediära vulkaniter i växellagring med porfyrer

Basiska och intermediära vulkaniter, i allmänhet porfyritiska resp. porfyritliknande, finnas så rikligt företrädda även bland Kirunaporfyrerna, att en beskrivning av enskilda förekomster är omöjlig. Bergarterna äro såväl ut-

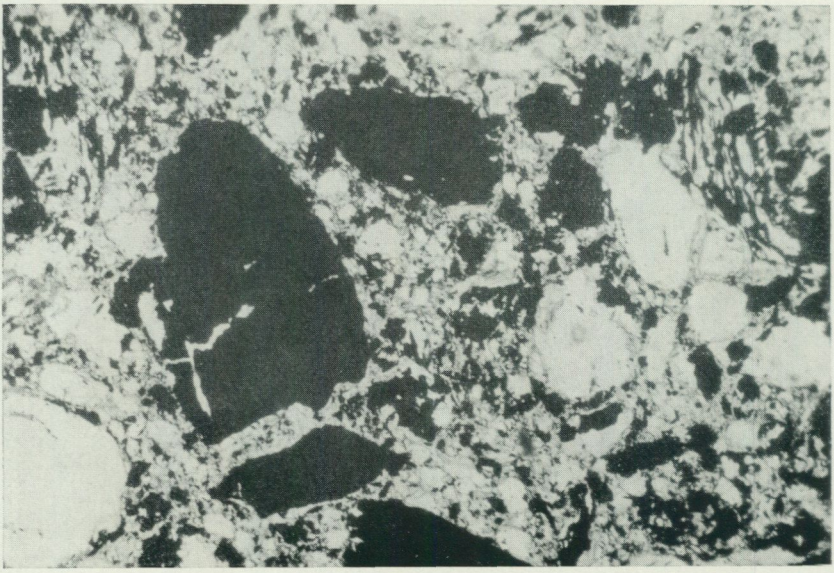

Fig. 11. Matrix till malmbollförande konglomerat, Kuosasj. Större korn av blodsten och kvarts i en finare mellanmassa av samma mineral jämte sericit och något albit. 1 nic., 38 ×.

seendemässigt som kemiskt så lika porfyritgruppens olika led, att de få betraktas som en fortsättning på denna parallellt med den surare vulkanismen. Såsom framgår av kartan äro emellertid bergarterna nu till alldeles övervägande del av intermediär sammansättning medan basiska led äro av underordnad betydelse.

Grönstenarnas och de intermediära vulkaniternas uppträdande bland porfyrerna får betecknas som oregelbundet, och någon bättre följbarhet av enskilda bäddar kan icke sägas existera. Smärre förekomsters lagerform på kartan torde därför i många fall utgöra en idealiserad bild. Anhopningar av flera bankar kunna likväl ge upphov till förhållandevis uthålliga stråk. Exempel härpå finnas i trakterna Ö om Kiruna. Där blottningsgraden medgett ett detaljstudium av sådana bredare förekomster har det emellertid flerstädes visat sig, att de icke äro enhetliga utan förete inslag av surare porfyr eller sediment.

De intermediära porfyriterna visar ej sällan övergångsformer emot mera saliska, syenitiska porfyrer, vilket gör det ytterligt svårt att framställa en konsekvent kartbild. Härtill kommer, att man icke alltid vet i hur hög grad metasomatiska förlopp kunna ha modifierat bergarternas ursprungliga ke-

miska sammansättning, varför lämpliga analysprover icke äro lätta att uppbringa. Porfyriternas färgindex växlar ganska starkt även inom en och samma kontur på kartan. Generaliseringar ha därför varit nödvändiga och ha bidragit till att framtvinga teckenförklaringens överlappningar.

A. Området O om Kiruna

Då bergarterna O om Kiruna som regel uppvisa sämre bevaringsgrad än vad fallet är i den egentliga Kirunatrakten, föreligga de mera basiska leden i allmänhet som amfiboliter. Även där förskiffringen icke är alltför utpräglad, saknas vanligen primärstrukturer frånsett de ofta förekommande strökornsresterna. Amfiboliterna äro i huvudsak att räkna som effusiva. Sannolikt uppträda en del smärre, hypabyssiska intrusioner jämsides med lavorna, men bergarternas bevaringsgrad medger icke ett utskiljande av dessa annat än i undantagsfall.

Av kartan kan man visserligen få det intrycket, att grönstenarna skulle vara koncentrerade till vissa etager, men detta kan till en del bero på bristande kännedom om dåligt blottade områden. Helt lokalt och med tvekan kan man dock försöka göra vissa jämförelser. Grönstenarna på Sakkaravaaras nordsida äro på den flygmagnetiska kartan tämligen väl följbara mot S ehuru de snart uppdelas på flera stråk åtskilda av porfyrer. Ett par av dessa stråk nå ända fram till trakten av Kalixälven, där de skäras av större tektoniska zoner. Det förefaller emellertid icke otänkbart, att grönstensbältet över Aptasvaara kan utgöra en ungefärlig motsvarighet till de avskurna grönstenarna. I förhållande till glimmerskiffrarna vid Luossajoki intager grönstensstråket på Aptasvaara ett läge som erinrar om relationen mellan glimmerskiffrarna vid Torneälven och grönstenarna i östra bladgränsen N om älven. Av den geofysiska kartan att döma har det senare stråket vissa drag gemensamma med bergarterna inom den positiva anomalin närmast V om Aptasjärvi. Mera konkreta parallelliseringar omöjliggöras av de överallt uppträdande dislokationerna.

Bland vissa av kartans som intermediära markerade bergarter kunna klastiska typer existera. På grund av omvandlingsgraden är det dock i många fall omöjligt att säkert identifiera dem. Tydligt klastiska amfiboliter finnas i liten skala i trakten mellan Kielinen och Tjårkejauras N om Kalixälven. Ett annat område, inom vilket sådana bergarter kunna misstänkas förekomma ehuru detta icke kan bevisas är stråket NV och V om Väkkärä-järvi och vidare mot Torneälven. Dessa bergarters färg är ofta så ljust grå,

att man tvekar att klassificera dem som amfiboliter. Skapolit förekommer slirvis rikligt.

Amfiboliterna kunna i de flesta fall karakteriseras som intermediära lavor av sannolikt mycket ofta andesitisk sammansättning. Troligtvis finnas dock även något surare former företrädda. Porfyritiska varianter ha i allmänhet ungefär normal strökornsstorlek, men såväl storströkorniga som helt finkorniga bergarter anträffas även. Mandelbildningar äro vanliga företeelser.

Sakkaravaaratrakten har återgivits på flera tidigare geologiska kartor. Relationen mellan grönsten och porfyr är komplicerad, delvis beroende på förekomsten av en tektonisk zon längs dalen på Sakkaravaaras NV-sida. SO om porfyren nära bäcken uppträder en tydlig, delvis amfibolitisk, delvis mera massformig, ibland rikligt skapolitförande grönsten. Bergarten är till en början strökornsfri samt ställvis tydligt blåsrumsförande. Högre upp mot SO blir den så småningom rikligt och grovt strökornsförande. Spridda kvartsmandlar förekomma ännu. Efter en zon med högre omvandlingsgrad följer så en pressad, karbonatrik grönsten. Grönstenshällarna invid landsvägen bestå dels av porfyrit, dels av en mörk, finkornig till tät variant.

De övervägande intermediära vulkaniterna i trakten av Laxforsen och N därom åtskiljas av mellanlagrande leptithorisonter. Bergarterna äro huvudsakligen utbildade som starkt förskiffrade amfiboliter, ofta utsatta för en stark sekundär rödfärgning med den därvid så vanliga ansamlingen av hornblände, epidot och järnoxid i sliror och fläckar. Skapolitomvandling förekommer i mycket stor utsträckning. Bättre bevarade former äro dels av gröngrå till grönsvart färg och mycket finkorniga, dels tydligt strökornsförande med plagioklaslister av växlande, i några fall avsevärd storlek. Mandelbildningar innehållande kvarts eller skarnmineral förekomma ofta.

Närmast dislokationszonen vid Sarjomaa är bergarternas ursprungliga natur icke längre identifierbar. Här föreligga typer utdraget fläckiga av röd fältspat, epidot och hornblände. De ljusröda partierna äro ofta fint sockerkorniga och bestå av pflasterkornig plagioklas, mikroklin och kvarts. Apatit uppträder även rikligt. Bland mörka mineral förekommer även titanit jämte något diopsid.

Grönstensstråket över Aptasvaara är tämligen oenhetligt uppbyggt, och vissa av dess led kunna möjligen vara att betrakta som mörka syenitporfyrer. På bergets olika toppar har man dock ganska tydligt att göra med verkliga grönstenar av sannolikt ursprungligen andesitisk typ. Rent amfibolitiska former uppträda även. De mera massformiga grönstenarna växla

mellan strökornsfria, för blotta ögat täta varianter och sådana med talrika, stora plagioklasströkorn. De äro ofta påtagligt om än oregelbundet magnetiska. Mandelbildningar med epidot eller kvarts som framträdande utfyllnad äro även här vanliga. Skapolit finnes som vanligt rikligt. I hällområdet N om Aptasvaara är omvandlingsgraden alltför hög för att en närmare bestämning av bergarterna skall vara möjlig. Vissa av de här ofta ganska ljust grå, delvis mandelförande vulkaniterna äro kanske snarare att räkna som syenitporfyrer än som grönstenar. Speciellt i de närmast Pahtajoki belägna hällarna befinna sig bergarterna i ett nära gnejsigt stadium.

Grönstenarna mellan Väkkäräjärvi och Torneälven nedanför Laxforsen ha i förhållandevis stor utsträckning bevarade strukturdrag såsom plagioklasströkorn och mandelbildningar. Även här är färgen ofta ganska ljust grå, men nu kan man med större säkerhet än N om Aptasvaara tolka detta som resultatet av senare processer. De ljusaste portionerna anträffas merendels i något breccierade hällar, där sprickfyllnaderna utgöras av epidot, järnoxid och andra mörka, ur bergarten sannolikt utsegregerade mineral. I mindre starkt påverkade blottningar ha bergarterna en mera grönsvart färgton, vilken säkerligen bättre svarar mot deras ursprungliga utseende.

B. Området V och SV om Kiruna

1. Basiska till intermediära grönstenar

Basaltiska till andesitiska grönstenar spela kvantitativt icke någon större roll som inlagringar i Kirunaporfyrerna. Enstaka relativt stora förekomster äro dock kända. S om Lävasjåkk finnes en av flera lavaströmmar sammansatt zon, vilken är följbar över en sträcka av drygt en mil. Grönstenarna ha delvis ett relativt samlat uppträdande ehuru i växellagring med sediment. Mellanlagrande porfyrer förekomma dock flerstädes. Tjockleken av individuella grönstensbäddar synes endast uppgå till något eller några tiotal m. I bottenpartiet av en bank är bergarten ofta småkornig och kan ibland antaga ett nästan gabbroliknande utseende. Färgen är i allmänhet grönsvart. Högre upp blir grönstenen snart porfyritisk med i antal ökande mandelbildningar av karbonat eller skarnmineral. Toppartiet kan vara slaggigt med knytnävsstora karbonatkörtlar eller tomrum. Bergarten har här vanligen en ljusare grå färgton. I dalen mellan bergen Jållekas och Njallåjve förekomma mandlar av vackert rött karbonat i svartaktig grönsten. En lätt impregnation med kismineral är vanlig. Där den primära strukturen finnes bevarad är plagioklasen alltid

listformig och regellöst orienterad. De mörka mineralen äro amfibol, biotit, opakmineral, titanit samt någon gång även klorit. Bland ljusa bibeståndsdelar kunna kvarts och mikroklin nämnas. Skapolitomvandling är speciellt på Njallåjve ibland mycket omfattande. Plagioklasströkornen äro ofta saussuritiserade, och understundom kan man även se rester av zonering. Förutom karbonat och skarnmineral ha i mandlarna även iakttagits kvarts, biotit, opakmineral och fältspat.

I underlaget till denna zon äro hypabyssiska grönstensintrusioner påfallande talrika medan överlagrande formationer i allmänhet äro relativt fria från sådana. Ett undantag utgör Jållekas sydvästsluttning, men man har här anledning att misstänka förekomsten av mer än en tektonisk zon, och det är möjligt, att basaltisk grönsten även uppträtt på något högre nivå. Det förefaller sålunda, som om åtminstone en del av dessa intrusioner skulle utgöra matargångar. Att många av dem varit ytnära bildningar framgår av den ej alltför sällsynta förekomsten av mandlar. Analyserna 3 och 31 äro utförda på prover av resp. effusiv grönsten och en av de större intrusivförekomsterna.

Den lilla förekomsten av basaltisk grönsten på Jållekas nordsida tillhör en något lägre stratigrafisk nivå. Bergarten är delvis porfyritisk med en varierande frekvens av karbonatfyllda mandlar.

Grönstenen vid Nalfajaure längre i V är delvis ganska starkt förskiffrad, delvis mera massformig och då mycket mörk och finkornig. Ställvis innehåller den tydliga epidotmandlar. På en punkt finnes en ganska lång och bred slira av magnetit. Järnglansfläckar äro vanliga. Sporadiskt förekommer en lätt kopparkisimpregnation. Bergarten är mycket hornbländerik samt innehåller i övrigt starkt sericitiserad och grumlad plagioklas, järnoxid, epidot, biotit, klorit och litet kvarts. Accessoriskt förekomma titanit och apatit. Grönstenen spricker ställvis upp till efter förskiffringen orienterade, utdraget avrundade former, och det är icke helt uteslutet, att den varit pillowförande.

Även i trakterna S om Kalixälven finnas spridda förekomster av basiska, effusiva grönstenar inne bland porfyrerna. Som exempel kunna nämnas vissa bankar i övre delen av lagerserien på Tjåurekahbergen samt vid Harrejaure. Även terrängen närmast N om Tertojåkk uppbygges delvis av basiska vulkaniter. Bergarterna föreligga i stor utsträckning som amfiboliter. Porfyritiska former finnas, men finkorniga och strökornsfria typer äro vanligast. Frånsett bristen på pillowbildningar påminna de senare ganska mycket om grönstenarna i Paittasjärvitrakten.

2. Övervägande intermediära vulkaniter

Bergarternas sammansättning varierar mellan andesitisk och surare, och vissa svårklassificerade övergångsformer emot syenitporfyr förekomma. Många torde motsvara vad Geijer (1931) betecknat som albitporfyriter, andra åter synas överensstämma med såsom basiska syenitporfyrer beskrivna typer. Ett utskiljande av de senare under en egen beteckning har visat sig omöjligt, särskilt som bergarterna till det yttre icke nämnvärt avvika från mera normala grönstenar. Gränsdragningen mellan intermediära vulkaniter och surare porfyrer bygger i stor utsträckning på färgindex.

Bergarterna äro vanligen mörkgrå i färgen samt av porfyritiskt utseende. Mera jämnkorniga, täta former finnas dock även. I allmänhet äro lagren relativt tunna, vanligen på några tiotal m, och bredare förekomster äro ofta tydligt sammansatta av ett flertal olika bäddar. Inom lavaströmmarna är zonering ett utmärkande drag med övergångar från rikligt strökornsförande centralpartier till mandelrika och ibland t. o. m. slaggiga ytterzoner. En ofta ovanligt hög magnetithalt på bekostnad av andra mörka beståndsdelar är ett karakteristiskt drag. Biotit är en annan viktig beståndsdel medan hornblände är av mycket underordnad betydelse. Magnetithalten är ofta tämligen oregelbundet fördelad. Porfyritliknande former ha merendels list- eller tavelformiga plagioklasströkorn, men en viss tendens till rombformig utbildning kan ibland förmärkas. De surare varianternas strökorn vittra gärna i rött. Där strukturen finnes bevarad är grundmasseplagioklasen alltid listformig och statistiskt orienterad med de mörka mineralen utfyllande mellanrummen. Även efter en viss grad av omkristallisation är denna struktur ofta ännu skönjbar, vilket torde få tillskrivas rikedomen på järnoxidpigment.

N och NV om Laukkujärvi bilda porfyritliknande vulkaniter tillsammans med porfyrer och mera underordnade sediment en, av de geofysiska mätkartorna att döma, västligt stupande lagerpacke. Bergarternas bevaringsgrad är mindre god. Förskiffringen är särskilt i de västligare delarna stark, och riklig skapolitbildning bidrager till att utplåna strukturerna. Metamorfa differentiationsfenomen med en slirvis uppdelning av ljusa och mörka beståndsdelar äro även vanliga. Stundom ha de mörka mineralen koncentrerats till mandlar, vilka då omgivas av blekta zoner. Täta, högröda sliror av kalifältspat uppträda ofta. Bättre bibehållna former äro i allmänhet porfyritiska. De viktigaste mörka mineralen äro biotit och magnetit. Hornblände förekommer mera sporadiskt och icke i alla prov. I smärre mängder

uppträda vanligen titanit och kvarts. Klorit, epidot och karbonat finnas i vissa av proverna. Som accessorisk beståndsdel är nästan alltid apatit närvarande. Skapolit, mikroklin och ljus glimmer finnas i de mera omvandlade formerna. Mandelbildningar äro mycket talrikt förekommande och kunna i storlek undantagsvis uppgå till 4 cm eller mer. Utfyllnaden kan bestå av kvarts, karbonat, epidot, amfibol, järnoxid, biotit, klorit, skapolit, mikroklin eller albit, ej sällan med tendens till zonerat uppträdande. Lokalt har även kopparkis observerats.

På lågfjället Njallåjve, omkring 500 m SV om rengärdet, har en egendomlig variant av dessa vulkaniter iakttagits. Bergarten är mörkgrå till gråsvart, innehåller under lupp väl synliga plagioklaslister samt är rik på mandlar av övervägande kvarts men med ytterbårder av mörka mineral. Grundmassans plagioklas är listformig och riktningslöst orienterad samt ligger delvis poikilitiskt innesluten i stora skapolitfält. Där skapoliten saknas förekommer även malm och biotit rikligt i grundmassan. Härigenom får bergarten ett fläckigt utseende. Plagioklasens anortithalt är ca 10 %. I andra hällar i samma omgivning ha skapolitspolar med en längd av upp till 10 cm eller mer observerats (fig. 13). I mindre omvandlade blottningar kunna ibland små, blåaktiga kvartskorn vara synliga. Under mikroskop uppvisa de någon gång delvis idiomorf kornbegränsning. Det är tänkbart, att man i dessa fall har att göra med tuffartade varianter.

På Eustillako med omgivningar är förskiffringsgraden oftast låg, varför bergarterna för blotta ögat ge intryck av att vara väl bevarade. Mikroklinbildning, i första hand koncentrerad till strökornen men även uppträdande i grundmassan, är emellertid mycket vanlig, vilket gör det svårt att utvälja lämpliga analysprover. Till utseendet äro bergarterna utpräglat porfyritiska med talrika och ofta stora, merendels listformiga, i friskt tillstånd vita plagioklasströkorn, ibland med tendens till subparallell anordning. Mera tavelformiga eller ibland lätt rombformade snitt kunna även vara synliga. Efter vittring eller annan omvandling ha strökornen i många fall antagit en rödaktig färgton. Speciellt inom lavaströmmarnas randpartier kan även grundmassan uppvisa en rödaktig färg, vilken dock snarast beror på, att järnmalmspigmenteringen i dessa fall delvis utgöres av hämatit. Mandelbildningar eller tomrum efter utvittrade sådana äro allmänt förekommande. Primärt synas strökornen alltid ha utgjorts av plagioklas. De äro emellertid som regel omvandlade i en finkornig massa av plagioklas och mikroklin jämte mera underordnade beståndsdelar såsom kalcit, epidot, kvarts, malm, titanit och apatit. Även grundmassan kan innehålla en del sannolikt senare

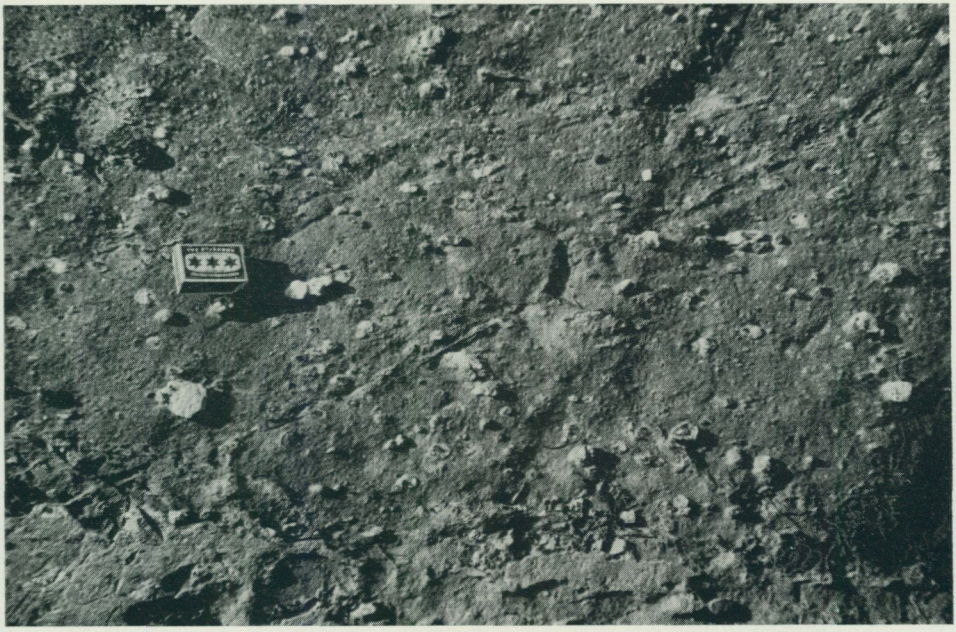

Fig. 12. Intermediär kvartsmandelsten. N om Kalixälven vid Paittasluspa.

Fig. 13. Skapolitomvandlad grönsten. Njallåjve.

Fig. 14. Basisk syenitporfyr. Kaska Tjåurek. Regellöst orienterade albitlister i mellanmassa av övervägande järnoxid och biotit. 2 nic., 25 ×.

bildad mikroklin. Övriga mineral äro förutom plagioklas, järnoxid och biotit mera sporadiskt uppträdande klorit, hornblände eller aktinolit, titanit, kalcit och kvarts. Apatit är som vanligt en accessorisk beståndsdel. Ljus glimmer hör till omvandlingsprodukterna. Grundmassans alla mineral kunna även uppträda i mandlarna, varför dessas avgränsning ibland är något oskarp. Av de båda kemiska analyser, som utförts på prov från dessa trakter (nr 29 och 30), torde den förra, som antyder en andesitisk sammansättning, vara den mest representativa. Den senare analysens högre kalihalt, vilken skulle ge bergarten en benämning som trakyandesit eller trakyt beroende på vilket system man begagnar sig av, torde vara föranledd av en senare mikroklininvasion.

Inom trakterna S om Kalixälven synas övergångar i mörka syenitporfyrvarianter vara speciellt vanliga. En kemisk analys utvisande andesitisk sammansättning finnes dock på ett prov taget N om Piedjastjåkkas topp (analys nr 22). Det analysmaterial, som finnes tillgängligt från Tjåurekahbergen, antyder däremot, att man här trots bergarternas ofta relativt mörka färg knappast längre kan hålla dem åtskilda från Kirunaporfyrernas mera saliska led. V om Aranjarkasedimenten uppträda dels verkliga, andesitiska eller basaltiska, porfyritiska grönstenar, dels ljusare men i övrigt

porfyritliknande, intermediära vulkaniter i växellagring med porfyr och sediment.

Porfyrer och associerade bergarter

I den klassiska Kirunaprofilen utgöres en undre avdelning av syenit resp. syenitporfyr, varpå följa mäktiga, kvartsförande porfyrer. En liknande åldersföljd har lokalt kunnat konstateras på ytterligare ett par håll inom kartbladet. Kirunas »liggväggsporfyr» och liknande andra porfyrförekomster representera emellertid icke de äldsta saliska vulkaniterna. Inlagringarna av sådana i porfyritgruppen måste betraktas som äldre. Bland dessa förekomma exempelvis kvartsförande porfyrer och natronrika albitofyrer eller keratofyrer. De syenitporfyrer i området mellan Laukkujärvi och Lävasjåkk, vilka mest erinra om Kirunas »liggväggsporfyr», ha visat sig överlagra en hel svit av äldre porfyrer av varierande sammansättning. Bland dessa bergarter uppträda former, vilkas sammansättning ganska väl överensstämmer med de i Kurravaarakonglomeratets bollmaterial förhärskande porfyrtypernas. Analys nr 41 av en albitofyrisk variant utgör ett exempel härpå.

Någon stratigrafisk regelbundenhet i de olika porfyrtypernas uppträdande har icke kunnat skönjas.

Sedimentinlagringar bland porfyrerna uppvisa heller icke någon högre grad av nivåbeständighet även om ställvis förhållandevis uthålliga zoner av alternerande klastiska lager och vulkaniter förekomma. I de allra flesta fall äro sedimenten tydligt vattentransporterade, men övergångar i agglomerat eller vulkaniska breccior kunna stundom studeras. Ödman har i sin länsbeskrivning betecknat denna form av klastiska bergarter som sediment i vulkanisk miljö.

Av de saliska effusivbergarterna utskiljas i huvudsak två typer på kartan, nämligen syenitiska resp. kvartsförande vulkaniter. Mera undantagsvis ha litet mörkare men i stort sett syenitiskt sammansatta bergarter erhållit en egen kartbeteckning. Ljusfärgade albitofyriska (keratofyriska) varianter ha i allmänhet icke kunnat särskiljas från syenitporfyrer i övrigt. Kvartsströkornsförande porfyrer, vilka spela en kvantitativt mycket liten roll, ha markerats på samma sätt som de betydligt vanligare, kvartsförande fältspatporfyrerna.

På sina håll ha svårigheter uppstått vid åtskiljandet av syenitporfyrer och kvartsförande porfyrer. Gränsfall förekomma. Huvudparten av syenitporfyrerna är emellertid av ganska utpräglad lavakaraktär, vilket bl. a.

framgår av de mikroskopiska strukturerna och den vanligen rikliga förekomsten av mandelbildningar, något som oftast icke kan sägas vara fallet med de kvartsförande porfyrerna. De senare, av vilka även strökornsfattiga eller strökornsfria modifikationer förekomma, äro normalt helt i avsaknad av mandlar. Denna skillnad i utbildning är ofta så markant, att den kan användas som ett hjälpmedel vid bergarternas identifiering. Strökornsformerna äro mindre användbara för ett sådant ändamål, men ofta äro de mera oregelbundna eller ibland splittriga i de kvartsförande porfyrerna. Det är därför sannolikt, att de flesta förekomsterna av kvartsförande vulkaniter äro av ignimbritisk natur. Bergarternas fördelning på kartan tycks också avspegla en sådan skillnad i uppkomstsätt. De kvartsförande porfyrerna täcka stora arealer medan däremot syenitporfyrerna, trots att de kunna uppnå avsevärd mäktighet, uppträda mera lokalt och oregelbundet.

Porfyr och leptit som inlagringar i porfyritgruppen

Antalet kända förekomster är litet, vilket kanske i viss mån kan tillskrivas den låga blottningsgraden inom stora delar av porfyritområdena. Materialet i klastiska inlagringar bland porfyriterna tyder med sin ofta sura karaktär på att saliska vulkaniter i viss utsträckning existerat vid tiden för dessa sediments uppkomst. Basisk och intermediär vulkanism har sålunda icke varit allenarådande under detta tidigare skede.

I porfyritområdet SV om Tertojåkk finnas sura, kvartsförande vulkaniter på flera olika nivåer. Bergarterna äro röda till grå, lokalt även violetta fältspatporfyrer med 1—5 mm stora, ofta väl utbildade strökorn av albit och mikroklinpertit. På Saggekirkas NV-sluttning uppträda även felsitiska former. Struktur och mineralsammansättning överensstämma väl med vad man finner hos likartade led i Kirunaporfyrernas huvudmassa. Trots den vanliga omkristallisationen kan man här och var se de för de kvartsförande vulkaniterna karakteristiska, tätt liggande, ovala kvartsfälten med poikilitiskt inneslutna fältspatkorn. En kemisk analys har utförts (nr 57). Vid järnmalmsfältet Pattok S om Kajtumälven förekomma bl. a. albitofyriska porfyrvarianter (T. Eriksson, muntligt meddelande).

Inom kartans östligare delar är de sura vulkaniternas omvandlingsgrad i allmänhet hög. Kvartsförande porfyrer synas emellertid även här utgöra det vanligaste inslaget. Porfyrförekomsten V om Lappberg tillhör bl. a. denna typ. Bergarten är glomeroporfyrisk med strökorn av övervägande stripig

albit i en relativt tät, salisk grundmassa rik på närmast pflasterkornig kvarts. Som inströdda korn eller i korta sliror uppträda förutom kvarts och fältspat, biotit, järnoxid, titanit, apatit och sericit. Den mikroklin, som finnes, synes i stor utsträckning vara tillkommen på ett senare stadium.

Även de små porfyr- och leptitförekomsterna vid Sarjomaa få betecknas som kvartsförande. Bevarad porfyr är mestadels rödaktig och rik på fältspatströkorn av en storlek på upp till 1 cm i en omkristalliserad grundmassa med växlande kvartshalt. Från Kalpainen har Geijer (1931, sid. 40) beskrivit blockförekomster av kvartsförande porfyr, delvis helt lik Kirunas »hängväggsporfyr». En mera vitaktig porfyrform beskrives såsom förande mandlar av kvarts och litet epidot. Vid senare kartering ha även fasta hällar av kvartsförande porfyr anträffats. Förekomsterna ge i allmänhet intryck av att vara små, och möjligheten av ett gångformigt uppträdande kan ej uteslutas.

Den största förekomsten i fast klyft utgöres av en kvartsporfyrisk form i vilken dock stora, tämligen oregelbundna, delvis i klungor anhopade fältspatströkorn dominera. Albit och antipertit äro vanligast. Kvartsströkornen ha tydlig tendens till idiomorf utbildning. Den saliska grundmassan är granoblastiskt omkristalliserad.

Från Karanisvaretrakten beskriver Geijer (1931) flera prover av syenitporfyriska bergarter. I fält är det där ofta mycket svårt att identifiera de olika bergartsleden, och möjligen ha äkta, saliska vulkaniter en något större utbredning än vad kartan antyder.

I området N om Kaalasluspa har endast en liten, sannolikt gångformig förekomst av kvartsförande porfyr kunnat fastställas med säkerhet. Det är emellertid tänkbart, att kartans syenitkonturer ställvis även kunna inrymma rester av saliska ytbergarter. Syeniten i denna trakt uppvisar nämligen vissa porfyriska varianter, vilka i fält knappast kunna skiljas från omkristalliserade former av Kirunaporfyrer.

4 km SV om Kaalasluspa har vid borrning påträffats en relativt monomikt, fragmentförande bergart sammansatt av merendels strökornsförande, saliska vulkaniter. Största iakttagna strökornsstorlek är omkring 5 mm, men många av fragmenten sakna strökorn och ha då ofta en från den normala, rödaktiga färgen avvikande, mer gråviolett ton. I de undersökta slipproven utgöras samtliga fragment av finkorniga albitofyrer, delvis så rika på järnoxid, att övergångar i magnetit-syenit-porfyr kunna anses föreligga.

Kirunaporfyrerna

A. Kirunaprofilen

Kartbilden vid Kiruna efter nykarteringen överensstämmer praktiskt taget helt med den av Geijer (1910) utarbetade kartan i skalan 1 : 8 000, och den nedan följande översikten är i stort sett ett referat av hans egen, senare sammanfattning (1931). Vissa nya upplysningar ha under senare år kunnat inhämtas från L.K.A.B:s provdiken mellan Luossavaara och Porfyrberget. På grund av de omfattande byggnadsarbetena i Kiruna stad har ett stort antal tillfälliga blottningar framkommit, men huvudparten av dessa ligger inom de kvartsförande porfyrernas område och har icke medfört någon ändring av den älde kartan.

1. Syenit och syenitporfyr

Syenitporfyren sammansättes i huvudsak av pertitisk alkalifältspat, pyroxen eller uralitiskt hornblände samt magnetit. Vidare förekomma titanit och apatit. Karakteristiskt är uppträdandet av mandelartade bildningar innehållande grönt hornblände, magnetit, titanit och apatit. Runt mandlarna finnas zoner blekare än bergarten i övrigt. Geijer har betraktat dessa mandelfyllnader såsom bildade i mycket nära samband med själva porfyrens uppkomst.

På nordöstra sidan av Luossavaara samt på berget Huppukka uppträda som utdragna partier i syenitporfyren den magnetitrika bergart, som Geijer benämnt magnetit-syenitporfyr. Denna mindre vanliga form sammansättes av nästan enbart albit och magnetit. Även mandelfyllnaderna utgöras av albit.

På Kirunavaara övergår porfyren nedåt mot V via en övergångszon i syenit bestående av samma mineral som porfyren. Geijer har ansett denna syenit utgöra de undre delarna av en mäktig lavamassa, vilken på grund av sin viskositet kunnat bibehålla en tjocklek stor nog att tillåta bottenpartierna att kristallisera med en sådan grövre struktur.

2. Kvartsförande porfyr

Malmerna i Kirunavaara och Luossavaara åtskilja syenitporfyren och den däröver liggande, kvartsförande porfyren. Den senare innehåller relativt stora och talrika strökorn av mer eller mindre mikroklinhaltig albit. Iso-

metriska strökornsformer äro vanligast. Där strökornen sammansättas av flera individer, uppvisa enskilda sådana gärna tendens till rombform. Strökornen äro oftast röda medan grundmassans färg växlar mellan rött, rödgrått eller gråblått. Grundmassestrukturen är oftast mikropoiklitisk eller mikrogranitisk.

De kvartsförande porfyrernas sammanlagda mäktighet har angivits till närmare 1 500 m. Geijer räknar med, att de i motsats till den underliggande syenitporfyren måste utgöra ett flertal olika bäddar. Härvid stöder han sig på fördelningen av inneslutna malmbrottstycken samt på uppträdandet av agglomeratartade bildningar på Luossavaara och längre mot NO.

3. Undre Haukikomplexet

Denna bergartssvit beskrives av Geijer som sammansatt av relativt väl bevarade yteruptiv jämte helt förkislade eller sericitomvandlade ytbergarter av sannolikt åtminstone delvis klastisk natur. Förkislingen sättes i samband med de associerade blodstensmalmernas bildning.

De nya undersökningsdikena erbjuda en god profil genom Undre Haukikomplexet i Kirunas närmaste omgivning. Denna profil synes utgöra ett stöd för antagandet, att bergarterna bilda en smal synklinal i V gränsande mot »hängväggsporfyr» och i O förlorande sig i dislokationszonen mellan Undre och Övre Haukikomplexen. I några av dikenas västligaste delar finnas smärre partier röd, omvandlad, kvartsförande porfyr. I veckstrukturens mitt befinner sig en delvis agglomeratiskt utbildad kalkmandelsten. På ömse sidor om denna anträffas en i bättre bevarat skick konglomeratliknande fragmentbergart. Fragmentmaterialet är polymikt, och vissa mörkgrå, täta, omagnetiska bitar påminna starkt om fyllit. Säkra bergartsidentifieringar äro dock omöjliga i denna svit, där endast mineralen kvarts och sericit jämte järnoxider finnas representerade. Inom ett mindre parti av den östra skänkeln följer så en bandad men Z-veckad, kalkhaltig, likaledes fyllitliknande bergart. Tillsammans med denna uppträda smala kalkbankar. Som nästa led komma i båda skänklarna först ljusfärgad sericitskiffer, därpå mörkgrå f. d. porfyrit eller syenitporfyr samt sedan åter ljus sericitskiffer. Den på senare år upptäckta Haukivaaramalmen ligger i synklinalens östra del, nära gränsen mot sandstenarna. I ett par av dikenas oständar uppträder kvartsitsandsten, delvis sekundärt rödfärgad och på en punkt genomdragen av en järnmalmsslira.

B. Området O om Kiruna

Även denna del av bladet har varit föremål för relativt omfattande äldre undersökningar. Den flygmagnetiska kartan och de senare årens markkarteringar ha ytterligare ökat kännedomen om området i fråga. Dislokationszonen utmed Övre Haukikomplexets sydost- resp. ostsida utgör en naturlig avgränsning från den egentliga Kirunatrakten. Gränslinjen har av tidigare författare tolkats som en överskjutning med brant ostlig stupning. Bergarterna intill denna gränszon ha bäst kunnat studeras i omgivningen av Kurravaaravägens början intill Kiruna, där sandsten med inlagrade konglomeratbankar uppvisar synnerligen stark förskiffring och delvis överförts i kvarts-sericitskiffer.

De sura vulkaniterna, vilka till alldeles övervägande del utgöras av kvartsförande porfyrer eller leptiter, ha sällan eller aldrig bevarad grundmassestruktur. I enstaka fall kan det t. o. m. vara svårt att avgöra, huruvida leptit eller en mera finkornig variant av graniterna föreligger. Några av hällarna V om Kiruna Geofysiska Observatorium utgöra exempel härpå. Även de inlagrade klastiska bergarter, vilka stundom förekomma, kunna på grund av den höga metamorfosgraden vara svåra att igenkänna.

Geijer (1931) har av förhållandena på Sakkaravaara dragit den slutsatsen, att bergarterna där intaga en förhållandevis flack lagerställning. Man skulle här ha två mot O eller SO stupande avdelningar, av vilka amfiboliterna böra utgöra den undre och de kvartsförande porfyrerna den övre. I Sakkaravaaratrakten liksom, i något högre grad, längre i S, i området närmast Kalixälven, visa formationerna en tendens till omböjning. I det senare fallet gav det som lokal ledhorisont använda konglomeratet på Vahåjves västsida samt V om Tjårkejauras en viss hjälp vid hopdragandet av bergartsformationerna på kartan. Mer än en starkt sönderbruten och ofullständig antydan till en synklinalbildning är det dock ej frågan om. Längst i S har denna del av porfyrserien med dess inlagringar av klastiska bergarter och amfiboliter karaktären av en av två större tektoniska zoner avgränsad kil.

N om Torneälven har Kirunaporfyrernas ovansida med säkerhet kunnat påvisas vara riktad mot O.

1. Syenitporfyr

På Sakkaravaaras nordsluttning samt lokalt i Sakkaradalen har Geijer inregistrerat såväl albitofyr som mera basiskt betonad syenitporfyr (1910, 1931). Bergarternas utseende är skiftande, och för närmare detaljer hänvisas

till Geijers monografi (1910), från vilken även den i tabellen som nr 36 upptagna kemiska analysen är hämtad.

Såsom nämnts i ett tidigare sammanhang (sid. 55) kunna vissa av de som intermediära vulkaniter betecknade bergarterna V om Kiruna Geofysiska Observatorium vara av syenitporfyrisk karaktär. Bergarternas bevaringsgrad medger dock icke en närmare klassificering. Den form, som möjligen kan komma i fråga, är en grå, leptisk, relativt biotitrik typ med på vittrad yta synliga, smärre, röda fältspatströkorn. Sporadiskt innehåller den kvartsmandlar.

SV om Tjårkejauras finnes i häll en ljust gråaktig leptit med på vittrad yta synliga fältspatströkorn. Dessa avteckna sig under mikroskop som aggregat av grovkornigare och av sericit och epidot mera grumlad plagioklas än vad provet i övrigt uppvisar. Mellanmassan utgöres huvudsakligen av pflasterkornig plagioklas, vanligen med dåligt utbildad tvillinglamellering. Något mikroklin finnes även. Kvartshalten är mycket låg. Mörka beståndsdelar äro hornblände och järnoxid jämte något biotit och titanit. Apatit uppträder som vanligt accessoriskt. Ett par hällar S om Kalixälven kunna möjligen utgöra en fortsättning på denna syenitporfyr. Här föreligger emellertid en rödaktig, småkornig, mera mikroklinrik, syenitisk leptit.

Drygt 1 km VSV om sjön Ylinen Aptasjärvi, intill den nya järnvägen mot Svappavaara, finnes slutligen en häll av en rödlätt kvartsmandelsten. Bergarten är leptitisk men innehåller otydliga rester av fältspatströkorn. Fältspaten är nu till övervägande del mikroklin, men kvartshalten är frånsett i mandlarna mycket låg. Som färgade beståndsdelar uppträda epidot, titanit, järnoxid och klorit.

2. Kvartsförande porfyr och leptit

Speciellt de västligare delarna av porfyr- och leptitterrängen O om Kiruna finnas till stor del beskrivna i äldre arbeten. Den följande översikten bygger i stor utsträckning på de tidigare arbetena (Geijer 1910, 1931, Sundius 1915).

Bergarterna ha praktiskt taget alltid rödlätt färg. Fältspatströkorn uppträda i allmänhet talrikt och äro ofta relativt stora, något som är vanligt bland porfyrer av »hängväggstyp». I Tuolluvaaratrakten äro de dock av mindre storleksordning. Leptiter utan iakttagbara strökorn förekomma även på ett flertal platser. Huruvida strökornen primärt saknats eller blivit oigen-

kännliga genom senare granulering kan sällan avgöras. Primära grundmassestrukturer finnas vanligen icke bevarade. I enstaka fall, såsom i prover från hällområdet ca 3 km N om Kalixfors flygplats finnas dock rester av den för kvartsförande porfyrer karakteristiska, mikropoiklitiska strukturen. Normalt har grundmassan en pflasterkornigt leptitisk utbildning. På Sakkaravaara innehåller porfyren lokalt även kvartsströkorn.

Hällområdet N om Kalixfors flygplats har tidigare undersökts av Geijer, som benämner lokalen Rotsejoki. Genom jordavrymningar för den nya järnvägen ha på senare tid ytterligare några blottningar erhållits. Porfyrens talrika strökorn kunna uppnå en storlek av drygt 1 cm. Deras form är oftast isometrisk eller rektangulär, någon gång dock rombisk. I de östligare hällarna är bergarten helt massformig. Längre mot V är den delvis förskiffrad samt är i övrigt uppsprucken med talrika, små kloritskölar. Strökornen bestå till största delen av den bland dessa bergarter så vanliga »schackbrädesalbiten». Sericitomvandling är ofta tydligt starkare i kornens kärnor än i deras ytterzoner. Grundmassan innehåller förutom kvarts och fältspat smärre mängder järnoxid, titanit, klorit, muskovit, karbonat och apatit.

Hällarna O om Ala Lompolo äro helt likartade till utseende och bevaringsgrad. Här uppträder även en för blotta ögat strökornsfri form. Denna bildar i en av hällarna mellanmassan till starkt utdragna linser av den normala, strökornsförande porfyren. Geijer har tolkat detta fenomen som en lavabreccia. I trakten av Vahåjve äro strökornen ännu till det yttre bibehållna, men på grund av granulering äro de knappast längre synliga under mikroskop. Grundmassan är helt omkristalliserad. Leptiterna här äro påfallande mikroklinrika. Plagioklasen i leptiterna SO om Kiruna är enligt Sundius' undersökningar till alldeles övervägande del albit.

Porfyrerna längs Luossajoki mellan Kiruna Geofysiska Observatorium och Laxforsen äro i allmänhet starkt omvandlade och ha delvis nästan gnejsig utbildning. I de flesta fall är dock porfyrisk struktur ännu skönjbar. På sina håll finnas i porfyren smärre, ovala fläckar av mörk färg men i stort sett innehållande samma mineral som bergarten i övrigt, således biotit, järnoxid, muskovit, kvarts, fältspat och lokalt titanit. Huruvida dessa fläckar äro att betrakta som mandelbildningar eller ej har icke kunnat avgöras. Liknande fenomen på västra stranden av Torneälven vid Kassanjarka synas emellertid av fördelningen i häll att döma verkligen utgöra mandlar. I grannskapet av den betydande tektoniska zonen SV om Torneälven är porfyren mer än vanligt omvandlad samt breccierad och genomdragen av sliror av kvarts, skapolit och hornblände.

Porfyrernas fortsättning mot SO uppvisar ungefär samma bevaringsgrad. De små, mörka fläckarna äro även här förhållandevis vanliga. Strökorn igenkännas under mikroskop som aggregat av något större kornstorlek än grundmassans. Huvudparten av fältspaten i dessa aggregat utgöres av albitisk plagioklas, men något mikroklin finnes även, och synbarligen har den ursprungliga fältspaten varit av antipertitisk typ. Grundmassan har de för leptiterna utmärkande, enkla kornfogarna, är kvartsrik samt innehåller jämte plagioklas en hel del mikroklin. Underordnade beståndsdelar äro som vanligt järnoxid och leukoxen, biotit jämte något muskovit samt ibland litet klorit. Apatit uppträder som alltid accessoriskt.

Porfyrerna mellan Torneälven och Väkkäräjärvi äro av helt likartad beskaffenhet.

De kvartsförande porfyrerna på Sakkaravaara tillhöra kanske en något högre nivå än de just beskrivna. De äro rika på rektangulära fältspatströkorn, vartill i vissa fall komma en del smärre strökorn av kvarts. Grundmassan är gråaktigt röd, nästan tät samt innehåller ofta små, magnetitrika fläckar. Muskovit finnes ofta koncentrerad till små aggregat. Geijer nämner även flusspat. Strökornen utgöras av mikropertitiskt sammanvuxen mikroklin och albit i ungefär lika mängder. Kvartsströkornen uppvisa stundom tydlig kristallform, och korrosionsfenomen äro vanliga. Mellanmassan utgöres huvudsakligen av kvarts, albit och mikroklin. Bland övriga beståndsdelar nämnas zirkon, kalcit och turmalin. En bergartsanalys (nr 65) har återgivits från Geijers monografi.

Tuolluvaara malmfält har varit föremål för en separat beskrivning (Geijer 1920). Porfyren för måttligt talrika fältspatströkorn vanligen ej överstigande 2—3 mm i storlek, vilka ligga i en ljusröd eller gråröd grundmassa. De äro i regel pertitiska med albitisk plagioklas och mikroklin i ungefär lika mängder. Formen är i allmänhet nära isometrisk, men tavelformiga snitt förekomma även. Den oftast pflasterkorniga grundmassan innehåller kvarts, natronfältspat och mikroklin i ungefär samma proportioner som Kirunas i »hängväggsporfyr». Ibland förekomma smalare magnetitränder i porfyren. Såväl denna porfyr som malmerna genomsättas av yngre, syenitporfyriska gångar. Ett flertal tektoniska zoner uppträda inom fältet.

Inom det s. k. Tuollujärvi malmfält ha borrningar gett en gråaktigt röd porfyr, ofta med smärre, oregelbundna aggregat av magnetit. Magnetiten uppträder även som smala ådror. Från trakten O om sjön beskriver Geijer några hällar av röd, kvartsförande porfyr. NV om sjön uppträder en delvis kvartsströkornsförande porfyr.

3. Sediment

De kända förekomsterna av klastiska bergarter utgöras i huvudsak av fragmentförande former och med dessa växellagrande, bollfria bankar. Bollarnas nötningsgrad växlar mellan förhållandevis god och praktiskt taget ingen. Bergarternas sammansättning är stundom alternerande salisk och mera intermediär.

Hällarna SV om Vahåjve ha i korthet beskrivits av Sundius (1915), som karakteriserar bergarten som ett metamorft konglomerat eller agglomerat. Den är i allmänhet småbollig med normalt 1 till 3 cm stora, ljust färgade fragment i en mörkare matrix. Förskiffringen är stark, och fragmenten äro vanligen stängligt utdragna. De äro fattigare på biotit men rikare på kvarts än mellanmassan, och vissa fragment bestå uteslutande av kvarts. Några äro däremot mycket magnetitrika. Bankar fattiga på eller helt utan bollar förekomma även.

Förekomsterna längre mot SO äro mycket likartade och tillhöra antagligen ungefär samma stratigrafiska nivå som den vid Vahåjve. Bollarna äro alltid starkt utdragna i förskiffringsriktningen och kunna ibland uppnå en längd av någon dm men äro i allmänhet betydligt mindre. De ganska talrika bollarna av vitaktig kvartsit avteckna sig bäst. Materialet i övrigt utgöres huvudsakligen av leptitiska bergarter, bland vilka stundom röda eller grå, porfyriska former anträffas. Strökornsfria, ofta rödlätta varianter äro också vanliga. Många bollar äro tydligt klastiska och av samma natur som de sandstensartade bankar, vilka växellagra med konglomeraten. Grönstenar äro mindre talrikt representerade och i förekommande fall merendels skapolitomvandlade, men någon gång påträffas bollar med bevarad porfyritstruktur. Slutligen förekomma en del ljusfärgade, finkorniga, förskarnade bollar.

Matrixen är helt omkristalliserad och ofta svår att närmare avgränsa från bollarna. Den innehåller kvarts, fältspat, biotit, muskovit, skapolit, epidot, hornblände, någon gång även pyroxen, magnetit och järnglans i varierande proportioner. Tillfälligtvis kunna turmalin och karbonat förekomma. Accessoriskt finnas som vanligt apatit och titanit.

De bollfria formerna ha i friskt brott vanligen en ljust gråaktig färg, stundom med lätt grönaktig anstrykning. Under mikroskop skilja de sig knappast längre från traktens vanliga leptiter. Övergångar i mera basiska typer förekomma emellertid även, och vissa amfibolitinlagringar kunna möjligen likaledes vara av klastiskt ursprung. Undantagsvis har skiktning

Fig. 15. Agglomeratbetonad fragmentbergart. Laxforsen.
Foto: G. Nilsson.

kunnat iakttagas. I dessa mörkare varianter hör skapolitomvandling av plagioklasen till regeln.

Mellan Laxforsen och Väkkäräjärvi bilda klastiska bergarter en förhållandevis väl följbar zon. Dess bredd har i hällområdet SV om Väkkäräjärvi befunnits vara minst 90 m. Sedimenten äro mer eller mindre omkristalliserade men utan starkare förskiffring, varför vackra primärstrukturer ofta äro synliga på vittrade hällytor. I blottningarna vid Luossajoki kan en agglomeratisk utbildningsform med kantiga, oftast utdragna och gärna triangulära, ibland t. o. m. lätt bågformiga fragment studeras (fig. 15). Materialet är här tämligen monomikt och utgöres av ljust rödlätta, finkorniga, strökornsfria leptiter eller felsiter. Spridda fragment av skapolitomvandlad grönsten förekomma även och bli vanligare mot S längs jokken. Samtidigt börja fragmenten uppvisa en något bättre nötningsgrad. Bland de saliska vulkaniterna finnas nu också porfyriska former representerade. Bollarna

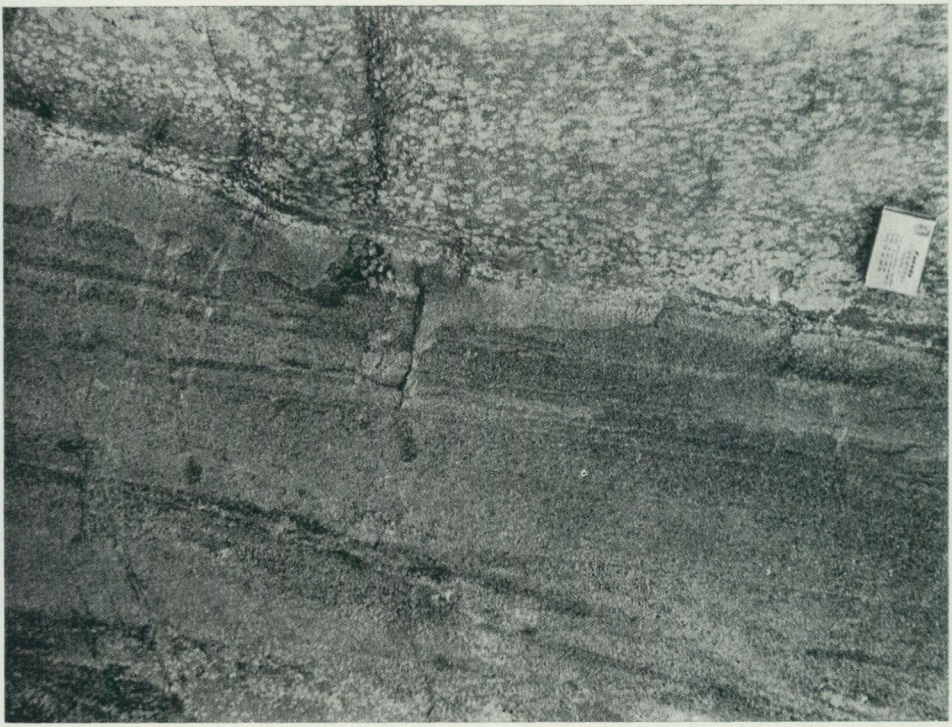

Fig. 16. Delvis skapolitomvandlat, skiktat sediment. Blockförekomst N om Kalixälven O om järnvägen.

kunna nå en storlek av ett par dm men äro vanligtvis betydligt mindre. Matrixen är rik på skapolit och muskovit. SV om Väkkäräjärvi är bollmaterialets nötningsgrad merendels ganska god. Bollstorleken är i allmänhet ett par cm. Konglomeratet är uppdelat på flera bankar av delvis något olika sammansättning och ofta mellanlagrade av bollfattiga eller bollfria sediment. I de flesta bankarna dominerar saliskt vulkanitmaterial, men mörkare konglomeratlager, i vilka både bollmaterial och mellanmassa ha en mera intermediär prägel, finnas även. De mera sandstensartade sedimenten visa en liknande uppdelning. Den saliska varianten är trots vissa färgskiftningar tämligen monomikt och motsvarar till sammansättningen i stort sett en kvartsförande porfyr eller leptit. De bollfria bankarna äro i allmänhet mer eller mindre tydligt skiktade. De mörkare formerna äro skapolitförande. Snedskiktning har gett en god toppbestämning (med ovansidan i O).

Smärre sedimentförekomster finnas på flera andra håll, speciellt i trakten V om Kiruna Geofysiska Observatorium. Här har bl. a. ett starkt pressat men likväl förhållandevis tydligt konglomerat anträffats. Ett växelvis sandigt och mera slamstensartat sediment närmare Pahtajoki har anmärkningsvärt nog en även under mikroskop tydligt framträdande, klastisk struktur.

Två sannolikt obetydliga förekomster av kalksten ha inregistrerats.

C. Området V och SV om Kiruna

Denna del av kartan har i mindre utsträckning än den östligare varit föremål för äldre undersökningar. De mera betydande hällområdena ha dock sedan länge varit kända. Vissa detaljarbeten finnas också publicerade. Geijer har bl. a. ägnat Ekströmsbergs malmfält med omgivningar utförliga beskrivningar (1912, 1913). Åren 1950—1952 undersöktes fältet ånyo av SGU. En geologisk karta över Laukkujärvi malmfält med kringliggande trakt har sammanställts av T. Eriksson och finnes publicerad i länsbeskrivningen. En mera kortfattad översikt av området V och SV om Kiruna är införd i Geijers arbete av 1931.

Bergarterna uppvisa i stor utsträckning bättre bevarade ursprungliga drag än vad som är fallet i terrängen O om Kiruna. Geologin får emellertid betecknas som komplicerad med snabbt växlande bergartsled och starka tektoniska störningar.

N om Kalixälven ha bergarter erinrande om Kirunas »liggväggsporfyr» anträffats. S om älven äro sådana bergarter däremot mycket sparsamt representerade. Kvartsförande former utgöra här de helt dominerande leden bland porfyrerna. Konglomerat- till slamstensartade sedimentinlagringar förekomma ganska rikligt och på ett flertal olika stratigrafiska nivåer.

1. Syenitporfyr

a. Bergarter erinrande om Kirunas »liggväggsporfyr»

Porfyren vid *Puoltsa* uppträder i så nära anslutning till ett konglomerat starkt påminnande om Kurravaarakonglomeratet samt till grönstenar av Kirunatyp, att en jämförelse med malmbergens syenitporfyr synes vara berättigad. Porfyren vid Puoltsa är visserligen endast känd från borrhål och moränobservationer, men då området utsatts för geofysisk markmätning kan dess gränser dragas med ganska stor säkerhet. Tillsammans med porfyren förekommer en järnmalm, vilken dock ännu är ofullständigt känd.

Porfyren innehåller talrika, röda fältspatströkorn eller klungor därav på upp till någon centimeters storlek i en rödgrå, finkornig grundmassa. De vittra till en ljusare nyans än grundmassan. Vissa snitt äro rombformiga och ibland zonerade med en smal, klarare, yttre bård omslutande en något starkare grumlad kärna. Inneslutningarna utgöras av epidot och karbonat samt bergartens alla mörka beståndsdelar ehuru i mindre mängd. Andra strökorn äro av typen »schackbrädesalbit». Smärre strökorn ha i allmänhet utdraget rektangulär form. Grundmassan är granoblastiskt omkristalliserad. Den innehåller något kvarts, men med hänsyn till strökornens stora andel i volymen blir kvartshalten som helhet låg. Övriga komponenter äro förutom fältspat karbonat, hornblände, titanit, järnoxid och apatit.

I *Vieto malmfält*, på *Kuossastjåkka*, vid *Kylvimaa* samt på *Njallåjve* äro porfyrerna i stort sett sinsemellan lika. I de ostligare förekomsterna uppträder syenitporfyren ännu i omedelbar anslutning till grönstenar av Kirunatyp. Något konglomerat har däremot icke anträffats här. På Njallåjve underlagras syenitporfyren i stället av en hel svit av sura och intermediära vulkaniter. Porfyrerna genomsättas av talrika grönstensgångar, speciellt i trakten av Kylvimaa, där de f. ö. också pålagras av effusiva grönstenar. Porfyrernas färg växlar men är vanligen gråaktig ehuru ofta med anstrykning av rött, violett eller brunt. Mera rödaktiga eller rödvioletta nyanser förekomma dock även. Strökorn uppträda i allmänhet talrikt och kunna nå avsevärda dimensioner. Lister eller romber äro de vanligaste utbildningsformerna. Mandelbildningar förekomma i regel. Strökornen äro i de flesta fall upp till c:a 10 mm i längd men kunna undantagsvis överstiga 15 mm. Merendels äro en del av kornen utdraget rombformiga med spetsiga eller lätt avrundade ändar. Färgen kan vara mörkt brungrå, vitakig eller ljusröd. Zonering är ofta synlig för blotta ögat, varvid kärnpartiet upptager den största volymen. Under mikroskop visar sig vanligen ytterzonens fältspat vara mindre grumlad än kärnans. I rombfältspaterna är tvillinglamellering ganska sällan direkt synlig. I stället föreligger en diffus flammighet, vilken kan uppvisa övergångar i en extremt tunn stripighet eller lamellering endast urskiljbar vid starkare förstoring. Förekomster av liknande rombfältspat i Norrbotten ha tidigare varit föremål för diskussion (Quensel 1918—19, Sundius 1918—19). Kärnan har ansetts vara delvis nästan submikroskopiskt antipertitisk till sin sammansättning eller i vissa fall av en dubbelt pertitisk typ. Grundmassefältspaten har i mindre omkristalliserade prov alltid en tydlig om än tämligen kort listform. Övriga mineral äro biotit, magnetit, titanit, något kvarts samt apatit. Kalcit förekommer i vissa fall. I omkristal-

Fig. 17. Syenitporfyr med sedimentbrottstycken (bl. a. i övre vänstra delen av bilden). Kylvimaa.

liserade prov är ofta mikroklin synlig tillsammans med plagioklas i grundmassan. Skapolitbildning är ej särdeles utbredd.

Två kemiska analyser föreligga, nr 44 och 48. Analys 44 visar emellertid så stora avvikelser från Kirunaporfyrerna i övrigt, att man har skäl att misstänka metasomatisk omvandling trots att provets mikrostruktur verkar relativt intakt.

I mandlarna ha sådana mineral som kvars, karbonat, biotit, klorit, magnetit, titanit, apatit och mikroklin observerats.

Porfyrerna på den del av Njallåjve, från vilken analysprovet med den

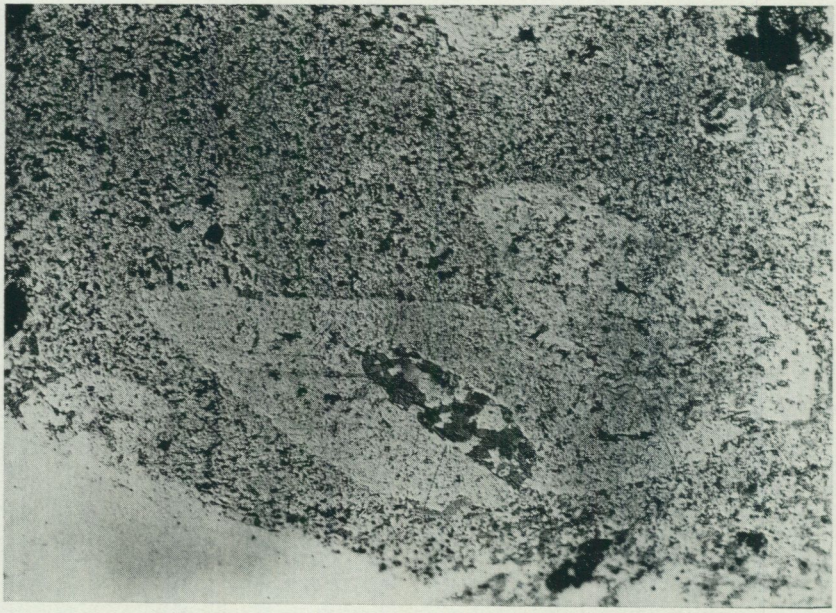

Fig. 18. Syenitporfyr (analys nr 48). Väghäll vid Kylvimaa. Fältspatströkorn med tydlig tendens till rombform i finkornig men omkristalliserad grundmassa av fältspat, biotit och något järnoxid. 1 nic., 20 ×

extremt höga kalihalten hämtats, ha ett utseende något avvikande från det ovan beskrivna. Strökornen kunna uppgå till 20 mm i storlek, varvid de oftast äro fältuppdelade. Formen är isometrisk, rektangulär eller mera oval. De bestå antingen av ren mikroklin eller av pertit. Grundmassefältspaten har utpräglad listform men tenderar att ligga anordnad i små rosetter. Det enda mörka mineralet av någon betydelse är magnetit. Något leukoxen förekommer även.

Lokalt uppträda grovkornigare varianter erinrande om de övergångsformer mellan syenitporfyr och syenit, vilka förekomma på Kirunavaara. I ett sådant fall innehåller porfyren partier om flera meters storlek av en finkornig, tydligt klastisk bergart. I den senare ha spridda större porfyroblaster av fältspat helt lika porfyrströkornen vuxit fram närmast kontakterna.

Även på andra håll äro sedimentrester i porfyr vanliga företeelser. Dessa fragment äro vanligen grå i färgen samt av sand- eller slamstensartad konsistens. Av en annan typ äro däremot de partier, som uppträda i porfyrerna vid Kylvimaa och på Kuossastjåkka. Den normala porfyren blir ställvis så

strökornsrik, att grundmassan är av helt underordnad betydelse. På vittrad yta antager bergarten ett grusliknande utseende. Strökornen visa nu tecken på kantavrundning, och mellanmassan är slirvis anrikad på biotit. Övergången mellan detta porfyrgrus och dess underlag är omärklig.

De porfyrer och felsiter, vilka uppträda i *Laukkuluspa by* och på delar av det närbelägna *Laukkuvaara,* ha en sammansättning som närmar sig albitofyrernas. Någon säker åldersrelation mellan dessa bergarter och de ovan beskrivna syenitporfyrerna har icke kunnat fastställas, men av deras läge mellan de senare och kvartsförande porfyrer får man det intrycket, att de tillhöra en övre nivå av syenitporfyrerna.

I *trakten S om Lävasjåkk* utgöra syenitiska porfyrer ett vanligt inslag men de bergarter, vilka mest likna Kirunas »liggväggsporfyr» och som stratigrafiskt närmast kan motsvara denna, ligga nu högt uppe i de bevarade partierna av Kirunaporfyrer. Som lokal ledhorisont kan man använda den relativt väl definierade zon av basaltiska grönstenar, som sträcker sig från Njallåjve upp till Eustiljåkk. Såsom antydes av kartan äro syenitporfyrerna uppdelade på ett flertal olika bäddar, och någon med Kirunavaara jämförbar, enhetlig, domformig massa föreligger icke. I underlaget till dessa porfyrer finnes en variation av intermediära och saliska vulkaniter, bland vilka ytterligare förekomster av syenitporfyr intaga en framträdande plats. Klastiska bergarter äro däremot liksom basiska vulkaniter mycket sparsamt representerade.

Syenitporfyrernas lavakaraktär framgår bl. a. av den rikliga mandelföringen. Lokalt innehålla porfyrerna även här fragment av klastiska bergarter. Porfyrernas praktiskt taget alltid mycket talrika strökorn äro i friskt brott vanligen vitaktiga eller svagt rödaktiga samt vittra gärna till en ljusare färgton än grundmassan, varvid den ofta förekommande zoneringen samtidigt understrykes. Grundmassan har något mörkare färger i grått, brunviolett eller rödgrått men vittrar till mera röda nyanser. Gröna inslag förorsakas av mandelbildningar eller porfyroblaster av femiska mineral. Strökornen äro tavelformiga, rombformiga eller mera isometriska. Rombfältspaten är i friskt brott ofta vackert speglande. Romberna kunna vara utdragna med spetsiga ändar, men i allmänhet äro hörnen något avrundade, så att mer eller mindre långsträckta, ovala former resultera. Frekvensen av sådana strökorn varierar utan att bergarten i övrigt märkbart ändrar karaktär. Större strökorn uppgå normalt till mellan 5 och 10 mm i längd.

Strökornen utgöras huvudsakligen av plagioklas och pertitisk fältspat. Ren mikroklin kan uppträda i de yttre bårderna till rombfältspater. Strö-

kornskärnorna äro ofta starkt grumlade av biotit, sericit, kalcit m. fl. mineral. Grundmassan är gärna granoblastiskt omkristalliserad, men i bättre bevarade prov visar sig fältspaten alltid vara mer eller mindre listformigt utbildad samt regellöst orienterad. Syenitporfyrerna innehålla en något större mängd mörka mineral än de kvartsförande vulkaniterna men äro likväl tämligen saliska. De viktigare mörka komponenterna äro järnoxid, leukoxen, biotit samt ibland amfibol. Kvartshalten är vanligen låg. Apatit är som alltid en accessorisk beståndsdel.

Ett analysprov från Ruojtatjåkka (nr 43) visar ett k-värde på 0,68. Bergarten skiljer sig till utseendet från de längre ned i lagerföljden anstående, mera natronbetonade syenitporfyrerna.

b. Natriumextrema syenitporfyrer (albitofyrer)

Albitofyrer uppträda flerstädes bland Kirunaporfyrerna men oftast som tämligen små förekomster. Syenitporfyrerna av malmbergens »liggväggstyp» i trakten närmast S om Lävasjåkk underlagras av mera natronextrema porfyrer, vilka kunna betecknas som albitofyrer. På högre stratigrafiska nivåer spela albitofyrerna en mindre framträdande roll. Härigenom erhållas vissa analogier med Kirunatrakten och Kurravaarakonglomeratets bollmaterial.

De natronextrema syenitporfyrerna S om Lävasjåkk finnas blottade på berget Ruojtatjåkka samt närmast NV därom. Stupningen är av morfologiska iakttagelser att döma av storleksordningen 40° i sydvästlig riktning. Förhållandena kompliceras av de otaliga, smärre grönstensintrusionerna, men Kirunaporfyrernas stupnings- och toppriktning har kunnat bestämmas på flera håll i omgivningen. Variationer i strökorns- och mandelfrekvens tyda på, att ett flertal olika bäddar föreligger. Bergarterna äro i allmänhet av en något mörkare och mera grå färg än de ovanliggande syenitporfyrerna. Övergångsformer finnas dock liksom varianter av mera porfyritliknande utseende. Lokalt uppvisa bergarterna en avsevärd magnetithalt och kunna därvid antaga svartaktig färg. Strökornens antal, storlek och form växla med läget inom en lavaström. Stundom bilda strökornen aggregat av flera kristaller. Tavelform och isometrisk form äro vanliga. Rombisk utbildning förekommer däremot icke i denna bergartstyp. Strökornens färg är grå eller blekt rödaktig. Grundmassan är merendels grå i mörkare eller ljusare toner, men talrika små mandelbildningar kan ge den en grönaktig anstrykning. Vid högre magnetithalt äro strökornen gärna mera listformigt utdragna än eljest. Mandlarna bestå oftast av skarnmineral men

Fig. 19. Natronbetonad syenitporfyr. S om Paittasluspa. Små albitströkorn i tät grundmassa av övervägande albitisk fältspat jämte något järnoxid. 2 nic., 25 ×.

kunna även innehålla järnoxid, titanit, biotit, kvarts och plagioklas. Bättre bevarade prov ha vanligen finkornig till tät grundmassa. Smärre strökorn äro liksom grundmassefältspaten då alltid listformiga. Kvarts saknas eller förekommer i mycket ringa mängd. De mörka komponenterna äro järnoxid, stundom i mycket finpudrad form, titanit, amfibol och ibland något epidot. Apatit uppträder som alltid accessoriskt.

En ny kemisk analys föreligger på albitofyr från Ruojttjåkkas nordvästsida (nr 41).

Inom övriga albitofyrförekomster avvika albitbergarterna ofta något från de just beskrivna. Fältspatströkornen äro merendels tämligen små, och bergartens färg växlar mellan mörkgrått och rödlätt. Albitofyrerna visa ofta den för felsiter utmärkande sprickighet, som gör det svårt att erhålla större, sammanhängande prov. På vittrad yta synes ibland en diffus fragmentföring, vilken dock ofta är monomikt och praktiskt taget helt försvinner under mikroskop. Tydligt klastiska, fragmentförande inlagringar förekomma likväl stundom. Bergarterna äro i huvudsak saliska, och mörkare färgnyanser kunna vanligen tillskrivas järnoxidpigmentering. Albit är det helt domine-

rande mineralet i såväl grundmassan som bland strökornen. I många fall ha bergarterna en utpräglat keratofyrisk struktur med tätt liggande, utdragna, gärna subparallellt anordnade fältspatlister. Normalt är kvartshalten mycket låg, men övergångsformer mot kvartskeratofyrer eller »natriumryoliter» förekomma. Bergarterna vid Laukkuluspa ha redan tidigare omnämnts. Vid Laukkujärvi malmfält ha liknande typer iakttagits både i fast häll och i konglomeratens bollmaterial, i vilket de finnas representerade i riklig mängd. S om Kalixälven äro förekomsterna mera sporadiska. På Kajpak (tidigare Njakak) finnes emellertid skär syenitporfyr jämte mörk magnetitsyenitporfyr, vilka ägnats en utförlig beskrivning av Geijer (1912). Liknande bergarter uppträda även som smalare band inom Ekströmsbergs malmfält.

c. Övriga förekomster

Norr om Kalixälven uppträda syenitiska porfyrer utöver de ovan beskrivna på ett flertal andra, såväl lägre som högre stratigrafiska nivåer av Kirunaporfyrerna.

Lägre nivåer med syenitporfyr finnas representerade närmast S om Lävasjåkk. Porfyrerna ha oftast stora, delvis mer än cm-långa, tätt liggande fältspatströkorn. Rombformiga strökornssnitt äro i allmänhet synliga, men deras frekvens varierar. Grundmassan är i friskt brott rödaktig, violettgrå eller gråaktig. Vittring ger vanligen röda färgtoner. Mörka beståndsdelar ha liten betydelse och utgöras huvudsakligen av järnoxid och titanit. Biotit och apatit finnas som spridda korn.

Högre etager finnas företrädda mellan Eustillako och Laukkujärvi. Även dessa porfyrer ha ofta stora strökorn, vilka kunna nå ända till 5 cm i längd. Mandelbildningar eller tomrum efter sådana kunna likväl samtidigt förekomma. Former med större strökorn äro vanligen rödaktiga både i friskt brott och på vittrad yta. Vid måttligare strökornsstorlek är färgtonen delvis mera gråaktig. De största strökornsfläckarna sammansättas av många kristaller och ha tämligen oregelbunden form. Separata individer äro däremot ofta väl avgränsade med isometriska, tavelformiga eller rombiska snitt. Zonering är ganska vanlig. Smärre, blåsrumsliknande håligheter äro allmänna medan fyllda mandlar icke anträffas fullt så ofta. En vackert karbonatmandelförande porfyr anstår O om Nalfakårsa. I vissa av mandlarna ingår även violett flusspat. På Njallåjhuornas och SV därom är porfyren ganska starkt förskiffrad, i övrigt är den vanligen massformig. Grund-

massan är nästan alltid granoblastiskt eller pflasterkornigt omkristalliserad, men i undantagsfall kan man ännu skönja rester av listformig utbildning av fältspaten. Strökornens sammansättning varierar mellan ren plagioklas och mikroklin, och även grundmassan innehåller både albit och kalifältspat. De viktigare mörka komponenterna äro som vanligt järnoxid, titanit och biotit. Klorit och epidot kunna någon gång uppträda. Kvartshalten är merendels obetydlig.

Porfyrerna innehålla flerstädes fragment av andra suprakrustalbergarter, företrädesvis klastiska sådana. På Eustillako överlagrar porfyren konglomerat och finare sediment, varvid lokalt en lavabreccia uppkommit med i porfyren inbäddade, oregelbundet formade, delvis stora, slamstensartade fragment. S om Kalixälven uppträda syenitporfyriska bäddar på bl. a. Tjåurekahbergen.

2. Kvartsförande vulkaniter

Bergarterna äro utbildade dels som fältspatporfyrer, dels som strökornsfattiga till strökornsfria, stundom felsitliknande former. Kvartsporfyrer i egentlig bemärkelse äro av ringa betydelse.

a. Fältspatporfyr

Bergarterna äro av tämligen monotont utseende och överensstämma i huvudsak med Kirunas »hängväggsporfyr». De kemiska analyserna tyda också på en ryolitisk sammansättning. Den äldre beskrivningen av porfyrerna i trakten av Ekströmsbergs malmfält (Geijer 1912, 1913, 1931) kan anses vara representativ för de mera lågmetamorfa leden inom denna del av kartbladet. Såsom tidigare antytts kan man emellertid ställa sig tvekande inför bergarternas karaktär av ursprungliga lavor. På senare år ha ju liknande bergarter även i Sverige blivit tolkade som ignimbriter (Hjelmqvist 1956). Porfyrernas färg är i allmänhet rödlätt eller rödgrå, men även grå och brunaktiga nyanser förekomma. De talrika strökornen äro i regel röda ehuru i en något blekare ton än grundmassan samt uppgå oftast till 5—10 mm i storlek. De äro isometriska, kort tavelformiga eller av mera oregelbunden form. I det senare fallet ge kornen ofta ett splittrigt eller korroderat intryck. Isometriska strökorn äro i stor utsträckning sammansatta av ett fleral olika kristaller. Mandelbildningar äro sällsynta. Geijer har emellertid tolkat kvartskorn i porfyr nära toppen av Piedjastjåkka som sannolika mandlar (1931). Liknande företeelser finnas även på Skåukemvare. Grundmassan

är i de bättre bevarade formerna mycket finkornig eller alldeles tät. En viss, flammig färgskiftning kan förekomma.

Porfyrerna inom det stora området Piedjastjåkka—Kamastjärro utgöra klart ett flertal olika bäddar åtskilda av andra vulkanittyper samt av sedimentinlagringar. Lagerpackens totala mäktighet kan uppskattas till omkring 3 000 m. Porfyrerna äro ofta uppkrossade och kvartsgenomådrade. Sericitomvandling är vanlig och har i första hand drabbat grundmassefältspaten eller strökornens ytterkanter. Porfyrer med väl bevarad struktur anträffas dock här och var. Strökornen i sådana former beskrivas av Geijer som bestående av albit och mikroklin i oregelbunden, pertitisk sammanväxning. I allmänhet är det albiten som dominerar. Grundmassestrukturen betecknas av Geijer som i regel mikropoikilitisk, varvid kvartsen stundom visar listformiga snitt. Sporadiskt uppträdande sfärolitstrukturer omnämnas även. Till de mest karakteristiska förekomsterna höra porfyrhällarna nordost om Ekströmsbergs malmfält. Grundmassan beskrives av Geijer som bestående av fältspat och kvarts, finfördelad järnoxid, spridda zirkonkristaller samt aggregat av små titanitkorn. Strukturen är fläckig med c:a 0,2 mm stora, svampformiga, från varandra ojämnt avgränsade kvartsfält. I dessa »svampar» uppträder pigmenterad, röd fältspat som oregelbundna korn eller lister, stundom bildande en kontinuerlig struktur. Denna mikropoikilitiska struktur är betecknande för kartbladets bättre bevarade, kvartsförande vulkaniter. På Tjärrokätje och Kamastjärro är grundmassans kornstorlek mera varierande, och såväl felsitiska som mikropoikilitiska och mikrogranitiska strukturer finnas företrädda, de senare med kornstorlekar mellan 0,05 och 0,35 mm. I de flesta prov uppträder biotit i växlande ehuru alltid underordnad mängd. Den kan vara jämnt inströdd i grundmassan eller ansamlad intill strökorn. Korn och pigment av järnoxid förekomma allmänt. Rombformade strökornssnitt äro här förhållandevis vanliga. Pertitisk sammanväxning av »schackbrädesalbit» och mikroklin hör till regeln.

På Tjåurekahbergen har omkristallisation merendels utplånat den ursprungliga, mikropoikilitiska grundmassestrukturen. Rester därav finnas dock bevarade i prover från Kaska Tjåurek och Renhagen. Graden av omkristallisation synes tilltaga mot V och NV. Det är vanligt, att pertitströkorn helt eller delvis omgivas av nybildad mikroklin. Även nybildad albit kan uppträda i bårder kring strökornen. Lokalt innehåller porfyren för blotta ögat synliga muskovitfjäll. På Kuorpavarto samt V därom äro porfyrerna förgrovade, varvid grundmassan i allmänhet antagit blekare färgtoner än normalt medan å andra sidan strökornen kunna vara av förhållan-

devis kraftig röd färg. I terrängen mellan Harrekåbba och Kuosasjjaure äro porfyrerna delvis förgnejsade.

I området närmast S om Paittasluspa och Laukkujärvi bilda porfyrerna ofta förhållandevis tunna bäddar av växlande bevaringsgrad. Likartade förhållanden råda N om Kalixälven, där porfyrerna visserligen äro rikligt företrädda men i allmänhet ej bilda lagerpackar av större mäktighet.

b. Strökornsfattiga och strökornsfria, kvartsförande former

Delvis felsitliknande bergarter samt övergångsformer mellan sådana och fältspatporfyrer anträffas på många håll. Sådana varianter förekomma bl. a. vid Skåukemjåkk samt på Navetåjves sydvästsluttning, delvis i växellagring med srtökornsrika porfyrer. I bättre bevarat tillstånd äro bergarterna av högröd färg, men sericitomvandling av fältspaten har stundom gett dem en mera gråaktig ton. Kemiskt och mineralogiskt överensstämma de helt med de strökornsrika fältspatporfyrerna. Strukturen är i regel mikropoikilitisk. I några prover är den i kvartsen inneslutna fältspaten sfärolitiskt anordnad. I övrigt är emellertid fältspatens fördelning i kvartsfälten ofta ojämn, varvid kvartsen kan vara anrikad till större ytor för blotta ögat erinrande om strökorn. Förutom dessa kvartsanhopningar uppträda ådror och smala, långt utdragna linser av sekundärt tillförd kvarts.

I de mera porfyriska formerna äro fältspatströkornen i regel mindre än 5 mm. De utgöras av »schackbrädesalbit» och mikroklinpertit, ofta i idiomorf utbildning.

Vissa av de felsitliknande formerna ge intryck av att vara klastiska. I Skåukemjåkk ha sålunda små snedskiktningsfenomen påträffats, och på andra håll, bl. a. i trakten S om Lävasjåkk, kan felsiten omärkligt övergå i fragmentförande bildningar.

c. Kvartsporfyr

Kvartsströkornsförande bergarter finnas på flera håll, men förekomsterna äro av ringa format och icke alltid av säkert effusiv natur. Spridda, separata kvartsströkorn och fragment av kvartsporfyr äro vanliga i många av Kirunaporfyrernas sedimentinlagringar.

N om Kalixälven ligga de huvudsakliga förekomsterna i fast klyft på Njallåjve jämte det närbelägna Njallåjhuornas. Bergarterna äro rödbruna, brungrå eller grå i färgen samt föra en växlande mängd av små, ofta intensivt blå kvartsströkorn, vilka genom sin färg äro möjliga att skilja från de

Fig. 20. Kvartsporfyr. 3 km VSV om Harrejaure. Kvartsströkorn i kvarts-fältspatgrundmassa visande rester av mikropoikilitisk struktur. 2 nic., 25 ×.

ställvis uppträdande kvartsmandlarna. Lokalt kunna kvartsströkornen uppnå en storlek av ca 5 mm, men normalt äro de betydligt mindre samt ligga tämligen glest. Fältspatströkornen, vilka sporadiskt kunna uppgå till 2 cm i storlek, äro också ganska oregelbundet fördelade. Grundmassan är i allmänhet granoblastiskt omkristalliserad, men kvartsströkornen visa ännu rester av idiomorf utbildning och förete undantagsvis korrosionsbukter. Fältspaten är i stor utsträckning ren mikroklin, men albitisk plagioklas och pertitisk fältspat förekomma även. Grundmassan är alltid rik på kvarts. De grå porfyrvarianterna innehålla ganska mycket finfjällig biotit. Skapolit ingår sporadiskt. Järnoxidhalten är tämligen låg, och titanit uppträder i likhet med apatit endast accessoriskt. Enstaka zirkonkorn äro någon gång synliga. Sericit hör till nybildningsprodukterna.

Grundmassans fältspat visar någon gång tendens till sfärolitisk anordning.

Vid Alalahti finnas små kvartsströkorn i porfyr mycket rik på stora fältspatströkorn. S om Kalixälven ligga några smärre förekomster av en felsitliknande kvartsporfyr (fig. 20).

3. Sediment

Sedimentinlagringar förekomma talrikt bland porfyrerna, men deras nivåbeständighet får i allmänhet betecknas som ringa, och korreleringar äro sällan möjliga att genomföra. Undantagsvis uppträda emellertid förhållandevis långa zoner med sedimentförekomster av till synes ungefär lika ålder. Flera lokaler med konglomerat och finare sediment, bl. a. på ostsluttningarna av Tjärrokätje och Kamastjärro, få i stort sett betraktas som likåldriga och bilda en mer än milslång zon. På Eustillako förekomma sedimentbankar inom ett ca 9 km långt stråk, och det förefaller sannolikt, att detta är ungefär samtida med konglomeratbildningarna i V delen av Laukkujärvi malmfält.

Till sin utbildning variera sedimenten mellan stundom grova konglomerat och mycket finkorniga, slamstensartade bergarter. Enstaka förekomster av delvis förskarnad kalksten finnas vidare. Kvartsit, sannolikt kemiskt sedimentär, anträffas någon gång. Konglomeratbollarnas nötningsgrad växlar och är ställvis relativt god. I de bollfria lagren förekommer stundom diskordantskiktning eller graded bedding. I det stora flertalet fall har man således tydligt att göra med akvatiska bildningar. Sedimentmaterialet är i huvudsak av sur sammansättning varför färgen, särskilt för konglomeratens del, gärna går i rödlätt.

Konglomeratzonen Tjärrokätje—Kamastjärro är liksom övriga sedimentförekomster att betrakta som en intraformationär bildning. Konglomeraten (fig. 21) med anslutna sand- och slamstensartade sediment äro blottade i fyra hällområden och ha en bredd av mellan 100 och 170 m. Förekomsten 3,5 km O om Navetåjve har tidigare omnämnts av Geijer (1931). Konglomeratlagren, som äro polymikta ehuru med dominerande sura vulkaniter, ligga företrädesvis i sedimentpackens östligare, undre delar. Sorteringen är dålig men bollarnas rundning är merendels tämligen god. Huvudparten av bollarna tillhör den röda, kvartsförande porfyren. Även strökornsfattiga, röda vulkaniter äro rikligt representerade. Vidare förekomma grå porfyrer, av vilka somliga huvudsakligen bestå av albit och järnglans och åtminstone i sitt nuvarande skick kunna betecknas som albitofyrer (fig. 22). Bland övriga bergarter ingående i bollmaterialet kunna varierande porfyriter eller mörka syenitporfyrer nämnas. SO om Kamastjärro uppträda helt lokalt små, cm-stora bollar av blodstensmalm. I konglomeraten förekomma spridda bollfria bankar (fig. 23), och högre upp finnas mera samlade partier

Fig. 21. Porfyrkonglomerat. Tjärrokätje.
Foto: G. Nilsson.

av sand- och slamstensartade sediment, stundom snedskiktade. Konglomeratens mellanmassa är gråvackeartad.

Den sedimentrika zonen på Eustillako utgöres av ett flertal bankar mellanlagrade av sura och intermediära vulkaniter. N om Eustiljåkk är sedimentens sammanlagda mäktighet lokalt minst 150 m. Konglomerat och bollfria lager finnas i ungefär lika mängder. Bollmaterialet är ofta identiskt med det omedelbara porfyrunderlaget, och övergången från porfyr till sediment kan i vissa fall ske nästan omärkligt. Fragment och bollar äro dock merendels relativt små och överstiga sällan en storlek av ett par cm. En stor del av bollarna utgöres av röda, finkorniga till täta, felsitliknande men

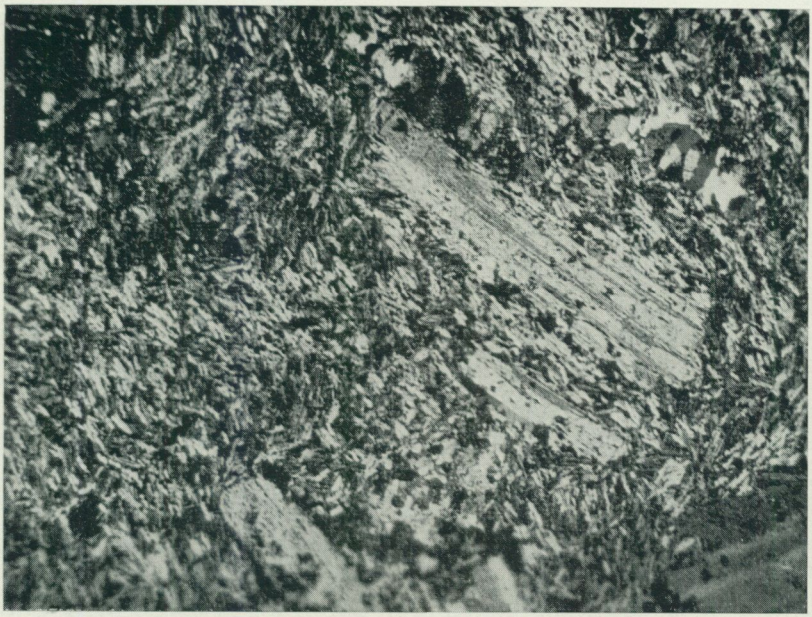

Fig. 22. Magnetitrik albitofyr, boll i konglomerat mellan Kamastjärro och Huornasj. I huvudsak albit och järnoxid. 2 nic., 25 ×

stundom kvartsströkornsförande former. Strökornsrika fältspatporfyrer och porfyriter äro icke fullt så rikligt representerade. Lokalt ha bollar av magnetit-syenit-porfyr anträffats. Skarnbollar förekomma stundom. Matrixen är mera underordnad och utgöres av en ojämnkornig blandning av separata strökorn och en finare massa av kvarts, fältspat, biotit, muskovit, järnoxid och leukoxen. I ett av proven har även hornblände iakttagits. I konglomeraten N om Paittasluspa består en stor del av bollarna av finkorniga, albitofyriska bergarter. De bollfria sedimenten äro oftast av mörkgrå till brunviolett färg, men ljusare nyanser i grått eller rött förekomma även. Den ofta täta skiktningen framträder i allmänhet väl på vittrad yta. Skiktgränserna markeras mestadels av tunna, mörka strimmor, men även epidotfärgade ränder kunna förekomma. Snedskiktning anträffas stundom liksom graded bedding. Tjockleken av enskilda bollfria bankar växlar mellan några få och ca 70 m. Sedimenten äro i allmänhet lätt granoblastiskt eller pflasterkornigt omkristalliserade, men deras klastiska struktur är likväl merendels ännu skönjbar. Litet större kvartskorn visa gärna tendens till idiomorf utbildning. Som helhet äro bergarterna vanligen mycket kvartsrika. Fält-

Fig. 23. Bollfritt lager i konglomerat, Kamastjärro. Klastiska korn till övervägande del bestående av sericitiserad fältspat, vartill komma mera sporadiska korn av järnoxid, kvarts och vulkanitgrundmassa. 1 nic., 20 ×.

spaten är av varierande sammansättning. Halterna av övriga mineral växla med olika prov samt med skikt inom dessa. Hornblände förekommer någon gång ganska rikligt, men i övrigt äro magnetit och titanit de vanligaste mörka beståndsdelarna. Epidot uppträder ibland, och karbonatrika skikt äro ej sällsynta. Något glimmer finnes merendels, liksom spridda apatitkorn. Turmalin har undantagsvis påträffats. Bland de sediment, som på en något lägre nivå växellagra med basaltiska grönstenar, har även litet klorit och zirkon observerats. Ca 1 km NV om Eustilljåkk har ett veckat, skarnskiktat sediment anträffats. Mörka mineral, främst pyroxen, dominera här och bilda nästan självständiga skikt. Övriga mineral äro hornblände, kvarts, apatit, klorit och titanit. I dalgången mellan Eustillako och Ruojtatjåkka uppträder vacker snedskiktning i två olika sedimentbankar åtskilda av en grönstensbädd.

Vid Laukkuluspa by anträffas små förekomster av fragmentbergarter, vilkas bollmaterial uteslutande består av rödlätta till mörkgrå albitofyrer. Mellanmassan är betydligt rikare på biotit än fragmenten samt innehåller

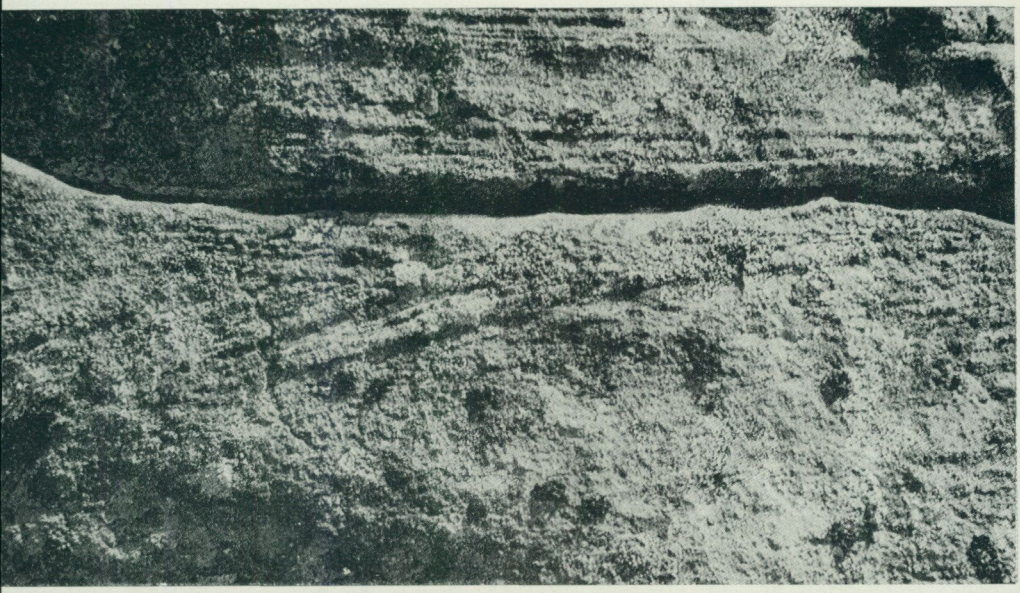

Fig. 24. Diskordantskiktad sedimentinlagring i basaltiska grönstenar. Eustillako. Foto: H. Janzon

talrika separata, ofta listformiga fältspatströkorn. Även smärre partier av bollfria, bandade sediment förekomma. Porfyrgruset vid Kylvimaa samt på Kuossastjåkka har redan omnämnts i samband med beskrivningen av syenitporfyrerna där (sid. 76—77).

S om Kalixälven äro sedimentinlagringar bland porfyrerna likaledes vanliga företeelser. Geijer nämner blockfynd av ett polymikt konglomerat vid Ekströmsbergs malmfält (1931, sid. 50). Hällar av ett liknande konglomerat ha påträffats S om Tammukajärvi. Bollarna äro något pressade men väl kantavrundade och utgöras huvudsakligen av finkorniga, strökornsfria vulkaniter. Bland dessa märkas basaltliknande grönstenar bestående av albit och hornblände, ibland även epidot. I underordnad mängd kunna skapolit, kvarts och opakmineral ingå. Vidare finnas ljusgrå till gråsvarta eller mera rödaktiga albitofyrer med övergångar i magnetit-syenit-porfyr. De senare kunna hålla upp till ca 25 vol.-% magnetit. Huvudmineralet är albit visande tecken på intersertal eller trakytoidal anordning. Kornstorleken överstiger sällan 0,1 mm och är ofta mindre än 0,05 mm. Bland övriga mineral märkas epidot, klinozoisit, hornblände och skapolit. Något kalifält-

Fig. 25. Diskordantskiktad sedimentbank. Tjåurekah.
Foto: G. Nilsson.

spat finnes ibland men i ringa mängd. Slutligen finnas bollar av ljusgrå till vit, finkornig kvartsit samt gulgrön, finkornig skarnbergart innehållande järnrik epidot, kvarts, tremolit, diopsid, skapolit och malmmineral. Konglomeratets mellanmassa består av kvarts, albit, mikroklinpertit, skapolit, hornblände, diopsid och magnetit. Epidot förekommer i obetydlig mängd.

På Navetåjves sydvästsluttning samt längre i O vid Kalajåkk ha block av liknande konglomerat påträffats. De åtföljas av järnmalmsblock sannolikt härstammande från Renhagens fyndighet. Konglomeratblocken ha därför sannolikt sin klyftort i trakten S om Tjåurekah.

I nordostsluttningen av Tjåurekahs södra höjdrygg finnes ett ca 900 m långt och 40 m brett stråk av polymikt konglomerat. Bergarten är starkt för-

skiffrad med pressade bollar, vilka dock visa tydlig kantavrundning. Bland bollarna märkas röda och grå felsiter, intermediära porfyriter eller mörka syenitporfyrer, kvartsförande pofyr samt vit, ren kvartsit. De båda senare bergarterna äro av underordnad betydelse. Konglomeratets matrix är röd eller gråröd och sammansättes av kvarts, mikroklinpertit, albit, biotit och muskovit. Accessoriskt uppträda magnetit, apatit och titanit. Små bergartsfragment ingå i varierande mängder.

I en nordostligare och sålunda något djupare belägen, bollfri sedimentbank ha vackra diskordantskiktningar framprepparerats (fig. 25). Genom fyndet av dessa strukturer har Tjåurekahbergens antiklinala uppbyggnad definitivt kunnat fastställas.

N och S om Harrejaure finnas ett par hällområden med klastiska sediment i växellagring med basaltiska grönstensbäddar. Lokalt ha 4 sedimenthorisonter och lika många grönstensbankar kunnat registreras. Huvudparten av sedimenten föreligga i form av kvarts-sericitskiffrar med delvis tydlig ehuru störd skiktning. Minst ett konglomeratlager uppträder emellertid även. Bergarten är pressad men innehåller rikligt med kantavrundade bollar av upp till ett par decimeters längd. Bland bollarna märkas kvartsporfyr, blå och vita kvartsiter, omkristalliserad jaspis samt blodstensmalm. Bollarna av den sistnämnda synas vara begränsade till en mindre ficka. Konglomeratets mellanmassa är normalt blekröd och består huvudsakligen av kvarts och sericit. Kvartsen har delvis formen av mm-stora strökorn.

Möjligen jämförbara med sedimenten vid Harrejaure äro ett par konglomeratförekomster vid Kuosasj-jåkk. Omgivande berggrund är emellertid dåligt blottad, och vad som är åtkomligt utgöres av porfyriter eller mörka syenitporfyrer. Till sin sammansättning påminner konglomeratet mycket om det vid Harrejaure. Bollmaterialet utgöres av blå, vita och blekt röda kvartsiter, grå albitofyr samt röda fältspatporfyrer. De röda kvartsitbollarna synas utgöra omkristalliserad jaspis. Konglomeratets mellanmassa är kvartsrik men har ställvis innehållit kalk. Bergarten är detaljveckad och kvartsgenomådrad.

Av kalkstensförekomster kunna två invid Laukkujärvi nämnas. På sjöns nordsida uppträder kalkstenen, som är vackert bandad samt veckad, i direkt anslutning till järnmalm. S om Laukkujärvi underlagrar kalkstenen saliska, delvis snedskiktade sediment.

Kvartsit har endast undantagsvis anträffats i fast klyft och då som förekomster av mycket ringa format. I Kirunaporfyrernas konglomeratinlagringar utgöra emellertid kvartsitbollar ett förhållandevis vanligt inslag.

Paittasjärvigrönstenar

Bergarterna utbreda sig på ömse sidor om Paittasjärvi, men huvudparten av blottningarna återfinnes på Kalixälvens sydsida. Då förekomsten till stor del gränsar mot yngre djupbergarter kan man icke bilda sig någon uppfattning om svitens ursprungliga mäktighet. Närmast S om Kalixälven uppgår emellertid områdets bredd till närmare 1 500 m. N om Paittasjärvi ha rester av liknande grönstenar anträffats inne bland djupbergarterna V om kartbladsgränsen. Tjockleken får således antagas ha varit avsevärd.

Från Kirunaporfyrerna avgränsas grönstenarna flerstädes av konglomerat, bl. a. närmast S om Kalixälven. SV om Tammukajärvi innehåller konglomeratet rikligt med delvis dm-stora eller större bollar av röda vulkaniter. I övrigt utgöres bollmaterialet i stor utsträckning av porfyrer eller leptiter i varierande grå toner. Amfibolit, epidotfels och någon gång kvartsit förekomma även. Närmast S om Kalixälven är konglomeratet starkt pressat.

Över konglomeratet följa S om Paittasjärvi finkorniga till täta, till en början ej pillowförande grönstenar. De växellagra med mörka, skiktade, sannolikt tuffitiska sediment av den typ, som så ofta åtföljer pillowlavor. Graded bedding i dessa sediment visar, att grönstenarna verkligen överlagra konglomeratet och därmed även porfyrerna O om detta. Längre upp i lagerföljden äro grönstenarna inom en ca 700 m bred zon utbildade som pillowlavor, i allmänhet något förskiffrade och med tillplattade pillows.

N om Paittasjärvi finnes en järnmalmsindikation, om vilken dock närmare informationer ännu saknas. De flesta blottningarna inom denna del av förekomsten utgöras av svartaktig, förskiffrad men merendels tydligt bandad, något kisförande och ibland rostande, tuffitisk grönsten samt en gabbroartad, ofta rikligt uralitförande, lätt kishaltig grönsten.

Smärre intrusioner bland vulkaniterna

1. Basiska intrusioner

Basiska gångar uppträda i varierande, ofta stort antal inom kartbladets vulkanitområden. Till bevaringsgrad växla gångbergarterna mellan förhållandevis frisk diabas och starkt förskiffrad amfibolit. Över betydande områden är skapolitomvandling allmän, varvid bergarterna ej sällan övergått i formliga skapolitfelser med skapolit och biotit som huvudsakliga beståndsdelar. Bättre bibehållna grönstenar ha vanligen porfyritisk struktur, varvid plagio-

klasströkornen ibland kunna uppnå betydande mått. Möjligen tillhöra de basiska gångarna flera olika generationer, men säkra bevis härför äro svåra att frambringa. Det allmänna intrycket är emellertid, att det stora flertalet gångar uppkommit i nära samband med vulkanismen. Särskilt tydligt framgår detta i trakten S om Lävasjåkk, där gångsvärmar uppträda i underlaget till basaltiska grönstenar. Här äro också mandelbildningar relativt vanliga i gånggrönsterna, vilket ju tyder på ett stelnande nära markytan. På grund av dessa mandelbildningar är det icke alltid möjligt att skilja mellan intrusiv och effusiv grönsten. Grönstensgångarna S om Lävasjåkk äro följbara in i angränsande yngre djupbergarter, där de uppträda jämsides med smärre, inneslutna partier av ytformationerna. Trots att gångformen ofta ännu bibehållits, äro grönstenarna här i allmänhet mer eller mindre påverkade av den omgivande bergarten i form av genomådring och hybridisering. Ödman (1957, sid. 98) nämner liknande fenomen i diabasgångar genomsättande senkarelska migmatiter och Linagranit men anser, att det i dessa fall rör sig om helt lokal uppsmältning.

Vissa smärre intrusioner av gabbroida bergarter äro också möjliga att hänföra till den vulkaniska epoken. I likhet med många av grönstensgångarna synas de ibland uppträda relativt konformt med ytformationerna.

2. Surare intrusioner

De kända säkra förekomsterna äro betydligt färre till antalet än de basiska intrusionerna. Detta kan dock till en del bero på svårigheter vid identifieringen. Från Kirunavaara beskriver Geijer (1910) gångar av såväl syenit och syenitporfyr som kvartsförande porfyr, av vilka några äro yngre än järnmalmskroppen. Längden av den största av dessa gångar, vilken utgöres av en kvartsporfyr med delvis granofyrisk grundmassa, angives av Geijer till 2 400 m. Övriga gångar äro av betydligt mindre format. För närmare detaljer hänvisas till Geijers arbete.

Från Tuolluvaara malmfält beskriver Geijer likaledes gångar av syenitporfyr, vilka äro yngre än malmbildningen (1920). Geijer (1931) och Ödman (1957) ha framfört tanken, att de granofyrartade gångarna på Kirunavaara kunna vara jämställiga med pertitgraniten och därmed betydligt yngre än Kirunaporfyrerna. Under sådana förhållanden torde väl även förekomsterna av granofyr nära Ekströmsbergs malmfält samt SO om Harrejaure vara att räkna dit.

400 m O om Keski Juovajärvi N om Kaalasluspa finnes en liten, gång-

formig förekomst av kvartsförande porfyr, vars grundmassa uppvisar rester av mikropoikilitisk struktur.

Övre Haukikomplexet

Den nya kartbilden visar för Vakkobergarternas del inga nämnvärda avvikelser från tidigare framställningar. Vissa gränser ha tagits från Geijers karta (1910), medan huvudparten av hällkonturerna har erhållits från Frietschs ännu icke publicerade arbete (1960). För ytterligare upplysningar har förf. LKAB:s geologer, främst P. Forsell, att tacka. Den nedan följande översikten är ett referat av tidigare arbeten, till vilka hänvisas för mera ingående beskrivningar (Lundbohm 1910, Geijer 1927, 1931, Ödman 1957, Frietsch 1960). Vakkobergarterna uppträda främst inom tidigare arbetens Haukivaarazon eller Övre Haukikomplex, vartill kommer en del av de i Kovozonen ingående sedimenten. I Kirunatrakten vila Vakkobergarterna på de malmförande porfyrerna eller Undre Haukikomplexet, men gränsen är åtminstone till större delen av tektonisk natur med avsevärda förskjutningar. Övre Haukikomplexets hela östra begränsning har likaledes ansetts vara tektoniskt anlagd. Närmare Kurravaara vilar å andra sidan Övre Haukikomplexet konformt på Kurravaarakonglomeratet. Bergarterna stupa merendels i ostlig resp. sydostlig riktning, och deras ovansida är också alltid densamma. Seriens mäktighet har delvis ansetts överstiga 1 000 m. Konglomeratartade bildningar i seriens botten finnas på Doktorns kulle vid Luossavaara samt vidare mot N. Jämte konglomerat uppträder en gråvackeartad form. Bollmaterialet utgöres av olika vulkaniter, främst kvartsförande porfyr, samt kvarts, kvartsit och blodstensmalm. Bollarna av blodsten ha tillmätts stor betydelse. De anses dels härstamma från Undre Haukikomplexets järnmalmer, dels från Luossavaara. I det senare fallet anses hämatiten ha uppkommit genom martitisering av magnetit (Geijer 1956). O om Välivaara anser Ödman det s. k. Palsivaarakonglomeratet representera Övre Haukikomplexets understa led. Bergarten är utbildad delvis som ett konglomerat med grova bollar och fragment av Kirunavulkaniter, delvis som ett grövre eller finare vittringsgrus av samma bergarter. Lagringsstrukturer finnas sällan utbildade, varför vissa partier kunna vara ganska porfyrliknande. Ödman har tolkat Palsivaarakonglomeratet som en delvis fanglomeratartad företeelse. Den fyllit, som uppträder i Övre Haukikomplexets undre delar, beskrives av Geijer som en grå till grågrön, stundom färgbandad bergart med stark skiffrighet. Den s. k. kvartsitsandstenen, som utgör seriens

huvudmassa, är oftast ljusgrå men kan även vara skäraktig i färgen samt innehåller gärna fläckar av vittrad fältspat. Svartsandskikt äro vanliga, och snedskiktning förekommer flerstädes. Denna fältspatkvartsits resp. arkos' klastiska natur framträder även under mikroskop väl. Intraformationella konglomeratlager finnas på flera nivåer. Bland bollmaterialet märkas kvartsförande porfyr samt fyllit. Fyllit uppträder även som mindre inlagringar i »kvartsitsandstenen».

Sedimenten på Ruutivaara utgöras av en slamstensartad bergart längst i V, sandsten liksom i Övre Haukikomplexet samt ett intraformationellt konglomerat i SO. Hällar av den förstnämnda typen finnas endast vid norra bladgränsen, och även sandstenen är dåligt blottad ehuru väl belagd med moränblock. Konglomeratet, som delvis är ganska grovt, innehåller bollar av porfyr, röda till blekt skära felsiter, kvartsit, blodstensmalm och jaspiskvartsit.

Yngre djupbergarter

Den följande, kortfattade beskrivningen bygger i huvudsak på tidigare arbeten, vid vilka större utrymme ägnats åt djupbergarterna än vad som varit fallet under de senaste årens karteringar. Källorna äro för större delen av bladet Geijer 1931 och Ödman 1957. Kirunatraktens gabbror ha främst beskrivits av Sundius (1910). Ödmans indelning av dessa djupbergarter i två i grova drag likåldriga men till bildningsmiljö skilda serier; migmatitgraniter samt syenitserien, är den inom det aktuella området lättast tillämpliga och kommer även till uttryck på kartan.

Syenitserien

Till denna räknas större delen av kartans djupbergartsförekomster. Förutom syeniter och pertitgraniter räknas alla större gabbromassiv till denna serie. I detalj kan en avgränsning av de surare leden från migmatitgraniten stundom vara svårgenomförbar. I större skala erbjuder dock sällan åtskiljandet av den senare från pertitgraniten några större hinder. Pertitgraniten saknar i allmänhet pegmatitiska utbildningsformer även om smärre, pegmatitartade partier undantagsvis kunna anträffas.

Där någon åldersrelation kunnat iakttagas mellan gabbro, syenit och pertitgranit har i de flesta fall gabbron visat sig vara den äldre bergarten och graniten den yngre. Ett exempel härpå är kontakten mellan syenit och

gabbro på Vietovares ostsluttning. Syeniten ådrar ställvis in i gabbron, vilken ibland även hybridiserats. På andra punkter i samma omgivning uppvisar syeniten porfyrisk randfacies. I trakten av Rautasälven V om järnvägen genomsättes gabbron flerstädes av granit eller syenit, varvid ibland vackra intrusivbreccior uppstått. Trots detta kan gabbron någon gång förete porfyritisk kontaktzon mot syenit eller hålla syenitliknande inneslutningar. V om Lävasjåkks nedersta del är pertitgranitens randzon mot syenit delvis fältspatporfyrisk eller kvartsporfyrisk medan syeniten icke visar några ändringar i kornstorlek fram emot kontakterna. I samma trakt ha även gångar av granit i syenit iakttagits. Där gabbro och migmatitgranit komma i kontakt med varandra synes den senare vanligen vara den yngre bergarten.

1. Gabbro

Större gabbroförekomster bilda ofta förhållandevis väl avrundade massiv. Av den geofysiska kartan att döma kunna dock gränserna mot omgivande djupbergarter i detalj vara komplicerade. Gabbron i trakten av Krokvik uppvisar jämna gränser mot den i N liggande, äldre gnejsgranitterrängen men tonar i S mera diffust ut i den tydligt yngre, röda, vanligen småkorniga graniten. Syenit är eljest den djupbergart, som oftast åtföljer gabbron.

Sundius beskriver gabbrorna i Kirunatrakten och dess närmaste omgivningar som mörka, svartgröna till svartbruna bergarter av normal till något finare kornstorlek. Mineralinnehållet är plagioklas, monoklin pyroxen, olivin, hypersten, biotit, titanomagnetit, brunt hornblände, kalifältspat, apatit jämte sekundära omvandlingsprodukter. Skapolit är ibland ganska ofta förekommande. Plagioklasens anortithalt angives vara 45—60 % i kornens kärnor medan ytterzonerna ha något lägre värden. Den monoklina pyroxenen utgöres av diopsid eller diopsidisk augit. Dess bevaringsgrad växlar emellertid, och ofta är den helt eller delvis uralitiserad. Biotit är nästan alltid närvarande och bildar karakteristiskt förhållandevis stora, brunaktiga packar. I gabbron NV om Luossajärvi samt vid Kalixfors har Sundius iakttagit olivin och hypersten. Hypersten har dessutom observerats i gabbron på Vietovare. Kalifältspat och kvarts kunna uppträda i helt obetydliga mängder. Gabbron är ibland lätt förskiffrad.

Inom övriga delar av bladet är gabbron mycket likartat utbildad. En ny kemisk analys (nr 75) har utförts på en mycket frisk gabbroform från trakten närmast V om Lävasjåkks nedersta lopp. Speciellt här men ofta även på andra håll är grusvittring en för gabbron utmärkande företeelse.

Från bl. a. Vietovare och Kalixfors beskriver Sundius monzonitartade former av grå till gråröd färg. Liknande bergarter ha anträffats på åtskilliga andra håll men ha i huvudsak uppfattats som hybrider av basiska bergarter och granit eller syenit.

De småförekomster av basiska intrusivbergarter, vilka uppträda i Kurravaarakomplexet samt på andra håll tillsammans med effusiva grönstenar, bl. a. N om Vieto malmfält, äro möjligen till tiden nära samhöriga med ytbergarterna. Några säkra bevis härför kunna dock ej uppbringas. Bollfynd i Kurravaarakonglomeratet antyda dock, att ett par små massiv eller stockar av grov uralitdiabas på Valkeasiipivaara äro att räkna som associerade med Kirunagrönstenarna. Från samma berg beskriver Sundius vidare en liten förekomst av peridotit.

Kartans gabbror äro lokalt förhållandevis rika på kismineral.

2. Syenit

Geijer har indelat syeniterna i plagioklas-pertitsyenit, pertitsyenit och kvartspertitsyenit. Av kartans förekomster har han betecknat huvudparten som kvarts-pertitsyenit.

Från ett flertal lokaler inom andra delar av länet har Ödman anfört fakta visande på syeniternas yngre ålder gentemot gabbrorna. Observerade jämna övergångar mellan gabbro och syenit anses med större sannolikhet bero på en hybridisering av gabbron än på differentiation. Ödman beskriver bl. a. en monzonitisk bergart från Tjuodtjotjåkko i trakten av Rensjön, vilken kan betraktas som uppkommen genom hybridisering. Likartade fenomen ha också iakttagits på det aktuella kartbladet. Någon större tidsskillnad mellan gabbro och syenit anses likväl icke föreligga.

Såsom Ödman framhåller äro snabba ändringar av kvartshalt mycket vanliga inom de olika syenitmassiven, och skarpa gränser mellan syenit och granit höra till undantagen. Syenit och pertitgranit genomsättas ofta av migmatitgranit med åtföljande aplit och pegmatit. Exempel härpå finnas bl. a. i trakten mellan Krokvik och Majaure (Ädnamjaure) samt vid Lappberg.

Syenitens karakteristiska grusvittring är särskilt markerad inom bladets nordvästra del, där blottningarna ofta utgöra bergtoppar. Bergarten är här merendels av beigegrå, gråbrun eller blekt brunröd färg samt massformig och medelkornig eller nästan grovkornig. De signifikativa, stora, delvis zonerade fältspatkornen med violettaktig, rombformig eller rektangulär

kärna och brun- eller rödaktig yttre bård äro ofta synliga. Små- till finkorniga syenitvarianter förekomma bl. a. nära Kalixälven mellan Holmajärvi och Kaalasjärvi samt vid Rakkurijoki. Jämsides med dessa uppträda emellertid även mera medelkorniga former. De finkorniga syeniterna anses vara relativt sällsynta inom länet. Ödman beskriver dem som ofta porfyriska, varigenom likheter med förgrovade Kirunavulkaniter kunna uppstå. Dessa finkornigare syeniter äro i allmänhet av ganska kraftigt röd färg, vilket anses vara ett tecken på relativt hög kvarts- och/eller mikroklinhalt så att övergångsformer mot kvartssyenit och granit kunna föreligga.

Sammansättningen av syeniternas fältspat framgår redan av de namn, som satts på olika varianter. Plagioklasen motsvarar mestadels albit eller oligoklas. En viss kvartshalt finnes nästan alltid, och som redan nämnts kunna alla övergångar i verklig granit förekomma. De huvudsakliga mörka mineralen äro pyroxen, hornblände och biotit. Övriga beståndsdelar äro sådana mineral som epidot, ortit, zirkon, apatit, titanit och järnoxid.

En ny analys (nr 76) har utförts på medel- till grovkornig, massformig kvartssyenit från Tjuoutjavare inom bladets nordvästra del.

3. Pertitgranit

Pertitgraniten har av Ödman med tvekan förts till syenitserien. Han framhåller, att den uppvisar gemensamma drag såväl med migmatitgraniten som med syeniterna. Antalet massiv i länet av denna granittyp är förhållandevis litet, men en avsevärd del av dessa äro belägna inom det aktuella kartbladet. Bland områden, inom vilka man kan stöta på svårigheter att skilja mellan pertit- och migmatitgranit, nämner Ödman trakten av Krokvik hpl. samt Kerikas (Kerkelako). Vid ersättandet av fri plagioklas med mikroklinpertit erhållas kontinuerliga övergångar från Linagranit till pertitgranit. Liknande svårigheter föreligga även inom andra delar av bladet.

Pertitgraniten kan också övergå gradvis i kvarts-pertitsyenit, vilken i sin tur kan omärkligt övergå i mera kvartsfattig plagioklas-pertitsyenit. Gränsen mellan syenit och kvartssyenit har av Ödman satts vid 10 vol.-% kvarts.

Pertitgraniten anses emellertid av både Geijer och Ödman ha ett karakteristiskt utseende, vilket gör den till en av länets mera lätt igenkännliga bergarter. Färgen skall i regel vara kraftigt röd ehuru även mera brunröda eller gråbruna, delvis något violettaktiga varianter kunna uppträda. Bergarten sammansättes av 2 till 5 mm stora, tavelformiga fältspatkorn jämte

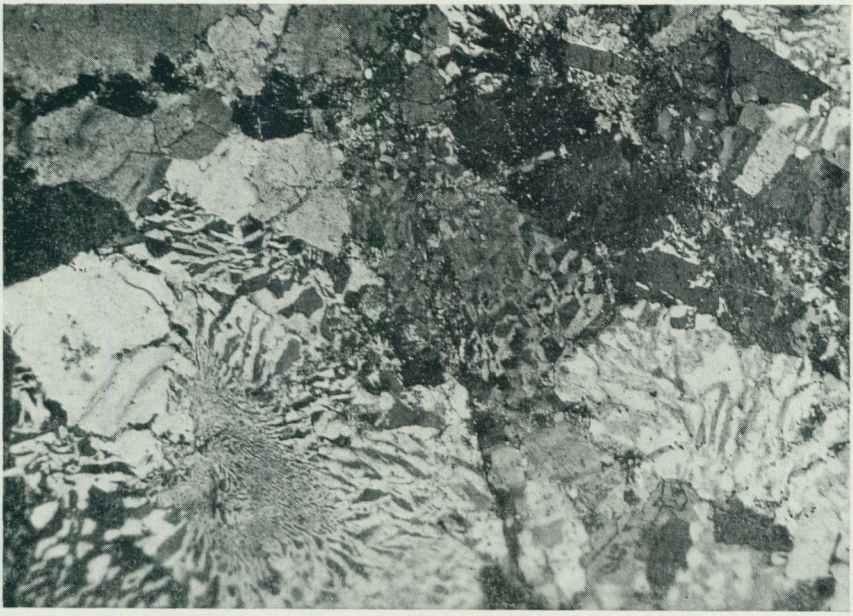

Fig. 26. Granofyr. SO om Harrejaure. 2 nic., 25 ×.

rökgrå till blågrå, väl avgränsade kvartskorn. Strukturen kan i vissa fall vara fältspatporfyrisk. Mörka beståndsdelar spela en mycket obetydlig roll och saknas ibland nästan helt. De utgöras av hornblände, biotit, malmmineral, titanit samt undantagsvis pyroxen. Fältspaten är pertitiskt sammanvuxen albit och mikroklin i något växlande proportioner. Beträffande kvartsens uppträdande ha vissa likheter med rapakivigraniterna framhållits. Apatithalten anses vara mycket låg.

Granofyrisk sammanväxning av kvarts och fältspat har betecknats som en ovanlig företeelse. Geijer och Ödman ha framfört tanken, att granofyrgångarna på Kirunavaara kunna vara jämförbara med pertitgraniten, varvid även granofyrförekomsterna nära Ekströmsberg samt SO om Harrejaure torde vara att räkna hit (fig. 26). Kirunavaaras granofyrgångar ha utförligt beskrivits av Geijer (1910). Huvudkomponenter äro eutektisk pertit och kvarts. Övriga mineral äro biotit, titanit, zirkon m. fl. En ny kemisk analys (nr 77) har utförts på granofyrbetonad granit V om Ekströmsbergs malmfält.

Albitrikare former inom randområden till pertitgraniten beskrivas av

Geijer och Ödman. Den senare författaren nämner ett exempel från berget Jalkiskätjåvje (tidigare Huornats). Såväl Geijer som Ödman beskriva vidare porfyriska randfaciesformer till graniten. Exempel härpå finnas som tidigare nämnts vid Lävasjåkk S om Tjuoutjavare.

Migmatitgranit

Denna granittyp är i huvudsak begränsad till kartbladets östra halva. Lättast igenkännlig är den i glimmerskifferområdena, där utbildningen i allmänhet är mer eller mindre grovkornigt pegmatitisk, varvid färgen oftast är ganska ljust röd till skär eller nästan vit. På längre avstånd från sedimenten äro blottningar av migmatitgranit icke särdeles talrika, och bergarten är då icke heller alltid så lätt att skilja från syenitseriens granitiska led. Inom de oblottade myrområdena mellan järnvägen, Kurravaarabergen, bladgränsen och Vuotnavare bygger kartbilden nästan enbart på det flygmagnetiska underlaget och innebär sålunda sannolikt en grov generalisering. En viss hjälp ha emellertid de talrika och goda blottningarna utmed Kajtumälven strax S om kartkanten givit. Dessa hällområden visa tydligt, att migmatitgraniten icke är begränsad till sedimentområdenas närhet utan kan uppträda även långt inne bland vulkaniterna. Samma granit finnes också blottad vid Kurravaarabergen, där den uppträder i anslutning till gabbro och porfyritisk grönsten eller omvandlade former av sådan. Graniten påföljes här ännu av rikligt med pegmatit. V om Lappberg finnes såväl röd aplit som röd pertitgranit delvis övergående i kvartssyenit. Inom de västra delarna av samma stora granitmassiv är det betydligt svårare att avgöra, till vilken serie graniten är att räkna.

I granitområdet mellan Krokvik och Majaure (Ädnamjaure) är den dominerande formen röd, småkornig och ofta aplitartad, i stort sett massformig samt mycket salisk. Pegmatit är här mera sällsynt men har likväl observerats. Mörka mineral saknas ibland praktiskt taget. I mera medelkorniga varianter kan man ibland urskilja biotit och magnetit. Med ökande kornstorlek får emellertid bergarten gärna drag av pertitgranit. Smärre partier av ren syenit ha också anträffats.

Den typiska Linagraniten beskrives av Ödman som en medelkornig och massformig, röd bergart. Biotit är det enda betydande mörka mineralet och förekommer även den ganska sparsamt. Graniten har en av röd mikroklin, gulvit plagioklas och grå kvarts betingad spräcklighet. Några större mängder av denna normalform synas emellertid icke förekomma inom bladet,

där graniten vanligen har en mera enhetligt röd färg. En viss parallellstruktur föreligger dessutom ofta.

Konglomeratartad bildning vid Holmajärvi

Bergarten uppträder i en isolerad liten blottning i norra landsvägsdiket till Årosjåkkvägen omkring 1 km O om Holmajärvi. Den beskrives av Ödman (1957) som grågrön i färgen och rik på kantavrundade bergartsfragment sällan överstigande 10 cm i storlek. Mellanmassan är finkornig. Fragmentmaterialet betecknas som olika vulkaniter, kalksten, lerskiffer samt en röd, pertitgranitisk form. Den senare, vilken delvis anses motsvara en mera kvartsrik form av traktens syeniter, finnes även blottad i hällar nära SO om fragmentbergarten. Borrning genom den konglomeratartade bildningen nådde samma pertitgranit eller kvarts-pertitsyenit på ett djup av 13,7 m. Det förefaller sålunda vara helt klart, att fragmentbergarten pålagrar djupbergarten.

Förutom bollar av kalksten eller skarn uppträda i fragmentbergarten litet större kalkpartier, vilka förefalla att utgöra rester av bollfria inlagringar. Strax nedströms landsvägsbron ca 100 m NV om väghällen finnes en liten blottning av förskarnad kalksten med lätt kopparkisimpregnation. Ödman nämner också en iakttagelse av block av fragmentbergarten i samma bäck.

Bildningen är av Ödman (1957) tolkad som en eokambrisk tillit.

Tektonik

Översikt

På kartan kunna ett par olika tektoniska stilar skönjas, vilka dock vanligen äro kombinerade med varandra, och som bilda drag av växlande storleksordning. Stundom kan man dock spåra en viss övervikt för endera av dessa stilarter. I sådana fall kan man tala om veck eller om block och ribbor. Verklig veckning är oftast svår att säkert konstatera i fält. Såsom Geijer framhållit (1931), kunna veck av större mått endast undantagsvis påvisas annat än genom en viss krökning i strykningens riktning, och bergarternas huvudmassa har saknat benägenhet för någon tätare sammanveckning. Han antager därför att de veck, vilka trots allt måste föreligga, äro av en högre storleksordning än vad som normalt möjliggör en överblick.

Förkastningstektoniken är desto mera utpräglad, och deformationsstilen torde som helhet kunna betecknas som »germansk». Blocktektoniken finnes representerad över hela bladet och delar upp berggrunden i ett antal större eller mindre partier, vilkas samband med varandra icke alltid är möjligt att utreda. Gränsdragningen mellan olika sådana block på kartan bygger helt på det geofysiska materialet. Dislokationernas antal har begränsats i möjligaste mån. I verkligheten torde deras antal vara betydligt större, och ett utritande av samtliga antydda eller sannolika tektoniska zoner skulle göra kartan mindre läslig. Den mest påtagliga ribbtektoniken finnes representerad inom Vakko- och Kovozonerna samt i en förlängning S om dessa. Kirunatraktens tektonik har utförligt behandlats av Ödman (1957). Att likartade förhållanden även råda i vulkanitterrängen O om Kiruna verkar sannolikt.

Även om veckning i egentlig mening icke spelar någon större roll har likväl den samlade effekten av de olika rörelserna stundom resulterat i strukturer av antiklinal- eller synklinaltyp. Den allmänna utsträckningen av dessa strukturer är ungefär NNV—SSO och får väl betecknas som veckaxelriktningen. Att större delen av djupbergarterna inom kartans nordvästra del intaga läget för en antiklinal synes vara ofrånkomligt då ytformationerna överallt stupa bort från dem och dessutom ha toppriktningen bestämd. S om Kalixälven föreligga i ett ungefär motsvarande läge utåt riktade stupningar. I trakten av järnvägen mellan Gäddmyr och Lappberg uppvisa de magnetiska anomalierna ostlig stupning. Mellan Kamastjärro och Skåukemjåkk har formationernas ovansida däremot kunnat påvisas ligga i V resp.

SV. I kartans sydöstra hörn äro förhållandena oklara, delvis beroende på bristen på hällar, delvis på grund av den höga metamorfosgraden. Antagligen förekommer veckning i högre grad inom detta på migmatitgranit rika område än inom bladets övriga delar.

Veckstrukturer

Såsom Geijer framhållit (1931), är vulkanitformationernas lagerställning i regel brant och på många håll nära vertikal, och monoklinala lagerföljder av stor mäktighet äro icke ovanliga. Tydliga veckstrukturer höra däremot till undantagen. Som exempel på en sådan anföres dock den från SO sett morfologiskt väl framträdande omböjningen i Tjåurekahbergen. Denna har nyligen på geofysisk grund samt genom en ovansidesbestämning i fält kunnat visas vara en antiklinal med sydostligt stupande veckaxel.

Som en del av en antiklinalstruktur förefaller också formationernas böjning SV om Tertojåkk och Kajtumälven att kunna betraktas. Här råder emellertid det så vanliga förhållandet, att lagren sluta mot en tektonisk zon innan en verklig omböjning hunnit ske, så att endast en mindre del av vecket finnes antydd. Då bergarterna stryka in på det angränsande kartbladet 29 I är det möjligt, att fortsatta arbeten kunna komma att ge en tydligare bild av tektoniken här.

Som en synklinalstruktur får däremot sydöstra delen av Vuotnavare med dess glimmerskiffrar och dessas närmaste omgivning betecknas. Ett konglomeratfynd har nämligen visat, att skiffrarna överlagra de kringliggande, strökornsrika porfyriterna. Förhållandena kompliceras av senare förkastningstektonik.

Porfyrterrängen N om Kalixälven inom samma del av kartbladet är av allt att döma kraftigt stönderstyckad av tektoniska zoner. Trots detta föreligger en viss tendens till synklinal utbildning, vilket framgår av de geofysiskt erhållna stupningsriktningarna. En liknande tendens går igen även i trakten av Sakkaravaara, och de fåtaliga genom fältiakttagelser erhållna stupningsriktningarna synas likaledes peka i samma riktning. Den intensiva ribb- och blocktektoniken har emellertid satt sin prägel på dessa områden, där man kan tala om veck endast i ordets vidsträcktaste bemärkelse.

Den veckaxelriktning, som går att skönja, synes i huvudsak ligga mellan N 15° V och N 30° V. Fältobservationer av veckaxlar saknas i det närmaste helt. Lineärstrukturerna äro oftast brantstående och representera troligtvis i allmänhet icke några veckaxlar. I några fall ha de visat sig stå i samband

med dislokationer. Förskiffringen sammanfaller i stora drag med veckaxelriktningen eller är något nordligare, ibland med en dragning mot O. Lokala, större avvikelser synas ofta vara beroende av förkastningstektoniken. Medan förskiffringens horisontalprojektion i stor utsträckning har en regional prägel är dess stupning mindre konstant och kan på korta sträckor pendla på ömse sidor om det vertikala. I allmänhet är den dock brant, och undantag härifrån äro huvudsakligen begränsade till de säkerligen ofta detaljveckade skifferområdena.

Förkastningstektonik

Det stora flertalet av kartans dislokationszoner har uppdragits med ledning av det flygmagnetiska underlaget. Härtill komma sådana, vilkas förekomst tidigare varit känd och som kunnat tagas från äldre kartor. I vissa fall ha fältiakttagelser kunnat styrka närvaron av en tektonisk zon. Vulkanitområdena äro emellertid så allmänt sönderbrutna och metamorfosgraden ofta så hög, att det är svårt att på detta sätta utsortera mera betydande förkastningar. Även de veck eller delar av veck, vilka kunnat påvisas bland porfyrer, få väl närmast antagas ha uppkommit genom ett stort antal smärre förskjutningar.

Förkastningar kunna någon gång vara morfologiskt påvisbara. Ett exempel härpå erbjuder det väl blottade området på Eustillako SV om Luojtekjaureh, där förskjutningen i sidled väl framträder på flygbild på grund av en uppstickande porfyritbank och är av storleksordningen 100 m. Sådana fall höra emellertid till undantagen. Större tektoniska linjer framträda ofta bättre på den översiktligare topografiska kartan, där de kunna ge sig till känna som sjö- och myrstråk eller raka bergbranter. I allmänhet representerar en dislokations läge på kartan ett genomsnitt av sådana terrängdrag och de upplysningar som kunna erhållas från den flygmagnetiska kartan. I några fall är dock åtminstone läget för en av de senaste rörelserna väl preciserat genom ett i terrängen och på flygbild väl synligt, brant steg av några till ett tiotal meters höjd. Ett exempel härpå utgör dislokationen längs Ajtejåkk N om Holmajärvi, vilken bildar gräns mellan effusiva grönstenar och syenit. Längs denna kant visa hällarna flerstädes prov på stark uppkrossning. En liknande kant är även följbar S om Kalixälven, denna gång inne bland djupbergarter. S och SO om Paittasjärvi finnes en annan, skarp kant utbildad, vilken även denna markerar gräns mellan effusiva grönstenar och syenit eller granit. Ett flertal ytterligare exempel skulle kunna angivas.

Större dislokationer åtföljas ibland av ett betydande antal på flygbild framträdande, raka linjer av växlande riktning och uthållighet. Detta kan göra det svårt att avgöra, var den huvudsakliga förskjutningen bör förläggas, och rörelserna ha sannolikt fördelat sig på ett flertal ytor. Kortare linjer bilda gärna vinklar mot huvudstråket som närma sig 45°, och de skulle sålunda kunna uppfattas som Fiederspalten. Exempel härpå finnas i anslutning till den stora tektoniska zonen vid Sarjomaa inom bladets östra del. Förskiffringen där avviker delvis med ungefär samma belopp från zonens allmänna strykningsriktning men är i andra fall subparallell därmed.

Tektoniken inom Kirunatrakten och dess närmaste omgivningar har utförligt behandlats av främst Geijer och Ödman, till vilkas arbeten hänvisas för mera detaljerade uppgifter. (Geijer 1919 a, 1920, 1924, 1931; Ödman 1957.) Vakkojärvizonens tektoniska stil med branta överskjutningar och ribbor har här nått in på Kirunabladet. Förutom efter nord-sydligt strykande plan ha förskjutningar ägt rum även efter ett system i ca NV—SO. En av de största dislokationerna torde ha skett efter den ungefär parallellt med Torneälven gående zonen. Denna har med ledning av den flygmagnetiska kartan förlagts något SV om älven, men störningar ha säkerligen även ägt rum vid läget för älven såsom Ödman antagit. En annan tydlig, i NV—SO strykande dislokation går fram längs Luossajärvis östra strand.

Att dislokationerna skett i flera steg är uppenbart och kan någon gång direkt påvisas. Vid Årosjåkk har sålunda en mylonit utsatts för senare brecciering. Många av störningarna äro tydligt yngre än djupbergarterna och kunna följas in i dessa från områden med ytformationer. Flera zoner uppträda i trakter helt dominerade av granit eller syenit. De tidigare omnämnda, trappstegsliknande linjerna äro antagligen av förhållandevis sent datum ehuru förlagda till äldre rörelseplan.

De omvandlingar av berggrunden, vilka förekomma i anslutning till dislokationslinjerna, visa ganska stor variation. Rena myloniter kunna betecknas som undantag. Kvarts-sericitbergarter uppträda speciellt inom Kirunatrakten och N därom samt vid Jållekas på NV delen av bladet. En växlande grad av brecciering är vanlig. Till de bergarter, vilkas utseende starkast påverkats i närheten av tektoniska zoner, höra de effusiva grönstenarna. Förutom brecciering, förskiffring och skapolitomvandling ha dessa bergarter ofta utsatts för en långt gående blekning eller t. o. m. rödfärgning, varvid deras ursprungliga karaktär ibland helt gått förlorad. Breccieringen åtföljes ibland av en lättare kopparmineralisering. Exempel härpå finnas NV om

Gäddmyr hpl., i dalen på Sakkaravaaras NV-sida samt på många andra platser. Enligt Padget (1959) förekommer sådan uppkrossning och kismineralisering ofta i anslutning till leukodiabaser, vilka han anser vara uppkomna genom metasomatiska förlopp på eller invid dislokationsplan. Några större förekomster av bergarter, vilka skulle kunna karakteriseras som leukodiabas, ha dock icke anträffats på Kirunabladet. Smärre partier förekomma bl. a. i grönstenarna V om Ajtejåkk. Så mycket vanligare är en genomådring av högrött, finkornigt fältspatmaterial, åtminstone i vissa fall bestående av en starkt järnoxidpigmenterad mikroklin. Detta fältspatmaterial har ibland tydligt utgått från sprickor men har ofta ett mera slirformigt uppträdande. Kornen äro i stor utsträckning radiellt anordnade med en gradvis skeende utsläckning erinrande om den hos sfärolitiska bildningar förekommande. Kvarts uppträder normalt icke tillsammans med denna högröda fältspat. På Sarjomaa ha bergarterna längs en sträcka av 2 km och till en bredd av upp emot 300 m omvandlats i så hög grad, att deras ursprungliga natur icke längre kan bestämmas, och det är endast genom extrapolering av berggrundsobservationer från omgivningen som man kan anta ga, att de utgjort grönstenar.

Malmfyndigheter

Undersökningen av kartbladets malmobjekt är ännu icke avslutad. Samtliga kända järnmalmsuppslag ha visserligen varit föremål för geofysisk markmätning, men bearbetningen av dennas resultat är endast till en del slutförd. Uppborrningen av nya objekt, vilken igångsattes under 1963, berör hittills i nämnvärd utsträckning endast Puoltsa. Härtill kommer, att merparten av de sedan länge kända järnmalmsförekomsterna tidigare endast blivit ofullständigt undersökt genom borrningar och jordavrymningar. Förf. vill av denna orsak inskränka sig till att presentera bladets malmförekomster och malmanledningar i tabellform. Fullständigare beskrivningar samt ytterligare litteraturreferenser kunna inhämtas i tidigare publicerade översikter (Berglund 1924, Geijer 1931, Geijer-Magnusson 1952, Ödman 1957, Frietsch 1963). Den nedanstående tabellen upptager även vissa förekomster, vilka t. v. endast äro kända som geofysiska anomalier.

Tabellens uppdelning i apatitjärnmalmer och skarnjärnmalmer följer tidigare litteraturs. I enskilda fall kan det vara mycket svårt att avgöra, till vilken kategori en järnmalm är att räkna. Bland de kriterier, som Geijer (1931) anför för resp. malmtyper, kunna följande nämnas:

Apatitjärnmalmer: Malmmineralet är oftast magnetit, mera sällan järnglans. Malmerna äro normalt associerade med porfyrer eller metamorfa derivat av sådana. De visa en ofta betydande fosforhalt i form av apatit. Svavelhalten är låg. Malmerna uppträda ej sällan breccierande sidostenen (»malmbreccia»).

Skarnjärnmalmer: Malmmineralet är magnetit. Fosforhalten är i regel låg. Kishalten är ofta påtaglig. Malmerna åtföljas av skarnmassor.

Med tabellens »skiktad» avses järnmalm, vilken företer tecken på att vara av kemiskt sedimentär natur. Kojuvaaramalmens magnetit uppträder enligt Ödman (1957) åtminstone delvis i jaspiskvartsit. Vid Skuokimjokk liksom undantagsvis intill Ekströmsberg förekomma järnkiselränder.

Järnmalmen vid Kuosatjvare har visserligen konglomeratkaraktär, men blodstensbollarnas ursprung anses av Geijer (1931) vara jämförbart med Haukivaarablodstenarnas.

Tabell 1. Malmer och malmanledningar

Benämning (i förekommande fall utmålens namn)	Delruta	Innehavare av nyttjanderätt	Area (m^2 i dagen resp. nuvarande brytningsnivå)	Tillgångar (milj ton malm)	Järninnehåll (milj. ton)	% Fe
Aptasjärvi	i 5		Ringa			
Ekströmsberg	b 5	Staten	50 000	25	15	59
Eustiljåkk	a 9		5 000			
Harrejaure	c 3	Rederi-A.B. Nordstjernan	10 000			66
Haukivaara	h 7	L.K.A.B.	15 000	6	3	50
Henry	h 7/8	L.K.A.B.	10 000	5	2	45
Karanisvare	g 3		Ringa			22—40
Keskinen Käyrävaara	f 9	Rederi-A.B. Nordstjernan	6 500			39—42
Kirunavaara med Konsuln, Sigrid, sjömalmerna och Viktor	g 6	L.K.A.B.	340 000	1 600	1 000	59—67
Kojuvaara	g 7		Ringa			
Kuosatjvare (Kuosasj)	c 1		Ringa			
Laukujärvi	b 6	Staten	10 000			57—60
Luossavaara	h 7	L.K.A.B.	20 000	15	8	58—64
Nokutusvaara	h 8	L.K.A.B.	15 000	6	2	40—45
Pahtosvaara (Pahtohavare)	g 5	Staten	Ringa			
Patovare (Pattok)	d 0	Rederi-A.B. Nordstjernan	4 000			40
Puoltsa	e 5		30 000			35—40
Rakkurijoki	h 5	Staten	50 000			31
Rakkurijärvi	g 5	Staten	50 000			31—35
Rektorn	h 7	L.K.A.B.	20 000	8	3	33
Renhagen	b 3	Staten	11 000			30—60
Skuokimjokk	c 4		Ringa			25—57
Suolojåkk	f 6		Ringa			
Tjåorika (Tjåurekah)	b 3	Rederi-A.B. Nordstjernan	~5 000			57
Tuollujärvi	i 7	Staten	Ringa			
Tuolluvaara	h/i 7	Tuolluvaara Gruv-A. B.	12 000	20	13	60—68
Vieio	c 6	Staten	10 000—16.900			55—65
Årosjåkk	a 6		Ringa			
Laukujärvi	b 6	Staten			—	—
Rakkurijärvi	g 5	Staten			—	—

[1] I huvudsak enligt tidigare litteratur

% P	% S	Malmslag (Huvudsakliga)	Malmtyp[1] (»Apatit» = apatitjärnmalm, »skarn» = skarnjärnmalm)	Omgivande berggrund
		Svartmalm	?	Okänd
1,2	0,01—0,06	Svartmalm + blodsten	Apatit	Porfyr
		Svartmalm	?	Sura och intermediära vulkaniter
0,02	0,03	Svartmalm + blodsten	Apatit	Sura och intermediära vulkaniter
2,5		Blodsten	Apatit	Omvandlade porfyrer och tuffer
5,0		Blodsten	Apatit	Omvandlade porfyrer
0,04—0,14	≤ 0,01	Blodsten	?	Omvandlad porfyrit
0,04—0,07	1—2	Svartmalm	Skarn	Okänd
0,06—1,8	0,03	Svartmalm	Apatit	Porfyrer
		Svartmalm	Skiktad	Basiska vulkaniter
		Blodsten	Malmkonglomerat	Basiska och intermediära vulkaniter
0,013—0,336	0,016—0,018	Svartmalm + blodsten	Skarn	Kalksten, tuffogen grönsten
0,03—0,3	0,03	Svartmalm	Apatit	Porfyrer
4,0		Svartmalm + blodsten	Apatit	Omvandlade porfyrer
		Svartmalm	Skarn	Basiska vulkaniter
3	0,02	Svartmalm	Apatit	Porfyr och leptit
0,03	< 0,03	Svartmalm	?	Porfyr, basiska vulkaniter, granit
0,07	1,8	Svartmalm	Skarn	Kvartsit och porfyrit
0,05—0,07	1,8	Svartmalm	Skarn	Vulkaniska sediment och syenit
3,5		Svartmalm + blodsten	Apatit	Omvandlade porfyrer
0,01—1,40	0,04—0,08	Svartmalm	Apatit	Förskiffrad leptit
0,03—0,14	≤ 0.01	Blodsten	Apatit. Skiktad?	Porfyr
		Svartmalm	Skarn	Basiska vulkaniter
0,055—0,96	0,04—0,7	Svartmalm	Apatit	Porfyr och leptit
		Svartmalm	Apatit	Porfyr
0,02—0,3	0,05	Svartmalm	Apatit	Porfyr
0,021—0,130	4,26—5,85	Svartmalm	Skarn	Porfyr, grönstenar
		Svartmalm	?	Okänd
—		Cu-hårdmalm	Impregnation	Porfyrkonglomerat
—		Cu-hårdmalm	Impregnation	Konglomerat

Analysförteckning

Analys	Publ.	Analytiker	Prov	Bergart	Lokal	Delruta
1	Ny	V. Grundulis	J. O. 757/62	Klorit-strålstensbergart	Ajlatisvaara	f 5
2	Ny	»	R. P. 5/63	Basaltisk grönsten	V om Lappberg	h 1
3	Ny	»	J. O. 304/61	»	Eustiljåkk	a 8
4	Ny	»	G. N. 291B	»	Ausijoki	e 1
5	Ny	»	R. F. 18B/61	»	NO Kaalasjärvi	f 5
6	Ny	»	J. O. 4/64	Klorit-strålstensbergart	Matjäksa	f 6
7	Sundius 1915	N. Sahlbom		Basaltisk grönsten	Peuravaara	g 7
8	Ny	V. Grundulis	G. N. 142D	»	Kuosasj	c 1
9	Ny	»	J.O.10/64	Klorit-strålstensbergart	Matjäksa	f 7
10	Ny	»	J.O.184/62	Basaltisk/andesitisk grönsten	Vuotnavare	i 4
11	Ny	»	G. N. 235	»	Saggekirka	b0/1
12	Ny	»	I. I. 70/62	Andesitisk grönsten	Såkas	b 0
13	Ny	»	G. N. 236B	Basaltisk grönsten	Saggekirka	b0/1
14	Ny	»	E.V.716B/49	Andesitisk grönsten	Tertovare	b 1
15	Sundius 1915	G. Nyblom		Basaltisk (spilitisk) grönsten	Pahtohavare	g 5
16	Ny	V. Grundulis	G.N.238	Andesitisk grönsten	Saggekirka	a 1
17	Ny	»	J.O.540A/61	»	Alalahti	b 6
18	Ny	»	G.N.418	Basaltisk grönsten	Lieteksavo	a 1
19	Ny	»	J.O.129/62	»	O om Vuotnavare	i 3
20	Ny	»	B.E.20A/61	Andesitisk grönsten	NO om Kaalasjärvi	e 5
21	Ny	»	G.N.41	»	Autjelalva	e 2
22	Ny	»	U.H.90A/61	»	Piedjastjåkka	c 5
23	Ny	»	J.O.152/62	»	Vuotnavare	i 4
24	Ny	»	J.O.675B/62	Omvandlad basaltisk grönsten	S om Saarijärvi	f 5
25	Ny	»	G.N.323	Andesitisk grönsten	Kajtumälven O om Pattok	d 0
26	Ny	»	J.O.654/62	»	Juovajärvi	f 5
27	Sundius 1915	G. Nyblom		Basaltisk (spilitisk) grönsten	Kurravaara	i 9
28	Ny	V. Grundulis	I.I.136/62	Andesitisk grönsten	S om Kamastjärro	d 0
29	Ny	»	J.O.71/61	»	Eustillako	a 8

Analys	Publ.	Analytiker	Prov	Bergart	Lokal	Delruta
30	Ny	V. Grundulis	J.O.315/61	Omvandlad andesitisk grönsten	Eustillako	a 7
31	Ny	»	J.O.496/62	Intrusiv grönsten	Ruojtatjåkka	a 8
32	Sundius 1930	A. Bygdén		»	Valkeasiipivaara	g 7
33	Sundius 1915	N. Sahlbom		»	»	g 7
34	Ny	V. Grundulis	G.N.303E	Intermediär porfyrit	Huornasj	e 1
35	Geijer 1910	R. Mauzelius		Magnetit-syenitporfyr	N om Luossavaara	h 7/8
36	» »	»		Basisk syenitporfyr	Sakkaravaara	i 8
37	» »	G. Nyblom		Syenit	Kirunavaara	g 6
38	Ny	V. Grundulis	G.N.210B	Mörk syenitporfyr	Tjåurekah	b 3
39	Ny	»	G.N.36C	»	N om Tjärrokätje	d 3
40	Ny	»	G.N.225C	Syenitporfyr	Tjåurekah	b 3
41	Ny	»	J.O.457/62	» (albitofyr)	NV om Ruojtatjåkka	a 8
42	H. Bäckström 1898	H.Santesson		Syenit	Kirunavaara	g 6
43	Geijer 1910	G. Nyblom		Syenitporfyr	»	g 6
44	Ny	V. Grundulis	J.O.18C/62	Omvandlad syenitporfyr	Njallåjve	b 6
45	Ny	»	J.O.26/61	Syenitporfyr	Ruojtatjåkka	a 8
46	Ny	»	G.N.45B	»	Tjåurekah	b 3
47	Geijer 1910	G. Nyblom		» (mandelsten)	Kirunavaara	g 6
48	Ny	V. Grundulis	J.O.546B/61	Syenitporfyr	Kylvimaa	b 6
49	H. Bäckström 1898	H. Santesson		»	Kirunavaara	g 6
50	»	»		»	»	g 6
51	Geijer 1910	R. Mauzelius		»	Luossavaara	h 7
52	Ny	V. Grundulis	G.N.303D	»	Huornasj	e 1
53	Ny	»	J.O.470/61	» (albitofyr)	V om Ajtejåkk	c 6
54	Geijer 1910	G. Nyblom		Kvartsförande porfyr	Luossavaara	h 7
55	Ny	V. Grundulis	G.N.206A	»	Kaska Tjåurek	b/c3/4
56	Ny	»	J.O.599/62	»	Eustillako	a 7
57	Ny	»	G.N.244	»	Saggekirka	a 1
58	Ny	»	G.N.84D	»	S om Paittasluspa	b 5/6

Analys	Publ.	Analytiker	Prov	Bergart	Lokal	Delruta
59	Geijer 1910	K. Schröder		Kvartsförande porfyr	Kirunavaara	g/h 6
60	Ny	V. Grundulis	G.N.292	»	SO om Rassetjåkka	d 1
61	Geijer 1931	G. Assarsson		»	Ekströmsberg	b 5
62	Geijer 1910	G. Nyblom		»	Tuolluvaara	h/i 7
63	»	»		»	Luossavaara	h 7
64	H. Bäckström 1898	H. Santesson		»	Kirunavaara	g/h 6
65	Geijer 1910	R. Mauzelius		»	Sakkaravaara	i 7 el. 8
66	Ny	V. Grundulis	G.N.51	»	Skåukemjåkk	c 4
67	Geijer 1910	K. Schröder		Gångporfyr	Kirunavaara	g 6
68	» »	R. Mauzelius		»	»	g 6
69	» »	K. Schröder		»	»	g/h 6
70	» »	»		»	»	g/h 6
71	Ny	V. Grundulis	J.O.58/62	Glimmerskiffer	SO Vuotnavare	j 3
72	Ny	»	J.O.320/64	Äldre granit	Mäntynunnanen	h 9
73	Ny	»	R.L.348/62	»	Järnvägen 5 km NV Krokvik	e 9
74	Ny	»	R.F.45/61	»	SV om Saarijärvi	f 5
75	Ny	»	J.O.208/61	Gabbro	O om Tjuoutjavare	d 9
76	Ny	»	J.O.188/61	Kvartssyenit	Tjuoutjavare	c 9
77	Ny	»	B.E.127/61	Granofyrbetonad granit	S om Njakak	a 5

Tabell 2. Spektrografiska bestämningar av Cr, Ni, Co och V

Analys	ppm				Analys	ppm			
	Cr	Ni	Co	V		Cr	Ni	Co	V
1	≥1100	800	80	150	39	30	7	17	220
2	50	110	55	400	40	≤ 5	< 5	40	100
3	125	100	60	280	41	60	20	15	200
4	25	30	40	480	44	<10	<10	20	65
5	25	90	40	350	45	<10	<10	≤10	110
6	800	230	45	230	46	40	3	23	150
8	90	30	40	450	48	20	1	20	150
9	1400	490	60	260	52	20	6	6	15
10	40	30	50	510	53	<10	1	10	90
11	40	30	60	600	55	15	< 5	≤ 5	35
12	130	55	45	250	56	<10	<10	<10	20
13	70	50	55	400	57	≤ 5	≤ 5	< 5	35
14	60	40	30	220	58	< 5	< 5	< 5	25
16	35	30	35	375	60	10	< 5	< 5	15
17	20	20	45	340	66	< 5	< 5	< 5	15
18	130	50	40	220	71	155	80	20	190
19	130	65	45	250	72	≤10	<10	<10	<20
20	20	30	20	230	73	30	≤10	<10	40
21	60	25	30	360	74	<10	<10	<10	<20
22	40	10	20	360	75	250	130	40	165
23	65	25	20	200	76	15	<10	<10	45
24	70	55	40	510	77	<10	<10	<10	<20
25	25	20	45	200					
26	55	20	10	200					
28	5	5	30	200					
29	50	20	20	300					
30	100	20	20	260					
31	100	130	60	250					
34	≤10	≤5	10	60					
38	8	≤5	45	50					

Tabell 3. Kemiska analyser i viktprocent

Analys	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	BaO	Na_2O
1	42,9	0,22	8,6	3,86	6,31	0,16	24,0	7,8	<0,01	0,13
2	46,7	1,20	17,5	3,36	7,60	0,30	7,9	7,7	0,09	2,7
3	47,4	1,37	16,8	3,42	8,45	0,48	7,9	9,3	0,02	2,8
4	47,9	2,75	14,7	9,73	5,80	0,19	3,9	6,4	0,11	4,7
5	48,2	1,25	16,1	9,68	1,91	0,09	6,4	7,9	0,06	3,8
6	49,1	0,48	13,0	1,46	7,83	0,19	12,3	9,2	0,02	2,9
7	49,10	1,12	15,70	1,87	10,06	0,63	6,91	10,88	—	2,39
8	49,1	2,31	13,9	9,85	6,00	0,28	5,3	6,0	—	3,6
9	49,4	0,61	10,6	1,50	9,26	0,27	13,6	7,7	0,02	1,4
10	49,5	2,61	14,6	5,32	8,46	0,20	4,4	8,2	0,07	3,2
11	49,8	1,84	14,2	6,55	9,09	0,24	5,0	8,8	≤0,01	2,4
12	50,0	1,15	17,8	4,08	5,47	0,13	6,2	8,6	0,05	3,9
13	50,2	1,24	15,4	6,27	5,34	0,19	6,3	10,6	0,02	3,3
14	50,2	1,18	17,9	4,52	5,76	0,18	4,35	9,04	—	3,19
15	50,76	1,60	14,57	4,11	10,59	0,09	2,86	7,54	—	5,54
16	50,9	1,21	19,6	5,14	4,51	0,14	4,1	9,3	0,04	3,2
17	51,0	1,85	14,7	8,44	5,37	0,21	4,1	6,8	0,09	4,2
18	52,4	0,68	15,2	6,55	4,79	0,15	5,4	8,8	0,03	4,3
19	52,5	0,81	16,1	3,45	6,47	0,21	5,4	8,8	0,08	3,3
20	53,2	0,95	18,6	6,02	2,65	0,04	4,2	5,4	0,13	3,5
21	53,2	1,31	16,1	8,54	4,63	0,12	3,52	4,05	—	4,19
22	53,3	1,69	15,2	8,74	5,50	0,22	3,42	3,54	—	6,53
23	53,5	0,92	18,7	3,33	6,47	0,25	3,3	5,4	0,03	2,9
24	53,6	1,64	13,8	1,36	8,24	0,05	9,3	1,9	0,04	3,4
25	53,8	1,09	17,2	6,87	5,50	0,16	3,0	2,7	0,08	5,0
26	53,9	0,53	21,2	4,73	3,53	0,08	1,7	6,1	0,04	5,3
27	55,04	1,15	13,83	2,19	7,39	0,20	4,78	7.08	—	5,90
28	55,2	1,18	18,6	4,65	4,16	0,10	3,2	1,5	0,14	5,4
29	55,8	1,18	17,0	7,35	3,42	0,24	1,44	2,93	—	7,70
30	55,8	1,44	17,9	4,61	3,71	0,49	2,51	3,77	—	5,29
31	47,4	1,05	18,2	2,64	7,41	0,25	7,9	8,8	0,04	2,5
32	48,55	1,13	13,50	3,56	10,20	0,27	7,37	8,58	0,03	2.94
33	50,23	0,36	14,45	1,83	9,46	0,26	10,41	5,47	—	4,30
34	59,5	1,51	15,4	4,78	3,49	0,12	2,2	3,5	0,06	4,8
35	45,32	1,15	13,09	21,74	7,12	0,04	0,18	2,19	Spår	7,51
36	51,69	1,80	14,62	9,24	5,14	0,08	3,74	4,49	Spår	6,77
37	53,31	1,80	14,19	10,92	4,29	0,06	1,96	4,38	0,04	6,27
38	55,8	1,78	14,1	11,69	2,84	0,09	2,9	1,8	0,05	5,7
39	57,6	1,53	15,3	9,50	2,10	0,08	1,51	1,40	—	4,79
40	58,2	1,34	15,1	5,22	5,18	0,13	1,7	1,0	0,07	2,3
41	58,5	1,43	14,7	5,98	3,21	0,20	1,7	5,6	<0,01	7,9
42	59,57	1,82	15,14	5,50	1,62	0,36	2,46	3,42	—	6,13
43	59,71	0,66	16,18	4,89	2,64	0,09	1,54	3,77	—	5,93
44	60,0	0,99	17,1	4,95	1,78	<0,01	0,1	0,5	0,08	2,9
45	60,2	1,30	13,9	5,09	2,54	0,18	1,2	3,5	0,14	2,5
46	60,4	1,31	15,0	5,99	3,00	0,14	1,61	1,38	—	4,20
47	60,78	2,14	14,95	4,04	2,27	0,07	2,39	3,22	—	5,81
48	60,8	1,22	15,3	4,76	2,07	0,06	2,01	1,91	—	4,77
49	60,97	1,65	15,39	3,29	1,19	0,36	3,39	5,04	—	5,65
50	61,12	1,35	17,06	3,20	2,96	0,23	1,17	2,91	—	7,25

K_2O	P_2O_5	H_2O >105°	H_2O <105°	F	CO_2	S	Σ	Avgår O för F o. S	Σ Tot.	Analys
0,05	0,06	6,2	—	—	—	—	100,29	—	100,3	1
2,2	0,15	2,1	0,15	0,07	0,04	<0,01	99,76	0,03	99,7	2
0,7	0,26	1,1	—	—	—	—	100,06	—	100,1	3
1,9	0,84	1,4	0,18	0,10	0,05	<0,01	100,65	0,04	100,6	4
1,9	0,33	1,8	0,24	0,07	0,08	<0,01	99,81	0,03	99,8	5
0,3	0,04	2,6	0,24	<0,01	0,04	0,07	99,77	0,03	99,7	6
0,44	0,07	0,45	—	0,05	—	0,02	99,79	—	—	7
0,8	0,30	1,8	—	—	0,05	—	—	—	99,3	8
0,2	0,08	3,9	0,45	0,04	0,05	0,05	99,13	0,04	99,1	9
1,2	0,65	1,1	0,24	0.08	0,02	<0,01	99,85	0,03	99,8	10
0,6	0,21	1,5	0,08	0,03	0,05	<0,01	100,39	0,01	100,4	11
1,1	0,21	1,7	0,10	0,04	0,07	<0,01	100,60	0,02	100,6	12
0,2	0,18	1,0	0,02	0,03	0,05	<0,01	100,34	0,02	100,3	13
1,20	0,17	1,9	—	—	0,05	—	—	—	99,6	14
1,04	0,06	0,94	—	—	—	0,06	—	—	99,76	15
0,7	0,17	1,1	0,14	0,03	0,03	<0,01	100,31	0,01	100,3	16
1,6	0,45	1,1	—	—	—	—	99,91	—	99,9	17
0,6	0,18	1,1	0,03	0,03	0,05	<0,01	100,29	0,01	100,3	18
1,3	0,24	0,5	0,58	0,04	0,01	<0,01	99,79	0,01	99,8	19
3,6	0,40	0,7	0,26	0,14	0,04	0,01	99,84	0,06	99,8	20
1,28	0,49	2,1	—	—	—	—	—	—	99,5	21
0,56	0,25	1,3	—	—	—	—	—	—	100,3	22
3,3	0,28	1,5	0,34	0,06	0,03	<0,01	100,31	0,02	100,3	23
5,0	0,17	1,5	0,14	0,06	0,04	0,02	100,26	0,02	100,2	24
2,2	0,31	1,5	0,18	0,07	0,08	<0,01	99,74	0,03	99,7	25
1,5	0,19	1,3	—	—	—	—	100,10	—	100,1	26
0,36	0,08	0,77	—	—	1,28	0,01	—	—	100,06	27
3,6	0,68	1,5	0,27	0,12	0,35	<0,01	100,65	0,05	100,6	28
0,48	0,36	1,7	—	—	0,06	—	—	—	99,7	29
3,20	0,40	1,1	—	—	—	—	—	—	100,2	30
1,7	0,19	2,0	—	—	—	—	100,08	—	100,1	31
0,32	0,09	3,24	—	—	—	0,10	99,91	—	—	32
1,83	0,04	1,72	—	—	—	0,01	100,37	—	—	33
2,1	0,65	1,7	0,24	0,11	0,23	0,01	100,40	0,04	100,4	34
0,17	0,32	0,24	—	—	1,26	0,02	100,35	—	—	35
1,08	0,46	0,43	—	—	0,38	0,02	99,94	—	—	36
2,19	0,43	0,40	—	—	—	0,01	100,25	—	—	37
2,2	0,76	0,7	0,12	0,17	0,10	<0,01	100,80	0,07	100,7	38
4,29	0,58	1,2	—	—	—	—	—	—	99,9	39
8,8	0,46	1,0	0,06	0,08	0,03	<0,01	100,67	0,03	100,6	40
0,2	0,49	0,1	—	—	—	—	100,01	—	100,0	41
3,27	—	0,57	—	—	—	—	99,86	—	—	42
3,69	0,44	0,22	—	—	—	Spår	99,76	—	—	43
11,4	0,27	0,1	—	—	—	—	100,17	—	100,2	44
8,2	0,52	0,7	—	—	—	—	99,97	—	100,0	45
5,20	0,50	0,7	—	—	—	—	—	—	99,4	46
3,53	0,01	0,53	—	—	—	—	99,74	—	—	47
4,37	0,47	1,5	—	—	—	—	—	—	99,2	48
2,88	0,11	0,60	—	—	—	—	100,52	—	—	49
2,04	0,02	0,74	—	—	—	—	100,05	—	—	50

Analys	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	BaO	Na_2O
51	61,24	0,82	13,95	3,81	1,45	0,14	4,23	3,69	0,05	5,13
52	62,3	0,96	14,3	5,59	2,43	0,10	1,1	1,8	0,09	5,5
53	65,5	1,37	15,1	3,30	2,21	0,05	1,00	1,81	—	7,97
54	66,46	0,49	15,08	3,09	1,33	0,04	0,70	1,76	—	6,40
55	66,8	0,88	14,0	3,30	1,90	0,07	1,0	1,3	0,10	5,3
56	67,3	0,67	14,3	4,44	1,15	0,13	0,8	1,2	0,11	3,8
57	67,7	0,69	14,8	2,80	1,38	0,06	0,9	1,0	0,16	4,9
58	68,5	0,77	14,2	3,10	1,11	0,05	0,6	1,1	0,08	5,5
59	69,08	0,27	12,75	5,84	2,16	0,02	0,50	0,28	—	3,79
60	69,3	0,81	14,3	3,23	0,59	0,04	0,5	0,6	0,04	4,3
61	69,69	0,46	14,18	2,69	0,65	0,11	0,11	0,07	0,03	2,22
62	70,08	0,40	13,83	2,97	1,04	0,02	1,10	0,83	—	5,33
63	70,81	0,25	14,31	2,06	0,84	0,03	0,67	0,85	—	6,22
64	71,30	0,51	13,53	2,33	1,75	0,07	0,70	0,67	—	5,77
65	75,62	0,10	11,75	1,95	0,83	0,04	0,17	0,39	—	3,63
66	76,6	0,23	11,9	0,84	0,20	<0,01	0,04	0,08	0,07	1,4
67	63,82	0,38	14,81	1,63	1,25	0,07	3,48	5,26	—	6,37
68	67,79	0,63	15,29	1,05	0,59	0,06	1,70	3,03	0,06	6,89
69	67,81	0,78	14,93	1,42	0,80	0,06	1,71	2,83	—	6,45
70	69,00	0,47	14,54	0,86	0,49	0,03	0,40	2,12	—	4,42
71	59,7	0,82	19,4	1,16	6,68	0,06	3,6	0.9	0,05	1,2
72	68,5	0,57	15,3	1,55	1,47	0,02	1,0	1,1	0,13	4,9
73	71,0	0,32	14,2	1,31	1,35	0,04	1,2	2,3	0,15	4,2
74	74,6	0,24	13,2	0,43	0,72	0,02	0,8	0,5	0,08	4,3
75	49,0	0,85	18,7	2,39	6,27	0,14	8,3	9,5	0,03	2,9
76	64,0	0,82	16,8	2,21	2,37	0,09	1,2	2,1	0,06	4,3
77	65,4	0,75	15,7	1,70	1,92	0,15	1,0	1,6	0,19	4,6

K_2O	P_2O_5	H_2O >105°	H_2O <105°	F	CO_2	S	Σ	Avgår O för F o. S	Σ Tot.	Analys
4,53	0,01	0,38	—	—	0,51	0,02	99,96	—	—	51
3,1	0,36	1,5	0,22	0,07	0,82	<0,01	100,24	0,03	100,2	52
0,16	0,33	0,7	—	—	—	—	—	—	99,5	53
2,74	0,07	0,65	—	—	1,22	0,04	100,07	—	—	54
4,4	0,27	0,5	0,11	0,10	0,21	0,01	100,25	0,04	100,2	55
6,1	0,18	0,6	—	—	—	—	100,78	—	100,8	56
5,0	0,15	0,7	0,07	0,08	0,05	<0,01	100,44	0,03	100,4	57
4,3	0,18	0,5	0,10	0,06	0,44	<0,01	100,59	0,02	100,6	58
4,39	0,02	0,78	—	—	—	0,02	100,08	—	—	59
6,0	0,16	0,4	0,08	0,07	0,02	<0,01	100,28	0,03	100,3	60
9,28	0,06	0,54	—	—	—	—	100,09	—	—	61
3,84	0,02	0,47	—	—	—	0,04	99,97	—	—	62
2,15	0,06	0,55	—	—	0,88	0,02	99,70	—	—	63
3,02	0,03	0,56	—	—	—	—	100,24	—	—	64
4,91	0,01	0,20	—	—	0,22	0,03	99,85	—	—	65
8,6	<0,01	0,5	0,18	0,02	0,04	0,06	100,76	0,03	100,7	66
2,78	0,02	0,20	—	—	0,25	0,01	100,33	—	—	67
2,79	0,02	0,23	—	—	—	0,01	100,14	—	—	68
3,01	0,02	0,30	—	—	0,28	0,07	100,47	—	—	69
5,83	0,01	0,50	—	—	1,40	Spår	100,07	—	—	70
4,7	0,15	1,6	—	—	—	—	100,02	—	100,0	71
5,0	0,12	0,6	0,13	0,04	0,03	0,05	100,51	0,04	100,5	72
3,5	0,12	0,5	0,10	0,05	<0,01	0,04	100,38	0,04	100,3	73
4,6	0,04	0,7	0,14	0,01	0,09	0,02	100,49	0,01	100,5	74
0,8	0,12	0,8	0,16	0,02	0,09	0,11	100,18	0,05	100,1	75
5,4	0,21	0,6	0,15	0,09	<0,01	0,05	100,45	0,06	100,4	76
5,7	0,16	0,7	0,20	0,06	0,03	0,02	99,88	0,03	99,9	77

Tabell 4. QLM- och Nigglivärden

Analys	Q	L	M	Sp	Hz	Ru+ Cp+Fr	π	γ	k
1	18,0	14,7	66,9	—	—	0,4	0,95	0,07	0,18
2	25,9	40,7	32,2	—	—	1,2	0,44	0,07	0,34
3	27,0	36,7	34,7	—	—	1,5	0,52	0,12	0,13
4	24,6	41,4	30,2	—	—	3,8	0,20	0,14	0,21
5	26,0	40,9	31,2	—	—	1,7	0,32	0,15	0,25
6	25,7	29,9	44,4	—	—	0,4	0,44	0,16	0,06
7	29,4	33,4	36,1	—	—	1,0	0,56	0,20	0,10
8	29,2	35,7	32,9	—	—	2,3	0,34	0,08	0,12
9	29,3	22,5	47,7	—	—	0,6	0,62	0,10	0,08
10	30,1	36,2	30,4	—	—	3,2	0,38	0,15	0,20
11	31,5	32,3	34,4	—	—	1,8	0,51	0,15	0,13
12	28,8	42,0	27,9	—	—	1,3	0,40	0,15	0,16
13	29,7	35,0	34,0	—	—	1,3	0,47	0,22	0,04
14	32,3	41,3	25,2	—	—	1,2	0,47	0,16	0,20
15	26,5	41,5	30,7	—	—	1,3	0,17	0,25	0,11
16	33,9	42,7	22,1	—	—	1,2	0,53	0,12	0,12
17	29,4	39,4	29,1	—	—	2,2	0,26	0,16	0,20
18	30,3	38,0	30,7	—	—	1,0	0,33	0,21	0,08
19	32,4	38,3	28,3	—	—	1,1	0,40	0,18	0,21
20	33,3	46,9	18,2	—	—	1,5	0,32	0,00	0,40
21	35,0	39,1	21,3	2,7	—	1,9	0,28	0,00	0,17
22	29,2	44,2	24,9	—	—	1,7	0,14	0,07	0,05
23	35,6	43,5	17,7	2,0	—	1,2	0,35	0,00	0,43
24	27,4	40,6	30,5	—	—	1,4	0,11	0,01	0,49
25	33,0	43,5	18,7	3,5	—	1,3	0,17	0,00	0,22
26	34,7	51,6	12,5	0,4	—	0,9	0,34	0,00	0,16
27	30,8	39,5	28,7	—	—	1,0	0,16	0,26	0,04
28	33,1	44,1	12,7	7,8	—	2,3	0,04	0,00	0,30
29	32,6	50,1	15,7	—	—	1,6	0,13	0,04	0,04
30	33,5	49,5	15,2	—	—	1,9	0,19	0,01	0,29
31	27,6	40,0	31,2	—	—	1,3	0,51	0,09	0,31
32	28,3	31,9	38,6	—	—	1,0	0,45	0,16	0,06
33	23,5	38,1	38,1	—	—	0,3	0,23	0,10	0,22
34	40,5	42,8	13,9	0.6	—	2,4	0,19	0,00	0,22
35	18,2	44,6	35,7	—	—	1,5	0,02	0,07	0,02
36	25,7	44,5	27,6	—	—	2,3	0,09	0,14	0,10
37	27,6	44,8	25,4	—	—	2,1	0,06	0,18	0,19
38	32,6	41,3	21,1	2,0	—	3,1	0,05	0,00	0,20
39	36,0	44,6	14,8	2,4	—	2,2	0,05	0,00	0,37
40	35,5	46,2	14,6	1,7	—	2,0	0,03	0,00	0,72
41	32,9	45,3	19,9	—	—	2.0	0,05	0,31	0,02
42	34,8	47,1	16,8	—	—	1,3	0,05	0,23	0,26
43	35,5	49,0	14,3	—	—	1,3	0,08	0,20	0,29
44	34,6	56,3	7,9	—	—	1,3	0,00	0,03	0,72
45	37,7	45,4	15,0	—	—	1,9	0,03	0,25	0,68
46	39,2	44,4	12,7	1,8	—	1,9	0,05	0,00	0,45
47	36,7	46,4	15,4	—	—	1,5	0,06	0,23	0,28
48	39,8	46,3	11,7	0,4	—	1,8	0,09	0,00	0,38
49	36,6	45,0	17,2	—	—	1,2	0,11	0,29	0,25
50	37,2	50,7	11,2	—	—	0,9	0,09	0,17	0,16

mg	ω	si	qz	al	fm	c	alk	ti	p	Analys
0,81	0,35	74,5	— 26,7	8,8	76,4	14,5	0,3	0,3	0,1	1
0,56	0,28	107	— 29,9	23,7	48,0	19,0	9,3	2,1	0,1	2
0,54	0,27	105	— 22,5	22,1	48,8	22,2	7,0	2,3	0,4	3
0,32	0,60	121	— 37,1	21,9	46,0	17,5	14,6	5,3	0,9	4
0,52	0,82	116,5	— 30,7	22,9	44,7	20,6	11,8	2,3	0,3	5
0,70	0,15	105	— 19,9	16,5	56,0	21,1	6,4	0,8	0,1	6
0,50	0,15	112	— 11,3	21,0	46,8	26,5	5,7	1,9	0,1	7
0,38	0,60	125	— 15,2	20,8	52,7	16,4	10,1	4,4	0,4	8
0,69	0,13	109	— 4,2	13,8	64,8	18,2	3,3	1,1	0,1	9
0,37	0,36	127	— 13,4	22,0	45,4	22,6	10,0	5,1	0,8	10
0,37	0,39	122,5	— 4,3	20,5	49,6	23,2	6,7	3,4	0,1	11
0,55	0,40	121	— 22,3	25,5	41,1	22,5	10,9	2,2	0,1	12
0,50	0,52	118	— 13,0	21,4	44,1	26,7	7,8	2,1	0,1	13
0,44	0,41	129	— 11.2	27,1	38,1	24,8	10,0	1,8	0,2	14
0,26	0,26	130	— 31,4	22,0	41,8	20,8	15,4	2,9	0,2	15
0,44	0,50	131	— 5,5	29,7	35,5	25,7	9,1	2,3	0,2	16
0,36	0,58	134	— 18,3	22,8	45,0	19.1	13,1	3,7	0,6	17
0,47	0,55	131	— 13,9	22,4	42,8	23,6	11,2	1,4	0,2	18
0,49	0,33	134	— 7,2	24,2	41,4	24,2	10,2	1,5	0,2	19
0,48	0,67	150	— 13,8	30,8	36,8	16,4	16,0	2,0	0,5	20
0,34	0,62	155	+ 11,2	27,7	45,4	12,6	14,3	2,8	0,7	21
0,31	0,59	149	— 25,4	25,0	45,9	10,5	18,6	3,5	0,3	22
0,38	0,32	154	+ 14,7	31,6	37,7	16,6	14,2	1,9	0,3	23
0,63	0,14	139	— 28,3	21,0	56,9	5,3	16,8	3,1	0,2	24
0,31	0,53	160	— 14,7	30,1	42,6	8,7	18,6	2,5	0,4	25
0,28	0,55	158	— 13,6	36,6	26,5	19,2	17,8	1,2	0,2	26
0,47	0,21	149	— 15,5	22,1	41,1	20,7	16,1	2,4	0,1	27
0,40	0,50	173	— 20,9	34,3	36,9	5,3	23,5	2,8	0,9	28
0,20	0,66	176	— 22,0	31,7	33,9	9,9	24,5	2,8	0,5	29
0,35	0,53	172	— 16,3	32,5	33,1	12,4	22,0	3,3	0,6	30
0,58	0,24	108	— 23,5	24,5	46,0	21,5	7,9	1,9	0,1	31
0,49	0,24	114	— 14,1	18,6	52,8	21,6	7,1	2,0	0,1	32
0,62	0,15	112	— 35,0	19,1	56,1	13,0	11,8	0,7	0,1	33
0,33	0,55	216	+ 47,6	33,0	36,0	13,8	17,2	4,1	1,1	34
0,01	0,73	113	— 60,6	19,2	56,4	5,9	18,5	2,3	0,3	35
0,33	0,62	138	— 39,6	22,9	44,9	12,8	19,4	3,7	0,4	36
0,20	0,70	150	— 34,5	23,7	41,9	13,2	21,2	3,9	0,5	37
0,28	0,79	170,5	— 13,9	25,3	47,5	6,1	21,1	4,2	1,1	38
0,20	0,80	198	+ 2,0	31,0	38,4	5,2	25,4	4,0	0,8	39
0,23	0,47	203	— 6,1	31,0	37,8	4,0	27,2	3,6	0,8	40
0,25	0,63	181	— 14,9	26,8	30,7	18,6	24,0	3,4	0,7	41
0,39	0,76	198	— 9,2	29,7	31,3	12,2	26,8	4,6	—	42
0,28	0,62	200	— 8,8	31,9	27,5	13,5	27,1	1,8	0,6	43
0,02	0,71	230	— 24,7	38,7	20,5	2,1	38,7	2,0	0,5	44
0,23	0,64	219	+ 7,4	29,7	28,7	13,6	28,0	3,5	0,9	45
0,25	0,64	222	+ 13,6	32,4	35,0	5,4	27,1	3,6	0,9	46
0,42	0,61	212	+ 2,1	30,8	29,9	11,9	27,4	5,6	0,0	47
0,36	0,68	227	+ 16,2	33,6	31,1	7,7	27,6	3,4	0,8	48
0,57	0,71	199	+ 3,4	29,6	28,8	17,7	23,9	4,1	0,2	49
0,26	0,49	215,5	— 2,5	35,6	23,9	11,0	29,5	3,6	0,0	50

Analys	Q	L	M	Sp	Hz	Ru+Cp+Fr	π	γ	k
51	35,4	44,5	19,5	—	—	0,6	0,02	0,26	0,37
52	41,6	45,2	11,7	—	—	1,5	0,07	0,03	0,27
53	43,3	46,4	8,7	—	—	1,6	0,06	0,07	0,01
54	45,0	47,2	7,3	—	—	0,5	0,06	0,15	0,22
55	44,4	45,5	9,0	—	—	1,1	0,02	0,12	0,36
56	45,9	45,1	8,3	—	—	0,7	0,05	0,07	0,52
57	45,8	46,7	6,8	—	—	0,7	0,04	0,04	0,40
58	46,3	45,9	6,7	—	—	1,1	0,02	0,12	0,34
59	49,5	38,9	9,8	1,6	—	0,2	0,02	0,00	0,42
60	48,2	45,9	4,8	0,2	—	0,9	0,03	0,00	0,48
61	49,3	45,9	3,5	0,3	0,5	0,5	0,00	0,00	0,73
62	48,7	44,0	7,0	—	—	0,3	0,03	0,07	0,32
63	51,0	43,8	4,1	0,7	—	0,4	0,05	0,00	0,19
64	49,9	43,1	6,6	—		0,3	0,03	0,05	0,26
65	57,8	38,5	3,6	—	—	0,1	0,02	0,06	0,47
66	59,1	39,3	1,1	0,1	—	0,3	0,01	0,00	0,80
67	37,8	45,2	16,8	—	—	0,3	0,05	0,39	0,23
68	43,0	47,6	9,0	—	—	0,4	0,03	0,41	0,21
69	43,8	46,3	9,1	—	—	0,6	0,04	0,36	0,24
70	48,2	46,7	4,7	—	—	0,3	0,03	0,50	0,47
71	46,5	26,1	7,8	15,3	3,3	0,9	0,08	0,00	0,72
72	46,9	47,0	5,5	—	—	0,6	0,06	0,01	0,40
73	52,6	41,1	5,9	—	—	0,4	0,14	0,08	0,35
74	55,3	41,5	2,8	0,3	—	0,2	0,04	0,00	0,42
75	29,0	39,8	30,4	—	—	0,8	0,54	0,11	0,15
76	42,9	48,0	7,2	0,9	—	1,0	0,11	0,00	0,45
77	43,8	48,6	6,8	—	—	0,8	0,07	0,08	0,45

mg	ω	si	qz	al	fm	c	alk	ti	p	Analys
0,60	0,71	200	— 3,6	26,9	34,3	12,9	25,9	2,0	0,0	51
0,20	0,67	243	+ 28,5	32,8	30,9	7,7	28,6	2,8	0,7	52
0,26	0,57	268	+ 40,0	36,3	23,9	7,9	31,9	4,3	0,6	53
0,23	0,68	287,5	+ 50,3	38,4	19,2	8,1	34,3	1,6	0,2	54
0,27	0,61	388	+151	35,5	24,1	6,2	34,2	2,8	0,5	55
0,22	0,77	294	+ 61,0	36,7	24,4	5,5	33,3	2,4	0,3	56
0,29	0,65	302	+ 60,5	38,9	20,6	5,1	35,4	2,4	0,3	57
0,21	0,72	313	+ 64,6	38,1	19,2	5,7	37,0	2,7	0,5	58
0,10	0,71	323	+ 98,5	35,1	32,3	1,4	31,2	1,1	0,1	59
0,20	0,83	335,5	+ 80,7	40,7	17,4	3,2	38,7	2,9	0,3	60
0,04	0,79	361	+ 93,0	43,5	14,3	0,3	41,9	1,9	0,2	61
0,35	0,73	328	+ 85,0	38,2	21,9	4,2	35,7	1,4	0,1	62
0,30	0,68	355	+107	42,2	16,3	4,5	37,0	1,2	0,2	63
0,24	0,54	347	+101	38,9	21,1	3,5	36,5	1,8	0,1	64
0,10	0,68	459,5	+197,5	42,0	15,0	2,5	40,5	0,4	0,0	65
0,07	0,77	516	+285	47,4	5,7	0,8	46,2	1,2	0,0	66
0,69	0,53	214	+ 6,6	29,2	25,2	18,9	26,8	1,0	0,0	67
0,65	0,64	275	+ 37,8	36,6	15,9	13,2	34,4	2,0	0,0	68
0,58	0,62	279	+ 44,5	36,1	17,8	12,6	33,6	2,5	0,0	69
0,36	0,61	338	+ 81,5	41,8	8,2	10,9	39,1	1,8	0,0	70
0,45	0,14	211	+ 52,2	40,3	41,7	3,4	14,6	2,1	0,4	71
0,38	0,50	311	+ 67,0	40,9	17,7	5,4	36.0	2,2	0,3	72
0,46	0,46	338	+118	39,7	18,6	11,7	30,0	1,1	0,3	73
0,57	0,33	427	+168	44,3	12,0	3,1	40,6	1,0	0,1	74
0,63	0,26	112	— 18,5	24,9	44,5	23,1	7,5	1,5	0,2	75
0,33	0,46	254	+ 43,1	39,3	21,9	8,8	30,0	2,4	0,3	76
0,34	0,45	278,5	+ 41,4	39,4	18,9	7,4	34,3	2,6	0,4	77

Tabell 5. Basismolekyler

Analys	Q	Kp	Ne	Cal	Sp	Ns	Cs	Fs	Fa	Fo	Ru	Cp	Analys
1	18,0	0,1	0,7	13,9	—	—	4,8	4,0	7,6	50,5	0,2	0,2	1
2	25,9	8,1	14,7	17,9	—	—	2,4	3,6	9,5	16,7	0,9	0,3	2
3	27,0	2,4	15,3	19,0	—	—	4,0	3,7	10,5	16,5	1,0	0,5	3
4	24,6	7,2	26,1	8,1	—	—	4,1	10,5	7,2	8,4	2,0	1,8	4
5	26,0	6,9	21,0	13,0	—	—	4,8	10,4	2,3	13,7	0,9	0,8	5
6	25,7	1,0	15,9	13,1	—	—	7,3	1,6	9,4	25,7	0,3	0,1	6
7	29,4	1,5	13,1	18,8	—	—	7,0	2,0	12,6	14,5	0,8	0,1	7
8	29,2	3,0	20,4	12,3	—	—	2,7	10,8	7,7	11,6	1,7	0,6	8
9	29,3	0,7	7,9	13,9	—	—	4,9	1,7	11,6	29,5	0,5	0,1	9
10	30,1	4,5	18,0	13,7	—	—	4,7	5,7	10,5	9,5	1,9	1,3	10
11	31,5	2,4	13,5	16,4	—	—	5,0	7,2	11,4	10,8	1,3	0,5	11
12	28,8	3,9	21,3	16,8	—	—	4,1	4,4	6,5	12,9	0,8	0,5	12
13	29,7	0,6	18,0	16,4	—	—	7,4	6,8	6,6	13,2	0,8	0,5	13
14	32,3	4,3	17,7	19,2	—	—	3,9	4,9	7,1	9,3	0,9	0,4	14
15	26,5	3,8	30,5	7,2	—	—	7,7	4,3	12,7	6,0	1,1	0,2	15
16	33,9	2,7	17,4	22,6	—	—	2,6	5,4	5,4	8,7	0,9	0,3	16
17	29,4	5,9	23,3	10,3	—	—	4,5	9,3	6,5	8,8	1,3	0,9	17
18	30,3	2,1	23,4	12,5	—	—	6,5	6,9	5,9	11,4	0,5	0,5	18
19	32,4	4,8	18,0	15,5	—	—	5,1	3,8	8,0	11,4	0,6	0,5	19
20	33,3	12,9	19,2	14,8	—	—	—	6,3	3,1	8,8	0,7	0,8	20
21	35,0	4,8	23,5	10,8	2,7	—	—	9,3	5,7	6,3	0,9	1,0	21
22	29,2	2,1	35,8	6,3	—	—	1,7	9,3	6,8	7,2	1,2	0,5	22
23	35,6	12,0	16,1	15,4	2,0	—	—	3,6	8,1	6,0	0,6	0,6	23
24	27,4	17,7	18,3	4,6	—	—	0,3	1,4	9,6	19,2	1,1	0,3	24
25	33,0	8,4	27,6	7,5	3,5	—	—	7,4	6,8	4,5	0,8	0,5	25
26	34,7	5,4	28,8	17,4	0,4	—	—	4,9	4,2	3,4	0,4	0,5	26
27	30,8	1,2	32,0	6,3	—	—	7,4	2,4	8,9	10,0	0,8	0,2	27
28	33,1	12,9	29,4	1,8	7,8	—	—	5,0	5,0	2,7	0,8	1,5	28
29	32,6	1,8	42,0	6,4	—	—	0,6	7,8	4,3	3,0	0,8	0,7	29
30	33,5	11,4	28,7	9,4	—	—	0,2	4,9	5,0	5,2	1,0	0,8	30
31	27,6	6,0	13,8	20,2	—	—	2,8	2,8	9,0	16,6	0,8	0,5	31
32	28,3	1,1	16,6	14,3	—	—	6,1	3,8	12,7	16,0	0,8	0,2	32
33	23,5	6,4	23,0	8,8	—	—	3,6	1,9	11,2	21,3	0,3	—	33
34	40,5	7,8	26,7	8,1	0,6	—	—	5,1	4,4	4,4	1,1	1,3	34
35	18,2	0,5	43,0	1,1	—	—	2,4	24,2	8,8	0,4	0,9	0,6	35
36	25,7	3,9	36,8	3,8	—	—	4,0	9,7	6,1	7,9	1,3	1,0	36
37	27,6	8,0	34,3	2,5	—	—	4,6	11,6	5,1	4,1	1,3	0,8	37
38	32,6	8,0	31,3	2,0	2,0	—	—	12,5	3,4	5,2	1,3	1,6	38
39	36,0	15,6	26,6	2,3	2,4	—	—	10,2	2,6	2,0	1,1	1,1	39
40	35,5	32,4	12,6	1,2	1,7	—	—	5,6	6,3	2,7	1,0	1,0	40
41	32,9	0,7	42,2	2,4	—	—	6,2	6,2	4,0	3,5	1,0	1,0	41
42	34,8	11,5	33,1	2,5	—	—	3,8	5,7	2,2	5,1	1,3	—	42
43	35,5	13,2	31,8	4,0	—	—	2,8	5,1	3,2	3,2	0,5	0,8	43
44	34,6	40,8	15,5	—	—	0,2	0,3	5,2	2,1	0.2	0,7	0,6	44
45	37,7	30,1	13,9	1,4	—	—	3,7	5,5	3,2	2,6	0,9	1,0	45
46	39,2	18,8	23,1	2,4	1,8	—	—	6,4	3,8	2,6	0.9	1,0	46
47	36,7	12,5	31,3	2,6	—	—	3,5	4,2	2,7	5,0	1,5	—	47
48	39,8	15,8	26,4	4,1	0,4	—	—	5,1	2,5	4,1	0,9	1,0	48
49	36,6	10,2	30,0	4,8	—	—	5,0	3,5	1,8	6,9	1,2	0,3	49
50	37,2	7,1	38,8	4,8	—	—	1,9	3,3	3,6	2,4	0,9	—	50

Analys	Q	Kp	Ne	Cal	Sp	Hz	Cs	Fs	Fa	Fo	Ru	Cp	Analys
51	35,4	16,1	27,5	0,9	—	—	5,0	4,0	1,8	8,7	0,6	—	51
52	41,6	11,4	30,6	3,2	—	—	0,3	6,0	3,0	2,4	0,7	0,8	52
53	43,3	0,5	42,9	3,0	—	—	0,6	3,4	2,6	2,1	1,0	0,7	53
54	45,0	9,8	34,7	2,7	—	—	1,1	3,3	1,5	1,4	0,3	0,2	54
55	44,4	15,9	28,8	0,8	—	—	1,1	3,5	2,3	2,1	0,6	0,5	55
56	45,9	22,2	20,7	2,2	—	—	0,6	4,6	1,5	1,6	0,5	0,2	56
57	45,8	18,0	26,7	2,0	—	—	0,3	3,0	1,7	1,8	0,5	0,2	57
58	46,3	15,3	29,7	0,9	—	—	0,8	3,3	1,4	1,2	0,6	0,5	58
59	49,5	16,0	22,0	0,9	1,6	—	—	6,2	2,6	1,0	0,2	—	59
60	48,2	21,3	23,4	1,2	0,2	—	—	3,3	0,6	0,9	0,6	0,3	60
61	49,3	33,6	12,3	—	0,3	0,5	—	2,9	0,6	—	0,3	0,2	61
62	48,7	13,7	28,8	1,5	—	—	0,5	3,1	1,2	2,2	0,3	—	62
63	51,0	7,8	33,9	2,1	0,7	—	—	2,2	1,0	0,9	0,2	0,2	63
64	49,9	10,7	31,1	1,3	—	—	0,3	2,4	2,2	1,7	0,3	—	64
65	57,8	17,7	19,9	0,9	—	—	0,2	2,1	1,0	0,3	0,1	—	65
66	59,1	31,4	7,7	0,3	0,1	—	—	0,8	0,3	0,1	0,2	—	66
67	37,8	9,6	33,4	2,1	—	—	6,6	1,6	1,6	7,0	0,3	—	67
68	43,0	9,8	36,4	1,4	—	—	3,7	1,1	0,7	3,4	0,4	—	68
69	43,8	10,5	34,1	1,7	—	—	3,3	1,4	1,0	3,4	0,6	—	69
70	48,2	21,0	24,2	1,5	—	—	2,4	0,9	0,6	0,9	0,3	—	70
71	46,5	17,2	6,7	2,2	15,3	3,3	—	1,3	6,5	—	0,6	0,3	71
72	46,9	17,7	26,4	3,0	—	—	0,0	1,7	1,7	2,1	0,4	0,1	72
73	52,6	12,5	22,9	5,7	—	—	0,5	1,4	1,6	2,5	0,2	0,1	73
74	55,3	16,6	23,4	1,5	0,3	—	—	0,4	0,8	1,6	0,2	—	74
75	29,0	2,8	15,7	21,3	—	—	3,3	2,5	7,4	17,2	0,6	0,1	75
76	42,9	19,3	23,3	5,4	0,9	—	—	2,3	2,8	2,1	0,6	0,4	76
77	43,8	20,4	24,9	3,3	—	—	0,5	1,8	2,4	2,1	0,6	0,3	77

Tabell 6. Kata—ekvivalentnormer

Analys	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Ac	Wo	En	Hy
1	—	—	0,2	1,1	23,2	—	—	6,4	27,6	7,2
2	—	—	13,5	24,5	29,8	—	—	3,2	0,8	0,4
3	—	—	4,0	25,5	31,7	—	—	5,3	1,6	10,3
4	—	—	12,0	43,5	13,5	—	—	5,5	6,0	—
5	—	—	11,5	35,0	21,7	—	—	6,4	5,6	—
6	—	—	1,7	26,4	21,8	—	—	9,7	6,0	11,1
7	—	—	2,6	21,8	31,4	—	—	9,4	8,6	14,4
8	6,8	—	5,0	34,0	20,5	—	—	3,6	15,5	—
9	0,4	—	1,2	13,1	23,2	—	—	6,5	39,3	13,8
10	3,6	—	7,5	30,0	22,8	—	—	6,2	12,6	6,4
11	7,1	—	4,0	22,5	27,3	—	—	6,6	14,4	7,8
12	—	—	6,5	35,5	28,0	—	—	5,5	6,4	1,6
13	2,8	—	1,0	30,0	27,3	—	—	9,8	17,6	2,6
14	2,3	—	7,1	29,5	32,0	—	—	5,2	12,4	4,4
15	—	—	6,3	41,8	12,0	5,5	—	10,3	4,2	6,1
16	4,5	—	4,5	29,0	37,8	—	—	3,2	11,6	1,8
17	3,9	—	9,8	38,8	17,1	—	—	6,0	11,7	—
18	2,3	—	3,5	39,0	20,8	—	—	8,6	15,2	2,2
19	2,0	—	8,0	30,0	25,8	—	—	6,8	15,2	6,8
20	2,2	0,1	21,5	32,0	24,5	—	—	—	11,8	—
21	10,9	1,8	8,0	39,1	18,0	—	—	—	10,3	—
22	2,0	—	3,5	59,5	10,5	—	—	2,3	9,6	0,4
23	4,3	1,3	20,0	26,9	25,7	—	—	—	9,4	7,1
24	—	—	29,5	30,5	7,7	—	—	0,4	4,3	1,6
25	4,9	2,3	14,0	46,0	12,5	—	—	—	8,4	2,4
26	1,3	0,3	9,0	48,0	29,0	—	—	—	4,8	1,5
27	—	—	2,0	53,4	10,5	—	—	9,9	8,5	5,6
28	2,8	5,2	21,5	49,0	3,0	—	—	—	8,8	1,6
29	1,9	—	3,0	70,0	10,7	—	—	0,8	4,0	—
30	1,3	—	19,0	47,8	15,7	—	—	0,2	6,9	1,4
31	—	—	10,0	23,0	33.7	—	—	3,7	5,2	2,0
32	—	—	1,8	27,6	23,8	—	—	8,1	16,5	12,8
33	—	—	10,7	30,2	14,6	4,8	—	4,8	3,3	1,5
34	13,6	0,4	13,0	44,5	13,5	—	—	—	6,2	0,2
35	—	—	0,9	68,1	1,8	2,1	—	3,2	0,5	—
36	—	—	6,5	57,9	6,3	2,0	—	5,3	5,3	—
37	0,5	—	13,3	57,2	4,1	—	—	6,1	5,5	—
38	7,4	0,9	13,5	52,5	4,0	—	—	—	8,2	—
39	9,1	1,6	26,0	44,3	3,9	—	—	—	4,3	—
40	6,1	1,3	54,0	21,0	1,5	—	—	—	4,8	2,6
41	2,8	—	1,1	70,4	4,0	—	—	8,3	4,6	—
42	3,0	—	19,2	55,2	4,1	—	—	5,1	6,8	—
43	3,7	—	22,0	53,0	6,6	—	—	3,7	4,3	—
44	—	—	68,0	23,7	—	1,3	0,5	0,3	0,2	—
45	8,4	—	50,1	23,1	2,4	—	—	4,9	3,5	—
46	11,5	1,2	31,4	38,5	4,0	—	—	—	4,7	—
47	5,3	—	20,8	52,2	4,3	—	—	4,7	6,7	—
48	9,9	0,3	26,4	44,0	6,8	—	—	—	5,7	—
49	6,1	—	17,0	50,0	8,0	—	—	5,0	9,2	—
50	4,0	—	11,8	64,7	8,0	—	—	2,5	3,2	0,7

Fo	Fa	Mt	Hm	Ilm	Ap	Ana-lys
29,8	—	4,0	—	0,4	0,2	1
16,1	6,0	3,6	—	1,8	0,3	2
15,3	—	3,7	—	2,0	0,5	3
3,9	—	8,4	1,4	4,0	1,8	4
9,5	—	1,8	5,7	1,8	0,8	5
21,2	—	1,6	—	0,7	0,1	6
8,1	—	2,0	—	1,6	0,1	7
—	—	10,2	0,4	3,4	0,6	8
—	—	1,7	—	0,9	0,1	9
—	—	5,7	—	3,8	1,3	10
—	—	7,2	—	2,6	0,5	11
8,1	1,9	4,4	—	1,6	0,5	12
—	—	6,8	—	1,6	0,5	13
—	—	4,9	—	1,8	0,4	14
2,9	4,2	4,3	—	2,3	0,2	15
—	—	5,4	—	1,8	0,3	16
—	—	9,0	0,2	2,6	0,9	17
—	—	6,9	—	1,0	0,5	18
—	—	3,8	—	1,2	0,5	19
—	—	4,2	1,4	1,4	0,8	20
—	—	8,6	0,5	1,8	1,0	21
—	—	9,3	—	2,4	0,5	22
—	—	3,6	—	1,3	0,6	23
16,0	6,0	1,4	—	2,2	0,3	24
—	—	7,4	—	1,6	0,5	25
—	—	4,9	—	0,8	0,5	26
3,6	2,3	2,4	—	1,6	0,2	27
—	—	5,0	—	1,6	1,5	28
—	—	6,2	1,1	1,6	0,7	29
—	—	4,9	—	2,0	0,8	30
12,7	4,9	2,8	—	1,6	0,5	31
3,6	—	3,8	—	1,6	0,2	32
18,8	8,7	1,9	—	0,6	—	33
—	—	5,1	—	2,2	1,3	34
—	—	14,8	6,2	1,8	0,6	35
3,9	—	8,3	1,0	2,6	1,0	36
—	—	6,2	3,6	2,6	0,8	37
—	—	3,0	6,3	2,6	1,6	38
—	—	1,8	5,6	2,2	1,1	39
—	—	5,6	—	2,0	1,1	40
—	—	5,0	0,8	2,0	1,0	41
—	—	0,4	3,6	2,6	—	42
—	—	4,8	0,2	1,0	0,8	43
—	—	2,0	2,0	1,5	0,6	44
—	—	3,6	1,2	1,8	1,0	45
—	—	4,8	1,1	1,8	1,0	46
—	—	0,8	2,2	3,0	—	47
—	—	2,2	2,0	1,8	0,9	48
—	—	—	2,3	2,4	—	49
—	—	3,3	—	1,8	—	50

Analys	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Ac	Wo	En	Hy
51	3,2	—	26,8	45,8	1,5	—	—	6,7	11,6	—
52	13,6	—	19,0	51,0	5,3	—	—	0,4	3,2	—
53	13,5	—	0,8	71,5	5,0	—	—	0,8	2,8	—
54	14,3	—	16,4	57,8	4,5	—	—	1,5	1,9	—
55	15,1	—	26,5	48,0	1,3	—	—	1,4	2,8	—
56	17,2	—	37,0	34,5	3,7	—	—	0,8	2,1	—
57	15,7	—	30,0	44,5	3,3	—	—	0,2	2,4	—
58	16,7	—	25,5	49,5	1,5	—	—	1,0	1,6	—
59	25,8	1,2	26,6	36,6	1,5	—	—	—	2,3	—
60	18,5	0,1	35,5	39,0	2,0	—	—	—	1,4	—
61	19,8	0,6	55,8	20,5	—	—	—	—	0,3	0,3
62	19,9	—	22,8	48,0	2,5	—	—	0,7	2,9	—
63	22,4	0,4	13,0	56,5	3,5	—	—	—	1,7	—
64	21,7	—	17,9	51,8	2,1	—	—	0,4	2,3	0,7
65	33,0	—	29,5	33,2	1,5	—	—	0,3	0,4	—
66	33,2	—	52,3	12,8	0,4	—	—	—	0,1	—
67	4,0	—	16,0	55,7	3,5	—	—	8,8	9,3	0,4
68	9,5	—	16,3	60,7	2,3	—	—	5,0	4,6	—
69	11,5	—	17,5	56,9	2,9	—	—	4,4	4,6	—
70	16,5	—	35,0	40,4	2,5	—	—	3,2	1,1	—
71	22,1	12,4	28,7	11,2	3,7	—	—	—	10,4	8,6
72	16,0	—	29,5	43,9	5,0	—	—	0,1	2,8	0,2
73	24,8	—	20,8	38,2	9,6	—	—	0,6	3,4	0,8
74	27,2	0,2	27,7	38,9	2,5	—	—	—	2,2	0,5
75	—	—	4,7	26,1	35,6	—	—	4,4	4,8	7,0
76	11,1	0,6	32,1	38,8	9,1	—	—	—	3,4	1,1
77	11,5	—	34,0	41,6	5,5	—	—	0,7	2,8	0,9

Fo	Fa	Mt	Hm	Ilm	Ap	Ana-lys
—	—	1,8	1,4	1,2	—	51
—	—	3,9	1,4	1,4	0,8	52
—	—	2,2	0,8	2,0	0,7	53
—	—	2,0	0,8	0,6	0,2	54
—	—	2,7	0,5	1,2	0,5	55
—	—	1,4	2,1	1,0	0,2	56
—	—	1,8	0,8	1,0	0,3	57
—	—	0,9	1,6	1,2	0,5	58
—	—	4,6	1,0	0,4	—	59
—	—	—	2,2	1,0	0,3	60
—	—	0,2	1,8	0,6	0,1	61
—	—	1,4	1,2	0,6	—	62
—	—	1,4	0,5	0,4	0,2	63
—	—	2,4	—	0,6	—	64
—	—	1,6	0,3	0,2	—	65
—	—	—	0,5	0,3	—	66
—	—	1,6	—	0,5	—	67
—	—	0,2	0,7	0,9	—	68
—	—	0,3	0,7	1,1	—	69
—	—	0,2	0,5	0,7	—	70
—	—	1,3	—	1,2	0,3	71
—	—	1,7	—	0,9	0,1	72
—	—	1,4	—	0,4	0,1	73
—	—	0,4	—	0,3	—	74
13,6	—	2,5	—	1,2	0,1	75
—	—	2,3	—	1,1	0,4	76
—	—	1,8	—	1,1	0,3	77

Tabell 7. Specifika vikter

Analys	Spec. vikt	Bergart
1	2,95	Klorit-strålstensbergart
2	3,01	Basaltisk grönsten
3	3,08	»
4	3,05	»
5	2,93	»
6	2,95	Klorit-strålstensbergart
7	3,07	Basaltisk grönsten
8	3,04	»
9	2,98	Klorit-strålstensbergart
11	3,09	Basaltisk/andesitisk grönsten
13	2,89	Basaltisk grönsten
14	2,91	Andesitisk »
15	3,00	Basaltisk (spilitisk) grönsten
17	2,93	Andesitisk grönsten
19	2,95	Basaltisk »
20	2,78	Andesitisk »
21	2,87	» »
22	2,93	» »
23	2,89	» »
26	2,81	» »
27	2,90	Basaltisk (spilitisk) grönsten
29	2,77	Andesitisk grönsten
30	2,80	Omvandlad andesitisk grönsten
31	2,86	Intrusiv grönsten
34	2,80	Intermediär porfyrit
38	2,88	Mörk syenitporfyr
39	2,79	»
41	2,80	Syenitporfyr (albitofyr)
45	2,77	Syenitporfyr
46	2,76	»
48	2,72	»
53	2,71	»
55	2,70	Kvartsförande porfyr
58	2,69	»
72	2,68	Granit
73	2,67	»
75	2,97	Gabbro
76	2,63	Kvartssyenit
77	2,69	Granofyrbetonad granit

Tabell 8. Volumetriska bestämningar av kemiskt analyserade prover

	Analys								
	3	14	16	21	22	29	39	44	45
Antal räknade punkter	814	980	1002	1102	1072	958	1219	818	839
Kvarts	+	0,9				+		+	11,2[1]
Kalifältspat		+				0,4		85,3	8,5
Plagioklas	20,6	35,4	45,2	50,1	48,8	58,9	46,1		57,7
Amfibol	65,7	39,3	36,5		34,0	7,0			8,2
Biotit	10,7	3,1	6,9	20,8		+	19,7		0,3
Klorit				4,2	+	0,2		+	
Muskovit-sericit.		2,1			+		14,7	+	
Epidot		15,6	2,7	13,0		[1]10,0			
Kalcit						0,1			
Malmmineral	2,7	2,3	4,0	11,5	15,8	18,2	19,9	11,6	8,7
Titanit			4,7		1,4	4,5		2,2	4,9
Apatit	0,3			0,5	+	0,1	+	0,9	0,5
Skapolit		1,2							
Oidentif. mineral						0,6			

[1] Huvudsakligen i mandelbildningar

Analysfel

Analysmetod	Ämne	Halter	Fel
Våtkemisk snabbmetod	SiO_2		< ± 2 %
	Al_2O_3		< ± 3 %
	Övriga		Ungefär som vid klassisk analysgång
Spektralanalys	Cr	< 250 ppm	± 25 ppm
		> 250 ppm	± 10 %
	Ni, Co	< 100 ppm	± 10 ppm
		> 100 ppm	± 10 %
	V	< 200 ppm	± 20 ppm
		> 200 ppm	± 10 %

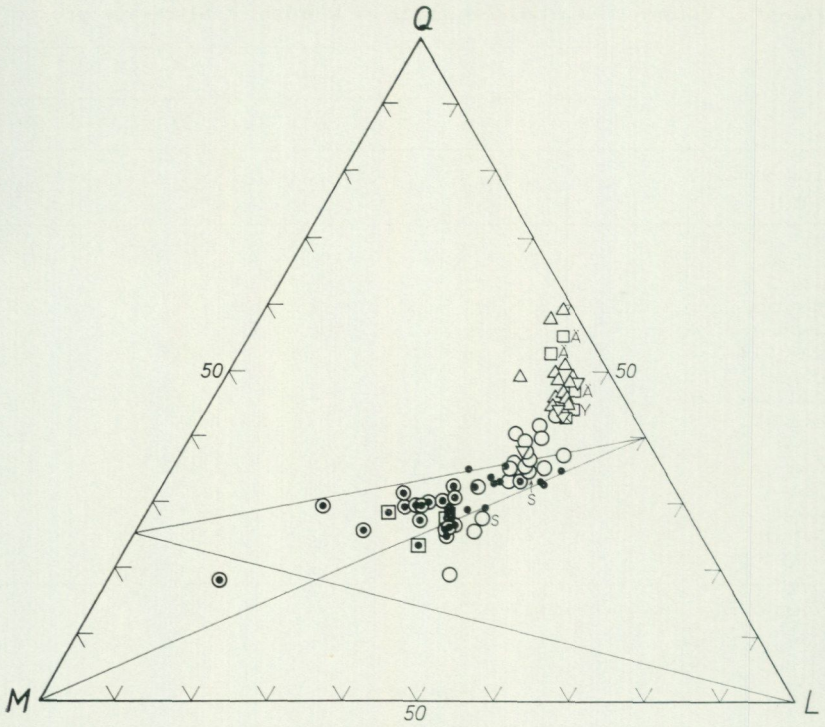

Fig. 27. QLM-diagram.

Teckenförklaring till fig. 27—29.

- ⊙ Klorit-strålstensbergarter samt basaltiska effusiva grönstenar.
- • Andesitiska effusiva grönstenar.
- ⊡ Säkert intrusiva grönstenar bland vulkaniterna.
- ○ Syenitporfyrer.
- ○S Syenit vid Kiruna.
- △ Kvartsförande porfyrer.
- ▽ Gångporfyrer.
- ■ Gabbro.
- ⊠ Syenit.
- □Ä Äldre granit.
- □Y Yngre granit.

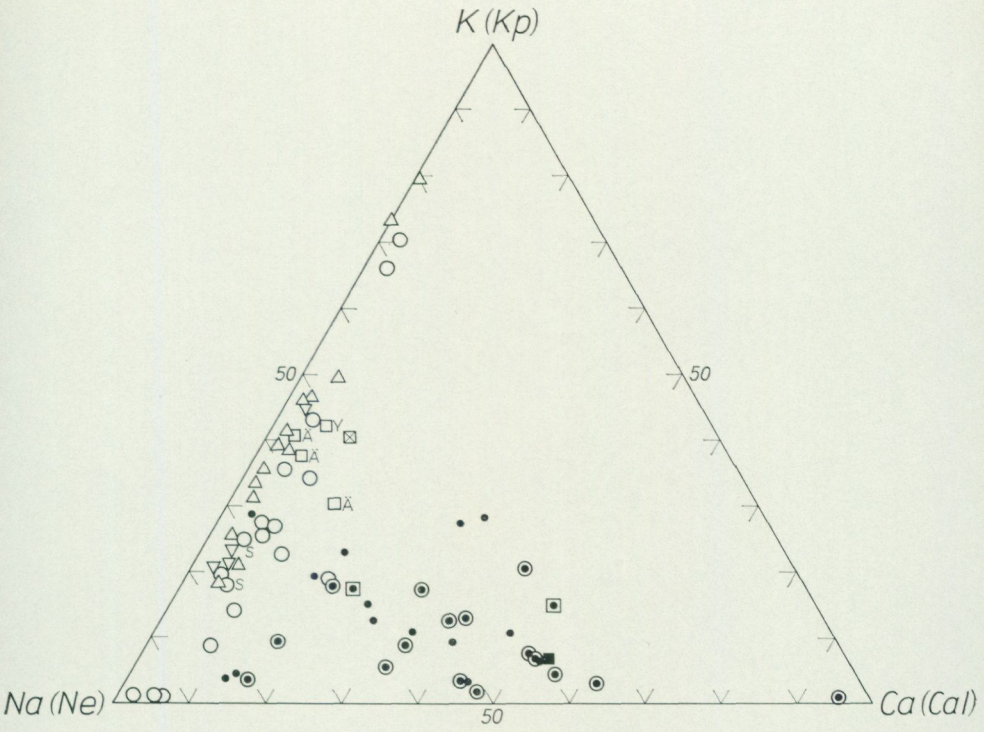

Fig. 28. K-Na-Ca-diagram.

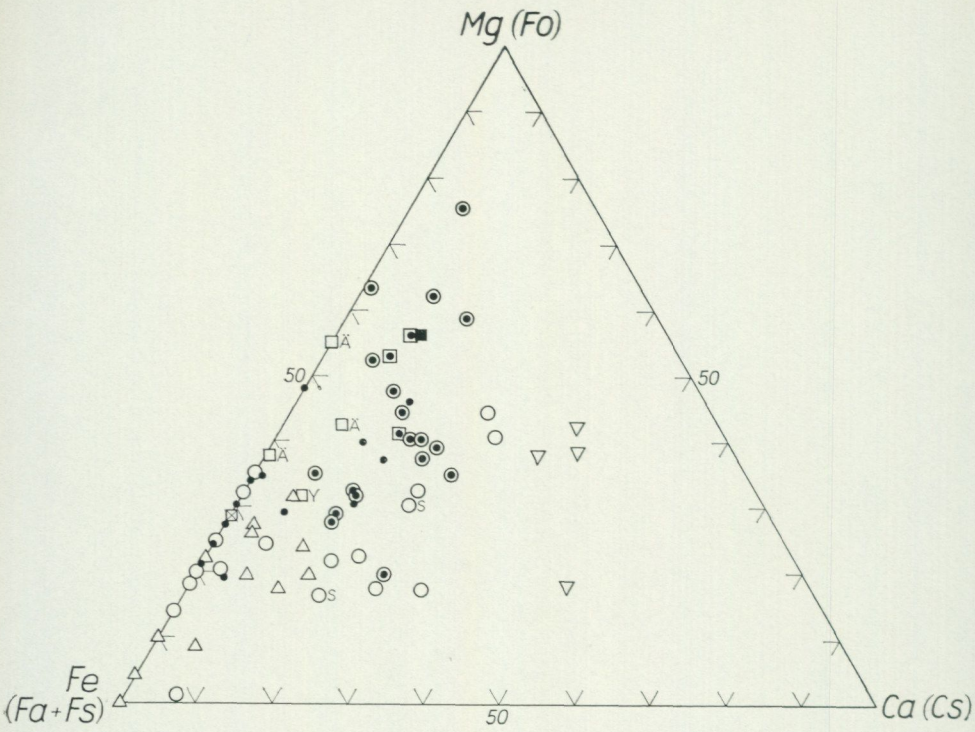

Fig. 29. Mg-Fe-Ca-diagram.

Litteratur

G.F.F. = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar
S.G.U. = Sveriges geologiska undersökning

Berglund, E. S., (1924): Utredning angående nyttiggörandet av Statens norrländska malmfyndigheter. Bilaga B. Statens offentliga utredningar 1924: 32.

Cornwell, J. D., (1964): Notes on some aeromagnetic anomalies from Northern Sweden. Geoexploration, 2, sid. 150—158.

Eriksson, T., (1954): Pre-Cambrian geology of the Pajala distrikt, Northern Sweden. S.G.U., Ser. C, Nr 522.

Eskola, P., (1960): Granitentstehung bei Orogenese und Epirogenese. Geol. Rundschau, 50, sid. 105—123.

Frietsch, R., (1960): Beskrivning över området norr om Kiruna samt Vakkojärvi- och Kovozonerna. Opubl. manuskript.

— (1963): Järnmalmsförekomster inom Norrbottens län. S.G.U., Ser. C, Nr 592.

Gavelin, A., (1912): Diskordanser i Fennoskandias prekambrium. G.F.F., 34, sid. 542.

Geijer, P., (1910): Igenous rocks and iron ores of Kiirunavaara, Luossavaara and Tuolluvaara. (Scientific and practical researches in Lapland arranged by Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag.)

— (1912): Studies on the geology of the iron ores of Lappland. G.F.F., 34, sid. 727.

— (1913): On poikilitic intergrowths of quartz and alkali feldspar in volcanic rocks. G.F.F., Bd. 35.

— (1919a): Recent developments at Kiruna. S.G.U., Ser. C, Nr 288.

— (1919b): Sveriges fosfattillgångar. S.G.U., Ser. C, Nr 294.

— (1920): Tuolluvaara malmfälts geologi. S.G.U., Ser. C, Nr 296.

— (1924): Kiirunavaaras geologi i djupborrningarnas belysning. Jernkont. Annaler, Bd. 79.

— (1927): Vakkojärvidiskordansens stratigrafiska ställning. G.F.F., 49, sid. 483.

— (1931): Berggrunden inom malmtrakten Kiruna — Gällivare — Pajala. Summary: Pre-Cambrian geology of the iron-bearing region Kiruna—Gällivare—Pajala. S.G.U., Ser. C, Nr 366.

— (1950): The Rektor ore body at Kiruna. S.G.U., Ser. C, Nr 514.

— (1958): Några urbergsstratigrafiska frågor i Norrbottens län. G.F.F., 80, sid. 423.

— (1959): Aktuella frågor i Kirunatraktens geologi. G.F.F., 81, sid. 149.

Geijer, P., och Magnusson, N. H., (1952): The iron ores of Sweden. Symposium sur les gisements de fer du monde. XIX Congres Géologique International.

Hjelmqvist, S., (1956): On the occurrence of ignimbrites in the pre-Cambrian. S.G.U., Ser. C, Nr 542.

Lundbohm, Hj., (1910): Sketch of the Geology of the Kiruna district. G.F.F., 32, sid. 751.

Padget, P., (1959): Leucodiabase and associated rocks in the Karelidic zone of Fennoscandia. G.F.F., Bd. 81.

Quensel, P., (1918—19): Über ein Vorkommen von Rhombenporphyren in dem präkambrischen Grundgebirge des Kebnekaisegebietes. Bull. Geol. Inst. Upsala, 16, 1—14.

Rittmann, A., (1952): Nomenclature of volcanic rocks. Bull. Volc., 12, sid. 75—102.

Sederholm, J. J., (1926): On migmatites and associated pre-Cambrian rocks of southwestern Finland. II. The region around the Barösundsfjärd W of Helsingfors and neighbouring areas. Comm. géol. de Finlande, No. 77.

Sundius, N., (1912): Pebbles of magnetite-syenite-porphyry in the Kurravarra conglomerate. G.F.F., 34, sid. 703.

— (1915): Beiträge zur Geologie des südlichen Teils des Kirunagebiets. (Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland anordnade af Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag.)

— (1918—19): Zur Frage von der Entstehung der Rhombenfeldspäte. Bull. Geol. Inst. Upsala, Bd. 16.

— (1919): Zur Frage der Albitisierung im Kirunagebiet. G.F.F., 38, sid. 446.

SUNDIUS, N., (1930): On the spilitic rocks. Geol. Mag., 67, sid. 1—17.
— (1956): Om åldersställningen av Kirunaporfyrerna. G.F.F., 81, sid. 150.
WERNER, S., (1963): Aeromagnetic mapping by the Geological Survey of Sweden. Methods and general considerations. Geoexploration, 1, sid. 21—31.
ÖDMAN, O., (1953): Norrbottens läns urberg i kort sammandrag. G.F.F., Bd. 75.
— (1957): Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. S.G.U., Ser. Ca, Nr 41.

Namnregister

Beteckningarna hänföra sig till kartbladens rutindelning.

Ajlatisvaara f 5, 6
Ajtejåkk c 6
Alalahti b 6
Ala Lompolo h 6
Aptasjärvi i, j 5
Aptasvaara i, j 6
Aptasvare d 4
Aranjarka e 0
Ausijoki e 1
Autjelalva e 2

Doktorns kulle h 7

Ekströmsberg b 5
Eustiljåkk a 8, 9
Eustillako a 8

Geofysiskt observatorium i 6
Gäddmyr hpl. h 3

Harrejaure c 2, 3
Harrekåbba c 2
Haukivaara h 7
Henry h 7/8
Holmajärvi d 5, 6
Huornasj e 1
Huornats: se Jalkiskätjåvje c 7
Huppukka h 8

Iso Kurravaara i 0
Iso Salmivaara i 1

Jalkiskätjåvje (Huornats) c 7
Juovajärvi f 5
Jållekas b 7
Jänkänalusta f 5

Kaalasjärvi e, f 5, f 4
Kaalasluspa f 4
Kajpak (tid. Njakak) b 5
Kajtum älv a—c 1, c—h 0
Kalajåkk e, f 4
Kalixfors stn. h 4
Kalix älv a—d 6, c—f 5, f—i 4, i—j 3
Kallojärvi i 8, 9
Kallovaara i 8, 9
Kalpainen (Kalpivaara) g, h 4
Kamastjärro d 1
Karanisvare g, h 3
Kartekåbba g 7
Kaska Tjåurek b 3
Kassanjarka j 7
Kerikas (Kerkelako) c 9
Keskinen Käyrävaara f 9
Kielinen j 4
Kirkkoväärtijärvi i 8
Kiruna C h 6, 7
Kirunavaara g, 6
Kirunavuoma f, g 6
Koivatjärro-kätjevaara e 2
Koivuvaara h 8
Kojuvaara: se Peuravaara g 7
Konsuln h 6
Kotnitjägge e, f 5
Krokvik hpl. f 8
Kuorpavarto a, b 3
Kuosasj (Kuosatjvare) c 1
Kuosasj-jaure c 1
Kuosasj-jåkk c 1
Kuosatjvare: se Kuosasj c 1
Kuossastjåkka c 6
Kurravaara by h, i 9
Kurravaara h 8
Kylvimaa b 6

Lappberg hpl. h 1
Laukkujärvi b 6
Laukujärvi malmfält b 6
Laukkuluspa c 6
Laukkuvaara c 6
Laxforsen j 7
Lieteksavo a 1
Luojtekjaureh a 7
Luossajoki i, j 7
Luossavaara h 7
Lävasjåkk a—d 9, c—d 8

Matjäksa f 6, 7
Majaure (Ädnamjaure) e 6—7
Maunajaure e 9
Mielloåjve j 3
Mäntynunnanen g, h 9

Nalfa a 7
Nalfajaure a 7
Nalfakårsa a 7
Navetåjve d 3
Njakak a 5
Njallåjhuornas b 6
Njallåjve a, b 7
Njorkohajåkk e 4
Nukutusvaara (Nokutusvaara) h 8
Nukutusjärvi h 7-8
Nuorajärvi h, i 9

Oinakkajärvi j 8

Pahtajoki i 6
Pahtohajåkk f, g 5
Pahtosvaara (Pahtohavare) g 5
Paittasjärvi a 6
Paittasluspa b 6
Palsivaara h 8
Patovare (Pattok) c, d 0
Peuravaara (Kojuvaara) g 7
Piedjastjåkka b, c 4, 5
Pikku Kurravarra i 0
Pikku Salmivaara i 0
Porfyrberget h 7
Puoltsa e 5

Rakkurijoki g, h 5
Rakkurijärvi g 5
Rassetjåkka d 1, 2
Rautasälven f—h 9
Rektorn h 7
Renhagen b 3
Rotsejoki: se Pahtajoki i 6
Ruojtatjåkka a 8
Ruutivaara i 9

Saarijärvi f 5
Saggekirka b 1
Sakkaravaara i 7, 8
Salmijärvenjoki g 3
Salvotjåkka b 9
Sarjomaa i 4
Sierkajåkk g, h 3
Sigrid h 6
Sjömalmerna g 6, 7
Skuokimjokk (Skåukemjåkk) c 4
Suolojåkk f 6
Såkas b 0
Såkevaratjah f 7
Såkeåjve e 9

Tammukkajärvi a 5
Tertojåkk a—c 2, c 1
Tertovare b 1
Tjuoutjavare c 9
Tjåorika: se Tjåurekah b 3
Tjårkejauras j 4
Tjåurekah b 3
Tjärrokätje d 3
Torne älv h—i 9, i—j 8, j 7
Tuollujärvi i 7
Tuolluvaara h, i 7

Vahåjve i 5
Valkeasiipivaara g 7
Vieto malmfält c 6
Vietovare d, e 6
Viktor h 6
Vuotnajåkk h—i, 3—4
Vuotnavare h—i, 3—4
Väkkäräjärvi j 8
Välivaara h 8

Ylinen i 5
Årosjåkk a 6
Ädnamjaure: se Majaure e 6—7
Ädnamvaara: se Matjäksa f 6, 7

The Aeromagnetic Maps

By

S. Werner

In 1960 the Geological Survey of Sweden began aeromagnetic mapping of the ore-bearing regions in the northernmost parts of the country. This work, based on the measurements of the total magnetic intensity, has been continued since that time and will be extended over more than half the area of the county of Norrbotten. The four aeromagnetic maps now published (Kiruna NW, NE, SW, SE), were carried out the first year. It is planned that both the aeromagnetic measurements and the map reduction for the other areas in Norrbotten will be done in the same manner. For that reason the following description will be valid for the whole series of magnetic maps from Norrbotten.

Measurements

The aeromagnetic work is carried out successively over areas of 50×50 km, identical with the new grid net in the Gauss-Hannover projection used for the topographical maps of Sweden (Werner 1963). These quadrangles, enclosing 4 maps of the size 25×25 km in the scale 1 : 50 000, are covered by magnetic recordings along parallel traverses 200 m apart. The flight lines thus have a length of 50 km and are flown in a north-south or east-west direction, depending on which direction is more perpendicular to the dominating strike of the geological structure within the actual square. Control lines flown perpendicular to the traverses of every quadrangle with spacing intervals of about 8—12 km give a general check on all measurements.

In order to make the aeromagnetic maps as useful and well adapted as possible for ore prospecting and detailed geological work the flight altitude has been fixed at as low a level as practicable, consistent with flying safety and navigation and orientation possibilities. It has been proved that a mean measuring altitude of 30 m can be maintained in all current areas except for a few localities. As the glacial drift is only 5—10 m thick in these parts of Sweden one consequently obtains a rather detailed magnetic map.

The navigation is based on aerial photomaps in the scale 1 : 20 000 with elevation contours and planned measuring lines. It is estimated that the

planned lines are followed within a margin of ± 50 m. If it is found under measurements that the margin of error is larger the flight is repeated.

The length orientation — or strip/distance correlation — of the magnetic registrations is based on the currently accepted method with simultaneous markings of well defined terrain points on the aerial photomaps and on the registration strip. Because of the low flight altitude, however, the flying speed can vary considerably even between nearby reference points. For that reason a constant feeding rate for the registration strip would give considerable errors in the length correlation. This source of error has been almost completely eliminated by insertion of a device for synchronizing the registration with the flying speed. In any case the total error margin of ± 50 m in the length orientation is considered average.

As measuring instrument a fluxgate magnetometer of the US Navy total intensity type is used. The detector part of the magnetometer is placed in a plastic housing in the back of the aircraft. Both analogue and digital registrations are made. The length scales of the registrations are 1 : 50 000 for the analogue and 1 : 10 000 for the digital recorder. The latter prints a value for every 40 m along the flight lines.

In order to correct for the daily variations of the earth's magnetic field, and to prevent making measurements during periods of magnetic storms, a stationary recorder (proton-magnetometer) is established at the airport.

Map reduction

The map reduction is based on the strips with the digital records; the analogue records being used as a control and to some extent in the interpretation work.

As the airborne magnetic measurements in Norrbotten will continue during a period of at least ten years, the secular variation in the earth's magnetic field can be expected to cause a considerable alteration in the magnetic total intensity during that time. At present the total intensity increases with about 30 gammas per year in Norrbotten. For that reason the digital registrations from all areas are reduced to a common *Zero time* or *Epoch,* which is fixed at 1960.5.

For the magnetic representation on the maps a value of 48,000 gammas is fixed as *Zero value* or *Base value* for the system of isodynamic contours and for the printed intensity values belonging to them. Contour lines of three different widths are used. The thinnest lines are drawn for intervals

of 100 gammas and the medium and thick lines for 500 and 2,500 gammas intervals respectively. In some places, however, the magnetic field varies so rapidly that not all thin contours can be drawn.

The contour figures give the number in 100 gammas with which the total intensity exceeds the *Base value*. For example, a contour line with figure 35 corresponds to a magnetic total intensity which is 3,500 gammas higher than the Base value and consequntly amounts to 48,000 + 3,500 = 51,500 gammas.

Within the four Kiruna maps, the total intensity never falls below 48,000 gammas. Only a few of the other hitherto measured maps show some narrow areas with a total intensity below the *Base value*. In these cases the numbers at the contour lines are negative.

In order to avoid overloading the magnetic picture in the whole with figures the latter are only printed on some of the contour lines, but always to an extent sufficient to allow a determination of the intensity value corresponding to every isodynamic line on the maps. In ambiguous cases small pegs perpendicular to the contour lines show the direction of decreasing intensity.

The practical application of the magnetic measurements is based on the occurring magnetic anomalies, which can be defined as the difference between the measured and the normal intensity of the total field. The determination of the normal intensity involves, however, many intricate factors, among others the intensity variation with the latitude (φ) and the longitude (λ).

The established normal intensity in Norrbotten at the Epoch 1960.5 has been represented on a map with isodynamic lines according to Fig. 30. The contours are calculated with the help of the following formulas for the normal vertical (Z) and horizontal (H) intensities

$$Z_{1960\cdot5} = 48250 + 341\,(\varphi - 62°) - 4{,}5\,(\varphi - 62°)^2 + 55\,(\lambda_{\mathrm{E\,Gr.}} - 18°)\ \text{gammas}$$

$$H_{1960\cdot5} = 14050 - 412\,(\varphi - 62°) + 2{,}0\,(\varphi - 62°)^2\ \text{gammas}$$

These are derived on the basis of data from magnetic maps over the Nordic area for the Epoch 1955 (Kgl. Sjöfartsverket 1958).

The map shows that the normal intensity of the total field in a quadrangle area of the size 50×50 km — for example J29 Kiruna — varies with about 150 gammas, corresponding to one and a half times the interval in gammas between two consecutive thin contour lines. As this variation is

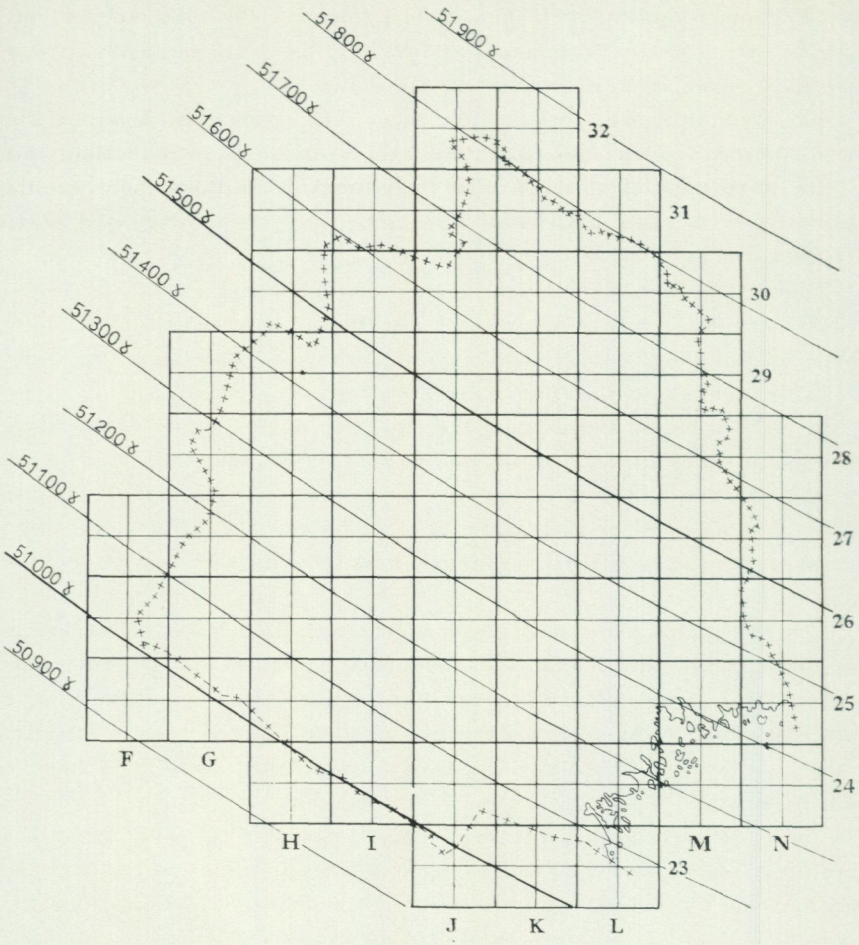

Fig. 30. The normal total intensity of the earth's magnetic field in Norrbotten for the Epoch 1960.5

small in relation to the strength of the occurring anomalies, it is quite sufficient for the most purposes if a mean value, approximated to the nearest even hundred gammas, is used as the normal intensity for the whole quadrangle. The normal values given in the legend on the aeromagnetic maps are determined according to this principle.

In order to have a clear general view of the occurring anomalies and

their strength the areas of stronger positive and negative anomalies are printed in blue and brown colours of three different intensities. The weakest blue colour is used for an anomaly interval between 500 to 1,500 gammas, the medium blue between 1,500 to 5,000 gammas and the darkest blue above 5,000 gammas. In the same way the three brown colours are valid for corresponding negative anomaly intervals. In the areas where the anomaly values are varying between — 500 and + 500 gammas, the maps are uncoloured.

Magnetization of rocks

The interpretation of the aeromagnetic maps must be based on general knowledge or probable assumptions about the magnetic properties of the occurring rocks. Especially important in this respect is the relation between the induced and remanent magnetization of the rocks.

According to the determinations on rock samples, which have been carried out the last two years on Precambrian rocks in the northern part of Norrbotten, the remanent magnetization has in general the same direction as the earth's magnetic field and coincides consequently also with the direction of the induction magnetization. The ratio between the intensities of remanent and induced magnetization — the Q-value — mostly varies from 0,2 to 1 with a concentration towards the lower value. In some cases, however, the direction of the remanent magnetization seems to be parallel with the stratification of the bedrock. Probably this is caused by a distribution of the magnetic content — which practically seen solely determines the magnetic properties of the rocks — in form of spheroid elliptical grains orientated with their longest axis in the plane of stratification. An anomalous distribution of this kind also implies, that the magnetic susceptibility will be higher in the stratification plane than in the direction perpendicular to it. For that reason one can expect that the remanent and induction magnetizations even in this case will have about the same direction. This direction, however, deviates as a rule more or less from the direction of the earth's magnetic field.

The facts given above points out that the main part of the remanent magnetization of the rocks is due to an isothermal remanence and that the thermo-remanence is quite insignificant. Earlier and more recent investigations in the iron ore fields in Middle Sweden and Norrbotten (Werner 1945

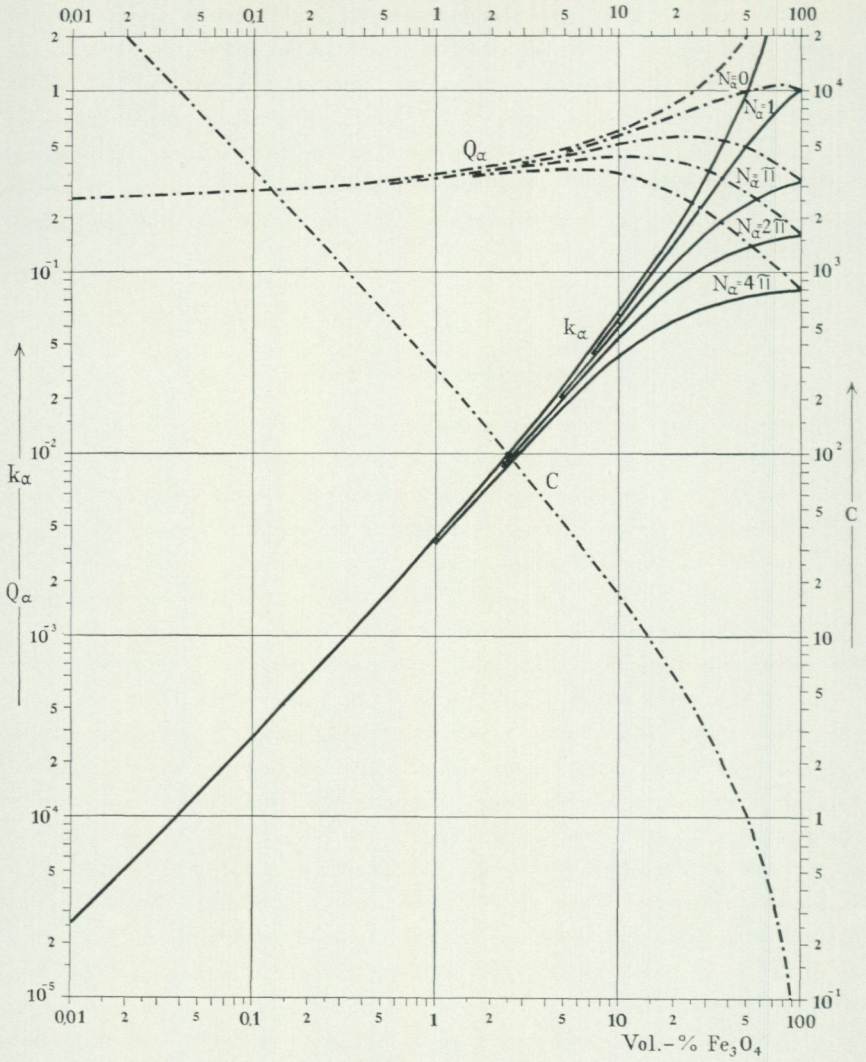

Fig. 31. The variation of the *internal demagnetization factor* (C), the *effective magnetization factor* (k_α) and the factor Q_α with the volume-% magnetite. The series of curve lines for k_α and Q_α— the latter valid for K = 1— correspond to N_α = 0, 1, π, 2 π, 4 π.

and 1965, Zuber 1964) have shown, that the magnetization of both rocks and iron ores with only isothermal remanence, statistically seen, is determined by simple laws.

The susceptibility of rocks and magnetite ores varies with the content of magnetite according to the formula

$$\varkappa = \frac{Kv}{1 + KvC},$$

where K = the susceptibility of pure magnetite,
v = the *volume fraction* of magnetite in the rock,
C = the *internal magnetization factor.*

The factor C has a function analogous with the demagnetization factor N_α, valid for an arbitrary axis-direction (α) of a body. These two demagnetization factors complement each other: N_α takes into consideration the demagnetization effect caused by the shape of the body and C the demagnetization effect belonging to the shape of the magnetite grains and the grain distribution.

In agreement with these facts the *effective susceptibility* and the magnetization (I_i) induced by the earth's magnetic field (T) in the α-direction can be written

$$\varkappa_\alpha = \frac{Kv}{1 + Kv\,(N_\alpha + C)} \qquad (I_i)_\alpha = \varkappa_\alpha T_\alpha \quad \ldots\ldots (1)$$

If the demagnetization factor for the magnetite grains is Ng, then

$$C = N_g \frac{1 - v}{v}^{\frac{2 - v^{1/6}}{6}} \quad \ldots\ldots (2)$$

The curve-line for C drawn in the diagram in Fig. 31 corresponds to $N_g = 4\pi/3$ a value which is valid for spherical grains and in general even satisfies the occurring grain shapes. For magnetically anisotropic rocks, however, N_g has different values in different directions and consequently the same is valid for C.

The isothermal remanence in the rocks is determined by the fact that the demagnetization fields in the magnetite grains caused by their total magnetization intensity (I) — the sum of induced and remanent magnetization — cancel out the earth's magnetic field (T). This implies that in the direction of the α-axis

$$T_\alpha - (N_\alpha + C)\, I_\alpha = 0.$$

$$\text{Hence } I_\alpha = \frac{1}{N_\alpha + C} T_\alpha = k_\alpha T_\alpha \quad \ldots\ldots (3)$$

For the quantity k_α, defined by the expression above, the term *effective magnetization factor* is introduced. A comparison with the equation (1) shows that k_α and $\varkappa_\alpha$ are two quite analogous quantities, the former valid for the total magnetization the latter for the induced magnetization. This fact gives rise to the introduction of the term *magnetization factor* for the quantity $k = 1/C$, corresponding to $\varkappa$.

For the Q-value and its relation to other quantities the following formulas can be derived

$$Q_\alpha = \frac{1}{Kv\,(N_\alpha + C)}$$

$$k_\alpha = \frac{1}{N_\alpha + C} = \varkappa_\alpha\,(1 + Q_\alpha) \qquad \text{..... (4)}$$

According to the equation (3), the investigations point out the surprising and important result, that the total magnetization intensity as well of the Precambrian rocks as the magnetite ores is quite independent of the susceptibility (K) of the magnetite; the effective magnetization factor (k_α) is a function only of the magnetite content and the shape of the body. On the other side both the induction and remanent magnetizations vary with the K-value, but these variations in the two kinds of magnetizations cancel out each other.

In Fig. 31 the *effective magnetization factor* (k_α) is represented in a double logarithmic diagram by curve-lines for a series of different values of the demagnetization factor (N_α). Further a corresponding series of dotted curve lines is drawn for Q_α, valid for $K = 1$. As the susceptibility of pure magnetite may vary between 0,4 and 1,5 the measured Q-values can, however, be expected to increase up to 2,5 times or decrease down to 2/3 of the diagram values. This is in good agreement with the earlier mentioned investigations of rock samples, giving an interval from 0,2 to 1 for the measured Q-values.

The Precambrian rocks in northern Norrbotten and especially in the Kiruna region are uncommonly rich in magnetite but all rock types show large variations in the magnetite content. Basic plutonic and basic volcanic rocks such as gabbro and »greenstones» contain mostly a higher volume percent magnetite than acid plutonic rocks and sediments (granites, syenites, quartzites and limestones). Many rocks mapped as greenstones are, however, only weakly magnetic. On the other hand, the Lina granite, for

example, is in some areas very rich in magnetite — 5 volume % and even higher — and has as a result of that a high magnetization intensity. The acid volcanic rocks, which are represented by a wide variety of rock types such as liparites, porphyries, felsites and the intermediate lavas, show very large variations in magnetization, covering the whole variation range of other rocks.

Interpretation

Within the Precambrian areas in Norrbotten, the magnetic bodies consist to great extent of steeply inclined tabular layers, causing sharply delimited positive anomalies along their outcrops in the bedrock surfaces. This anomaly type dominates very great parts of the four Kiruna maps, which show a lot of more or less narrow anomaly bands, often some tens of kilometer long and mostly striking north-south.

Basic rock areas are as a rule covered by positive anomalies, but these are often rather irregular. Such anomalies occur for example in the northern and west parts of the map Kiruna NW and in the south-western parts of Kiruna SW and SE. At the low flight altitude used at the measurements, the detail pattern of the field variations in the anomaly areas seems to some extent be different for different rock types such as gabbro and greenstones; the »fine structures» in the anomaly areas being more regular for the latter than the former rock type. Greenstones sometimes also occur as vertical plugs and give then circular anomaly bands or circularly orientated anomalies.

Regarding the occurrence of negative anomalies, two different causes may be pointed out; inclined magnetic layers give relatively narrow negative anomalies along the foot-wall side and the magnetic pole on the bottom of large or strong magnetized objects cause extensive negative anomalies in the surrounding areas. These conditions appear very plainly at many localities on the Kiruna magnetic maps, for example, in the area around the narrow positive anomaly running parallel to Kirunavaara, 3 km to the east. To the north, where the anomaly strikes northeast, a sharp negative anomaly follows its northwest side, indicating a dipping of the magnetic layer to the southeast. To the south there appears an extensive negative anomaly between Kirunavaara ore deposit and the mentioned anomaly. This is, however, mainly caused by the magnetic pole surface at the lower edges of the ore body and its relatively magnetic side rocks; the inclined

magnetic layer to the east contributes only with a narrow negative anomaly at its western side.

A lot of information regarding strike directions, rock boundaries and dipping conditions can be read directly from the magnetic maps or is obtained by application of simple, well-known thumb-rules. In some cases synclines and anticlines are very beautifully outlined by the magnetic anomalies, as can be seen in the western part of the map Kiruna SW.

Several faults drawn on the geological Kiruna maps have from the beginning been discovered by the study of the anomaly pictures. Sometimes the faults appear very plainly (the northwest—southeast fault along Tertojåkk, Kiruna SW), in other cases only some weak suggestions point out that a fault may occur. Its existence must then be controlled by geological observations.

An interesting example in this connection appears in the southwest part of Kiruna SE: a series of narrow parallel anomalies coming from the south stop suddenly along a straight, seven km long line with an east-west direction. This line constitutes the boundary-line in terrain between the rock, containing the steeply inclined magnetic layers, and its substratum; the boundary surface dips to the south.

In interpreting the magnetic maps it is even possible to do some careful calculations in the study of complicated anomalies or for example in order to obtain exact quantitative figures of the dipping (Cornwell 1964). Some of the dip signs on the geological maps are based on such calculations.

References

SGU = Sveriges geologiska undersökning.

CORNWELL, J. D. (1964): Notes on some aeromagnetic anomalies from northern Sweden. Geoexploration, 2, pp. 150—158.

Kgl. Sjöfartsstyrelsen (1958): Charts of average geomagnetic elements D, H and Z 1955.0 for Denmark, Finland, Norway, Sweden. Geomagnetic publications no 18.

WERNER, S. (1945): Determinations of the magnetic susceptibility of ores and rocks from Swedish iron ore deposits. SGU, Ser. C, no 472.

— (1963): Aeromagnetic mapping by the Geological Survey of Sweden. Methods and general considerations. Geoexploration, 1, pp. 21—31.

— (1965): Kvantitativa malmberäkningar på grundval av geofysiska undersökningar (Quantitative ore estimations based on geophysical investigations). Jernkontorets annaler, 149, pp. 458—500.

ZUBER, J. A. (1964): Der Eigenmagnetismus der schwedischen Eisenerze (The remanent magnetization of the Swedish iron ores). Technical univ., Stockholm. (Not published).

PRIS 10 KRONOR

Distribution
SVENSKA REPRODUKTIONS AB
FACK VÄLLINGBY 1

Kungl. Boktryckeriet P. A. Norstedt & Söner
Stockholm 1967