

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 366.

ÅRSBOK 24 (1930) N:o 3.

BERGGRUNDEN INOM  
MALMTRAKTEN  
KIRUNA—GÄLLIVARE—  
PAJALA

AV

PER GEIJER

MED EN KARTA

ENGLISH SUMMARY:

PRE-CAMBRIAN GEOLOGY OF THE IRON-BEARING  
REGION KIRUNA—GÄLLIVARE—PAJALA



*Pris 4 kr.*

STOCKHOLM 1931

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

303797

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 366.

ÅRSBOK 24 (1930) N:o 3.

BERGGRUNDEN INOM  
MALMTRAKTEN  
KIRUNA—GÄLLIVARE—  
PAJALA

AV

P E R G E I J E R

MED EN KARTA

ENGLISH SUMMARY:

PRE-CAMBRIAN GEOLOGY OF THE IRON-BEARING  
REGION KIRUNA—GÄLLIVARE—PAJALA

STOCKHOLM 1931

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

303797

## INNEHÅLL.

	Sid.
Inledning . . . . .	5
Blottningar och blockstudier . . . . .	9
Den stratigrafiska indelningen . . . . .	16
Porfyr-leptit-formationen . . . . .	23
Översikt . . . . .	23
Området Torne Träsk—Fjällåsen (österut till Vuolusjärvi, Torneälven och Svappavaara) . . . . .	29
Kirunatrakten . . . . .	29
Området norr om Kiruna . . . . .	41
Väster och sydväst om Kiruna . . . . .	43
Öster och sydost om Kiruna . . . . .	50
Fjällåsen—Gällivaretrakten . . . . .	54
Yli Vuolusjärvi—Sopperotrakten—Vittangi . . . . .	58
Gällivare—Ullatti—Vittangi—Svappavaara . . . . .	64
Masugnsbyn—Saittajärvi . . . . .	66
Pajala . . . . .	70
Muonionalusta . . . . .	76
Smärre grönstensintrusioner i porfyr-leptit-formationen . . . . .	77
Äldre djupbergartsgruppen . . . . .	79
Inledning . . . . .	79
Gabbro (inkl. olivingabbro, norit och diorit) . . . . .	80
Kalk-alkali-syeniter . . . . .	89
Graniter, anslutna till kalk-alkali-syeniterna . . . . .	92
Plagioklas-pertit-syenit . . . . .	94
Pertitsyenit . . . . .	101
Kvarts-pertit-syenit . . . . .	102
Pertitgranit . . . . .	105
Porfyr- och grönstengångar uti de äldre djupbergarterna . . . . .	108
Vakkoformationen . . . . .	110
Yngre djupbergarter (Linagranitens grupp) . . . . .	120
Skapolitiseringen . . . . .	127
Malmfyndigheterna . . . . .	131
Apatitjärnmalmer (Kirunatypen) och närstående: Kiirunavaara—Luossavaara, Rektorsmalmen, Nokutusvaara, Tuolluvaara, Tuollujärvi, Ekströmsberg, Skuokimjokk, Luopovare, Täunatjäkko, Gällivarefältet, Sikträsk, Mertainen, Painirova, Svappavaara, Leveäniemi, Tansari, Killingi, Nakerivaara, Dundret, Leppäkoski, Haukivaara, Kuosatjvare . . . . .	131
Skarnjärnmalmer: Laukujärvi, Vieto, Pahtosvaara, Kojuvaara, Rakkurijoki, Kesk. Käyrävaara, Njuotjamavare, Toppi (Njuotjamaluspavaara), Tjavelk, Altavaara, Sautusvaara, Vathanvaarafälten, Nunasjärvfälten, Jänkkä, Ylisuannonmaa, Haren, Masugnsbyfälten, Lannavaarafälten, Pellivuoma, Juhonpieti, Kaunisvaarafälten . . . . .	140
Kopparmalmer . . . . .	145
Utsikterna till nya malmfynd . . . . .	147
Grafit- och apatitfyndigheter . . . . .	149
Tekniskt användbara bergarter . . . . .	150
Den eruptiva utvecklingen . . . . .	151
Malmfyndigheternas uppkomst . . . . .	165
Jämförelse med urberget inom angränsande områden . . . . .	168
Tabeller över eruptivbergartsanalyser . . . . .	179

	<i>Pag.</i>
<i>Summary:</i>	
<i>Introduction</i> . . . . .	185
<i>Distribution of outcrops</i> . . . . .	186
<i>Main sub-divisions of the Pre-Cambrian</i> . . . . .	187
<i>The porphyry-leptite series</i> . . . . .	188
<i>General features</i> . . . . .	188
<i>The country between Lake Torne Träsk and Gällivare</i> . . . . .	191
<i>The country between Lake Yli Vuolusjärvi and Vittangi</i> . . . . .	196
<i>Gällivare—Ullatti—Vittangi—Svappavaara</i> . . . . .	196
<i>Masugnsbyn—Saittajarvi</i> . . . . .	197
<i>Pajala (and Muonionalusta)</i> . . . . .	197
<i>Hypabyssic greenstone intrusions</i> . . . . .	198
<i>The older group of plutonic rocks</i> . . . . .	199
<i>General features</i> . . . . .	199
<i>Gabbro (incl. olivine gabbro, norite, and diorite)</i> . . . . .	199
<i>Lime-alkali-syenites</i> . . . . .	200
<i>Granites associated with the lime-alkali-syenites</i> . . . . .	201
<i>Plagioclase-perthite-syenite</i> . . . . .	201
<i>Perthite-syenite</i> . . . . .	203
<i>Quartz-perthite-syenite</i> . . . . .	203
<i>Perthite-granite</i> . . . . .	203
<i>The Vakko series</i> . . . . .	204
<i>The younger plutonics (Lina granite group)</i> . . . . .	205
<i>Scapolitization</i> . . . . .	207
<i>Ore deposits</i> . . . . .	208
<i>The magmatic evolution</i> . . . . .	212
<i>Origin of the ore deposits</i> . . . . .	219
<i>Comparison with the Pre-Cambrian of neighbouring regions</i> . . . . .	220
<i>Notes on the chemical analyses</i> . . . . .	221
<i>Litteraturförteckning</i> . . . . .	222

## Inledning.

Med de tre ortnamnen Kiruna, Gällivare och Pajala — de båda sistnämnda tillika sockennamn — karakteriseras till sitt läge det vidsträckta järnmalmförande området i nordligaste Sverige. Detta område faller helt och hållet inom Norrbottens län och till sin största och rikaste del inom Lappmarken. Det omfattar de malmrika delarna av socknarna Jukkasjärvi, Gällivare, Vittangi och Pajala, varjämte i geologiskt hänseende i övrigt även delar av Junosuando och Tärenö socknar äro att hänföra till detsamma. För att fullständiga den geologiska kartbilden har i denna framställning också medtagits större delen av Muonionalusta. Öster om Pajala socken har det malmförande området sin fortsättning på den finska sidan av Muonio älv, dock ej med fyndigheter av sådan storlek, att de kunna jämföras med de större av de svenska.

Ehuru malmbrytningen för närvarande är begränsad till ett fåtal stora fält, torde området i fråga få betecknas såsom det tredje i ordningen bland geografiska enheter uti nutida järnmalmproduktion, i det att det överträffas endast av Lake-Superior-området i Förenta Staterna och minnetområdet i Frankrike. De inom samma område flerstädes påträffade förekomsterna av andra malmer, huvudsakligen kopparmalm, hava däremot icke visat sig vara av någon betydighet.

Av gammalt har utforskandet av dessa järnmalmers natur och förekomst-sätt ansetts utgöra en av de viktigaste uppgifterna för den geologiska vetenskapen i Sverige, och åtskilligt arbete har både av staten och av enskilda nedlagts på geologiska undersökningar såväl inom själva malmfälten som i deras vidare omgivningar. Ett första, synnerligen aktynsjudande försök att prestera en översikt av malmfyndigheternas geologi inom detta område gjordes av S. G. Hermelin år 1804 (49).<sup>1</sup> Nästa större framsteg vanns genom en under Sveriges geologiska undersöknings ledning stående statlig kommission, som år 1875 besökte såväl järnmalm- som kopparmalmfält i dessa trakter. Berättelsen över denna kommissions arbeten (87) innehåller bl. a. en av O. Gumaelius författad skildring av de geologiska förhållandena vid ett flertal malmfyndigheter ävensom en översiktlig skildring av hela områdets geologi, av D. Hummel. Hummels framställning, som åtföljes av en berggrundskarta i skalan 1 : 667 000, omfattar ungefär hälften av malmtrakten i fråga, sådan den nu begränsas (jfr här

<sup>1</sup> Nummer inom parentes hänvisa till litteraturförteckningen.

tavla 1), samt området vidare västerut till Torne Träsks västra ände och Sjängeli.

Från 1889 till 1897 förekommo statliga undersökningar vid Gällivare och Kiirunavaara-Luossavaara järnmalmsfält, varigenom icke blott själva malmernas storlek och karaktär blevo närmare belysta utan också en bättre kännedom vanns om deras geologiska miljö (63, 64, 65).

Den första och hittills enda sammanfattande översikt över malmtraktens berggrund, som utkommit efter berättelsen över 1875 års kommissions arbeten, var resultatet av Sveriges geologiska undersöknings »malmfältsexpeditioner» sommaren 1899 (88). Undersökningen omfattade då huvudsakligen urbergsområdet från trakten av Torne Träsks östra ände till Vittangi och Kaitumälven, men på den av Svenonius uppgjorda berggrundskartan (skala 1:500 000) är även, med ledning av äldre observationer, medtaget ytterligare ett område i nordöstra delen av Gällivare socken, m. m. Arbetet omfattar vidare text rörande det karterade området, författad av Svenonius, jämte dels av W. Petersson, dels av Svenonius utförda beskrivningar över ett flertal nyupptäckta eller eljest föga studerade malmfyndigheter, jämte detaljkartor. Denna framställning har varit av grundläggande betydelse för alla senare geologiska arbeten uti ifrågavarande trakter, och primärmaterialet från 1899 — dagböcker, rekognosceringskartor och stufprov — har varit förf. till mycket stor hjälp för den följande skildringen och kartbilden, vilka i fråga om stora och viktiga delar av området äro så gott som uteslutande baserade på detta material.

Inom de trettio år, som gått sedan denna geologiska beskrivning av »Jukkasjärvi malmtrakt» utkom, faller bl. a. igångsättandet av gruvdriften vid Kiruna och Tuolluvaara samt upptäckten av ett flertal järnmalmsfält i de östligare trakterna (Vittangi, Masugnsbyn, Pajala). Det geologiska utforskandet har under denna tid i huvudsak varit inskränkt till vissa malmrikare områden samt deras närmaste omgivningar. Sålunda utfördes, till större delen under åren 1905—1910, under Hjalmar Lundbohms ledning genom Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag en mycket grundlig undersökning av Kirunaområdet (66, 22, 80) ävensom en revision och komplettering av tidigare arbeten inom Gällivare malmfält (54). Andra enskilda arbeten hava försiggått i omedelbar anslutning till malmletning, varom mera nedan. Sveriges geologiska undersökning har under denna tid, utom en del arbeten i enbart praktiskt syfte i Kirunatrakten (35), arbetat inom Nautanenområdet (31), delar av Vittangi byamark (32), Tuolluvaara (36) och Gällivare malmfält (44), trakten kring Masugnsbyn (43), m. m.

Med utgivandet av beskrivningen över Gällivare malmfält (år 1930) hava Undersökningens arbeten vid eller i omedelbar anslutning till de hittills kända malmfyndigheterna inom malmtrakten i fråga nått en viss grad av avslutning. Alla de bekanta viktigare malmfyndigheterna äro nu så pass väl kända, att det, med hänsyn till föreliggande arbetsuppgifter inom andra trakter, knappast torde kunna komma i fråga att omedelbart fortsätta med några mera omfattande detaljarbeten inom dem. Det har emellertid, såsom

redan blivit antytt, icke på 30 år gjorts något försök att sammanställa erfarenheterna från de olika, vida åtskilda, detaljundersökta områdena till någon totalbild av hela malmtraktens berggrunds- och malmgeologi, detta ehuru ett så mycket rikhaltigare material blivit sammanbringat. Tidpunkten torde nu vara lämplig, då någon mera väsentlig utökning av iakttagelsematerialet icke kan förväntas inom den närmaste framtiden, och många gjorda erfarenheter annars måste gå förlorade. En mera fullständig berggrundskartering, t. ex. i skalan 1 : 200 000, kan ej heller förväntas börja på länge än.

Sedan några år tillbaka har därför årligen i förf:s fältarbetsprogram upptagits några kortare exkursioner och översiktsresor till sådana delar av området, där särskilt kännbara luckor förelågo uti det tillgängliga iakttagelsematerialet, eller där det syntes speciellt önskvärt att förvärva personlig kännedom om de fältgeologiska förhållandena.

Likafullt är naturligen det nu tillgängliga materialet så pass inhomogent och ofullständigt, att man kunde draga i tvivelsmål lämpligheten av att publicera detsamma. Jämte de redan anförda skälen kan emellertid också anföras hänsyn till de geologiska arbetena uti mer eller mindre närbelägna trakter, för vilka varje ökad kännedom om malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala måste bli välkommen.

Då det material, som ligger till grund för den följande framställningen, är hopbringat av ett flertal olika rekognoscörer och under mycket skiftande arbetsförhållanden — från orienterande översiktsresor på 1870-talet till detaljundersökningar under de senaste åren — är det nödvändigt att här lämna en kort redogörelse för detsamma.

Den stomme, som gjort det möjligt för förf. att gripa sig an med denna sammanställning, har utgjorts av egna fältarbeten inom skilda delar av området. Till arealen hava dessa omfattat endast en mycket ringa procent av området i fråga, men de äro spridda över stora delar av detsamma och hava i allmänhet varit relativt detaljerade. Dessa senare arbeten hava omfattat de centrala delarna av Kirunaområdet, Gällivare malmfält och Gällivaretrakten i övrigt, samt trakterna kring Nautanen, Vittangi och Masugnsbyn. Resultaten äro redan offentliggjorda (jfr litteraturförteckningen). Mera översiktligt eller exkursionsvis hava bl. a. studerats följande områden: kring Torne Träsk's östligaste del och Taallujärvi (Talojärvi),<sup>1</sup> Rensjön, Vakkojärvi—Pokitinjärvi, från Kalix älv vid Holmajärvi—Paittasluspa till Kuosatjvare vid Kaitum älv, Killingittrakten (med Hippainen), lågfjällsområdena N och V om Sjaunjamyra, trakten kring Lina älv och Risbäcks stationer, Kuosakåbbå—Njetsakiskåbbå, Svappavaartrakten (även Mertainen och Painirova), Rautusakara—Maattavaara, Vettasjärvi, Suoravaara—Vähävaara (V om Ullatti), Käymäjvitrakten, m. m. Iakttagelserna från dessa färder hava endast i ringa utsträckning förut publi-

<sup>1</sup> För ortnamn, som återfinnas på den bifogade kartan (tavla 1), användas här alltid det skrivsätt, vilket förekommer å kartunderlaget (Generalstabens översiktskarta över Sverige). Där stavningen ifråga väsentligen avviker från den, som återfinnes på de topografiska bladen i 1 : 200 000, och som genom dessa blivit allmänt känd, bifogas den sistnämnda inom parentes.

cerats. Dessutom hava givetvis strödda iakttagelser gjorts längs färdvägarna.

Beträffande Kirunaområdets södra och västra delar stöder sig framställningen på Sundius' utförliga beskrivning och karta (80) jämte slipprovsmaterial, samt för dess norra delar på Zenzéns kartering (80, karta). I övrigt har förf. alltid gått direkt till primärmaterialet i Sveriges geologiska undersöknings arkiv och samlingar. För det område, som berördes av 1899 års »malmfältsexpeditioner», har, utanför Kirunaområdet och de övriga av förf. själv närmare undersökta trakterna, »Expedition B» lämnat en mycket god grund genom A. Gavelins och O. Tenows kartor, dagböcker och stuffsamlingar samt en av F. Svenonius insamlad stuffserie. Från Pajala föreligger ett utmärkt material från en av V. Tanner 1918 för enskild uppdragsgivare utförd geologisk detaljkognoscering i samband med malmletning, omfattande en stor samling bergartsprov med tillhörande kartor och korta fältanteckningar, vilken överlämnats till Undersökningen. I övrigt måste framställningen väsentligen baseras på materialet från översiktsresor, mestadels på 1880-talet. Främst äro därvid att nämna K. A. Fredholms resor under skedet 1878—1887. Visserligen kunna Fredholms petrografiska beteckningar i dagboken och på kartorna ibland vara något missledande, men hans mycket omfattande stuffserier med noggranna lokaluppgifter göra alltid en kontroll möjlig. Sedan man numera genom mera ingående undersökningar i angränsande trakter vunnit en närmare kännedom om de olika geologiska elementens roll och inbördes förhållanden, kan Fredholms material utnyttjas på ett helt annat sätt, än vad förut varit möjligt. Inom vissa trakter är det visserligen numera av ringa betydelse på grund av tillgången på nyare och rikhaltigare material, men på sina håll, såsom inom området för kartbladen Soppero och Lainio, i gränstrakterna mellan Gällivare och Pajala socknar, m. m., är det ännu nära nog det enda, som finnes att tillgå. Vidare hava använts strödda iakttagelser av Hummel (1875) och Svenonius (utöver den redan anförda stuffserien från 1899), samt i Gällivaretrakten av C. Morton, m. fl. Av B. Högbom har välvilligt meddelats ett antal observationer, huvudsakligen från trakten kring Vitangi—Masugnsbyn—Parakka, varjämte några strödda iakttagelser ställts till förfogande av N. Zenzén, J. Eklund, H. E. Johansson, m. fl.

Vid framläggandet av denna översikt, som för förf:s del utgör sammanfattningen av mångårigt arbete inom vår nordligaste malmtrakt, är det förf. en kär plikt att betyga sin varma tacksamhet till alla dem, som på olika sätt befrämjat detta arbete, främst de olika där verksamma gruvföretagen och deras tjänstemän.

## Blottningar och blockstudier.

I likhet med inre Norrland i allmänhet (utanför högfjällen) är vårt område synnerligen fattigt på blottningar av fast berg. De topografiska förhållandena äro i detta avseende föga gynnsamma. Området är, i stort sett, ett flackt land, visserligen med talrika berg om intill 300 m relativ höjd eller undantagsvis mera, men deras sluttningar äro sällan branta. Moräntäcket har därför kunnat uppnå en högst påfallande jämnhet. Karakteristiskt i detta avseende är trakten omkring Kiruna, där moränens mäktighet i allmänhet icke uppgår till mera än 1—2 m, men likväl blottat berg, om man också medräknar »rösberg» och ytor med fläckar av tunn morän, endast utgör drygt 2 % av arealen (Sjögren, 77). I allmänhet torde emellertid moränmäktigheten uppgå till större belopp än det nu anförda. Sådana siffror som 30 m, som träffas ställvis på Malmberget (44, s. 10) och nära Masugnsbyn, torde dock vara ovanliga, utom givetvis i ändmoränlandskapen. Även uppe på bergssluttningarna kan man i bäckraviner få se moränskärningar om 7—8 meters djup, utan att fast berg blivit blottat. Det är ej ovanligt att t. ex. på flacka lågfjäll finna ytor om något tiotal kvadratkilometer utan en enda blottad håll. På det hela taget äro dock blottningar genom luckor i moränbetäckningen allmännare på bergen än i låglandet. Härtill kommer, att höjder över trädgränsen äro så mycket överskådligare, så att risken att vid rekognoscering förbise en håll är betydligt reducerad. I låglandet åter tillkomma såsom försvärande moment även glacifluviala avlagringar i större skala, mycket vidsträckt myrbetäckning samt skymmande vegetation.

Jämte sådana hållar, som blottats genom moräntäckets ofullständighet, spela de glacifluviala erosionszonerna en synnerligen viktig roll för berggrundskararteringen. Dessa allmänt uppträdande kalspolningar, »döda fall» och kanjondalar erbjuda också stora, sammanhängande blottningar i en skala, som man mera sällan finner bland de primärt ur moräntäcket uppstickande hållarna.

En stor olägenhet för berggrundskararteringen utgör den omständigheten, att hållarna så allmänt äro frostsprängda till »rösberg» (fig. 4 och 5). Då en blandning av olika bergarter föreligger, blir det på detta sätt svårt att få fram deras inbördes relationer. Å andra sidan kan frostsprängningen även vara till stor hjälp, nämligen i myrlandet, där den lyfter upp och rensar lokala blockmassor. Medan rösberget på bergen varit känt av gammalt, hava dylika »uppfrysningar» i låglandet först uppmärksamrats av B. Hög-



Fig. 1. Dundret, från Malmberget (vinterbild, omkring 1903). Exempel på lågfjäll (av gabbro) med jämförelsevis branta, delvis hållrika sluttningar.  
[Dundret Mountain, seen from Malmberget. Winter view, about 1903. Example of a (gabbro) mountain reaching above timber line, and with numerous outcrops.]

bom (58). I somliga trakter, t. ex. omkring Vittangi, har deras betydelse för berggrundskarteringen varit mycket stor.

Utnyttjandet av moränblock för berggrundens kartläggande har däremot icke kunnat ske uti någon större utsträckning, ehuru man naturligtvis på åtskilliga ställen träffar blocksamlingar av så påtagligt lokal karaktär, att de bestämt angiva den anstående bergartens natur. Skälen till blockstudiernas jämförelsevis ringa betydelse, som måhända kan synas förvånande, äro flera. Över väldiga vidder är moränmarken täckt av torvbildningar.



P. Geijer foto. 1925.

Fig. 2. Piedjatjtjåkko (Pidjastjåkko), 1 013 m ö. h., från S på 6 km avstånd, med Ratitjaure (705 m). Hällar i förgrunden och såsom knappt skönjbara knölar på Piedjatjtjåkkos silhuett, annars jämnt moräntäcke; några snölägen markera bäckraviner. [*Piedjatjtjåkko (1 013 m above sea level) from the south, distance 6 km, Lake Ratitjaure (705 m) in the middle distance. Outcrops in the foreground and as barely visible knobs on the sky-line, otherwise an even drift cover (moraine).*]

I barrskogen utgör vegetationen och råhumustäcket en föga mindre effektiv slöja. Ofta kan man också konstatera, att moräntäcket, även när det är helt tunt, består av polymikt fjärrmorän, som ej alls avspeglar den lokala berggrundens sammansättning. Vidare leverera vissa bergarter ojämeförigt mycket mera block än andra, och »dränka» sålunda det lokala moränmaterialet. Så t. ex. kunna block av grovt förklyftade djupbergarter dominera även på berggrund av porfyr. Slutligen äro transportriktningarna ännu så länge ganska ofullständigt kända. Enstaka block kunna härröra från äldre skeden av nedisningen än materialet omkring (89, 30). Så gott som ingenting är känt om de kortare transporter, som kunna ägt rum under avsmältningsskedet, då isen var starkt uppdelad och i sina rörelser influerades av lokala topografiska förhållanden på helt annat sätt än förut (jfr 29).



Fig. 3. Kanjondal vid Sarkasvare Ö om Gällivare, utskulpterad av glacial smältvattensälv (ur 29). Bergarten Linagranit. [*Canyon in Lina granite, E. of Gällivare, eroded by a Glacial stream (from 29).*]



Fig. 4. Rösbergsfält av massformig leptit (metamorf porfyr), Malmberget (ur 44). [*Frost-broken outcrop of massive leptite (metamorphic porphyry), Malmberget (from 44).*]

Det är emellertid otvivelaktigt, att en närmare kännedom om de glacialgeologiska förhållandena skulle göra det möjligt att i vida större utsträckning, än vad som hittills varit möjligt, komplettera de upplysningar, som de fåtaliga blottningarna av berggrunden giva. En glacialgeologisk under-

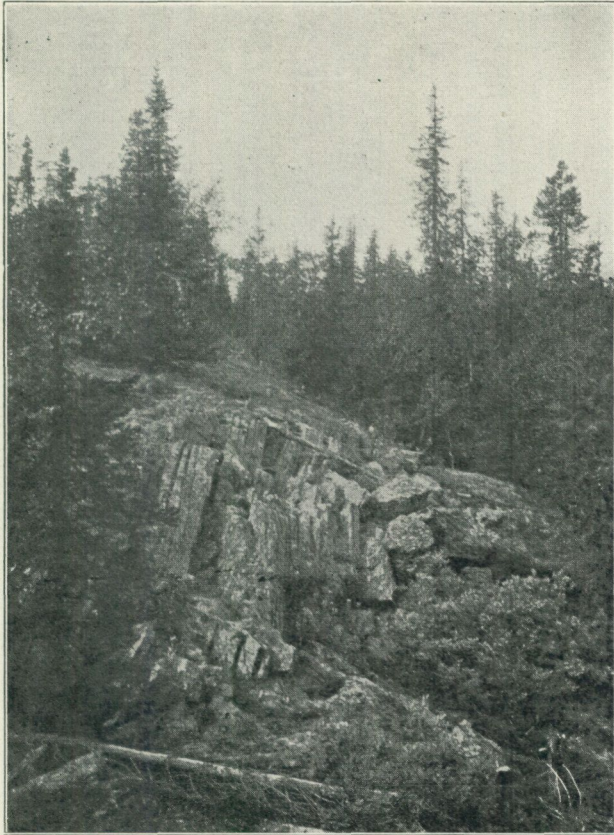


Fig. 5. Frostkluvna hållar av skiktad leptit, N om Muorjevare (ur 31). [*Frost-broken outcrops of stratified leptylite, N. of Muorjevare (from 31).*]

sökning borde därför föregå en kommande systematisk och mera ingående rekognoscering av berggrunden.

Då det icke funnits någon möjlighet att å kartan tavla 1 angiva de observationer, på vilka den är byggd, hava dessa, vad urbergsområdet beträffar, utsatts på en nyckelkarta i hälften så stor skala, fig. 6 a och 6 b (s. 14—15).

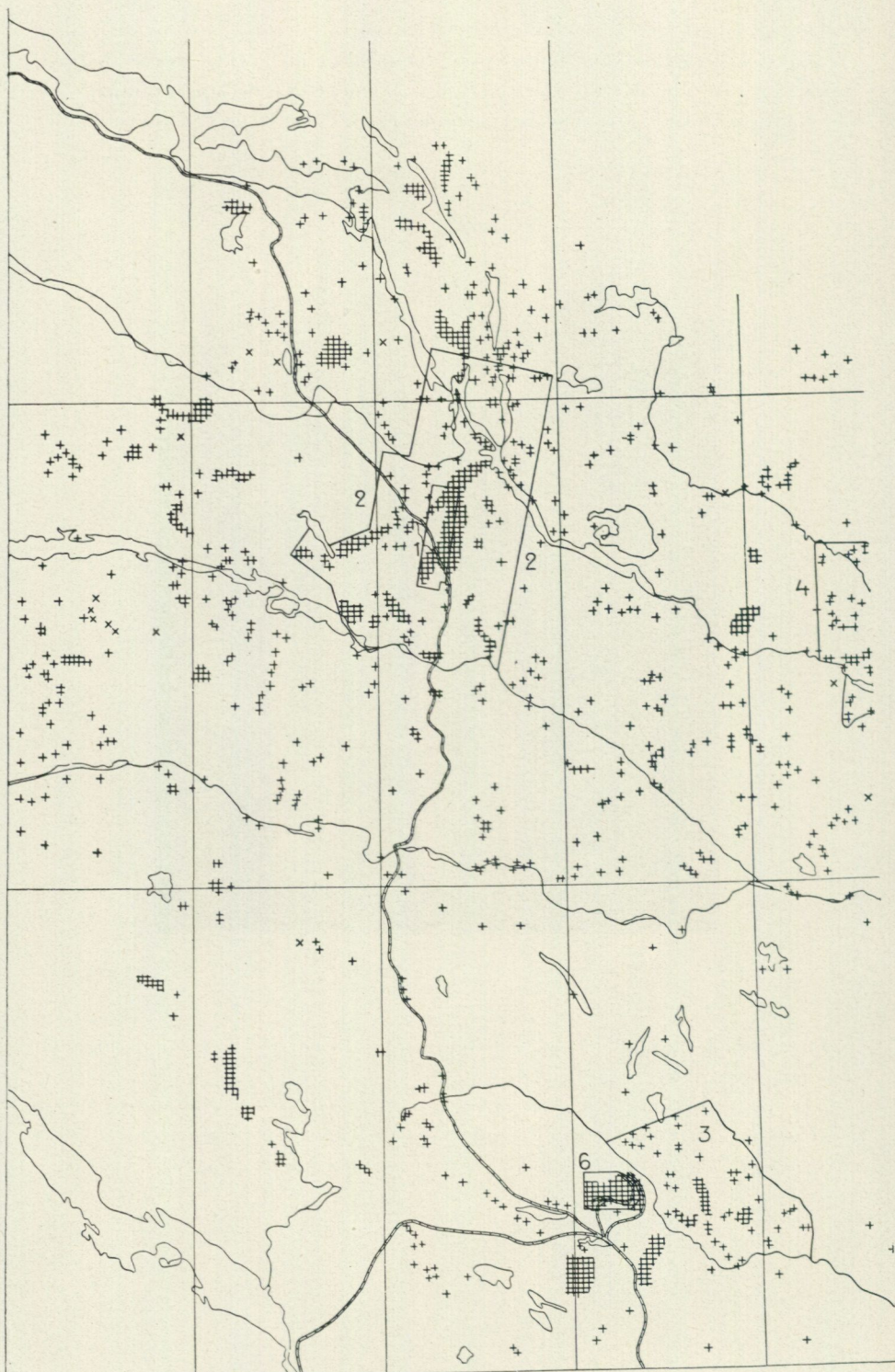


Fig. 6 a.

Karta över berggrundsobservationer inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala, skala 1 : 800 000 (jfr tavla 1). Kors utmärka enstaka observationspunkter eller smärre grupper, rutade områden större grupper, snedställda kors berggrund angiven av blockobservationer. Områden för publicerade kartor i större skala, med utsatta observationspunkter: 1: centrala Kirunaområdet (22), 1 : 8 000; 2: Kirunaområdet (80), 1 : 100 000; 3: Nautanenområdet (31), 1 : 150 000; 4: Vittangiområdet (32), 1 : 100 000; 5: Masugnsbyfälten (43), 1 : 12 000; 6: Gällivarefältet; (44), 1 : 8 000. [Key map, 1 : 800 000, showing observation points (compare Pl. 1). Crosses mark isolated outcrops or small groups, ruled areas larger groups, oblique crosses rocks identified from drift boulders. Published maps on larger scales: 1 Central Kiruna district (22), 2 Kiruna district (80), 3 Nautanen district (31), 4 Vittangi district (32), 5 Masugnsby fields (43), 6 Gällivare field (44).]

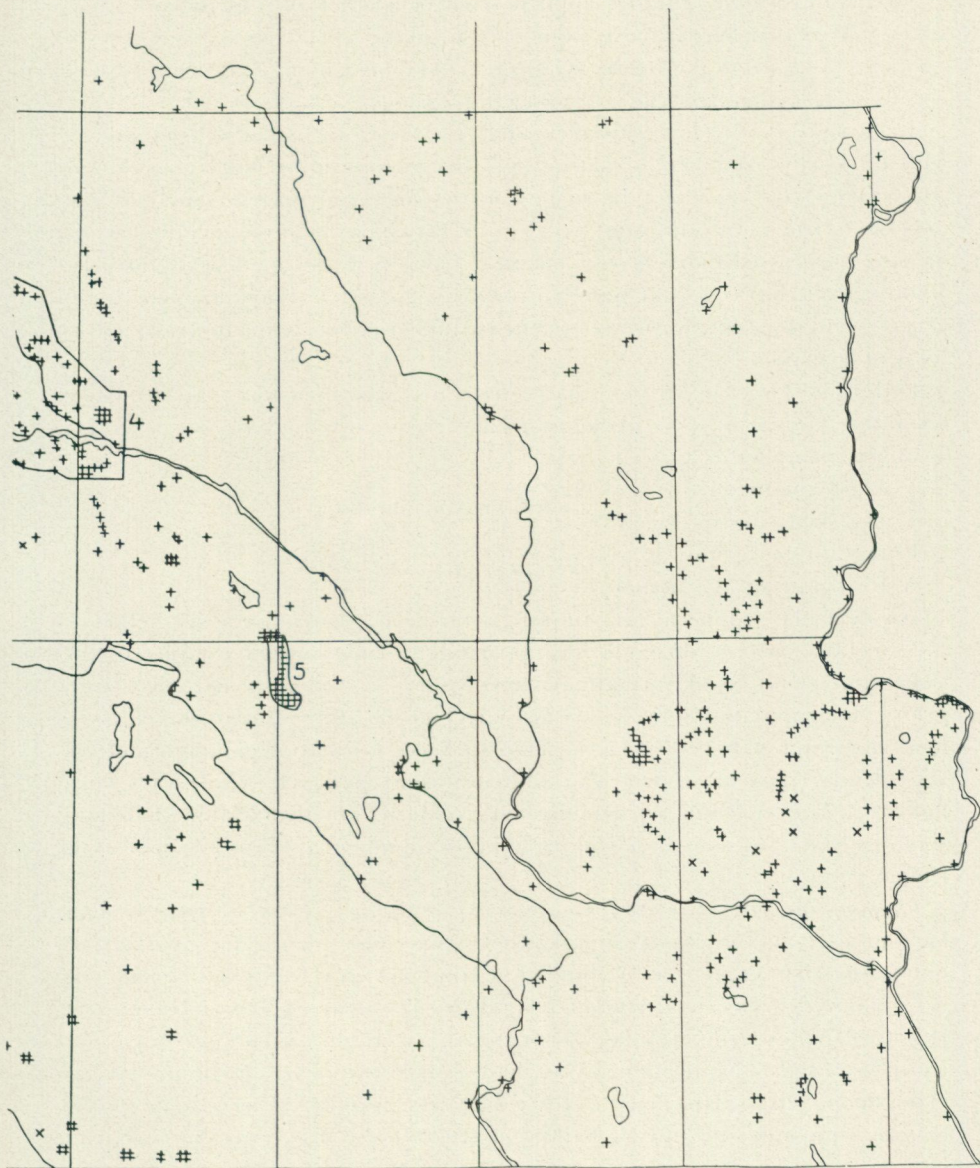


Fig. 6 b.

## Den stratigrafiska indelningen.

Det malmförande området upptages helt och hållet av prekambrisk bergarter. Med den begränsning, som kartan givits, är det endast längst i NV som fjällkedjans kambrosiluravlagringar komma inom dess ram. Denna yngre serie behandlas icke i föreliggande arbete.

Bergarterna äro dels suprakrustala, på jordytan bildade produkter av vulkanisk eller sedimentär natur, dels intrusiva eruptivbergarter. En del av dessa senare representera smärre intrusioner, som på ett sannolikt jämförelsevis ringa djup inträngt uti de suprakrustala bergarterna. I den måndylrika hypabyssiska intrusioner stå i ett nära samband med de eruptiva ytbildningarna hava de här sammanförts med dessa. Huvudmassan av intrusiven utgöres emellertid av verkliga djupbergarter, som uppträda i form av större massiv.

Om vi bortse från en del smärre hypabyssiska intrusioner av grönstenskaraktär, kunna de olika geologiska enheterna hänföras till endera av fyra grupper, nämligen:

Vakkoformationen	}	Suprakrustala bildningar.
Porfyr-leptit-formationen		
Linagranitens grupp	}	Djupbergarter.
Äldre djuperuptivgruppen		

Av de båda grupperna av djupbergarter torde den äldre i sin helhet till åldern falla *mellan* de båda suprakrustala formationerna, nämligen vara yngre än porfyr-leptit-formationen men äldre än Vakkoformationen. Linagranitens grupp åter, som är distinkt yngre än de äldre djuperuptiven, synes med stor sannolikhet även vara yngre än Vakkoformationen; avgörande bevis i denna fråga hava dock icke kunnat förebringas. Det torde vara lämpligt att redan nu lämna en översikt av grunderna för denna åldersindelning, som ju blir bestämmande för hela uppställningen av den följande skildringen.

*Frågan om porfyr-leptit-formationens underlag.* Förefintligheten inom kartområdet av två skilda suprakrustalformationer, den äldre övervägande vulkanisk, den yngre rent sedimentär, konstaterades först vid Kiruna, där det genom Zenzéns detaljstudier ådagalades, att den s. k. Övre Haukiserien (nu förd under namnet Vakkoformationen) vilar diskordant på den malmförande bergartskomplexen. Man hade emellertid icke anledning att tillmäta denna diskordans någon större betydelse, om också en sådan möjlighet allvarligt räknades med. Samtidigt studerades i trakterna N om Kiruna

en diskordans (»Vakkojärvidiskordansen»), där en sedimentserie vilar på granit och uppenbart är yngre än denna. Den vidare fortsättningen av denna zon hade tidigare studerats av Gavelin (20, 21). Då en berggrundskarta över hela Kirunaområdet skulle sammanställas (80), ansåg man sig böra utgå från den uppfattningen såsom den mest sannolika, att Vakkojärvidiskordansen bildade botten för hela den suprakrustala bergartssviten vid Kiruna.<sup>1</sup>

Denna stratigrafiska uppfattning kunde visserligen synas mest sannolik, så länge man endast tog hänsyn till ett mera begränsat område, men dess tillämpning för vidare trakter ledde till mycket osannolika konsekvenser. Förf:s studier över Vakkojärvidiskordansen (42) gävo också sedan vid handen, att diskordansen i fråga med största sannolikhet ekvivalerar diskordansen under »Övre Haukiserien», vars sediment därför sammanställdes med Vakkoformationens under dennas namn. Härav följde, dels att diskordansen mellan de malmförande bergarterna vid Kiruna och de överlagrande sedimenten (nu hänfödda till Vakkoformationen) måste vara mera betydande, än vad man förut haft anledning antaga,<sup>2</sup> dels också, att man icke kan påvisa något underlag för porfyr-leptit-formationen.

Skälen för förf:s uppfattning hava redan blivit framlagda i utförlig form (42). Här skola emellertid anföras, dels några kompletterande data, dels också argument hämtade från de geologiska förhållandena inom trakter, som icke direkt berördes i den citerade framställningen.

En viktig punkt i förf:s tidigare framställning gällde förhållandet mellan Vakkoformationens sediment i Vakkojärvizonen samt den grönstensformation, som i Ö begränsar desamma och som norrut har sin fortsättning i Porrobergen Ö om Taallujärvi (Talojärvi) (jfr fig. 7). Förf. påpekade sannolikheten av att en förkastning åtskilde dessa båda bergarts-serier, men att likväl bland grönstenarna i fråga kunde i stor utsträckning ingå hypabyssiska intrusioner av samma slag som i Vakkoformationen. Sedan nu allt äldre iakttagelsematerial blivit mera fullständigt genomgånet, har denna uppfattning, enligt vilken de ifrågavarande grönstenarna icke utgöra någon suprakrustal svit, yngre än Vakkosedimenten, åtskilligt vunnit i styrka. Det relativa läget kan mycket väl, alldeles såsom fallet torde vara uti den i huvudsak analogt byggda Kovozone, bero på en stor dislokation efter Vakkosedimentens avlagrande (42). Uti grönstensformationen i zonen Vakkojärvi—Taallujärvi (bergen Yli Maitanen—Ala Porro—Yli Porro) ingå icke några sediment av säker Vakkotyp. På Taallujärvis östra strand mitt emot Salmi synes en granit sticka upp, enligt en iakttagelse av Gavelin (20).<sup>3</sup> Denna granit är av samma slag som den, vilken S om Taallujärvi underlagrar Vakkosedimenten. Mellan graniten och Porro-

<sup>1</sup> Utvecklingen i denna fråga har redan annorstädes blivit mera utförligt refererad (42).

<sup>2</sup> Den nära överensstämmelse, som överallt förefinnes mellan Vakkoformationens och porfyr-leptit-formationens strykningsriktningar, utgör emellertid ett observandum, som manar att ej överskatta vinkeldiskordansens kvantitativa betydelse.

<sup>3</sup> Denna stuff har tidigare förbisetts av förf., så att i den citerade uppsatsen endast en förekomst av syenitartad leukodiabas anfördes.

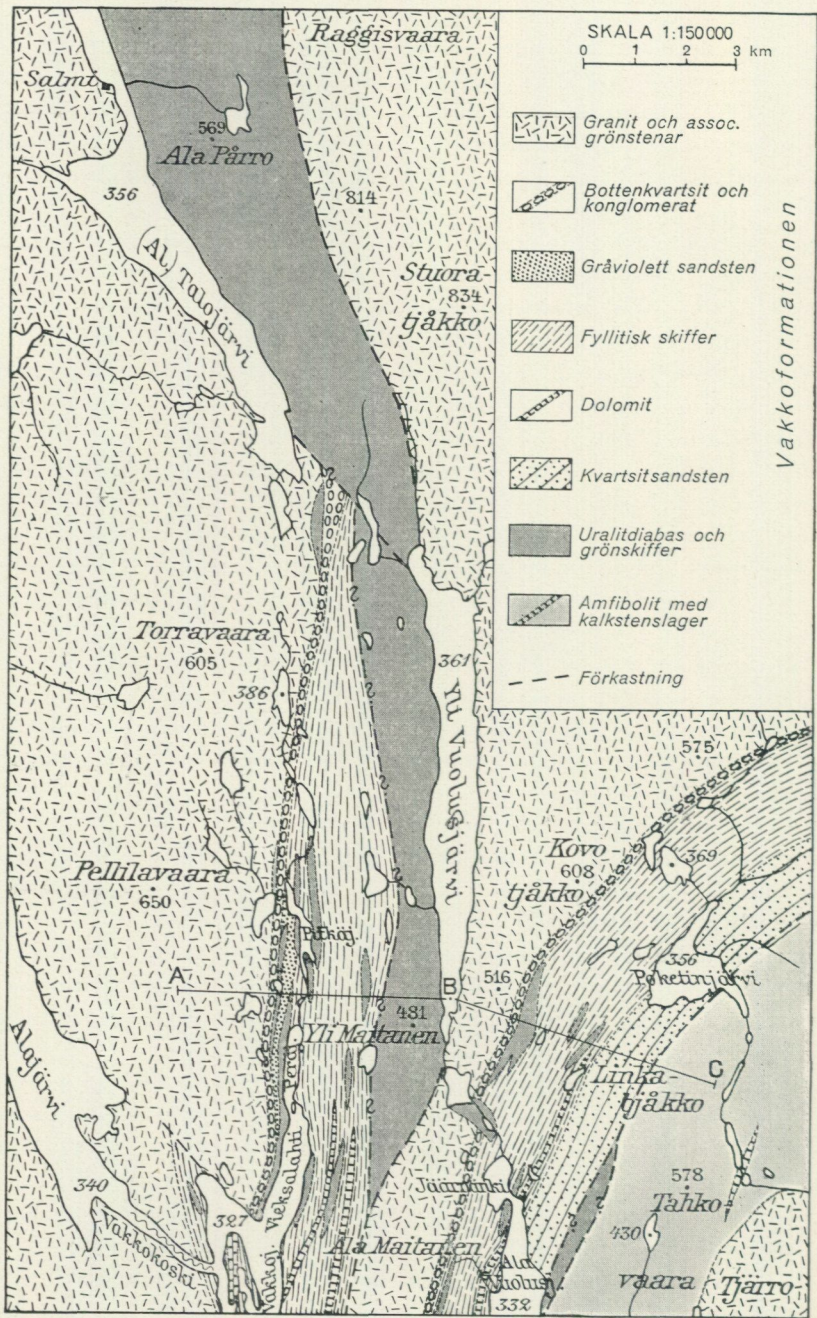


Fig. 7. Berggrunden inom Vakkokjärvizonen och Kovoizonen (delvis) (ur 42). [Map of the Vakkokjärvi and Kovo zones, 1 : 150 000. Legend: Granite and assoc. greenstones; basal quartzite, and conglomerate; grayish purple sandstone; phyllitic slate; dolomite; quartzitic sandstone; uraltite diabase; amphibolite and limestone; fault. (From 42).]

bergens grönstenar är ett relativt litet avstånd, utan några blottningar av Vakkosediment. Uti själva grönstensbältet finnas inga andra inlagringar av icke-vulkaniska sediment än kalksten och dolomit. Dessa visa icke någon större och avgörande likhet med karbonatsedimenten uti Vakkoformationen.<sup>1</sup> På toppen av Iso Huornanen (bl. Torneträsk)<sup>2</sup> vid Taallujärvi ligga enligt Gavelins observationer grönsten och kalksten omedelbart över en skapolitiserad porfyrisk syenitleptit. Möjligheten av en inverterad lagerställning är givetvis icke utesluten. I alla händelser kan man dock icke i denna trakt få fram någon sannolikhet för att Porrogrönstenarna normalt överlagra Vakkosedimenten.

I riktningen av Iso Huornanens kalksten ligger Tjavelks lagerformade skarnmalm (jfr s. 143), vilken med största sannolikhet ersätter ett lager av karbonatbergart; vidare i samma riktning finner man kalkstenen vid Kalpminjarka vid Torne Träsk, strax N om Tarrakoski, och slutligen, c:a 3 mil från Iso Huornanen, omkring Rensjöns station ett antal förekomster av kalksten såsom brottstycken i gabbroida djupbergarter likartade med dem som — såsom framgår särskilt av Gavelins iakttagelser — sammanhänga med de graniter, vilka utgöra Vakkosedimentens underlag uti Vakkojärvizonen.

Översiktskartan i »Jukkasjärvi malmtrakt» (88) suggererar onekligen möjligheten, att den nyssnämnda djupbergartskomplexen skulle vara äldre än flertalet övriga djupbergarter inom kartområdet. Den är nämligen till stor del angiven såsom gnejsig. Sådan utbildning förekommer emellertid endast inom en mindre del av komplexen, huvudsakligen på berget Kaittasvare. Bergarten närmast under Vakkojärvidiskordansen är i regel alldeles massformig. Uti komplexen i fråga ingå i stor utsträckning, särskilt i Paatsijäkäläbergen, något kvartsförande syeniter av en över hela området utbredd typ, som på flera håll kunnat konstateras vara yngre än den malmförande porfyr-leptit-formationen. Karaktären på djupbergartskomplexen under Vakkojärvidiskordansen giver sålunda ingen anledning förmoda, att denna diskordans underlagrar porfyr-leptit-formationen.

Ett annat geologiskt förhållande, som ansetts indicera förefintligheten av djupbergarter äldre än de malmförande porfyreerna, utgör förekomsten av porfyrgångar i trakten av Tårnätjäkko (Tårvtjäkko), c:a 3 mil V om Kiruna. Förf. har redan framhållit (42, s. 500), att dessa bergarters karaktärer visserligen ådagalägga deras samhörighet med samma petrografiska provins som de malmförande bergarterna, men icke tillåta någon längre

<sup>1</sup> Det finnes dock i Sveriges geologiska undersöknings samlingar ett prov av dolomit av Vakkoformationens vanliga typ (tät, vit), som av Svenonius tagits »på östra sidan af Harrivaara» V om Yli Vuolusjärvi. Detta prov är taget under en malmletning för enskild räkning, varför inga tillhörande anteckningar finnas utöver etiketten. Fredholm, som 1887 besökte samma berg, har från slutningen ifråga endast grönsten, delvis mycket starkt förskiffrad (enligt stofferna; den mest skiffriga bergarten kallas av F. lerskiffer), men omnämner från toppen block av kalksten. Det är då rimligt att tänka sig, att Svenonius, som ej synes hava besökt några förekomster av karbonatbergarter i fast klyft i trakten SSV om lokalen ifråga, funnit det vara av intresse att medtaga prov av block.

<sup>2</sup> Då ortnamn användas, som icke återfinnas på den här bifogade berggrundskartan, hänvisas inom parentes till vederbörande topografiska blad i skalan 1 : 200 000. Beträffande dessa är att påpeka, att n:o 9, förr benämnt Kaalaslusa, numera bär namnet Kiruna.

gående identifiering. Mycket större likheter med Kirunas syenitporfyrer erbjuda en del av de ej veterligen gångformiga, stora arealer upptagande porfyreerna i samma trakt (enligt Gavelins stuffmaterial). Enligt Gavelins iakttagelser finnas i denna porfyrförformation intrusioner av gabbroida grönstenar, vilka i samma trakt i sin tur genomsättas av den kvarts-pertit-syenit, uti vilken de nyssnämnda gångarna uppträda. Förhållandena inom trakten i fråga angiva sålunda även de, att djupbergarterna äro yngre än den suprakrustala porfy-leptit-formationen.

Om det också, såsom närmare framgår av det följande, i några fall ställer sig svårt att komma till klarhet, huruvida en viss bergart är att hänföra till porfy-leptit-formationen eller till Vakkoförformationen, så kan det likväl knappast råda något tvivel därom, att dessa båda suprakrustalformationer till tiden skiljas åt av en serie djupbergarter, och att för den äldre, porfy-leptit-formationen, ingen botten konstaterats inom vårt kartområde.

De djupbergarter, som denna slutsats gäller, utgöra en synnerligen brokig serie. Från olivingabbro, norit och gabbro variera de dels genom plagioklas-mikroklin-syeniter med skiftande halter av kvarts och av mörka mineral ända till graniter, dels också över plagioklas-pertit-syeniter och kvarts-pertit-syeniter till pertitgraniter. De syenitiska ledens kvantitativa betydelse är mycket stor. De överträffa såväl gabbroerna som graniterna (jfr tavla 1).

Bevisen för Vakkoförformationens yngre ålder gälla icke beträffande den mest utbredda granitgruppen inom området, Linagraniten. Denna genom-sätter, såsom observationer från många platser ådagalägga, icke blott porfy-leptit-formationen utan även de äldre djuperuptiven. Med vissa av dessa, såsom graniterna, har den dock aldrig iakttagits i kontakt.

Frågan om Linagranitens ålder i förhållande till Vakkoförformationen utgör ett synnerligen komplicerat problem. Ehuru man ibland de graniter, som underlagra Vakköjärvisonens sediment, kan finna former, vilka uppvisa vissa likheter med Linagraniten, är det dock ett faktum, att ingen säker Linagranit någonstades träffats uti den ifrågavarande granitkomplexen eller såsom bollar i Vakkoförformationens konglomerat. Emellertid kan man icke heller prestera några avgörande positiva bevis för Linagranitens yngre ålder gentemot Vakkoförformationen. Vid behandlingen av Vakköjärvidiskordansen var förf. också mest benägen att antaga, det även Linagraniten var äldre än Vakkoförformationen (42, s. 501). Senare erfarenheter hava emellertid föranlett en revision av denna uppfattning.

Såsom en blick på kartan (tavla 1) visar, uppträda de typiska Vakkoför-sedimenten dels i utkanten av Linagranitens utbredningsområde, där graniten i fråga blott är representerad av några småmassiv, dels helt och hållet utanför detsamma. Emellertid förekomma i närmare kontakt med Linagraniten kvartsiter, vilka — bortsett från den högre metamorfosgraden — mycket väl kunna ekvivalera Vakkoförformationens kvartsitsandsten, formationens yngsta och mest utbredda etage. Slutligen finnas även kvartsiter, som hänföras till porfy-leptit-formationen, men som kunna tänkas åt-

minstone i stort sett motsvara någon del av Vackoformationen — för det fall nämligen, att diskordansen mellan de båda suprakrustala formationerna skulle vara mindre markerad inom kartområdets södra och östra delar än den är i Kirunatrakten.

Särskilt belysande är det att granska förekomsterna av sandsten och kvartsit inom ett jämförelsevis smalt bälte från Nalmoinen i norr över Hippainen till Gällivaretrakten. Vid Nalmoinen anstår en kvartsitisk bergart med hög halt av albit, förmodligen vilande på Tjiuros granit. Söderut möter sedan kvartsitsandsten, fullständigt motsvarande Vackoformationen yngsta bergart uti Kirunatrakten, på Maattavaara vid nedre Sekkujoki, på Rautusakara och det S därom belägna Paurankivaara. Efter en lucka träffas åter liknande bergarter mellan Mertainen och Kalixälven. Sålunda uppträda på Saurusvaara (bl. Vittangi) håller av en kvartsit (Tenow, 92), som visserligen för blotta ögat har betydande likhet med Vackoformationens kvartsitsandsten, men som är fullständigt kristallin. Den innehåller något albit och turmalin. På östra slutningen av Hopukka (bl. Vittangi), SO om Saurusvaara, har Tenow funnit talrika block av en något avvikande kvartsittyp, vilken förmodligen anstår helt nära. Denna kvartsit, som är rik på mikroklin och finfjällig muskovit, har bättre skönjbara klastiska drag. C:a 15 km sydligare höjer sig kvartsitberget Hippainen. Dettas bergart, som saknar bevarad klastisk struktur, har inlagringar av mycket mikroklinrik kvartsit. Den genomdrages ofta längs bankningsplanen av tunna sömmar av turmalin och kvarts. Synnerligast som en fullständigt motsvarande företeelse möter i Nautanenområdets kvartsit i närheten av Linagranit, torde densamma, jämte bergartens metamorfosgrad, få anses göra det så gott som säkert, att Hippainens kvartsit är äldre än den angränsande Linagraniten (jfr vidare s. 116).

Fyra mil SSO om Hippainen uppträder kvartsit i Nautanenområdet. I detta fall är kvartsitens högre ålder gentemot Linagraniten uppenbar. Vad förhållandet till leptiterna beträffar, så synes kvartsiten uppträda fullständigt konformt med dessa, och den saknar alla slags konglomeratbildningar (31). De inlagringar av leptitiska bergarter, som förekomma, utgöras emellertid av den mikroklinrika form, som också träffats på Hippainen. Huvudmassan av kvartsiten uppträder i en synklinal och kan mycket väl vara yngre än de egentliga leptiterna. Vad åter beträffar det smala kvartsitband, som anträffats vid vägen N om Pahtavaara (bl. Gällivare) (31, s. 18 och 41), så synes detta utgöra en inlagring i leptiterna, men möjligheten av en inveckning är näppeligen utesluten. I alla händelser synes det troligt, att kvartsiten stratigrafiskt sett ligger mycket högt.

Sydväst om Dundret uppträder kvartsit i Ätnaåive (bl. Luleträsk; jfr 63). Bergarten, som är mikroklinförande, visar en del klastiska drag. C:a 15 km längre åt SO, på sydvästra sidan av Radnijaure (Råneträsk), utanför kartans område, uppträder enligt Svenonius (84) en kvartsitsandsten. Prov visa, att denna är en sericitskiffrig bergart av en uti Vackoformationen kvartsitsandstenar vanlig typ, dess struktur är uppenbart klastisk.

I zonen från Nalmoinen till Nautanen utgör tydligen Hippainen den i stratigrafiskt hänseende kritiska punkten. Detta kvartsitberg ligger i fortsättningen av en kedja av mer eller mindre typiska Vakkobergarter av motsvarande sammansättning. Metamorfosgraden är visserligen högre än i de minst påverkade av dessa, men stegringen märkes redan N om Hippainen (Saurusvaara och Hopukka) och framträder för övrigt även norrut i zonen (Nalmoinen). Det synes då i varje fall sannolikast, att även Hippainens bergart tillhör Vakkoformationen och att sålunda denna formation är äldre än Linagraniten.

Denna tolkning av Hippainen rullar emellertid upp ett nytt problem. På grund av likheterna med Nautanenkvartsiten såväl beträffande bergartens egen karaktär som det relativa läget i förhållande till vissa inbördes analoga järnmalmsfyndigheter (Gällivarefältet 6—10 km V om Nautanenkvartsiten, Killingifältet 12 km V om Hippainen) ligger det nära till hands att parallellisera dessa båda kvartsitförekomster. Även de förut skildrade kvartsitiska bergarterna SV och S om Dundret (Ätnaäive och Radnijaure) inbjuda till samma jämförelse mellan Nautanenkvartsiten och Vakkoformationen. Emellertid föreligga ju icke några tecken på diskordans mellan Nautanenkvartsiten och porfyr-leptit-formationen. Parallelliseringen skulle sålunda innebära, att den i Kirunatrakten betydande diskordansen nästan upphört i Gällivaretrakten. I och för sig vore detta ingenting osannolikt, om man icke även i sistnämnda trakt hade representerad den djupbergartsgrupp, som till åldern faller emellan de båda suprakrustalformationerna, och vars intrusion svårigen kan hava försiggått utan en avsevärd deformation av porfyr-leptit-formationen. Slutligen finnas i kartområdets östra delar (Tärendö och Pajala) kvartsiter, som endast genom en mycket obetydlig diskordans skiljas från porfyr-leptit-formationen.

Det synes under dessa omständigheter lämpligast att begränsa begreppet Vakkoformationen till de gentemot porfyr-leptit-formationen och de äldre djuperuptiven tydligt yngre sedimenten, ävensom de till dessa mer eller mindre nära anslutna förekomsterna av kvartsit, såsom Hippainen och Nalmoinen. De kvartsiter åter (Nautanen, Tärendö—Pajala), som äro mycket nära anknutna till porfyr-leptit-formationen, uppföras här såsom en yngsta etage i denna. Om sedan denna etage, såsom ovan påpekats, kan tänkas motsvara Vakkoformationen inom andra delar av kartområdet, detta blir en fråga som måste övervägas, men sannolikheten är icke så stor, att en dylik uppfattning bör läggas till grund för beteckningarna på kartan eller för dispositionen av den följande beskrivningen.

## Porfyr-leptit-formationen.

### Översikt.

Beteckningen för denna formation är tagen från dess mest utbredda bergartsled, porfyryr och leptiter. En del av de sistnämnda representera porfyryrerna uti en högre metamorfosgrad, men resten är av ett annat ursprung. Ett bättre avspeglande av formationens byggnad skulle erhållits, om man i namnet även indragit de suprakrustala grönstenarna, split, grönskiffer och amfibolit, som utgöra en betydande del av formationen. För korthetens skull har emellertid det här brukade namnet blivit valt. De bergarter, som genom detsamma betonas, äro icke blott de mest utbredda, utan också de ur praktisk synpunkt viktigaste, i det att de mest betydande malmfyndigheterna äro bundna till dem.

De porfyryr, det gäller, hava dels syenitisk, dels kvartssyenitisk sammansättning och i allmänhet utpräglad alkalisk karaktär, utan att dock övergå till »alkalibergarter» i den mening, att de föra fältspatoider eller alkaliska pyroxener eller amfiboler. Keratofyrnamnet har använts för en del av dem, och på goda grunder, men den vaghet, som för näryarande utmärker keratofyrbegreppet, har föranlett förf. att icke upptaga denna term. Strukturellt växla porfyryrerna mellan utpräglade ytbergarter å ena sidan och å den andra gångbergarter eller, i sällsynta undantagsfall, jämnt millimeterkorniga eller t. o. m. grövre modifikationer. De kvartsförande leden visa dock nästan enbart ytstrukturer.

Nomenklaturen för hithörande bergarter är tyvärr fullständigt kaotisk. För den mest utbredda typen — porfyryr med strökorn av alkalifältspat uti en grundmassa av liknande fältspat jämte kvarts — finnes intet bekvämt och någorlunda allmänt erkänt namn. Även övriga typer erbjuda svårigheter. Här kommer följande indelning att användas. Såsom *syenitporfyryr* betecknas bergarter med alkaliska fältspater (i regel < 10 % An i plagioklaskomponenten), växlande halt av mörka mineral samt högst c:a 5 % kvarts. Om både kalifältspaten och de mörka mineralen träda tillbaka, så att en nästan ren albitsten (med porfyrstruktur) uppstår, användes den gamla termen *albitofyr*.<sup>1</sup> Såsom *basiska syenitporfyryr* betecknas sådana kvartsfria, på mörka mineral — särskilt biotit — rika, i övrigt till syenitporfyryrerna hänförliga bergarter, som visa kiselsyrebrist, vilken vid beräkandet av »normen» ur analyserna giver upphov till nefelin- och olivinmolekyler. Benämningen *albitporfyr* användes för bergarter

<sup>1</sup> Enligt äldre definition är albitofyr en kvartsförande bergart. Såväl namnformen och analogien med ortofyr som behovet av en ny term motivera emellertid den här antagna betydelsen.

med strökorn av albit (i regel i form av tunna tavlor) och med hög halt av finfjällig, åtminstone uti sin nuvarande utbildning sekundär biotit. 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. Såsom *kvartsförande porfyryr* betecknas former med strökorn av alkalifältspater ( $< 10\%$  An i plagioklaskomponenten) i grundmassa av liknande fältspat jämte kvarts. Bergartens kvartshalt utgör vanligen omkring  $20\%$ . De fåtaliga fallen av bergarter med strökorn även av kvarts omnämnas särskilt. Beteckningen kvartsporfyryr, som förf. tidigare (22) brukat för den kvartsförande porfyren i Kirunaområdet, synes icke vara lämplig för denna grupp, som saknar strökorn av kvarts.

Porfyryrerna och deras leptitiska eller undantagsvis gnejsiga metamorfosprodukter representera formationen inom områdets västra delar. I närheten av Torne Träsk's östra ände finnas några smärre områden. Från Kirunatrakten, där metamorfosen varit särdeles svag, sträcka sig porfyryrerna (jämte underordnade suprakrustala grönstenar), om också avbrutna genom djupbergartsmassiv, västerut till kambrosiluren vid fjällfoten och söderut till och över Kaitumälven. Österut nå de förbi Jukkasjärvi till Kiimakielinen (bl. Vittangi), Leppäkoski och möjligen Sattavaara (bl. Vittangi) N om Rautusakara. Därifrån går östgränsen söderut över Paunrankivaara till trakten V om Svappavaara, och sedan mot sydväst till Ylipääsnjaska SV om Kiviniemi. Söder om Kaitumälven förekomma dessa bergarter dels såsom några spridda partier bland djupbergarterna i väster, dels också som ett mera sammanhängande bälte, som går över älven i fråga mellan c:a en mil V om Fjällåsen och några mil Ö om denna station. Längre söderut är deras östra gräns icke närmare känd förrän Ö om Gällivare, där en övergångszon går fram genom Nautanenområdet. Västerut nå porfyryrerna utanför kartområdets gräns, i det att de t. ex. uppbygga lågfjällen V om Stora Lulevatten. Omkring Sjaunjamyrarna förtränges porfyryr-leptit-formationen nästan fullständigt av väldiga djupbergartsmassiv, men från Gällivare Malmberg i Ö till Stubbabergen i V är formationen till stor del bevarad och nästan enbart uppbyggd av porfyryr i leptitisk dräkt.

Öster om det sålunda angivna område, inom vilket porfyryr dominera uti formationen, finnas några fåtaliga och skäligen obetydliga förekomster av samma typer. En alldeles särskilt isolerad liten utpost är belägen vid Pahturijärvi (bl. Pajala) NV om Käymäjärvi.

Inom porfyrområdet uppträda även andra bergartstyper tillhörande samma formation, ehuru i avgjort mindre skala. Främst äro att anföra grönstenar av suprakrustala typer (jfr kartan). Bland dessa märkas spiliter, porfyriter och tuffogena bergarter. I relativt ringa mängd uppträda även

differentierade sediment, såsom kalksten och — i gränsområdet vid Nautanen — kvartsit.

Inom området Nautanen—Svappavaara—Vittangi—Masugnsbyn—Ullatti — för att med några ortnamn ungefärligen angiva läget — äro de mellan de stora djupbergartsmassorna uppträdande partierna av porfyr-leptit-formationen i regel av en helt annan karaktär än inom det nyss skildrade »porfyrområdet». Den vanligaste bergarten är en ljusgrå, biotitrik men i regel även kvartsrik leptit, aldrig med någon reliktporfyrstruktur, men ofta skiktad. Linagranitens intrusion har starkt påverkat bergarten och ställvis lett till ådergnejsbildning. Sålunda finnes SSV om Svappavaara ett avsevärt område av granatförande leptitisk gnejs. Till det nu nämnda stora leptitområdet ansluter sig i viss mån den smala hals av samma formation, som vid Masugnsbyn går fram mellan granitmassiven, samt det till densamma hörande området i västra Tarendö. Likartad, men måhända icke direkt sammanhängande, är formationen i fråga även uti södra och sydöstra Pajala (jfr nedan).

Inom det ifrågavarande området uppträder i porfyr-leptit-formationen på flera ställen kalksten ävensom ställvis glimmerskiffer, ibland andalusitförande. Kvartsit finnes nära Nautanen, såsom nyss nämnts, ävensom NV om Saittajärvi i Tarendö. Den sistnämnda förekomsten är med all sannolikhet att direkt parallellisera med Pajalakvartsiten (jfr nedan). Omkring Masugnsbyn samt i Tarendö finnas även grafitrika led.

Uti kartområdets norra kant kan man urskilja ett bälte med en karaktär, som skiljer det från båda de hittills behandlade områdena. Suprakrustala grönstenar uppträda där från Ö om Torne Träsk (Porrobergen) över Vittangivaara och Sautusvaara till trakten av Sekkujoki. Porfyren komma i beröring med dem NNV om Jukkasjärvi, vid Leppäkoski, o. s. v., såsom redan nämnts. I grönstensserien finnas kalkstensinlagringar (Porrobergen, S om Pokitinjärvi, Leppäkoski) och någon gång grafithaltiga sediment (Sautusvaara). Öster om porfyrens gränslinje, som går ungefär från Sekkujokis mynning i Vittangiälven till strax V om Svappavaara by, antager formationen en delvis annan karaktär. De skiktade, förmodligen tuffogena grönstenarna äro här utbildade såsom grövre amfiboliter, kvartsförande leptit växellagrar mångenstädes med dem, och mellanled förekomma också. Kalkstensinlagringar påträffas flerstädes, och grafithaltiga bergarter uppträda på många ställen. Alla kartområdets förekomster med sådan grafithalt, att de föranlett inmutning, ligga inom denna del eller dess fortsättning mot SO förbi Masugnsbyn, som utgör en övergångszon mot det övervägande av kvartshaltiga glimmerleptiter upptagna området.

Man kan sålunda inom vårt kartområde, utanför Pajala, urskilja tre geografiska underavdelningar i porfyr-leptit-formationen, vilka efter den för var och en mest karakteristiska bergartstypen kunna kallas porfyrområdet, leptitområdet och grönstensområdet. Att några distinkta gränser

icke kunna uppdragas mellan dessa underavdelningar torde dock framgå redan av det ovan anförda.

Porfyr-leptit-formationen inom Pajala socken är måhända av djupbergarter helt och hållet isolerad från hithörande fält inom kartområdet i övrigt. Där möter i S och SO en utbildning närmast motsvarande leptit-området, med bergarten växlande från leptit till gnejs, ofta i form av ådergnejs tillsammans med Linagranit. Liknande bergarter representera formationen även inom Muonionalusta. Inom norra och nordvästra delarna av Pajala socken däremot har formationen en helt annan karaktär, med skiktad eller agglomeratisk grönsten, kalksten, grafitrik fyllitisk skiffer samt kvartsit. Leptit förekommer dock även där. Pajalafältet kan sålunda sägas med sin södra del höra till leptitområdet, med den norra åter till grönstensområdet.

Frågan, huruvida de olika utbildningsformerna av porfyr-leptit-formationen representera olika facies med relativ liktidighet, eller i stället olika etager i formationen, eventuellt skilda åt av diskordanser, har redan en gång i korthet berörts av förf. (32, s. 47), som då fann det första alternativet mest sannolikt. De tektoniska förhållandena lämna tyvärr föga hjälp, då en utredning av lagerställningen hittills varit möjlig endast inom helt begränsade områden. Man är huvudsakligen hänvisad till att undersöka, huruvida några bergartsled kunna följas tvärs över de eventuella gränslinjerna, samt i vad mån någon verklig växellagring äger rum.

I Kirunatrakten har man en fast utgångspunkt däruti, att en grönstensserie konkordant underlagrar porfyreterna. Detsamma synes även vara fallet uti den tektoniskt avskilda, starkare metamorfoserade östra delen av samma fält (Tuolluvaara—Sakaravaara), men endast i stora drag. Det kunde ligga nära till hands att tänka sig ett liknande åldersförhållande beträffande grönstensbården Porro—Vittangivaara—Sekkujoki, som begränsar porfyrområdet åt NO. Också det smalare bälte av sannolikt likartade grönstenar, som går från Gällivaretrakten mot NNV, kan tänkas intaga en jämförlig ställning. Lokala fall av växellagring kunna ej motivera en slutsats i annan riktning.

Från grönstensområdet i norr kunna emellertid vissa drag spåras mot SO ända till Pajala. Inlagringar av kalksten och av grafitrika sediment finnas sålunda, såsom redan blivit antytt, över större delen av grönstensområdet. Även järnrika sediment böra nämnas, ehuru de äro vida mera sparsamt representerade (nedre Sekkujoki samt Nunasvaaratrakten V om Vittangi). Alla dessa tre sedimenttyper fortsätta sedan förbi Masugnsbyn till nordvästra Tarendö (där dock järnsedimenten ej påvisats). Blott c:a 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> mil östligare, på andra sidan om gabbro-, syenit- och granitmassiv, finner man i Käymäjårvitrakten i Pajala lagerföljden grönsten—järnsediment—kalksten, och någon mil östligare återfinnes grafitrik fyllit i samma association.

Om det också ingalunda är säkert, att dessa sediment beteckna någon strängt definierad nivå uti formationen, så talar dock allting för en lik-

tidighet, i stort sett, dem emellan över hela det anförda området. Alldeles osäkert är det emellertid, huruvida hela denna bergartsserie i likhet med Kirunagrönstenarna är äldre än porfyerna. Det är i stället mycket möjligt, att porfyruptionerna i väster motsvarats av fortsatta grönstenseruptioner samt livligare sedimentation i öster.

Även leptitområdets ställning till de båda andra huvudavdelningarna är oklar. I Nautanenområdet synes i viss mån en växellagring med porfyr äga rum, i det att de mikroklinrika leptiterna därstädes kunna förmodas stå nära de malmförande porfyrleptiterna uti Gällivare Malmberg. Någon säker stelningsbergart har dock ej kunnat påvisas ibland dem. Även gentemot grönstensområdet kan man tala om en övergång genom växelagring, t. ex. i trakten av Vittangi.

En egendomlig situation föreligger inom kartområdets östra delar i fråga om förhållandet mellan leptitområdet och grönstensområdets sediment. I trakten av Masugnsbyn samt i nordvästra Tarendö synes en betydande mäktighet av leptit stratigrafiskt intaga platsen mellan kalksten-järnsediment-grafit-nivån och kvartsiten. Uti Pajala finner man delvis analoga förhållanden: både vid Liviöjärvi, en knapp mil VSV om kyrkbyn, och vid Kursuvaara (bl. Pajala) Ö om Käymäjärvi finnes kvartsit tillsammans med betydliga arealer av starkt metamorfoserad leptit. Men på ömse sidor om Kursuvaara, vid Käymäjärvi i V och Areaavaara i Ö, ligger kvartsiten nästan eller alldeles omedelbart ovanpå kalksten-järnsediment-(grafit-)nivån. Då man icke annars har anledning antaga någon större diskordans under kvartsiten, föreligger här en motsättning, till vilken man med vår nuvarande kännedom om dessa trakters berggrund ännu icke kan giva någon sannolik förklaring. Genom att antaga två olika kvartsitnivåer skulle visserligen en lösning kunna presteras, men ett dylikt antagande är av andra orsaker icke sannolikt.

Slutligen må det påpekas, att de skiktade leptiterna delvis uppnå en sådan metamorfosgrad, att man kunde vara benägen att redan på denna grund misstänka, det de skulle utgöra ett distinkt äldre led uti porfyr-leptit-formationen. En närmare granskning ådagalägger dock genast ohållbarheten i detta argument. De starkast metamorfa formerna — granatgnejs, o. s. v. — träffas nämligen just där intrusionen av de *ynsta* graniterna varit mest intensiv. Den högmetamorfa dräkten är sålunda så sent tillkommen, att den icke har den minsta betydelse för den föreliggande åldersfrågan.

Beträffande porfyr-leptit-formationens tektonik är mycket litet känt, vilket främst beror på bristen på blottningar, men också i hög grad därpå, att säkra ledlager äro så sällsynta. En inom vissa trakter mycket utpräglad förkastningstektonik har drabbat även Vakkoformationen. Detta senare tektoniska drag har i sin mån bidragit att försvåra utredningen av den äldre deformationen uti porfyr-leptit-formationen. Denna formation är allmänt veckad. Lagerställningen är i regel tämligen brant och inom stora områden nära vertikal. Å andra sidan förekomma relativt flacka stup-

ningar ställvis även uti trakter med annars helt brant lagerställning, såsom flerstädes inom Nautanenområdet med  $25^\circ$  eller t. o. m. mindre. Monoklinala lagerföljder av betydande mäktighet hava i flera fall kunnat konstateras, såsom vid Kiruna, men det är endast undantagsvis, som veck av några större dimensioner hava påvisats på annat sätt än genom krökningen i strykningens riktning. Ett tydligt exempel erbjuder dock den synkinal, som upptager kvartsiten i Nautanenområdet (31). Ett annat utgöres av Tjåorikabergen (bl. Kiruna) S om Piedjatjtjåtkko (Pidjastjåtkko), också en synkinal, men i porfyrier. Några andra, mer eller mindre tydliga fall komma att anföras i det följande. I allmänhet sakna formationens bergarter benägenhet för tät sammanveckning, varför veckelementen vanligen endast föreligga i stor skala. De undantag, som finnas, äro sådana, som kunna bero på helt lokala faktorer (t. ex. uti vissa grafitfyndigheter), och som sålunda ej med säkerhet kunna förutsättas angiva deformationens mönster även i stort. Därför är det också ont om iakttagelser rörande veckaxlarnas ställning. Även lineär struktur, som kunde tjäna såsom indikator på veckaxellägena, är blott sällan utvecklade, utom i vissa undantagsfall, såsom inom Gällivare malmfält (44).

Såväl detaljstudiet av Gällivare malmfält som andra observationer inom kartområdet synas giva vid handen, att intrusionen av Linagraniten försiggått samtidigt med en intensiv veckning, och att porfyr-leptit-formationen innan dess icke varit i någon högre grad sammanveckad. Detta utesluter dock ej, att även framträngandet av de äldre djupbergarterna åtföljts av en viss grad av veckning. Dessa bergarter visa påfallande litet av »stoping»-företeelser; både inneslutningar av sidostenen i eruptivet och gångar av det sistnämnda i den förra äro sällsynta. Massiven synas sålunda ansluta sig till den intruderade formationens tektonik på ett sätt som gör troligt, att redan denna intrusionsepok åtföljts av veckning, ehuru svårigen av sådan intensitet som den, med vilken sedan Linagraniten blev associerad.

Den allmänna metamorfosen uti porfyr-leptit-formationen härrör utan tvivel i mycket stor utsträckning från Linagranitens intrusionsepok och därmed sammanhängande tektoniska störningar. Detta framgår klart av det regionala beroende, som mångenstädes kan konstateras föreligga mellan metamorfosen och granitintrusionerna. Ett inflytande av de äldre djup-eruptiven är svårare att bevisa, då ju det senare metamorfoskedet i allmänhet kunnat trycka sin stämpel även på de bergarter, som redan tidigare fått en viss metamorf dräkt. Med all sannolikhet har dock effekten av dessa äldre intrusioner varit betydande, ehuru ej jämförlig med Linagranitens eller så vidsträckt som dennas. En jämförlig slutsats är förf. benägen att draga även beträffande den i porfyr-leptit-formationen så ofta och med stor intensitet uppträdande skapolitiserings (jfr nedan s. 127).

Den vidare skildringen av porfyr-leptit-formationen är uppställd så, att vissa geografiska enheter behandlas var för sig. Det har därvid icke varit lämpligt att alldeles följa indelningen i »porfyrområdet», »leptitområdet»

och »grönstensområdet», i det att de avbrott, som djuperuptiven framkalla, göra en vidare uppdelning önskvärd. I stort sett sammanfalla dock de två första avdelningarna med porfyrområdet och den tredje med grönstensområdet, medan den fjärde omfattar större delen av leptitområdet, och slutligen de tre relativt isolerade fälten Masugnsbyn—Saittajärvi, Pajala och Muonionalusta tagas var för sig.

### Området Torne Träsk—Fjällåsen (österut till Vuolusjärvi, Torneälven och Svappavaara).

*Kirunatrakten* (Pahtosvaara—Kurravaara by). Denna enhet begränsas här till att omfatta den trakt kring Kiruna, inom vilken en i stort sett monoklinal lagerföljd (från NV mot SO) konstaterats, och som dels av denna grund, dels också därför, att dess bergarter blivit särskilt i detalj studerade, utgör den naturliga utgångspunkten för alla berggrundsstudier för övrigt inom det nu avsedda området. Fältet skiljes i Ö genom en dislokationslinje från det av porfyroleptit och amfibolit uppbyggda området kring Sakaravaara (bl. Kiruna), Tuolluvaara och Vahäive (bl. Kiruna), i S av en liknande tektonisk gräns längs Pahtosjoki (80), i V av ett gabbromassiv (även denna gräns åtminstone delvis tektonisk, jfr 80 och tavla 1), och i N av Torneälvens sjökedja. Bortsett från malmerna samt den överlagrande Vakkoformationen har man här följande konkordanta lagerföljd:

(Överst) »Undre Häukikomplexen»: Tuffer samt tunna bäddar av syenitiska och kvartsförande eruptiver, allt starkt hydrotermalt omvandlat.

Kvartsförande porfyr (»Hängväggsporfyr»): Troligen ett flertal bäddar. Lokalt agglomeratisk utbildning.

Syenitporfyr: Mot NO delvis utpräglad ytbergartskaraktär, mot SV är detta mindre prononcerat, och övergång sker nedåt till finkornig syenit. Kurravaarakonglomeratet: Klastisk sedimentformation av konglomerat samt bollfria, gråvackeartade lager. Vulkaniskt material, delvis likt syenitporfyrerna, till mindre del motsvarande de underlagrande grönstenarna. Tufflager.

(Underst) »Kirunagrönstenar»: Splitiska, ofta pillow-struerade lavabäddar samt lavar med kalkrikare plagioklas, tufflager; intrusioner av närstående eller mera femiska grönstenar.

Under denna serie uppträder slutligen en zon, omfattande berget Matjäkسا (Ädnamvare) m. m., av dels diabasartade, dels mera femiska, särskilt i sistnämnda fall mycket starkt omvandlade bergarter (klorit-strålsten-skiffrar), intrusiva uti Kirunagrönstenarnas bottenlager (80).

Kirunagrönstenarna, det äldsta ledet uti denna lagerföljd, utgöra enligt Sundius' ingående undersökningar (80) en serie av lavar, mellanlagrande tuffer (undantagsvis med kalkstensinlagringar), samt hypabyssiska intrusioner. Primära strukturer äro bevarade uti mycket stor utsträckning. Detta

gäller både med avseende på större strukturdrag — »pillows» i en del lava-bäddar (fig. 8), fragmentstrukturer i tufferna — och i de finaste detaljer, såsom fältspatmikroliter uti ursprungligen glasigt stelnade bergarter. De viktigaste beståndsdelarna äro albit och hornblände. Det senare är utan tvivel alltigenom sekundärt, huvudsakligen ersättande pyroxen (uralitiskt). Fältspaten, såväl i de hastigast stelnade lavaströmmarna som i de ofitiskt struerade, grövre hypabyssiska intrusionerna, är i regel albit. På grund av denna sin sammansättning och struktur hava Kirunagrönstenarna be-tecknats såsom spiliter. I ett flertal fall hava emellertid rester av mera kalk-rik plagioklas påträffats, varav framgått, att albiten åtminstone i dessa fall

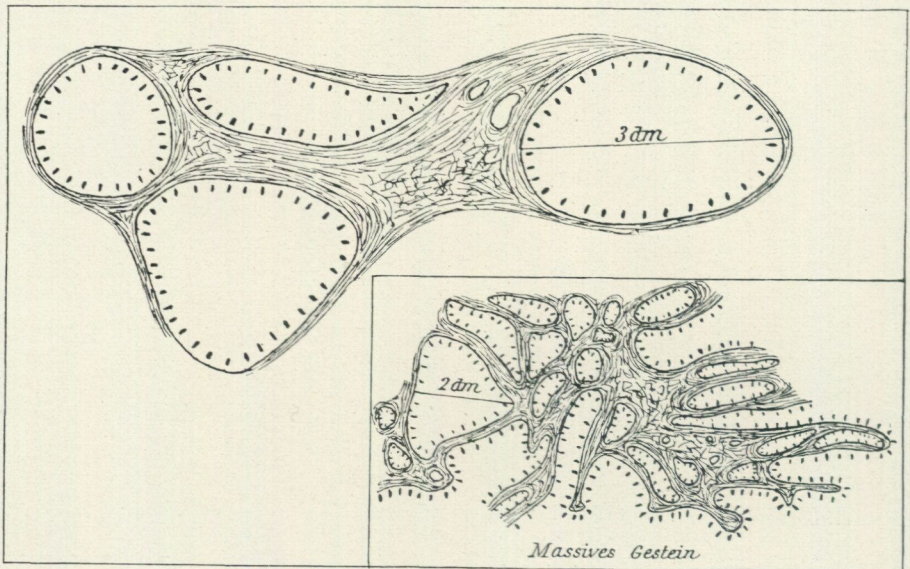


Fig. 8. »Pillow-struktur» i Kirunagrönsten, Pahtosvaara. Efter Sundius (80). [*Pillow structurien Kiruna greenstone, Pahtosvaara (after Sundius, 80).*]

är sekundär (albitisering). Uti ett följande kapitel (s. 158) kommer frågan om albitiseringens natur och utsträckning att upptagas till diskussion.

Kurravaarakonglomeratet, den avlagring, som följer konkordant ovanpå Kirunagrönstenarna och delvis växellagrar med dem, har likaledes varit föremål för en skildring av Sundius, omfattande delarna N och SV om Kiruna, medan Zenzén meddelat data angående dess karaktär längre mot NO. Det är en klastisk sedimentserie, uppbyggd av dels bollrika konglomeratiska, dels mera finklastiska lager; mera underordnat ingå verkliga tuff-avlagringar. Materialet är alltigenom övervägande av vulkaniskt ursprung. Bollar av järnkisel och kalksten påträffas dock också, ehuru helt sparsamt, men djuperuptiv saknas. De underliggande grönstenarna äro representerade såväl av typiskt effusiva former som av hypabyssiska, ofitiskt struerade intrusioner. De utgöra dock endast en ringa del av materialet. Den alldeles övervägande massan, såväl bland bollarna som i de mera finklastiska

partierna, består av mera saliska ytbergarter, nämligen albitofyrer (delvis övergående uti mycket magnetitrika typer) och syenitporfyrier. Man finner bland dem motsvarigheter till olika varianter bland de syenitporfyrier (Kirunas »liggväggsporfyr»), som utgöra nästa led i eruptivserien. De vanligaste formerna bland dessa äro dock sällsynta i konglomeratet. De utmärkas av en högre kalihalt och av mera pyroxen eller uralit, än vad konglomeratets vulkaniska material i regel uppvisar. I detta sistnämnda framträda så mycket starkare de albitofyriska leden, vilka icke spela någon större roll inom nästa etage. De i konglomeratet ingående albitofyrerna skilja sig även i strukturellt hänseende från de yngre. Enligt Sundius' slip-

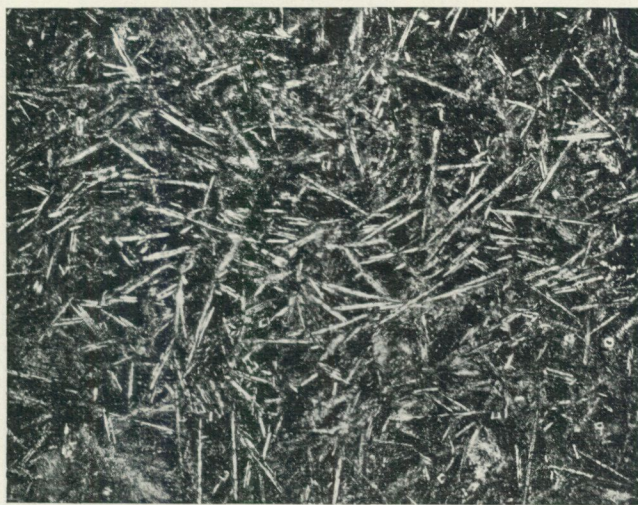


Fig. 9. Kirunagrönsten, V om Luossajärvi. Det inre av en »pillow»; mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 20$ . Den skelettartat utbildade plagioklasen är i detta fall labrador. Efter Sundius (80). [*Kiruna greenstone, interior of a pillow, microphoto., ord. light,  $\times 20$ . The plagioclase in this case labradorite. After Sundius (80).*]

provsmaterial, som förf. satts i tillfälle att genomgå, äro nämligen dessa bergarter i stor utsträckning karakteriserade därav, att grundmassans albitfältspat är utbildad i tunna tavlor, gärna traktytoidalt anordnade. Denna struktur har en viss släktskap med spiliternas. Den uti »liggväggsporfyren» vanliga strukturen, med fältspaten framträdande såsom kortare lister, regelöst anordnade och med jämförelsevis komplicerade kornfogar, är dock även den representerad bland konglomeratets albitofyrbollar. Den kemiska karaktären hos konglomeratets material framgår av en av Sundius publicerad analys å ett relativt grovkornigt men bolfritt lager, vilken visar  $\text{Na}_2\text{O}$  8.24 %,  $\text{K}_2\text{O}$  0.50 %.

Ett stort intresse förtjäna de ingalunda fåtaliga bollarna av magnetitrika bergarter och av apatitförande svartmalm. De förra representera ett flertal typer (jfr Sundius' beskrivningar och bilder, 79). En del, som även innehålla uralit med ofitiskt inneslutna albitlister, synas ansluta sig till de spili-

tiska grönstenarna. Flertalet åter består nästan enbart av albit och magnetit. Jämte sådana, vilka strukturellt motsvara de av förf. beskrivna magnetitsyenitporfyerna bland de konglomeratet överlagrande porfyerna, finnas också former med albiten utbildad uti tunna tavlor, såsom i de ovan skildrade albitofyerna (jfr fig. 11). Städse visar sig magnetiten hava kristalliserat efter albiten.

Kurravaarakonglomeratet har av Sundius tolkats såsom en omlagrad och något sorterad vulkanisk agglomeratbildning. Möjligen kan även en

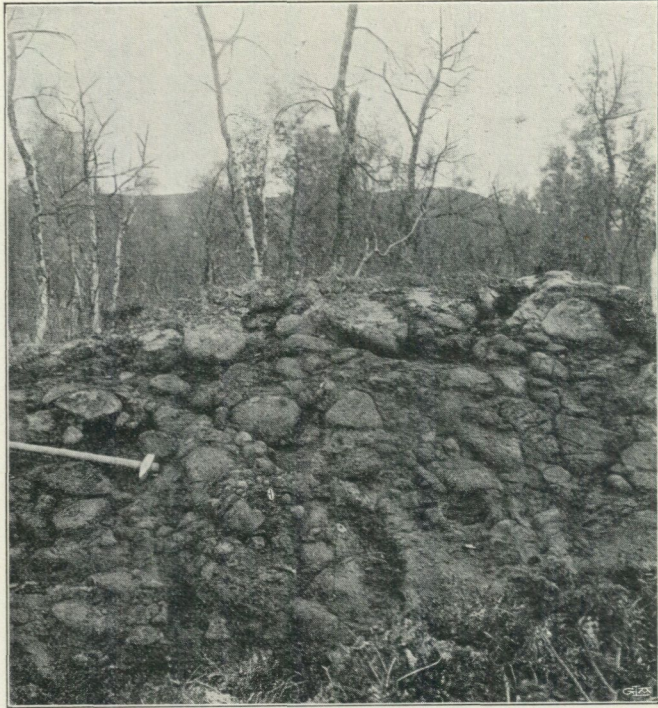


Fig. 10. Kurravaarakonglomerat, Valkeasiipivaara N om Luossavaara. Efter Sundius (80). [*Kurravaara conglomerate, Valkeasiipivaara, N of Luossavaara. After Sundius (80).*]

erosion av fasta lavabergarter hava bidragit att lämna material, men blott i mindre skala. Transporten har skett genom vatten; lagrens ringa uthållighet och grova konsistens angiva en littoralavlagring (80). Denna tolkning förefaller mycket sannolik. Märklig är emellertid konglomeratets väldiga mäktighet, som på Pahtosvaara uppgår till över 600 meter.

Längre mot NO är konglomeratets utbildning delvis en annan. Mäktiga inlagringar av finkornig, möjligen tuffogen, starkt förskiffrad bergart ingå, ävensom en agglomeratisk bädd av kvartsförande porfyr.

Ovanpå Kurravaarakonglomeratet följer en eruptivkropp av syenitporfyr och syenit. Porfyrens huvudbeståndsdelar äro en pertitisk alkalifältspat med en mer eller mindre utpräglad övervikt för natronkomponenten, samt

pyroxen eller uralitiskt hornblände och magnetit. Titanit och apatit äro också gärna relativt starkt framträdande. På många ställen uppträda mandelartade, oftast mycket regelbundna hålrumutfyllnader av grönt hornblände, magnetit, titanit och apatit, omgivna av en zon, inom vilken bergarten alldeles saknar mörka mineral. Uti mandelrika partier sammanflyta dessa zoner så, att hela bergarten — bortsett från mandlarna — består nästan enbart av fältspat (fig. 12 och 13). En jämförelse mellan analyserna n:r 14 och 15 i analystabellen, som representera prov tagna c:a 35 m från var-

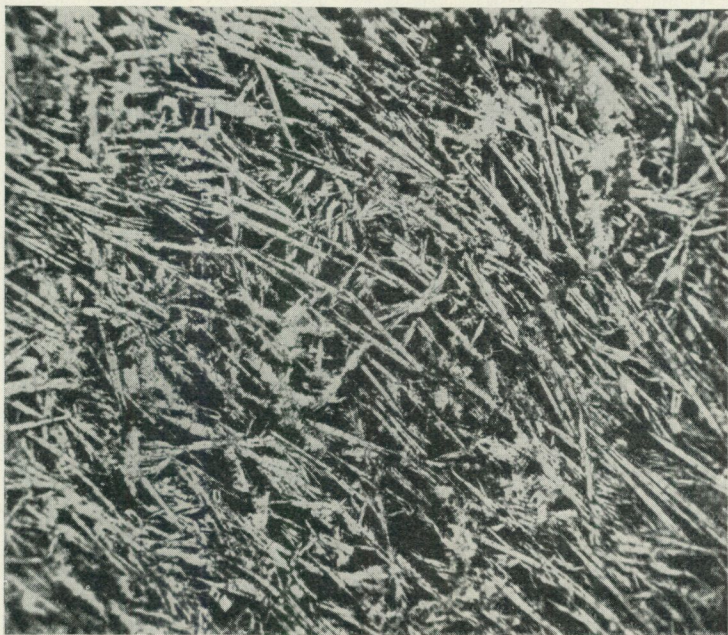


Fig. 11. Magnetitsyenitporfyr (boll i Kurravaarakonglomerat), mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 35$ . Efter Sundius (79). [*Magnetite-syenite-porphry (pebble in Kurravaara conglomerate), microphoto., ord. light,  $\times 35$ . After Sundius (79).*]

andra, visar, huru obetydliga skillnaderna i sammansättning äro, om man bortser därifrån, att den mandelförande formen i detta fall är särskilt titanitrik. Lokalt uppträda mycket magnetitrika faser av porfyren, med likartade mandelbildningar. Beträffande detaljer ifråga om dessa företeelser hänvisas till förf:s utförliga beskrivningar (22). Den förste, som skildrade mandelbildningarna, var Bäckström (9), som också framhöll det anmärkningsvärda däruti, att »mineral, som i normala eruptivbergarter kristallisera först och före fältspaterna, här förekomma såsom sista bildning». Bäckström antog, att dessa mineralsällskap utkristalliserat ur gaser, vilka efter bergartens stelning genomströmmat densamma. Förf. åter anser mandelbildningen vara ännu närmare anknuten till porfyren — detta främst på grund av ovan skildrade förhållanden — nämligen så, att materialet utsondrats ur närmast omgivande bergartsmassa. Enligt denna uppfattning

skulle sålunda hålrummets utfyllande gått i det närmaste hand i hand med dess uppkomst, och materialet hava varit upplöst i den lösning (förmodligen vattenlösning), vars tryck framkallade blåsrumsbildningen. Möjligheten, att denna lösning redan i flytande form avskilts ur magman, framhölls i den första framställningen (22), men resonemanget blir i övrigt i princip detsamma om man i stället tänker sig en gasformig fas (23).

Uti fältets nordligare delar, på nordöstra sidan av Luossavaara, finnas såsom stora sliror de av förf. (22, s. 60), under namnet magnetitsyenitporfyr

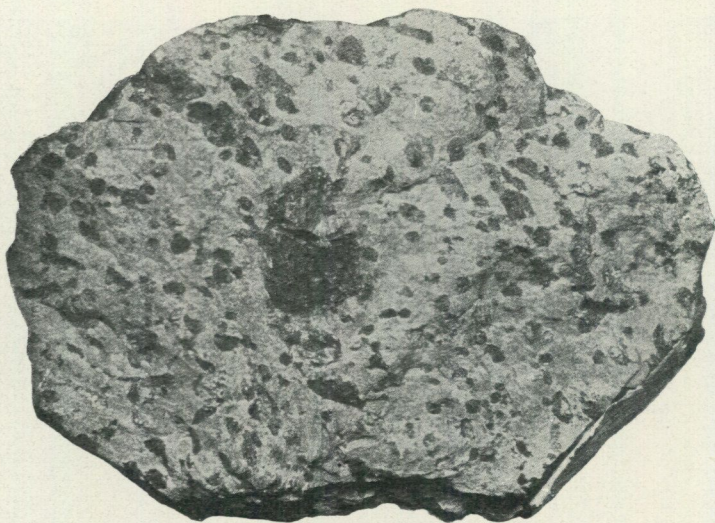


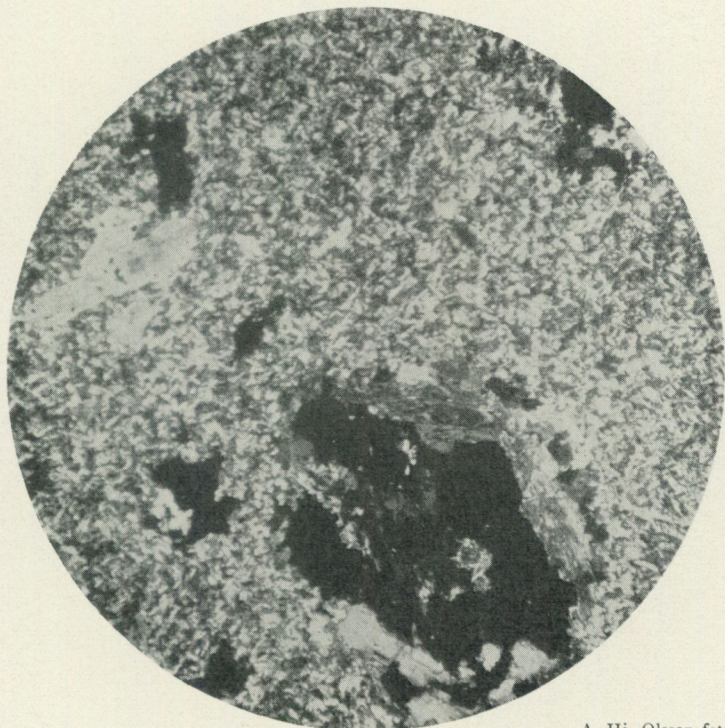
Fig. 12. Mandelrik syenitporfyr, Kiirunavaara, nat. storl. Ljusröd fältspatsten med talrika mandlar av hornblände och apatit. (Ur 22). [*Amygdaloid syenite-porphyr, Kiirunavaara, nat. size. Pink feldspar rock with numerous nodules of hornblende and apatite. (From 22).*]

beskrivna former, vilka uteslutande bestå av albit och en hög halt av magnetit (fig. 14). Dessa motsvara, även till sin struktur, en del av Kurra-vaarakonglomeratets bollar. Som det av hela seriens byggnad är uppenbart att förekomsterna ifråga äro yngre än konglomeratet, har sålunda även denna specialiserade bergartstyp uppkommit i flera omgångar i den eruptiva utvecklingen. Mandlarna i denna bergart bestå, anmärkningsvärt nog, av albit. Längre mot NO, på berget Hopukka (bl. Kiruna), anstå bl. a. liknande magnetitrika former. Bergartens struktur är här mera typiskt efusiv än t. ex. på Kiirunavaara.

I själva Kiirunavaara övergår porfyren nedåt i en syenit. Övergångszonen är väl blottad och har blivit ytterst noga granskad (22, s. 14), så att övergångens faktiska förefintlighet måste anses fastslagen. Syeniten består av en natronrik pertitfältspat, pyroxen, magnetit, titanit, apatit, ibland litet kvarts, m. m. Fältspatens kornstorlek är i regel ett par mm (1—6 mm). Den är gärna utbildad i karakteristiska Manebachtvillingar. Det mest anmärkningsvärda draget i bergartens struktur är titanitens uppträdande, i det att denna dels kristalliserat såsom en utfyllnad i mellanrummen mellan

fältspaterna och dels förtränger apatiten. Detta dess sena uppträdande utgör en analogi till mandelbildningarna i porfyren.

Medan de geologiska förhållandena i övrigt, och synnerligast den omständigheten, att den överlagrande kvartsförande porfyren är yngre, angiva ett effusivt uppträdande av syenitporfyren, och dennas egen strukturutbildning dels bekräftar detta, dels åtminstone är fullt förenligt därmed,<sup>1</sup> så utgör övergången till syeniten ett drag, som kan synas svårt att förena med ett



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 13. Syenitporfyr med mandlar, Kiirunavaara, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Strökorn och grundmassa av perititisk fältspat, mandel av hornblände och magnetit (de mindre svarta ytorna äro hål i prep.). [*Syenite-porphry, Kiirunavaara, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Phenocryst and groundmass of perthitic feldspar, nodule (amygdule) of hornblende and magnetite (smaller black areas are holes in the section).*]

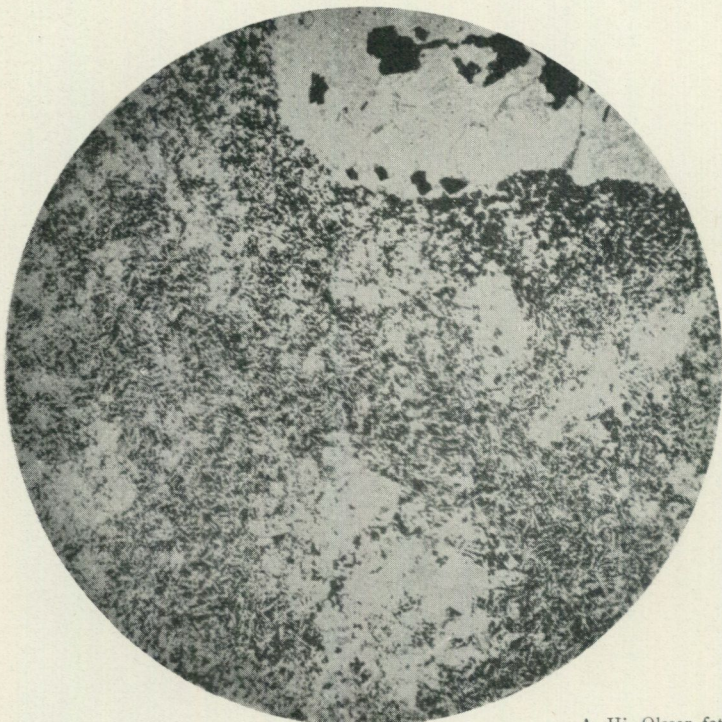
dylikt antagande. Detta gäller dock icke i och för sig förekomsten av en dylik grövre utbildningsform i en på jordytan utfluten massa, utan den väldiga mäktighet, som den sammanhängande effusivkroppen skulle äga. Denna mäktighet uppgår på Kiirunavaara till över 700 meter.<sup>2</sup> På Luossa-

<sup>1</sup> Härvid är särskilt att tänka på en jämförelse med de väsentligen analogt utbildade, effusiva rombporfyreerna i Oslofältet.

<sup>2</sup> Sundius och Zenzén hava på sin karta (80) avskilt bergarten i den västligaste av förf. (22, s. 14) studerade syenitblottningen såsom ett främmande element, på grund av fältspatens karaktär (av omvandlingsprodukter grumlad plagioklas). Detta måste erkännas vara fullt motiverat. Närmast liggande, säkert till den nu diskuterade eruptivkroppen hörande blottning visar en syenit med endast omkring 1 mm kornstorlek, varför troligen den ursprungliga botten där icke är långt borta. Mäktigheten torde därför ej mycket hava överstigit de anförda 700 m.

vaara är mäktigheten sannolikt ännu större. Syenit är emellertid icke blotad där, och det är möjligt, att flera skilda porfyrbäddar uppträda. Denna del spelar därför mindre roll för diskussionen än Kiirunavaara.

Den frågan har naturligtvis uppställt sig, huruvida icke syeniten kan utgöra en senare intrusion i porfyren, kanske redan innan dennas undre delar ännu hunnit att fullständigt stelna. De variationer uti övergångszonen, som den nyssnämnda detaljgranskningen visade, göra dock en dylik tolkning



A. Hj. Olsson foto.

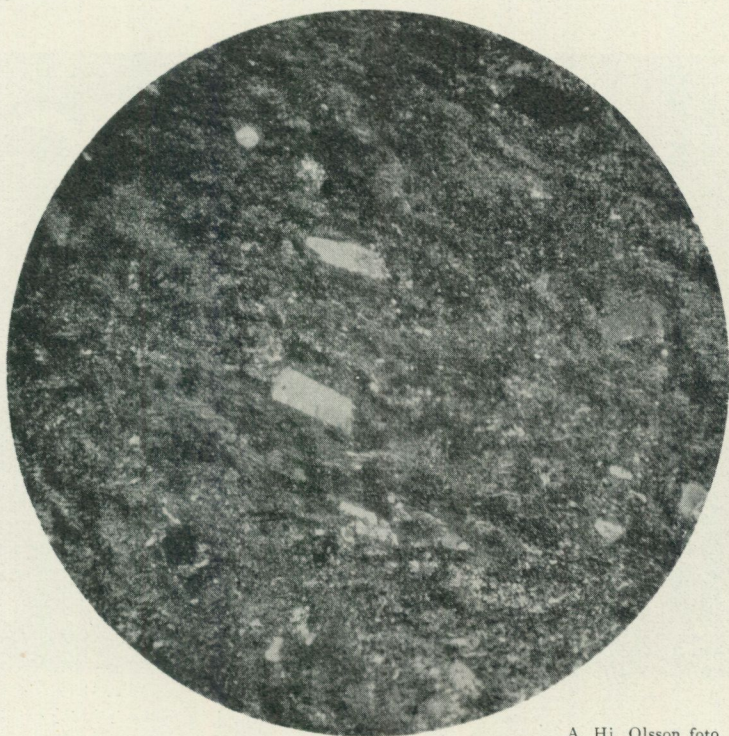
Fig. 14. Magnetitsyenitporfyr, mellan Luossavaara och Nokutusjärvi, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 35$ . Albit och magnetit. [*Magnetite-syenite-porphry, between Luossavaara and Nokutusjärvi. Microphoto., ord. light,  $\times 35$ . Albite and magnetite.*]

omöjlig. Däremot är det tänkbart, att magman från början genombrutit de äldre bergarterna på en större yta, och att den över detta genombrottsställe på grund av sin viskositet pressats upp till stor höjd, varigenom de undre delarna kommit att avkylas så långsamt, att de kunnat kristallisera med den grövre strukturen. En dylik förklaring ter sig onekligen mera rimlig än den, som innebär bilden av en framvältrande lavaström av mera än 700 m tjocklek.<sup>1</sup>

Ovanpå syenitporfyren, men på en lång sträcka skild från densamma av malmen i Kiirunavaara och Luossavaara, följer den kvartsförande porfyren,

<sup>1</sup> Den största mäktighetssiffran för en lavaström i vanlig mening, som förf. kunnat finna i facklitteraturen, är nära 400 m, ett mått som delvis uppnås av »Greenstone Flow» å Keweenaw Point, Michigan (8).

»hängväggsporfyren». Denna karakteriseras av relativt stora och talrika strökorn av fältspat (en på pertitiskt invuxen mikroklin mer eller mindre rik albit) uti en för blotta ögat tät grundmassa av alkalifältspat och kvarts. Strökornen äro vanligen nära isometriska, ofta sammansatta, de enskilda kristallerna visa ej sällan tendens till rombformen. Strökornens färg är vanligen röd, grundmassan är röd eller rödgrå eller också, på grund av finfördelad magnetit, gråblå. Stundom visar den fluidal slirighet uti olika



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 15. Kvartsförande porfyr, Kiirunavaara, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ , visar den poikilitiska strukturen. [*Quartz-bearing porphyry, Kiirunavaara, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ , showing poikilitic texture.*]

färger. Mera sällan är bergarten alltigenom gråvit. Då de slutsatser beträffande bergartens effusiva natur, till vilka förf. kommit (22, 23), betvivlats av flera, som senare yttrat sig om traktens geologi (jfr t. ex. 12 och 96), torde det vara lämpligt att här något dröja vid grundmassans struktur och de upplysningar, som kunna utvinnas ur densamma. De vanligaste strukturformerna äro mikropoikilit samt en mycket finkornig, jämnkornig (mikrogranitisk) struktur. Mikropoikilitens kvartsfält äro intill ett par tiondels mm stora, men kunna vara vida mindre än detta mått. På sina håll övergår denna strukturform till en mycket distinkt sfärolitisk utbildning, med jämförliga dimensioner på enheterna. Den mikrogranitiska strukturen åter uppbygges av fältspats- och kvartskorn om ett par hundradels mm

diameter eller mindre, med komplicerade kornfogar. Denna struktur kan givetvis vara primär, men det förefaller mera sannolikt, att den åtminstone delvis utgör en devitrifieringsstruktur, och att grundmassan sålunda i dessa fall ursprungligen stelnat såsom glas. Särskilt anmärkningsvärda i detta avseende äro sådana former, i vilka grundmassan vid mikroskopisk undersökning i vanligt ljus visar en invecklat fluidalslirig anordning kring skarpt idiomorfa strökorn, medan denna slirighet nästan fullständigt försvinner mellan korsade nikoller, då i stället en med all sannolikhet sekundär kornig-



P. Geijer foto. 1906.

Fig. 16. Agglomerat i den kvartsförande porfyren, Luossavaara. [Agglomerate in the quartz-bearing porphyry, Luossavaara.]

het dominerar bilden. Med undantag för en i en enda blottning träffad grövre form (»typ 3» i 22), som kan tänkas representera en liten intrusion av samma magma (jfr Ekströmsberg!), äro den kvartsförande porfyrens strukturer sålunda städe sådana, som man finner uti säkert effusiva bergarter av analog sammansättning. Det är emellertid klart, att man svårigen kan räkna med att hela porfyrmassan representerar en enda utgjutning; den torde i stället vara uppbyggd av flera strömmar. Några säkra gränser mellan olika bäddar hava dock ingenstädes kunnat fastställas, ehuru förf. både vid sin första undersökning av området haft sin uppmärksamhet riktad på saken och senare vid flera tillfällen gjort särskilda efterforskningar i denna riktning, bl. a. med begagnande av de nya blottningar, som de förberedande grubarbetena uti hängväggen erbjudit. Direkta skäl att misstänka förefintligheten av skilda porfyrbäddar kunna emellertid häm-

tas bl. a. från de i porfyren inneslutna malmbrottstyckenas fördelning (jfr kartskiss i 22, s. 155). Sålunda representeras på Kiirunavaara den kvartsförande porfyren underst av en gråvit, pyroxenförande form<sup>1</sup> (»typ 2» i 22), övergående i den ordinära röda; båda sakna malmbrottstycken, sådana uppträda dock troligen högre upp i porfyren. På Luossavaara åter finnes i motsvarande läge en porfyr med mörkare grundmassa, med brottstycken av malm ävensom av röda porfyrvarieteter.

I detta sammanhang må även erinras om uppträdandet av agglomeratiska massor på Luossavaara samt NO om detta berg. Den förstnämnda förekomsten tolkades av Lundbohm och Bäckström (9) såsom en verklig tuff, en tydning, som förf. dock funnit ohållbar (22). De delvis väl rundade, delvis mera kantiga bollarna (fig. 16) tillhöra huvudsakligen syenitporfyren, men den kvartsförande porfyren själv är också rikligt representerad. Delvis ligga de spridda uti en normal kvartsförande porfyr, delvis åter äro de anhopade nära nog utan någon mellanmassa alls. Den nordligare förekomsten åter består enbart av syenitporfyrfragment, och är närmast breccieartad. Flera olika tolkningar av dessa bildningar hava försökts (jfr 22, s. 138), utan att någon definitiv slutsats kunnat dragas. Den sistnämnda förekomsten förefaller emellertid snarast att representera överytan av syenitporfyrmassan, varemot agglomeratet på Luossavaara kan tänkas markera en strömgräns uti den kvartsförande porfyren.

Den över den kvartsförande porfyren följande serien, känd under namnet »Undre Haukikomplexen», uppbygges dels av fullständigt förkislade eller till sericitskiffer omvandlade bergarter, troligen åtminstone delvis tuffogena, dels av relativt väl bevarade yteruptiv. Förkislningen har försiggått i samband med andra former av omvandling, tydligen även de av hydrotermal natur, vilka bl. a. resulterat uti bildningen av Haukikomplexens blodstensmalmer. För närmare data rörande dessa hänvisas till tidigare skildringar (66, 22) ävensom till ett kort omnämnande i ett följande kapitel. Ibland eruptivbergarterna ingå dels starkt omvandlade former, som möjligen i sin ursprungliga utbildning stått nära traktens syenitporfyrer och som delvis visa en agglomeratisk utbildning, dels också kvartsförande porfyrer. Beträffande den märkligaste av dessa senare, den s. k. Rektorsporfyren på Luossavaara (22), hava genom de senaste årens gruvarbeten en del nya data blivit tillgängliga, vilka här skola anföras. I sin vanligaste utbildning består bergarten av tegelröd fältspat uti en flintig vit grundmassa av kvarts. Små kvartsströkorn finnas också sparsamt, ibland inneslutna i fältspaterna, men äro ej skönjbara för blotta ögat. Fältspaterna äro delvis tjockt tavelformiga, med en längd om c:a 1 cm, och då ofta omgivna av ett sfärolitiskt bräm. På grund av den intensiva pigmenteringen kan endast bestämmas, att ljusbrytningen är mycket låg, så att troligen en kalirik alkalifältspat föreligger. Jämte dylika fältspater fin-

<sup>1</sup> Förf:s senaste undersökningar synas giva vid handen, att pyroxenen ej är karakteristisk för alla delar av denna porfyr. Det är icke alldeles uteslutet att den är sekundärt invandrad i samband med malmens uppträdande.

nas fria sfäroliter av samma mineral, växlande i storlek från en eller ett par mm på somliga ställen ända upp till 2 à 3 cm på andra. Där, såsom ej sällan händer, fältspaten endast föreligger i form av sfäroliter, är bergarten ofta finrandig av omväxlande ränder av dylika och av kvartsgrundmassa. Denna sistnämnda är mycket finkornig och liknar även i övrigt de förkislade bergarternas kvarts. Dess sekundära natur framgår därav, att den ställvis är järnglansrik och t. o. m. övergår uti partier av rik blodsten.<sup>1</sup> Till sin uppkomst äro dessa uppenbart analoga med Haukiblodstenarna. I sydspetsen av Rektorsporfyrbädden finnes en porfyrvariant, som nästan enbart består av intill millimeterstora, ej sfärolitiska fältspater jämte enstaka kvartsströkorn. Denna utbildningsform ävensom den förut anförda randningen gjorde, att förf. ursprungligen (22, s. 191) höll för sannolikt, det Rektorsporfyren till sin huvudmassa var en tuff. Senare besök, som omfattat granskning av stora nya blottningar, hava emellertid föranlett den modifikationen i tydningen, att måhända även de såsom tuff tolkade partierna kunna utgöras av lavabergart. Kvartsmassan skulle i så fall ersätta en troligen mycket kiselsyrerik glasmassa mellan strökornen och sfäroliterna. De sistnämndas bandformiga anordning är fullt ut lika förenlig med denna tolkning som med tuffhypotesen. Under alla omständigheter kvarstår slutsatsen från 1910 (22, s. 191), att Rektorsporfyren måste vara en ytbergart.

De järnmalmer, som inom Kirunaområdet uppträda uti porfyr-leptit-formationen, ävensom de yngre sediment, som överlagra denna malmförande komplex, komma var för sig att behandlas i senare kapitel. På Pahtosvaara äro de bergarter i den nu skildrade serien, som äro yngre än Kurravaarakonglomeratet, endast blottade i ringa utsträckning; den östligaste hällen ligger ej mera än 150 m från konglomeratet. I likhet med Pahtosvaara i övrigt hava även dessa bergarter behandlats i Sundius' monografi (80). Det rör sig om porfyrer med strökorn av fältspat i en mycket finkornig eller tät grundmassa. Halten av mörka mineral är låg. Sekundär kvarts uppträder ställvis i mängd. Fältspaten är i allmänhet en mycket ren albit. I underordnad utsträckning förekommer emellertid även en variant med rikligt mikroklin, sannolikt övervägande över albiten. Denna bergart har en jämförelsevis hög halt av biotit (troligen sekundär) uti grundmassan. Sannolikt äro dessa porfyrer närmast att jämställa med syenitporfyrerna i malmernas liggande uti Kiirunavaara—Luossavaara.

En av förf. gjord iakttagelse bör anföras i detta sammanhang, ehuru den faller utanför gränsen för det nu närmast behandlade området, nämligen c:a 4 km SSO om porfyrlokalen på Pahtosvaara. Enligt Sundius' kartering utgöras berggrundsblottningarna inom denna trakt av amfiboliter samt dem genomsättande djuperuptiv. C:a en halv km V om Kalixfors station finner man emellertid på den mot Kaalaluspa gående stigen, att bland de i stigen framnötta moränblocken en röd porfyr helt tvärt börjar domi-

<sup>1</sup> Enligt vad nya blottningar visa, finnas i utmålet Valerius (jfr karta i 22) flera »nivåer» av dylik blodsten uti Rektorsporfyren, de äro emellertid föga uthålliga.

nera. Detta förhållande fortsätter knappt en halv km västerut, varefter i stället uppträder en nästan vit porfyr med gulröda fältspatströkorn, ofta ådrig av hornblände. Blockfrekvensen och de båda typernas relativt regelbundna inbördes fördelning giva vid handen, att de båda bergarterna måste finnas anstående helt nära uti de starkt jordtäckta omgivningarna. Den röda porfyren har strökorn av antipertitisk albit uti en mikropoikilitisk grundmassa. Den överensstämmer i alla avseenden med en vanlig form i »hängväggsporfyren» vid Kiruna, utom så tillvida, att kvartsen i mikropoikiliten delvis visar ribbform, vilket ej säkert konstaterats uti Kirunatrakten, men däremot är jämförelsevis vanligt uti motsvarande porfyrtyp S om Kalixälven. Den vitaktiga porfyren åter saknar motsvarighet i Kirunatrakten. Till sammansättningen är den föga skild från den föregående — uppträdandet av en del amfibol och titanit är sannolikt ett sekundärt drag — men dess grundmassa är kornig, med enkla fogar och kornstorleken vanligen omkring 0.05 mm. Bergarten för mandlar av kvarts och litet epidot.

Förmodligen representera dessa blockförekomster ett fält av porfyr, vilket genom förkastningar skiljes från den i trakten V om Kalixfors i övrigt rådande amfiboliten. Ovisst är, om bergarterna ifråga stratigrafiskt direkt ekvivalera den kvartsförande porfyren vid Kiruna, men det synes i alla händelser mycket möjligt, att så är fallet.

*Området norr om Kiruna.* Inom den del av vårt kartområde, varom nu är fråga, upptagas de ojämförligt största arealerna utav djupbergarter. Porfyr-leptit-formationen är mycket mera underordnad. En anslutning till den centrala Kirunatraktens bergartsserie kan i densamma spåras endast längst i Ö, uti den — efter ett avbrott av granit — i Yli Maitanen och Porrobergen uppträdande grönstensserien (jfr ovan s. 17 om dennas relationer till Vakkoformationen). Denna serie erbjuder nämligen mycket stora likheter med den grönstensformation, som uppträder under Kiruna-grönstenarna uti inskränkt bemärkelse, och som av Sundius (80) tolkats såsom en komplex av intrusioner med mellanliggande underordnade partier av suprakrustal Kirunagrönsten. Uti Yli Maitanen, Ala Porro och Yli Porro finner man samma bergartstyper som de, vilka dominera inom den förut omnämnda zonen i Kirunaseriens botten, t. ex. på Matjäksa (Ädnamvare), sålunda grönskifferar av olika slag, framför allt strålstens-klorit-skiffer, huvudsakligen uppbyggd av tjocka, upp till 2 mm långa korn av en aktinolitartad amfibol, men också kloritrikare former. Medan de nyssnämnda strålstensrika formerna utan tvivel äro omvandlade intrusivbergarter, såsom Sundius visat för Matjäksatrakten och som även här framgår av flerstädes bevarade strukturdrag, ingå också i stor utsträckning finkorniga former, vilka kunna vara effusiva och sålunda motsvara de bäddar av Kirunagrönsten, som i Matjäksatrakten kunna urskiljas ibland intrusivkropparna. Fullt säkra bevis för ytbildningar äro dock påfallande sparsamma. Sålunda kunde förf. under en exkursion över de stora hällfälten på Ala Porro, fram till Vatnimajaure (bl. Torneträsk), där de finkornigare grönstenarna alldeles dominera, ingenstädes skönja någon pillow-

struktur. Mandelstensstruktur är däremot vanlig. De små blanka kloritfläckar, som äro allmänna uti de starkare skiffriga formerna, synas åtminstone till största delen angiva hopklämda blåsrum. Ett av Gavelin på Yli Porro taget prov visar sålunda fullt klart sambandet mellan dylika fläckar och otvetydiga mandlar. På ett par ställen finnas agglomerat. Den mest upplysande lokalen för dylika är vid de under namnet Ala Porro kända kopparmalmsskärpningarna, uti nämnda bergs sluttning mot Taallujärvi. I V anstår där en finkornig, grågrön, hård och massformig grönsten. Under mikroskopet visar denna en utpräglad intersertalstruktur. Mellan smala lister av albit ligger en massa av epidot, grön glimmer i små fjäll samt aktinolitisk amfibol. Tydligt äro de primära mörka silikaten förstörda. Däremot finnes rätt mycket ilmenit kvar. Uppåt (åt Ö) övergår denna bergart uti en några dm mäktig breccia av kantiga stycken, sannolikt en flytbreccia, som i sin tur utan skarpare gräns efterträdes av ett särdeles vackert agglomerat om 4 à 5 m mäktighet, med bollar om ända till 2 dm diameter, vanligen rundade men ibland kantiga samt oftast slaggiga. Grundmassan i agglomeratet består huvudsakligen av fina amfibolstänglar, grön biotit och karbonat; några säkra eruptiva strukturer kunna icke urskiljas, mandelliknande kalkspatfläckar uppträda dock. Bollarna äro närmast spilitiska, t. ex. med enstaka strökorn av albit samt fina mikroliter av samma mineral i en magnetitrik grundmassa, troligen även med albit; mandelartade fläckar av kalkspat och biotit ses ofta, ävensom leukoxenaggregat. En annan boll visar albitmikroliter uti en nästan isotrop kloritmassa. Över agglomeratet ligger delvis en intill 2 dm tjock bädd av oren och kisig kalksten, däröver följer en finkornig, skiffrig grönsten. Grönstensformationen ifråga är således uppbyggd av ytbergarter motsvarande Kirunagrönstenarna, jämte hypabyssiska intrusioner liknande dem, som i Matjäksatrakten uppträda ibland Kirunagrönstenarnas bottenbäddar. Det är en öppen fråga, i vad mån det kan bland dessa intrusioner ingå bergarter, som även äro yngre än Vackoformationen. En egendomlig syenit, som möjligen är att hänföra till leukodiabaserna, har förut omnämnts (42). Uppgifter om karbonathaltig syenit torde också syfta på leukodiabaser liknande dem, som finnas uti Vackoformationen. Det kan även förtjäna påpekas, att porfyroblaster av ett järnhaltigt karbonat finnas i grönstenar såväl i Matjäksatrakten (80) som inom Vackoformationen (42).

Uti Porrobergen uppträda även inlagringar av kalksten och dolomit i ganska betydande skala. Karbonatbergarten är än rödbrun, tämligen finkornig, än vit och grovkristallin, i det sistnämnda fallet ibland kondroitförande. Stundom för den jämnt inströdda, vita glimmertavlor. Uti Sveriges geologiska undersöknings samlingar finnas även flera prov (tagna dels av Fredholm, dels av Gavelin), som bestå av en kornig vit skapolitsten med liknande glimmertavlor. Säkerligen representera dessa prov en skapolitiserad karbonatbergart.

Uti Huornanenbergen (bl. Torneträsk), Ö om Taallujärvis (Talojärvis) nordvästra del, fortsätter grönstensserien från Yli Porro med en skarp

omböjning. Också kalkstensinlagringarna återfinnas där. Anmärkningsvärt är uppträdandet av rödgråa syenitporfyrier, delvis skapolitiserade, uti Iso Huornanens nordvästra och västra sidor, tektoniskt sett under grönstensserien. Möjligheten, att lagerserien är överstjälpt, är emellertid här så stor, att detta förhållande icke behöver betyda, det syenitporfyren är den äldre bergarten.

Med en påtaglig förskjutning i sidled, sannolikt bestämd av en förkastning längs Taallujärvi, återfinnes kalkstenschorizonten vid Tjavelks malmfält. Såsom förf. kunnat konstatera, är nämligen järnmalmens därstädes icke, såsom förut antagits (88), någon utsöndring i diabas, utan en skarnmalm, som med all sannolikhet ersätter ett karbonatlager; diabasen är en distinkt yngre gångbergart. Öster om malmstreckets nordöstra del uppsticker en stor håll av grönsten, bestående av en filt av aktinolit. Även de intrusiva grönstenarna fortsätta sålunda hit.

Sedan uppdyker kalksten åter i Kalpminjarka, på Torne Träsks södra strand N om Tarrakoski, där den bildar en i sjön utskjutande klippryg (jfr Svenonius, 86, s. 53). Några blottningar av andra suprakrustalbergarter hava icke påträffats här; på kartan har emellertid antagits, att grönstensserien fortsätter hit.

Inom trakten mellan Torne Träsks östra del och det centrala Kirunaområdet är porfyr-leptit-formationen representerad endast av smärre partier, omgivna av stora djupbergartsmassor. Av allt att döma utgöra dessa partier rester av en kalkstensförande grönstensserie av väsentligen samma art som den ovan skildrade. Man finner sålunda vid Njuotjamavare malmfält, strax OSO om Rensjöns station, kalksten med skarnmalm, och omedelbart intill samma station ett delvis skarnomvandlat kalkstensparti. Vid Toppi malmfält (först benämnt Njuotjamaluspavaara) SSV om Njuotjamjaure är åter skarnmalm (jfr s. 142), sannolikt förbunden med kalksten, och detsamma gäller Keskinen Käyrävaara N om Käyrävuopio, där, av moränmaterialet att döma, även kalksten finnes anstående (s. 142). Förekomsterna av finkornig grönsten i trakten omkring Njuotjamjaure, t. ex. på Råpe (Ropivaara), äro troligen åtminstone till största delen suprakrustala. Den vanliga utbildningsformen är en finkornig amfibolit, som ofta för kalkrik skapolit.

En annan karaktär synes emellertid porfyr-leptit-formationen uppvisa i trakten av Torneträsks station. Den bergart, som utgör sidostenen till malmen inom Nakerivarefältet, är nämligen en jämförelsevis fältspatrik amfibolit, bestående av oligoklas ( $Ab_{80}An_{20}$ ), hornblände och diopsid. Kornstorleken är för plagioklasen omkring 0.15 mm och strukturen är alltigenom sekundär. Det är tvivel underkastat, om denna bergart över huvud taget är att hänföra till de suprakrustala grönstenarna. På kartan har den dock åsatts denna beteckning.

*Väster och sydväst om Kiruna.* Vietovares massiv av djupbergarter avbryter i väster det centrala Kirunaområdets lagerföljd. I söder utgör förkastningen längs Pahtosjoki en lika bestämd gräns. Det område, som nu

skall skärskådas, sträcker sig i V till kartområdets gräns eller till kambrosiluren, i S till Kaitumälven samt i Ö till en linje från Kaalasluspa till trakten av Fjällåsen. Porfyr-leptit-formationen representeras där av samma tre huvudgrupper som i Kirunatrakten, nämligen grönstenar, syenitporfyryrer och kvartsförande porfyryrer. Av dessa grupper är den sistnämnda den ojämförligt mest utbredda.

En tät grönsten, troligen motsvarande Kirunagrönstenarna, förekommer N om Vieto malmfält. På södra stranden av sjön Laukujärvi, invid Ratibäckens mynning, finnas hållar av amfibolitisk grönsten, vilken delvis torde vara av suprakrustalt ursprung men till en del är grövre och sannolikt intrusiv. Ett par små partier av finkornig grönsten äro blottade nära Navetåive samt SV om detta berg vid sjön Harrijaure (bl. Kiruna). Porfyriska former hava stor utbredning i trakten av Kaalasluspa, som undersökts av Sundius (80). Bergarterna äro där jämförelsevis starkt förskiffrade, men dock så pass väl bevarade, att deras strukturer kunnat konstateras tyda på en suprakrustal lavabäddserie. Sundius urskiljer i kemiskt-mineralogiskt hänseende två huvudtyper, nämligen dels saliska porfyryter, huvudsakligen bestående av albitfältspat, och dels mera femiska former, med hög halt av biotit och hornblände, men liksom de föregående med albit. Enligt här använda benämningar äro den förra gruppens bergarter albitofyryrer, den senares albitporfyryter. Sundius tydde samtliga dessa bergarter såsom albitiserade andesitiska och möjligen även basaltiska lavar. För den senare gruppen, albitporfyryterna, synes denna tolkning fortfarande vara den rimligaste. För albitofyryrerna åter är den mindre sannolik, då bergarter med motsvarande fältspathalt men väsentligt kalkrikare plagioklas näppeligen äro kända bland ytbergarter. Dessa bergarter hava därför å kartan givits samma beteckning som syenitporfyryrerna. Beträffande de mera femiska formerna må framhållas, att de genom sin struktur, särskilt uppträdandet av tunt tavelformiga fältspatströkorn, avvika från de splitiska Kirunagrönstenarna.

Att döma av föreliggande prov uppträda porfyryter, snarlika Kaalasluspa-traktens femiska former, bl. a. på berget Aptasvare (bl. Kiruna) SV om Kaalaszjärvi samt på Huornats (toppen 710) Ö om Kamastjärro.

Syenitporfyryrer träffas i betydande skala kring Äustellako (Öistillaki), där Gavelin under sin rekognoscering 1899 insamlade ett antal prov av desamma. Det är huvudsakligen gråa till rödgråa, strökornsfattiga, täta bergarter, ofta med blårum eller mandlar. Under mikroskopet visa de mycket stora likheter med en del varieteter ibland syenitporfyryrerna vid Kiruna. Magnetithalten är ofta avsevärd. Ett av de undersökta proven, från Juollekestjåkko (topp 923 SO om Äustellako), visar den egendomligheten, att det för mandlar av oligoklas ( $Ab_{80}An_{20}$ ) med biotitkransar, medan strökornen utgöras av albit med mycket små inväxningar av kalifältspat, och grundmassans fältspat likaledes är albitisk. Från den nämnda trakten fortsätta analoga porfyryrer troligen söderut över Kalixälven. Sålunda är Njakak uppbyggt av dylika, sannolikt även Paittasluspavaara. I Nja-

kak (23) dominerar magnetitsyenitporfyr, relativt kalirik, men övergår till en nästan ren albitofyr. Några helt smala band av närstående bergarter uppträda inom Ekströmsbergs malmfält (23).

Uti det östligaste av Tjåorikabergen (bl. Kiruna), S om Ratitjaure (Rattekjaure), förekomma uti konkordant växling med kvartsförande porfyr några bäddar av basiska syenitporfyre. Liknande bergarter, mörkgråa av hög biotithalt, uppbygga Kuosatjvare vid Kaitumälven och omgiva det därstädes uppträdande järnmalmslagret. N om berget ifråga finnes en annars liknande bergart med tunn bankning.

Magnetitsyenitisk porfyr med utpräglad ytbergshabitus anstår i nordligaste delen av den markerade sluttning, som i Tjärroketjvare (bl. Kiruna) och Kamastjärro mot Ö avslutar lågfjällsplatån. Till liknande typer höra troligen även porfyre Ö om denna topografiska linje. Att döma av tillgängliga uppgifter uppträda typiska syenitporfyre också N om Tjårråive, varemot de leptitiska formerna vid Täunatjåikko möjligen äro mera femiska.

Den kvartsförande porfyren motsvarar i allmänhet mycket nära den redan från Kirunatrakten beskrivna. Den har sålunda en tät grundmassa av röd eller undantagsvis blågrå färg samt vanligen relativt stora och talrika, röda fältspatströkorn. Stora kvartskorn ses någon gång, t. ex. uti de egendomliga, starkt frostsprängda klippor av porfyr, som på Piedjatjåkkos topp tvärt höja sig över den jämna fjällheden.<sup>1</sup> Påtagligen är det dessa kvartskorn, som givit anledning till uppgiften (88, s. 17), att porfyren här skulle visa »en granitisk utbildningsform». Såsom redan påpekats av förf. (23), är den emellertid där minst av allt granitisk till strukturen, i det att dess grundmassa fläckvis är sfärolitisk och säkert ursprungligen till en del varit glasig. Undersökning av ett flertal prov har bekräftat den i den citerade uppsatsen uttalade misstanken, att kvartskornen icke äro strökorn utan i stället kvartsfyllda mandlar.

Mikroskopisk undersökning av traktens kvartsförande porfyre visar, att strökornen bestå av albit och mikroklin uti oregelbunden pertitisk sammenväxning. Oftast dominerar albiten fullständigt, men undantagsvis är det i stället kalifältspaten, som överväger i motsvarande grad. Någon gång observeras rombform och en därmed parallell zonal anordning av mikroklinpartierna i albiten. Ett annat anmärkningsvärt strukturdrag illustreras av fig. 17: ett strökorn, sammansatt av ett antal albitindivider, vart och ett med sin bärd av mikroklin. I den nästan uteslutande av fältspat och kvarts bestående grundmassan kan på grund av finkornigheten och stark pigmentering ingenting avgöras angående proportionen mellan natron- och kali-

<sup>1</sup> Det är med all sannolikhet dessa klippor, som åsyftas i en av H. Samzelius uti boken »På skogs- och fjällstigar» (Stockholm 1894) återgiven berättelse från Kaalaluspa. Enligt denna skulle en man från Kelokka (Saivorova) på berget ifråga hava påträffat »murade stenkyrkor» och därvid upplevat mystiska äventyr. Samzelius antager, att uppgiften kan gälla gamla fallgropar, avsedda för vildrensfångst. Det kan emellertid svårigen råda något tvivel om, att de »murade stenkyrkor» i stället äro just de nämnda egendomliga porfyriklipporna. Uppgifterna i övrigt äro säkerligen inspirerade av den vidskepliga vördnad, som den bofasta befolkningen ännu i sen tid känt för de fordom för lapparna heliga orterna i denna trakt (jfr namnen Pässeäive, Pässekârso, Saivo).

fältspat. Strukturen är i regel mikropoikilitisk med små fält, vilkas kvarts ofta tydligt visar de listformiga snitt, vilka förf. visat sannolikt vara en paramorfosform efter tridymit (25), jfr fig. 18. En grövre dylik struktur, kombinerad med en sfärolitisk sådan, förekommer lokalt vid Navetåive (23). Uti Piedjatjtjåkkos topp finnes, såsom redan anförts, en form, vars grundmassa måste delvis varit glasig. Denna grundmassa är starkt fluidal-slrig och rödpigmenterad. En del partier äro sfärolitiska; i övrigt är mas-



A. Hj. Olsson foto.

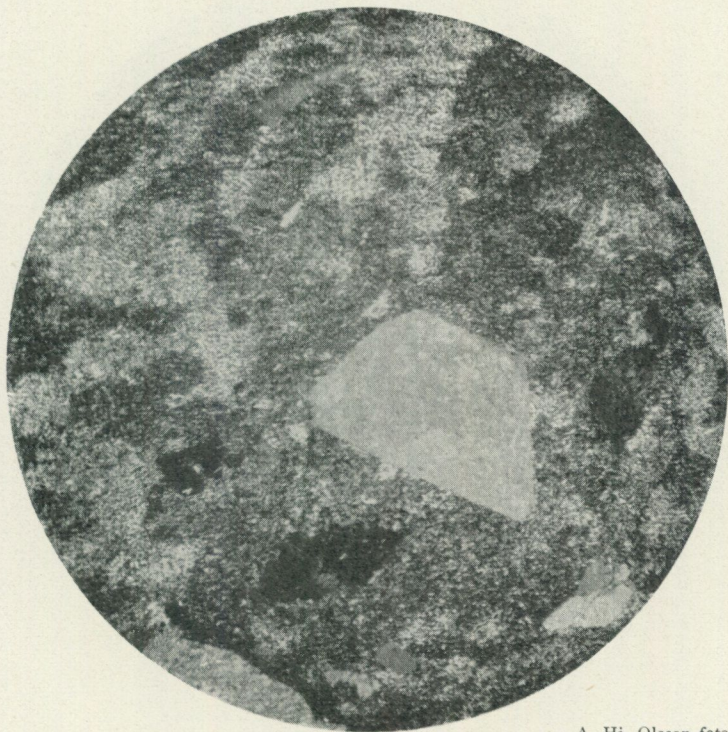
Fig. 17. Kvartsförande porfyr från Skuokimjokk SO om Piedjatjtjåcco, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Visar en del av ett sammansatt strökorn, med mikroclin (mörkläge) såsom hölje kring albit, samt poikilitisk grundmassa. [*Quartz-bearing porphyry, Skuokimjokk S. E. of Piedjatjtjåcco, micro-photo., nic. crossed,  $\times 16$ . Shows part of a compound phenocryst with microcline (dark) surrounding albite, and poikilitic groundmass.*]

san kryptokristallin, med en ojämn pigmentfördelning, såsom ofta förekommer i vulkaniskt glas (fig. 19). Uti glapprummen i den fluidalt slriga massan är sekundär kvarts utbildad. Dylik utpräglad ythabitus utmärker även en del av porfyren vid Skuokimjokks malmförekomst. Där förekomma även, parallellt med fluidalbandningen, smala kvartsränder, tydligen primärt anlagda »knapphål».

Slutsatsen, att den kvartsförande porfyren är effusiv, måste emellertid gälla icke endast dessa en gång glasiga former, utan också de mikropoikilitiska. I Tjåorikabergen (jfr nedan) kan man urskilja flera bäddar med något växlande karaktär, även alternerande med syenitporfyr. Med all

sannolikhet intrusiv är emellertid den lilla granofyrartade förekomsten vid Ekströmsberg (10, 23) samt en form med relativt grovkornig grundmassa, representerad av ett av Tenow på Piedjatjtjåkkos nordsluttning taget prov.

Såsom antydes av strökornens sammansättning, har den kvartsförande porfyren ett ganska skiftande alkaliförhållande, men synes i allmänhet vara natrondominant eller intermediär. Ett helt annat förhållande angives emellertid av en av Svenonius (88, s. 15) publicerad analys från Ekströmsberg,



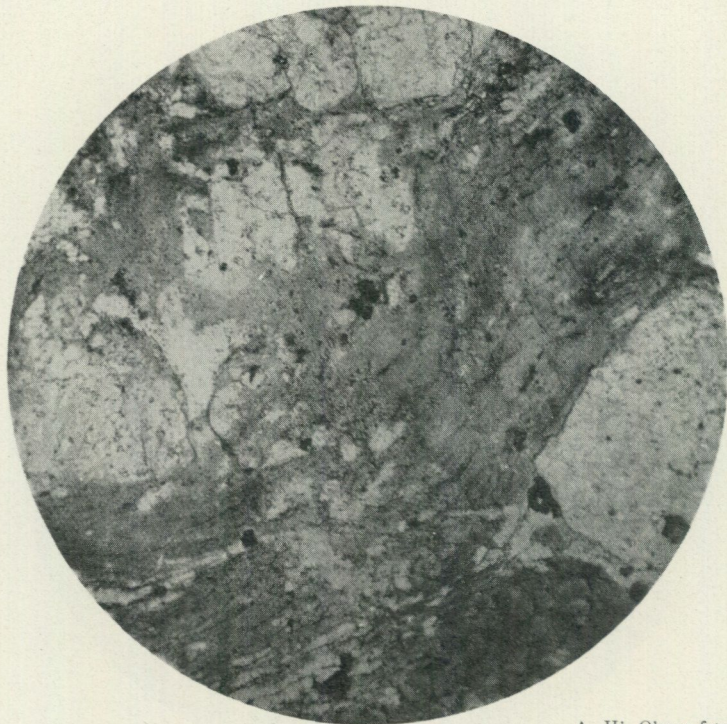
A. Hj. Olsson foto.

Fig. 18. Kvartsförande porfyr, Ekströmsbergs malmfält, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Strökorn av mikroklin med pertitisk albit, poikilitisk grundmassa. [Quartz-bearing porphyry, Ekströmsberg iron ore field, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Phenocryst of microcline with perthitic intergrowths of albite, poikilitic groundmass.]

som visar de förvånande siffrorna  $\text{Na}_2\text{O}$  0.22 %,  $\text{K}_2\text{O}$  9.25 %. På likheten mellan denna bergart och en likaledes analyserad porfyr från Suppatj nära Stora Sjöfallet byggde Svenonius en hypotes om ett västligare, kalirikt bälte i porfyreerna, i motsats till den natronrikare serien vid Kiruna. Förf. har redan tidigare påpekat, att analysen ifråga måste representera ett rent undantagsfall (23). Senare har emellertid ökad kännedom om porfyrtyper ifråga gjort analysen ännu mera osannolik. Även analys-siffrorna i och för sig äro egendomliga: uträkning av »normen» visar bl. a. ett abnormt stort  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -överskott samt en kalkrik plagioklas, om också blott i ringa mängd. En ny analys på samma stufprov<sup>1</sup> har därför utförts (G. Assarsson,

<sup>1</sup> »Röd porfyr, ett stycke (300 m) SO om malmen uti Ekströmsbergs Välkomma.»

Sveriges geologiska undersöknings laboratorium). Den anföres här i analys Tabellen såsom n:r 32. De alltigenom rimliga och med den mikroskopiska undersökningens resultat överensstämmande värden, som denna analys uppvisar, giva vid handen, att porfyren ifråga ingalunda är så kaliextrem som förut antagits, men att den likväl har en mycket anmärkningsvärd övervikt för kalikomponenten.



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 19. Kvartsförande porfyr, Piedjatjtjäcko (Pidjastjäcko), mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Fält. spatströkorn samt devitrifierad, delvis sfärolitisk grundmassa med ojämn pigmentfördelning. [*Quartz-bearing porphyry, Piedjatjtjäcko, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Feldspar phenocrysts and devitrified groundmass, in part spherulitic, unevenly pigmented.*]

Kalksten uppträder vid Laukujärvis västra del (bl. Kiruna), jfr tavla 1. Klastiska sediment äro inom området ifråga påvisade på tre ställen: vid Kuosatjvare malmfält, på Tjärroketjvare (bl. Kiruna) och vid Aranjarka (bl. Kiruna) vid Kaitumälven. Den förstnämnda förekomsten skildras i ett annat kapitel (s. 139). Konglomeratet vid Tjärroketjvare, förut omnämnt i »Jukkasjärvi malmtrakt» (88, s. 24) är blottat i form av några över fjällheden uppstickande hållar av mycket starkt pressad bergart, stupande  $85^\circ$  V. Materialet tillhör den röda, kvartsförande porfyren. Glesa, ofta väl rundade bollar, intill 1 dm stora, ligga uti en gråvackeartad fin-kornigare massa av samma material. Ehuru den starka pressningen för tanken på en tektonisk brecciering, är det troligast, att en verklig konglomeratbildning föreligger. Konglomeratet är blottat till omkring 50 m

bredd. Ö om detsamma anstår magnetitsyenitporfyr, närmast konglomeratet starkt förskiffrad; i V däremot är jordtäckt.

Förekomsten vid Kaitumälven åter har, enligt tillgängliga uppgifter,<sup>1</sup> en helt annan karaktär. Dess grundmassa är enligt Gavelin grönskifferartad; Eklund uppgiver hög kalkhalt. Bollarna skola enligt Gavelin huvudsakligen bestå av kvarts. Tenow omnämner bland moränblocken härstädes



P. Geijer foto. 1925.

Fig. 20. Skärpning i svartmalm, Ekströmsberg, visande stänglighet. [*Prospecting pit in magnetite ore, Ekströmsberg, showing linear structure.*]

även flera typer av kvartsit och sandsten. Särskilt denna sistnämnda omständighet låter misstänka, att man måhända har att göra med en till Vakkoformationen hörande sedimentförekomst. Även konglomeratet på Tjärroketjeväre kan vara en inklämd skiva av dylika yngre bildningar. Båda förekomsterna ligga på den topografiskt markerade linje, som utgör gränsen mellan de större lågfjällsplatåerna i V och lägre land i Ö, och som med all sannolikhet även har tektonisk betydelse. På kartan hava de emellertid angivits såsom tillhörande porfyr-leptit-formationen, då det ej synts lämp-

<sup>1</sup> Dagböcker av Gavelin (20) och Tenow (92), muntl. meddelande av J. Eklund.

ligt att i ett dylikt tvivelaktigt fall åsätta dem den mindre utbredda Vackoformationens beteckning. Slutligen har förf. vid Ekströmsbergs malmfält påträffat några block av ett konglomerat, i somliga fall starkt pressat, med bollar av olika slag av porfyryr uti en relativt grovkornig grundmassa. Denna grundmassa består av skapolit, epidot, hornblände, m. m.; skapoliten äter sig ställvis även in i porfyrbollarna. Konglomeratets fasta klyftort är icke känd. Det torde tillhöra porfyryr-leptit-formationen.

Om tektoniken i porfyryr-leptit-formationen inom detta område är föga bekant. Lagerställningen synes i allmänhet vara brant upprest. Inom Ekströmsbergs malmfält kan man göra några observationer rörande veckaxelställningen. Sålunda uppgiver Svenonius (88, s. 117) en veckaxelstupning om  $25^{\circ}$ — $30^{\circ}$  SSO, medan förf. på två ställen uppmätt en stänglighet med stupning  $15^{\circ}$  SO (jfr fig. 20).

Endast på ett ställe — i Tjåorikabergen (bl. Kiruna) S om Ratitjaure — har något större tektoniskt element kunnat urskiljas. De växlande bäddar av kvartsförande porfyryr och basisk syenitporfyryr (ävensom en säkerligen intrusiv bädd av amfibolit), som uppbygga dessa berg, visa nämligen en synklinal ställning. Särskilt klart har förf. kunnat urskilja denna byggnad från en punkt c:a 4 km SO om Tjåorika under gynnsamma belyningsförhållanden. Bäddningen är nämligen skönjbar även på stort avstånd, tack vare den olika vittringen i de olika leden. Den direkta iakttagelsen av de olika bergartstypernas inbördes fördelning stämmer också med antagandet av en synklinal byggnad, troligen med relativt flackt stupande veckaxel.

*Öster och sydost om Kiruna.* Den ovan skildrade lagerföljden av grönstenar, porfyryr, etc. vid Kiruna samt den överlagrande packen av sediment tillhörande Vackoformation begränsas i Ö av en dislokationslinje, troligen en överskjutning med brant stupning mot Ö. Själva gränsen har blottats endast på ett ställe, vid landsvägen Ö om Kiruna, där en ett par m bred, högeligen krossad kvartssyenitisk bergart ligger mellan amfibolit i Ö och Vackoformation (kvartssandsten) i V (80, s. 13).

Närmast Ö om gränslinjen följer en zon av amfibolitiska bergarter, bredast i S. Dessa amfiboliter hava delvis bevarad porfyritisk struktur och kunna till sin huvudmassa betecknas såsom antagligen effusiva bergarter, ehuru en del förekommer sannolikt representera hypabyssiska intrusioner. Plagioklasen är enligt Sundius (80), som undersökt det stora amfibolitområdet på ömse sidor om järnvägslinjen N om Kalixälven, i allmänhet jämförelsevis kalkrik, andesin till labrador. Liknande bergarter hava av Zenzen och förf. konstaterats fortsätta från SSO om Kiruna förbi Sakaravaara (bl. Kiruna) 4 km NO om Tuolluvaara mot Torneälven (22, 66).

På Sakaravaaras norra slutning uppträda närmast Ö om den anförda amfibolittypen mera alkalina bergarter, med albitfältspat (22, s. 195). En del av dessa äro albitofyryr, eller närma sig — genom sin halt av kalifältspat och biotit — de ordinära syenitporfyryrerna, andra åter äro goda representanter för den grupp, som här benämnts basiska syenitporfyryr (jfr ovan s. 23). Deras primära grundmassestrukturer äro i huvudsak bevarade.

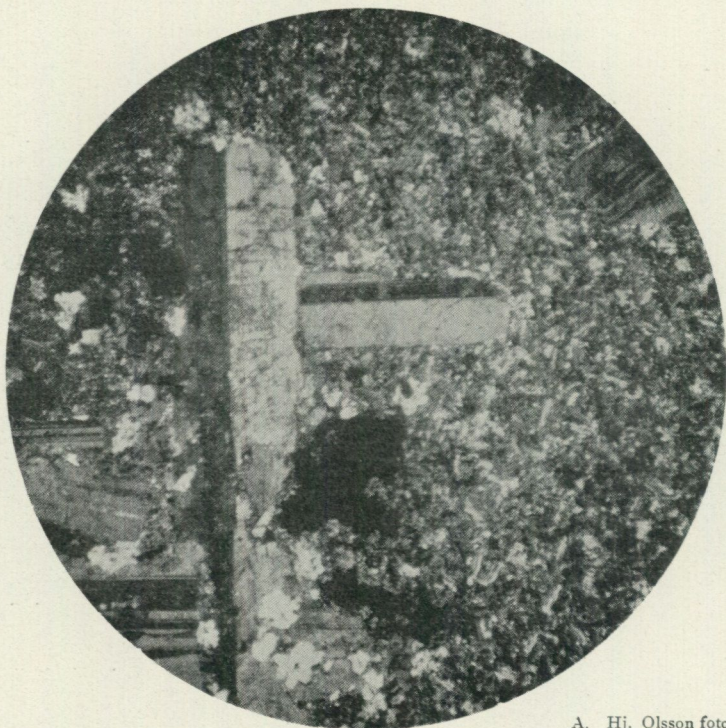
I amfiboliterna inom nu avsedda trakter återstår det däremot av primärstrukturen intet annat än plagioklasströkornen. Mycket omfattande nybildning av skapolit, gärna åtföljd av biotit, har ofta resulterat i ett fullständigt utplånande av alla ursprungliga strukturdrag, ej blott i amfiboliterna, utan också i Sakaravaaras basiska syenitporfyryer.

Innanför brämet av amfiboliter och underordnade syenitporfyryer följer i Ö ett vidsträckt område av kvartsförande porfyr, alltid med rödligt färg. På Sakaravaara för porfyren kvarts även i form av strökorn, men blott i ringa skala. Utanför Sakaravaara däremot är den kvartsförande porfyren inom den nu avsedda trakten till sina ursprungliga karaktärer fullständigt analog med den motsvarande typen vid Kiruna, Ekströmsberg, o. s. v., blott med sådana oväsentliga och lokala olikheter som att exempelvis vid Tuolluyaara strökornen äro mindre än vad som oftast är fallet i de nyssnämnda bergarterna. Porfyrstrukturen är emellertid, jämte en del fluidalt anordnade mineralgångar med t. ex. magnetit, vilka tydligen utgöra primärt anlagda, »knapphåls»-liknande företeelser (22), det enda säkert bevarade ursprungliga strukturdraget uti bergarten. Grundmassan är aldrig poikilitiskt eller sfärolitiskt utbildad utan jämnt kornig. Sannolikt är den allmänt omkristalliserad. Ibland kan den uppvisa mycket oregelbundna kornfogar, men vanligen tenderar den mer eller mindre tydligt till en leptits enkla kornkonturer. Kornstorleken uppgår emellertid endast i de grövre varieteterna till så höga mått som 0.1 mm. Svagast synes metamorfosen hava varit närmast Ö om Kiruna. Starkare är den i SO, på berget Vahåive (bl. Kiruna), där även fältspatströkornen drabbats av omkristallisation (80, s. 166), och i Ö vid Laxforsen, där samma förhållande föreligger.

Dessa kvartsförande porfyryer utgöra tydligen en bäddserie jämförlig med dem, som ovan beskrivits från Kiruna och från trakten kring Ekströmsberg, o. s. v.; den enda skillnaden är den starkare metamorfosen i det nu avhandlade området. Agglomeratartade former, som bekräfta porfyrens ytliga natur, hava av Sundius träffats på Vahåive (80, s. 165). Beträffande tektoniken är även här mycket litet bekant. Förf. har på Sakaravaara av bergarternas fördelning i förhållande till topografien fått det intrycket, att bäddarna ligga jämförelsevis flackt. Fördelningen i stort sett mellan amfibolit och porfyr synes också passa bra ihop med antagandet av två mot Ö flackt stupande etager, amfiboliterna underst och de kvartsförande porfyryerna överst, mellan vilka ställvis en zon av syenitporfyryer uppträder. Utan tvivel förekomma dock betydande veckningar, ehuru de icke kunnat direkt påvisas.

Kvartsförande porfyryer träffas även på några ställen NO om Torneälven — Kiimakielinen och Paurankivaara — såsom i det följande anföres (s. 58). SV om älven däremot synas de österut efterträdas av syenitporfyryer, delvis blandade med verkliga porfyryter. Man finner sålunda i trakten av Mertainen, Painirova och Naustonkoski (i Kalix älv S om Painirova) rödlätta eller gråa syenitporfyryer, som föra strökorn

av albitisk plagioklas, ofta med pertitiskt invuxna kalifältspat, uti en huvudsakligen av alkalifältspater och magnetit sammansatt grundmassa. Dylika former äro tydligen att jämställa med »liggvägsporfyren» vid Kiruna. Tillsammans med dem finnas emellertid även andra, albitofyriska, uti vilka kalifältspaten icke kan identifieras samt albitströkornen och ibland även grundmassefältspaterna äro starkt sericitgrumlade. I dylika bergarter måste man räkna med möjligheten, att en albitisering försiggått, om också den trakytoidalstruerade grundmassans fältspatsrikedom låter för-



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 21. Porfyr, Painirova, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Strökorn av andesin. [*Porphyrite, Painirova, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Phenocrysts of andesine.*]

moda, att plagioklasens albithalt redan från början varit relativt hög. Jämförelsevis magnetitrika former äro ej sällsynta. Vid Mertainens malmfält förekommer i syenitporfyr vacker mandelstensutbildning med magnetitmandlar, ofta omgivna av en ljus »gård». Porfyren är där i stor utsträckning omvandlad under nybildning av biotit och skapolit (10). Vid Painirova finnes, jämte syenitporfyren, bl. a. en porfyr med homogent brunpigmenterade plagioklasströkorn, som äro andesin ( $Ab_{67}An_{33}$ ). Dess grundmassa har liknande pigmenterad plagioklas samt magnetit ävensom sekundär biotit och epidot i mängd. De sekundära mineralen äta sig delvis in i strökornen. Detta fall låter förmoda, att åtskilliga, särskilt till sin struktur analoga »albitporfyriter» i denna trakt och annorstädes inom

kartområdet undergått en högst väsentlig albitisering och ursprungligen varit porfyrit i egentlig mening.

Även bland de malmförande bergarterna vid Svappavaara dominera sådana av syenitisk sammansättning, dock troligen uppblandade med mindre alkalina former. Här är emellertid den ursprungliga grundmassstrukturen förstörd och ersatt av en sekundär, leptitisk kornighet.

Också inom området mellan Kalix och Kaitum älvar finnas liknande typer. Vid Sierkajokk (bl. Kiruna), 3 km S om järnvägsbron över Kalix älv, uppträda, enligt föreliggande stuffer, flera i kemiskt hänseende ganska olikartade bergarter, som dock i sin strukturella utbildning komma varandra nära, i det att de äro porfyriska med vanligen mer än centimeterstora, tavelformiga fältspatströkorn uti en mörkare, helt finkornig grundmassa. Mikroskopiskt hava följande olika former utskilts: 1) porfyrit med strökorn av sericitiserad oligoklas (20 à 25 % An), biotitrik, kalifältspat ej påvisad; 2) syenitporfyrit med strökorn liksom i föreg., men grundmassa av mikroklin jämte biotit och magnetit; 3) syenitporfyrit, smärre strökorn av albit med mikroklinväxningar, grundmassa av albit och mikroklin jämte magnetit, biotit, m. m.; 4) syenitporfyrit, lik föreg. men mycket kalirikare, så att mikroklinen alldeles dominerar både i strökorn och grundmassa. Grundmassans struktur är i 1) leptitiskt sekundärkornig, men i 3) och 4) säkert primär. I 2) ser den primär ut, men magnetitens fördelning angiver en listform hos den ursprungliga fältspaten, som ej nu återfinnes hos mikroklinkornen.

Denna lokal uppvisar även en ovanlig form av skapolitisering, nämligen utbildningen av tumsstora, tjockprismatiska skapolitkorn i stället för den vanliga ellipsoidformen. Dylik utbildning har i övrigt iakttagits endast på Iso Huornanen vid Taallujärvi.

Vid Kaitumälven Ö om Killingi by har porfyrit en avsevärd utbredning. Den har å kartan hänförs till de suprakrustala grönstenarna, men möjligt är, att den, liksom den analoga porfyriten vid Nautanen (s. 64) i stället representerar hypabyssiska intrusioner. Delvis omslutet av densamma är det järnmalmsförande området av syenitisk leptitgnejs vid Killingi malmfält.

Även leptiterna vid Ylipääsnjaska malmfält, vilka huvudsakligen bestå av mikroklin och biotit, ansluta sig kemiskt till vissa syenitporfyriter samtidigt som de dock både i detta avseende och genom sin metamorfosgrad — de föra porfyroblaster av granat — snarare äro att sammanställa med leptiterna i S och SO. Man befinner sig här just i övergångszonen mot »leptitområdet», där primära strukturer fullständigt saknas. Redan N om Killingi uppträda glimmerrika leptiter, som kunna vara derivat av syenitporfyriter eller albitporfyriter, och Ö om Ylipääsnjaska tillkomma delvis fullständigt gnejsiga former. Ehuru »leptitområdet», såsom redan framhållits, även i kemiskt hänseende visar bestämda gränser mot »porfyrområdet», så är det dock här tydligt, att den av strukturerna markerade metamorfosgränsen icke sammanfaller med denna gräns mellan

bergarter med olika ursprungliga karaktärer, utan går ett stycke in i »porfyrområdet». Det finnes sålunda ingen anledning att på grund av metamorfosgraden antaga någon mera väsentlig åldersskillnad mellan de båda större enheterna, porfyreernas och leptiternas resp. områden.<sup>1</sup>

### Fjällåsen—Gällivaretrakten.

Den slutsats, varmed den föregående avdelningen avslutades, får också sin bekräftelse inom det nu aktuella området, i det att detsamma visar porfyreerna i en mot S och Ö allt mera utpräglad metamorf dräkt.

Söder om Kaitumälven uppträda i kartområdets västra del stora djupbergartsmassiv. Av porfyr-leptit-formationen finnas där på sin höjd några småpartier. Den leptit, som Tenow (92) funnit på nordöstra sidan av Tuolpok, är en diopsidförande, kvartsfri syenitisk porfyrleptit. Osäkert är, huruvida den verkligen tillhör den suprakrustala formationen eller utgör någon rand- eller gångfacies av syeniterna. På kartan har det förra antagits.

Vidare söderut, V om Sjaunjas vidsträckta myrland, fortsätta djup-eruptiven, men på några ställen finnas där små områden, som torde tillhöra porfyr-leptit-formationen. Det rör sig om en röd leptitisk porfyr, närstående de förut skildrade kvartsförande porfyreerna. På Muorjeäive (»Muorjevare», bl. Luleträsk), 9 km NV om Akkavare by, ses en dylik bergart i kontakt med kvartssyenit. Dess grundmassa har delvis en grovt mikropoikilitisk struktur. Liknande bergart finnes såsom inneslutningar i gabbbron vid Akkavare, och sannolikt också på berget Pätotjåkko (bl. Luleträsk), 8 km V om Akkavare.<sup>2</sup>

Sydost om det stora avbrott med avseende på berggrundsblottningar, som Sjaunja- och Jaltoapes myrland utgöra, vidtager ett brett bälte av liknande bergarter. Sålunda uppbyggas höjderna Kuosakåbbå och Njetsakiskåbbå huvudsakligen av porfyriska leptiter, som tydligen utgöra metamorfa ekvivalenter till de nordligare trakternas kvartsförande porfyreer. Njetsakiskåbbås bergart har väl bevarade, omkring 5 mm stora, blekröda strökorn av en alkaliintermediär pertitfältspat uti en finkornig leptitisk grundmassa av rödgrå eller röd färg och bestående av alkalifältspater och kvarts. Bergarten är till sitt metamorfosstadium närmast att jämföra med de minst påverkade porfyrleptiterna Ö om Kiruna (Tuolluvaara, etc.). På Kuosakåbbå träffas något avvikande typer, såsom en röd form med strökorn både av kvarts och fältspat samt mera metamorf än den föregående (fältspatströkornen delvis omkristalliserade, grundmassan grövre leptitisk),

<sup>1</sup> Några klastiska sediment hava icke konstaterats inom denna del av kartområdet. En i »Jukkasjärvi malmtrakt» (88, s. 24) förekommande uppgift, att konglomeratblock träffats vid Enovuopio i Kaitumälven i sådan myckenhet, att de torde angiva fast klyft i närheten, beror antagligen på en förväxling med Aravuopio och Aranjarka (jfr ovan s. 48). I vederbörande dagböcker finnes nämligen från Enovuopio blott ett ensamt konglomeratblock antecknat.

<sup>2</sup> Denna observation är emellertid gjord vintertid, då endast lokala blocksamlingar på toppen voro blottade genom snödriften.

ävensom en ljusgrå porfyroleptit, som, ehuru den är ganska kvartsrik, för en avsevärd halt av en mycket kraftigt färgad alkali-järn-amfibol med grönbåa absorptionsfärger, ävensom litet flusspat. I motsats till den nyss skildrade porfyroleptiten från Njetsakiskåbbå äro dessa sistnämnda bergarter påfallande kalirika.

Enligt Svenonius (85) förekomma porfyroleptiter också uti Stubbabergen, SV om det nyss skildrade området. Det är sannolikt, att en porfyrförformation utbredd sig över hela trakten mellan Kaitumälven och linjen Stubba—Njetsakiskåbbå, men sammanhanget med porfyrrerna N om Kaitumälven senare avbrutits av djupbergarterna. Utanför kartområdets västra gräns, längs Stora Lulevatten och Langas, fortsätta enligt Svenonius (85) liknande porfyrrer, mestadels i leptitisk utbildning (jfr nedan s. 168).

Omkring Fjällåsens station, strax S om Kaitumälven, anstår också en kvartsförande porfyr. De väl bevarade, röda, mestadels 1—5 mm stora fältspatströkornen bestå av albit med sparsamt uppträdande pertitiska inväxningar av mikroklin. Den rödgråa grundmassan, av alkalifältspater och kvarts i de vanliga proportionerna jämte magnetit, är finkornig men näppeligen primärstruerad, om också spår av mikropoikilitisk struktur kunna skönjas. Rundade kvartsmandlar förekomma rätt allmänt. Metamorfosgraden är tydligen högre än exempelvis vid Kiruna eller Ekströmsberg, men bergarten kan ej kallas leptitisk.

Enligt blockstudier av Gavelin (20) och Tenow (92) förekomma i samma trakt med en betydande utbredning, gråa, snarast syenitiska porfyrbergarter med avsevärd halt av magnetit och biotit, samt åtminstone delvis även hornbländeförande. Dessa bergarter hava förmodats giva upphov till det under namnet »Lopasjärvi» kända kompassdraget (88).

Söderut från Fjällåsen synes fältet av suprakrustalbergarter avsmalna mellan å ena sidan de stora massiv av pertitgranit och syenit, som utbreda sig kring de norra delarna av Sjaunjas myrland, å den andra sidan Linagraniten, som här uppträder med ett mycket vidsträckt massiv. Så vitt förf. kunnat finna, har man inga belägg för att de suprakrustala bergarterna fortsätta längre mot SO in på det topografiska bladet »Gällivares» område än till c:a 5 km SO om Fjällåsen. Inom detta område har därför å kartan Linagraniten givits en vida större utbredning än som skett på den av Svenonius uppgjorda berggrundskartan (88).

Väster om järnvägen på sträckan Risbäck—Linaälv uppbygges porfyroleptitformationen, åtminstone längst i Ö, huvudsakligen av skiktade, amfibolitiska grönstenar. Förf. har sett dessa bl. a. mellan Linaälvs station och Allavare nybygge samt S därom i berget Piälloäive (bl. Luleträsk). De bilda där en vertikalstående serie av täta amfiboliter med utpräglad tunnbankning, som sannolikt även angiver skiktning. Agglomeratliknande strukturer hava undantagsvis iakttagits, däribland ett fall — ett löst block vid Piälloäive — i vilket agglomeratnaturen synes oomtvistlig. Även längre norrut, c:a 3 km SV om Risbäcks station, finnes ett hällområde med grönsten, i detta fall dock grövre, med antydningar till porfyrstruktur och tro-

ligen utgörande en starkt metamorfoserad porfyrit. Band av rödlätt porfyrléptit, liknande Njetsakiskåbbås bergart, växla där med amfiboliten; de olika enheterna hava en bredd av några meter. Att döma av en uppgift av Lofstrand (69) synes amfiboliten förekomma även 6 km NNV härom, i det lilla berget Avima (bl. Luleträsk).

Sydväst om Allavare anstår en mylonitiserad léptitisk bergart, om vars ursprungliga karaktär man ej kan närmare uttala sig. Den växellagring

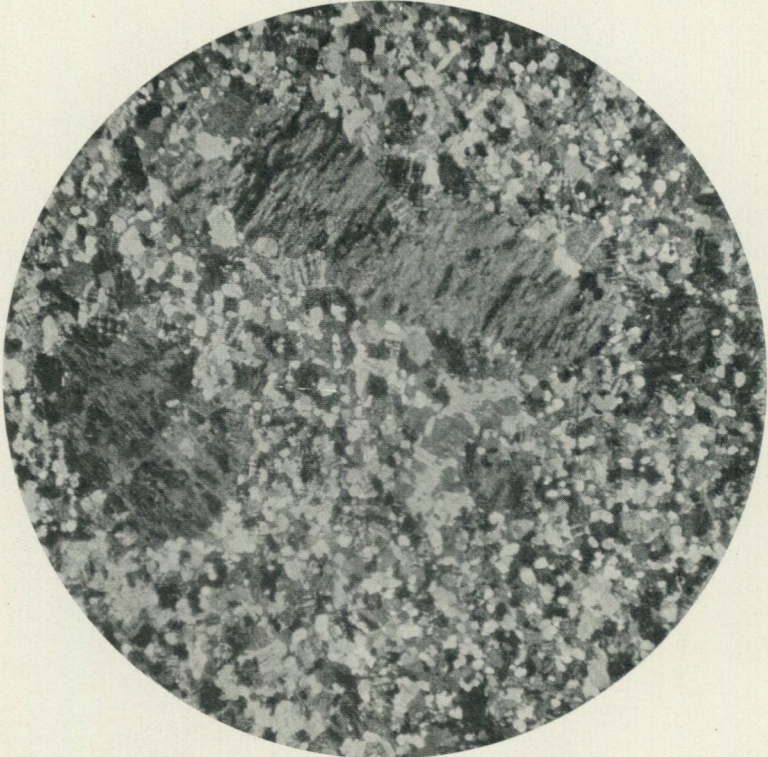


Fig. 22. Porfyrisk léptit av Kaptensstypen, Gällivare malmfält, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Perthitströkorn (periferiskt omkristalliserade) och léptitisk grundmassa. (Ur 44). [*Porphyritic quartz-bearing léptite of the Kaptens type, Gällivare iron ore field, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Perthite phenocrysts (peripherically recrystallized), and recrystallized (léptitic) groundmass. (From 44).*]

mellan grönsten och porfyrléptit, som nyss anfördes från Risbäckstrakten, synes i viss mån återfinnas även på den förut beskrivna höjden Kuosakåbbå, där det på ett ställe uppträder en skiktad, amfibolrik och granatförande grå léptit.

Från trakten närmast NO om Kuosakåbbå föreligger så gott som intet iakttagelsematerial rörande porfyrléptit-formationen. Nära Sikträsk station däremot finnes ett bälte av de kvartsförande porfyrens kemiska karaktär, men i gnejsartad utbildning. Troligen fortsätta liknande bergarter mot Linaälvs station, såsom antagits på kartan, så att porfyrléptitförekomsten nära Risbäck ligger i bältets fortsättning.

Bergarten nära Sikträsk, som påtagligen fått sin struktur bestämd av det angränsande väldiga massivet av Linagranit, sammanhänger åt andra sidan (österut) med ett stort fält av leptitiska eller delvis gnejsiga porfylderivat, vilket omfattar Gällivare Malmberg och trakten kring Gällivare kyrkostad jämte berget Nunisvare (bl. Gällivare). Den alldeles övervägande bergartstypen inom detta område är en leptitisk motsvarighet till de kvartsförande porfyreerna i norr (Kiruna, Tuolluvaara, Ekströmsberg,

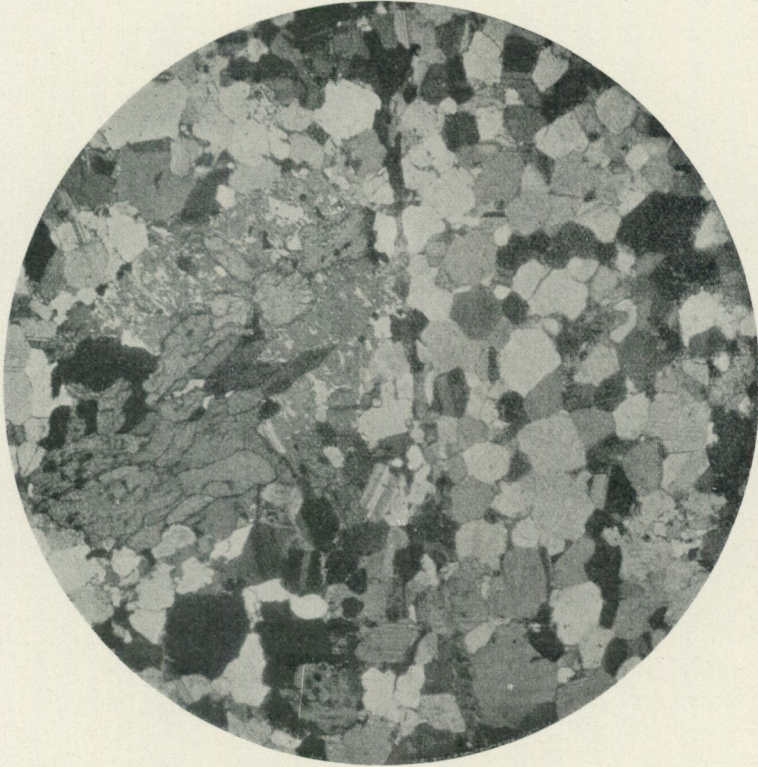


Fig. 23. Albitleptit, Gällivare malmfält, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Omkristalliserad albitmassa samt mandel av titanit och hornblände (t. v.). (Ur 44). [*Albite leptite, Gällivare iron ore field, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Recrystallized albite mass, and nodule (amygdale) of titanite and hornblende (to the left). (From 44).]*

Fjällåsen, o. s. v.). Vanligen har den en utbildningsform motsvarande Njetsakiskåbbås bergart, såtillvida att strökornen äro bevarade men grundmassan helt omkristalliserad (fig. 22). Kornstorleken uti den leptitiska grundmassan är dock mestadels vida större än på Njetsakiskåbbå, nämligen omkring 0.10—0.20 mm. I denna form upptager bergarten i fråga hela den sydöstra delen av Malmberget, varifrån den beskrivits under lokalanamnet Kaptenstypen (44), ävensom Nunisvare, samt bildar även de fåtaliga berggrundsblottningar, som finnas invid kyrkobyn. Uti starkare metamorfoserad form, med porfystrukturen successivt förstörd genom omkristallisation och med en kornstorlek om 0.5 mm eller något mera, före-

kommer samma typ inom de norra och västra delarna av Malmberget. Jämte dessa finnes å Malmberget även, i mindre kvantiteter, dels en något kiselsyrerikare porfyrleptit, som för strökorn även av kvarts (Puoitak-typen), dels också en mycket kvartsfattig form (Johannestypen). Den sistnämnda är delvis mycket kalirik, vilket är särskilt anmärkningsvärt, då annars inom kartområdet de högsta kalihalterna förekomma i porfyryr med högre kvartshalt. Mandelstensutbildning med hornblände (eller diopsid), titanit och magnetit ses ibland i dessa bergarter. Vidare finnes albitleptit, ofta med dylika mandlar (fig. 23). Ut i större skala uppträda bergarter karakteriserade av kombinationen natronrik plagioklas, kalifältspat och hög halt av mörka mineral, synnerligast biotit. Dessa leptiter och gnejser, uti vilka man undantagsvis kan spåra mandlar samt rester av plagioklasströkorn, utgöra uppenbarligen metamorfa representanter för de basiska syenitporfyrernas grupp. Beträffande detaljer angående dessa olika bergartstyper, deras inbördes relationer, o. s. v., hänvisas till förf:s nyligen utkomna beskrivning över Gällivare Malmfält (44).

Mot N synas samma bergarter fortsätta över Patsatj (Patjanen), där de föreligga såsom en stor, av granit- och pegmatitgångar genomdragen inneslutning i Linagraniten (31), men deras utbredning vidare norrut är icke närmare känd.

### Yli Vuolusjärvi—Sopperotrakten—Vittangi.

Bortsett från förekomsten av grönsten, troligen jämförlig med Porrobergens, på Ketsåive (bl. Torneträsk), 5 km NNO om Yli Vuolusjärvi övre ände, uppträda veterligen inom den nu avsedda delen av kartområdet inga till porfyr-leptit-formationen hörande bergarter NV om den linje, som åt SO begränsar Vakkoformationen i Kovoazonen, d. v. s. mellan Al. Vuolusjärvi och Pokitinjärvi, vilken gräns antagligen är en dislokationslinje i direkt fortsättning av den Ö om Kiruna konstaterade (jfr ovan s. 50).

Närmast Ö om denna gränslinje uppträda, från trakten Ö om Kurra-vaara till V och S om Vittangijärvi, huvudsakligen finkorniga amfibolitiska grönstenar, vilka med all sannolikhet utgöra en suprakrustal serie, såsom bl. a. angives av skiktbankning samt växellagring med kalksten (vid bäcken mellan Pokitinjärvi och Sevujärvi). Lagerställningen synes i allmänhet vara mycket brant. På sina håll, såsom på Vittangivaara, äro grövre, säkerligen intrusiva grönstenar inblandade bland de suprakrustala typerna.

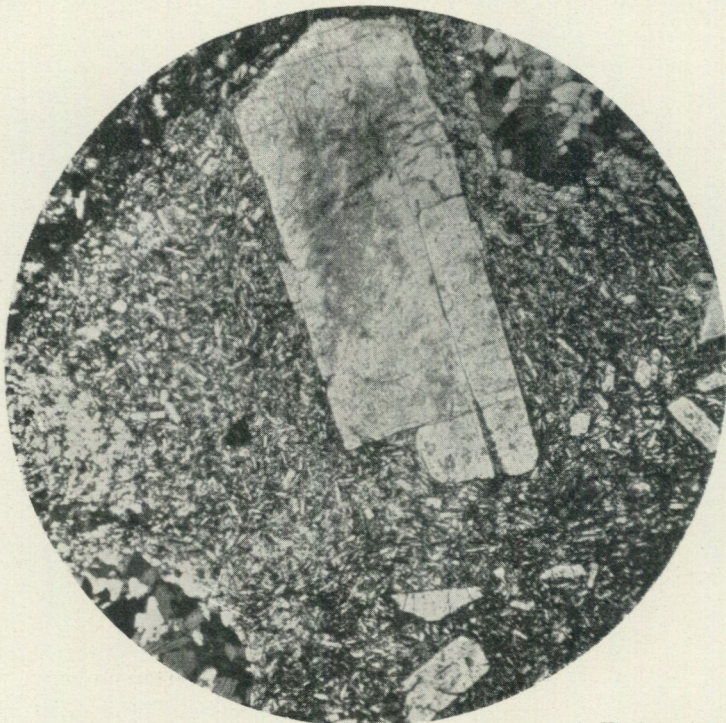
Norr om Jukkasjärvi kyrkoby ligger ett av grönstenarna halvt omslutet område av mer eller mindre starkt leptitiska porfyryr, förmodligen en direkt fortsättning av den kvartsförande porfyren vid Laxforsen (s. 51). Sålunda förekommer på Kiimakielinen (bl. Vittangi), enligt ett av Hummel taget prov, en kvartsförande porfyr av vanlig typ, med leptitiskt kornig grundmassa men väl bevarade antipertitiska albitströkorn. NO om

Sautusjärvi svänga grönstenarna mot S, så att Sautusvaara (åtminstone till stor del) uppbygges av täta dylika, uti vilka, såsom framgår av en av Svenonius tagen stuff, även finnas grafitrika inlagringar. I Sautusvaaras södra delar däremot, närmast intill malmfältet, synes bergarten, som är mycket starkt skapolitiserad, vara en syenitporfyr.

Mellan Sautusvaara och Sekkujokis mynning synes grönstensformationen nätt och jämnt nå S om Vittangiälven. Från Ö om Leppäkoski till trakten omkring nedre Sekkujoki finnas åtskilliga blottningar. Vid Sekkujoki är grönstenen delvis utbildad såsom en spilitisk pillow-lava, alldeles jämförlig med dylika former bland Kirunagrönstenarna och liksom dessa med bevarade albitmikroliter. Så vitt förf. har sig bekant, är detta inom hela vårt kartområde det enda ställe utanför den centrala Kirunatrakten, där pillow-strukturen förekommer. I regel är dock bergarten även här kompakt, utan några för blotta ögat skönjbara primärstrukturer. Väl skiktade partier träffas emellertid också, stundom med inlagringar av kalkdränkt inhomogen bergart, möjligen agglomeratisk. En zon av kalksten går över Vittangiälven nedanför Leppäkoski, såsom framgår av talrika block av dylik bergart, jämte sådana av kalkig grönstensbreccia. Förekomsten är iakttagen redan av Hummel (52). I mera oren form kan samma zon identifieras vid Sekkujoki. Nära Sekkujokis mynning förekommer en kvartsig, randig magnetitmalm med låg järnhalt (enligt muntligt meddelande av H. E. Johansson). Lagerställningen uti grönstensserien är i det närmaste vertikal. C:a 2 km VNV om Sekkujokis mynning har iakttagits en utpräglad stänglighet med stupning 40° SV.

Mot Ö och NO från nedre Sekkujoki och Maattavaaras fält av kvartsit-sandsten (tillhörande Vakkoformationen) är berggrundens karaktär nära nog alldeles okänd, bortsett från ett par små blottningar, huvudsakligen av djupbergarter (jfr fig. 6, s. 15). Den på kartan angivna utsträckningen av grönstenarna åt dessa väderstreck är därför väsentligen en extrapolation. Uti trakten av Lannavaara förekomma kalkstenar, såsom framgår av blockförekomster på Kautsisvaara (bl. Lainio), beläget en mil SO om Lannavaara (17 g), samt av skarnmalmsfyndigheten Kevus. Huruvida det närbelägna Sattavaara är av liknande typ är icke bekant, då förf. icke sett några borrhärdar däriifrån (samtliga de tre »Lannavaara-fälten» äro fullständigt jordtäckta). Malmens sidosten uti borrhärdarna från Kevus är så starkt skapolitiserad, att dess ursprungliga karaktär icke kan fastställas. Vid Teltaja uppträder likaledes skarnmalm, varför troligen kalksten förelegat även här. En stor del av malmen synes emellertid vara utav en annan typ, nämligen blodsten, som åtminstone delvis uppträder i form av ådror i en mikroklinhaltig kvartsit. Uti borrhärdar från Teltaja finnes även en rödgrå leptit, huvudsakligen bestående av mikroklin och biotit samt förande aggregat av magnetit, titanit och flusspat, vilka troligen äro metamorfa mandelbildningar. Omkring 16 km N om Lainio by, vid Saangijoki, har Fredholm iakttagit en mörkgrå, hornbländeförande leptitisk bergart.

Närmast Ö om Sautusjärvi synas porfyryer dominera uti porfyr-leptitformationen mellan Torne och Vittangi älvar. Redan har anförts, att en syenitartad sådan förekommer vid Sautusvaara malmfält. I trakten kring Leppäkoski järnmalmsfält och Pahtavaara gamla koppargruva finner man ljusa syenitporfyryer, albitofyryer med hög magnetithalt samt albitporfyryter med hornblände, magnetit och mycket rikligt biotit, den sistnämnda åt-



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 24. Albitporfyrit, nära Pahtavaara gamla koppargruva, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Albitströkorn, grundmassa av albit, magnetit och biotit, mandar huvudsakl. av biotit. [*Albite porphyrite, near the old copper mine of Pahtavaara, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Albite phenocrysts, groundmass of albite, magnetite, and biotite; amydules mainly of biotite.*]

minstone till sin huvudmassa sekundär. Strukturen är ofta väl bevarad. Ett prov representerar en kvartsförande porfyr med en ännu tydligt skönjbar mikropoikilitisk struktur.

Till den kvartsförande porfyren hör också, enligt Gavelins stuffserie, den röda porfyr, som underlagrar kvartsitsandstenen i Paurankivaara och även förekommer såsom bollar uti denna. Till en del för denna porfyr även strökorn av kvarts. En annan typ har vid mikroskopisk undersökning visat en skäligen anmärkningsvärd karaktär. Den består nämligen av mycket talrika albitströkorn av växlande storlek uti en relativt grov, kvartsförande grundmassa, i vilken spår av mikropoikilitstruktur tydligt kunna urskiljas. Mikroklinhalten synes vara mycket låg. En dylik utpräglad natrondominans är mycket ovanlig ibland vårt kartområdes kvarts-

förande porfyrer. Dessutom uppträda i denna trakt även syenitporfyriska bergarter, ehuru troligen blott i jämförelsevis liten skala.

Enligt en observation av Fredholm (17 f) skall Sattavaara, omedelbart N om Rautusakara, bestå av »rödbrun hälleflinta». Berget i fråga har därför på kartan hänförts till de kvartsförande porfyerna. Tyvärr har Fredholms prov icke kunnat återfinnas.<sup>1</sup> Det är icke helt uteslutet, att uppgiften kan



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 25. Albitporfyrit, nära Pahtavaara gamla koppargruva, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Visar riklig nybildning av finfjällig biotit, som delvis förtränger även albitströkornen. [*Albite porphyrite, near the old copper mine of Pahtavaara, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Shows abundant development of biotite in smalls foils, also partly replacing the albite phenocrysts.*]

avse en kvartsitsandsten. Å de västra sidorna av berget, som förf. besökt, finnas inga blottningar av fast berg.

Längre österut mellan de båda älvarna samt närmast på andra sidan om dem har porfyr-leptit-formationen en annan utbildning. Större delen av det nu avsedda området har redan varit föremål för en jämförelsevis utförlig beskrivning av förf. (32), till vilken hänvisas för närmare detaljer. Den vanligaste bergarten är en väl skiktad amfibolit (fig. 26), med en kornstorlek om 0.10—0.20 mm. Huvudbeståndsdelarna äro hornblände och plagioklas, av vilka den sistnämnda mestadels utgör omkring 40 volymsprocent men också kan vara alldeles underordnad; dess sammansättning växlar mellan

<sup>1</sup> Dess bättre synes detta vara det enda fall, då någon av F:s stuffer från kartområdet förkommit.

$Ab_{68}An_{42}$  och  $Ab_{75}An_{25}$ . Biotit finnes i en del varieteter, kvarts stundom i ringa mängd, mikroklin sällan. Även uppträda magnetit och titanit. På ett ställe (vid Nunasvaara) hava iakttagits magnetitskikt, dock högst 5 mm tjocka.

Tillsammans med amfiboliterna uppträda i mindre kvantitet leptitbergarter, delvis skiktade, bestående av alkalifältspater, kvarts och mörka mineral. Mellan Airivaaras granitmassiv och Vittangiälven anstår en porfyritisk bergart, vars plagioklas har minst 24 % An.

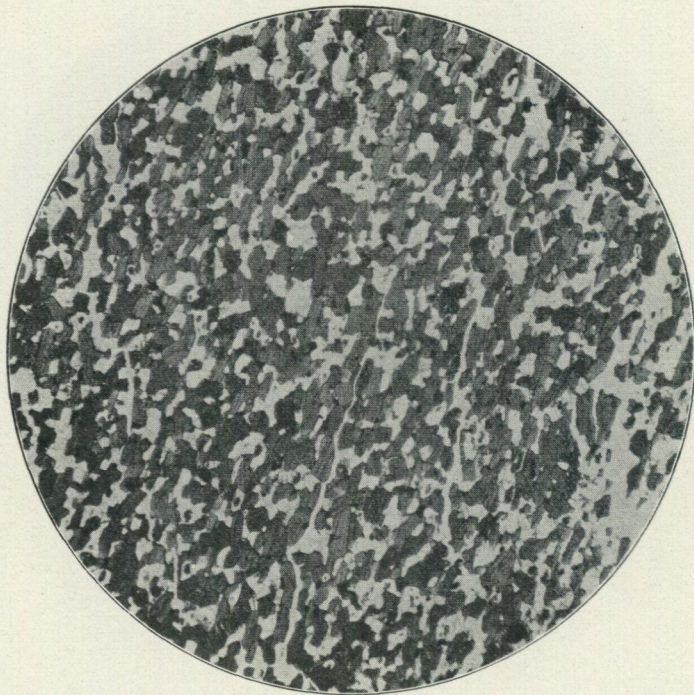


Fig. 26. Amfibolit, Ylisuannonmaa V om Vittangi, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Hornblände och plagioklas. (Ur 32). [*Amphibolite, Ylisuannonmaa W. of Vittangi, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Hornblende and plagioclase. (From 32).*]

Trakten i fråga uppvisar sålunda inga motsvarigheter till de i V och SV så utbredda porfyreerna, och bland dess amfiboliter saknas albitförande bergarter, som kunde ekvalera spiliterna. Påfallande är också, att skiktning är så allmän — några kompakta eruptivbergarter äro knappast påvisade, utom den nyssnämnda porfyriten och möjligen en eller annan leptitförekomst.

Inlagringar av dolomit finnas på flera ställen, såsom vid Nunasjärvi, Nunasvaara och Airikursunmaa (jfr 32). Vida mera spridda äro grafithaltiga bergarter, delvis så rika — med 25 à 45 % grafrit — att de inmutats och möjligheten av deras praktiska utnyttjande underkastats omfattande undersökningar. Dessa i skiktserien ingående grafitrika bergarter hålla vanligen, utom grafiten, tremolit, fältspater (mikroklin samt, mera sällan, natronrik

plagioklas), brun glimmer och litet kvarts ävensom titanit, den sistnämnda stundom i påfallande mängd. Kis förekommer vanligen ganska rikligt, i ore-gelbunden fördelning och ofta i form av ådror. Den är huvudsakligen mag-netkis, men pyrit uppträder också, ehuru mera underordnat.

De grafithaltiga bergarterna hava tydligen från början utgjort kolhaltiga, ofta märe-gelartade sediment, såsom antydes av tremolithalten och i flera fall omedelbar association med kalksilikatbergarter, och grafiten är med all san-nolikhet, såsom förf. redan tidigare framhållit, av organiskt ursprung (32).

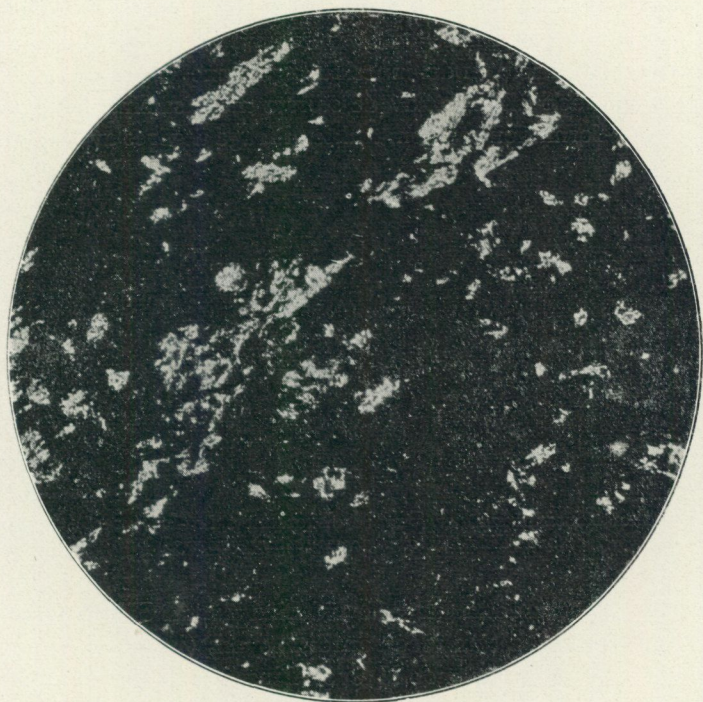


Fig. 27. Grafit, Palo Pöviö SO om Merasjärvi, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 60$ . Grafit och tremolit (vit). (Ur 32). [*Graphite, Palo Pöviö S. E. of Merasjärvi, microphoto., ord. light,  $\times 60$ . Graphite, and tremolite (white). (From 32).*]

Påfallande är det vanliga uppträdandet av kalifältspat, under det att skikt-serien annars är fattig på detta mineral. Denna omständighet utgör en an-märkningsvärd analogi med våra delvis kalirika alunskiffrar av kambrisk ålder. Även den ibland anmärkningsvärt höga titanhalten utgör i viss mån ett med dessa gemensamt kemiskt drag. Stundom är även apatithalten på-fallande hög (43, s. 29).

Mot SO fortsätta de grafitförande bergarterna till Palo Pöviö mellan Merasjärvi och Kurkkio samt till Masugnsbyn, där emellertid formationen i övrigt visar en annan habitus, såsom skall framgå av det följande. Väster-ut åter finner man en med Vittangitraktens överensstämmande utbildning av porfyr-leptit-formationen ännu kring Svappavaara by, med skiktade amfibio-

liter och kisiga, delvis kvartsrika, grafitförande skiffrar. Även den mörka leptiten uti Bergsmanivaara (bl. Vittangi) står nära de skiktartade amfiboliterna. Kalkstenslager uppträda flerstädes, såsom i själva byn (»Isovainio») och vid landsvägen 3 km Ö om densamma (enligt en av Svenonius tagen stuff); i sistnämnda fall är sidostenen en rödgrå, relativt grov leptit.

### Gällivare—Ullatti—Vittangi—Svappavaara.

Detta område upptages nära nog fullständigt av Linagranit, så att av porfyrléptit-formationen ej finnes annat än ställvis en jämförelsevis smal bård utanför graniten, ävensom en del inneslutningar inne i massivet.

Det bäst kända och tillika ett av de största mera sammanhängande fälten av porfyrléptit-formationen inom trakten i fråga utgöres av Nautanenområ-

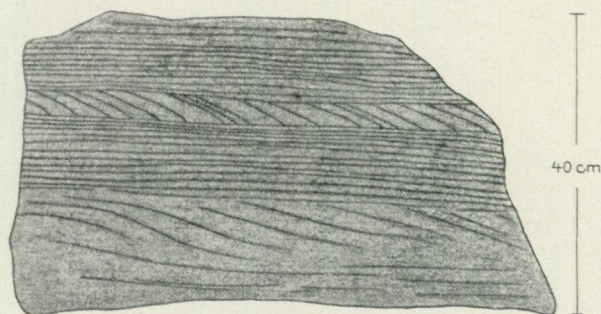


Fig. 28. Léptit från Nautanenområdet, visande diskordant skiktning (ur 38). [*Léptite from the Nautanen district, showing cross-bedding (from 38).*]

det (31). I V gränsar detta, ungefär vid Lina älv, till Gällivaretraktens porfyrléptiter, vilka också, såsom redan anförts, synas (i gnejsig form) vid Pat-satj (Patjanen) sträcka sig mot N över Lina älv. I övrigt uppträda här huvudsakligen jämnkorniga, ofta skiktade léptiter (jfr fig. 5, s. 13) — delvis t. o. m. med utpräglad diskordant skiktning (fig. 28) — mestadels av grå färg och med en kornstorlek om 0.10—0.20 mm, intill granitkontakter stigande till dubbla detta belopp. Tre huvudtyper hava urskilts. Vanligast äro plagioklasléptiter med oligoklas eller andesin, kvarts, biotit, hornblände, magnetit m. m. Mikroklin förekommer stundom i dessa varieteter, men endast underordnad. Vidare finnas emellertid också mikroklinléptiter, ibland kvartsrika och med låg halt av mörka mineral. Den tredje typen slutligen karakteriseras av kombinationen av en jämförelsevis kalkrik plagioklas ( $Ab_{55}An_{45}$ — $Ab_{70}An_{30}$ ) med mikroklin i avsevärd mängd samt kvarts och biotit. Denna sistnämnda typ är icke skiktad, och det är möjligt, att den är en omkristalliserad relativt ytlig (hypabyssisk) intrusivbergart (jfr 31, s. 23). De mikroklinrika léptiterna kunna möjligen vara jämförliga med Gällivaretraktens porfyrléptiter. Lokalt förekommer porfyrit med vacker fluidal anordning av tunt tavelformiga plagioklasströkorn (oligoklas). Den har på

kartan hänförts till leptitformationen, men det är icke uteslutet, att den uppträder intrusivt.

Uti Nautanenområdet porfyr-leptit-formation ingå även differentierade sediment, nämligen kvartsit och glimmerskiffer. Kvartsiten, som ställvis växellagrar med leptitartade former, är ibland tydligt skiktad. Jämt kvarts innehåller den muskovit och mikroklin. Någon klastisk struktur finnes icke tydligt bevarad. Glimmerskiffern är en föga kvartsrik andalusit-biotit-skiffer, tydligen ett lerskifferderivat.

formationen är inom Nautanenområdet delvis hoppressad uti veck med nära isoklinal form och brant axelplanläge, varav kommer en nära vertikal lagerställning; veckaxlarnas stupning är tämligen brant. Delvis föreligga dock mera öppna veck, såsom det tydligen synklinala parti, där kvartsiten uppträder. Veckaxelstupningarna äro då jämförelsevis flacka, och sidostupningen kan gå ned till 25° eller t. o. m. lägre.

I huvudsak jämförlig med Nautanenområdet synes porfyr-leptit-formationen vara även mot SO, till trakten av Ullatti. Blottningarna äro emellertid fåtaliga — flertalet hållar utgöras av de mera motståndskraftiga pegmatitgångar, som här uppträda i stor skala — och endast några mindre delar av trakten i fråga hava över huvud taget besökts av geologer (Varkaanvaara och bergen kring Ullatti av Fredholm, 17 c, Vähävaaratrakten av förf., 39). Norr därom är granitens sydgräns någorlunda fastställd genom Fredholms kartering, men dess vidare utbredning är ej närmare preciserad: inom triangeln Purnovaara—Vettasjärvi—Moskojärvi finnes ett område på drygt 3 kvadratmil, från vilket inga som helst geologiska uppgifter föreligga. Då detsamma är nästan fullständigt inramat av granitobservationer, har emellertid på kartan antagits, att det liksom omgivningarna består av Lina-granit. På kartan i »Jukkasjärvi malmtrakt» (88) har däremot en kil av leptitformation angivits längs Hartijoki (bl. Gällivare). Några observationer, som bestyrka detta, äro ej förf. bekanta, men man måste givetvis under alla omständigheter räkna med, att här kan föreligga ett betydande leptitfält. Även N om Nautanen har en avvikelse från den nyssnämnda kartan blivit gjord, i det att lågfjället Auvakkotunturi (oftare kallat Kieppo), antagits vara granit i stället för leptit.<sup>1</sup>

Vidare norrut till Kaitumälven vid Neitsuando är porfyr-leptit-formationen, som där tydligen endast bildar smärre partier mellan granitmassiven, likaledes föga känd. Några spridda data föreligga visserligen (Hummel, Svenonius), men lokaluppgifterna äro delvis otydliga och stufvmaterialet minimalt.

Bättre känd är trakten i vinkeln mellan Kaitum och Kalix älvar (Ö om linjen Neitsuando—Kiviniemi) samt vidare mot NO mot Svappavaara. Här har Fredholm gjort exkursioner och Gavelin utfört en mera omfattande rekognoscering (själv har förf. däremot ej gjort andra fältstudier där-

<sup>1</sup> Anledningen härtill är dels den topografiska likheten med traktens granitberg, dels också att det befunnits (anonymt) ändrat till granit på ett av Sveriges geologiska undersöknings för exkursionsbruk avsedda kartexemplar, å vilket även gjorts andra ändringar, som senare befunnits vara riktiga, så att förmodligen några observationer föreligga.

städes än längs landsvägen). De dominerande bergarterna inom formationen i denna trakt, där gångar av Linagranit och pegmatit uppträda i myckenhet, äro gråa, biotitrika, ofta tydligt skiktade leptiter. De mikroskopiskt undersökta proven visa såsom huvudbeståndsdelar jämte biotiten oligoklas och kvarts. Bergarten liknar sålunda till sin sammansättning den vanligaste leptittypen inom Nautanenområdet. Ofta blir den emellertid vida grövre än där, millimeterkornig och sålunda gnejsartad. Därvid börjar även granat (almandintyp) att uppträda. Uti ett av Gavelin taget prov från trakten SO om Kiviniemi finnas uti dylik bergart prismatiska partier, omkring 3 cm långa och 1 cm tjocka, av ett vitt, stråligt, sillimanitliknande mineral. Mikroskopisk undersökning bekräftar, att sillimanit föreligger. Den utgör emellertid icke hela massan utan ligger, i form av subparallellt anordnade grova stänglar, i en mellanmassa av cordierit. Litet brun turmalin samt grön spinell ingå också i dessa aggregat, vilka i likhet med de i viss mån jämförliga bildningarna vid Rytijärvi i Pajala (jfr nedan s. 71) torde hava uppkommit under den av granitintrusionerna framkallade metamorfos, som här tydligen gjort sig kännbar i särskilt hög grad.

Beträffande tektoniken i denna trakt är endast att framhålla, hurusom relativt flacka stupningar — 45° eller därunder — synes vara ganska vanliga.

Möjligen härrör från denna trakt ett block av en egendomlig, konglomeratliknande bergart, som av Svenonius påträffats på Äijärova (mellan Svappavaara och Vittangi). Liknande block uppgivas emellertid av Tenow från trakten av Mertainen; man måste därför räkna med flera förekomster i fast klyft, eller också med ett västligare ursprung, V om den nu skildrade trakten. Det rör sig om en grå, glimmerrik, grov och något vresig leptit med rundade bollar av glasig kvarts. Somliga av dessa likna i hög grad verkliga rullstenar. Framhållas måste emellertid också, att bergartens allmänna karaktär just är sådan, att man i den kunde förvänta utsondringar av kvartskörtlar.

### Masugnsbyn—Saittajärvi.

Detta fält av porfyr-leptit-formationen är åt alla håll begränsat av djupbergartsmassiv och bildar sålunda en i viss mån naturlig enhet. Med avseende både på förefintligheten av blottningar och på det geologiska utforskandet är det emellertid mycket inhomogent. Trakten närmast omkring Masugnsbyn har blivit jämförelsevis ingående studerad (43). I N, skilda från denna trakt av ett pertitgranitmassiv, finnas isolerade blottningar av grafitförande leptitformation vid Palo Pöviö (bl. Lainio) och Merasjoki. Inom de nordvästligaste delarna av Tärenkö socken — omkring Saittajärvi, Lauttakoski, o. s. v. — hava spridda iakttagelser gjorts.

Blottningarna vid Palo Pöviö (32) visa, förutom intrusiv grönsten (en porfyrisk metadiabas) och granit, grafit åtföljd dels av en mycket biotitrik leptit, dels av kalksilikatbergart, huvudsakligen bestående av en kalk-

rik plagioklas samt diopsid. Den under namnet Merasjoki kända grafitfyndigheten S om Palo Pöviö har ej besökts av förf., och några närmare uppgifter om densamma äro icke tillgängliga.

Omkring Masugnsbyn (43) uppbygges formationen huvudsakligen av gråa leptiter med avsevärd glimmerhalt (biotit, och ibland även muskovit), växlande kvartshalt samt fältspater (mikroklin kombinerad med oligoklas eller albit, eller också enbart oligoklas). Bergarten är ofta utpräglat plan-skiffrig. Inom en begränsad zon, närmast den i Ö och N angränsande, intrusiva pertitgraniten, är formationen mera brokigt sammansatt och uppbygges väsentligen av differentierade sediment. Här märkes först och främst det breda lager av dolomit och kalksten, i vars mot pertitgraniten vettande sida järnmalmen vid själva Masugnsbyn uppträder, och som har en mestadels mycket smalare och ej fullt sammanhängande fortsättning norrut över fälten Vähävaara och Välivaara till Isovaara och Nya Isovaara, där det åter antager mera betydande dimensioner. Smärre lager uppträda därtill uti streckets nordligaste delar (Vuomafältet). Inom dessa nordligare delar av Masugnsbyfälten är karbonatlagret till större delen ersatt av skarnmalm, endast vid Isovaarafälten synas rester i större skala förefinnas. Intill karbonatzonen uppträda amfibolitiska lager ävensom, i betydande utsträckning, bergarter, vilka karakteriseras av magnetit, järnrik amfibol, pyroxen och granat, kombinerade med magnetkis och rikligt kvarts. Såsom framhållits av förf. uti tidigare skildringar (41, 43), föreligga säkerligen här metamorfa inlagringar av järnrika sediment. Uti samma zon (43, kartan) förekomma även på några sträckor grafitrika lager med god skiktning. Till sammansättningen likna dessa lager de grafitförande bergarterna uti Vittangitrakten (jfr ovan s. 63).

Stupningen uti Masugnsbytraktens leptitformation är brant, mot i allmänhet västliga väderstreck. Troligen föreligger en normal ordningsföljd i denna riktning, så att zonen med karbonatbergarter, järn- eller grafitrika sediment ligger under de renare leptitmassorna i V. Man får dock icke bortse från andra möjligheter, såsom att lagerföljden blivit inverterad genom överstjälpning eller att den nämnda zonen med differentierade sediment representerar en hopklämd synklinal; i båda fallen skulle den intaga en stratigrafiskt högre nivå än leptiterna.

De viktigaste av leptitformationens bergartstyper vid Masugnsbyn återfinnas åt SO uti de nordligaste delarna av Tärendö socken. Grafit har inmutats på Veikkavaara (bl. Pajala) mellan Masugnsbyn och Saittajärvi. Fredholm (17 h) har därifrån hemfört en stuff av en mycket finkornig amfibolit; enligt dagboken skall bergarten vara skiktad. Fredholm omnämner även en skärpning på mycket fattig kopparmalm (kopparkis i grafithaltigt lager?). En grafithaltig skiffer har vidare av Fredholm (17 f) träffats i berget Vinsavaara (bl. Pajala) mellan Saittajärvi och Tärendö älv, en mera grafitrik form representeras av prov, som Svenonius tillvaratagit från en brunnsgrävning uti Lauttakoski by. Kalksten är blottad på två ställen vid Tärendö älv, nämligen dels strax nedanför Lauttakoski, dels

vid Kalkkipahta, c:a 3 km NV om denna by (86).<sup>1</sup> Sammanhangen mellan dessa olika blottningar äro icke klara.

Nordväst om Saittajärvi, uti berget Kursuvaara, uppträda leptit och kvartsit, såsom först konstaterats av Fredholm (18). Nedanstående beskrivning är baserad på iakttagelser under en av förf. dit företagen exkursion. Hällfält nära bäcken Syväjoki giva en god profil över



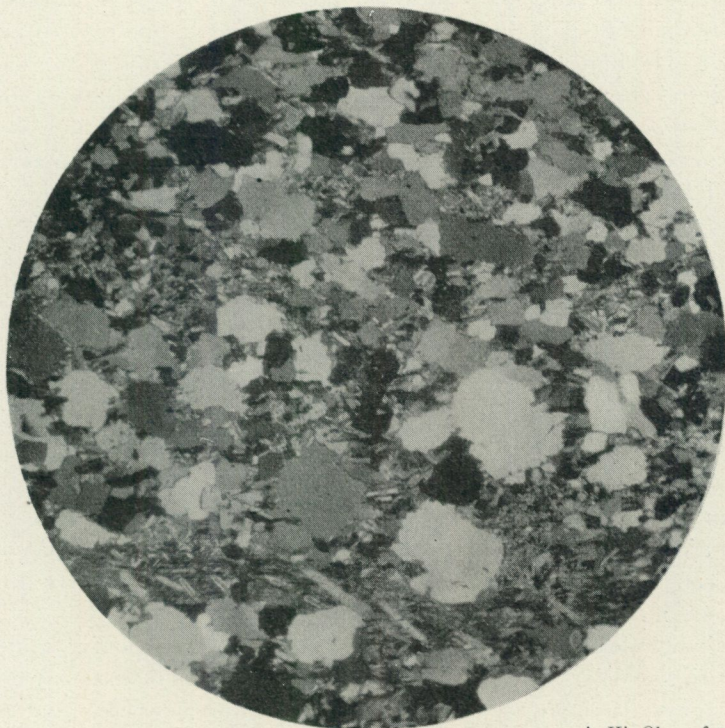
P. Geijer foto. 1927

Fig. 29. Kvartsit, Kursuvaara vid Syväjoki, Tarendö s:n (mot norr). I förgrunden litet avfall från tillhuggning av »mursten». [Outcrop of quartzite, Kursuvaara in Tarendö parish, looking north. In the foreground a little waste from the trimming of stone for oven-building.]

en serie bergarter med väl utvecklad bankning, ofta även skiktning (fig. 29). Strykningen är NNV och stupningen c:a 75° ONO. Såsom framgår av förhållandet mellan leptit och kvartsit (jfr nedan), är serien sannolikt överstjälp mot sistnämnda väderstreck. I Ö finner man en helt fin-kornig, mörkgrå leptit, skiktvis grymig av blågråa skapolitkorn samt med tunna inlagringar av tovtigt grönt amfibolskarn, ibland åtföljt av skapolit

<sup>1</sup> Den av Svenonius (86) anförda täljstensförekomsten invid Kalkkipahta är, av beskrivningen att döma, en skarnkropp. Det insprängda malmineralet torde därför vara magnetit och icke, såsom Svenonius hållit för möjligt, kromjärn.

och epidot. Mikroskopisk undersökning visar, att denna gråa leptit huvudsakligen består av kvarts, biotit och mörkpigmenterad skapolit. Utav fältspat ses endast obetydliga kvantiteter, av en plagioklas med hög ljusbrytning, således anortitrik. Med all sannolikhet har skapoliten ersatt liknande fältspat. Magnetit finnes sparsamt, skiktvis anordnad. Vidare för bergarten litet turmalin, apatit och zirkon. Det finnes en ett tiotal meter



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 30. Kvartsit, Kursuvaara vid Syväjoki, Tärendö s:n, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Huvudsakligen kvarts och muskovit. [*Quartzite, Kursuvaara in Tärendö parish, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Mainly quartz and muscovite.*]

bred inlagring av vitgul bergart, närmast att beteckna såsom glimmerkvartsit, samt på ett annat ställe en lagergång av granitpegmatit.

Västerut följer kvartsit, gråvit, rätt glimmerhaltig (biotit och muskovit), ofta med knappt mm-tjocka mörka skikt, vilka visa den tydligaste diskordanta anordning. Klastisk struktur kan icke urskiljas ens under mikroskopet, men troligt är, att de 0.2—0.3 mm stora kvartskornen utgöra relativt obetydliga förstoringar av ursprungliga klastiska korn (fig. 30). Magnetit och apatit förekomma, ävensom turmalin i väl idiomorfa prismor.

Kvartsiten börjar med ett någon dm tjockt lager av konglomerat med små — mestadels knappt 1 cm stora — föga rundade kvartsbollar; några tunnare lager av samma karaktär träffas även litet längre in i kvartsiten. Ut i konglomeratet ses även skapolitfläckiga band, medan lagervis anordna-

de körtlar och stripor av grönt amfibolskarn uppträda intill ett par meter in i kvartsiten. Denna är i övrigt blottad till en bredd av c:a 200 m och homogen, bortsett från en metersbred konglomeratbank med 1 à 2 dm stora bollar av glasig, mest vit men ibland rödgrå kvarts eller kvartsit.

Uti denna profil äro framförallt följande fakta att framhålla: det genom konformiteten i lagerställningen och fördelningen av skarn- och skapolitränder markerade sammanhanget mellan den egentliga kvartsiten och den genom sin fältspathalt mera leptitiska bergarten; förekomsten av skapolit såsom nybildning, varav framgår, att kvartsiten är äldre än skapolitiseringen i trakten; uppträdandet av en obetydlig konglomeratbildning just i kvartsitens botten (enligt antagandet, att lagerställningen är inverterad). Konglomeratet i fråga är av särskild betydelse för jämförelsen med kvartsiten vid Käymäjärvi i Pajala.

Söder om Saittajärvi uppträder en glimmerrik leptitisk gnejs, rikligen genomsatt av pegmatitgångar (delvis turmalinförande) och med hastiga växlingar uti lagerställningen. En utpost från detta område utgöra de större och mindre brottstycken av grov, kvartsamfibolitisk leptit, som förekomma uti Linagraniten på Maunuvaara och Vuollovaara (bl. Gällivare), på sockengränsen Gällivare—Tärendö, strax S om Kalix älv (31, s. 84).<sup>1</sup>

### Pajala.

Såsom förut blivit framhållet, är berggrunden inom de nordligare delarna av Pajala socken jämförelsevis väl känd genom Tanners rekognosceringar. Från socknen i övrigt finnas åtskilliga observationer av Fredholm, Svenonius, m. fl.

Man kan indela det i Pajala föreliggande fältet av porfyr-leptit-formationen uti två delar, en sydöstlig, huvudsakligen sammansatt av mer eller mindre gnejsiga leptiter, ofta rikligt pegmatitintruderade, samt en nordvästlig, där jämte leptiter även uppträda grönstenar, kalksten, grafitskiffer och kvartsit. Gränsen går ungefär längs linjen Erkheikki—Huuki.

Den sydöstra delen motsvarar jämförelsevis nära formationens karaktär t. ex. S om Saittajärvi, såsom nyss skildrades, eller S om Svappavaara. Om man bortser från den speciella prägel, som intrusionerna här givit leptiterna, föreligger också en god överensstämmelse med huvudmassan av Masugnsbytraktens leptiter, medan återigen den nordvästra delen mera erinrar om den karbonatbergartsförande zonen i samma trakt.

I den sydöstra delen är det endast uti trakten SV om Erkheikki som man finner leptitiska bergarter med jämförelsevis låg metamorfosgrad, delvis hornbländeförande, såsom på Suorsapakka (bl. Pajala) i Tärendö socken. Där finnes även (å Filpuksen Junkumaa, 6 km VSV om Liviöjärvi by) en fyllitliknande grå glimmerskiffer samt i dennas närhet en på små rundade plagioklasströkorn rik, hornbländeförande porfyr (enligt Tanners prov).

Inom det sydöstra området i övrigt förekomma gråa, mestadels relativt

<sup>1</sup> Genom en lapsus blev i det citerade arbetet angivet Pajala i st. f. Tärendö.

biotitrika leptiter och leptitiska gnejser samt tunnskiviga glimmerskiffrar, gärna med stora tavlor av muskovit. De i denna trakt ofta i ymnighet uppträdande pegmatiterna äro ibland turmalinförande. Ådergnejsartad utbildning av leptitformationen förekommer i synnerhet längst i S, omkring Sattajärvi. Även annorstädes kan dock metamorfosen vara höggradig. Sålunda finnes N om Kengis en granatförande leptitisk gnejs, och kring Rytijärvi (bl. Pajala) N om Pajala kyrkoby former med kvarts-sillimanit-körtlar. Båda dessa företeelser utgöra motsvarigheter till vad som redan anförts från det på pegmatitintrusioner rika området S om Svappavaara. Kvarts-sillimanit-körtlarna, som erbjuda ett särskilt intresse, upptäcktes av Fredholm, och förekomsten beskrevs av honom såsom ett konglomerat (18). Såsom förf. senare uppvisat (jfr 26), är dock denna tolkning icke möjlig. Det rör sig i stället om ett slags utsöndringar av en typ, som i allmänhet tolkats såsom magmatiska segregationer, men som också kunna uppkomma genom något visst slag av metamorfos, såsom Holmquist påpekat för förf. (jfr 26). Även förf. fann det troligt, att körtlar av kvarts och sillimanit eller (och) muskovit kunde bildas på sistnämnda sätt, varemot närvaron av väsentliga turmalinmängder antogs angiva ett magmatiskt ursprung (26). Då de ifrågavarande körtlarna uti Rytijärvignejsen bestå av kvarts, sillimanit och turmalin, föreföll det sistnämnda alternativet mest sannolikt för deras vidkommande. Emellertid måste nu denna slutsats korrigeras. Såväl erfarenheterna från Gällivare malmfält (44, s. 59) som det ovan s. 66 anförda exemplet låta förmoda, att det här rör sig om ett metamorft drag, vid vars uppkomst dock emanationer från granitiska eller pegmatitiska intrusioner medverkat. Skäligen tvivelaktigt är dock, huruvida det i dessa fall, liksom antagits för bildningen av sillimanitgnejsen inom Gällivare malmfält (44, s. 62), även ägt rum någon addition av substans utifrån utöver turmalinens borhalt. Snarare torde omflyttningar inom bergarten hava spelat huvudrollen.

Inom den nu skildrade sydöstra delen av Pajalafältet uppträda kvartsiterna endast på ett ställe, nämligen 1 å 2 km Ö om Liviöjärvi by (Tanner). I likhet med de leptitiska och glimmerskifferartade bergarterna äro de genomsatta av granitiska gångar. Därast de pegmatitintrusioner, som utmärka leptitgnejsen S om Sattajärvi i Tärendö (jfr ovan s. 70), även i jämförlig skala sträckt sig norrut till den förut skildrade profilen på Kursuvaara, skulle man förmodligen där hava fått en skäligen exakt motsvarighet till de bergarter, som nu träffas kring Liviöjärvi.

Ut i den nordvästra delen av Pajalafältet uppträda också granit- och pegmatitintruderade gråa leptiter, i regel dock ej i så grov form som inom det sydöstliga området. Dessa bergarter upptaga där trakten Ö om Käymäjärvi. En jämförelsevis starkt metamorfoserad kvartsit återfinnes även tillsammans med dem. Det är tvivel underkastat, huruvida de olika kvartsitförekomsterna i denna trakt bilda ett sammanhängande band. Bergarten är emellertid känd från tre ställen (jfr bl. Pajala): Kursujärvis västra

ände, Torravaara och Kursuvaara, det sistnämnda icke att förväxla med det ovan skildrade Kursuvaara uti Tärendö socken.

Sydväst om det senast anförda leptit-kvartsit-fältet utbreder sig, omkring och SV om Käymjärvis dal, ett märkligt område med annan geologisk

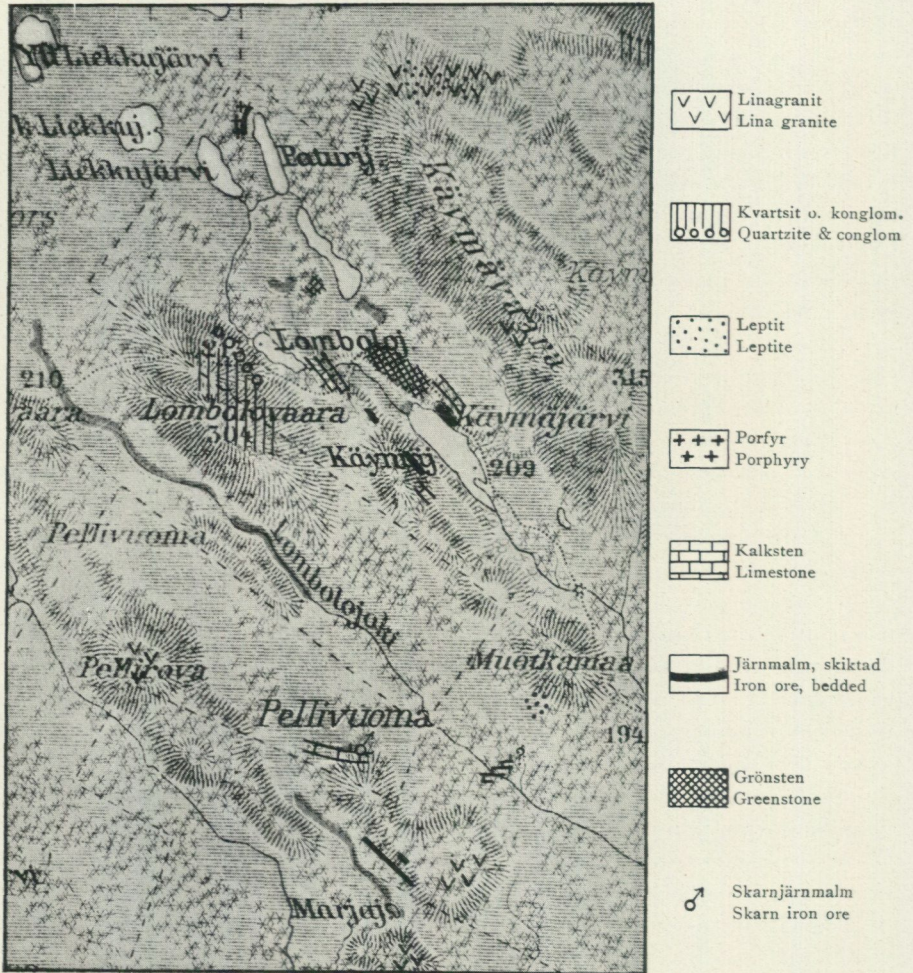


Fig. 31. Trakten kring Käymjärvi, skala 1 : 100 000. [The country around Käymjärvi, scale 1 : 100 000.]

byggnad (jfr fig. 31). På nordöstra sidan av sjön Käymjärvi har Tanner funnit kalksten under sådana förhållanden, att han anser fast klyft föreligga därstädes. Själva sjöbäckenet åter torde upptagas av en supra-krustal grönsten. En tät dylik har av Tanner påträffats i flera hållar NV om sjön. I Käymjärvi by har förf. sett några för användning såsom mursten hemfraktade skivor, som enligt befolkningens uppgift här-

stammade från detta område (Ö om Lombolojärvi, fig. 31). De bestodo av ett småbolligt grönstensagglomerat, med mestadels 0.5—1 cm stora, relativt kantiga stycken. Vidare befanns det vid granskning av sten, som uppbrutits från odlingsmark SV om sjöns nordvästra ände, att en mycket stor procent av moränblocken utgöres av tät grönsten, dels homogen, dels agglomeratisk. Agglomeratets bollar äro mestadels några cm stora samt jämförelsevis väl rundade. Det framgår sålunda, att här uppträder en supra-krustal grönstensformation, förmodligen jämförlig med Kirunagrönstenarna.

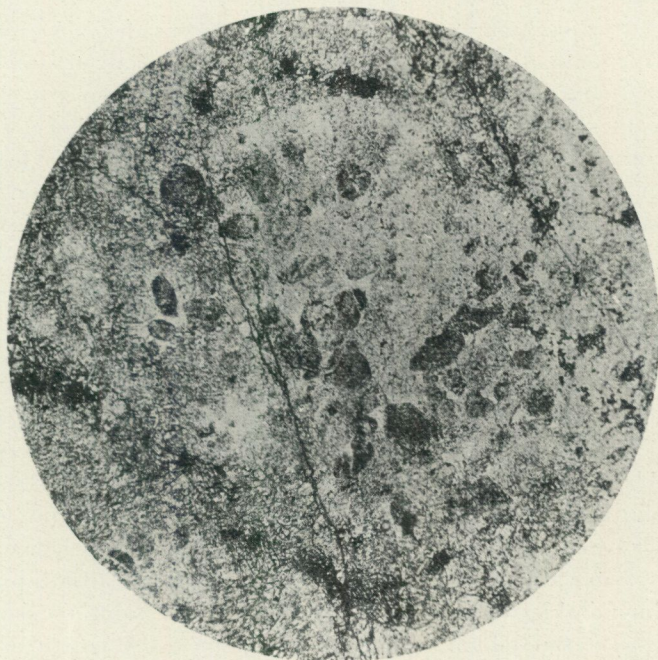


Fig. 32. Fattig kvartsig järnmalm, Käymäjärvi, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Visar magnetitrika gryn i en kvarts massa, samt mycket grünerit och järnpyroxen i övriga delar av bilden. (Ur 41). (Lean, siliceous iron ore, Käymäjärvi, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Shows granules rich in magnetite [probably greenalite pseudomorphs] in a mass of quartz, and much grünerite and iron pyroxene in the other parts of the picture. (From 41).]

Sydväst om grönstenen följer ett lager av järnrika sediment, huvudsakligen en kvartsig och delvis silikatisk, skiktad magnetitmalm med låg järnhalt. Då förf. redan vid ett föregående tillfälle (41, s. 8) lämnat en redogörelse för denna förekomst, är det icke nödigt att här närmare ingå på densamma. Erinras må emellertid om det i den nyssnämnda beskrivningen anförda uppträdandet av en struktur, som förf. tolkade såsom metamorfa korn av ett primärt järnsilikat (greenalit), jfr fig. 32. Vidare jämförelser med dylika bildningar hava sedan ytterligare bekräftat denna tolkning. Sidostupningen i detta led är sydvästlig, dels brant och dels relativt flack (ned till  $45^\circ$ ).

Den nordligaste punkt, där denna nivå uti lagserien identifierats, är

vid norra änden av Pahturijärvi, NV om Käymäjärvi. Enligt Tanners anteckningar och stuffer ligger den skiktade malmen där i konform kontakt med en porfyr, som för blekröda fältspatströkorn uti en grå, för känseln sandig grundmassa. Såsom förut anförts, utgör detta en isolerad östlig utpost för porfyreerna.

Sydväst om järnmalmslagret vid Käymäjärvi följer kalksten. De fåtaliga blottningarna giva visserligen inga alldeles säkra bevis för denna ordningsföljd, men förf. har dock, liksom förut Tanner, funnit den avgjort mest sannolik. Den bästa blottning av kalkstenslagret, som förf. sett, var i den i och för sänkning av Lombolajärvi upprensade bäcken från denna sjö. Grävningen hade där blottat rösberg av tät, vit kalksten med 1 à 2 cm tjocka inlagringar av violettgrå färg. Dessa lager, som för blotta ögat närmast se ut som en leptitbergart, visa sig under mikroskopet bestå av en mera finkornig karbonatmassa än de vita skikten, varjämte halten av silikat (brun glimmer samt tremolit) är något högre än i dessa. Skiktningen är i påfallande ringa grad störd av veckningar. På grund av blottningens natur kunde dock lagerställningen icke fastställas. Kalkstenen vid Käymäjärvi är, enligt föreliggande analyser (86, s. 36), i allmänhet mycket ren, men undantagsvis dolomitisk.

Nästa blottade led i lagerserien är en kvartsit, som uppbygger berget Lombolovaara (fig. 31). Denna för uppfattningen av traktens geologiska byggnad synnerligen viktiga förekomst har först konstaterats av Tanner. Bergarten är grå, än mörk, än ljusare, och i regel utan makroskopiskt skönjbar klastisk struktur, snarlik bergarten från Kursuvaara i Tändö. Under mikroskopet framträder dock dess klastiska struktur synnerligen tydligt, tack vare det att de ursprungliga (nu ofta fältdelade) kvartskornen skiljas från varandra av ett cement av annan sammansättning, nu föreliggande huvudsakligen såsom glimrar (ljus biotit samt muskovit) jämte malmkorn. Litet nybildad turmalin förekommer. Magnetitrika skikt av svartsand förekomma ofta och visa gärna diskordant anordning. Uti den nedre delen av bergets brant mot NO är ett konglomerat väl blottat, upptill växellagrande med bolfria kvartsitbankar. Bollarna bestå av glasig kvartsit, vit eller rödaktig, och nå mestadels 1—5 cm i diameter, men kunna gå upp till 10 cm. De äro än väl rundade, än åter tämligen kantiga. Det sistnämnda synes särskilt vara fallet med en del strödda bollar uti kvartsiten närmast ovanför den egentliga konglomeratnivån. Konglomeratets cement är delvis av samma karaktär som den ovan skildrade kvartsiten, delvis åter mera sericitskiffrit, varvid de klastiska småkornen av kvarts kunna skönjas. Diskordant anordnade svartsandskikt finnas även här.

Fyra à fem km S om Käymäjärvi återfinnas två av leden uti den nu skildrade lagerserien, nämligen kalkstenen och järnmalmslagret. Kalksten skall enligt uppgift, som Tanner erhållit, gå i dagen på Isokivenmaa, SV om Muotkamaa (fig. 31).<sup>1</sup> Vidare representeras lagret av Pellivuoma malm-

<sup>1</sup> Enligt vad som i Käymäjärvi uppgivits för förf. har från denna trakt hämtats en ockra, som utan föregående bränning använts till rödfärg. Måhända rör det sig om en vittringsprodukt av kisig kalksten.

fält. Denna fyndighet är nämligen en skarnmalm, sådan som normalt är anknuten till kalksten eller dolomit, och talrika block av karbonatbergarten hava upptagits vid den lilla skärpning, på vilken fältets två utmål äro lagda. Sydväst om kalkstenslagret, men förmodligen skilt från detta av en annan bergart, uppträder i Marjarova malmfält järnmalmslagret, med högre järnhalt än vid Käymjärvi samt utbildat dels såsom kvartsig och grüneritförande magnetitmalm, dels såsom en huvudsakligen av manganfayalit bestående eulysit (41).

Vidare äro i detta sammanhang att anföra ett av Tanner på Muotkamaa taget prov av en grå, skiktad, amfibolrik leptit, samt en observation av Fredholm (17 f), som funnit en relativt grov kvartsit vid Käymäjoki c:a 3 km SO om Muotkamaa.

Den sannolikaste tolkningen av sambandet mellan de nu skildrade blottningarna vid och S om Käymjärvi synes vara följande. Lagerföljden är: grönsten, järnmalmslager, kalksten, kvartsit, varjämte leptit möjligen uppträder bl. a. mellan kalkstenen och kvartsiten. Eftersom kalksten förekommer å ömse sidor om grönstenen vid Käymjärvi, torde grönstenen där bilda en antiklinalrygg. Den monoklinala lagerserien från Käymjärvi till Lom-bolovaara utgör sannolikt den ena skänkeln uti en synklinal, vars andra skänkel vi möta i kalkstenen vid Pellivuoma och malmlagret vid Marjarova. Kvartsitens förhållande till underliggande bergarter utgör givetvis det stora stratigrafiska problemet i denna trakt. Trots det, att konglomeratet är utbildat i en helt annan skala än på den förut skildrade lokalen, Kursuvaara i Tarendö, torde man med fog kunna åberopa analogien med denna lokal såsom skäl för antagandet, att det icke föreligger någon stor diskordans mellan kvartsiten och de underlagrande sedimenten. Såsom förf. förut påpekat (41), utgör förekomsten av pseudomorfoser efter greenalitikorn i malmlagret vid Käymjärvi ett drag, som snarast pekar på en bildning i grunt vatten. Om också detta argument ingalunda får anses avgörande, så är det likväl i alla händelser mest sannolikt, att de sediment, vilka närmast underlagra kvartsiten, äro avsatta på mycket ringa djup. I så fall behöver givetvis den omkastning i sedimentationens natur, som konglomeratets och kvartsitens uppträdande betecknar, icke förutsätta några större nivåförändringar eller något mera väsentligt tidsintervall. Kvartsitens bevarade klastiska karaktär giver ingen anledning att tillmäta denna bergart någon betydligt yngre ålder, ty även malmlagret och kalkstenen vid Käymjärvi äro påfallande föga berörda av metamorfos. Märkligt är emellertid, att kvartsiten NO om Käymjärvi uppträder tillsammans med enbart leptiter och, såvitt man vet, icke i samband med kalksten och skiktad järnmalm. Dess association är sålunda i stället jämförlig med vad man finner vid Kursuvaara (Tarendö) och Liviöjärvi.

Lagerföljden från Käymjärvi återfinnes delvis i SO på ömse sidor om Torneälven, nämligen på berget Jupukka samt vid Erkheikki och Juhonpieti. På Jupukka samt uti Erkheikki by förekommer en tät, skiktad grönsten med lager av ytterst fattig, kvartsig och grüneritförande magnetitmalm.

På nordsidan av Jupukka uppträder en finkornig gulvit dolomit. Sannolikt är det samma nivå, som S om Torneälven markeras av Juhonpietis med kalksten förbundna skarnmalmsfyndighet.

En större utbredning har samma lagerserie längre norrut, från Sahavaara till Areavaara, från vilken sträcka Tanner under framgångsrik malmletning även insamlat ett synnerligen värdefullt geologiskt iakttagelsematerial. På berget Sahavaaras övre delar anstår en tät grönsten, delvis agglomeratiskt utbildad, på samma sätt som ovan skildrats från NV om Käymjärvi. Snarlika bergarter, ehuru mest utbildade såsom strålstens- eller klorit-strålstensskiffrar, ibland även med skapolit eller starkt kalkhaltiga, förekomma nära landsvägsbron över Areajoki (S om Areavaara). Denna serie återfinnes även vid Muonio älv nära Areavaara. I densamma ingår där bl. a. ett kalkspatgenomdränkt, småbolligt spilitagglomerat med delvis magnetitrika bollar. En mycket grafitrik fyllitisk skiffer, med sprickfyllnader av svavelkis, anstår på nordvästra sidan av Kaunisvaarahöjden. Kalksten, vanligen relativt grovkristallin, är blottad på den sydvästra sidan av Sahavaara, vid Areajoki något ovanför landsvägsbron (med c:a 100 m bredd) samt vid Muonio älv SO om byn Areavaara. Överallt ligger den över grönstenen, men på sistnämnda lokal är stupningen sydostlig, under det att den annars är riktad mot NV (måttligt brant, ned till c:a 45°). En vidare kännedom om kalkstenens utbredning och om dess sidosten erhålles genom de talrika borrhålen på Kanuisvaara malmfält. De av förf. granskade borrhärnorna visa, att skarnmalmen uppträder i kalksten, och att dennas närmaste sidosten är en mörkgrå, finkornig leptit (ofta ersatt av skapolit och biotit), ibland utbildad såsom en fint skiktad, grafitrik skiffer.

Liksom vid Käymjärvi kommer även i denna zon kvartsit över kalkstenslagret. Den är emellertid känd endast från berget Areavaara samt från en stor blottning vid Areajoki SV om berget. Bergarten liknar i alla väsentliga drag kvartsiten från Lombolovaara vid Käymjärvi.

Vid Muonio älv c:a 3 km NO om Areavaara by har Tanner på den finska stranden studerat en profil, som från NV mot SO visar vit kvartsit, kalksten och svartgrå fyllit. Lagerställningen är där mycket växlande och några slutsatser rörande stratigrafien kunna icke dragas. Omkring 4 km SO härifrån, vid Huuki, uppträder på gränsälvens båda sidor kalksten med stor bredd (»Huukikalksten» på den svenska sidan, »Äkäsajokikalksten» på den finska). Den är associerad dels med en ljusgrå leptitisk bergart, dels med grov, mörkgrå fyllit. Ovanför finnes på den finska stranden en grov, starkt dislocerad vit kvartsit tillsammans med omvandlade grönstenar, som möjligen representera både effusiva och intrusiva former.

### Muonionalusta.

Från det till porfyr-leptit-formationen hänförliga området uti Muonionalusta föreligga blott några få observationer, huvudsakligen av Fredholm (17 e). Enligt dessa är bergarten en ofta tunnsvig gnejs eller grov leptit,

tätt genomdragen utav pegmatitgångar. Formationens utbildning är sålunda här ungefär densamma som exempelvis i sydöstra delen av Pajala socken.

### Smärre grönstensintrusioner i porfyr-leptit-formationen.

Uti den föregående skildringen av porfyr-leptit-formationen har åtskilliga gånger anförts förekomsten av relativt ytligt stelnade (hypabyssiska) intrusioner av grönsten, nära anslutna till de vulkaniska, klart suprakrustala

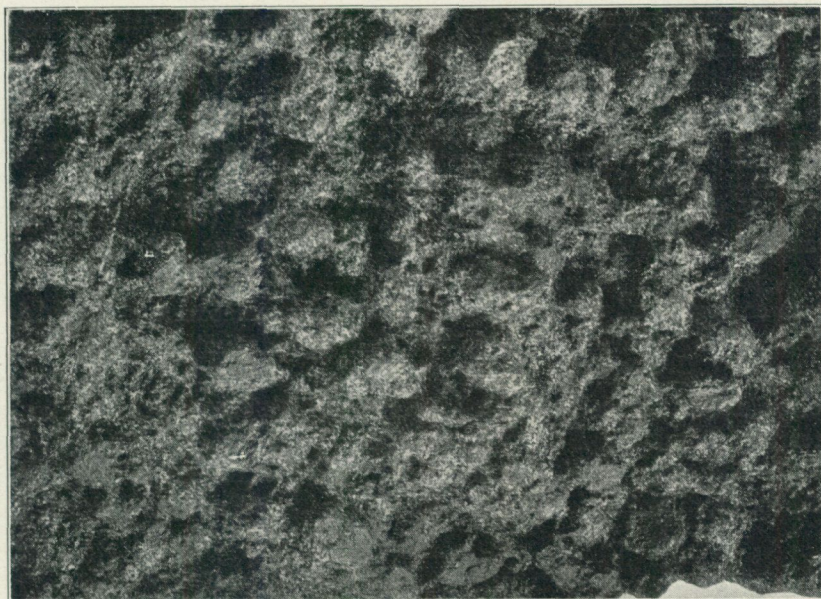


Fig. 33. Vittrad yta av ofitisk metadiabas, Kallokaniva i Torneälven, V om Vittangi. Ca  $\frac{2}{3}$  nat. storl. (Ur 32). [Weathered surface of ophiitic meta-diabase, W. of Vittangi. About  $\frac{2}{3}$  nat. size. (From 32).]

grönstensbäddarna, såsom t. ex. bland Kirunagrönstenarna. Det finnes emellertid därjämte uti samma formation en myckenhet andra hypabyssiska grönstenar, vanligen uppträdande såsom gångar eller intrusiva bäddar, beträffande vilka det genetiska sambandet med formationen ifråga är tvivelaktigt eller i varje fall mindre intimt, så att det icke varit lämpligt att i beskrivningen behandla dem såsom led i denna formation. I stället skall här givas en kort översikt utav några av de viktigaste typerna. Det är i allmänhet fråga om bergarter av diabaskaraktär, vilka nu föreligga såsom uralitdiabas eller amfibolit samt ej sällan äro porfyriskt utbildade. Dioritporfyr och finkornig diorit äro mycket mera sällsynta.

Inom kartområdets västra del mellan Kalix och Kaitum älvar samt i angränsande trakter förekomma uti porfyrerna åtskilliga intrusioner av en typ, som Gavelin i sina dagboksanteckningar (20) benämnt efter Sagge-

kirka S om Kaitumälven. Det är finkorniga, mörka, amfibolitiska bergarter med glesa, stora plagioklasströkorn. Icke porfyriska, men annars i huvudsak analoga former äro också mycket utbredda i samma trakter.

I Vittangitrakten (uti vidsträcktare bemärkelse) uppträder i synnerligen stor skala en av förf. (32) såsom metadiabas betecknad bergartsgrupp i form av konkordanta intrusioner i porfyr-leptit-formationen. Dessa finkorniga, sällan porfyritiska bergarter växla i metamorfosgrad från pyroxenförande former till sådana, som utom plagioklas nästan enbart innehålla hornblände, och från alldeles tydligt bevarad ofitstruktur till fullständigt sekundär kornighet. Ofta nog bildar det uralitiska hornbländet mera än cm-stora individ, som giva bergarten ett särdeles karakteristiskt utseende å vittrad yta (fig. 33). Plagioklasen är labrador eller andesin ( $Ab_{55}An_{45}$ — $Ab_{70}An_{30}$ ), eller undantagsvis albit. Såsom förut blivit påpekat (32, s. 21), synes det rikliga uppträdandet av i det närmaste konkordanta intrusivbäddar snarast antyda, att bergarten ifråga blivit injicierad medan leptitformationen ännu intog ett jämförelsevis flackt läge. Denna typ av grönsten kan spåras i V till Svappavaaratrakten, i S till Isovaara (bl. Vittangi) mellan Merasjärvi och Masugnsbyn samt i NO till några berg NO om Ounistunturi.

Inom en begränsad del av de nyss skildrade metadiabasernas utbredningsområde, nämligen vid Vittangiälven omkring Maltosjoki (bl. Vittangi), uppträder i form av ett stort antal gångar en yngre bergart, en andesin- eller oligoklasförande porfyrit (32). Av block att döma torde dylika porfyriter uppträda även på flera andra ställen inom kartområdet.

Bland finkorniga dioritiska intrusioner äro särskilt att nämna de små områdena av mikroklinförande glimmerdiorit inom Nautanenområdet (31).

## Äldre djupbergartsgruppen.

### Inledning.

Såsom redan ovan framhållits, tillhöra djupbergarterna inom kartområdet i huvudsak två skilda åldersgrupper, av vilka den äldre varierar på olika sätt från gabbro över syenit till granit, medan den yngre endast omfattar graniter. Huvudmassan av de sistnämnda tillhöra den karakteristiska Linatypen, men även några andra, mindre allmänt utbredda granityper torde vara att hänföra till samma grupp.

Inom den förstnämnda gruppen kunna framför allt två olika utvecklingslinjer följas, vilka synas uppträda ungefär lika ofta. I den ena föreliggande till synes kontinuerliga mellanstadier från gabbrobergarter (olivingabbro, gabbro och norit) över mikroklin- och kvartsförande former med mera natronrik plagioklas till granit, utmärkt av kombinationen mikroklin och oligoklas (el. oligoklasalbit). Mellanleden mellan gabbro och granit kunna dels betecknas såsom diorit, dels och huvudsakligen som syenit och kvartssyenit. Den sistnämnda beteckningen har tidigare av förf. använts för hithörande bergarter i Vittangittrakten (32).<sup>1</sup> Dessa intermediära led äro i kvantitativt hänseende fullt jämförliga både med de gabbroida bergarterna och med de till denna grupp hänförbara graniterna. I flera fall uppträda de såsom randzon kring en gabbrokärna.

Det är givetvis praktiskt taget omöjligt att bevisa, det variationerna inom denna serie äro fullt kontinuerliga. Man får nöja sig med att konstatera, hurusom ingen tydlig lucka kan påvisas, ehuru ett omfattande material studerats, både i fält och i laboratoriet.

Den andra serien synes utgrena från något av de syenitiska, gabbbron närstående leden i den förra. Även de av den senare seriens bergart, som i kemiskt hänseende stå gabbbron närmast, visa sig, då de någon gång träffas i direkt kontakt med gabbroartade bergarter, vara yngre än dessa. Seriens mest kiselsyrefattiga och femiska typ är en huvudsakligen av pertitfältspat och självständig plagioklas bestående syenit. Från denna finnes, genom den självständiga plagioklasens successiva försvinnande, en fullständigt kontinuerlig serie till kvartsförande pertitsyenit och vidare genom allt högre kvartshalt till en kvartsrik pertitgranit. Denna sistnämnda synes emeller-

<sup>1</sup> Däremot äro monzoniter i egentlig mening föga framträdande, i det att med stigande halt av kalifältspat den i bergarten ingående plagioklasen blir allt natronrikare, så att den för monzoniterna utmärkande kombinationen av kalifältspat och relativt kalkrik plagioklas icke realiseras.

tid ibland visa en viss grad av geologisk självständighet även gentemot relativt närstående former. Den enda till detta sällskap hörande bergart, som ej fullt passar in uti serien, är en kvartsfri pertitsyenit, f. ö. en föga utbredd typ.

Jämte dessa båda serier uppträder i mindre skala en tredje, som närmast synes ansluta sig till den första serien och som utmärkes därav, att dess fältspat alltigenom är en natronrik plagioklas.

Den följande beskrivningen är ordnad efter bergartstyper och börjar med gabbrobergarterna för att sedan först följa serien diorit—kalk-alkali-syenit—granit och därefter serien plagioklas-pertit-syenit—kvarts-pertit-syenit—pertitgranit. Dessa seriers inbördes förhållande ävensom de intressanta frågor beträffande eruptivbergarternas utvecklingshistoria, som de belysa, skola diskuteras i ett senare kapitel.

Hithörande bergarter bilda i allmänhet relativt stora massiv med, såvitt man av föreliggande blottningar kan sluta, jämförelsevis enkla konturer, vanligen i stort sett konforma med den omgivande porfyr-leptit-formationens strykning. Gångar i sidostenen äro påfallande sällsynta och sidostens-inneslutningar i djupbergarten föga allmännare. Dessa fakta giva anledning förmoda, att intrusionen försiggått i samband med en plastisk deformation av porfyr-leptit-formationen. Någon starkare sammanveckning av denna formation synes dock icke hava förekommit, ty i så fall borde djupbergartsmassiven i sin form visat ett mera utpräglat beroende av tektoniska riktlinjer, än vad nu är fallet. För ett bedömande av massivens form i den tredje dimensionen saknas alla andra hållpunkter än den, att de fåtaliga observationerna i allmänhet låta förmoda, att kontakterna stå brant.

### **Gabbro (inkl. olivingabbro, norit och diorit).**

Mera betydande massiv av dessa bergarter uppträda på följande platser: kring Torne Träsk's östligaste del, Rensjön—Krokvik—Vietovare, Vittangi-vaara, Taavonunnanen, Kalixfors, Vittangi kyrkoby, NO om Svappavaara, Akkavare i Sjaunja, Siäka, Gällivare (Dundret, etc), omkring och S om Tarendö kyrkoby.

Bland dessa massiv är Dundret vid Gällivare det, som hittills mest tilldragit sig geologernas uppmärksamhet, detta dels beroende på läget men framförallt på de därstädes omkring år 1890 gjorda fynden av apatitförande gångar (63, 64, 68). Å kartan ha massivets utbredning angivits något anorlunda än på äldre framställningar. Sålunda har det på grund av en av R. Looström meddelad uppgift i V utdragits till Rovanen vid Njetsakis, och i Ö med anledning av en del av förf. påträffade hällar sammandragits med gabbron i Vasaravaara SO om Gällivare kyrkoby. Massivets gränser sammanfalla tydligen icke så nära med de topografiska gränserna för Dundret, som man annars kunde väntat sig med hänsyn till detta lågfjälls morfologiska karaktär (jfr fig. 1, s. 10). På grund av såväl gränsförhållandena vid Dundrets norra fot (jfr nedan) som en isolerad blottning

av salisk gnejs därstädes har ett band av porfyr-leptit-formation angivits mellan gabbromassivet och den dioritamfibolitiska bergart N därom, i vilken »Dundrets järnmalm» uppträder (jfr s. 138).

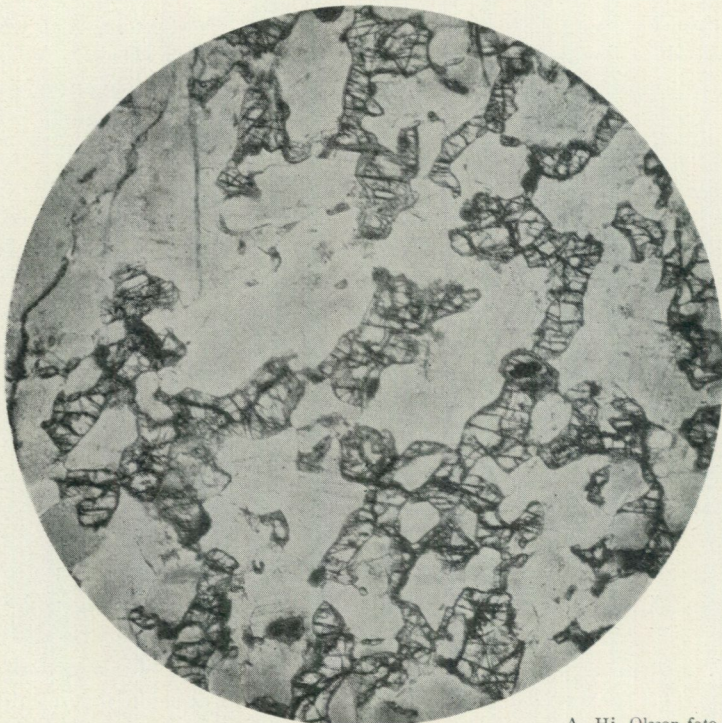
Av föreliggande prov att döma är bergarten mest basisk inom massivets centralare delar, såsom uppe på Dundrets fjällplatå. Den är där en relativt finkornig, mörk olivinnorit, bestående av plagioklas, olivin, diallagartad augit, hypersten, samt smärre mängder av malmineral och biotit. Plagioklasen, som är mörkpigmenterad, är en labrador med åtminstone 57 % An. Den når mestadels ej över 1.5 à 2 mm i längd. Olivinen, som är den vanligaste bland de femiska beståndsdelarna, är alldeles frisk eller också svartfärgad av sekundärt utskild magnetit. I den primära magnetiten, som finnes i ringa mängd, förekomma ibland inneslutna partier av spinell. Apatiten synes, anmärkningsvärt nog, vara helt sällsynt uti denna bergartstyp. Strukturen utmärkes av följande drag. Den i tjocka tavlor utbildade plagioklasen visar en bestämd tendens till idiomorfi gentemot augiten, så att antydning till ofitstruktur uppstår, samt en mindre starkt framträdande tendens i samma riktning mot hyperstenen. Förhållandet mellan plagioklas och olivin åter utmärkes av »ömsesidiga» konturer, så att än den ena, än den andra synes vara den bestämmande (fig. 34). Någon tydlig reaktionszon finnes aldrig utbildad dem emellan.

Prov från nordligare delar av massivet, närmare gränsen, visa en olivinnorit med plagioklas av väsentligen samma karaktär som nyss anförts, diallagartad augit, som mer eller mindre fullständigt är ersatt av brungrönt hornblände, samt hypersten. Hornbländet kring diallagen växer åt den andra sidan med en kelyfitisk frans in i plagioklasen. Hyperstenen åter skiljes vanligen från plagioklasen av en smalare hornbländebård. Ett prov, taget Ö om järnvägslinjen SO om Gällivare kyrkoby, saknar även hypersten, men har en hög halt av diallag och uralitiskt hornblände. Detta prov är rikt på apatit i form av 1 à 2 mm stora, gula korn. En dylik apatitrik variant av gabbbron, från Vasaravaara — sålunda strax Ö om den nu avsedda fyndorten — har enligt Lundbohm (63) vid analys befunnits innehålla 6.3 % apatit.

Malmineral synas även här i allmänhet vara helt underordnade. På Nunisvaara mark förekommer dock, c:a 250 m S om Vasaraälven, en lokal ansamling av titanomagnetit, vilken år 1919 på magnetisk väg påvisades av R. Loström. Bergarten är en tämligen finkornig norit, som av mörka mineral för hypersten, en mer eller mindre fullständigt uralitiserad diallag, biotit, möjligen även primärt hornblände, samt framförallt magnetit och titanjärn. De sistnämnda äro dels, gärna tillsammans med apatit, ansamlade i smärre fläckar mellan plagioklaserna (fig. 35) dels också med hornblände samlade i grovkristallina klumpar, mestadels ej överstigande ett par dm i storlek. Även åtskilligt pyrit ingår i den malmrika noriten.

Dundretmassivets kontaktförhållanden äro i flera avseenden märkliga. Uti Dundrets brant mot norr fann Lundbohm (63) en bård av »hornbländegranit» med band av skiktad »hornbländeskiffer». »Hornbländegraniten»

tillhör den bergartsgrupp, som här betecknats såsom kalk-alkali-syenit. Den är en vanligen ljusgrå bergart med måttlig halt av hornblände och biotit, med fältspatmassan granulerad, grymig, så när som på enstaka större, gråvioletta korn, och med utpräglad flasrighet. Mikroskopisk undersökning visar, att huvudbeståndsdelen är en oligoklas ( $Ab_{80}An_{20}$ , möjligen delvis kalkrikare). Mikroklin förekommer i betydande mängd, antipertitiskt invuxen uti oligoklasen. Kwarts däremot förekommer endast sparsamt; den kan motivera



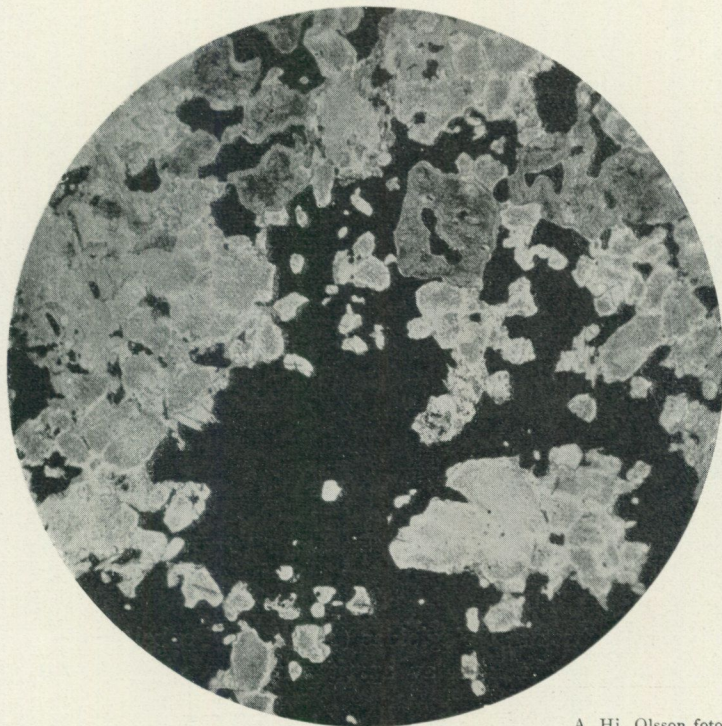
A. Hj. Olsson foto.

Fig. 34. Olivinrik varietet av norit, Dundret, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Huvudsakligen olivin och plagioklas. [*Olivine-rich phase of norite, Dundret Mountain, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Mainly olivine and plagioclase.*]

beteckningen kvartssyenit men icke granit. Bland de mörka mineralen dominerar ett starkt färgat grönt hornblände, vidare finnes biotit, magnetit, titanit. Apatit uppträder ganska allmänt.

Mellan denna form, den mest saliska inom massivet, och den normala noriten i S anstår en snarast dioritisk bergart, som i kemiskt hänseende intager en mellanställning mellan båda, men i sin struktur nära ansluter sig till den kvartsförande syeniten. Ett typiskt prov visar, att, medan plagioklasens genomsnittssammansättning torde vara i det närmaste densamma som i syeniten, kvarts saknas och mikroklinhalten är avsevärt lägre, däremot är halten av mörka mineral större och bland dem uppträder även en diopsidisk augit.

Den randiga »hornbländeskiffern» består av omväxlande mörkgråa och mycket ljusa band, med en bredd av vanligen från några mm till en eller ett par cm (fig. 36). De mörka ränderna bestå huvudsakligen av plagioklas, grönt hornblände och biotit; även något kvarts finnes. I de ljusa ränderna saknas hornbländet, men ej biotiten. Strukturen är granoblastisk med en kornstorlek omkring 0.08—0.15 mm, därjämte finnas emellertid även större, säkerligen primära, tjockt tavelformiga plagioklaser om c:a 0.7—0.8



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 35. Malmrik slira i norit, Nunisvaara Ö om Gällivare, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Plagioklas uralit, och malm massa (magnetit och titanjärn) med några små apatitkorn. [*Iron-rich phase of norite, Nunisvaara E. of Gällivare, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Plagioclase, uralite, and aggregate of magnetite and ilmenite with some small grains of apatite.*]

mm, med åtminstone c:a 35 % An. Ehuru randningen delvis är alldeles skiktningliknande, ser man på andra ställen huru den ljusa komponenten fläker upp den mörka. Stupningen inom zonen är i det närmaste vertikal. Den bandade bergarten kan ibland konstateras ligga såsom tydliga brottstycken uti de olika syenitiska formerna.

Förf. har av den bandade bergarten fått samma intryck som redan tidigare A. G. Högbom (54): den synes vara en fluidalt bandad, troligen protoklastiskt granulerad randfacies till gabbbron. Denna randfacies har sedan fläkts upp av de syenitiska leden, möjligen även av noriten. Syenitens samband med noriten framgår såväl av övergångsleden som därav, att de karak-

teristiska apatitförande segregationerna (jfr nedan) uppträda rikligast i den förra.

Just den nu skildrade zonen i nedre delen av Dundrets norra sluttning var på grund av de därstädes upptäckta apatitförekomsterna föremål för mycken uppmärksamhet omkring år 1890 (63, 68). Skapolitisering är här vida spridd uti gabbbron och förekommer även i den kvartsförande syeniten. Den översta provbrutna fyndigheten ligger i den ovan beskrivna dioritartade övergångsbergarten. Den består av en intill ett par m bred gång av vit, sockerkornig bergart med körtlar av grovstrålig skapolit, turmalin, något kvarts och epidot. Någon makroskopiskt synlig apatit har förf. ej kunnat påträffa där; förmodligen har allting tillvaratagits vid provbrytningen. Den

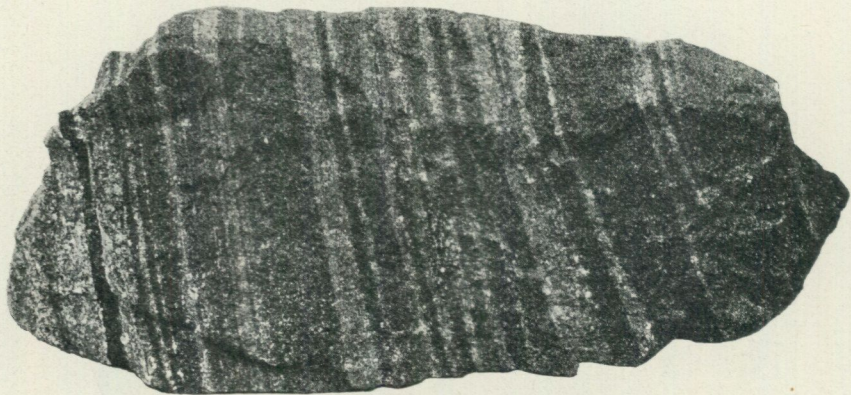


Fig. 36. Banded gränsfacies av gabbro, Dundret, nat. storl. Efter Högbom (54). [*Banded boundary phase of gabbro, Dundret Mountain, nat. size. After Högbom (54).*]

vita gångbergarten består av plagioklas ( $Ab_{70}An_{30}$ ) i enkelt konturerade korn om c:a 0.2 mm, enstaka korn av apatit samt några skelettartat utbildade individer av turmalin.

Flertalet av de apatitförande bildningarna uppträda emellertid längre ned i sluttningen, så att en del av dem ligga uti den kvartsförande syeniten (man jämföre Lundbohms detaljkarta, 63). Det är dels pegmatitartade gångar, dels långsträckta körtlar eller t. o. m. rundade klumpar. Övergångar och mellanstadier finnas mellan å ena sidan egentliga gabbropegmatiter av plagioklas, biotit och kvarts, möjligen även mikroklin, och å den andra kombinationen skapolit, apatit, titanit, titanjärn, rutil, hornblände. Kornstorleken ligger ungefär omkring 1 dm. Apatiten är relativt klorrik (34).

Dundretmassivets östra ände, vid Nunisvaara, visar också dioritiska och syenitiska varianter. Dessa uppträda dels på Vasaraälvens högra strand, dels N och NV därom vid landsvägen. Däremellan finnas emellertid hållar av ordinär norit. De intermediära bergarterna vid älven utgöra sålunda icke den yttersta randzonen. Man kan där urskilja två varandra närstående huvudtyper. Den ena kan betecknas såsom en glimmerdiorit. Den består huvudsakligen av ljusst gråviolettt fältspat i korn som delvis uppgå till 5 à 7

mm i längd, samt för biotit såsom den mest framträdande mörka komponenten. Mikroskopisk undersökning visar, att plagioklasen, som är starkt gråpigmenterad, har sammansättningen  $Ab_{70}An_{30}$ . Den för en betydande mängd av mikroklin i grovt antipertitisk genomväxning, ibland dubbelpertitisk. I övrigt ses, utom biotit, också hornblände, titanit, magnetit, apatit. Plagioklasen är delvis granulerad genom omkristallisation. Den andra huvudtypen är en kvartssyenit, flasrig, med ungefär samma glimmerhalt som dioriten men med vit till rödlätt fältspat, delvis utbildad uti 5—10 mm stora korn. Den mikroskopiska undersökningen visar, att olikheten mot dioriten är ännu mindre, än man kunde förmoda på grund av det makroskopiska utseendet. Proportionen mellan plagioklas och mikroklin synes vara ungefär densamma, men plagioklasen är mera natronrik ( $Ab_{80}An_{20}$ ), hornblände saknas, men litet kvarts förekommer. Bergarten står tydligen mycket nära den kvartsförande syeniten vid Dundrets norra fot.

Syeniten vid landsvägen vid Nunisvaara åter är en blekröd, sparsamt glimmerförande bergart, huvudsakligen bestående av mikroklin, albit ( $Ab_{90}An_{10}$ ), samt smörre mängder av kvarts och biotit. Det måste betecknas såsom ovisst, huruvida denna bergart i likhet med de nyss skildrade står i sammanhang med gabbbron.

Förf. har ansett lämpligt att på detta sätt redan här skildra Dundretmassivets randbildningar, ehuru de kalk-alkali-syenitiska bergarterna i övrigt komma att behandlas skilda från gabbbrorna. Det har nämligen synts önskvärt att dels redan nu skildra den miljö, uti vilken Dundrets apatitförande gångbildningar uppträda, och dels att från början lämna ett belysande exempel på de ifrågavarande bergarternas uppträdande i anslutning till gabbbron.

Om massivets gränsförhållanden på andra sidor är mycket litet bekant. Det föreligger emellertid några prov (Fredholm, Morton) från trakten av Kuolpavare SO om Dundret, vilka representera dels en hornbländediorit, dels en kvarts- och mikroklinförande plagioklassyenit, varför en zon av dylika intermediära bergarter angivits därstädes. Dioritiska bergarter synas även anstå SO om gabbbron vid Nunisvaara. I alla dessa fall är bergarten omkristalliserad.

Gabbromassivet vid Akkavare i Sjaunja består av en ofta magnetitrik bergart, som t. o. m. givit anledning till utmåsläggning i stor skala (Akkavare malmfält) och försöksarbeten. Bergarten är en olivinfri norit. Prov med relativt låg magnetithalt visa såsom huvudbeståndsdelar plagioklas (labrador med c:a 50 % An), diallag och hypersten, vidare magnetit, titanjärn, apatit och biotit. Den i påfallande mängd uppträdande apatiten är pleokroitisk med  $\epsilon$  grå,  $\omega$  rödviolett, absorption  $\epsilon > \omega$ . Delar av vissa korn äro dock i slipprov färglösa. Strukturen är mycket anmärkningsvärd. Medan plagioklas och pyroxener icke visa någon tydlig åldersskillnad eller tendens till ofitisk genomväxning, äro både malmineralen och apatiten senare kristalliserade. I ett malmrikt prov åter iaktogs följande (fig. 37). Beståndsdelarna äro diallag, hypersten, titanjärn, magnetit, plagioklas, apatit, hornblände, jämte små mängder biotit och spinell. Här är, anmärkningsvärt

nog, den allmänt förekommande och även här starkt pleokroitiska apatiten den först kristalliserade av samtliga beståndsdelar, medan malmmineralen även här synas tillhöra ett sent skede av den magmatiska kristallisationen. En utförligare petrografisk beskrivning av detta massiv har redan lämnats (45).

De massiv, som uppträda S och V om Kirunaområdet — vid Kalixfors, Vietovare, Krokvik, o. s. v. — hava grundligt studerats av Sundius (80).

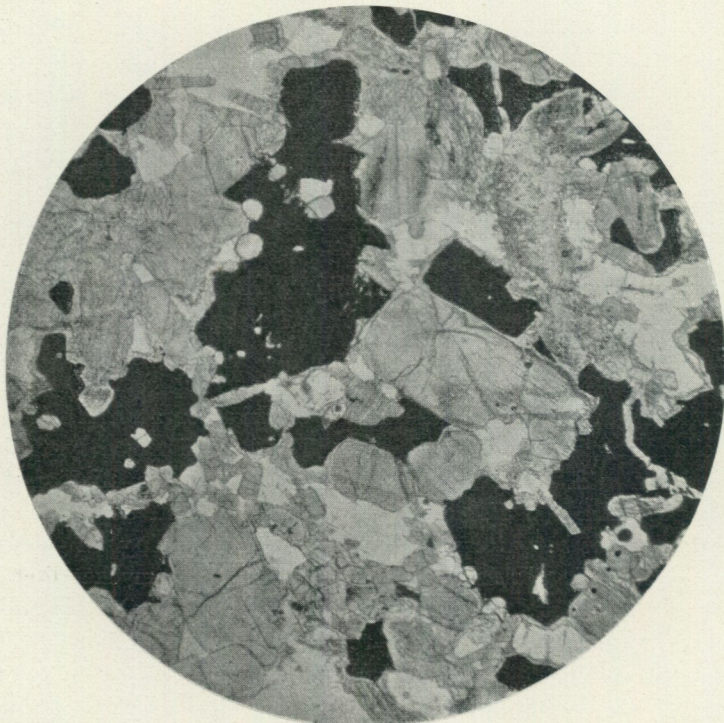


Fig. 37. Malmrik norit, Akkavare, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 16$ . Plagioklas vit, magnetit och titanjärn svarta, diallag och hypersten (större, tjocka prismor) samt apatit (mindre prismor) ljusgrå. (Ur 45). [*Iron-rich norite, Akkavare, microphoto., ord. light,  $\times 16$ . Plagioclase white, magnetite and ilmenite black, diallage and hypersthene (larger, thick prisms) and apatite (smaller prisms) light gray. (From 45).*]

Bergarten är i allmänhet en gabbro med labrador (45—60 % An), monoklin pyroxen (diopsid eller augit), ofta även olivin och hypersten, sällan primärt hornblände och undantagsvis litet kalifältspat och kvarts. Titanomagnetit och apatit förekomma i normal mängd, skapolit uppträder ställvis rätt allmänt. Delvis är bergarten diabasartad, med listformiga fältspater och utpräglad ofitisk struktur.<sup>1</sup> Även i de grövre, gabbroartade formerna bestämmas gränserna mellan plagioklasen och pyroxenen av den förra.

Uti gabbron vid Kalixfors finnas smala apatitgångar, åtföljda av skapoli-

<sup>1</sup> Till denna grupp hör troligen även den av förf. (22) beskrivna diabasen från borrhålet »Mormässa» å södra Kirunavaara.

tisering. Även finnes där, väl blottad i en järnvägsskärning mellan stationen och bron över Kalixälven, en hydrotermalt påverkad zon, i vilken till amfibol omvandlade gabbrobrottstycken äro beklädda med albitkristaller, medan mellanrummen delvis äro utfyllda av ett brokigt mineralaggregat, omfattande hornblände, epidot, magnetit, titanjärn, svavelkis, kopparkis, molybdenglans, titanit, skapolit, zeoliter, prehnit och kalkspat (80).

Tillsammans med gabbroerna i Kalixforstrakten och på Vietovare uppträda syeniter, monzoniter och graniter, vilka bilda smärre intrusioner i gabbrobergarterna och troligen äro genetiskt nära förbundna med dem. Vi återkomma i det följande till dessa intermediära och sura bergarter.

Å kartan hava gabbrobergarterna antagits fortsätta i ett sammanhang från Kaalasjärvi i S norrut till NO om Rensjöns station. Från de mellersta delarna av detta område föreligga emellertid endast fåtaliga observationer. Norr om Käyrävuopio by har förf. observerat ordinär finkornig gabbro jämte partier av grövre, mera fältspatrik bergart. Den sistnämnda har vid mikroskopisk undersökning visat sig vara dioritartad, den håller en avsevärd halt av mikroklin, antipertitiskt invuxen uti plagioklasen, samt något kvarts. I en grop vid norra änden av Keskinen Käyrävaara malmfält är blottad en närmast pyroxendioritisk fas, vars huvudbeståndsdelar äro oligoklas ( $Ab_{72}An_{28}$ ), diopsidisk augit och uralit. Den i isometriska, omkring halvmillimeterstora korn utbildade plagioklasen är delvis skapolitiserad.

I trakten av Rensjön synas utpräglade gabbrobergarter snarast vara underordnade. Sådana äro dock där iakttagna uti massivets östligare delar, N om Kaittasjärvi. Ett därifrån av Gavelin taget prov utgöres av en frisk norit med plagioklaser om upp till några mm längd och med ofitartad struktur. N om Njuotjamjaure förekommer gabbrodiabas (Gavelin, 20). I de av förf. besökta höjderna Ö om Njuotjamjaure däremot närmar bergarten sig en diorit. Dess plagioklas är mera natronrik — An-halten torde i genomsnitt endast ligga vid ca 30 % — och för dessutom sparsamt mikroklin i antipertitisk inväxning; pyroxenen är uralitiserad. Skapolit finnes spridd i bergarten och har på ett ställe iakttagits i form av en ett par dm bred gång av vit, finkornig bergart, som, bortsett från enstaka korn av epidot och titanit, enbart består av natronrik skapolit i mikroskopiska korn med mycket komplicerade konturer.

Även bergarten omkring Rensjöns lappläger, NV om Njuotjamjaure, är dioritisk, med oligoklas (omkr.  $Ab_{70}An_{30}$ ), uralit, biotit samt något kvarts, instängd mellan de listformiga plagioklaserna, däremot blott helt obetydligt mikroklin.

Till Rensjödelen av massivet ansluta sig förekomster av syenit av flera typer.

Gabbromassivet kring de östligaste delarna av Torne Träsk visar åtskilliga växlingar mellan olika varieteter. Sålunda föreligger från Mäntyvaara (V om Tjabrak) en frisk form, vars viktigare mörka komponenter äro diallag, hypersten och biotit. Ett av Hummel taget prov från trakten av Oppisaive (N om Tjabrak) består av olivinrik norit, likaledes frisk. Från

Kalpmivaara omedelbart Ö om Tarrakoski föreligga prov av dels olivinrik norit med bevarad hypersten men högeligen uralitiserad diallag, dels olivinfri uralitgabbro. Variationerna synas sålunda vara jämförliga med vad som förekommer inom Dundretmassivet. Kornstorleken är emellertid här något större, med de tjockt tavelformiga fältspaternas längd omkring 3—4 mm. N om Torne Träsk, vid Lattelahti, anstår en uralitgabbro med andesin (39).

Inom detta massiv ligger Tjabraks fyndighet av titanomagnetit (88). Föreliggande prov därifrån (Svenonius) visa dels en fältspatsrik och grovkristallin malm, dels ett finkornigt aggregat med pyroxen och svavelkis. I den förstnämnda typen ses malmen omsluta plagioklas, såväl enstaka korn som aggregat, och ibland gångformigt tränga in bland dessa. Den pyroxenrika, kisiga malmen åter är en ordinär diopsidskarnmalm. Det torde kunna sägas med bestämdhet, att malmkoncentrationen här skett under inflytande från någon inneslutning av kalksten.

Uti lågfjället Taavonunnanen förekommer enligt Fredholms prov en frisk gabbro med olivin och diallag samt mera underordnat hypersten. Diallagen är ofitiskt utbildad. Till detta massiv ansluter sig sannolikt en uralitförande gabbrodiabas i Nalmoisenkursu vid Nalmoinen.

Gabbromassivet kring Vittangi kyrkoby har redan beskrivits av förf. (32). Huvudbergarten är en finkörnig norit med plagioklas (omkr.  $Ab_{60}An_{40}$ ) och diallag, mera sparsamt hypersten<sup>1</sup> och biotit, ävensom magnetit, apatit och svavelkis (jfr analys n:o 38). Inom en nordligare del av samma massiv förekommer en uralitgabbro med obetydligt mera kalkrik plagioklas ( $Ab_{56}An_{44}$ ). Påfallande är uppträdandet av diorit och kvartssyenit såsom randbildning i stor skala kring detta massiv (jfr tavla 1).

I gabbroområdet kring Tarendö kyrkoby finnas, utom uralitförande former, även alldeles friska och opåverkade sådana. En dylik representeras av ett av Fredholm c:a 3 km NO om kyrkan taget prov, som är en något olivinförande norit. Apatit förekommer i denna bergart i relativt ringa mängd, men anmärkningsvärt är, att den delvis tydligt visar pleokroism i likhet med den som förekommer i Sjaunjanoriten, om också blott helt svagt. Ett annat prov, som enligt etiketten skall härstamma från »Isosaari, Tarendö s:n», men om vilket inga andra uppgifter finnas, är såväl till sammansättning som struktur nära nog identiskt med den förut skildrade järnmalm- och pyroxenrika bergarten från Akkavare i Sjaunja. Även här återfinnes den färgade apatiten, men med svagare pleokroism och icke uti fullt så stor mängd som vid Akkavare.

Också i Tarendötrakten förekomma skapolitgångar och skapolitisering i gabbron. Gångarna äro ibland apatitförande. Ett av Svenonius taget prov från Pahtavaara innehåller även turmalin.

Malmhalten uti kartområdets gabbrobergarter erbjuder en egendomlig situation. I de flesta undersökta prov finnas endast obetydliga mängder, omkring ett par procent eller mindre. Halten är ej alls högre än t. ex. i syeni-

<sup>1</sup> Hyperstenen har tidigare förbisetts av förf.

terna. Detta gäller, märkligt nog, även om apatiten. På några få ställen finnas emellertid magnetit- och samtidigt apatitrika variationer, nämligen på de i det föregående anförda lokalerna Nunisvaara, Akkavare i Sjaunja och Isoaari, Tärendö (Tjabrak däremot torde, på grund av sin avvikande karaktär, ej böra nämnas bland dessa). Påfallande är, att i dessa fall pyroxenerna koncentrerats tillsammans med magnetit och apatit, medan däremot olivin, som är så pass allmänt spridd i gabbrobergarterna och stundom dominerar över pyroxenen, icke alls uppträder i dessa ultrabasiska differentiat eller på annat sätt koncentreras i någon högre grad.

### Kalk-alkali-syeniter.

Även uti annars normal gabbro iakttagas ibland låga halter av mikroklin och kvarts. Några exempel hava redan anförts i det föregående. Genom successivt stigande halt av dessa mineral — varvid mikroklinen att börja med ökar i vida snabbare tempo än kvartsen — och samtidigt allt högre natronhalt i plagioklasen men sjunkande halt av femiska komponenter försiggår övergången från dylika gabbrovarieteter till den grupp av bergarter, som här sammanfattas under beteckningen kalk-alkali-syeniter. De former, som stå gabbro närmast, kunna benämnas diorit, på vilken typ exempel ovan anförts från Dundret, Nunisvaara, Käyrävuopio och Rensjön, medan andra representanter tidigare skildrats av förf. t. ex. från Vathanvaara NV om Vittangi (32, s. 32). Dessa typer, med relativt låg mikroklinhalt, äro dock mera underordnade, om också icke i samma grad som typiska monzoniter, vilka endast äro kända från trakten V om Kalixfors (Sundius, 80). Huvudmassan är i stället att beteckna såsom syenit eller kvartssyenit. På grund av svårigheten att i fält skilja dioriterna från uralitgabbro hava de å kartan sammanförts med denna. Undantag har dock gjorts för obetydliga dioritförekomster, som ingå i större syenitområden och ej särskilts från dessa.

Sådan som gränsen här dragits gentemot gabbro, får gruppen ifråga följande petrografiska karaktärer. Plagioklasen är en oligoklas, varierande från c:a  $Ab_{70}An_{30}$  till  $Ab_{85}An_{15}$ . Zonalstruktur förekommer ibland. Mikroklin uppträder i växlande mängd, men kommer endast i undantagsfall nära plagioklasen i kvantitet, i allmänhet är proportionen ungefär 1:2.<sup>1</sup> Kvarts förekommer oftast. I allmänhet uppgår den till 6—8 %, i de mera saliska varieteterna dock ända till 15 %. De viktigaste mörka mineralen äro diopsidisk augit, ett starkt färgat grönt hornblände samt biotit. Också finnas magnetit, titanit och apatit. Mängden av femiska komponenter växlar från c:a 22 % ned till c:a 10 %.

Bergartens struktur är i allmänhet närmast granitartad. Uti de mera femiska formerna är den i huvudsak bestämd av de oregelbundna eller tjockt tavelformiga plagioklaserna, med vanligen 2—5 mm största diameter. Mikroklinen uppträder i dylika bergarter gärna antipertitiskt invuxen i

<sup>1</sup> Blott i en enda förekomst av hithörande bergart, representerad av ett prov, taget av Svenonius vid Saarikoski i Kalix älv nedanför Tärendö, överväger mikroklinen deciderat.

plagioklasen, antingen genom hela individet eller enbart i dess yttre delar. Den är därvid ibland uppfylld av små pertitiska albitspolar, så att »dubbel-pertit» föreligger. I andra fall åter bildar den företrädesvis ett hölje kring plagioklaserna eller också självständiga smärre korn. En partiell granulering genom omkristallisation är vanlig i fältspaterna, varvid myrmekit ofta uppträder. Bergarter tillhörande dessa varieteter domineras till sin färg av den pigmenterade, violettgråa plagioklasen. Även mikroklinen kan vara grå eller undantagsvis rödligt. På grund av färgen hava dessa bergarter förr i allmänhet hänförts till gabbro, medan de ljusare formerna karterats såsom granit. Vad de mörka mineralen angår, så är endast att tillägga, hurusom hornbländet delvis är tydligt uralitiskt och måhända alltigenom har ett dylikt ursprung.

Uti de mera saliska formerna åter uppträder mikroklinen icke sällan delvis i större korn, 10—15 mm långa, blekt röda eller rödvioletta till färgen, medan plagioklasen är utbildad uti mindre individ.

Det förekommer en mycket stor variation inom denna bergartsgrupp, men de olika varieteterna återfinnas inom de flesta större områden av densamma. De växlingar, som förf. tidigare (32) skildrat från Vittangitrakten, hava sedan konstaterats även S och SO om Vittangi, i västra Pajala, i massivet Vathanvaara-Sappisaasi, ävensom i anslutning till gabbromassiven vid Torne Träsk, vid Tarendö, Dundret, o. s. v. I all sin brokighet är därför denna syenitserie en naturlig grupp, vars olika led städse äro genom övergångar förenade med varandra och med gabbbron.

Av denna grupp finnes förut endast en analys publicerad (32, s. 33), den återfinnes här i analys Tabellen såsom n:o 39. Till vidare belysande av variationerna hava två nya sådana utförts, n:o 40 och 41. Det skulle givetvis varit högeligen önskvärt att förfoga över ytterligare analytiska data, men med hänsyn till behovet av andra bergartsanalyser har detta ej varit möjligt.

Såsom kartan visar, äro kalk-alkali-syeniterna i allmänhet anslutna till gabbromassiv, i vilka de övergå. Proportionerna och läget i förhållande till gabbbron kunna emellertid variera åtskilligt. Sålunda bildar den till Vittangigabbbron anslutna syeniten i V endast en relativt smal rand,<sup>1</sup> men åt övriga väderstreck är bården mycket bredare, så att det, trots blottningarnas fåtalighet inom vissa trakter, nog kan anses fastslaget, att den av hithörande bergarter upptagna arealen är av samma storleksordning som den gabbroyta de omsluta.

Vidare ansluta sig analoga bergarter till Tarendögabbbron, i vilket fall dock observationsmaterialet är mindre omfattande än angående Vittangitrakten. Utan känt sammanhang med gabbro finnas typiska kalk-alkali-syeniter

<sup>1</sup> Kartbilden har konstruerats med ledning av den syenitiska varieteteten vid Pysäjoki (32, s. 36)-jfr även observationspunkternas lägen å den förut publicerade kartan (32). Å denna angavs syeniten vid Tievakoski vara skild från gabbbron av leptitformation, detta dels på grund av en stot inneslutning av leptit i syeniten, som kunde betyda, att gränsen var nära, dels också därför, att ett kartografiskt angivande av sammanhang med gabbbron skulle säga mera om bergarternas inbördes relationer, än förf. då kunde anse bevisat. Nya data i sistnämnda avseende ävensom konstaterandet av syenitens utbredning mot S och Ö göra det nu rimligast att framställa saken såsom skett på den här bifogade kartan.

även NV om Juhonpieti, vid Kengis bruk samt, med betydande utbredning, V om Areavaara. Vända vi oss åter västerut från Vittangi, så möter närmast det stora Vathanvaara—Sappisaasi-massivet, tidigare skildrat av förf. (32). Beträffande detta föreligga inga observationer på angränsande gabbro annat än vid Soitolasuvanto i Torne älv, där gabbbron visserligen har en kvarts- och mikroklinförande randzon (32, s. 37), men där syenitens huvudmassa intager ett mera självständigt läge (jfr 32, kartan, som emellertid i detta avseende uteslutande är baserad på observationer N om älven).

Syenitens uppträdande såsom gränsofacies av Dundretmassivet har redan ovan anförts (s. 81). Liknande synas relationerna mellan syenit och gabbro vara även N om Torne Träsk's östligaste del. De syeniter åter, som förekomma V om gabbbron därstädes, från S om Torneträsk's station till trakten av Rensjön (Aurivare), äro däremot att hänföra till plagioklas-pertit-syeniten.

Slutligen bör i detta sammanhang, såsom förmodligen samhörig med kalkalkali-syeniterna, anföras en egendomlig serie av kvartssyeniter och syeniter, vilka karakteriseras av kombinationen av en natronrik oligoklas ( $Ab_{84}An_{16}$ — $Ab_{87}An_{13}$ ) med diopsidisk pyroxen och titanit. Mikroklin förekommer vanligen blott i mycket ringa mängd.

Hit hör ett betydande massiv, som uppbygger lågfjället Luongastunturi, eller åtminstone dess sydligare delar, samt landet Ö därom (Gavelin, 20). Från Luongastunturi föreligga två av Gavelin hemförda prov. Det ena är en ljusgrå bergart med ungefär mm-stora fältspater. Under mikroskopet visar den sig vara en kvartssyenit, vars huvudbeståndsdel är en plagioklas  $Ab_{86}An_{14}$ . Mikroklin uppträder blott i ytterst ringa mängd. Jämte diopsid finnes även grönt hornblände, vilket dock åtminstone delvis torde vara uralitiskt. För övrigt märkes titanit, litet magnetit, epidotortit och apatit. Ett annat prov är en rödlätt bergart, obetydligt grövre än den föregående. Den liknar denna i huvudsak, utom däruti, att den har en avsevärd mikroklinhalt. Jämte en delvis uralitiserad diopsid för den ett sannolikt primärt hornblände. Titaniten, uti idiomorfa kristaller, är delvis metamikt, på samma sätt som stundom förekommer uti Linagranit inom Gällivare malmfält (44, s. 50). Det är högst anmärkningsvärt, att kombinationen av diopsid och partiellt metamikt titanit återfinnes i flera olika bergarter inom kartområdet. Jämte de nu anförda typerna är även att nämna en pertitgranit från Tuolpok (jfr nedan, s. 107). En bergart, som står mycket nära det sist beskrivna provet från Luongastunturi, har av förf. träffats vid landsvägen NO om Palolaki.

Från landet mellan Luongastunturi och Palolaki härstamma sannolikt en del block av kvartssyenit, påtagligt besläktad med de nu anförda typerna, som träffas i trakten av Masugnsbyn. Det rör sig om en bergart, bestående av gråviolett eller nästan vit plagioklas i korn om upp till c:a 5 mm längd, kvarts, en i stoff klart grön pyroxen samt brun titanit i nästan lika stor mängd som pyroxenen. Plagioklasen har i ett mikroskopiskt undersökt

prov bestämts till  $Ab_{84}An_{16}$ . Kvartshalten är betydande, åtminstone ett tiotal procent.

En fullständigt kvartsfri representant för denna egenartade serie har av Tanner påvisats i fast klyft i Kokovuoma i Pajala, c:a 5 km NV om Kaunisvaara. Enligt Tanners prov består bergarten ifråga alldeles övervägande av en ljust gråviolett till brunaktig fältspat, vars kornstorlek normalt uppgår till 3—5 mm, men inom vissa varieteter kan överstiga 10 mm. Diopsid och gul titanit uppträda som vanligt. Fältspaten är en plagioklas omkring  $Ab_{87}An_{13}$ ; antipertitiska inväxningar av mikroklin finnas i obetydlig kvantitet. Utom de redan anförda mineralen ses något apatit. Plagioklasen är utbildad uti tjockt tavelformiga till nära isometriska korn, vilka hindrat varandras utbildning, så att en jämförelsevis oregelbunden struktur uppkommit. Man ser ingenting, som tyder på protoklas.

### Graniter, anslutna till kalk-alkali-syeniterna.

Det är endast inom ett jämförelsevis begränsat område, nämligen omkring sjökedjorna N om Kurravaara, som man i någon större skala träffar graniter, vilka stå i ett tydligt samband med kalk-alkali-syeniten. En del andra massiv hava dock på mer eller mindre starka skäl hänförs till samma grupp.

Inom det nyssnämnda området är det särskilt mellan dalföret Vakkojärvi—Taallujärvi (Talojärvi) i Ö och Alajärvi—Jiekajärvi i V, uti Pellilävaara och Paatsijäkäläbergen, som sambandet mellan graniten å ena sidan och syenit och diorit å den andra är klart fastslaget. Gavelin kunde här under sin rekognoscering 1899 (20) konstatera en oregelbunden blandning av dels granitiska (delvis dock snarare kvartssyenitiska), dels mera femiska led, varvid graniten i allmänhet, men icke alltid, föreföll att vara den yngre. De av honom samt av tidigare rekognoscörer hemförda proven visa följande. Såväl i syeniter som i graniter är den dominerande fältspaten en oligoklasalbit eller albit ( $Ab_{90}An_{10}$ — $Ab_{92}An_8$ ). Mikroklin uppträder mindre allmänt men i större individ, och är vanligare i de granitiska formerna än i syeniten. De mörka mineralen utgöras av en i slipprov grönbrun biotit, epidot, titanit och magnetit. Dessa bilda gångliknande massor, i vilka biotiten uppträder i finfjällig form, mellan fältspaterna eller delvis något ätande sig in i dessa. Där apatit förekommer, ingår även den uti dessa aggregat. I plagioklasen ses ofta nybildad muskovit och kalkspat. Muskovittavlor kunna även ingå i biotitaggregaten. Anmärkningsvärt är, att också en del finkorniga grönstenar i samma trakt visa en hög halt av finfjällig biotit.

Tydiligen föreligga här åtskilliga överensstämmelser med de under namnen unakit eller helsinkit kända epidotförande bergarterna. Olikteterna äro dock även de mycket tydliga: uppträdandet av biotit i stället för klorit, förekomsten av kalkspat i samma bergart, albitens icke oväsentliga anortit-halt, m. m.

De flesta, som studerat helsinkiter, torde vara benägna att tolka dem såsom uppkomna genom normal kristallisation av en vattenrik magma. Hu-

ruvida denna tolkning även äger direkt tillämpning på de nu skildrade bergarterna är skäligen tvivelaktigt. Redan uppträdanget av liknande glimmeraggregat i grönstenarna visar, att saken kan vara komplicerad. Troligast är likvisst, att biotit-epidot-aggregaten i graniterna etc. äro uppkomna i en mycket nära anslutning till bergartens magmatiska stelling.

Uti dalgången Ö om Pellilävaara, ävensom östligare, i Kovobergen (bl. Torneträsk), är rödlätt granit, av samma typ som de kvartsrikare leden uti de nyss skildrade bergen, nära nog den enda representanten för de äldre djupbergarterna. Även här uppträder en albitisk plagioklas ( $Ab_{92}An_8$ ). Den är ofta uppfylld med små interpositioner av sericit. Mikroklin finnes också i betydande mängd, men torde åtminstone i regel vara underlägsen plagioklasen.<sup>1</sup> Ibland innehåller den något albit i form av invuxna rutor, stundom även såsom obetydliga pertitiska spolar. Biotit finnes i somliga fall i form av större individ, sådana som normalt uppträda i granit. Ibland kan man, även i samma slipprov som dylika, se finfjälligare aggregat av nyss ovan beskrivet slag. Titanit är ej sällsynt, magnetit och apatit förekomma också. Halten av mörka mineral är dock alltid låg, medan kvartshalten städse är ordinärt granitisk. De stundom mer än cm-stora, rödlätta karlsbadertvillingarna av mikroklin framträda mycket starkt gentemot den sericitiserade plagioklasens mera grågula massa av smärre, tjocka tavlor. Även strukturellt visar graniten sin nära släktskap med syeniten. Den nu skildrade graniten utgör underlaget till Vakkoformationen uti Vakköjärvi- och Kovoazonerna (jfr s. 112).

Hit hänföres även den granit, som vid banan Kiruna—Krokvik ses breciera gabbbron (80).

I Kaittasvaara samt N därom uppträder en starkt planparallellt skiffrig djupbergart, som, att döma av de fåtaliga tillgängliga proven (Gavelin, 20), är en med de ovan beskrivna nära besläktad granit eller kvartssyenit.

Till denna grupp hör med säkerhet, enligt Fredholms prov, även massivet vid Tjiuro nära Nalmoien.

Även de små granitmassiven vid Kalixfors och Kaalasjärvi synas, efter Sundius' skildring (80), närmast vara att hänföra till denna grupp.

Stor tveksamhet måste däremot råda beträffande massivet S om Paittasjärvi. Från detta föreligger blott ett enda prov, taget av Hummel 1875 på berget Atjavarto. Det är en relativt kvartsfattig biotitgranit med brunröd fältspat och blåaktig kvarts. Fältspaten är huvudsakligen en pertitisk mikroklin, men även plagioklas förekommer. Ehuru kalihalten är påfallande hög för denna grupp, har massivet ifråga å kartan angivits tillhöra densamma, synnerligast som inga positiva skäl kunna anföras för dess hänförande till någon av de övriga granityperna.

Sjisjkamassivets bergart däremot måste anses närmast tillhöra pertitgraniten, ehuru den i flera avseenden skiljer sig från denna bergarts typiska utbildning (jfr s. 106).

<sup>1</sup> Kartans term för hithörande graniter är i viss mån missledande, de borde betecknats såsom *relativt* plagioklasrika.

### Plagioklas-pertit-syenit.

Denna bergartsgrupp är en av de märkligare inom vårt kartområde. Den har redan länge tilldragit sig geologernas uppmärksamhet, vartill utom bergartens karakteristiska utseende även bidragit dess förmåga att leverera betydande block, vilka ännu på långt avstånd från klyftorten bilda ett påfallande inslag uti det grövre moränmaterialet. Flertalet av de tidigare kända förekomsterna äro emellertid av jämförelsevis ringa utsträckning. Av de syenitmassiv, som bl. a. levererat de mycket framträdande blocken i Gällivaretrakten, hade malmfältsexpeditionen år 1899 (Tenow, 92) träffat nordspetsen vid Aranåive och Tuolpok. Utbredningen mot S har sedan vidare följts av förf., men en stor del av denna bergarts område torde ligga uti ännu geologiskt utforskade trakter NV om Sjaunjatuottar.

Plagioklas-pertit-syeniten är en grovkornig eller åtminstone medelgrov bergart, karakteriserad av stora, i snitt rombformiga eller brett rektangulära fältspatskärnor, mestadels av gråviolett färg, omgivna av bräm av grå, ljusbrun eller rödlätt färg, samt en obetydlig halt av kvarts och en vanligen något högre halt av mörka mineral i form av små gytringar. Den mikroskopiska undersökningen visar, att kärnfältspaten huvudsakligen består av plagioklas, medan brämet är en pertit med nästan lika stora kvantiteter av albit och mikroklin («eutektpertit»).

Som observationerna på dylik syenit i fast klyft äro jämförelsevis fåtaliga och ej giva mycken upplysning om variationerna eller om förhållandet till andra bergartstyper, hava blockstudier i avsevärd utsträckning utnyttjats för att komplettera iakttagelsematerialet.

Sin största utbredning inom det karterade området hava hithörande bergarter kring de nordvästra delarna av Sjaunjas myrland. De upptaga sålunda Aranåive och Tuolpok N därom, finnas enligt Löfstrand (69) i Avima c:a 6 km V om Risbäcks station, samt uppträda mellan Askosatjäkko (i nordvästra Sjaunjatuottar) och Tjakel. Troligen är även det ståtliga berget Ritelpakte uppbyggt av dylika eller närstående bergarter.

Såsom typ för en relativt kärnrik syenit kunna vi välja ett block från vägen mellan Linaälvs station och Allavare by (analys n:o 42 i tabellen). Det har gråvioletta fältspatskärnor, vanligen med avrundad rombform, 1—1.5 cm långa eller ibland något mera, samt blekröda höljen. Den mikroskopiska undersökningen visar, att fältspaternas byggnad är vida mera komplicerad, än man skulle förmoda av bergartens makroskopiska utseende. Man återfinner emellertid, i stort sett, en bestämd kontrast mellan kärna och hölje, den förra helt eller övervägande bestående av plagioklas, det senare av intermediär pertit. Emellertid har pertiten ingalunda alltid vuxit utanpå plagioklaskärnorna: det finnes också åtskilliga pertitindivider, som förefalla att vara självständiga,<sup>1</sup> och förefintligheten av alldeles självständiga plagioklaser utan pertithölje eller med blott ett tunt sådant är lätt att konstatera. Kärnan har, som nämnt, oftast rombiskt snitt, men i andra fall

<sup>1</sup> Säkert avgörande är ju ej möjligt, då man endast har med ett snittplan att göra.

kan den vara tjockt tavelformig. Några fältspater, vilkas plagioklaskomponent blivit optiskt bestämd, kunna anföras såsom närmare belysande den mineralogiska karaktären. Representativt för den vanligaste typen är ett korn (fig. 38) med en kärna av plagioklas  $Ab_{82}An_{18}$  med obetydliga mikroklinspolar, därutanför ett tunt inre hölje av starkt sericitiserad  $Ab_{72}An_{28}$  och ytterst ett tjockt hölje av eutektperitit, vars plagioklaskomponent växlar från  $Ab_{85}An_{15}$  till, längst ut,  $Ab_{88}An_{12}$ . Den vanligaste avvikelserna från denna normala typ har den formen, att kärnans fältspat är en relativt mikro-



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 38. Fältspat i plagioklas-peritit-syenit, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Jfr texten. [*Feldspar in plagioclase-perthite-syenite, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Compare text, p. 202.*]

klinrik peritit — dock alltid med minst hälften plagioklas. I stället för de sparsamt uppträdande mikroklinspolar, som förekomma i det nyss skildrade kornets plagioklaskärna, uppträder i dessa fall ett grovt flätverk av samma mineral, till mönstret liknande höljets perititstruktur. Från höljet plägar det dock skiljas av ett tunt skal av anortitrikare, icke perititisk plagioklas. Ett ytterlighetsfall illustreras av ett korn, angränsande till det nyss skildrade (fig. 38), i vilket kärnan och höljet hava approximativt samma mikroklinhalt och plagioklaskomponenten icke blott i dessa båda, utan också i den mellanliggande tunna, mikroklinfria zonen, är optiskt och sålunda även kemiskt homogen. Slutligen må även nämnas några plagioklaskorn med endast obetydlig mikroklinhalt. Ett av dessa har en oregebunden

och vagt begränsad kärna av sammansättningen  $Ab_{75}An_{25}$ , utåt följd av en kvantitativt mera betydande zon, som går från  $Ab_{80}An_{20}$  till  $Ab_{84}An_{16}$ , längst ut finnas några antipertitiska mikrokliniväxningar. Ett annat, analogt byggt korn har innerst en kärna om  $Ab_{72}An_{28}$  och därutanför  $Ab_{83}An_{17}$ , längst ut övergående till  $Ab_{85}An_{15}$ ; antipertitiska rutor av mikroklin finnas i underordnad mängd i hela den yttre zonen.

Den ringa mängd av kvarts, som bergarten innehåller, ligger mellan fältspatindividen, antingen såsom en osjälvsständig mellanmassa eller med korrosionsformer, vilka leda till enkla genomväxningar med fältspat. Övriga beståndsdelar äro: ett i slipprov ljusgrönt hornblände, delvis inneslutande rester av diopsidisk augit, biotit, magnetit, apatit, titanit.

I allt väsentligt samma bild erhåller man vid granskningen av andra prov av plagioklas-pertit-syenit från trakten ifråga — kring norra delen av Sjaunjas myrland — evad det gäller fast anstående syenit på Tuolpok och Aranåive samt mellan Askosatjäkko (i Sjaunjatuottar) och Tjakel, eller block funna i samma trakt eller närmare Gällivare. Man återfinner sålunda kombinerade de ovan skildrade fältspatstyperna. Mikroklinkomponenten uti eutektpertiten är ofta i sin tur fint pertitisk. Hela pertitfältspatens albithalt är sålunda högre än vad enbart plagioklaskomponenten anger. Undantagsvis ser man myrmekitliknande vårtor av pertit, den företeelse, som förf. betecknat såsom myrmekipertit (24). Beträffande de mörka mineralen är ej annat att tillägga till det ovan anförda, än att litet ortit (i metamikt form) någon gång observerats.

Synnerligast på grund av svårigheten att under mikroskopet ens tillnärmelsevis uppskatta proportionerna mellan de olika fältspaternas uttogs för analys ytterligare ett prov av plagioklas-pertit-syenit, nämligen från nordvästra foten av Askosatjäkko (= topp 766 i Sjaunjatuottar). Denna bergart har relativt fåtaliga, ljusgråa, tjockt tavelformiga fältspatskärnor, kvartshalten är högre än i det förut analyserade provet och halten av mörka mineral lägre. Under mikroskopet konstaterades följande mineraliska sammansättning: pertit med en del plagioklaskärnor, varav en bestämdes till  $Ab_{94}An_6$ , kvarts, titanit, vanligt hornblände, biotit, magnetit, apatit. Analysen är n:o 43 i analys Tabellen.

Såsom en jämförelse med n:o 42 visar, är fältspatshalten densamma i båda, men bergarten från Askosatjäkko är rikare på kalifältspat och i stället fattigare på anortitmolekylen. Detta sammanhänger påtagligen därmed, att plagioklaskärnorna äro både färre och natronrikare än i den föregående. Vidare har kvartshalten stigit från 4 till 11 % och halten av femiska beståndsdelar sjunkit med motsvarande belopp.

Här kunna lämpligen även omnämnas ett par intressanta block, som träffats i närheten av Linaälvs station. De bestå av medel- till finkorniga, rödlätta syenitbergarter, troligen delvis omkristalliserade, med porfyrtat inströdda större fältspater av kärnfältspaternas typ. Särskilt anmärkningsvärd är ett komplexströkorn av pärlgråa oligoklasindivid med obetydligt

mikroklin. Närliggande bergarter, dock utan dylika större fältspater, hava i liten skala träffats anstående på östra sidan av Tjakel, S om Riteljaure.

Ett annat betydande område av plagioklas-pertit-syenit ansluter sig till gabbbron nära Rensjön, där bergarten representeras dels av några små och isolerade blottningar, t. ex. NO om Rensjöns station, dels av stora hållfält på Aurivare. Bergarten är i huvudsak jämförlig med de ovan skildrade syeniterna från norra delen av Sjaunjalandet, i synnerhet gäller detta om Aurivare. Den därstädes anstående syeniten har mörkgråa fältspatskärnor och ljusst bruna höljen. Kärnorna, som i regel visa starkt avrundade spetsrombiska snitt, bestå av oligoklas, delvis i form av en inhomogen blandning av olika varieteter (i ett närmare bestämt korn  $Ab_{80}An_{20}$  och  $Ab_{85}An_{17}$ ), jämte sparsamma oregelbundna inväxningar av en ytterst fin pertit, samt ett vanligen tunt hölje av en alkalifältspat. Den sistnämnda är ibland mikroklin, till synes ren, men oftare en ytterst fin, kryptopertitisk samväxning, lik de i kärnan uppträdande pertitfläckarna. Övriga beståndsdelarna äro kvarts samt diopsid, uralitiskt uppträdande grönt hornblände, magnetit, apatit och något biotit.

Syeniten NO om Rensjöns station avviker i flera avseenden från denna typ. Större delen av fältspaten är pertit. Fri plagioklas förekommer dels såsom självständiga korn, dels såsom stora inväxningar i pertiten, mestadels i rutform. Denna plagioklas har sammansättningen  $Ab_{85}An_{15}$ .

Å kartan har antagits, att hithörande bergarter fortsätta i den av väldiga morängrusmassor uppfyllda dalgången från trakten av Harrijaure norrut förbi Bergfors till Torne Träsk. Från detta område föreligga emellertid inga berggrundsobservationer. Däremot är lågfjället Nakervare väl blotat och uppbygges, så vitt känt är, uteslutande av syeniter. Norr om Nakerjaure (Nakerijärvi), där en glacifluvial kalspolningszon erbjuder goda blottningar, har bergarten studerats av förf. Från Nakervartos västra sluttning föreligger ett av Svenonius taget prov. I övrigt kunna inga närmare data anföras. Bergarten N om Nakerjaure är en på mörka mineral jämförelsevis rik, starkt flasrig grå syenit. Fältspaten är till stor del granulerad. Man kan dock allmänt urskilja rester av en struktur, likartad med den, som ovan beskrivits från Aurivare. Där förekomma sålunda plagioklaskärnor med avrundad rombform, fläckvis antipertitiska samt omgivna av ett bräm, som ibland kan konstateras vara en relativt kalirik pertit. Ett uppmätt korn visar: liten oregelbunden centralkärna  $Ab_{70}An_{30}$ , kärnans huvudmassa  $Ab_{80}An_{20}$  (med antipertitiska inväxningar), hölje av pertit. Bergarten har låg kvartshalt. Bland övriga beståndsdelar dominerar ett brungrönt hornblände, f. ö. finnas som vanligt magnetit, biotit, litet titanit och apatit. Syenitprovet från Ö om Nakerjaure har rödfärgad fältspat, vilket förmodligen är en sekundär företeelse.

Smärre kroppar av hithörande bergartsvarieteter uppträda inom det av Sundius (80) studerade området SV om Kiruna. Från samma trakt härstammar måhända även det syenitblock från Luossavaara, från vilket Quensel (75) meddelat analys av rombfältspaten.

En viss karakteristisk typ av plagioklas-pertit-syenit är hittills endast känd i form av moränblock. Förf. har funnit sådana ej sällsynta i stigen mellan Kalixfors och Kaalasluspa, ävensom några block Ö om Fjällåsens station. Troligen ligger bergartens utbredningsområde i närheten av Kaitumälven några mil V om järnvägslinjen. Fältspaternas byggnad framträder i denna bergart mycket tydligt på vittrad yta. Plagioklaskärnorna äro på grund av sericitisering vitfärgade, mycket tjockt tavelformiga (nästan isometriska), med en längd mestadels omkring 5 mm. Höljet, som är kvan-



P. Geijer foto. 1925.

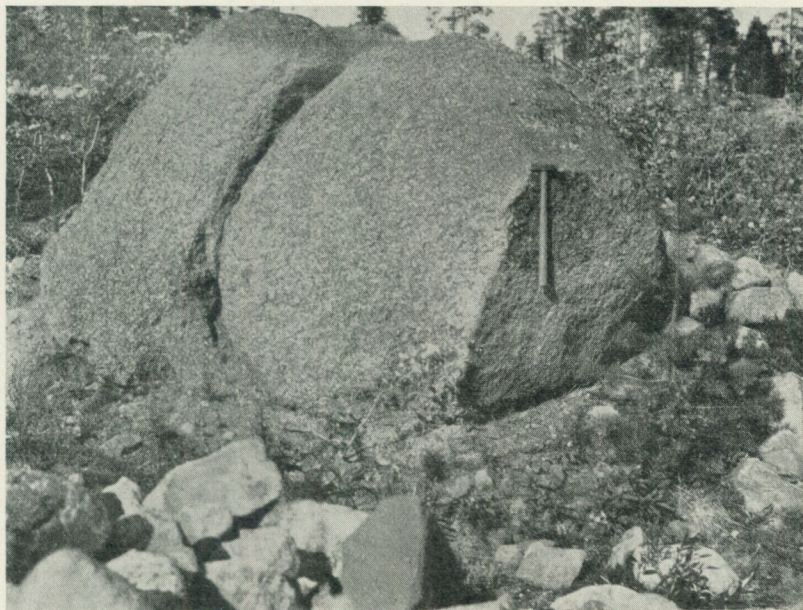
Fig. 39. Förklyftning i plagioklas-pertit-syenit, Tuolpok. [*Jointing in plagioclase-perthite-syenite, Tuolpok.*]

titativt underordnat, är starkt rödpigmenterat. Plagioklasen i kärnorna är en oligoklas (närmare bestämning har ej lyckats på grund av den intensiva sericitiseringen). Zonalstruktur kan icke urskiljas. Höljet består av en mestadels mikroklinrik pertit, vars albitkomponent gärna uppträder i åderform. Kvartskorn ligga instängda mellan fältspaterna. Också övriga komponenter — ett troligen uralitiskt hornblände, titanjärn (och magnetit?) med titanitkransar, samt apatit — uppvisa samma fördelning; apatiten kan dock även förekomma innesluten mitt i ett fältspatskorn.

Från Taljakoski i Saangijoki, c:a 14 km N om Lainio by, har Fredholm hemfört prov av en plagioklas-pertit-syenit. Pertiten i denna bergart har, liksom den vid Aurivare och Nakervare, icke eutektpertitens vanliga skäckiga utbildning utan är ytterst fin, nästan kryptopertitisk, med sirliga spolar av den ena alkalifältspaten uti den andra. I analogi med ett ovan an-

fört fall träffar man även här ett korn, i vilket ett tunt (i detta fall dock uppbrutet) skal av något kalkrikare plagioklas skiljer en rombformad kärna av pertit från ett hölje av samma slag. Man torde beträffande denna bergart kunna taga för alldeles avgjort, att pertiten ursprungligen kristalliserat såsom en homogen kali-natron-fältspat.

Från Haukurasrova (vid Haukurasjärvi, bl. Soppero), SO om Nedre Soppero, föreligger prov av en på mörka mineral rik syenit med avrundat rombformade plagioklaskärnor, omgivna av ett hölje av mikroklin. Fält-



P. Geijer foto. 1927.

Fig. 40. Grusvittring i ett block av plagioklas-pertit-syenit, Malmberget. [*Mechanical weathering of a boulder of plagioclase-perthite-syenite, Malmberget.*]

spatens byggnad erinrar närmast om Aurivaresyeniten, men den till synes fullständiga koncentrationen av all natronfältspat i kärnan innebär samtidigt en överensstämmelse med de ovan skildrade kalk-alkali-syeniterna, i vilka ej sällan mikroklinen bildar höljen kring plagioklasen, men romb-utbildning saknas.

Slutligen finnes enligt Fredholms prov ett stort massiv av brun syenit mellan Kurkkio vid Torneälven och Lainioälvens nedre lopp, vars bergart måste hänföras till denna grupp, ehuru rombform hos fältspatkärnorna icke är regel. En mycket märklig variant inom detta massiv utgör syeniten å Viikusvaara N om Junosuando kyrkoby. Medan dess fältspater äro utbildade på ett för denna grupp normalt sätt, delvis med starkt avrundad rombform hos kärnan, erbjuda de mörka mineralen det märkliga, att bland dem, jämte diopsidisk augit (delvis uralitiserad), magnetit och titanit, även förekommer hypersten. Detta är det enda fall inom hela kartområdet, där

en rombisk pyroxen påvisats uti en syenit. I detta fall har åtminstone huvudmassan av plagioklasen en sammansättning omkring  $Ab_{80}An_{20}$ .

Det här först skildrade området av plagioklas-pertit-syenit, kring norra Sjaunjalandet ävensom i viss mån även en del andra massiv av hithörande bergarter visa ytterligare några egenskaper, som förtjäna ett omnämmande.

Dessa bergarter uppvisa en synnerligen gles, storblockig förklyftning, som utan tvivel är orsaken till deras allmänna uppträdande i form av stora moränblock, vilka lätt tilldraga sig uppmärksamheten. Fig. 39 visar hållar



P. Geijer foto. 1927.

Fig. 41. Grusvittring i plagioklas-pertit-syenit (samma yta som fig. 40). [*Mechanical weathering in plagioclase-perthite-syenite (same face as fig. 40).*]

på Tuolpok med dylik förklyftning. På östra sidan av Tjakel äro förklyftningssprickorna ännu glesare. Dessa grova bergarter hava likväl ibland ett ganska gott klåv, varför block av dem exempelvis i Gällivaretrakten gärna utnyttjas till sträckstenar, trappsteg, o. dyl.

En annan påfallande egenskap är benägenheten för grusvittring. Dylik vittring förekommer även i åtskilliga andra djupbergarter inom kartområdet, såsom flerstädes i gabbro, i diorit och syenit vid Nunisvaara (Gällivare), o. s. v., och kan iakttagas både i fast håll och i block. Företeelsen är dock särskilt utpräglad i plagioklas-pertit-syeniten, men iakttages i denna framförallt i block. Ett block av dylik bergart kan fullständigt falla sönder till grus och småningom klädas av vegetation, så att det vid första påseende närmast liknar en övervuxen gammal myrstack. Andra block åter visa sig absolut oberörda av vittringen. Denna nyckfullhet med avseende på fallenheten för grusvittring har sin motsvarighet i den finska Viborgs-

rapakivin, efter vad också förf. under exkursioner haft tillfälle konstatera, ävensom i Ragundasyeniten, såsom A. G. Högbom skildrat (53, s. 100).

Det är påtagligt, att djupbergarter med skäligen olika mineralsammansättning kunna vittra på detta sätt. Högbom erinrar också i den citerade uppsatsen om exempel varierande från granit till gabbro, men framhåller samtidigt, att benägenheten synes vara störst hos syeniter. Även skillersten kan uppvisa grusvittring, såsom förf. iakttagit i närheten av Gaddbo, SO om Sala. Högbom har i Ragunda konstaterat, att grusvittringen försiggår hastigast på sydslutningar. Detsamma gäller enligt Wahl (93), även om Viborgsrapakivin. På några syenitblock på MalMBERGET, av vilka det ena återgives i fig. 40 och 41, fann förf., att den sydvästra sidan var starkast påverkad.

Det är knappast tveivelaktigt, att insolationen är huvudfaktorn i dessa fall, såsom redan antagits av Högbom och Wahl. Beträffande de egenskaper hos bergarten själv, som bestämma dess större eller mindre fallenhet för vittring av denna art, har Högbom särskilt framhållit Ragundasyenitens sammansättning av »mineralkorn med utpräglade genomgångar och i olika kristallografiska riktningar olika utvidgningskoefficient». Fråga torde emellertid vara, om icke bergartens förklyftning, bestämd väsentligen av primära spänningar, också spelar en mycket väsentlig roll. Åtminstone ligger det nära till hands att beträffande de nu avsedda plagioklas-pertit-syeniterna förmoda ett samband mellan förklyftningssprickornas gleshet och tendensen till grusvittring. Förefintligheten av ett visst klåv har visserligen, såsom redan anförts, ofta blivit konstaterat, men icke veterligen i de block, som visa benägenhet för grusvittring. För övrigt har redan Wahl för Viborgsrapakivins vidkommande betonat möjligheten, att den faktor, som gör vissa bergartspartier särskilt disponerade för dylik vittring, är förefintligheten av ursprungliga spänningar, kvarstående sedan bergartens stelnig.<sup>1</sup>

### Pertitsyenit.

Såsom pertitsyenit betecknas här sådana syenitvarieteter, vilkas fältspatuteslutande är en pertitisk alkalifältspat av eutektpertitisk typ, och som sålunda sakna de för den förra gruppen utmärkande kärnorna av ren eller i viss grad antipertitisk plagioklas. Kvantitativt sett spela sådana former icke någon större roll, vilket beror därpå, att övergången till enbart pertitfältspat vanligen åtföljes av en så pass stor stegring i kvartshalten, att bergarten i stället bör betecknas såsom kvartssyenit.

En jämförelsevis stor utbredning har pertitsyeniten på Tjakel S om Riteljaure, i anslutning till den ovan skildrade kärnfattiga plagioklas-pertitsyeniten, analys n:o 43. Bergarten består där nära nog enbart av ljusröd fältspat i nästan isometriska, omkring cm-stora korn, vilka under mikroskopet visa sig utgöras av en vacker eutektpertit. Kvartshalten är minimal. Något mera framträdande äro de femiska beståndsdelarna: magnetit, titanit, kloritiserad biotit. Även apatit förekommer. Av denna syenit har ut-

<sup>1</sup> Jfr även Eskolas nytillkomna arbeten, vilka citeras i den engelska texten s. 202.

förts en analys, n:o 44 i tabellen. Det framgår av densamma bl. a., att pertiten är sammansatt av approximativt lika mängder kalifältspat och albit (c:a  $Ab_{94}An_6$ ).

För blotta ögat liknande denna typ, om också mera kvartsförande, är den pertitsyenit, som allmänt uppträder såsom block på Ekströmsbergs malmfält och som torde anstå de jordtäckta områdena SV därom (jfr kartan, där syenitens sannolika utbredning angivits). I denna bergart är emellertid natronfältspaten delvis utbildad i form av större rutor i mikroklinen (jfr ovan s. 97 om syenit NO om Rensjön).

Flertalet förekomster av pertitsyenit äro smärre, gångartade intrusioner i gabbroida bergarter. Hit hör t. ex. den av Svenonius (88) anförda gångformiga syeniten på Puoltniemi vid Kaalasjärvi, vars pertit dock undantagsvis innehåller plagioklaskärnor. Även den syenit, som av förf. påträffats inne i Vittangis gabbromassiv, där den sannolikt utgör en yngre gång (32, s. 38), hör till de renare pertitsyeniterna. Dess plagioklaskomponent är dock relativt anortitrik ( $Ab_{85}An_{15}$ ) och dominerar över mikroklinen.

### Kvarts-pertit-syenit.

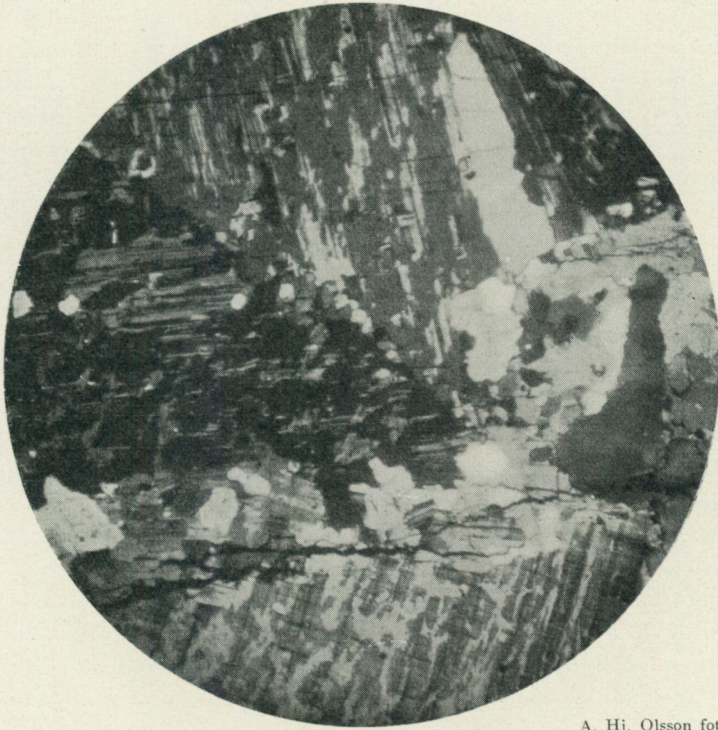
Vida vanligare än de kvartsfattiga pertitsyeniterna äro former, som utmärkas av kombinationen pertit (eutektpertit) och c:a 15 % kvarts samt < 10 % femiska beståndsdelar. Åt ena sidan övergå dessa bergarter i plagioklas-pertit-syenit, eller undantagsvis i enbart pertitförande syenit, åt den andra i granitiska former med samma fältspat.

Hithörande bergarter hava, liksom de pertitrika syeniterna över huvud taget, sin största utbredning inom kartområdets västligare delar. De största massorna upptaga lågfjällskomplexen Sjaunjatuottar samt trakten kring Lävasjokks mellersta och nedre lopp.

Uti Sjaunjatuottar är kvarts-pertit-syeniten den enda hittills iakttagna bergarten, utom i det yttersta nordvästra hörnet, där en plagioklas-pertit-syenit uppträder. Den nordöstligaste delen av lågfjällskomplexen är emellertid ej ännu rekognoscerad. Bergarten återfinnes även i det sydöstliga »förberget» Muorjeäive (Muorjevare, bl. Luleträsk). Den har tjockt tavelformiga, vanligen knappt cm-stora fältspater av rödlätt, ljusbrun, eller ibland ljusgrå färg, kvarts i något växlande mängd, samt en obetydlig halt av mörka mineral. På vittrad yta är färgen gråvit eller ljust gråviollett. Bergarten är i regel mycket fast och hård. Den visar, särskilt vackert i Sjaunjatuottars östra delar, en synnerligen utpräglad förklyftning med tre mot varandra approximativt vinkelräta spricksystem, av vilka det ena är ett flackt mot Ö stupande »bottenslag». Dessa spricksystem uppdelar syeniten uti vackra långsträckta block, t. ex. med måtten ungefär  $0.5 \times 0.5 \times 3.0$  m. Medan dessa block i allmänhet äro särdeles skarpkantade, finner man av och till i samma bergart fullt utpräglade fall av grusvittring.

Den mikroskopiska undersökningen visar, att fältspaten är en typisk eutektpertit (fig. 42). Mikroklinkomponentens gitterstruktur är ofta knap-

past skönjbar ens vid starka förstoringar. Dylikt har iakttagits även i några av de förut skildrade pertitförande syeniterna, men synes uti den nu ifrågasvarande bergarten uppträda mera allmänt. Pertiten är ofta utbildad i form av enkla Manebachtvillingar; undantagsvis ses tvillingbildning efter Bavenolagen. I en relativt kvartsfattig varietet från SO om Ketjäive (= topp



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 42. Fältspater i kvarts-pertit-syenit, Sjaunjatuottar, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . [*Feldspar in quartz-perthite-syenite, Sjaunjatuottar, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ .*]

719) ingå natronrika plagioklaskärnor undantagsvis i fältspaterna (jfr även nedan).

Kvartshalten håller sig i allmänhet omkring 15 %, såsom i det analyserade provet (jfr nedan). Den kan emellertid växla betydligt. I den nyss anförda varieteten med plagioklaskärnor är den knappt 10 %, bergarten kommer sålunda mycket nära plagioklas-pertit-syeniten analys n:o 43. Å andra sidan finnas på flera ställen former med en fullt granitisk kvartshalt, nämligen över 20 %. Det har i allmänhet icke visat sig möjligt att finna några bestämda gränser mellan former med olika kvartshalt. På Juovattjåtko (= topp 857) ligga dock partier av en jämförelsevis kvartsfattig form, med enstaka plagioklaskärnor, omgivna av en granitartad varietet. Ehuru själva gränsen icke kunnat fixeras, synes det troligast, att den förstnämnda typen här bildar bestämt begränsade brottstycken.

De femiska beståndsdelarna äro i huvudsak desamma uti de olika undersökta varieteterna. Hornblände träffas i alla proven. Vanligen visar det följande absorptionsfärger:  $\alpha$  ljus grön,  $\beta$  grön,  $\gamma$  blåaktigt grön, med  $\gamma = \beta > \alpha$ . Uti det analyserade provet (jfr nedan) är amfibolens färg kraftigare och  $\gamma$  har en mera utpräglad blå ton. I detta fall föreligger utan tvivel en natronhaltig och järnrik form, och troligast är, att även den mera ordinära amfibolens sammansättning tenderar åt samma håll. I ett kvartsrikt prov finnas kärnor av diopsidisk augit i amfibolerna. Små mängder av biotit förekomma regelbundet. Magnetit eller titanjärn ses alltid, oftast med en krans av titanitkorn. Ibland uppträder titanit även såsom självständiga kristaller med god idiomorfi. Litet apatit förekommer också, och undantagsvis svavelkis. Kvarts-pertit-syeniten på Sjaunjatuottar representeras av n:o 45 i analystabellen, provet är från nordligaste delen av Ketjåive (topp 719).

Detta är den enda hittills analyserade bergart från vårt kartområde, uti vilken akmitmolekylen framträder i normen. Halten är dock synnerligen obetydlig. Det skulle endast krävs ytterligare 0.12 %  $Al_2O_3$  för att föra hela natronhalten till albit och sålunda fullständigt utesluta akmiten. Emellertid visa amfibolens optiska egenskaper alldeles bestämt på en kombination av järn- och natronhalter, högre än annars är vanligt hos hornblände uti områdets syeniter, varför den tendens, som betecknas av akmitmolekylen framträdande i normen, utan tvivel förefinnes hos bergarten i fråga. Såsom i det följande skall anföras, kunna dylika alkali-järn-amfiboler uppträda även uti de till denna serie hörande graniterna.

Sjaunjatuottarmassivets gränsfacies finnes blottad på berget Muorjeåive, c:a 5 km NV om Mälkojaure. Den är porfyrisk, med gråvioletta, något avrundade fältspater om mestadels 3—5 mm längd i en ljus gråbrun, finkornigare grundmassa. Under mikroskopet finner man, att mineralsällskapet är detsamma som i den grövre kvarts-pertit-syeniten. De porfyriska fältspaterna äro sålunda eutektpertitiska. Grundmassans struktur är utan tvivel delvis sekundär, men det är här, liksom i den mycket närstående bergarten från Gällivare malmfält (jfr nedan), ändå klart, att redan primärt en skillnad förelegat mellan strökornen å ena sidan och en finkornigare grundmassa å den andra.

Det andra stora massivet av kvarts-pertit-syenit, omkring Lävasjokk, är huvudsakligen känt genom Gavelins rekognoscering (20). Förf. har i fält endast studerat blockmaterial därifrån i trakten av Rensjön. Tydligt är, att bergartens karaktär är väsentligen densamma som på Sjaunjatuottar. Jämte en blekröd kvartssyenit förekomma även här undantagsvis former med enstaka plagioklaskärnor.

I övrigt äro kvarts-pertit-syeniter icke vanliga. De små, porfyriskt struerade intrusionerna inom Gällivare malmfält hava nyligen skildrats av förf. (44; jfr även A. G. Högbom, 54). En av Högbom publicerad analys är här upptagen såsom n:o 46.

### Pertitgranit.

Redan har anförts, att kvarts-pertit-syenitens kvartshalt kan uppgå till sådana belopp, att bergarten närmast är att beteckna såsom granit. Huvudmassan av kartområdet pertitgranit synes dock uppträda i form av självständiga massiv, i vilka kvartssyenitiska varianter ej äro vanliga. Den första skildringen av denna granittyp härrör från Holmquist (51, s. 113), som under sina studier över svenska graniter påträffade densamma i prov från trakten av Saivorova. Senare har massivet vid Masugnsbyn beskrivits av förf. (43).

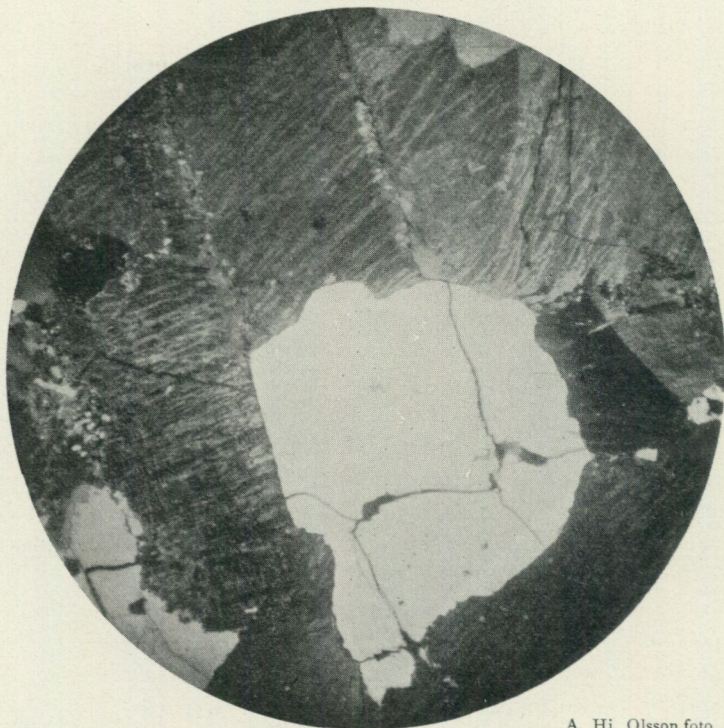
Pertitgranitens vanliga utseende är följande. Den består huvudsakligen av mycket tjockt tavelformiga, blekröda (ofta matta) fältspater, vanligen 2—5 mm i längd, samt kvarts. Mörka mineral uppträda endast i ringa mängd, vanligen med 3—5 %, och kunna nästan fullständigt saknas. Ibland kan man identifiera små prismor av svart hornblände. Denna karakteristik gäller massiven Rakisvaara (Raggisvaara)—Stuoratjåkko, Tjärro—Harrikiveliö, Saivorova—Passeåive, Tjärroketje, ett litet massiv NV om Sjaun-jatuottar och ett annat på Njetsakiskåbbå V om Dundret, samt slutligen Masugnsbyn, den östligaste utposten för denna grupp i typisk utbildning.

Fältspaten är en typisk eutektpertit av albit och mikroklin, vilken senare vanligen visar en ytterligt fin gitterstruktur. Albiten har i Masugnsbygraniten bestämts till  $Ab_{68}An_2$ . Enkel tvillingbildning efter Manebachlagen förekommer mycket ofta i pertiten. Mera sällan är Bavenolagen representerad. I några få fall påträffar man plagioklaskärnor uti pertitkornen. I Masugnsbygraniten äro dessa omvandlade och synas vara albitiska, men i en gränsform av pertitgranit, från västra sidan av Tuolpok, finnas kärnor med ända till c:a 18 % An.

De mörka mineralen äro hornblände, biotit, malmmineral, titanit, undantagsvis pyroxen. Apatithalten plägar vara mycket obetydlig. Hornbländet, som är minst lika vanligt som biotiten, är av samma slag som i kvarts-pertit-syeniten (jfr ovan, s. 104). Ibland är dess egenart ännu mera prononcerad än i denna bergart, så att färgen  $\parallel \gamma$  är nästan bläckblå. Pyroxen har blott iakttagits uti ett enda prov, från den nyssnämnda gränsformen, som mycket sparsamt innehåller en i slipprov blekgrön dylik med stor utsläkningsvinkel, stor optisk axelvinkel och positiv optisk karaktär. I samma slipprov är titaniten delvis starkt rödgul till färgen och har lägre dubbelbrytning än normalt, endast omkring 0.035. Egenomlig är likheten med en pyroxenförande granit från Gällivare malmfält, som har en delvis enkelbrytande, förmodligen metamikt titanit (44, s. 50). Denna granit hör emellertid till Linagruppen, vilket gör överensstämmelsen så mycket märkligare. Likhetera med kvartssyeniten i Luongastunturi hava redan påpekats.

Strukturellt karakteriseras pertitgraniten i allmänhet av fältspaternas förut omnämnda form samt kvartsens egenartade uppträdande. Kvartsen är utbildad uti nära nog isometriska korn, som uppträda på gränserna mel-

lan fältspaterna, mot vilka de sålunda visa en viss tendens till självständig begränsning. Icke sällan uppvisa de därvid de hos strökornsartat uppträdande kvarts vanliga »korrosionsbukterna». Uti kvartsens strukturella roll visar pertitgraniten, såsom Holmquist redan påpekat i sin beskrivning av bergarten från Saivorova (51), en påtaglig likhet med rapakivgraniterna. Genom förekomsten av de nämnda inbuktningarna blir likheten med en typisk strökornsutbildning snarast ännu större än i dessa senare. Undantagsvis kan man dock finna, att gränsen mellan fältspaten och kvartsen be-



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 43. Pertitgranit, Tjärroketje (SSV om Fjällåsen), mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . Pertitfältspat och kvarts. [*Perthite granite, Tjärroketje (SSW of Fjällåsen), microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ . Perthite feldspar, and quartz.*]

stämmer av en yta på den förstnämnda (åtminstone i regel M), och det föreligger t. o. m. ett prov från Passeåive, sålunda från samma massiv som Holmquists prov, där detta förekommer ganska allmänt, under det att övriga prov från detta massiv visa den för pertitgranitens vanliga utbildning av kvartsen.

Ett typiskt prov av pertitgranit, från Masugnsbyn, representeras av n:o 47 i analys Tabellen.

En i vissa avseenden avvikande typ utmärker granitmassivet vid Sjisjkavare (Tjiska). Från detta finnas några av Gavelin hemförda prov, alla från massivets norra del. Av två mikroskopiskt granskade prov visar det

ena en ordinär pertitgranit. I det andra åter finnes visserligen också pertit, delvis t. o. m. kring plagioklaskärnor, men en del av den är myrmekipertitiskt struerad och huvudmassan av fältspaten är dels en blott obetydligt pertitisk mikroklin, dels fri plagioklas (c:a  $Ab_{93}An_7$ ). Kvartsen är alldeles inklämd mellan fältspaterna. I viss mån olika den typiska pertitgraniten är också bergarten vid Peräjävaara i Pajala.

Ibland synes pertitgraniten ända fram till gränsen mot äldre bergarter bibehålla sin normala strukturella utbildning. Detta gäller åtminstone området S om Saivorova, där hållar och lokalmorän giva goda upplysningar angående gränzonens karaktär. Masugnsbymassivet däremot visar, åtminstone på långa sträckor, en utpräglad porfyrisk gränfacies, vars grundmassa delvis har en alldeles tydligt granofyrisk struktur (43). Till de kemiska karaktärerna hos denna gränzon återkomma vi nedan.

Till pertitgranitens porfyriska gränsbildningar får man sannolikt även hänföra en egenartad komplex av bergarter, som är blottad i ett hållfält på västra sidan av Tuolpok, c:a 2.5 km SO om Nujaure (Nojaure). Den vanligaste bergarten därstädes har en mycket finkornig, gråviolett till rödlätt grundmassa samt röda fältspatsströkorn och blåaktiga kvartskorn. Ibland uppnå de förra omkring 4 mm i storlek och kvartskornen 1—2 mm, oftast äro dock båda slagen vida mindre. Fältspatsströkornen bestå av den vanliga eutektpertiten, och tvillingbildningar efter Manebach- och Bavenolagarna uppträda även här. Kvartsströkornen äro dihexaedriska med typiska korrosionshål. Grundmassan, av samma mineral, har en enkel granofyrstruktur. I denna porfyr finnes ordinärt grov pertitgranit dels i större partier, dels i vagt begränsade, snarast slirartade gångar.<sup>1</sup> Å andra sidan synes övergång föreligga även till en porfyr med större och grövre struerade pertitströkorn, inga strökorn av kvarts, och en grundmassa, som enklast kan karakteriseras som en annars normal pertitgranit men med en kornstorlek, som knappt uppgår till en femtedel av den vanliga. Denna komplex av olika struerade bergarter med pertitgranitens mineralsammansättning torde utgöra en gränsbildning av någon kropp av dylik granit eller också en mindre, alltigenom snabbare stelnad intrusion av samma magma. Uti den vanligaste, granofyriska porfyrtypen förekomma några inneslutningar av tät grönsten ävensom en, ett par dm stor, av Tuolpoks plagioklas-pertitsyenit.

De granofyriska gångarna på Kirunavaara (22), som bestå av eutekt-pertit och kvarts —  $SiO_2$ -halten är omkring 76 % — kunna också tänkas tillhöra pertitgraniten, men de hava även analogier inom porfyr-leptitformationen.

I den nyligen publicerade skildringen av Masugnsbyfälten (43) ägnades åtskillig uppmärksamhet åt de märkliga natronrika bergarter, som där på en lång sträcka uppträda såsom randzon på pertitgranitmassivet. Det framhölls, att det i somliga fall — nämligen när det endast föreligger en rela-

<sup>1</sup> Härifrån är en ovan anförd observation å plagioklaskärnor i granitens pertitfältspat ävensom pyroxen och titanit med låg dubbelbrytning.

tivt smal, genom sin porfyriska utbildning även strukturellt avvikande, albitrikare zon — förefaller rimligast att tolka denna randbildning såsom en differentiation i egentlig mening. Å andra sidan befanns en bred, normalt granitiskt struerad randzon, vars fältspat är praktiskt taget ren albit (jfr analys n:o 48; normen ger fältspatsförhållandet  $Or_{0.9}Ab_{99.1}An_0$ ), giva starka skäl för antagandet, att den fått sin nuvarande karaktär genom en i närmaste anslutning till bergartens kristallisation försiggående albitisering av eutektperititen. Såsom skäl härför anfördes framförallt följande. Den ifrågavarande granitens albit visar en inhomogenitet i albitlamellerings karaktär, varvid de särskilt fint lamellerade partierna uppträda i alldeles sådan fördelning som mikroklinen uti eutektperititen. Detta drag låter givetvis misstänka, att albiten i de ifrågavarande partierna är sekundär efter mikroklin. Vidare är det anmärkningsvärt, att albiten visar Manebachtvillingar på samma sätt som perititgranitens eutektperitit. Då en tendens till dylik tvillingbildning svårigen kan tänkas vara oberoende av alkalifältspatens sammansättning, ger den en ny anledning att antaga, det fältspaten ursprungligen kristalliserat såsom peritit (43). Flera författare (Sundius, 82, James, 60) hava till förklaring av natrongranitiska randzoner antagit en differentiation i flytande fas. För den nu avsedda delens av Masugnsbygraniten vidkommande synes en dylik av anförda skäl icke sannolik, men det måste också erkännas, att den av förf. anförda tolkningen endast preciserar problemet utan att dock giva någon slutlig förklaring.

Natrongranit synes även annorstädes inom vårt kartområde uppträda såsom randbildning kring perititgranitmassiv. Sålunda föreligger ett prov, taget av Hummel 1875, av en granitboll uti Vakkosandstenens konglomerat vid Pokitinjärvi, vilket består av en albitgranit med perititgranitens vanliga struktur. Troligen härstammar denna boll från något av de nordligaste massiven (Tjärro—Harrikiveliö?).

Pegmatitgångar synas blott helt undantagsvis åtfölja perititgraniten. Endast vid Masugnsbyn hava några sådana träffats, vilka förmodas stå i samband med denna granit, men även beträffande dessa är slutsatsen osäker (43).

### **Porfyr- och grönstengångar uti de äldre djupbergarterna.**

I några fall genomsätts de perititförande djupbergarterna av gångar av porfyr eller grönsten. Sålunda fann Gavelin (20, jfr även 21) i trakten av Tärdatjärkko (Tärvatjärkko) dels en bred gång av gråbrun porfyr, dels ett yngre system av mörkare gångar. Porfyren i fråga är kvartssyenitisk, med perititströkorn och en enkelt granofyrstruerad grundmassa, mycket lik den ovan (s. 107) från Tuolpok anförda porfyrens. En av de mörka gångarna har vid mikroskopisk undersökning visat sig föra strökorn av oligoklas i en grundmassa av natronrik plagioklas i variolitiska kärvar, mikroklin, kvarts, biotit och epidot (de båda sistnämnda sekundära), titanit (leukoxen), magnetit, apatit; halten av femiska beståndsdelar är hög. En

annan gång, med grövre struktur, befanns bestå av skapolit, hornblände och något mikroklin.

Smala gångar av en svartgrå bergart med tunt tavelformiga vita fältspatströkorn genomsätta pertitsyeniten på Tjakel och den med denna sammanhängande plagioklas-pertit-syeniten närmast i Ö. Gångarna gå i riktning N—S.

Medan den först anförda gången torde vara på det närmaste förbunden med kvarts-pertit-syeniten, kunna de mörka gångarna mycket väl utgöra ett väsentligt yngre led i berggrunden. Måhända äro till en dylik grupp att hänföra även de jämförelsevis raka och ihållande grönstensgångar, som Gavelin (20) funnit på Kaittasvare och Vietanåive, V om den översta delen av Torneälvens sjökedja. Jfr även s. 119.

## Vakkoformationen.

Denna beteckning har av förf. införts (42) för att sammanfatta »Hauki-komplexens övre avdelning» och »Vakkojärvikomplexen» samt övriga med dem ekvivalenta suprakrustala bildningar. Beträffande grunderna för identifieringen av de båda anförda sedimentkomplexerna ävensom deras stratigrafiska ställning hänvisas till den nyss citerade uppsatsen (42) samt kapitlet om den stratigrafiska indelningen (ovan s. 16).

Vakkoformationen bildar nu bälten av relativt ringa utsträckning, spridda över kartområdets västligare delar. I de flesta fall äro dessa förekomster på ena sidan begränsade av dislokationslinjer. Troligt är, att de utgöra rester av en fordom av ej fullständigt sammanhängande, så dock åtminstone vida utbredd formation.

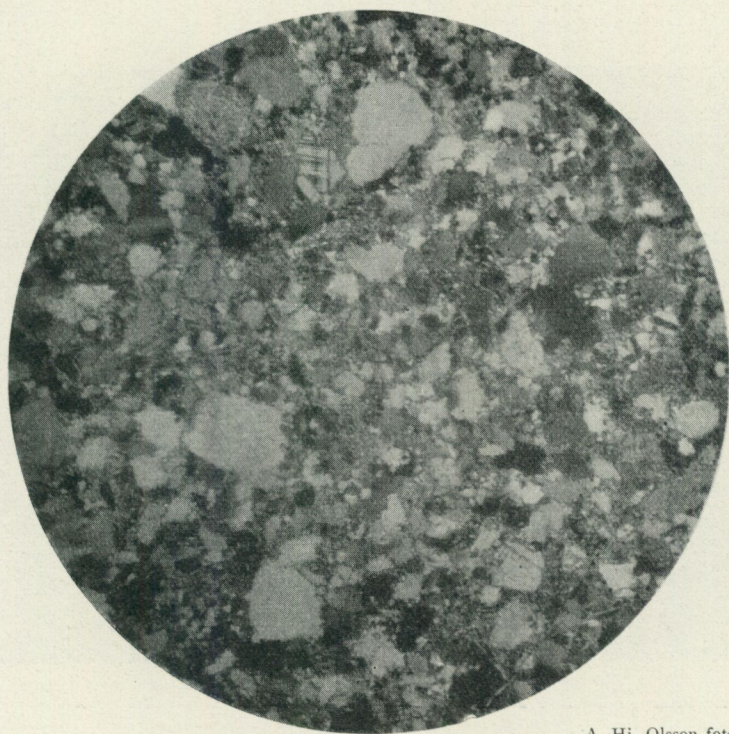
Sin största areala utbredning har Vakkoformationen inom Kirunaområdet och trakterna N därom. Man kan här urskilja tre bälten, av vilka det sydligaste, som sträcker sig från S om Kiruna mot NNO till Kurravaara-berget, lämpligen kan betecknas såsom Haukivaarazonen, efter de upplysande blottningarna på detta berg, medan de båda divergerande bältena N om Kurravaara by benämnts Vakkojärvizonen (i V) och Kovoazonen.

Haukivaarazonen (65 a, 66, kartan i 22) vilar delvis med en primär sedimentationskontakt på äldre bergarter i V, nämligen Kirunatraktens malmförande porfyryer, etc., tillhörande porfyr-leptit-formationen. Inom zonen sydligare delar synas dock förskjutningar hava förekommit utefter kontakten. Zonens östra gräns är en dislokationslinje, förmodligen ett brant mot Ö (och SO) stupande överskjutningsplan, som skiljer densamma från porfyr-leptit-formationen i öster (80, s. 13). Lagren stupa över allt måttligt brant mot Ö, resp. SO eller S, alltefter hur långt mot NO uti zonen, som läget är. Vinkeldiskordansen mot underliggande bergarter är föga betydande.

Inom zonen mellersta och nordligare delar, där lagerföljden är fullständigt bevarad, finner man en uppbyggnad utav tre etager: bottenbildningar (konglomerat och gråvacka), fyllit och kvartsitsandsten (med konglomeratbäddar).

Bottenkonglomeratets material härrör från olika led uti den underliggande porfyrkomplexen, i synnerhet den kvartsförande porfyren. Särskilt intresse väcker emellertid den allmänna förekomsten av bollar av blodstensmalm inom detta bottenkonglomerat. Efter Zenzéns undersökningar lider

det näppeligen något tvivel, att dessa bollar icke blott härröra från de närmast underliggande Haukiblodstenarna, utan också, och kanske huvudsakligen, från Luossavaaramalmen. Denna torde sålunda vid tidpunkten för konglomeratets avlagrande hava varit blottad och ytvittrad till martitisk blodsten. En geologisk miljö motsvarande den, som förelegat före Vakko-transgressionen, kan man finna i sådana trakter, där fyndigheter analoga med Kirunamalmerna exponerats och vittrat under ett torrt klimat. Sålun-



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 44. Kvartsitsandsten, Haukivaara vid Kiruna, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . [Quartzitic sandstone, Haukivaara at Kiruna, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ .]

da har förf. uti provinsen Atacama i Chile sett vida spridda rullblockavlagringar av martitmalm omkring malmkroppar av partiellt martitiserad svartmalm. Ett annat nutida jämförligt exempel är Cerro Mercado vid Durango i Mexico (76), medan Iron Mountain i Missouri visat en motsvarande situation vid tiden för den kambriska transgressionen (II, 27).

Haukivaarazonens fyllit är grå till grågrön, ibland färgbändad, och har en starkt utpräglad sekundär skiffrihet. Ovanpå densamma, utan något mellanlagrande konglomerat, följer kvartsitsandstenen. Denna är vanligen ljusgrå till färgen, med små gulröda prickar av vittrade fältspatkorn, bandad och ibland med malmkornrika skikt (svartsand), vilka kunna visa diskordant anordning. Dess klastiska struktur är åtminstone under mikro-

skopet fullt tydlig (fig. 44). Ibland förekommer rätt stark förskiffring. Konglomeratbäddar uppträda huvudsakligen inom två bälten, det ena beläget på kort avstånd över kvartsitsandstenens botten, det andra närmare bergartens östra (resp. sydöstra) gräns. Bland bollarna dominerar den kvartsförande porfyren, men även annat material ingår, bl. a. ej obetydligt av fyllit.

Det är icke blott zonens östra (sydöstra) gräns och en del av dess kontakt mot underliggande bergarter, som utgjort dislokationsplan, även inne uti zonen finnas några sådana av betydelse. Genom Zenzéns detaljkar-

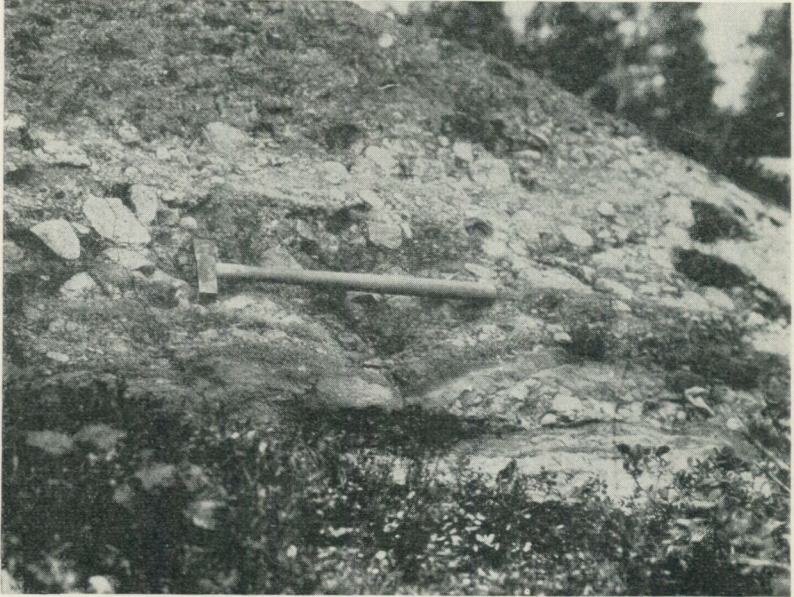


Fig. 45. Granitkonglomerat i Vakköjärvisonen. Det kalkhaltiga cementet delvis bortvittrat (ur 42). [*Granite conglomerate in the Vakköjärvi zone. The calcitic cement is partly removed by weathering. (From 42).*]

teringar har deras förlopp delvis blivit mycket väl belyst. Mest påfallande är den linje, som utgör »Porfyrbergets» nordvästra sida och vidare går mot NO till Haukijärvi. Uti en på denna linje utskulpterad ravin ser man i östra väggen ett porfyirkonglomerat, som är ytterligt starkt utvalsat och därjämte korrugerat. Stupningen är måttligt brant mot Ö. Här måste tydligen föreligga en överskjutning mot väster, sannolikt nära parallell med lagerställningen.

Uti Vakköjärvisonen (42; jfr ovan fig. 7, s. 18) är underlaget granit (bergarten beskriven ovan s. 93). Här kunna endast två etager urskiljas, nämligen bottenbildningar och fyllit. Stupningen är mycket brant östlig. Graniten nära gränsen är ganska starkt omvandlad, i det att dess plagioklas är sericitiserad samt kalkspat och ett järnhaltigt karbonat uppträda. Sedimenten börja med en arkos eller fältspatsförande sandsten, som tyd-

ligt kan identifieras såsom hopläkt granitgrus, med lager av konglomerat med mycket väl rundade bollar, huvudsakligen av underliggande granit men ibland av kvartsig järnmalm och av grönsten (fig. 45 och 46). Både i de finkornigare lagren och i konglomeratet kan en hög kalkspatshalt uppträda. Mellan dessa bottenbildningar och fyllitetagen ligger inom en del av zonen en gråviolett, kalkig sandsten. Fylliten är likartad med Haukivaarazonens, men delvis med grövre, sandstensartade lager. Inlagringar av dolomit eller kalksten förekomma. Bäddar av uralitdiabas eller mjuka grönskiffer uppträda flerstädes i lagerserien, ibland åtföljda av leukodiabas i betydande



Fig. 46. Granitkonglomerat i Vakköjärviszonen (samma håll som fig. 45). (Ur 42). [*Granite conglomerate in the Vakköjärvi zone (same outcrop as fig. 45). (From 42).*]

skala (42). Mot Ö begränsas zonen troligen av en förkastning (42, och ovan s. 50 och 58).

Kovozonen har en botten av samma slags granit som Vakköjärviszonen och börjar i huvudsak likartat med denna, nämligen med en fältspatsrik klastisk kvartsit med kvartsbollar och granitbollar. Fyllitetagen är utbildad på alldeles samma sätt som i den förra zonen, och grönstenar uppträda liksom där. Ovanpå fylliten följer emellertid här en kvartsitsandsten, som otvivelaktigt ekvivalerar Haukivaarazonens; först SO om denna etage torde en begränsande dislokation uppträda (42, och ovan fig. 7, sid. 18). Den nordöstligaste delen av Kovozonen är å kartan inlagd huvudsakligen efter Fredholms observationer.

En annan betydande zon av Vakköformationens bergarter är den, som Ö om Sautusjärvi går fram från Paurankivaara (bl. Vittangi) i S över Rautusakara till Mattavaara i N. Formationen är här representerad enbart av

kvartsitsandstenen, vars utbildning är i huvudsak densamma som i Haukivaarazonen. Pauraukivaara har rekognoscerats av Gavelin (20). Det framgår av hans prov, att kvartsitsandstenens material delvis är hämtat från de närmast underliggande porfyrbearterna. Huvudmassan — kvarts-kornen, vanligen ett par tiondels mm stora — måste dock härstamma från annat håll, då kvarts av dylika dimensioner fullständigt saknas uti den omgivande traktens porfyrer.<sup>1</sup> Ett slipprov av ordinär bergart, med den även i Haukivaarazonen vanliga blandningen av kvartskorn (mestadels < 0.5 mm) och matt blekröd fältspatssubstans, visar utom kvartsen bitar av fältspat (både mikroklin och albit) samt något sericitiserade korn av fin-kristallin porfygrundmassa; även finnes litet malmkorn och sällsynt turmalin. Ett annat prov, av en glasig kvartsit, består övervägande av relativt jämnstora kvartskorn (omkring 0.5 mm), därjämte föga mindre albitkorn och en ringa mängd av finkorniga porfyrbearter. Enstaka porfyrbollar förekomma uti kvartsitsandstenen, men några egentliga konglomerat äro ej iaktagna.

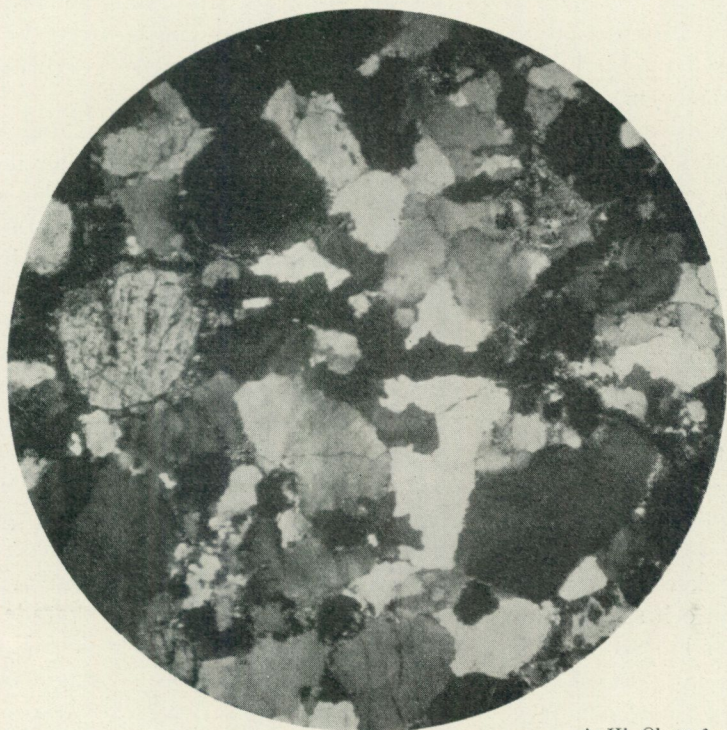
Att döma av Gavelins iakttagelser fortsätter kvartsitsandstenen från Paurankivaara med c:a 3 km bredd norrut ut i det lågland, som skiljer detta berg från det vida högre Rautusakara. En del av sistnämnda berg har granskats av förf. Troligen består hela Rautusakara av kvartsitsandsten. Blottningar äro ej särdeles talrika, men några stora sammanhängande hållfält hava påträffats. Bergarten består av omkring halvmillimeterstora kvartskorn samt de vanliga mindre fältspatskornen (fig. 47). De senare, som äro skäligen underordnade, befunnos i ett mikroskopiskt undersökt prov vara dels mikroklinkorn, dels små porfyrfragment. Tunna skikt av svartsand förekomma.

Rautusakaras byggnad är mycket påfallande. Med sina 639 m ö. h. dominerar det hela landet kring Torne och Vittangi älvar mellan Sautusjärvi och Vittangi. Det är utsträckt i riktning SO—NV, med ett brant stup mot NO men flackare sluttning mot SV. Tydligt sammanhänger denna form med bergartens lagerställning, som stryker N 55° V och stupar 65° SV. Sluttningen mot SV ansluter sig sålunda till stupningen, om den också är mycket flackare än denna. Branten mot NO åter kan med stor sannolikhet antagas vara en förkastning. Nedanför densamma framgår en markerad, källrik myrdal, som mot NV sluttar mot sjön Rautujärvi, vilken enligt uppgifter av fiskare skall vara anmärkningsvärt djup. Från Rautujärvi går en markerad dal norrut till Vittangiälven.

Mellan Rautusakaras norra fot och Vittangiälven äro inga blottningar av kvartsitsandsten iaktagna. Fredholms observation å »hällefinta» på Sattavaara har redan diskuterats (s. 61). Vid forsen Romupuolinen uti Vittangiälven börjar emellertid ett nytt fält av kvartsitsandsten, som sträcker sig därifrån mot N och NO över de sydöstra höjderna uti komplexet Maattavaara, Ö om Sekkujokis nedersta lopp. Här finnas vidsträckta

<sup>1</sup> Detsamma gäller Haukivaarazonen, vars kvartskorn troligen härstamma från graniterrängerna.

blottningar, särskilt i den glacifluviala dalen Maattakursu (jfr om denna 57). Fältets utsträckning mot NO är obekant, ty iakttagelser saknas inom ett nära milsbrett bälte i riktning mot Nedre Soppero. Bergarten visar i allmänhet inga större avvikelser från de närmast ovan skildrade typerna. Emellertid uppträda här några verkliga konglomeratbäddar, vilket icke vederligen är fallet på Paurankivaara eller Rautusakara. Bollarna äro vanligen endast några cm stora och dåligt rundade, samt bestå huvudsakligen av porfyrer. Även några finkorniga granitliknande bollar förekomma dock,



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 47. Kvartsitsandsten, Rautusakara, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 16$ . [*Quartzitic sandstone, Rautusakara, microphoto., nic. crossed,  $\times 16$ .*]

samt ej sällan sådana av röd järnkisel. Grundmassan består av en fin-klastisk massa av liknande material, jämte de vanliga större kvartskornen. En riklig nybildning av epidot jämte något järnglans har försiggått i konglomeratet och ställvis även uti den bollfria kvartsitsandstenen. Längst mot N, troligen i lagerseriens understa delar, uppträda inlagringar av en grå, fyllitartad bergart uti kvartsitsandstenen. Strykningen uti Maattavaara är mot ONO eller (i norr) VNV, med en måttligt brant eller ibland flack ( $35^\circ$ ) stupning mot sydliga väderstreck.

Sannolikt utan direkt sammanhang med Maattavaaras kvartsitsandsten är förekomsten av kvartsit vid Nalmoinen, c:a en mil nordligare. Enligt Fredholms iakttagelser (17 g) finnes där ett knappast kilometerbrett bälte

av vit kvartsit mellan en gnejsig finkornig granit i NV och Nalmoinsens gabbrodiabas i SO. Kvartsiten saknar tydliga klastiska drag och innehåller mycket albit. Troligen fortsätter detta bälte flera mil mot NO. Tjiurobergens sydöstra brant, nedanför vilken kvartsiten uppträder, bildar nämligen en milslång linje med rakt förlopp mot NO, och ytterligare en mil i samma riktning, i Nummavaara vid Lainio älv (utanför den geologiska kartans område) anstår enligt Fredholms prov en liknande granit. Ännu en mil i samma riktning, och man träffar, efter att hava passerat ett vidsträckt myrland, vid Palovaaras södra fot, V om Sämäräinen (jfr bl. Soppero), åter fortsättningen av samma markerade topografiska linje, och just där har Lind (jfr 17 g) funnit en sericitskiffrig, grovklastisk vit kvartsitsandsten.

Det är osäkert, huruvida kvartsiten avlagrats på den i NV angränsande granitytan. Onekligen har dock zonen i fråga väsentliga likheter med Kozozonen: en rak front av granitberg, och Vakkosediment på deras nedre sluttning. Det är likväl även möjligt, att Nalmoinsenzonen representerar en genom förkastningar insänkt, måhända ej fullt kontinuerlig ribba.

Vända vi oss i stället söderut från Paurankivaara, så finna vi där, att kvartsitsandstenen är tydligt instängd i S genom ett flertal observationer på porfyrbegarter (Gavelin, 20). Först halvannan mil mot SV, på Saurusvaara (bl. Vittangi) SV om Mertainen, återfinnes den (92). Bergarten för även där albit och något turmalin, men är, i motsats till Paurankivaaras tydligt klastiska kvartsitsandsten, fullständigt kristallin. Trakten är mycket jordtäckt, så att inga upplysningar kunnat vinnas rörande kvartsitens förhållande till omgivande bergarter. Block på Hopukka (bl. Vittangi), omkring 4 km SO om Saurusvaara (92), markera sannolikt en annan förekomst av hithörande kvartsit. Denna bergart, som är rik på mikroklin och små muskovitfjäll, har tydligt klastiska drag bevarade.

Ett par km sydligare, mellan Tansarijärvi och Naustonkoski i Kalix älv (bl. Vittangi), har en finskiffrig fyllit iakttagits, ävensom grågul tät dolomit (20). Måhända är detta en nedveckad skiva av Vakkoformationen. På grund av bergartens ringa utbredning har förekomsten icke angivits på kartan. Ungefär över Tansarijärvi framgår i S—N en zon av stark tillkladdning i porfyerna. Vid Mertaseno SO om Mertainen representeras denna zon, enligt ett av Tenow taget prov, av en mycket starkt pressad porfyrbegart, som i hög grad liknar porfyirkonglomeraten i Haukivaara. Det är dock tvivelaktigt, om den verkligen är en klastisk bergart.

C:a 25 km SSV om Saurusvaara och Hopukka ligger kvartsitberget Hippainen. Ovan s. 21 har redan redogjorts för de skäl, som göra det sannolikt, att denna kvartsitförekomst representerar en av Linagraniten metamorfoserad Vakkosandsten. På grund av den avgörande stratigrafiska betydelse, som sålunda tillmätas denna förut föga uppmärksammade lokal<sup>1</sup> torde emellertid en utförligare beskrivning vara önskvärd. De närmaste

<sup>1</sup> Några av Hummel och Svenonius tagna stuffer samt ett par rader anteckningar av den först nämnde (52) representera allt tidigare iakttagelsematerial rörande Hippainens geologi.

iakttaga blottningarna av Linagranit ligga c:a 3 km V om kvartsithällarna. Bergarten är där fullständigt typisk (jfr om Linagraniten s. 121), ganska starkt gnejsig med strykning approx. S—N och vertikal stupning. De norra och västra delarna av Hippainen äro flattoppade och björkskogsbevuxna. Under den nödvändigtvis ofullständiga granskningen av dessa delar av berget påträffade förf. ingen håll. Uti det polymikta moränmaterialiet sågos dock två block av vit kvartsit, varför bergarten i fråga torde anstå även där, då transport från den södra toppen är utesluten. Den sydligaste delen av Hippainen är skoglös. Genom en svacka är den skild från de nyss nämnda partierna, som den med sina 661 m ö. h. ej obetydligt överträffar i höjd. Mot S och Ö har den branta stup. I S utbreder sig nedanför berget ett flackt myr- och skogsland. Hippainen är sålunda i topografiskt hänseende skarpt markerat, och uppvisar likheter med Rautusakara. På högsta toppen samt S om densamma är bergets hjässa rik på hållar. Alla tillhöra kvartsiten. Konglomerat eller andra klastiska drag ses icke, ej heller svartsandskikt. Bergarten är i allmänhet gråvit, småspräcklig med grönt. Mikroskopisk undersökning av en dylik form visar, att den är en fullständigt kristallin bergart, som utom kvarts innehåller diopsid, epidot och kalkspat i jämn fördelning, ävensom litet granat av brun färg och något mikroklin. Stundom antager bergarten en rödlätt färg. Medan detta delvis endast synes bero på en färgskiftning i kvartsen, finnas distinkta bankar av samma färg, i vilka även kornigheten är en annan, mera »skarpkristallin», så att bergarten kännes sandig. Dessa bankar bestå av en mycket mikroklinrik kvartsit, eller, om man så vill, en kvartsrik mikroklinleptit. Strukturen är även i detta fall alltigenom kristallin. Kvartsiten visar ofta en regelbunden tunnbankning, som säkerligen anger lagerställningen. Den stryker S—N och stupar  $90^{\circ}$ — $85^{\circ}$  Ö.<sup>1</sup> Längs bankningssprickorna finnas ofta tunna sömmar, några mm tjocka, av turmalin och kvarts. Enstaka turmaliner av mikroskopiska dimensioner ses i kvartsitens massa.

Ovan (s. 49) har redan framhållits möjligheten, att till Vakkoformationen även äro att hänföra konglomeraten vid Aranjärka och Tjärroketjevare.

Slutligen finnes en zon av denna formation S om Gällivare-Dundret. På Ätnaäive (bl. Luleträsk) SV om Dundret har Morton påträffat en vit kvartsit, som enligt föreliggande prov är mikroklin- och något glimmerförande samt delvis har en ganska tydligt klastisk struktur. Såsom redan anförts (s. 22) inbjuder denna bergart till jämförelse med kvartsiten i Nautanenområdet. Härtill kommer, att densamma, enligt Lundbohms referat av Mortons iakttagelser (63), växellagrar med en »mörk, hornbländeförande skiffer». Emellertid uppträder kvartsitsandsten av omisskännlig Vakkotyp c:a I mil sydligare (utanför kartans område), nämligen på Kuobmoräive strax V om Randijaure. De enda förefintliga proven (Svenonius)

<sup>1</sup> Hummel (52) anför, egendomligt nog, att skiktningen, som är otydlig, antagligen är horisontell.

visa en tunnbankad, något sericitskiffrig bergart av gråvit färg, vilken under mikroskopet visar sig vara en mikroklinrik, tydligt klastisk sandsten. Enligt Svenonius (84, s. 33) skola även konglomerat och röd sandsten förekomma, dock endast i form av lösa block.

De skäligen begränsade data vi hava till vårt förfogande rörande Vakkoformationens tektonik giva det intrycket, att de bevarade områdena av denna formation äro nedsänkta genom förkastningsrörelser, vilka åtminstone delvis tagit formen av jämförelsevis flacka överskjutningar. Vid Haukivaarazonen föreligger sålunda, såsom redan förut anförts, en begränsande förkastning, troligen en överskjutning, i Ö, samt tydliga överskjutningar längre in i zonen och delvis även längs dess gräns mot underliggande bergarter. Det rör sig här om effekter av ett mot V riktat tryck. Å andra sidan kan man, såsom förf. framhållit (40), med stor sannolikhet i underlaget spåra en liknande förskjutning, men i detta fall riktad mot NO (jfr även nedan s. 133). Man har sålunda anledning att räkna med en dubbelsidig sammanpressning mot Kirunaområdets centrala delar.

Kovozonen är på ena sidan begränsad av en förkastning, Vakköjärvi-zonen sannolikt likaså. I det förra fallet rör det sig om samma dislokationslinje, som bildar Haukivaarazonens östra gräns. Det är sannolikt, att Kovozonen utgör den bevarade hälften av en starkt hopklämd synklinal, som skurits av en överskjutning ungefär längs axelplanet, och en jämförlig tolkning är möjlig även för Vakköjärvi-zonen (42).

Efter Vakkoformationens avsättning har sålunda förekommit en period av tangentiellt tryck, som huvudsakligen utlösts genom förskjutningar längs dislokationsplan, endast i mindre utsträckning genom tät sammanveckning. Till denna period äro förmodligen även att hänföra förkastningarna vid Tuolluvaara (36) samt de stora brottlinjer, vilkas existens ådagalagts genom Sundius' kartering omkring Pahtosvaara (80, kartan). I Kirunatrakten och N därom torde även en stor del av den deformation, som drabbat berggrundens äldre element, härröra från detta skede, då ju vinkeldiskordansen mellan Vakkoformationen och porfyr-leptit-formationen är obetydlig i jämförelse med den stupningsvinkel, dessa båda formationer nu uppvisa. Det låter sig emellertid ej göra att säkert korrelera denna deformation med ett visst skede inom de delar av kartområdet, som deformerats och metamorfoserats på större djup. Det kunde emellertid vara rimligt att sammanställa den med Linagranitens invasion inom dessa sistnämnda trakter. Dock finnes det också tecken på, att betydande förkastningar ägt rum efter denna intrusionsperiods avslutning. Sålunda låter Hippainens topografi (jfr ovan) förmoda en förkastningstektonik av samma slag, som den, vilken indiceras av Rautusakarars form.

Några tektoniska störningar, som kunna ställas i samband med deformationen inom fjällkedjan, hava icke påvisats inom kartområdet.

De diabasartade bergarter, som uppträda i Vakkoformationens fyllitterränger (i Vakköjärvi- och Kovozonerna) och som omfatta uralitdiabas, kloritrika grönskiffrar samt leukodiabaser (42), äro intrusioner, inkomna i

sedimenten före eller under deras deformation. Sannolikt uppträda även uti kartområdets äldre bergarter intrusioner av dylik ålder, men man har ingen möjlighet att skilja dem från äldre diabaser i analog utbildning.

I detta sammanhang kunna här anföras några få diabasgångar, om vilkas ålder intet annat är bekant, än att de genomsätta de äldre graniterna, men som mycket väl kunna vara det allra yngsta ledet bland kartområdets eruptiver. De uppträda i området mellan Torne Träsk och Talojärvi samt stryka i NV. En dylik diabas från Tjavelks malmfält, vilken förf. undersökt, är grönsvart, med glänsande små fältspatstavlor, och ser alldeles frisk ut. Mikroskopisk undersökning visar dock, att även den har ett i viss mån sekundärt mineralsällskap. Fältspaten är dock nästan alltigenom bevarad i sin ursprungliga form. De tavelformiga, omkring mm-stora strökornen bestå av en labrador med minst 50 % An och äro intensivt brunpigmenterade. Grundmassans mindre plagioklastavlor äro mer eller mindre bevarade. Av primära mörka silikat synes däremot inga spår finnas kvar. Utom plagioklas och malmkorn innehåller nämligen bergarten endast ett i slipprov blekgrönt hornblände, säkerligen av uralitiskt ursprung.

---

## Yngre djupbergarter (Linagranitens grupp).

Benämningen Linagranit har av Holmquist (51) givits åt den bergart, som anstår där järnvägslinjen Gällivare—Kiruna går över Lina älv, c:a 4 km N om Linaälvs station. Av förf. har beteckningen utsträckts till att omfatta alla med denna i geologiskt och petrografiskt hänseende på det närmaste förbundna granitförekomster inom kartområdet och i angränsande trakter. Med denna utvidgning följer ingen annan väsentlig modifikation av Linagranitens karakteristik än den, att de sekundära strukturdrag, som uppträda på typlokalen och som utförligt skildras i Holmquists beskrivning, icke böra alltför mycket betonas, då de ofta äro mycket mindre framträdande än där.

Jämte den fullt typiska Linagraniten förekomma även, mera underordnat, varieteter, som i ett eller annat avseende avvika från densamma, men dock säkerligen eller i andra fall åtminstone med stor sannolikhet äro att sammanställa med densamma. Endast en av dessa varieteter — Kompelusvaaragraniten — har en sådan utbredning, att den givits en särskild beteckning å kartan. Slutligen åtföljes Linagruppen i stor skala av pegmatiter och apliter.

För den typiska graniten, sådan den dominerar inom skilda delar av kartområdet, kan man använda följande petrografiska karakteristik, som med endast obetydliga ändringar är hämtad ur den beskrivning, förf. tidigare givit av graniten inom en mera begränsad trakt, nämligen Nautanenområdet (31, s. 24).

Bergarten är en blekröd-vit-spräcklig, på mörka mineral tämligen fattig biotitgranit. När den icke är särskilt starkt påverkad av metamorfos, kan man urskilja blekröd kalifältspat, vit plagioklas, grå halvklar kvarts samt biotit, varvid de vita plagioklaskornen, i det närmaste lika stora som kalifältspaterna, tillsammans med dessa senare giva bergarten dess karakteristiska spräcklighet. Kornstorleken är något växlande. De tjockt tavelformiga fältspaterna nå vanligen en längd av 4 till 10 mm, kalifältspaten kan dock nå upp till omkring 15 mm. Titanit i väl utbildade kristaller uppträder ofta uti påfallande mängd.

Vanligen visar bergarten dock en mer eller mindre tydlig parallellstruktur, växlande från en genom glimmerbladens subparallella anordning uppkommen flasrighet till en starkare deformation, som kan innefatta en ganska långt gången granulering av kvartsen och fältspaterna. De starkare metamorfoserade formerna kunna lämpligen betecknas såsom gnejs-

granit. Skiffriheten står i regel i det närmaste vertikalt. Stundom framträder en tydligt lineär anordning.

Den mikroskopiska undersökningen bekräftar, att plagioklasen vanligen är något underordnad i förhållande till kalifältspaten. Denna sistnämnda är en gitterlamellerad mikroklin, oftast med endast obetydliga och oregelbundna pertitiska inväxningar av albit. Plagioklasens sammansättning växlar vanligen mellan  $Ab_{80}An_{20}$  och  $Ab_{88}An_{12}$ , ibland är den dock natronrikare, till  $Ab_{92}An_8$ . Kvantshalten uppgår i de analyserade proven (enligt normen) till 27.9—36.5 %. Av de mera underordnade beståndsdelarna märkes först och främst biotiten, ofta kloritiserad. Därefter är titanit mest framträdande. Muskovit uppträder ofta nog, såsom nybildning i plagioklasen. För övrigt finnes magnetit och apatit, samt ibland ortit och zirkon.

Analyserna n:o 49—51 illustrera Linagranitens kemiska variationer. De visa också, att denna bergart tillhör en jämförelsevis vanlig kemisk typ.

Bergartens ursprungliga struktur står nära den, som utmärker de jämförligt sammansatta jämnkorniga serarkäiska graniterna i södra och mellersta Sverige, med buktande korngränser, uppkomna genom korrosionsföreteelser. I några fall förekommer det, att plagioklasen i form av ett hölje omgiver mikroklintavlor, varvid den förstnämnda kan visa idiomorfa konturer gentemot mikroklinen. Denna rapakivliknande struktur är bäst utvecklad vid Äijjärvi, mellan Svappavaara och Vittangi (32, s. 41). Fullständigt undantagsvis har iakttagits, att i stället mikroklinen delvis bildar höljen kring plagioklaskorn (43). En ringa myrmekitbildning ses ofta, där plagioklas och mikroklin mötas, såväl i den relativt väl bevarade graniten som i de gnejsgranitiska formerna.

Från den nu skildrade normaltypen förekomma åtskilliga avvikelser. En sådan, som emellertid är mera skenbar än verklig, representeras av de fall, då de båda slagen av fältspat hava i det närmaste samma färg, och sålunda bergartens annars karakteristiska utseende beslöjas. Det finnes också varieteter med natronrik plagioklas såsom den dominerande fältspaten, t. ex. i gångform inom Gällivare malmfält (44). Hornbländeförande former hava påträffats bland de gångformigt uppträdande graniterna uti Gällivare malmfält (44), ävensom i närheten av Vähävaara molybdenfyndighet (39, s. 16). Hornbländet är alltid relativt järnrikt. Särskilt gäller detta om den sistnämnda bergarten, vilken även avviker från den ordinära Linagraniten därigenom, att dess plagioklas är ren albit. Inom Gällivare malmfält förekomma också såsom undantagsfall pyroxenförande varieteter (44, s. 49).

Mera bestämt skild från den typiska Linagraniten äro, utom de aplitiska formerna, den i jämförelsevis ringa skala uppträdande graniten på Parvaavaara inom Gällivare malmfält ävensom den typ, som här benämns efter Kompelusvaara. Parvaavaaragraniten, som redan beskrivits av förf. (44, s. 47), skiljer sig från den typiska Linagraniten genom avsaknaden av de för denna karakteristiska relativt stora plagioklaskornen. Dess domine-

rande fältspat är en mikroklinpertit med hög albithalt, även fri albit förekommer. Pertitstrukturen är stripig, ej lik eutektpertitens vanliga, och bergarten synes i likhet med Linatypen vara mera kalirik än den bergart, som här betecknats såsom pertitgranit. Tyvärr föreligger ingen analys. I sitt geologiska uppträdande liknar Parvavaaragraniten fullständigt Linatypen.

Kompelusvaaratypen är känd genom några observationer av Fredholm från trakten av Kompelusvaara SV om Tärendö (Selkävaara, Kompelusvaara, Petäjävaara) och genom ett av Svenonius »öster om älfvarnas förning vid Tärendö» taget prov. Den är ganska starkt granulerad. Mera än cm-stora, blekröda eller brunröda fältspater samt stora kvartskorn kontrastera mot en finkornigare fältspatmassa av rödlätt färg; mörka mineral äro helt underordnade. Den primära fältspaten är en mikroklinpertit, med en betydande halt av albit i form av fina spolar. Osäkert är, om någon primär fri plagioklas förekommer. I alla händelser står emellertid denna varietet ganska nära Parvavaaragraniten. Vid den genom omkristallisation skeende periferiska granuleringen av mikroklinpertitkornen uppstå korn av mikroklin och fri albit, utan några pertitstrukturer. Myrmekeit uppträder i stor skala. Även kvartsen blir granulerad. De mörka mineralen äro biotit, magnetit, hornblände. Titanit, apatit, ortit och zirkon förekomma även, i mindre kvantiteter.

Om Kompelusvaaratypens kontaktförhållanden är ingenting bekant. Man vet icke ens med någon säkerhet, att den icke är till åldern väsentligt skild från Linagraniten, som synes nästan fullständigt omgiva den.

Linagraniten åtföljes i betydande skala av pegmatit och aplit, dels i gångform, dels såsom mera oregelbundna intrusioner, även de av jämförelsevis ringa storlek. I de flesta fall uppträda dessa bergarter endast uti sidostenen, ej inne i själva granitmassiven. Apliten är icke sällan mycket finkornig, leptitliknande. Sådana äro t. ex. åtskilliga av förekomsterna i Vittangittrakten (32) och inom Gällivare malmfält (44). Detta måste i huvudsak vara ett primärt drag, men det kan hava skärpts genom metamorfos. Porfyrisk struktur är mycket sällsynt, men har iakttagits inom sistnämnda område, där t. o. m. i ett fall även rester av en granofyrisk utbildning hava konstaterats. Flerstädes förekomma intrusioner, som snabbt växla mellan finkornig aplit och pegmatit. Den sistnämnda är ibland skriftgranitisk, men i andra fall är dess fältspat nästan alldeles idiomorf gentemot kvartsmassan. Något biotit uppträder gärna i dylik pegmatit, ibland också magnetit och turmalin. Dylika av aplit och pegmatit sammansatta kroppar kunna förekomma ej blott i granitmassivens sidosten, utan också i graniten själv. Liknande pegmatit, ofta icke särdeles grovkornig, uppträder ställvis i stor mängd såsom lagergångar uti porfyroleptit-formationens bergarter, så att ådergnejs uppstår. Förekomsten av dylika bergarter har redan i det föregående anförts bl. a. från trakten S om Svappavaara, S om Saittjärvi i Tärendö, sydöstra Pajala, m. m. De

finnas också mångenstädes i form av smalare bälten omedelbart intill granitmassiven.

Jämte den nu nämnda förekommer också allmänt en annan pegmatit-typ, förenad med den föregående genom mellanformer, men dock i sin typiska utbildning karakteristiskt skild från densamma. Dess fältspat, i allmänhet vitfärgad, har i hittills undersökta prov visat sig övervägande vara albit, medan mikroklin endast finnes i smärre kvantiteter. Svart turmalin är det näst fältspat och kvarts allmännast förekommande mineralet. Biotit saknas, men muskovit ses ibland, dock vanligen endast i ringa mängd. Små bruna granater förekomma ofta. Dessa turmalinpegmatiter uppträda mestadels i form av mäktiga gångar. Vanligen är strukturen grovt granitisk eller äro fältspaterna tydligt idiomorfa mot kvartsen, dock finner man även ganska ofta skriftgranitiska genomväxningar. Turmalinen sitter företrädesvis i kvartsaggregaten. Ibland är den idiomorf gentemot kvartsen, ibland åter är denna sistnämnda utbildad i prismor, vilkas mellanrum utfyllas av turmalinen. Dessa båda relationer kunna uppträda alldeles intill varandra (31, 44). Även förekomma ibland orienterade genomväxningar av turmalin och kvarts. Den grovkorniga pegmatitiska massan kan hastigt övergå i finkorniga, aplitiska former av samma sammansättning.

Turmalinpegmatiter av detta slag hava en mycket stor utbredning inom kartområdet, nämligen inom Nautanenområdet (31) och trakterna SO där-om (39, s. 15), inom ett bälte från N om Killingi till V om Mertainen, samt mellan Masugnsbyn och Kalix älv S om Saittajärvi.

Den mångfald av egendomliga pegmatitiska och aplitiska bildningar, som utmärker Linagranitens gångsvit inom Gällivare malmfält, har helt nyligen utförligt skildrats (44), varför det är överflödigt att här närmare ingå på saken. Erinras må blott om det påtagliga sambandet mellan ordinär granit och turmalinrika utsöndringar, om förekomsten av fältspatsten såsom pegmatitartad differentiationsprodukt och om ådergnejsbildning genom turmalinrik pegmatit, vilken pegmatit i motsats till den ovan skildrade är kalifältspatsrik samt åtföljes av sillimanitbildning i sidostenen.

På »Jukkasjärvi malmtrakts» berggrundskarta (88, tavla 1) angivas stora områden såsom leptitformation, »tätt genomsatt af granitgångar». Förf:s erfarenheter bekräfta icke denna bild. Vål träffas enstaka och föga betydande granitgångar på de flesta håll inom de områden, som givits den nyss anförda beteckningen, både i leptitformationen och i äldre djupbergarter, men de äro i allmänhet icke så allmänna, att den citerade beteckningen kan anses motiverad. Rikligare uppträda de endast inom mera begränsade områden, huvudsakligen helt nära granitmassivens gränser. Pegmatitgångar åter finnas inom vissa trakter uti stort antal, såsom redan omnämnts, men ej heller de äro så allmänt spridda, som den anförda kartans bild av granitgångarna kunde låta förmoda.

Det bäst blottade kontaktområdet mellan Linagranit och leptit-formationen, som hittills blivit studerat, utgöres av en kalspolningszon vid Sarkas-

vare, Ö om Gällivare. Från den beskrivning, som förf. tidigare (31, s. 31) givit, anföres här följande. »Granitens intrusiva natur är uppenbar, men gränsens förlopp sammanfaller ganska nära med leptitens strykningsriktning. Man kan urskilja en bestämd gräns mellan å ena sidan en brottstycke-fri granit — aplitisk inom en några m bred zon närmast kontakten — och leptit med i huvudsak bibehållen orientering, men så rikligt genom-satt av granitgångar att de båda bergarterna torde uppträda i nära nog lika mängd. Graniten bildar huvudsakligen breda lagergångar, mera sällan uppträder den övertvärande. Den är vanligen något olik den normala utbildningsformen, mera aplitisk. Inom de första hundratalen meter närmast gränsen äro gångar av pegmatit föga allmänna. Undantagsvis ses de skära över granitgångar. Längre bort däremot avtaga granitgångarna allt mer och mer, under det att i stället pegmatitgångarna tilltaga i mängd, så att intrusionerna allt fortfarande utgöra inemot hälften av berggrunden, lokalt t. o. m. mera. Hela intrusionszonens bredd, mätt vinkelrätt mot granitgränsen, är nära 3 km. Gångarnas mängd avtager emellertid något österut, dock ej regelbundet. Pegmatiten bildar breda lagergångar alldeles på samma sätt som graniten. Bergarten visar de vanliga hastiga strukturändringarna, från medelgrov pegmatitstruktur till aplit. Även finnas former, som bilda övergångsled mellan pegmatiten och graniten; särskilt synas sådana förekomma inom det område, där övergång sker från intrusionszon med övervägande granit till sådan med övervägande pegmatit. Pegmatiten består i V enbart av fältspat och kvarts, men österut bliva gångarna allt rikare på turmalin. Öster om de sista pegmatitgångarna ses i den här anstående kvartsiten några gångar av kvarts, litet fältspat och magnetit, vilka övergå i små kvarts-turmalin-ådror, som åtföljas av turmalinisering av sidostenen. Inom intrusionszonen stupar leptiten från graniten, den stryker nämligen N 5° V till N 20° V, och stupar 40°—45° mot Ö, men vid Huivijoki, utanför zonen, är strykningen VNV och stupningen flackt mot SV (ända ned till 25°). Den flacka stupningen även inom intrusionszonen gör, att lagergångarna synas mycket breda, ofta flera tiotal meter.»

Analogå förhållanden synas föreligga vid Masugnsbyn (43), där dock blottningarna icke äro på långt när så sammanhängande som vid Sarkasvare. Även granitgångarna inom Gällivare malmfält utgöra i viss mån ett dylikt, med ett större granitmassivs gräns parallellt intrusionsbälte. Det uppträder emellertid först på något avstånd från gränsen, och den regelbundna ordningsföljden mellan granitiska och pegmatitiska gångar saknas. Även här är förekomstsättet huvudsakligen i form av lagergångar (44).

Ehuru större och mindre brottstycken av äldre bergarter i åtskilliga fall träffats inneslutna i Linagranit, särskilt i de periferiska delarna av ett massiv, och avgjort äro vanligare än i de äldre djupbergarterna, kan man dock säga, att sådana äro jämförelsevis sällsynta.

Såväl det allmänna intrycket av Linagranitens uppträdande som resul-

taten av detaljstudier inom vissa områden, synnerligast Gällivare malmfält, antyda, att denna granitgrupp intruderats i samband med en betydande veckningsdeformation av den äldre berggrunden. Såsom ovan framhållits (s. 118), är det tänkbart, att det är samma deformationsepok, som inom kartområdets nordvästra delar tagit sig uttryck i överskjutningar och andra dislokationer av mera yttlig karaktär.

I förhållande till Linagranitens areala utbredning är vårt kartområde ett mycket flackt land, och möjligheterna att bilda sig en föreställning om granitmassivens form mot djupet äro därför i allra högsta grad begränsade. Tendensen har på senare år, både i vårt eget land och på flera andra håll, gått i den riktningen att tolka stora granitmassiv såsom flacka intrusioner med en i förhållande till horisontalutbredningen ringa mäktighet. Det lider näppeligen något tvivel, att man därvid gått för långt, även om den grundläggande skeptiska inställningen gentemot »bottenlösa» batoliter i många fall är synnerligen välbefogad. Redan förefintligheten av brantstående, syntektoniska eruptivmassor i förbindelse med andin tektonik erinrar därom, att granitiska magmor kunna uppträda jämväl under andra förhållanden än dem, som nu särskilt blivit framhållna. Emellertid måste det erkännas, att Linagruppen icke visar några mera påfallande likheter med en dylik intrusionsmekanik, som i vårt land närmast representeras av de mellansvenska urgraniterna. Den liknar mera Filipstad-Växjö-gruppen i södra och mellersta Sverige samt Revsundsgraniten. Om man antager, att de väldiga arealerna av Linagranit bilda flackliggande kroppar med en i förhållande till horisontaldimensionerna obetydlig tjocklek, så utesluter detta ingalunda, att graniten i detalj visar t. ex. formen av antiklinalbatoliter i leptitformationen. Även utan att bliva annat än detaljer i förhållande till eruptivkroppen i övrigt kunna dylika element i och för sig nå betydande dimensioner.

För Nattanengraniten i Finland, som otvivelaktigt hör till samma grupp, har Mikkola (jfr nedan) antagit, att eruptivkroppen har ett flackt läge.

En mycket påfallande egenskap hos Linagraniten är dess ofta särdeles väl utvecklade förklyftning. Inom Nautanenområdet fann förf. i detta avseende följande. Mest framträdande är ett flackt liggande »bottenslag». Vinkelräta mot detta, men ingalunda alltid mot varandra, uppträda två andra system, av vilka vanligen det ena är bättre utvecklat än det andra. Mycket vanligt är, att de vertikala sprickorna äro vida glesare än de horisontella, så att bergarten uppdelas i relativt tunna plattor (fig. 48). Stå åter det ena vertikala systemets sprickor lika tätt, uppkommer en parallelepipedisk förklyftning; endast sällan äro även det andra vertikala systemets sprickor lika talrika. I allmänhet är plattornas tjocklek omkring 0.5 m eller något mindre. »Bottenslagets» stupning kan gå upp till mera än 45°, men blott helt undantagsvis, vanligen äro avvikelserna från horisontalplanet obetydliga. Bergartens klåvriktningar sammanfalla med de brantstående spricksystemens riktningar, däremot framträder ej någon bättre klyvbarhet parallellt med bottenslaget.

Studiet av Linagraniten inom Nautanenområdet ledde förf. till den slutsatsen, att bankningen sannolikt är resultatet av kompressionsspänningar, uppkomna av tektoniska orsaker (31, s. 39). Ett viktigt skäl härför var förekomsten av en likartad, om också sämre utbildad bankning även uti leptit. Till en liknande uppfattning kom även Ivar Högbom vid undersökningen av den analoga förklyftningen i granitberget Luppio i Övertorneå (59), dock vill Högbom, på grund av bottenlagets stora betydelse, särskilt betona belastningstryckets inflytande. Däremot har Mikkola, som



Fig. 48. Förklyftning i Linagranit, Jouluvaara N om Nautanen (ur 31). [*Jointing in Lina granite, Jouluvaara N. of Nautanen (from 31).*]

studerat det liknande Nattanenmassivet i finska Lappland (70), där bankningen också är utmärkt vackert utvecklad, kommit till den slutsatsen, att den ej kan vara av tektoniskt ursprung utan måste härröra från granitens avsvälning. Det viktigaste skälet härför synes vara, att den starkaste lutningen av bankningen påträffas i topparna, vilka därför av Mikkola förmodas representera ursprungliga utsprång på granitkroppen. Att märka är, det Nattanengraniten visar mera ytliga karaktärer än vad vi finna hos Linagraniten inom vårt kartområde, den innehåller nämligen enligt Mikkola rester av en granitporfyrisk randzon. Möjligheten är ej utesluten, att Mikkolas och förf:s synpunkter på bankningens ursprung kunna håda vara i viss mån riktiga. Om nämligen graniterna i fråga intruderats under tektoniska rörelser, bör deras stelling och deras vidare avkylning hava försiggått under ett av de tektoniska krafterna bestämt tryck. Härför talar även den omständigheten, att graniten saknar någon annan förklyftning, som kan sättas i samband med avsvälning.

## Skapolitiseringen.

Det första påvisandet av skapolit i bergartsprov från vårt kartområde skedde 1887 genom Brögger, som undersökte gabbroprov från Dundret. Senare blev detta minerals utbredning i Gällivaretrakten närmare känd genom de närmast följande årens uppsökande och undersökande av apatit-förekomster. Först genom 1899 års malmfältsexpeditioner blev dock den regionala utbredningen av skapolitiseringen bekant (88).<sup>1</sup> Man utgick emellertid då därifrån, att skapolit endast skulle uppträda i gabbro, och kom på så sätt att förbise mineralets allmänna utbredning i porfyr-leptit-formationen, framför allt i dess grönstenar. Den skapolitförande »fläck-gabbro», som ofta rapporteras, har nämligen i alla de fall, förf. haft tillfälle att kontrollera, visat sig vara någon dylik äldre grönsten.

Genom Sundius' noggranna undersökningar i Kirunaområdets södra delar (80) utreddes i princip skapolitiseringsens uppträdande i porfyr-leptit-formationen. Senare har förf. gjort iakttagelser rörande skapoliten inom flera skilda delar av kartområdet (31, 32, 43, 44). Man kan säga, att skapolitiseringen är utbredd i porfyr-leptit-formationen över hela kartområdet, och att den är lika intensiv exempelvis i Pajala som vid Kalixälven V om järnvägslinjen.

Skapolit förekommer ofta uti de gabbroida bergarterna, vida mindre allmänt i syeniterna. Den uppträder då vanligen i form av en helt partiell förträngning av plagioklas. Endast sällan blir bergartens plagioklashalt i någon mera fullständig grad ersatt av skapolit, ej heller plägar detta mineral kunna igenkännas med blotta ögat. I de flesta fall torde skapolitiseringen vara förorsakad av emanationer, som avgivits av bergarten själv (»autopneumatolys») eller av någon närstående variant. Som upplysande exempel kan anföras den av Sundius (80) skildrade gabbroen vid Kalixfors, med dess gångbildningar. I Linagranit har skapolit i flera fall konstaterats såsom gång- och drusbildning (31, s. 96; 44, s. 55).

Uti porfyr-leptit-formationens bergarter uppträder skapoliten vanligen i form av runduddiga ellipsoidiska korn. Inom dessa är all plagioklas — eller åtminstone det mesta av plagioklasen — ersatt av skapolit, men övriga mineral äro bevarade och ligga poikilitiskt inneslutna i skapolitindividet. I de flesta fall når detta sistnämnda en största diameter av 2—5 mm. Den andra axeln kommer mycket nära detta värde — regelbundna rotations-

<sup>1</sup> En mera utförlig historik återfinnes hos Sundius (80, s. 195).

ellipsoider äro ej ovanliga — men den tredje är ofta betydligt kortare. De största skapolitindivider, som träffats med detta förekomstsätt (de gångformiga skapoliternas stänglar kunna nå mått om flera dm) mäta c:a  $35 \times 35 \times 25$  mm och uppträda i en finkornig amfibolit vid Jälketkurkkio grafitfält (jfr även fig. 49).

I allmänhet ligga dylika skapolitindivider mer eller mindre regellöst inströdda i bergartsmassan. Stundom visar dock deras fördelning, att de lösningar, som åstadkommit skapolitisingen, sökt sig fram längs sprickor.

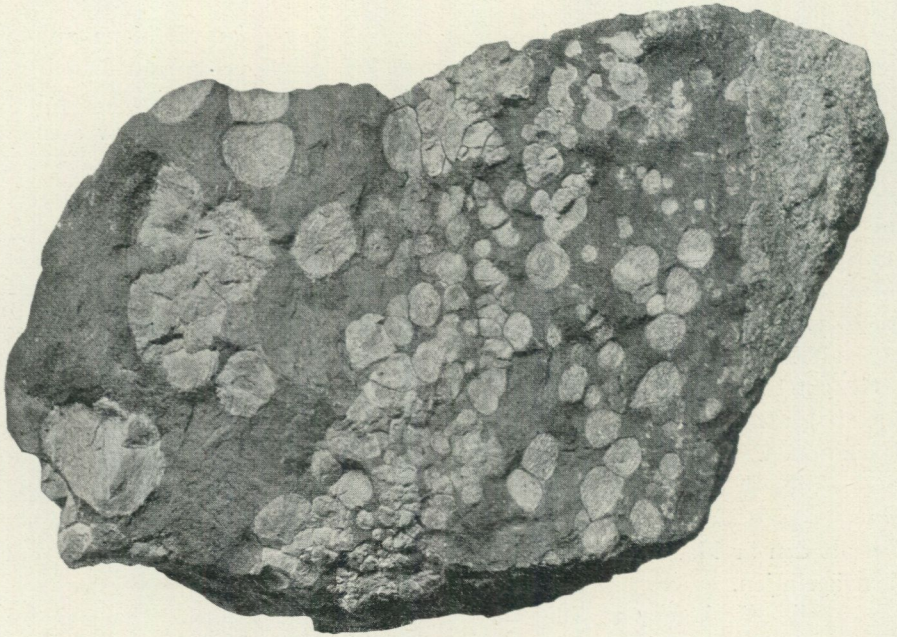


Fig. 49. Skapolitiserad amfibolit, Jälketkurkkio V om Vittangi. Vittrad yta.  $\frac{2}{3}$  nat. storl. (Ur 32). [*Skapolitized amphibolite, Jälketkurkkio W. of Vittangi. Weathered surface.  $\frac{2}{3}$  nat. size. (From 32).*]

Sundius (80, s. 211) har klart framhållit skillnaden i skapolitens uppträdande inom olika delar av det av honom studerade området S om Kiruna. Uti de mera ytligt metamorfoserade bergarterna med väsentligen bevarade primärstrukturer visar skapolitisingens fördelning i stor utsträckning inflytande av förhandenvarande sprickor och andra öppningar i bergarten (jfr fig. 50). Vid starkare metamorfos åter, som leder till uppkomsten av en övervägande sekundär struktur, ingår skapoliten i denna i en mera jämn fördelning. Därvid kan den antingen bilda spridda porfyroblaster eller ingå i den jämnt pflasterkorniga massan. Dessa olika former hava sedan kunnat konstateras på åtskilliga andra håll inom kartområdet.

Då skapolitisingen blir mycket omfattande, pläga även andra mineral än plagioklasen undergå förändring. Slutresultatet blir då vanligen en ska-

polit-biotit-bergart, i vilken biotiten i huvudsak är ansamlad mellan skapolit-individen (fig. 51).

Sundius (80, s. 205) har uppvisat, att skapolitiseringsen väsentligen berott på tillförsel av klor ävensom vissa kvantiteter kolsyra. Därjämte anföras svavelföreningar, fosforsyra, bor, titansyra, möjligen även koppar och järn. Förf. har senare (31) kunnat konstatera, att åtskilliga av dessa såsom mera underordnade anförda ämnen lokalt kunna spela en mycket avsevärd roll,

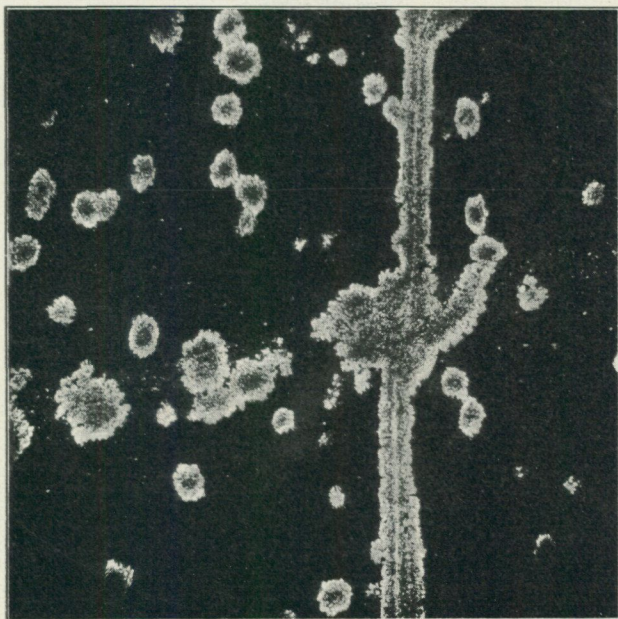


Fig. 50. Skapolitbildning i grönstenstuff, Pahtosvaara, mikrofoto., vanl. ljus,  $\times 18$ . Visar skapolitens utbildning företrädesvis längs en spricka samt i ett (i bilden nära horisontellt) fältspatrikt skikt. Efter Sundius (80). [*Scapolitization in greenstone tuff, Pahtosvaara. Microphoto., ord. light,  $\times 18$ . Shows the development of the scapolite mainly along a fissure and in a feldspar-rich layer (nearly horizontal in the picture). After Sundius (80).*]

särskilt gäller detta koppar, järn och bor, som utmärka Nautanentypens malmfyndigheter, vilka utgöra en fas av skapolitiseringsen.

Angående sättet för dessa substansers transport till och genom de bergarter, i vilka de slutligen fixerats, kan endast fastslås, att de måste komma i form av oerhört rörliga lösningar, med minimal viskositet. Med allra största sannolikhet har därför transporten skett i gasform. Sundius (80, s. 206) betecknar också skapolitiseringsen såsom en regional pneumatolytisk process.

Det är utan vidare uppenbart, att denna märkliga process utgått ifrån djupbergarterna. Sundius, som endast rörde sig med en ringa del av det väldiga område, över vilket företeelsen är utbredd, ansåg, att den måste häröra från djupbergarterna i allmänhet och särskilt från de mera basiska, gabbroartade. Han framhöll emellertid också, att man icke inom den av

honom undersökta trakten kunde få fram något närmare samband mellan skapolitiseringsens utbredning och de därstädes blottade djupbergartsmassiven, varför han ansåg det sannolikt, att även »större, mera avlägsna och djupare belägna magmamassor» medverkat (80, s. 205).

Vid studiet av den med skapolitiseringsen sammanhängande kopparmalmbildningen inom kartområdet kom förf. (31) till den slutsatsen, att de äldre bergarternas bidrag till skapolitiseringsen sannolikt varit av jä m f ö r e l s e-

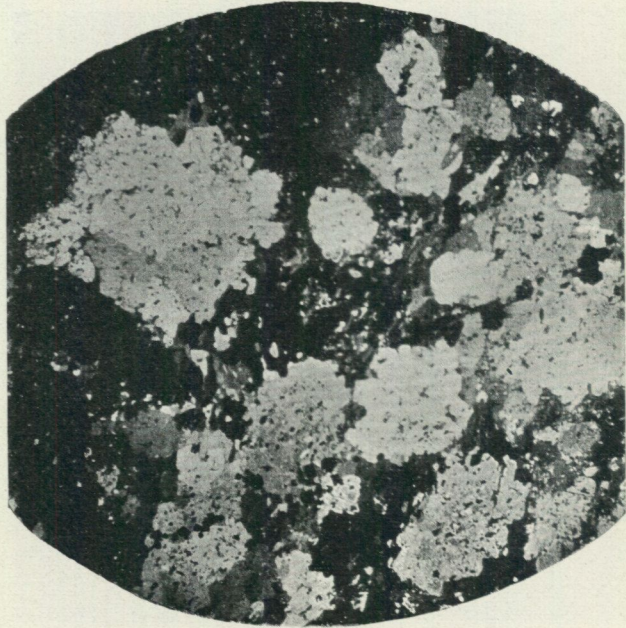


Fig. 51. Skapolit-biotit-fels (i basisk syenitporfyr), Sakaravaara, mikrofoto., kors. nik.,  $\times 14$ . (Ur 22). [*Scapolite-biotite rock (in basic syenite-porphyr), Sakaravaara, microphoto., nic. crossed,  $\times 14$ . (From 22).*]

vis ringa och lokal betydelse, och att den regionalt utbredda företeelsen måste i första rummet skyllas Linagranitens grupp. Vidare erfarenheter från skilda delar av kartområdet hava bekräftat denna slutsats. Genom studiet av molybdenfyndigheten vid Vähävaara (39, s. 15) erhöles avgörande bevis för riktigheten av antagandet att Nautanentypens malmbildning — och sålunda en regional skapolitisering — sammanhänger med Linagraniten. Det synes dock troligt, att även de äldre djupbergarterna kunnat åstadkomma en skapolitisering av i huvudsak samma typ (troligen dock med undantag för den lokala malmhalten) ehuru kvantitativt av mindre betydelse.

## Malmfyndigheterna.

Då flertalet av de viktigare malmfyndigheterna inom kartområdet redan varit föremål för omfattande geologiska beskrivningar, och då denna framställning i första hand avser att giva en mera allmän översikt av berggrunden i dess helhet, skall här endast lämnas en helt summarisk framställning av de olika fyndigheternas geologiska karaktärer. Blott i fråga om några förut till sin geologiska natur okända eller feltolkade förekomster komma proportionsvis utförligare data att lämnas. Beträffande dimensioner, analysuppgifter m. m. hänvisas särskilt till Peterssons (74) och Berglunds (33) data (jfr även 43, 44, 65, 67, 88).

Inom kartområdet förekomma järnmalmfyndigheter i stort antal och delvis av synnerligen betydande dimensioner. Av kopparmalm åter finnes ett flertal småfyndigheter, men knappast någon av dessa torde hava bearbetats med vinst, med undantag för någon enstaka liten malmkropp med relativt hög metallhalt, såsom »Nya Fyndet» vid Liikavaara nära Nautanen (31).

Bland järnmalmerna kunna urskiljas fyra huvudtyper: apatitmalm eller Kirunatypen, titanrika malmer, skarnmalmer, samt skiktade, vanligen kvartsrika malmer. De titanrika malmerna sakna aktuell betydelse och — på grund av ringa järnhalt samt obetydliga dimensioner — väl även alla framtidsutsikter. Beträffande denna malmtyp hänvisas till de ovan under »gabbro» meddelade data samt där anförd litteratur.

*Apatitmalmerna* äro bundna till porfyr-leptit-formationen. I de allra flesta fall äro de omedelbart associerade med kvartsförande porfyryer eller med syenitporfyryer, i några få undantagsfall dock med leptitiska bergarter av icke säkert analog karaktär. Deras malmmineral är magnetit eller undantagsvis järnglans. Fosforhalten, i form av apatit, är i allmänhet betydande, men även uti annars apatitrika malmkroppar kunna förekomma stora partier av lågfosformalm (»A-malm»). Av övriga mineralbeståndsdelar plägar ett strålstensartat hornblände eller en diopsidisk pyroxen vara mest framträdande. Svavelhalten är låg. Malmer av denna typ bilda bädd- eller gångformiga kroppar. Vanligen kunna de bevisas vara något yngre än sin sidosten, men enstaka eruptivgångar, nära besläktade med sidostenen, äro yngre än malmen, varigenom dennas nära tidssamband med de åtföljande porfyryerna ådagaläggas. I regel har malmen gentemot sidostenen förhållit sig på samma sätt som en lättflytande intrusiv bergart, med insändande av ett högeligen komplicerat nät av malmgångar längs bergartens

sprickor («malm-breccia»). I somliga fall uppträder hornblände m. m. på ett väsentligen analogt sätt («skarnbreccia»), dock mera såsom förträngningsådror än som sprickfyllande gångar.

Till denna grupp höra följande av områdets fyndigheter: Kiirunavaara—Luossavaara (med Rektorsmalmen), Nokutusvaara, Tuolluvaara, Ekströmsberg, Gällivare, Mertainen och Painirova, samt de något avvikande Svappaavaara, Leveäniemi, Leppäkoski, Nakerivaara och några smärre fyndigheter såsom Killingi, Tuollujärvi, Tansari, Skuokimjokk, Sikträsk, Luopovare m. fl. Vidare torde dit även få hänföras åtminstone en del av de endast genom obetydliga diamantborrningar kända magnetitimpregnationerna, såsom Ylipääsnjaska. Mera avvikande från den normala formen, men dock i genetiskt hänseende direkt eller indirekt hänförbara till samma typ äro Haukivaara och Kuosatjvare.

*Kiirunavaara—Luossavaaras* bäddformiga malmfyndighet ligger mellan syenitporfyr i liggandet och kvartsförande porfyr i hängandet och visar sig genom malmbrecciebildning i liten skala (i hängandet blott mera lokalt uppträdande) vara yngre än båda dessa enheter. Ett porfyrgångsystem i Kiirunavaara är dels äldre än malmen, dels yngre. Då dessa gångar tydligen äro nära besläktade med de malmen omgivande bäddarna, synes malmfyndigheten hava tillkommit uti en mycket nära anslutning till porfyrkomplexen (22, 33). Det yngsta eruptiva ledet utgöra gångar av granofyr.<sup>1</sup> I tidigare framställningar (33, 40) har förf. påpekat möjligheten, att dessa gångar stå i något samband med förkastningstektoniken i Kirunavaara. Med hänsyn till, att denna sistnämnda torde vara yngre än Vakkoformationen, men granofyren sannolikt är äldre, måste dock betonas, att inga säkra bevis för det ifrågasatta sambandet hava erhållits.

Den syenitporfyr, som utgör malmens liggande, övergår nedåt uti en icke porfyrisk, finkornig syenit. Såsom ovan (s. 36) påpekats, torde denna eruptivkropp vara att tolka, icke som en ytström i egentlig mening, utan som en under instörtningar i de ytliga berglagren till jordytan uppstigen massa. På densamma utgöts sedan den kvartsförande porfyren i form av bäddar. Därefter uppkommo smärre porfyrintrusioner, vilka gångformigt genomsatte de syenitiska bergarterna och delvis skivformigt utbredde sig på deras kontaktplan mot de överliggande bäddarna av kvartsförande porfyr. Under detta skede tillkom även malmen, som injicerades på det nyssnämnda kontaktplanet. Slutligen uppträdde granofyren. Malmen är magnetit, ställvis oxiderad till martit (jfr nedan) och med en inom de vidaste gränser växlande apatithalt. För närmare data hänvisas till förefintliga utförliga beskrivningar (22, 65, 78, m. fl.).

Redan före den tid, då Vakkoformationen avlagrades, synes den från början flackliggande bäddserien hava blivit något upprest. Den nutida stupningen är dock även påverkad av den deformation, som drabbat jämväl Vakkoformationen. I samband med denna uppstodo sannolikt de för-

<sup>1</sup> J. H. L. Vogt (96) har utgått därifrån, att dessa granofyrgångar måste tillhöra just samma differentiationsserie som porfyrbäddarna. Detta är mycket möjligt, men ingalunda säkert.

kastningar, som genomsätta malmen. Dessa förkastningar, som mestadels gå i NV—SO snett över malmen, följa oftast plan med måttligt brant stupning mot SV. Räffling på ytorna visar i flera fall en nordvästlig stupning om  $40^{\circ}$ — $60^{\circ}$ , mera sällan horisontell sådan. Språng i fosforhalten vid en viss förkastning ger anledning antaga, att det östra blocket förts uppåt i förhållande till det västligare. Till synes föreligger en stor oregelbundenhet i förkastningarnas riktning, i det att t. ex. Jägmästarens malm är flyttad västerut i förhållande till malmens huvudmassa, men Konsuls-

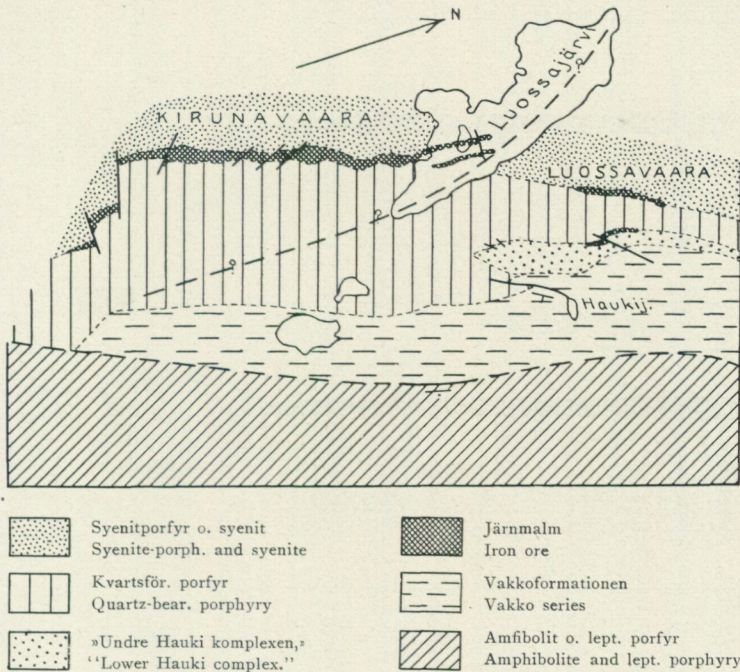


Fig. 52. Tektonisk karta över Kirunatrakten, skala 1 : 100 000. Tjocka linjer angiva förkastningar, streckade d:o sannolika förkastningar. [Structure map of the country around Kiruna, scale 1 : 100 000. Heavy lines mark faults, heavy broken lines probable faults.]

malmen i stället är förskjuten mot öster. Tydligt kan detta förhållande förklaras endast på så sätt, att fyndigheten i sin helhet rört sig uppåt och mot östligt väderstreck, varvid de av förkastningarna åtskilda styckena förflyttats olika långt. En förutsättning för denna rörelse är förefintligheten av ett bottenplan, på vilket denna allmänna förskjutning ägt rum. Den sannolika existensen av ett sådant plan antydes av en djupränn längs sjön Luossajärvis östra strand och av en betydande sidledsförskjutning av malmnivån just vid denna ränna (40). Jfr fig. 52. En schematiserad bild av fyndighetens geologiska utveckling gives av fig. 53.

Luossavaarafyndigheten saknar porfyrgångar och förkastningar.

En del av Kiirunavaaras malm, huvudsakligen i de sydligare delarna av berget, är sekundärt genom vittring överförd från magnetit till blodsten

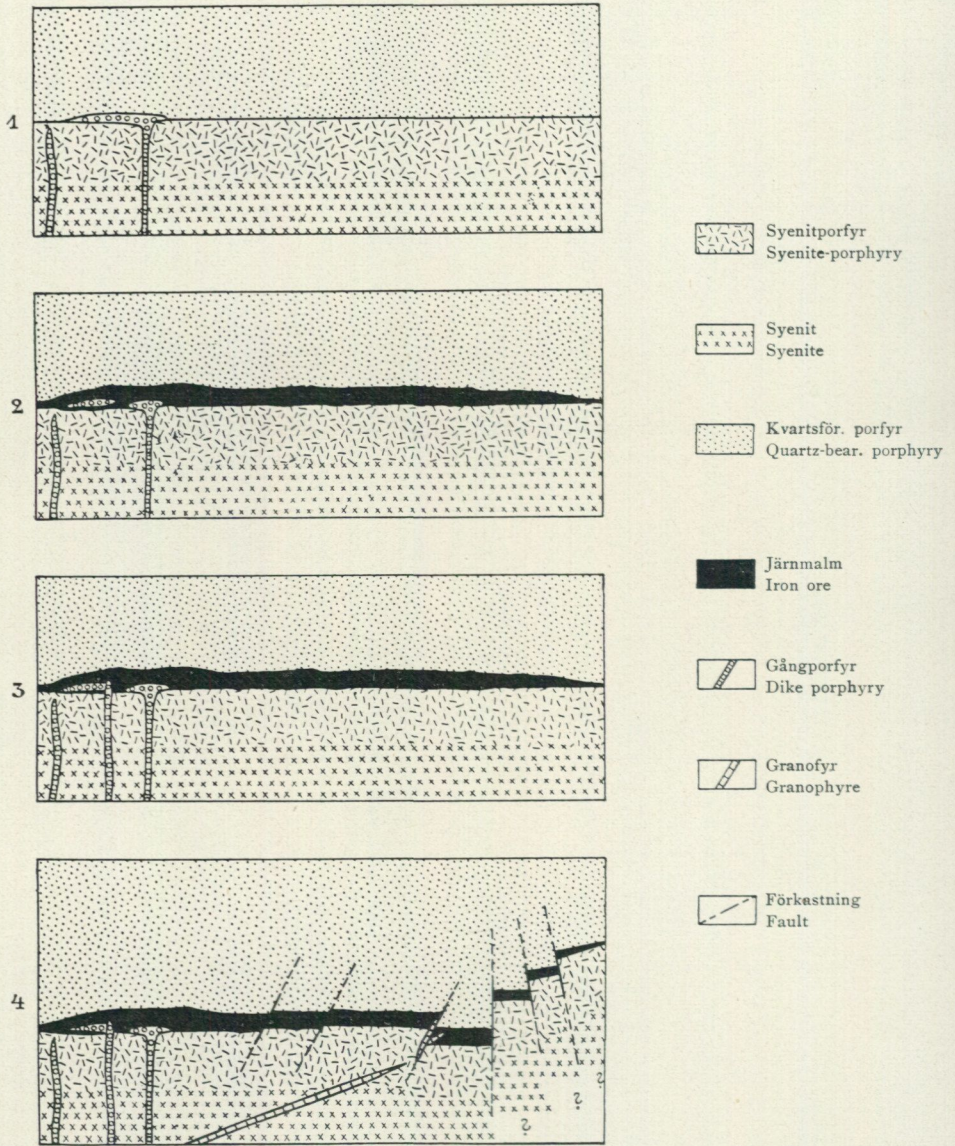


Fig. 53. Schematisk framställning av Kiirunavaaras geologiska historia. Bild 1—3 vertikalförhållanden, bild 4 (efter formationens uppresning) plan; norr åt vänster. (Modif. från 33). [Schematic picture of the geological development of Kiirunavaara. 1—3 vertical sections, 4 (after tilting had taken place) horizontal plan; north is to the left. (Adapted from 33).]

(martit). Fig. 54 visar dess mikrostruktur. Det framgår, att oxidationen, såsom vanligt i dylika fall, försiggått längs oktaederplan i magnetiten, och att stora magnetitkvantiteter fortfarande återstå oförändrade. Denna martitbildning, som sträcker sig ända ned till bergfotens nivå, kan svårigen

tänkas vara av samma höga ålder som den, varom bollarna uti Vakkoformationens bottenlager vittna, utan torde vara vida yngre, uppkommen först sedan fyndigheten erhållit sitt nuvarande, brant uppresta läge.

På den övre gränsen för den kvartsförande porfyren uppträder likaledes malm, nämligen fyndigheterna *Rektorsmalmen* och *Nokutusvaara* (22, 33, 35). Dessa äro mera apatitrika än de föregående samt föra något kvarts och karbonat, varjämte Rektorsmalmen delvis är blodstensrik. De kunna dock i geologiskt hänseende sägas vara i huvudsak jämförliga med de stora malmerna i Kiirunavaara och Luossavaara.

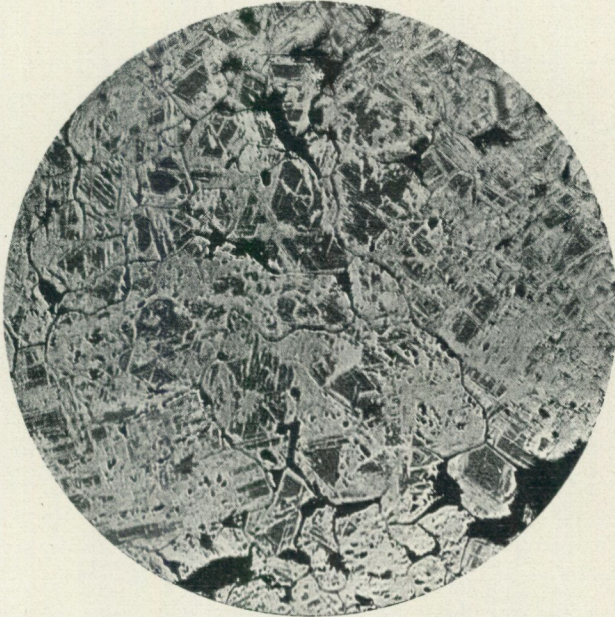


Fig. 54. Blodstensmalm (martitiserad svartmalm), Kiirunavaara, mikrofoto. av polerprov i refl. ljus,  $\times 300$ . Järnglansen (vit) ses förtränga magnetiten längs oktaederplanen; svarta ytor äro porer. (Ur 39). [*Hematite ore (martitized magnetite), Kiirunavaara, microphoto. of polished section in refl. light,  $\times 300$ . Hematite (white) is seen to replace the magnetite along octahedral planes; black areas are pores. (From 39).*]

Fyndigheten *Tuolluvaara* uppträder uti en kvartsförande porfyr, nära likartad med Kirunas »hängväggsporfyr», men med leptitiskt sekundärkornig grundmassa. Malmen är magnetit med låg eller måttlig apatithalt samt bildar gångformiga kroppar i porfyren och åtföljes av malmbreccia i stor skala. *Tuolluvaara* är mera än någon annan av områdets malmfyndigheter drabbad av förkastningar. Dessa äro, åtminstone i allmänhet, överskjutningar (36). I närheten av *Tuolluvaara* ligger den obetydliga malmbrecciefyndigheten *Tuollujärvi* (jfr 22, s. 203).

Även *Ekströmsbergs* malm (88, 10, 23, 67, 78) åtföljes av kvartsförande porfyr, uti vilken den bildar mäktiga bäddar såväl som tunnare ränder. Dess fosforhalt är i allmänhet medelhög. Malmmineralet är i den största malmkroppen magnetit, delvis något blodstensblandad. Däremot bestå fle-

ra av de mindre mäktiga bäddarna av blodsten, med endast ringa magnetithalt. Apatit förekommer även i dessa, delvis såsom ränder. Också finnas ibland smala ränder av rödaktig kvarts (järnkisel).

I anslutning till Ekströmsberg bör även nämnas den lilla fyndigheten *Skuokimjokk*, 8 km SO om Ekströmsberg. Malm skall där hava varit blottad (88, s. 122). Vid tidpunkten för förf:s besök (början av juli 1925) var emellertid ingen fast anstående malm synlig; möjligen var den dold av ännu kvarliggande snö eller av nedrasad jord. Den anstående bergarten är porfyr av samma slag som vid Ekströmsberg, fluidalstrimmig, delvis starkt vittrad (kaoliniserad?). Blodstenen, representerad av ett flertal tydligen lokala block, är finkornig till finfjällig, stripvis blandad med röd järnkisel, dock utan någon regelbunden randning. Uti block, som på grund av sitt läge torde härstamma från en punkt något S om den djupaste ravinen, finnas tydliga rester av silicifierad porfyr. I annars frisk porfyr vid *Skuokimjokk* förekommer f. ö. lokalt riklig impregnation av järnglansfjäll, och på ett annat ställe små kvartsgångar med järnglans och malakit.

Från trakten SV om Ekströmsberg är att anteckna ett av Gavelin vid *Luopovare* (bl. Kiruna) gjort fynd av gångar av grovkristallin, hornbländeförande svartmalm uti kvartsförande porfyr. De under namnet *Täuna-tjäkko* (Teunatj.) kända fyndigheterna (88, s. 126) på norra sidan av lågfjället med detta namn, äro enligt J. Eklund (muntl. meddelande) rikligt grönskarnsförande svartmalm med för blotta ögat synlig apatit.

*Gällivarefältets* malmkroppar äro i stort sett bäddformiga. Malmmineralet är dels magnetit, dels, i mindre utsträckning, järnglans. Ovisst är, huruvida den senare över huvud taget är ursprunglig. Apatithalten är måttlig till låg. För porfyr-leptit-formationens byggnad inom detta malmfält har redan ovan redogjorts (s. 57). Det märkligaste ursprungliga draget i fältets geologi är den stora skala, uti vilken skarnbreccior uppträda, vanligen med grönt hornblände såsom dominerande mineral. Malmbreccia finnes också, ehuru icke fullt så vanlig, ävensom en malmrandning i gråberget, vilken åtminstone i regel utgöres av ett mycket starkt tillplattat ådernät av malmgångar. Sekundära drag av stor betydelse äro veckningsdeformationen, med en stark utveckling av stänglig struktur, samt det rikliga uppträdandet av granitiska intrusioner. Då helt nyligen en utförlig skildring lämnats av detta fälts geologi (44), är det överflödigt att här närmare ingå på densamma.

I anslutning till *Gällivarefältet* kunna omnämnas malmfynd på enskild mark 2 km ONO om *Sikträsk's* station, vilka blivit inmutade och utmåslagda. I ett utmål (Norregruvan n:o 2) har påträffats en ganska rik, apatitförande svartmalm. Inom *Sikträskgruvans* utmål, omkring 1 km SO om det föregående, har träffats en synnerligen starkt pegmatitblandad svartmalm, eller snarare en pegmatit med resorberad malm. En jordschaktning emellan dem visar rikligt block av grovkristallin blodsten, dels med hög järnhalt, dels åter blandad med muskovit och kvarts m. m. Tydligen uppträder inom fältet både svartmalm och blodsten. Sidostenen är en lep-

titisk gnejs, liknande en del grövre varianter inom Gällivare malmfält. Linagranit anstår emellertid omedelbart intill i norr, och malmens karaktär visar tydligt på förefintligheten av intrusioner även i den malmförande zonen. Enligt gängse uppgifter skall malm även ha spårats in på den i V angränsande kronomarken. Att zonen fortsätter dit kan svårigen betvivlas. Emellertid synas de ovan omnämnda talrika blodstensblocken angiva förefintligheten av en ännu oupptäckt malmkropp c:a 700 m Ö om rågången. Ehuru Sikträskfältet näppeligen hyser några malm tillgångar av större dimensioner, torde det icke kunna sägas sakna praktiskt intresse. De elektriska mätningar, som på sin tid kommo till utförande här, kunna knappast anses utgöra en slutgiltig undersökning, då metoderna vid ifrågasvarande tidpunkt ännu icke nått sin fulla utveckling.

*Mertainen* är en magnetitmalm med låg fosforhalt. Sidostenen är en syenitporfyr, ofta med magnetitmandlar samt med riklig utveckling av skapolit och sekundär biotit. Malmen uppträder i form av oregelbundna gångmassor ävensom i mycket stor skala såsom mindre gångar, breccierande porfyren. Medan malmen i regel har en hög järnhalt, kan den lokalt föra åtskilligt grönskarn (amfibol och pyroxen) jämte något kalkspat (jfr även 88, 10 och 78).

Även *Painirova* uppträder uti syenitiska porfyrier. Malmen bildar oregelbundna gångar, vilka övergå till malmbreccia. Den är en svartmalm med mycket växlande apatithalt. Påfallande är dess stundom grovkorniga struktur, med fingerstora apatitstänglar, som växa ut från gångsidorna eller från i malmen inneslutna porfyrstycken (88, 78, 22).

Fyndigheten *Svappavaara* omgives av leptitiska bergarter, som torde utgöra metamorfa former av syenitiska, delvis basiska porfyrier. Malmens huvudmassa bildar en brantstående bäddformig kropp, ställvis avbruten med »omstjärtningar» (jfr karta i 88). Den ena änden av malmen är svartmalm, resten är finkristallin blodsten. Apatithalten är måttlig. Mycket märklig är den ganska rikliga förekomsten av kalkspat, som utan tvivel är ett ursprungligt mineral uti denna fyndighet. Även uppträder ibland en brun granat (med all sannolikhet andradit). Denna har framförallt observerats å den bästa förefintliga blottningen av en malmgräns; den åtföljes där av diopsid. Uti den leptitiska sidostenen förekomma gångar av malm, delvis apatitrik. Leptiten är i stor utsträckning skapolitiserad och kopparkisförande.

Det närbelägna *Leveäniemi* synes, att döma av föreliggande rapporter från undersökningsarbeten (88, 67, 3), vara nära jämförligt med Svappavaara. Malmen är dock i regel svartmalm, och fosforhalten är delvis mycket låg.

Till Kirunatypen torde även vara att hänföra det föga kända, av allt att döma obetydliga fältet *Tansari*, c:a 5 km V om Svappavaara by, samt de vidsträckta, åtminstone till största delen impregnations- eller malmbreccieartade »malmanledningarna» Salmivaara, Ylipääsnjaska och Kuosanen (88). En liten malmansamling skall även finnas i porfyreerna NO om Äustel-

lako (Öistillaki) (1). Också det av gammalt kända *Killingi* malmfält (*Pahtajärrämä*)<sup>1</sup> hör till samma typ. Närmast liknar det vissa varianter inom Gällivare malmfält. Sålunda är bergarten en nästan gnejsigt grov leptit av syenitisk karaktär. Den genomdrages av skarnådror, bestående dels av hornblände, dels av pyroxen, epidot och fältspat. Även magnetit ingår i ådrorna. I skärpningar på Kaitumälvens norra sida är malmen medelgrov och jämnt uppblandad med pyrit i stor mängd, även hornblände och apatit observeras. En sänkning strax S om älven har påträffat en liknande, men kisfattigare och sålunda bättre malm. Fältet synes emellertid icke hysa några större malmtillgångar.

Nära likartat med Kirunatypen är även *Nakerivaara* malmfält, invid Torneträsk station (88). Malmen är en delvis rik magnetit, åtföljd av något hornblände samt med en växlande, vanligen låg apatithalt. Även förekomst-sättet motsvarar Kirunatypens, i det att malmen gångformigt genomsvärmar sidostenen. Denna sistnämndas karaktär är dock en annan än vid de övriga till Kirunatypen hänförbara fyndigheterna. Den har nämligen en mindre alkalisk karaktär, i det att den är en oligoklasamfibolit (jfr ovan s. 43).

Här kan även anföras en i väsentliga drag likartad fyndighet, nämligen »*Dundrets* malmfält» vid Gällivare, beläget mellan Dundrets norra fot och Vasaträsket. Fyndigheten är jordtäckt och torde därför hava påvisats på magnetisk väg. På ett par ställen inom en torrmarksfläck i myrlandet hava några smärre jordschaktningar gått ned till fast berg, samt delvis av-sänkts i detta. Den anstående bergarten är även här en oligoklasamfibolit. Den består huvudsakligen av oligoklas ( $Ab_{72}An_{28}$ ) i korn om c:a 0.2 mm samt grönt hornblände, litet kalifältspat finnes också. Malmen bildar ett flätverk av gångar, växlande i bredd från några mm till flera dm. Malm-mineralet är magnetit. Något titanjärn har ej observerats i polerprov, och en approximativ kemisk bestämning gav blott 0.35 %  $TiO_2$ . De grövre gångarna äro mycket rena, men kunna innehålla något svavelkis. De smälare åter visa sig under mikroskopet vara uppblandade med något diopsid och hornblände, samt övergå delvis i impregnationsådror.

Även *Leppäkoskifyndigheten* nära Vittangi älv torde böra räknas till Kirunatypen (jfr 88, s. 94). Vid tidpunkten för förf:s besök (1927) voro åtskilliga av de inom detta malmfält utförda jordschaktningarna igenrasade, men flera voro ännu tillgängliga, dessutom finnas några naturliga blottningar. Inom fältets västligare del fanns blottad en mycket malmrik malmbreccia uti rödlätt till ljusgrå syenitporfyr. Malmgångarna, av magnetit, nå där ända till mera än metersbredd, medan å andra sidan det även förekommer ett flätverk av ytterst fina ådror. Även iakttagos obetydliga gångar av ett ankeritartat karbonat jämte kis, vilka gångar tycktes stå i ett visst samband med magnetitgångarna. Östligare inom fältet är bergarten i allmänhet starkt pressad och förskifrad. Malmen uppträder där delvis på nyss skildrat sätt, dock observerades icke här så stora magnetitgångar. En

<sup>1</sup> Nämnas stundom i den förvrängda formen »Batajeräma».

bank av blodsten, åtminstone metersbred, ser ut att vara skiktad och innehåller fläckar av röd järnkisel samt upp till tumsstora körtlar av vit kvarts.

I geologiskt hänseende på det närmaste anslutna till Kirunatypen, men ur tekniska synpunkter helt olikartade äro några fyndigheter, för vilka *Haukivaara* är den viktigaste representanten. Hit höra i Kirunatrakten blodstenarna i Haukivaara samt deras fortsättning på östra sidan av Luossavaara, över Nokutusvaara till Syväjärvi malmfält, vilket sistnämnda, med den omfattning namnet numera givits, endast omfattar malm av detta slag. Det är fråga om finkristallin, mera sällan fjällig blodsten, uppträdande uti förkislade eller sericitskifferartade bergarter, vanligen i form av en ojämn impregnation, men ställvis med rikmalmskoncentrationer. Fosforhalten är växlande, mestadels låg. Kvantitativt alldeles underordnade, men i geologiskt hänseende mycket upplysande beståndsdelar äro tungspat, turmalin och ortit. Likartade äro sannolikt de endast i form av block kända fyndigheter av kvartsig malm NV om Svappavaara by, som gå under namnen Ainasjärvi, Mustalombolo och Bergsmanivaara (jfr 88). Dit bör troligen även hänföras Skuokinjokk (jfr ovan), måhända också blodstenarna vid Ekströmsberg och Leppäkoski.

En fullständigt unik fyndighet, men på sätt och vis ansluten till nyss anförda grupp, är *Kuosatjvare* vid Kaitum älv, 2 mil SSO om Ekströmsberg. Den bergart, som omgiver malmzonen, är en mörkgrå basisk syenitporfyr eller albitporfyr, mycket rik på ojämnt fördelad, sekundär biotit, ibland åtföljd av kalkspat. Den åtminstone 800 m långa (kanske dock ej fullt kontinuerliga), men blott ett eller annat tiotal meter breda malmförande zonen är väl skiktad, med i det närmaste vertikal lagerställning. Två huvudkomponenter kunna urskiljas, nämligen skiktat gråberg samt malm. Det förstnämnda är en ljusst blågrå bergart, fint skiktad och med utpräglad avlossning längs skiktplanen. Mikroskopet visar såsom huvudbeståndsdelar albitisk fältspat och järnglans, jämte apatit, muskovit, rutil. Några tunna skikt bestå huvudsakligen av mikroklin och muskovit. På grund av bergartens finkornighet är strukturen svår att bedöma. Tydligt klastiska drag saknas emellertid, och järnglansen har otvivelaktigt åtminstone till stor del kristalliserat i bergarten. Malmen åter har en utpräglad konglomeratkaraktär, med tämligen väl rundade, mera sällan kantiga bollar om upp till några dm största diameter, tämligen glest inströdda i en till strukturen gråvackeliknande grundmassa. Bollarna utgöras av blodstensmalm, ljusröd, delvis silicifierad porfyr, kvarts (möjligen en fullständig silicifierad bergart) samt grågul sericitskiffer. I den grova, grusliknande grundmassan urskiljer man stora kvantiteter av grovkristallin järnglans och kvarts, bådadera uti tydligt klastiska korn. Det visar sig under mikroskopet, att denna grundmassa består av större och mindre, väl rundade korn, sammansatta av kvarts, grov järnglans och grovfjällig muskovit uti växlande proportioner, ibland även med tungspat och turmalin samt litet zirkon. Dessutom finnas albit- och pertitkorn, ävensom intill halvmillimeterstora, likaledes rundade korn av ett i slipprov brunt, stundom zonalbyggt, mycket svagt dubbelbrytande mineral.

Detta sistnämnda är möjligen en metamikt ortit. Kvalitativt kemiskt prov har dock ej givit någon reaktion för cerium. Utom detta malmkonglomerat träffas andra konglomeratiska partier, vilka äro blodstensfattiga och bestå av sådant material som det i malmlagret ingående gråberget.

Påtagligen är denna malmzon en klastisk bildning, ehuru det finskiktade gråberget delvis synes hava omkristalliserat och dess klastiska struktur sålunda ha gått förlorad. Materialet till malmzonen härrör tydligen från en fyndighet närmast jämförlig med Haukivaara. Förefintligheten av silicifierad (och delvis järnglansimpregnerad) porfyr samt av sericitskiffer hänvisar på ett dylikt ursprung; även tungspaten är av betydelse i detta avseende, medan turmalinen ej är lika begränsad i sin paragenetiska amplitud. Den övervägande massan av malmen torde dock härröra från gångar, associerade med impregnationen, såsom framgår redan av kornstorleken. Kvartsgångar med bl. a. järnglans förekomma även i samband med Haukivaaras blodstensmalmer.

Malmens så väl bevarade klastiska karaktär ger anledning uppställa frågan, huruvida man icke här har att göra med en till Vackoformationen hörande bildning. Det är emellertid i fält ej möjligt att finna några relationer till sidostenen, som skulle giva skäl för en sådan tolkning. Man får i stället det intrycket, att malmzonen utgör en inlagring i porfyrformationen. Det är gott om blottningar, och några antydningar till dislokationer träffas icke. I själva verket är ju förekomsten av en intraformationell konglomeratbildning uti porfyr-leptit-formationen icke förvånande. Även i Kurravaara-konglomeratet förekommer material, som förutsätta en viss grad av erosion. Malmer av det slag, som har levererat materialet till Kuosatjvarefyndigheten, äro säkerligen jämförelsevis ytliga bildningar. Synnerligast som man även får räkna med, att dislokationer kunnat bidra att blottlägga en dylik fyndighet, behöver förefintligheten av en klastisk avlagring av material hämtat från densamma icke förutsätta något mera betydande mått av erosion.

Även *skarnjärnmalmerna* uppträda uti porfyr-leptit-formationen. Deras malmmineral är magnetit. Fosforhalten är i regel mycket låg, men enstaka fyndigheter uppvisa ej obetydligt med apatit. Kiser uppträda ofta i betydande mängd, synnerligast svavelkis men även ibland magnetkis och undantagsvis kopparkis. Malmen åtföljes av betydande skarnmassor, huvudsakligen strålsten (aktinolit eller tremolit) och diopsid, ibland även flogopitisk glimmer, m. m., och är uppblandad med dessa eller bildar klumpar och strimmor av växlande dimensioner uti skarnet. I åtskilliga fall äro fyndigheterna bevisligen anknutna till lager av kalksten eller dolomit, av vilka rester kunna träffas inneslutna i skarnet eller malmen. Även förekommer det i flera fall, att malmen är mera jämnt blandad med dylika karbonat eller med kondrodit. Den leptitiska sidostenen är i många fall intensivt skapolitiserad.

Till skarnmalmerna höra ett stort antal av kartområdets malmfyndigheter. Sådana äro, med början från de nordvästra delarna: Laukujärvi, Vieto,

Rakkurijoki, Keskinen Käyrävaara, Tjavelk, Njuotjamavare, Toppi (= Njuotjamaluspavaara), Sautusvaara, Altavaara (i viss mån), Vathanvaara-fälten (Vathanvaara, Mänty Vathanvaara, Sorvivuoma), Nunasjärvfälten (Svanbolandet, Nunasjärvenmaa, Kuusi Nunasvaara, Nälkjärvi, Nälkävuoma), Jänkkä(?), Masugnsbyfälten (Isovaara och Nya Isovaara, Vuoma, Väливаara delvis, Vähävaara, Junosuando), Lannavaarafälten åtminstone delvis (Kevus), Pellivuoma, Juhonpieti, samt längst i öster de största av denna typ, Kaunisvaarafälten (Sahavaara, Tapulivuoma och Palotieva). Mera isolerade smärre anledningar av samma typ finnas t. ex. V om Vittangi (Ylisuannonmaa och »Haren»), vid Svappavaara (Kiilavaara), NV om Kiruna (Kojuvaara), samt vid Sekkujoki.

I det stora hela äro skarnmalmsfyndigheterna ganska likartade i sina geologiska karaktärer. Då emellertid många av dem förut endast varit ytterst knapphändigt beskrivna, måste här en del data anföras.

*Laukujärvi* (också kallat Lehto), den västligaste hithörande fyndigheten, uppträder i kalksten och är dels en kalkig blodsten, porös och murken, dels likaledes kalkblandad magnetit med ljusgrönt strålstensskarn. Mikroskopisk undersökning visar, att blodstenen är en oxiderad (martitiserad) magnetitmalm. Fyndigheten är sålunda en delvis vittrad kalk- och skarnmalm.

*Vieto* är en stor fyndighet av kisig grönskarnsmalm, omgiven av ljusgrå porfyr med stora albittavlor. I aktinolitskarnet hava iakttagits aggregat av apatit. Någon kalksten är ej känd där. Troligt är emellertid, att fyndigheten ersätter en dylik, och att den ligger i samma horisont som Laukujärvifältet. I närheten av Laukuluspagårdarna, på norra stranden av Kalix älv mellan Laukujärvi och Vieto, hava träffats ett par block av kalkig blodsten av Laukujärvityp ävensom ett block av magnetitförande aktinolitskarn. Måhända komma dessa block ända från Laukujärvifältet. Möjligt är dock även, särskilt med hänsyn till att flera block träffats så nära tillsammans, att klyftorten ligger närmare.

Till skarnmalmerna måste även hänföras den i Kirunagrönstenarna på *Pahtosvaara* uppträdande lilla malmfyndighet, som beskrivits av Sundius (80, s. 36). Malmen är magnetit med kopparkis och svavelkis samt åtföljes av amfibolskarn. Den är delvis otydligt bandad men har enligt Sundius ett uppenbart epigenetiskt uppträdande. Uti liknande miljö uppträder V om Luossajärvis norra ände en av G. Lindroth upptäckt förekomst av amfibolskarnmalm, som torde böra benämnas efter ett närbeläget berg *Kojuvaara*.<sup>1</sup>

*Rakkurijokifältet*, som synes hava en ganska betydande utsträckning, är ännu föga undersökt. Genom granskning av ett antal borrhjärnprov erhöles följande bild av de geologiska huvuddragen. Malmen är magnetit, blandad med talk, strålsten, svavelkis, serpentin, kalkspat och något apatit. Sidostenen är en porfyr, i ganska stor utsträckning skapolitiserad (22).

Uti det jämförelsevis stora fältet *Keskinen Käyrävaara* är malmen ganska rikligt uppblandad med grönskarn (åtminstone i huvudsak pyroxen), delvis

<sup>1</sup> Å kartan (tavla 1) är möjligen läget för denna förekomst icke exakt rätt angivet.

i tydlig randning. Svavelkishalten är hög och mineralet är delvis utbildat i mera än cm-stora kristaller. I flera jordschaktningar ses stora block av grovkristallin kalksten, varför det är högst sannolikt, att även dylik finnes anstående inom malmfältet. Enligt Berglund (3) skall det utom den delvis blottlagda malmen även finnas en hittills endast magnetometriskt påvisad parallell. Att döma av blockmaterialet uti fältets starkt jordtäckta omgivningar måste det malmförande bältet av porfyr-leptit-formationen vara helt smalt. Med undantag av nyssnämnda kalkstensblock saknas nämligen block av denna formation. Öster om fyndigheten dominera gabbroblock, närmast densamma dock blandade med talrika granitblock. En skärpning strax NV om de malmförande visar en halvmillimeterkornig pyroxendiorit (jfr ovan s. 87).

Fyndigheten *Njuotjamavare*, 1 km ONO om Rensjöns station, är jämförelsevis väl blottad. Här föreligga tydligen flera »omstjärtande» zoner av malmförande bergart, av vilka dock endast en synes vara av någon betydelse. Enligt en av Bergverksaktiebolaget Freja välvilligt meddelad magnetisk karta är den omkring 500 m lång. Fyndigheten är jämförelsevis väl blottad. Utom några smärre naturliga blottningar finnas flera betydande jordschaktningar och skärpningar. Skarnmalmen är bunden vid ett flera tiotal m brett bälte av kalksten, som stryker ungefär NO—SV och stupar brant mot SO. I den största blottningen ses kalkstenen åtminstone delvis uppträda på båda sidor om skarnmalmen. Kalken är starkt veckad. Malmen åtföljes av stora mängder grönskarn. Mest är detta pyroxen (diopsid), men närmare den begränsande eruptivbergarten (jfr nedan) samt ställvis även annorstädes ses i dess ställe aktinolit. Magnetiten uppträder gärna såsom band uti skarnet (fig. 55) eller ibland som fina ådror. Kishalten är föga betydande. I skarnet ses ibland inneslutna klumpar av kalksten.

I SO är kalkstenen begränsad av en eruptivbergart, blottad till några m bredd. Denna är massformig, finkornig (med 1—2 mm stora fältspater) och består huvudsakligen av fältspat, uralitisk amfibol samt titanit i form av leukoxen. Fältspaten är en plagioklas, till stor del med en nästan submikroskopisk gitterlamellering av mikroklintyp. Enligt ljusbrytningen samt utsläckningen i snitt  $\perp a$  är dess sammansättning omkring  $Ab_{88}An_{12}$ . Tänkbart är likvisst, att den är starkt kalihaltig, och att de optiska bestämningarna därigenom bliva osäkra. Bergarten är ställvis genomdragen av tunna ådror av skapolit och hornblände. I närheten av dessa är dess fältspat helt och hållet ersatt av skapolit.

Omedelbart S om Rensjöns stationshus finnes en blottning av kalksten, omgiven dels av diopsidskarn, dels av aktinolitskarn med magnetit och kiser (svavelkis, magnetkis, kopparkis). Kalkstenen stryker NNO, sålunda ungefär som i *Njuotjamavare*, men stupningen är västlig.

Fem km SSV om Rensjöns station ligger fyndigheten *Toppi*, tidigare känd under namnet *Njuotjamaluspavaara* (88). Enligt Berglund (3) är det magnetiska påhållet endast c:a 250 m långt och 25 m brett samt ojämnt, antydande en uppdelning i körtlar. Strykningen synes även här vara NNO.

Det enda, som förf. haft tillfälle att se av fyndigheten, är en helt obetydlig hög uppsprängd malm vid en av jordschaktningarna. Malmen är där en typisk skarnmalm, bestående av magnetit och ungefär mm-kornig pyroxen (diopsid), vanligen i relativt homogen blandning, ävensom rätt mycket svavelkis. Mikroskopiskt ser man också något hornblände och ej obetydligt apatit.

Den endast magnetiskt påvisade fyndigheten *Vietanluspavaara*, 6 km OSO om Rensjön, kan också tänkas tillhöra samma typ.



P. Geijer foto. 1925.

Fig. 55. Bandad skarnjärnmalm, Njuotjamavare. [Banding of pyroxene skarn and magnetite. Njuotjamavare.]

Även fyndigheten *Tjavelk*, vid övre änden av Taallusjärvi, hör till skarnmalmen. Att den ursprungligen beskrevs såsom en utsöndring i diabas (88, s. 108) har utan tvivel sin förklaring däruti, att den geologiska granskningen utfördes under starkt regn, då skillnaden mellan svart serpentinskarn med strålsten och svartgrön diabas med mörka fältspatlistor blev förbisedd. Fyndigheten är mestadels ganska mager, uppblandad med ett ljus eller mörkare strålstensskarn, delvis också med ett »svartskarn» av serpentin, uti vilket stänglar av strålsten ligga inströdda. Magnetkis och kopparkis förekomma också. Diabasen (jfr ovan s. 119) är blottad i två av groparna; i den ena ses den bilda en tämligen brant stående, omkring fotsbred gång i malmen. På grund av den nyss anförda feltolkningen av fyndigheten har den magnetiska kartan över *Tjavelk* kommit att anföras såsom exempel på en magnetitrik diabasgångs magnetometriska effekt (62).

Här bör även erinras om förekomsten av skarn inom *Tjabraks* malmfält (jfr ovan s. 88).

*Altavaara*, som enligt ett antal av förf. granskade borrhämsprov utgöres av en ojämn impregnation av magnetit uti skapolitiserad leptit, synes kunna uti geologiskt hänseende hava vissa beröringspunkter med skarnmalmsgruppen.

Den rätt betydande fyndigheten *Sautusvaara* är ej mycket känd till sin geologi, på den grund att den medelst jordschaktningar blottade malmen är starkt vittrad och mullande. Malmen är en finkornig blå magnetit, blandad med grönskarn (troligen alltigenom strålsten) och med finfjällig, ofta bronsglänsande glimmer. Av gråberg finnes vid groparna upplagt en blågrå, finkornig leptit — troligen ett syenitporfylderivat — övergående till skapolitfels med tumslånga stänglar. I skapolitbergarten ses ofta ådror och strimmor av malm (jfr *Altavaara*).

*Vathanvaarafälten* äro *Vathanvaara*, *Mänty Vathanvaara* och *Sorvivuoma*. Från det sistnämnda föreligga ingå närmare data. De båda övriga uppvisa i allt väsentligt de karaktärer, som här ovan anförts såsom utmärkande för skarnmalmen i allmänhet (jfr även förf:s beskrivning, 32, där också data om några smärre malmanledningar meddelas, samt om *Vathanvaara Berglund*, 3). Även *Nunasjärvfälten* (32) kunna innefattas under samma karaktéristik. De äro: *Svanbolandet*, *Nunasjärvenmaa*, *Kuusi Nunasvaara* samt de mera obetydliga *Nälkävuoma* och *Nälkäjärvi*. Fältet *Jänkkä*, strax S om *Torneälven*, är förmodligen också en skarnmalm. De smärre fyndigheterna *Ylisuannonmaa* och *Haren* omgivas av skapolitiserade amfiboliter tillhörande leptitformationen (32, s. 90). Vid den förstnämnda är malmens förekomst åtminstone delvis gångformig.

*Masugnsbyfältens* skarnmalmer ligga dels (*Junosuando*) intill ett massiv av pertitgranit, dels åter (i strykningsriktningen från de föregående) på ett något längre avstånd från denna gräns. I förra fallet äro de på den från graniten vettande sidan begränsade av dolomit och kalksten, varav även partier ingå i skarnmalmen, i det senare förekommer ställvis karbonatbergart i anslutning till skarn- och malmkroppen. Skarnmineralen äro vanligen diopsid eller strålsten, men både kondroit och flogopitisk glimmer kunna uppträda i mängd, och ställvis är malmen utspädd av karbonat. Kishalten är växlande, delvis hög. För närmare data om dessa fält hänvisas till den redan föreliggande beskrivningen (43).

*Lannavaarafälten* — *Sattavaara*, *Kevus* och *Teltaja* — äro mycket ofullständigt kända. Förf. har vid granskning av borrhämsprov från de båda sistnämnda fått följande intryck. *Kevus* är en ordinär skarnmalm, troligen rätt fattig,<sup>1</sup> ibland något kalkspatförande. Sidostenen är en ytterligt skapolitiserad leptit. *Teltaja* åter visar delvis samma karaktär, men består i övrigt av en finfjällig blodstensmalm. Denna, som åtföljes av pyroxen och hornblände, bildar gärna ådror uti en ljusgrå, leptitliknande bergart, bestående av kvarts och underordnad mikroklin. Delvis är sidostenen syenitleptitisk (jfr s. 59).

<sup>1</sup> Reservation måste göras för den möjligheten, att den bästa malmen kan ha varit löskornig och därför ej kommit med bland kärnorna.

Å fältet *Pellivuoma* finnes endast en liten blottning på malmen. Uppsprängda bitar visa en mestadels medelgrov svartmalm med gulbruna serpentin-korn. Malmen är delvis rik på magnetkis, som visar en utomordentligt stor benägenhet för vittring. En del pyrit förekommer också; den synes i stället visa en påfallande motståndskraft. I gropen träffades åtskilliga block av kalksten. Omkring 1 km västligare finnes en blottning å en myrholme, visande grönskarn med något magnetit insprängd.

Angående den geologiska karaktären av fyndigheten *Juhonpieti* har förf. sig endast bekant så mycket, att den otvivelaktigt är en skarnmalm.

De av V. Tanner år 1918 upptäckta *Kaunisvaarafälten* utgöra den största enheten bland områdets skarnmalmsfyndigheter. Längst i söder ligger Sahavaara med 21 utmål, något nordligare Tapulivuoma med 15, och längst i NO Palotieva med 2 utmål. Den följande karakteristiken är baserad på en granskning av flertalet borrhärlådor från fälten ifråga ävensom uppbruten malm vid jordschaktningar på Sahavaara. Av borrhärlorna att döma är den geologiska byggnaden principiellt densamma inom alla de tre fälten. Malmen är alltigenom magnetit, stundom med ej obetydlig kishalt i form av svavelkis, magnetkis och ibland kopparkis, samt uppblandad med skarnmineral och åtföljd av större och mindre skarnmassor. Skarnmineralet är framförallt pyroxen, i form av en mycket ljus diopsid. Även förekommer glimmerskarn och ställvis serpentin, samt åtminstone i Palotieva ibland strålsten. Borrhärlor från Tapulivuoma visa dessutom kalksten, delvis med ofikalцитutbildning, samt kalkmalm. Även från Sahavaara finnas kärnor med kalksten, men blott i mindre skala. Ofta förekomma ränder av skapolit och biotit, som måhända utgöra omvandlade leptitinlagringar. Undantagsvis uppträda i själva skarnet klumpar av skapolit och titanit. Vad man ser av de bergarter, som närmast omgiva fyndigheterna, är huvudsakligen starkt skapolitiserade former av en grå leptit. Delvis är denna grafithaltig och tydligt skiktad. Det hela påminner i hög grad om Masugnsbyfälten.

De olika förekomsterna av skiktad, vanligen kiselsyrerik järnmalm hava förut anförts i samband med skildringen av porfyr-leptit-formationens stratigrafi. Den rikaste är Marjarovafältet (jfr även 41).

Flertalet av områdets *kopparmalmer* tillhöra en grupp med ganska växlande form och mineralinnehåll, men dock påtagligt genetiskt sammanhang. Det rör sig om impregnationer av kopparkis uti skapolitiserade leptitiska bergarter och tillsammans med granat uti glimmerskiffrig leptit, eller också om gångar, t. ex. kopparkisförande kvartsgångar med turmalin samt kopparkis-, bornit- eller kopparglansförande kvartsgångar, i sällsynta undantagsfall guldförande. Järnmalmsmineral, både magnetit och järnglans, uppträda gärna tillsammans med kopparmineralen, järnglansen dock endast i kvartsgångar o. dyl. I några fall finnes även molybdenglans samt någon enstaka gång ett koboltmineral. De olika typerna träffas ofta uti ett nära inbördes samband. Skarnartade fyndigheter i kalksten, delvis med mycket skapolit, torde också få hänföras till samma grupp.

Då förf. redan givit utförliga beskrivningar av de geologiska förhållan-

dena vid flertalet kopparfyndigheter av denna grupp (31), ävensom företagit en särskild undersökning av deras mikrostrukturer (39), kan det här vara tillräckligt att hänvisa till dessa skildringar och för övrigt endast erinra därom, att de mest uppmärksammade hithörande fyndigheterna varit *Svaappavaara*, *Nautanenområdet* (Nautanen, Liikavaara, Nietsajoki, Fridhem, m. fl.) och *Särkivaara*, vartill kan fogas den lilla molybdenfyndigheten *Vähävaara* (39, s. 15).



P. Geijer foto. 1925.

Fig. 56. Den gamla koppargruvan vid Kovo (bruten genom tillmakning). [*The old copper prospect at Kovo (worked by fire-building).*]

En sannolikt till sin uppkomst bestämt skild typ representeras av kvartsgångar (ibland även karbonatförande) med kopparkis och i något enstaka fall bornit, ävensom ofta litet svavelkis eller magnetkis. Hit höra gångar i *Kurravaaratrakten* och Ö om Taallujärvi («*Raggisvaara*», *Yli Porro* och *Ala Porro*, jfr 88 samt ovan s. 41) ävensom *Linkatjäkko*. Också *Kovo* bör hänföras hit. Dess obetydliga malmtillgång uppträder uti en kalkspathaltig leukodiabas, vilken bildar slirartade gångar uti en i Vakkoformationen intruderad uralitdiabas. Uti Kovogångarna förekommer även tungspat. Jämförliga med dessa gångar förefalla även de gamla gruvorna vid *Pahtavaara* invid Leppäkoski (88) samt *Paanikielinen* («*Panakieli*») eller Sekkuniemi, V om Sekkujokis nedre lopp. Den sistnämnda fyndigheten uppträder på en pressad och förskiffrad zon i äldre, spilitiska grönstenar. Även Pahtavaaras bergart torde vara äldre än den malmförande diabasen vid Kovo.

En egenartad fyndighet finnes vid *Lattevaara*, på Torne Träsks strand in-

till Lattilahti. Den utgöres av kopparkisrika och bornitförande magnetitgångar i gabbro, ävensom pegmatitiska fickor och sliror i samma bergart, i vilka de båda nämnda kopparmineralen också ingå (39).

Andra sulfidmalmer än kopparmalmer äro i en påfallande grad sällsynta inom kartans område. Molybdenanledningen vid Vähävaara har redan anförts. En liten blyglansstuff uppgives vara funnen vid Snållkok inom Nautanenområdet. Vid Kiilavaara nära Svappavaara har Svenonius, enligt föreliggande prov, funnit litet blyglans och zinkblände i en rostande skiffer.

Områdets största tillgångar av svavelkis synas representeras av de delvis kisrika järnmalmerna av skarnmalmstyp, vilkas kishalt kan tänkas bliva tillvaratagen vid anrikning av järnmalmen. Självständiga fyndigheter av svavelkis eller magnetkis äro ej veterligen påvisade utom i ett enda fall, på *Sautusvaara*, där det förekommer en åtminstone omkring 100 m lång, metersbred magnetkisorand, åtföljd av en magnesiaamfibol (cumingtonit) (H. E. Johansson, i 91, s. 95). En starkt rostande amfibolit, som anstår vid Tievakoski i Vittangjälvens nedre lopp, innehåller en impregnation huvudsakligen av magnetkis. Åtföljande mineral äro skapolit, en troligen klinoenstatitartad pyroxen samt titanit. De grafitrika bergarterna äro ofta kishaltiga, med i synnerhet magnetkis men även svavelkis. Några ansamlingar av betydenhet träffas dock icke. Den största är en på magnetkis mycket rik zon inom utmålet Falun i *Kuusi Nunasvaara* grafitfält (32, s. 60).

Ideligen återkommer frågan, huruvida utsikter finnas till några nya malmfynd av betydelse inom den nu avhandlade malmtrakten. Man erinrar sig huru många, delvis mycket stora järnmalmfält, som blivit kända långt efter avslutningen av 1890-talets särskilt aktiva malmletningsperiod: först fälten V om Vittangi (Vathanvaara- och Nunasjärvigrupporna, m. fl.), sedan Vieto samt de betydande nya fynden uti Masugnsbyfälten, och till sist Pajalafälten (Kaunisvaaragruppen, Pellivuoma, m. fl.). Återstå måhända ännu flera att upptäcka? Tyvärr sakna vi en av de viktigaste förutsättningarna för att ens antydningssvis kunna besvara frågan. Det finnes nämligen endast delvis närmare specificerade uppgifter angående läget och utsträckningen av de områden, som vid de enskilda malmletningarna underkastats en fullt systematisk magnetisk rekognoscering. Dessutom har vid dessa i åtskilliga fall använts personal, som icke kan garanteras hava framgått med fullt den avsedda noggrannheten. Upptäckten av Vieto inom ett område, som tidigare skall hava varit innefattat uti ett klart angivet undersökningsprogram, visar tydligt nog, vilka luckor, som i dylika fall kunna uppstå. Otivvelaktigt hava, på grund av gällande lagbestämmelser, de i enskild ägo befintliga markerna blivit vida grundligare undersökta under de senare malmletningarna (ungefär tiden 1910—1920) än kronomarkerna. De senare åter voro, i den mån de lågo i närheten av förut kända fält, avjagade redan på 1890-talet, men otivvelaktigt med åtskilliga luckor. Säkerligen finnas för övrigt dylika luckor även på enskild mark. Det är emellertid påtagligt, att en systematisk undersökning efter järnmalm för närvarande knappast är motiverad av något behov att öppna gruvsdrift på nya

förekomster. Mycket betydande järnmalmsfyndigheter av skilda kvaliteter ligga ju ännu obearbetade. Nya fynd skulle få någon omedelbar ekonomisk betydelse endast i händelse av ett ur kommunikationssynpunkt särskilt gott läge ävensom god kvalitet. Det blir då endast en jämförelsevis smal zon i järnvägslinjens närhet, som man har att räkna med. Att ej ens denna zon blivit ordentligt inventerad under tidigare skeden framgår av fynden vid Sikträsk (s. 136). Området mellan detta fält och Linaälvs station kan tänkas förtjäna en granskning, varvid dock den omständigheten, att malmen delvis uppträder såsom blodsten, torde nödvändiggöra en kombinerad elektrisk och magnetisk granskning och sålunda bliva mera dyrbar än vad i allmänhet malmletningen i dessa trakter ställt sig. Framhållas må också, att graniten där kan hava större utbredning än vad som antagits på kartan, och att sålunda området av den malmförande formationen är mindre. Den till porfyr-leptit-formationen hörande grönstenzonen V om Linaälvs station är sannolikt icke järnmalmsförande.

För den händelse att porfyrleptiterna i Kuosakåbbåtrakten fortsätta mot NV i Jalto- och Sjaunjamyrarna, så kan detta säkerligen högst ofullständigt undersökta område också tänkas vara malmförande.

Inom kartområdets östligare delar skulle nya fynd knappast kunna få någon betydelse inom den närmaste framtiden. Dessa trakter torde för övrigt vara bland de bäst genomsökta, i synnerhet områdena i norra Pajala samt kring Masugnsbyn. Det är emellertid förf. obekant, huruvida även landet mellan Masugnsbyn och Lovikka, där kalkstenzonen tydligen är representerad, blivit systematiskt övergånet. Även trakten kring Sekkujoki torde vara ofullständigt rekognoscerad.

Ur det allmännas synpunkt kan givetvis en systematisk järnmalmletning alltid vara i viss mån motiverad, då genom dess resultat en ännu säkrare basis kunde erhållas för statens malmpolitik. För den händelse detta ändamål skulle anses motivera omkostnader av den storleksordning, varom här bleve fråga, synes dock arbetet böra i första hand inriktas på ett närmare studium av de större redan kända men icke brutna fyndigheter, beträffande vilkas djupgående man har så gott som ingen kännedom, såsom Ekströmsberg och Svappavaara. Först i ett senare rum torde böra komma uppsökandet av de eventuellt förefintliga fyndigheter, vilka förbisetts vid de enskilda malmletningarna.

Vad sulfidmalmena beträffar, så synas kopparmalmerna alltigenom tillhöra typer, vilka icke ingiva några större förhoppningar om fynd av sådana dimensioner och halter, att de kunna tillmätas ekonomiskt värde. Hitills har ingenting kommit i dagen, som tyder på, att denna malmtrakt hyser några sulfidmalmer av sådana slag som Skelleftefältets. De karakteristiska omvandlingsbergarter, som åtfölja dessa, hava icke träffats inom vårt kartområde, om man undantager den glimmerskiffriga bergart, som åtföljer vissa magra kopparkisimpregnationer i Nautanenområdet. Än mindre hava några samlade sulfidmalmkroppar påvisats, eller block av dylika malmtyper iakttagits. Ehuru möjligheten av värdefulla sulfidmalmsfynd givet-

vis icke får bestridas, måste det sålunda sägas, att området icke inbjuder till en kostsam malmletning med sulfidfyndigheter såsom objekt.

### Grafit- och apatitfyndigheter.

De geologiska förhållanden, under vilka *grafitfyndigheterna* inom vårt kartområde uppträda, hava redan ovan berörts. De viktigaste förekomster-na ligga i landet omkring Torne och Vittangi älvar V om Vittangi, med Nunasvaara, Jälketkurkkio, Airikurkkio, m. fl. fält. Något isolerade från denna grupp ligga Äijärova mellan Vittangi och Svappavaara samt Palo Pöviö Ö om Merasjärvi. Närmare data om dessa fyndigheter hava lämnats uti en tidigare skildring (32). Hittills har ingen av dem kommit under arbete, och det är för närvarande föga troligt, att så kommer att ske inom överskådlig tid. Emellertid äro tillgångarna betydande, och det är säkerligen möjligt att på elektrisk väg påvisa nya förekomster uti samma trakter.

Frågan om tillgodogörandet av *apatitfyndigheter* föranledde omkring år 1890 omfattande undersökningar, framför allt i Gällivaretrakten, under den s. k. Apatitkommissionens ledning (63, 64). Resultatet blev visserligen så-tillvida negativt, att de enda fyndigheterna av betydelse befunnos icke kunna exploateras annat än i samband med järnmalmerna, men kommissionens arbeten ledde till en väsentligt ökad kännedom om de geologiska förhållandena vid vissa av järnmalmsfälten samt i deras omgivningar. Senare, under världskrigets kristid, företog förf. undersökningar i motsvarande syfte (35). De i gabbro på Dundret och vid Siäka (NV om Gällivare) uppträdande apatitgångarna äro otvivelaktigt att beteckna som värdelösa, och de gångar av annan typ, som finnas i porfyrrerna vid Kiruna (22, 35), äro av mycket små dimensioner. Återstår blott apatiten i järnmalmerna. Under kristiden utvanns i Malmberget 8 410 ton apatitlig genom anrikning av apatitrikt avfall från Gällivare malmfält, och det finnes otvivelaktigt fortfarande möjligheter att i händelse av en jämförlig tvångssituation åstadkomma en icke obetydlig fosfatproduktion. Under normala ekonomiska förhållanden åter är export såsom malm även för de mest fosforrika järnmalmskvaliteterna det naturliga. En viss brytning av högfosformalm har på senare år förekommit på Luossavaara (Rektorsmalmen). I övrigt hänvisas beträffande apatitfrågan till förf:s tidigare framställning (35).

### Tekniskt användbara bergarter.

En översikt av *kalkstensförekomsterna* inom hela Norrbottens län gavs 1916 av Svenonius (86). Till hans data äro för vårt kartområdes vidkommande endast några smärre kompletteringar att göra.

En av områdets största karbonatbergartsförekomster är den vid Masugnsbyn blottade dolomit- och kalkstenskroppen. I den aktuella frågan om anskaffande av jordbrukskalk för den övre Tornedalens behov har också upp-

märksamheten särskilt inriktats på denna tillgång. Jämte mycket stora ytor av dolomit finnes där även blottat ett parti av renare kalksten, med omkring 90 %  $\text{CaCO}_3$ .<sup>1</sup> Andra, kvantitativt ännu mera betydande kalkstensförekomster ligga vid Käymäjärvi och Huuki.

Ehuru *kvartsgångar* uppträda på åtskilliga ställen, har ingenstädes påvisats någon brytvärd förekomst av detta slag. Kwarts av lägre renhetsgrad åter, men som kan vara användbar t. ex. som syrefast material, representeras av en del *kvartsiter*, såsom Nautanenområdet.

Någon egentlig brytning av *byggnadssten* har endast i några få fall förekommit inom området, såsom vid järnvägsbron över Lina älv (Linagranit). För stenfotsarbeten, sträcksten o. dyl. användes i övrigt mest granit- och syenitblock. Även Vakkoformationens kvartsitsandsten i Haukivaara har i Kiruna kommit till användning för sådana ändamål. Lösare varieteter av dylik bergart utnyttjas ofta till *brynen*. Man väljer därvid former med en avsevärd halt av vittrad fältspat, sericit, el. dyl., och tager helst block eller rösberg, där bergartens kornighet blivit litet uppluckrad, så att den är för ändamålet lämpligare än sten ur friskt brott.

Slutligen kan anföras användandet av fasta, i tunna bankar förklyftade bergarter till »*mursten*» i spisar. Husbehovsbrytning av dylik bergart förekommer mångenstädes på landsbygden.

---

<sup>1</sup> Jfr kartor m. m. i Undersökningens arkiv.

## Den eruptiva utvecklingen.

Så starkt, som eruptivbergarterna dominera inom kartområdet, är en återblick på deras allmänna karaktärer och inbördes relationer högeligen på sin plats. Trots alla brister i våra kunskaper om dem är det också redan nu möjligt att avvinna iakttagelsematerialet resultat av ett mera allmänt intresse, särskilt beträffande den magmatiska differentiationens gång.

Tre kvantitativt betydande eruptivgrupper kunna urskiljas inom kartområdet, nämligen porfyr-leptit-formationens vulkaniska bildningar, de äldre djuperuptiven samt Linagranitens grupp. De smärre hypabyssiska intrusionerna av diabaskaraktär lämnas här åsido.

De tre anförda grupperna synas vara till tiden bestämt skilda från varandra. Mellan de båda förstnämnda föreligger dock ett alldeles påtagligt genetiskt samband, som framför allt tar sig uttryck däruti, att vissa kemiska typer och karakteristiska mineralvarieteter uppträda uti bådadera. Linagruppen åter synes vara bestämt skild från de övriga. Den kan visserligen ur kemisk synpunkt passa in såsom ett ändled uti en av de differentiationssviter, som kunna påvisas bland de äldre djupbergarterna, men den är dock icke identisk med de graniter, som med någon högre grad av sannolikhet kunnat hänföras till en dylik ställning. Vidare representerar den en så pass ordinär kemisk typ, att en dylik ungefärlig överensstämmelse icke kan tilläggas någon avgörande betydelse. Linagraniten giver för övrigt föga anledning till diskussion i detta sammanhang.

Av flera skäl är det lämpligt att först betrakta *de äldre djupbergarterna*. Från en gabbrogrupp av något växlande sammansättning hava ibland dessa följts två skilda serier av sinsemellan nära förbundna bergartstyper. De kunna kallas kalk-alkali-serien och pertitbergartsserien. Till den förra är troligen ansluten en egendomlig och mycket ofullständigt känd serie, som kan kallas natronserien, då dess fältspat huvudsakligen är natronrik oligoklas.

Kalk-alkali-serien omfattar de bergarter, som genom kontinuerligt växande halt av alkalifältspater och kvarts, under minskning av anortit och femiska beståndsdelar, leda från gabbro över diorit, syenit och kvartssyenit till granit. Pertitbildningar förekomma inom denna serie endast i mycket ringa skala, och den eutektpertitiska typen saknas helt och hållet. Plagioklasens anortithalt går endast i de kvartsrikaste leden ned till albitproportionen. »Alkalina» drag saknas över huvud taget fullständigt.

Å fig. 57 hava angivits de fåtaliga hithörande analyserna (1—4). De illustrera den allmänna tendens i den kemiska karaktären, som nyss anförts: förskjutningen i fältspatsdiagrammet beror på avgång av anortit och, i mindre proportion, albit, medan samtidigt, såsom staplarna visa, kvartsen ökar och de mörka mineralen avtaga. Hithörande graniter, vilka ej kemiskt analyserats, falla otvivelaktigt inom det område i diagrammet, dit tendensen inom gabbro- och syenitleden pekar.

Det mest påfallande draget i denna serie är den kontinuerliga övergången från gabbroida till kvartssyenitiska former. Denna övergång har i fält konstaterats inom ett flertal massiv. Den skulle också utan tvivel kommit

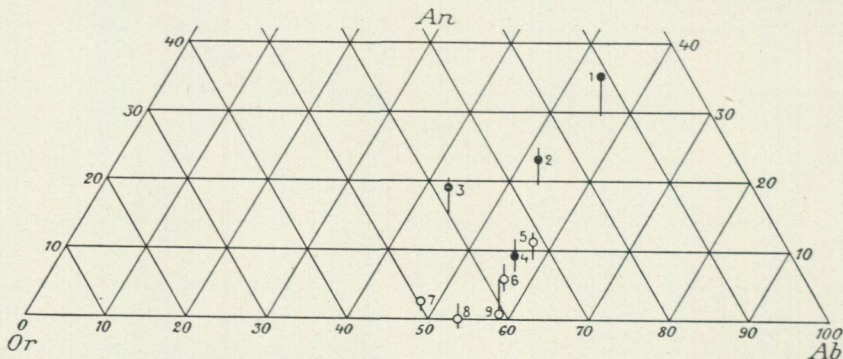


Fig. 57. Fältspatsproportioner i äldre djupbergarter från malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Fyllda cirklar gabbro och kalk-alkali-syeniter, öppna cirklar pertitförande bergarter. Staplarna angiva, avsatta från cirkelns periferi, uppåt normativ kvartshalt, nedåt normativ halt av femiska molekyler i samma skala (appr. 1 mm = 7 %). 1 norit (n:o 38 i analysstabellen), 2—4 kalk-alkali-syenit (n:o 39—41), 5 och 6 plagioklas-pertit-syenit (n:o 42 och 43), 7 pertitsyenit (n:o 44), 8 kvarts-pertit-syenit (n:o 45), 9 pertitgranit (n:o 47). [Diagram of feldspar proportions in older plutonic rocks. Filled circles gabbro and lime-alkali-syenites, open circles perthite-bearing rocks. Vertical lines indicate, beginning from the outside of the circle, upwards normative quartz content and downwards normative content of femic molecules (scale approx. 1 mm = 7 %). 1 norite (no. 38 in the analyses table), 2—4 lime-alkali-syenites (nos. 39—41), 5 and 6 plagioclase-perthite-syenite (nos. 42 and 43), 7 perthite-syenite (no. 44), 8 quartz-perthite-syenite (no. 45), 9 perthite granite (no. 47).]

bättre till uttryck i fig. 57, därest tillräckligt många analyser hade förelegat: i så fall skulle hela spridningskäglan från nr 1 till och över linjen  $(AbAn)_{60}Or_{40}$  varit belagd med analyspunkter. Även må erinras om den stora kvantitativa betydelsen av de syenitiska leden, som illustreras av kartan. De rent granitiska leden hava icke studerats i fält tillräckligt grundligt för att man skulle kunna säga, huruvida övergången fortsätter lika kontinuerligt till dem; att döma av förhållandena uti Pellilävaara—Paatsijäkälä-området synes detta dock vara mycket sannolikt. Under det att man exempelvis uti urberget i de sydligare delarna av vårt land allmänt finner en kombination av gabbroid grönsten och granit, bestämt begränsade mot varandra i fält och även i kemiskt-statistiskt hänseende utan övergångar, möter sålunda här det rent motsatta förhållandet. Sådana resonemang angående den magmatiska differentiationens förlopp och natur, som utgå från motsättningen gabbro—granit, kunna här icke komma till tillämpning. Att åter

positivt angiva förloppet är icke lätt, synnerligast som de förändringar, vilka analysserien (1—4) visar, icke äro fullt regelbundna. I detta avseende måste man emellertid taga i betraktande, att man har att utgå från ett gabbroområde i diagrammet, ej från den matematiska punkten för analys n:o 1, och att den vidare spridningen av analyspunkterna även beror på en viss variabilitet uti de faktorer, som bestämt differentiationen. Med största sannolikhet har denna väsentligen försiggått genom förflyttning av redan utskilda kristaller. Tendensen i serien är ju den, att de mineral, som tillhöra ett senare kristallisationskedde, tilltaga på bekostnad av dem, som först börja kristallisera. Några kvantitativa mått kunna dock icke presteras, beroende ej endast på analysernas fåtalighet utan också därpå, att ordningsföljden är känd endast kvalitativt och över huvud taget icke kan kvantitativt bestämmas i bergarter av denna karaktär.

Beträffande natronserien åter föreligger alltför litet iakttagelsematerial för att någon tolkning av dess förhållande till övriga bergarter eller dess egna variationer skulle vara möjlig. De sistnämnda giva dock anledning till en återblick. Tre mineralkomponenter äro karakteristiska, en oligoklas av praktiskt taget konstant sammansättning, diopsid (med vilken hornbländet kan sammanföras) och titanit. Kvarts och mikroklin åter växla från noll till betydande halter, men variera till synes fullständigt oberoende av varandra, liksom också halten av mörka mineral saknar varje bestämd relation till någöndera av dem.

Pertitbergartsserien är i fig. 57 representerad av analyserna n:o 5—9.<sup>1</sup> Av dessa äro n:o 5—8 ur samma massiv eller i varje fall från så begränsat område, att de kunna betraktas såsom varianter av samma magma. N:o 9 åter härstammar från ett massiv, som är beläget c:a 11 mil från n:o 5—8.

Påfallande är den regelbundna förändring, som markeras av n:o 5, 6 och 8. Den motsvaras i bergarternas mineralsammansättning därav, att de huvudsakligen av plagioklas bestående fältspatskärnorna, som spela en betydande roll uti n:o 5, reducerats i antal i n:o 6 och samtidigt blivit anortitfattigare, samt försvunnit i n:o 8, medan halten av mörka mineral avtagit men i stället kvartshalten stigit. Därigenom att de subtraherade kärnornas natronhalt småningom något stigit, har kurvan börjat tendera att svänga mot Or-hörnet, för att emellertid stanna vid en punkt, som torde ligga mycket nära eutektikum Or:Ab. I slutskedena är kärnfältspaten fullständigt försvunnen, all fältspat är av eutektipertitisk typ. Denna serie resulterar uti utpräglat alkalina ändled med låg An-halt, t. o. m. delvis  $Al_2O_3$ -deficit, så att natron ingår tillsammans med järn i hornblände.

Det kan svårligen råda något tvivel därom, att växlingarna i denna serie förorsakats av kristallförflyttningar, varvid det kvantitativt dominerande draget varit subtraktionen av de relativt kalifattiga plagioklaskärnorna. Kärnornas högst ojämna fördelning i vissa syenitvarieteter och sporadiska uppträdande i pertitgranit tyda också på betydande förskjutningar av dessa

<sup>1</sup> Den abnorma natrongraniten från Masugnsbyn, som hör till denna grupp, har icke medtagits. Den faller praktiskt taget i själva Ab-hörnet.

jämförelsevis stora strukturenheter. Tillsammans med kärnfältspaterna avtaga även de femiska mineralen. Det är icke möjligt att prestera bevis för, i vad utsträckning dessa äro tidigare kristalliserade än pertiten, ty de bilda i allmänhet agglomerationer, hopmakade mellan fältspaterna. Bergarterna i fråga visa dock i varje fall inga tecken på, att dessa komponenter skulle vara så sena, att de icke till tiden närmast höra ihop med kärnfältspaterna. Kvartsen åter stiger med pertitfältspaten, såsom är att vänta.

Pertitsyeniten (n:o 7), som tillhör samma massiv, passar emellertid icke in i serien, i det att dess kvartshalt är lägre än vad som skulle motsvara fältspatens karaktär. Här måste förloppet hava varit mera komplicerat. Det är karakteristiskt, att denna form har skäligen begränsad utbredning.

Det förlopp i den successivt fraktionerade kristallisationen, som illustreras av analyskedjan n:o 5—6—8, är för övrigt icke det enda, som kan förekomma bland pertitbergarterna. Sålunda representerar tydligen n:o 9, pertitgraniten från Masugnsbyn, ett ändled uti en något natronrikare avgrening. Variationer kunna uppkomma såväl genom »filterpressning» som genom olikheter uti fältspaternas kristallisationsförlopp. Sålunda visar den endast i lösa block kända plagioklas-pertit-syenit, som beskrivits ovan s. 98, en koncentration av de båda plagioklaskomponenterna uti skarpt avgränsade kärnor, omgivna av pertitbräm, kvarts och litet femiska mineral. Det förefaller av strukturen t. o. m., som hade en hiatus i fältspatens kristallisation förekommit efter kärnornas färdigbildande. Hade restmagman avtappats på detta stadium, så skulle man av densamma erhållit en pertitgranit, medan kristallerna representerat en oligoklassyenit med förhållandevis mycket låg kalihalt.

Den med pertitbergarter samhöriga extrema albitgraniten vid Isokursu, Masugnsbyn, torde, såsom tidigare framhållits (43, och ovan s. 107), icke vara att tolka såsom en differentiationsprodukt i egentlig mening, utan som en autolytiskt omvandlad pertitgranit.

Vad beträffar förhållandet mellan kalk-alkali- och pertitbergartsserien, så lämnar visserligen fig. 57 rum för möjligheten, att de kunna vara oavhängiga av varandra. Grupperingen av n:o 4, 5 och 6 hänvisar dock på en synnerligen nära släktskap i kemiskt hänseende. Det förekommer även syenitformer, som kunna sägas förmedla övergången mellan de båda grupperna, med högre halt av mörka mineral, troligen även av anortit, än de analyserade pertitbergarterna visa, men med den karakteristiska motsättningen mellan fältspatkärnor (oftast rombformiga) och höljen av ren alkalifältspat. Hit höra bl. a. bergarterna från Haukurasrova (s. 99), Nakervare (s. 97) och i viss mån Aurivare (s. 97). Kärnornas mycket starkt avrundade form ävensom ojämnheter i deras sammansättning antyda, att kristallisationen, liksom i allmänhet i plagioklas-pertit-syeniterna, icke försigått lugnt och med utjämnande reaktioner, utan med av rörelser i magman (relativ förflyttning av kristaller och restmagma), måhända även av underkylningsfenomen bestämda språng och oregelbundenheter. I detta avseende stå bergarterna ifråga i en motsättning mot kalk-alkali-serien, och det

vill synas, som hade den pertitförande serien utgrenats från den sistnämnda, och det just på grund av de anförda förhållandena under kristallisationen. Därigenom, att utjämnande reaktioner mellan de först utskilda plagioklaserna och restmagman endast förekommit i mycket ofullständig grad, kunde möjligheten uppstå för en subtraktion av relativt anortitrik plagioklas, så att den resterande fältspatens genomsnittssammansättning försköts i alkalin riktning. Enligt den anförda tolkningen skulle den pertitförande bergartsseriens utgrenande från kalk-alkali-serien hava bestämts av samma faktorer, som sedan reglerat den vidare differentiationen inom pertitbergartsserien.

Det faktum, att pertitbergarterna, i motsats till kalk-alkali-syeniterna, aldrig ses direkt övergå i gabbroida bergarter, bekräftar också, att det är i de syenitiska leden, som uppdelningen på skilda grenar ägt rum.

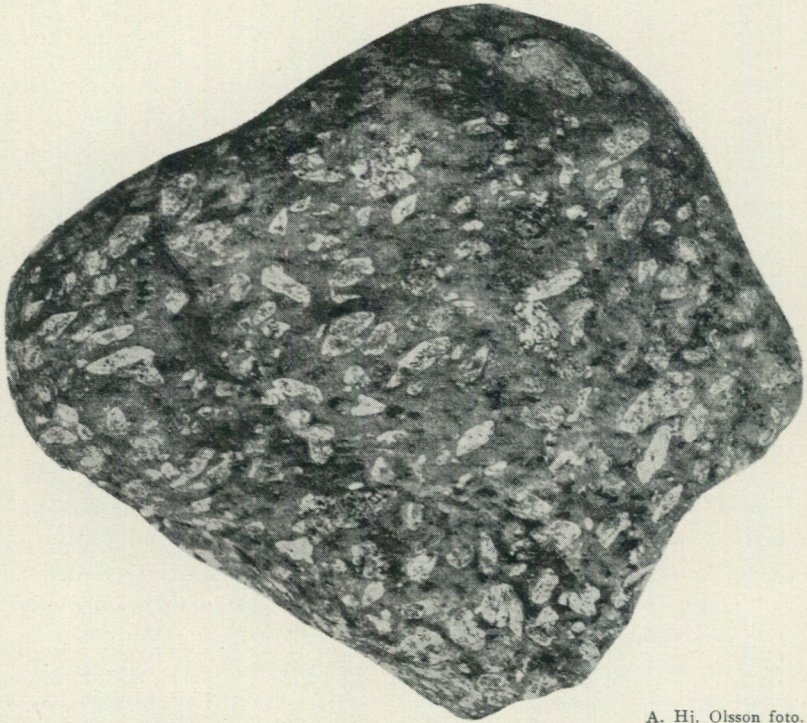
En omständighet, som också torde få tagas i betraktande vid diskussionen om fältspaternas kristallisation i våra syenitiska bergarter, är den, att magmans sammansättning och kristallisationstemperatur uti de mindre saliska leden sannolikt legat inom kritiska områden, där även obetydliga temperaturförändringar kunnat hava vittgående konsekvenser för fältspaternas stabilitetsbetingelser. Dylika omständigheter torde utgöra förklaringen till det till synes nyckfulla uppträdandet av starkt pertitiska plagioklaskärnor.

Mot den här givna framställningen av differentiationens sannolika orsaker och förlopp kan måhända den erinringen göras, att förf. endast i begränsad utsträckning sökt anföra kvantitativa data. Detta beror emellertid på vägande skäl. Det är över huvud taget icke möjligt att så säkert i detalj konstatera de olika mineralens ordningsföljd i kristallisationen, att man t. ex. kan absolut fixera åldersförhållandet mellan de olika femiska mineralen å ena sidan och skeden i fältspaternas utveckling å den andra. Huvuddragen äro däremot klara. Också gäller, att det föreliggande analysmaterialet endast representerar vissa typer, och att man icke får utgå därifrån, att en viss analysrad typ utvecklats just ur en viss annan. Ett försök att mera siffermässigt, än här skett, följa differentiationens gång, riskerar därför att bygga på osäkra premisser, och kan sålunda bliva alldeles missledande. Det väsentliga synes vara, att kvalitativt, och i viss mån även kvantitativt, en överensstämmelse mellan kristallisationsföljden och differentiationen påvisats, och att det därigenom kunnat visas vara högst sannolikt, att differentiationen försiggått genom subtraktion av de tidigare utskilda kristallerna.

Såsom framgår av de här lämnade beskrivningarna, är en ytterst starkt avrundad *rombform* mycket vanlig hos plagioklas-pertit-syenitens fältspatskärnor och träffas i flera porfyrens strökorn (jfr också fig. 58). Utgående från några bergarter, hemmahörande inom vårt kartområde eller dess omgivningar — både yt- och djupbergarter — har för ett antal år sedan en intressant och klarläggande diskussion förts mellan Quensel (75) och Sundius (81). Den förre stannade därvid för att tolka rombformen såsom en resorptionsform (etsform). Sundius åter kom, med klart betonande därav,

att krafter av samma natur bestämma kristallformen, antingen den är uppkommen positivt genom tillväxning eller negativt genom resorption, till det resultatet, att rombformen är en ursprunglig tillväxtform. Härvid fäste Sundius ett särskilt avseende vid de norska larvikterna, då dessa bergarter kunna bestå alldeles övertvägande av rombfältspater.

Från de här skildrade plagioklas-pertit-syeniterna, förut i diskussionens underlag endast representerade av den av Quensel publicerade analysen av fältspat ur ett block från Luossavaara, kunna argument hämtas för båda



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 58. Syenitporfyr med rombfältspater, block vid Mertainen, nat. storl. [*Syenite-porphry with rhombic feldspar phenocrysts, drift boulder at Mertainen. Nat. size.*]

alternativen. De rombiska fältspaternas sammansättning är karakteristiskt densamma, som Sundius framhållit såsom utmärkande för rombfältspater i allmänhet, nämligen en måttligt kalihaltig (antipertitisk) oligoklas (till oligoklasalbit). Om man även tar hänsyn till ytbergarterna, så finner man också där rombfältspater av nyss anförd karaktär, dock vanligen vida mera anortitfattiga. Såsom regel gäller vidare, att de eutektpertitiska eller kalirikare fältspaterna, antingen de förekomma i djup- eller ytbergarterna, icke visa rombform utan mera ordinär, tjockt tavelformig utbildning, varvid enkel tvillingbildning efter Manebachlagen är påfallande vanlig.

Om man sålunda finner, att rombformen är i huvudsak inskränkt till ett visst område inom det ternära fältet Or-Ab-An, så gäller å andra sidan

också, att just rombfältpaterna visa en del särskilt påtagliga resorptionsdrag. Förekomsten av starkt korroderade anortitrikare centralkärnor uti de i övrigt av antipertitisk oligoklas uppbyggda kärnorna är ett av dessa drag. Ett annat är den ytterligt starka avrundningen, särskilt ifråga om kanten T:1. Det förekommer även exempel därpå, att ojämn korrosion tenderar att dela upp en fältpatskärna uti flera rombformade partier. Vidare visa sig uti bergarterna de avrundat rombiska strökornen vara mycket starkt korroderade, med djupa, av grundmassa utfyllda inbuktningar. En väl utbildad, idiomorf rombform förekommer knappast någonsin. Beträffande jämförelsen med larvikiterna må erinras därom, att en del av dessa bergarter s a k n a rombförmig fältpat, och att dylika varieteter uppträda i nära samband med de typiskt rombfältpatiska. Möjligheten, att dessa sistnämnda representera en koncentration av något korroderade kristaller, får naturligtvis ej heller lämnas ur räkningen.

De viktigaste fakta, man i denna fråga har att hålla sig till, kunna sålunda sammanfattas som följer. Rombformen uppträder mycket ofta hos fältpater tillhörande ett visst variationsgebit uti proportionerna Or-Ab-An, men sällan utanför detta. Inom samma gebit kunna dock även normala (P-M) kristallformer förekomma. Rombfältpaterna visa i allmänhet tecken på att vara mer eller mindre starkt korroderade.

Sundius' ovan citerade påpekande, att kristallformen bestämts av samma slags krafter, antingen den är en tillväxt- eller en korrosionsform, kan lämpligen, åtminstone för här avsedda bergarters — särskilt djupbergarternas — vidkommande, kompletteras med ett betonande av den omständigheten, att kristallisationen påtagligen försiggått under ideligen återkommande avbrott med korrosion av de utskilda kristallerna och så åter tillväxtskeden. Alternativet »korrosionsform» bör sålunda icke uppfattas så, att en större kristall av ordinär P-M-typ selektivt upplösts, till dess en prononcerad rombform (T-1) resulterat. I stället bör däri inläggas den meningen, att de nyssnämnda sprången uti kristallens utbildning successivt tenderat att bibringra densamma den karakteristiska rombformen. Med denna innebörd av termen håller förf. för troligt, att rombformen hos de här avhandlade bergarternas fältpater är en korrosionsform.

Det kan förtjäna att påpekas, hurusom utvecklingen inom den här behandlade djupbergartscomplexen erbjuder åtskilliga analogier med Oslofältets, ehuru där sammansättningen såväl i genomsnitt som i varje särskilt led är mycket mera utpräglat alkaliskt. Kalk-alkali-syeniterna intaga en ställning motsvarande akeriterna, medan de pertitförande bergarterna gå från typer mer eller mindre närstående larvikiterna över nordmarkit till kristianit.

Beträffande *Linagranitens grupp* är i detta sammanhang intet annat att anföra än en erinran om de egenartade differentiationsföreteelser, som förekomma inom Gällivare malmfält (s. 123) och som av förf. förmodats vara bestämda av magmans halt av lättflyktiga beståndsdelar. Uti diagrammet fig. 57 skulle de tre analyserna av Linagranit falla tätt intill varandra kring punkten  $Or_{50}Ab_{41}An_9$ .

Utav *porfyr-leptit-formationens bergarter* får man givetvis här endast räkna med sådana, som äro relativt oförändrade eruptivbergarter. De stora massorna av skiktade leptiter och amfiboliter o. s. v. måste sålunda lämnas ur räkningen. Kvar stå följande huvudgrupper av vulkaniska bergarter (jfr definitioner s. 23):

Diabaser (basalter).

Spiliter.

Porfyriter och albitporfyriter.

Basiska syenitporfyrer.

Albitofyrer.

Syenitporfyrer.

Kvartsförande porfyrer.

Denna ordning är i huvudsak efter stigande kiselsyrehalt, dock äro albitofyrerna och syenitporfyrerna i detta avseende i huvudsak jämställda. Då det gäller att i övriga avseenden jämföra de olika gruppernas kemiska karaktärer, så stöter man emellertid på den svårigheten, att man både för spiliter och albitporfyrer måste räkna med den möjligheten, att bergarterna hava undergått väsentliga förändringar efter den magmatiska kristallisationens avslutning.

Vid Sundius' ingående undersökningar av de spilitiska Kirunagrönsterna framkommo fakta, som ådagalade, att den i dessa allmänt albitiska fältspaten åtminstone delvis var sekundär, uppkommen ur en mera kalkrik plagioklas, varav i undantagsfall rester ännu kunde påvisas (80). Sundius kom till den slutsatsen, att den allmänna metamorfos, som grönstensserien genomgått, lett till kemiska omflyttningar i samband med utbildandet av ett nytt mineralsällskap, stabilt under de nya förhållandena, varvid bl. a. en ursprungligen förhandenvarande kalkrik plagioklas ersatts av albit, i omedelbar analogi med förloppet vid saussuritisering (80, särskilt s. 76). Kirunagrönstenarna skulle enligt denna tolkning ursprungligen snarast utgjort en svit av ordinära basalter eller diabaser. Denna uppfattning mötte opposition från förf. (28), som visserligen inför det framlagda omfattande iakttagelsematerialet måste anse bevisen för albitens sekundära karaktär övertygande, men dock icke ansåg sig kunna helt följa Sundius uti den anförda uppfattningen av spiliterens natur. Skälet härtill var i främsta rummet följande. Spiliter äro i allmänhet karakteristiskt åtföljda av mera saliska, alldeles övervägande av albit bestående bergarter, som oftast betecknas med den något vagt definierade termen keratofyr. Dylika former (här kallade albitofyrer) uppträda även i Kirunaområdet. Denna association låter förmoda, att spiliterens albithalt står i något samband med magmans ursprungliga karaktär. I anslutning till ett flertal engelska petrografs synpunkter på spilitproblemet ville förf. därför betona den möjligheten, att albitiseringen skett genom reaktioner mellan en redan kristalliserad kalkrik plagioklas och en ännu i lösning resterande del av modern magmans natriumhalt (28, jfr s. 254). Bland dem, som på senare tid sysslat med spilitproblemet, har Wells i England (94) och

Eskola för Karelen (15) ställt albitens uppträdande i samband med magmans egen karaktär (natronrikedom, relativt låg  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , låg  $\text{MgO}$ ), varvid albiten tydes såsom dels uppkommen genom autolys, dels primär. Där emot har Beskow (4) vid studiet av svenska kaledoniska effusiv förts till den slutsatsen, att spiliternas submarina uppträdande både fysikaliskt och kemiskt utgjort förutsättningen för albitisering. Nyligen har Sundius (83) beträffande de spilitiska Kirunagrönstenarna uttalat sig för den tydningen, att albitfältspaten är primär. Härigenom skulle spiliterna skilja sig från de led uti Kirunagrönstenarnas serie, i vilka rester av mera basisk plagioklas påvisats, och vilka sålunda fortfarande måste betraktas såsom albitiserade.

Enligt denna Sundius' uppfattning skulle spiliternas association med keratofyrer (albitofyrer) få en naturlig förklaring. Frågan om albitiseringens natur kvarstår dock fortfarande, ehuru nu begränsad till endast en mindre del av Kirunagrönstenarna. Då någon närmare uppdelning av denna grönstensformation uti (enligt Sundius) ursprungligen albitförande bergarter å ena sidan och albitiserade å den andra väl näppeligen låter sig genomföra, måste man likväl känna en viss tveksamhet att acceptera den nyss citerade uppfattningen. Skulle emellertid en dylik uppdelning verkligen föreligga i naturen, så kvarstår icke längre med samma tyngd det argument för albitiseringens karaktär av autolys, som förelegat uti associationen spilit—keratofyr (albitofyr). Språnget mellan de albitiserade basalerna och de primärt albitförande spiliterna bleve likvisst föga mindre markerat än det, som enligt den andra tolkningen skulle föreligga mellan spilit och keratofyr.

Beträffande porfyritgruppen är frågan om en möjligen försiggången albitisering minst lika svår att besvara. Man finner inom denna grupp dels, mera undantagsvis, oligoklas- eller andesinförande bergarter, vilka givetvis icke giva anledning misstänka någon sekundär förändring av plagioklasens karaktär, och dels sådana, vilkas plagioklasfältspat är albit. I de fall, där dessa senare strukturellt överensstämma med de former, som föra basisk plagioklas, samt hava en hög halt av mörka mineral men ingen eller helt obetydlig kalifältspatshalt, måste man räkna med, att fältspaten kan vara albitiserad, synnerligast om den är grumlad av sericit, epidot förekommer, o. s. v. Det föreligger inga särskilda skäl att tolka en dylik albitisering såsom autolytisk. Sådana former åter, som utmärkas av kombinationen albit och avsevärd mängd kalifältspat, hänföras enligt här använd indelning till syenitporfyriterna. Man saknar beträffande dem anledning att misstänka albitisering. Den ovan (s. 53) från Sierkajokk anförda bergart, som för oligoklasströkorn uti en grundmassa, vars fältspat är mikroklin, visar dock, att en hög mikroklinhalt i grundmassan icke utgör någon absolut garanti för att eventuellt förhandenvarande strökorn av albit icke från början haft en mera kalkrik sammansättning.

Vi skola här ej vidare uppehålla oss vid porfyritgruppen (inkl. albitporfyriterna), på grund av dels den stora osäkerheten rörande de albitförande ledens natur, dels också bristen på analyser.

Albitofyrerna uppträda huvudsakligen såsom lokala faser utav syenitporfyrrerna. Anmärkningsvärt är, att dylika extremt natronrika former nästan alldeles saknas bland de kvartsförande porfyrrerna. Ett par procent kvarts kan förekomma, och i ett fall (från Paurankivaara) uppgår halten t. o. m. till ett tiotal procent. En relativt kvartsrik albitbergart från Pahtosvaara har enligt Sundius (80, s. 110) sekundär kvarts.

De basiska syenitporfyrrerna äro kemiskt karakteriserade genom sin kisel-syrebrist, vilken vid uträkningen av normen visar sig i uppträdandet av nefelin- och olivinmolekylerna. De enda förekomsterna av säkert (enligt analys) hithörande bergarter äro på Sakaravaara Ö om Kiruna samt inom Gällivare malmfält (»grå leptit och gnejs»). Troligen ingå dock hithörande former även bland dem, som betecknats såsom porfyriter. Såsom fram-

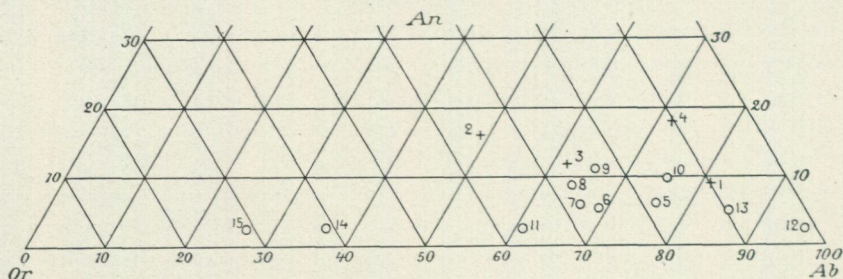


Fig. 59. Fältspatsproportioner i syenitporfyrrer från malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Kors basiska, cirklar ordinära syenitporfyrrer (jämfte med dem sammanhängande syenit). 1 Sakaravaara (n:o 8 i analystabellen), 2—4 Gällivare malmfält (n:o 9—11), 5—10 Kiirunavaara (n:o 12—17), 11 Luossavaara (n:o 18), 12 magnetitsyenitporfyr, N om Luossavaara (n:o 7), 13 och 14 Gällivare malmf. (n:o 20 och 21), 15 d:o, partiell. [Feldspar proportions in syenite-porphyrries. Crossed basic, circles ordinary syenite-porphyrries (and directly connected syenite). 1 Sakaravaara (no. 8 in the analyses table), 2—4 Gällivare iron ore field (nos. 9—11), 5—11 Kiruna distr. (nos. 12—18), 12 magnetite-syenite-porphyr, Kiruna distr. (no. 7), 13 and 14 Gällivare field (nos. 20 and 21), 15 Gällivare, partial analysis.]

hållits i skildringen av Gällivare malmfält (44, s. 26), saknar man anledning att tolka dessa bergarter såsom albitiserade grönstenar, alldenstund de delvis föra en högst betydande kalihalt. Någon mindre grad av albitisering är dock ej utesluten, om också föga sannolik. Fig. 59 visar de fyra analyserade typernas fältspatsproportioner. Det är högst påfallande, i vilken grad som proportionen mellan (normativ) kalifältspat och albit växlar inom de med varandra nära förbundna bergarter från Gällivare malmfält, vilka representeras av n:o 2—4. Dessa visa samma tendens till spridning längs linjen Or—Ab som de mera saliska bergarterna inom samma malmfält (jfr nedan fig. 60), men falla dock närmare åt Ab-hållet än flertalet av dessa. Den enda analysen från Sakaravaara (n:o 1) är mera utpräglat natronrik än någon av Gällivareanalyserna. Denna bergart är den enda, vars fältspat föreligger uti ursprunglig formutbildning. Motsvarande bergarter från Gällivarefältet äro nämligen alla omkristalliserade.

Kvantitativt vida viktigare äro de ordinära syenitporfyrrerna. Från den

nyss anförda gruppen skilja sig dessa genom en konstant men låg normativ kvartshalt, vanligen ej högre än 5 %. Halten av femiska beståndsdelar är i regel lägre än i föregående grupp, c:a 20 % i stället för c:a 28 %, men någon klar gräns i detta avseende föreligger icke. Med avseende på fältspaterna framgår först och främst, att anortithalten är lägre än i föregående grupp (fig. 59). Förhållandet mellan kali- och natronfältspat visar några märkliga drag. Analyserna från Kirunaområdet, som representera en så vitt man vet enhetlig eruptivkropp, äro — om man bortser från de albitofyriska formerna (i fig. 59 representerade av n:o 12) — jämförelsevis väl samlade. Dock finnas även där anmärkningsvärda variationer, såsom mellan de nära samhöriga n:o 5 och 8. Inom Gälli-

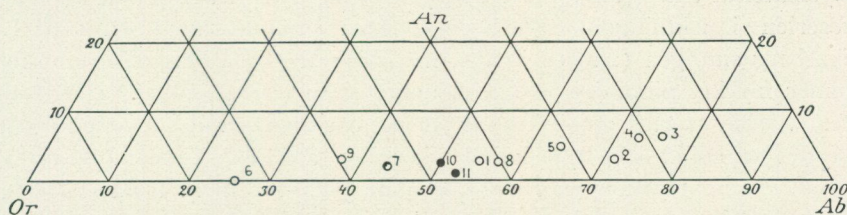


Fig. 60. Fältspatproportioner i kvartsförande porfyrier från malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Fyllda cirklar: bergarter med kvartsströkorn; öppna cirklar: bergarter med strökorn endast av fältspat. 1—4 Kiruna (n:o 26—29 i analys Tabellen), 5 Tuolluvaara (n:o 30), 6 Ekströmsberg (n:o 32), 7—9 Gällivare malmfält (n:o 33—35), 10 Sakaravaara (n:o 31), 11 Gällivare malmfält (n:o 36). [Feldspar proportions in quartz-bearing porphyries. Filled circles: with quartz phenocrysts; open circles: with phenocrysts only of feldspar. 1—4 Kiruna (nos. 26—29 in the table of analyses), 5 Tuolluvaara (no. 30), 6 Ekströmsberg (no. 32), 7—9 Gällivare field (nos. 33—35), 10 Sakaravaara (no. 31), 11 Gällivare field (no. 36).]

vare malmfält finnes, såsom framgår av de uti monografien (44) meddelade data, en jämförelsevis kalirik grupp, som sträcker sig ungefär från  $Or_{85}(Ab + An)_{15}$  till  $Or_{35}(Ab + An)_{65}$ , och dessutom en albitdominant grupp, som ej torde gå mycket högre uti kalihalt än till  $Or_{10}Ab_{90}$ . Om någon lucka dem emellan över huvud taget föreligger, så måste den i varje fall vara jämförelsevis liten. Uti fig. 59 representeras den förra gruppen av n:o 14 och 15. Den sistnämnda är en partiell analys (44, s. 20), här införd under antagande, att dess anortithalt är densamma som i analyserade närstående former (inkl. de kvartsförande). N:o 13 åter representerar den albitdominanta gruppen och är troligen en mandelsten.<sup>1</sup>

Betrakta vi åter de kvartsförande porfyryerna, så finna vi följande. Anortithalten är jämförlig med den i föregående grupp, eller ännu lägre (fig. 60). Ojämförligt vanligast bland dessa porfyrier är den typ, som för strökorn av fältspat men inga av kvarts, och som har en sannolikt approximativt eutektiskt sammansatt grundmassa av fältspat och kvarts. Bergartens kvartshalt faller mestadels omkring 20—22 %; amplituden i de hit hänfödda analyserna är 14—28 %. Denna typ torde upptaga mera

<sup>1</sup> N:o 13 och 14, publicerade av Högbom (54), hava ej medtagits i förf:s skildring av Gällivare malmfält (44) av den grund, att inga prov för mikroskopisk klassificering funnos att tillgå. Då de ju likväl äro i viss mån upplysande, hava de uppförts här.

än 50, sannolikt snarare 100 gånger så stor areal som de former, vilka även föra kvartsströkorn. De förstnämnda porfyryerna, som geologiskt och i allmänhet även med avseende på sin strukturella utbildning utgöra en homogen grupp, uppvisa med avseende på förhållandet Or: Ab en högst anmärkningsvärd spridning (varvid, såsom rimligt är, An-halten sjunker tillsammans med Ab). Samtidigt framträder dock en viss geografisk uppdelning. Porfyren från Kiruna (n:o 1—4 i fig. 60) är sålunda relativt natronrik, och den angränsande Tuolluvaaraporfyren (n:o 5) faller inom samma gebit. Gällivare malmfälts hithörande bergarter åter (n:o 7—9) visa en nästan precis lika stor spridning, men förskjutna så mycket åt kalihållet, att områdena nätt och jämnt gripa över varandra. Rikhaltigare analysmaterial skulle antagligen visa ytterligare någon utvidgning av Gällivareserien i riktning mot Or-hörnet. Den ensamma analysen från Ekströmsberg slutligen (n:o 6) är den kalirikaste i denna bergartsgrupp, men kommer mycket nära den i fig. 59 angivna analysen, n:o 15, från Gällivare. Såsom förut anmärkts, är dock den analyserade Ekströmsbergs-porfyren sannolikt icke typisk i den mening, att den skulle motsvara genomsnittssammansättningen hos hithörande porfyryer inom trakten i fråga. I stället torde dessa variera så pass långt åt Ab-hållet, att serien griper över gränsen för Gällivarebergarterna, liksom dessa i sin tur i samma riktning nå in på Kirunasvitens område. Vad slutligen angår de bergarter, som hava en högre halt av kvarts, resulterande även i strökorn av detta mineral, så ligga de båda analyserna (n:o 10 och 11 i fig. 60) mycket nära varandra. Detta är så mycket märkligare, som den ena närmast hör till Kirunaområdet, den andra till Gällivare malmfält. Sammansättningen torde vara nära det ternära eutektikum Or: Ab: kvarts.

Det framgår sålunda, att såväl de olika slagen av syenitporfyryer som de kvartsförande porfyryerna, med undantag av de mest kvartsrika, visa stora växlingar i proportionerna mellan kali- och natronfältspat. Samtidigt visar det sig emellertid också, att detta förhållandes genomsnittsvärde varierar inom olika delar av området. Sålunda visar Kirunaområdet, även om däruti medräknas det geografiskt angränsande, men genom en tektonisk gränslinje skilda Sakaravaara—Tuolluvaara-området, i alla de tre nu avsedda grupperna en bestämt högre natronhalt än Gällivaretrakten. Den på sin tid av Svenonius framförda hypotesen om natronrikare och kalirikare provinser har sålunda i princip bekräftats, trots det att det material, på vilket den ursprungligen byggdes, befunnits vara skäligen oriktigt. Denna kemiska fördelning synes giva vid handen, att de olika eruptionsområdena matats från magmamassor av något olika ursprunglig sammansättning, inom vilka dock den vidare differentiationen fortgått efter alldeles likartade linjer.

Vid en jämförelse mellan de mera saliska leden i porfyrförformationen och bland de äldre djuperuptiven framträder följande. Likheter med porfyryerna finnas bland de senare endast inom den pertitförande serien. Att döma av de analyserade representanterna för denna serie, och vad man

i övrigt kan konstatera med mikroskopets hjälp, håller sig emellertid den samma städse inom det alkaliintermediära området, med differentiationen tenderande mot eutektikum Or:Ab. Bland ytbergarterna erbjuda därför de kvartsströkornsförande porfyerna den viktigaste överensstämmelsen. Påfallande äro likheterna uti den mineralogiska utbildningen, framför allt vad fältspaterna beträffar, mellan de pertitförande djupbergarterna och porfyerna. Karakteristiskt är sålunda uppträdandet av rombformer, av eutektipertit i form av Manebachtvillingar, o. s. v.

De förefintliga likheterna göra det naturligtvis rimligt att misstänka, det differentiationen inom porfyrformationens magma försiggått genom väsentligen samma processer som ovan anförts för de närmast motsvarande djupbergarternas vidkommande. De fakta, som skola förklaras, äro emellertid i detta fall ej lika enkla. Redan den stora variationen uti alkali-proportioner innebär ett viktigt moment, och uppträdandet av särskilt kalirika led ställer denna sida av porfyernas kemi uti ytterligare relief. De natronextrema bergarterna sakna i stort sett motsvarighet ibland områdets djupbergarter.<sup>1</sup> Denna serie måste besitta en viss grad av självständighet gentemot porfyerna i övrigt, i det att redan det mest femiska ledet (spiliterna) har en abnormt låg kalihalt (alldeles oavsett möjligheten av albitisering). Å andra sidan kunna dylika bergarter (albitofyrer) uppträda såsom differentiationsprodukter tillsammans med mera kalirika, egentliga syenitporfyrer. Exempel härpå giver Kirunaområdet (NO om Luossavaara) och Njakak (23, s. 754).

Under alla omständigheter har sålunda differentiationen uti ytbergarts-serien varit vida mera invecklad än uti djupbergarterna, och det är stora tvivel underkastat, om den över huvud taget kan förklaras efter så enkla linjer av fraktionerad kristallisation, som i det senare fallet. Man finner också uti ytbergarterna två företeelser, som även enligt Bowens skickliga utveckling av den fraktionerade kristallisationens teori (6) te sig såsom abnormiteter. Den ena är uppträdandet av rena albitbergarter, den andra är den ofta sena kristallisationen av magnetiten. Bowen (6, s. 132) vill rent ut betvivla möjligheten, att en albitmagma kan existera. Såsom skäl anför han, att albitbergarter saknas bland de glasiga stelningsprodukterna, och att de kristalliserade så ofta kunna visas vara sekundärt albitiserade. Den förstnämnda invändningen har bemötts av Knopf (61) med hänvisning till en sfärolitisk natronryolit. Möjligheten av en kalisubtraktion genom fraktionerad kristallisation har förut angivits av Goldschmidt (46), som påpekat biotitbildningens roll i detta avseende; även Beskow (4) har bidragit till frågans belysning.<sup>2</sup> Även andra försök att tolka albitbergarterna röra sig, i likhet med den anförda, med inflytandet

<sup>1</sup> Den bland dessa senare urskilda natronserien avviker i flera viktiga avseenden från de natronextrema ytbergarterna.

<sup>2</sup> Därest man räknar med en återuppsmältning av redan utskilda plagioklaser kan givetvis en fraktionering resultera i ren albitfältspat. Sannolikheten av ett dylikt förlopp beträffande leukodiabaser har påpekats av förf. (37), men för de nu ifrågavarande bergarterna torde en dylik förklaring icke vara tillämplig, redan på grund av de proportioner det rör sig om.

av en förhållandevis hög vattenhalt i magman. Att albitbergarterna icke generellt kunna förklaras genom albitisering, därom vittnar redan deras regelbundna uppträdande i vissa associationer och framför allt kombinationen av albit och hög magnetithalt, som träffas ej blott inom vårt kartområde, utan även annorstädes (jfr 2).

Saken måste emellertid ses i samband med det andra ovan anförda, ur den fraktionerade kristallisationens synpunkt abnorma draget i de nu avhandlade bergarterna, nämligen den ofta, och framför allt i de magnetitrika bergarterna, uppträdande förseningen av magnetitens kristallisation till dess fältspaten i huvudsak slutkristalliserat. Hög magnetithalt jämte denna kristallisationsföljd utmärka i synnerhet de bergarter, vilkas fältspat är albit. Exempel finnas dock även från kalihaltiga led, såsom vid Njakak (23). Det karakteristiska uppträdandet av nyss anförda kombination låter förmoda, att något gemensamt skäl bestämt både bergartens kemiska karaktär och dess struktur. Förf. har förut (22, 23) räknat med möjligheten, att en hög vattenhalt i magman utgjort den faktor, vilken fördröjt magnetitens kristallisation. Fältspatens karaktär av ren albit passar väl ihop med ett dylikt antagande. Det är emellertid ännu så länge icke möjligt att med någon högre grad av sannolikhet närmare utpeka, på vilket sätt som vattenhalten (möjligen tillsammans med andra lättflyktiga beståndsdelar) åstadkommit dessa resultat.

Fördröjningen av magnetitens kristallisation kan dock förekomma även i andra än albitbergarter. Såsom Fenner (16) nyligen betonat, uppträder den även uti basalter. Fenner anför såsom en möjlig förklaring inverkan av vatten och andra »mineralisatorer», liksom förf. förut gjort för de lappländska porfyreernas vidkommande. Slutligen kan erinras om analoga drag i djupbergarters titanrika järnmalmsutsöndringar (se t. ex. 72).

---

## Malmfyndigheternas uppkomst.

De olika geologiska typerna av malmfyndigheter inom kartområdet äro järnmalmer av Kirunatyp, skarnmalmstyp och den skiktade, vanligen kvartsiga typen, samt kopparmalmer av typen Nautanen—Svappavaara. Övriga »malmanledning» äro oväsentliga och motivera icke någon diskussion här.

Kirunatypens uppkomst har redan av förf. behandlats i flera arbeten. En översikt, med hänsyn tagen till vissa numera bättre än förr kända utländska malmfyndigheter av samma art, är under förberedande. Även övriga typer hava diskuterats. Under sådana omständigheter torde det vara berättigat att i detta arbete, som gäller berggrunden i allmänhet, liksom ovan i den deskriptiva behandlingen av malmerna göra framställningen jämförelsevis summarisk.

Fyndigheterna av Kirunatyp föra såsom primärt malmmineral magnetit, mera undantagsvis och i obetydlig skala järnglans. De viktigaste övriga beståndsdelarna äro apatit och hornblände eller pyroxen (diopsid). Mineralsällskapet motsvarar sålunda en jämförelsevis hög kristallisationstemperatur, sannolikast inom vad man plägar räkna såsom magmatiskt temperatargebit. Till sitt geologiska uppträdande kunna malmerna i regel jämföras med intrusiva eruptivbergarter med ringa viskositet i magmatillståndet. Stundom åtföljes emellertid intrusionen av en på metasomatisk väg, genom avgivna lösningars inverkan på sidostenen, åstadkommen mineralbildning, varvid ej blott magnetit utan också, och i större skala, andra mineral, såsom hornblände, uppkommit (skarn och skarnbreccia). I malmens strukturer kunna ibland urskiljas drag, som äro att beteckna såsom fullt jämförliga med magmatiska stelningsstrukturer. Till tiden äro malmerna mycket nära förbundna med den bergartskomplex, i vilken de uppträda. På dessa grunder äro de att tyda såsom magmatiska bildningar, åtminstone i regel intrusiva uti de dem omgivande ytbergarterna.

Genom övergångsformer äro malmer av detta slag förbundna med apatitrika gångar och jämförliga bildningar, vilka föra turmalin, delvis även kvarts och karbonater, och påtagligen haft en lägre kristallisationstemperatur än de nyss anförda huvudmalmerna. Detta giver, jämte malmernas uppträdande såsom yngre intrusioner i sidostenen, anledning antaga, att malmmagman över huvud taget varit en restmagma med anrikning av lättflyktiga beståndsdelar. Ett slutled i serien bildas av de närmast hydrotermala, metasomatiskt bildade Haukivaaramalmerna.

Malmernas regelbundna uppträdande tillsammans med porfyrer (både syenitiska och kvartsförande) samt deras även till tiden nära samband med dessa ådagalägga, att de måste differentierats ut ur samma moder-magma som dessa. Antydningar om differentiationens förlopp kunna hämtas ur magnetitens uppträdande i porfyreerna. Särskilt uti de mest magnetitrika porfyrvarianterna har magnetiten kristalliserat *efter* fältspaten och är ansamlad mellan fältspatslisterna. I somliga porfyrer finner man i stället magnetiten koncentrerad i form av mandelartade aggregat (tillsammans med hornblände, titanit, apatit, m. m.). I båda fallen har sålunda under bergartens stelning uppkommit en restlösning med mycket hög magnetithalt, ofta med approximativt samma sammansättning hos den sedan genom kristallisation fixerade produkten, som de stora malmerna hava. Ovan har framhållits (s. 164), att fördröjningen av magnetitens kristallisation troligen framkallats av en i magman förefintlig halt av lättflyktiga beståndsdelar, särskilt vatten. Såsom förf. även tidigare visat (22, 23), utgöra de av magnetit m. m. bestående mandlarna resultatet av en likartad koncentration, varvid dock skäl finnas för det antagandet, att restlösningen förelegat i gasform. Det är icke förf:s mening, att utdifferentiationen av de stora malmmassorna skulle försiggått i exakt analogi med de nu skildrade företeelserna, men i princip torde förloppet hava varit detsamma.

Vad skarnjärnmalmerna angår, så är det klart ådagalagt, att de utgöra högtempererade metasomatiska bildningar av den art, som vanligen plägar betecknas såsom kontaktfyndigheter. I regel hava de förträngt karbonatbergarter (kalksten eller dolomit). Att de icke kunna utgöra några metamorfa fyndigheter av annan typ, äldre än djuperuptiven inom området, framgår bl. a. av uppträdandet av gångar av magnetithaltigt skarn uti syenitens gränsofacies inom malmfältet Svanbolandet (32, s. 81), ävensom av kombinationen med kondroit i stor skala vid Masugnsbyn (43). Under sådana omständigheter är det särskilt anmärkningsvärt, att man så ofta finner en skiktningssliknande randig växling av skarn och magnetit uti hithörande fyndigheter.

Beträffande skarnmalmernas moderbergart har förf. (32, s. 94) tidigare anfört, att den torde vara kalk-alkali-syeniterna eller Linagraniten, och skälen syntes snarast vara starkare för det senare alternativet. Detta berodde emellertid främst därpå, att graniten vid Masugnsbyn då ännu icke blivit närmare undersökt, och att den därför blivit sammanförd med Linagraniten. För Masugnsbyfältens vidkommande kan man numera anse det så gott som säkert, att pertitgraniten varit »malmbringaren». Tydligt är det dock icke möjligt att hänföra samtliga skarnmalmer inom kartområdet till denna bergartstyp, som ju huvudsakligen tillhör de västligare delarna, där skarnmalmsfyndigheterna äro jämförelsevis fåtaliga. Inom dessa trakter är det endast Vieto och Laukujärvi, som uppträda inom rimligt avstånd från ett pertitgranitmassiv. Uti Vittangittrakten finnas starka skäl att i kalk-alkali-syeniterna (»kvartssyeniterna» i 32) se den malm-

bringande magman (jfr 32, s. 94). Vad åter beträffar de smärre, mestadels i brottstycken av kalksten uppträdande skarnmalmerna S om Torne Träsks östra del, söderut till Keskinen Käyrävaara, så äro dessa omedelbart associerade med dioritiska faser av omgivande gabbromassiv och sannolikt betingade av dessa. Det är också karakteristiskt, att fosforhalten här ibland går upp till något högre belopp än i de övriga skarnmalmerna. Pajalafyndigheterna åter kunna icke med någon bestämdhet anknytas till någon viss djupbergartsgrupp. På finska sidan har emellertid Borgström i sin skildring av Juvakaisenmaa (5) kommit till det resultatet, att sannolikt en kalk-alkali-syenit varit malmbringaren.

Det vill sålunda synas, som vore skarnjärnmalmerna alltid genetiskt beroende av de äldre djuperuptiven, men icke inskränkta till någon viss kemisk typ ibland dessa, utan moderbergarten kan växla från diorit till pertitgranit.

För de obetydliga järnmalmerna åter, som vid Nautanen äro associerade med kopparmalm, gäller samma tolkning som för denna.

Den skiktade, vanligen kvartsiga järnmalmstypens uppkomst är också jämförelsevis tydligt klarlagd. Såsom förf. redan visat (41), måste det här röra sig om metamorfa kemiska sediment. Framhållas bör, att tolkningen av en viss struktur (i malm från Käymäjärvi) såsom bevis för att järnet ursprungligen avsatts i form av korn av silikatet greenalit, bekräftats genom senare till förf:s kännedom komna uppgifter om metamorfa greenalitkorns egenskaper.

Kopparmalmerna av typen Nautanen—Svappavaara (31, 39) äro avsatta ur högtempererade, sannolikt gasformiga lösningar, som sökt sig fram genom bergarterna, och vilkas kvantitativt mest framträdande resultat är den regionala skapolitiseringsen. Detta bildningssätt förklarar, varför metallhalten i allmänhet blivit så spridd, och brytvärda malmkoncentrationer därför sällsynta. En del sprickfyllande mineralgångar, som utgöra en annan fas av samma process, kunna uppvisa bättre metallhalter, men äro i allmänhet av alltför obetydliga dimensioner. Förf:s förmodan (31), att denna kopparmalmbildning förorsakats av Linagraniten, bekräftades senare genom upptäckten av sambandet mellan en hithörande koppar-molybdenmalmgång och en turmalinpegmatit av Linagranitens karakteristiska typ (39, s. 15).

## Jämförelse med urberget inom angränsande områden.

Vi skola slutligen nu jämföra urbergets byggnad inom vårt kartområde med förhållandena inom angränsande trakter: i N det föga studerade nordligaste hörnet av Sverige, i V inne i fjällkedjan, i SV och S ned till Skelleftefältet, i SO till den norrbottniska skärgården, samt i Ö över gränslinjen in i Finland.

Norrut synes porfyr-leptit-formationen icke fortsätta långt utanför kartområdet, i varje fall ej med sådana utbildningsformer, som vi träffat inom detsamma. Att döma av iakttagelser av Fredholm och B. Högbom föreligger där, omkring Råstojaure och Råstoätno, ett stort gnejsområde. Beträffande dettas relationer till kartområdets porfyryr och leptiter är ingenting bekant. Även de äldre djupbergarterna synas upphöra vid ungefär samma gräns. Vid Vuoskoåive och Manamtjärro, belägna c:a 2 mil NNV om Rakisvaara, finnas enligt Fredholms stuffsamlingar plagioklas-pertit-syenit och pertitsyenit. Dessa äro de nordligaste kända förekomsterna av bergarter, som med säkerhet höra till malmtraktens äldre djupbergartsgrupp. Linagraniten åter uppträder här i stor skala. Enligt stuffer insamlade av Fredholm m. fl. förekommer den i Ruokoåive och Kuortavare (c:a 3 mil NNV om Övre Soppero), i Tsåktso (Sautso), på nordsidan av det nyssnämnda Manamtjärro, vid riksröset 231 och vid Kiepmajokk. Den finnes också i Ripasasvare (Ripainen) på Torne Träsk's norra sida.

Urberget under fjällkedjans kambrosiluriska sediment är blottat endast på ett fåtal ställen. De suprakrustala bergarterna vid Sjängeli (73) och uti Riksgränspasset kunna icke direkt parallelliseras med någon facies av kartområdets porfyr-leptit-formation. Även den genomsättande Vassijauregraniten (50) saknar motsvarighet inom malmtrakten. Den är en grovkornig grå hornbländegranit, närmast att hänföra till Revsundsgranitens typ. Att emellertid längre söderut inom fjällkedjan porfyryr uppträda, jämförliga med de malmförande trakternas, framgår av Quensels märkliga fynd av rombporfyr uti Tjäktjavagge (75).

Mot SV åter fortsätter porfyr-leptit-formationen med väsentligen enahanda utbildning långt utöver kartområdets gräns. Såsom Svenonius (85) visat, anstå på den sydvästra sidan av Stora Lulevatten och nedre Langas porfyriska leptiter, vilka i huvudsak överensstämma med malmtraktens porfyryr. Utbildningen är närmast den, som dessa hava i trakten av järn-

vägslinjen Gällivare—Luleluspén. Längre in mot fjällfronten, vid övre delen av Langas, möta dels väl bevarade porfyryr, dels den sedimentformation, som Svenonius (85) benämnt Sjöfallssandstenen. Efter Svenonius' beskrivning har icke någon mera omfattande undersökning av denna trakts berggrund ägt rum. Nedanstående framställning grundar sig på Svenonius' material samt förf:s egna iakttagelser under ett par dagars exkursioner kring övre Langas år 1925.



Fig. 61. Topografisk karta över trakten kring Stora Sjöfallet, 1 : 200 000 (efter topogr. bl. »Luleträsk»). [Topographic map of the country around Stora Sjöfallet, 1 : 200 000.]

Sjöfallssandstenen är mest bekant genom sin utbildning i Stora Sjöfallets tröskel. Huvudmassan är där en ljus violett sandsten med bankning och diskordant skiktning, stupningen är c:a  $45^{\circ}$  V. Delvis är bergarten gråvit i stället för violett. De olika färgvarianterna förekomma i växellagring med varandra. Vidare uppträder rödbrun tät slamsten med fin skiktning. Enligt Svenonius finnas i närheten inlagringar av tät grå dolomit. Liknande är formationens utbildning även inom övriga delar av dess utbredningsområde, varvid även porfyirkonglomerat uppträda i stor skala. En del varieteter avvika dock avsevärt. Sålunda finnes vid Njarkavare (Kebnats) N om Saltoluokta en gråvit kvartsit, vars samband med de violetta bergarterna framgår dels av övergångsformer, dels därav, att kvartsiten innehåller lagervis anordnade skärvor och flagor av violett slam-

sten. Den har även inlagringar och körtlar av grönt strålstensskarn, som tydligt representera metamorfoserade dolomithaltiga skikt. Kvartsitens huvudbeståndsdel, näst efter kvartsen, är albitfältspat. Bergartens struktur är kristallin. Den är påtagligen vida mera metamorf än Sjöfallssandstenen i allmänhet. Möjligen hava de intrusioner av gabbrodiabas, som uppträda mellan Juobmotjåkko och Langas, bidragit härtill.

Formationens allmänna karaktär och metamorfosgrad göra den närmast jämförlig med Vakkoformationen. En ännu ej tillfredsställande utredd fråga gäller emellertid dess förhållande till porfyreerna. Flerstädes uppträda bäddar av porfyr på ett sådant sätt, att de synas växellagra med sandstenen, så t. ex. i Puollamtjåkko SO om Saltoluokta. Detta berg gör intryck av att vara en synklinal, störd av några dislokationsplan med måttligt brant västlig stupning. Förf. kunde, trots förefintligheten av dessa dislokationer, icke finna några skäl att tolka porfyreerna såsom tektoniskt inskjutna skivor. Dessa porfyreer, liksom över huvud taget porfyreerna i Sjöfallssandstenens område, äro kalirika bergarter med strökorn av fältspat, ofta även av kvarts, i en mikropoikilitisk grundmassa, vars pigmentfördelning ibland visar slirighet av den i sura vulkaniska glas vanliga typen. Med hänsyn till porfyreernas kemiska karaktär är den ovan beskrivna kvartsitens höga albithalt mycket anmärkningsvärd.

Frågan är nu närmast den, om dessa porfyreer ekvivalera de leptitiska formerna i SO, i Ultevis. Skillnaden i metamorfosgrad är visserligen påfallande, men utgör dock intet avgörande hinder för att ett dylikt sammanhang skulle kunna föreligga. Om så porfyreerna verkligen växellagra med Sjöfallssandstenen, så skulle denna sedimentserie vara att hänföra till porfyr-leptit-formationen i stället för till Vakkoformationen. Den möjligheten förefinnes naturligtvis också, att porfyreerna i fråga äro bestämt yngre än de leptitiska formerna, att de växellagra med sandstenen samt att denna likafullt är att jämställa med Vakkoformationen. Detta skulle ju innebära, att porfyreeruptioner förekommit även under Vakkoformationens tid, varpå man icke annars känner exempel, men innehåller ingenting orimligt.

Det borde vara jämförelsevis lätt att genom nya undersökningar, framför allt i trakten av Puollamtjåkko och Suppatj, komma till bättre klarhet rörande Sjöfallssandstenens stratigrafiska ställning. Arbetsuppgiften är tacksam, och fältet har en naturlig geografisk begränsning.

Efter ett långt avbrott av ännu så länge blott mycket ofullständigt kända trakter möta vi uti Arvidsjaurs porfyrområde en vulkanisk serie, som utgör en den närmaste analogi till en del av vårt kartområdes porfyr-leptit-formation. Framför allt synas de kvartsförande porfyreerna med strökorn enbart av fältspat återkomma med alldeles samma karaktärer som i Jukkasjärvi och Gällivare. Så t. ex. föreligga från trakten av Sorsele kyrkoby prov, som äro omöjliga att skilja från vissa varieteter av Kirunas hängväggsporfyre. Däremot kan man icke finna så stora likheter mellan de suprakrustala bergarterna uti Skelleftefältet i inskränkt bemärkelse (lep-

titer, hälleflintor, grönstenar och skiffrar) och de nordligare malmtrakternas porfyr-leptit-formation. Anmärkningsvärt nog synes överensstämmelsen bliva större, om man utsträcker jämförelsen till den finska sidan av Bottenhavet (71, 95). De gråa plagioklasgnejserna uti Österbotten äro, såsom redan tidigare blivit framhållet (31, s. 19), i mångt och mycket likartade med leptiterna t. ex. i Nautanenområdet. Även porfyriterna erbjuda analogier med just denna del av malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala.

Huruvida Vargforsformationen i Skelleftefältet kan parallelliseras med Vakkofformationen är visserligen tvivel underkastat, men så synes ur flera synpunkter sannolikt.

I Skelleftefältet liksom i den nordligare malmtrakten kan man urskilja två åldersgrupper bland de i porfyr-leptit-formationen intruderade djupbergarterna (13, 14, 56). Mellan dem i ålder synes Vargforsformationen falla, dock är det icke säkert känt, att den är äldre än de yngsta graniterna. Förhållandena äro sålunda sannolikt jämförliga med dem, som föreliggå inom vårt kartområde. Skelleftefältets äldre intrusiv, Jörngraniterna, avvika mycket bestämt från de till åldern närmast jämförliga bergarterna i Kiruna—Gällivare—Pajala. Deras petrografi är visserligen ännu så länge föga känd, men så mycket är bl. a. klart, att granitiska former dominera i stället för syenitiska. Denna djupbergartsserie synes hava mera gemensamt med de mellansvenska urgraniterna än med vårt kartområdes äldre djuperuptiv. Därest djuperuptiven kring Älvsbyn (55, 24) medräknas, finnes dock, genom uppträdandet av växlande syenitiska former, åtskilliga jämförelsepunkter med den norra malmtrakten. Ännu mera markerad är skillnaden i fråga om de yngre graniterna. Inom båda områdena förekomma stora granitmassiv med väsentligen samma geologiska uppträdande. Inom Skelleftefältet tillhöra dessa Revsundstypen, inom den nordligare malmtrakten däremot Linatypen. Då mellanliggande trakter äro föga kända i geologiskt hänseende, kan gränsen mellan dessa båda granityper ej närmare fixeras. Emellertid går Revsundstypen, såsom redan anförts, längst i V norrut ända till Riksgränspasset. Den träffas vidare i Lule och Kalix skärgårdar (jfr nedan). Linagraniten å andra sidan sträcker sig i S till Morjärv (enligt prov). Västerut når den åtminstone till järnvägslinjen Boden—Gällivare; gränsens förlopp i övrigt framgår av tavla 1 samt av de ovan meddelade data angående dess utbredning N om kartområdet. Möjligen förekommer den ställvis även V om detta område. Sålunda visa prov av graniten i Koinosatjåkko vid Stora Lulevatten stor likhet med denna typ. Ingenstädes hava graniter av Revsunds- och Linatyperna iakttagits i kontakt med varandra.

Vända vi oss åter till Österbotten, så möta där med avseende på djupbergarterna vissa olikheter gentemot Skelleftefältet, vilka delvis innebära ett närmande till förhållandena i malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Ibland de bergarter, som närmast ekvivalera Skelleftefältets Jörngraniter, förekomma i stor skala dioritiska och syenitiska bergarter (71, 95), vilka

visa anmärkningsvärd överensstämmelse med den serie, som här ovan beskrivits som kalk-alkali-syeniter. Därjämte uppträder i stora massiv en granit av Revsundshabitus. Egendomligt nog skall denna enligt Mäkinen (71) vara nära förbunden med de nyssnämnda äldre djupbergarterna. Mäkinen hade först fått det intrycket, att de sistnämnda utgjorde en distinkt tidigare grupp, relativt nära ansluten till den bottniska suprakrustalformationen, och att den tydligt postbottniska »granodioriten» (Revsundstypen) var vida yngre. Denna bild, som synes motsvara den i Skelleftefältet erhållna, måste Mäkinen emellertid modifiera, sedan det visat sig, att i Haapavesi syenitgruppen och den annars såsom betydligt yngre tolkade graniten uppträda uti intimt sammanhang med varandra. Mäkinen framhåller, att olika djupsnitt möjligen kunna utgöra förklaringen till detta inom skilda trakter olikartade förhållande mellan djupbergartstyperna.

I Österbotten uppträder vidare en kalevisk sedimentformation, yngre än hittills anförda bergarter och måhända att jämföras med Vargforsformationen, samt postkalevisk granit. Denna sistnämnda har enligt prov, som förf. haft tillfälle studera på Geologiska Kommissionen i Helsingfors, mycket stora likheter med Linagraniten, men är bättre bevarad än vad som i regel är fallet med denna. Några avgörande bevis för denna granits åldersförhållande till Revsundstypen synas icke hava presterats, väsentligen beroende på bristen på blottningar uti gränsområdena.

Om vi från Kiruna—Gällivare—Pajala söka följa de därstädes konstaterade geologiska elementen söderut, mellan Lule och Torne älvar, så komma vi omedelbart ut i föga kända trakter. Den enhet, som bäst kan följas, är Linagraniten. Denna kan spåras såsom spridda massiv söderut till Morjärv, men är konstaterad även östligare, t. ex. i Övertorneå, och torde över huvud taget hava stor utbredning från vårt kartområdes gräns söderut ända till ett par mil från kusten. Vad de äldre djupbergarterna beträffar, så finnas kalk-alkali-syeniter i trakterna närmast S om Gällivare, men i övrigt har denna grupp icke kunnat säkert spåras inom nu avsedda trakter. Vad åter angår de suprakrustala bergarterna, så finnas ett par iakttagelser på grova leptiter, såsom den grafitförande vid Raitajärvi uti västligaste delen av Övertorneå socken (32, s. 75). Närmare kusten möter emellertid en högre metamorfosgrad: grova, ofta granatförande gnejser med inlagringar av kalksten och grafit (86, 32).<sup>1</sup> Det är, särskilt med hänsyn till förefintligheten av sådana mellanled som grafitförekomsten vid Raitajärvi, mycket troligt, att denna »kustgnejs» ekvivalerar porfyr-leptit-formationen inom malmtrakten i fråga. Några avgörande bevis i denna riktning kunna dock icke framläggas.

Uti det yttersta kustbältet uppvisar berggrunden en väsentligt annan aspekt genom den sedimentformation, som upptager en del av Kalix och Lule skärgårdar och som undantagsvis även kommer in på fastlandet. Den

<sup>1</sup> En tillsynes isolerad förekomst av dylik art utgör, enligt av Svenonius tagna prov, Rödingberget (Tabmokvare) c:a 25 km NO om Polcirkeln station (bl. Hakkas), där grafit uppträder uti granatförande gnejs.

följande karakteristiken av densamma grundar sig på några få dagars excursioner. En del uppgifter hava tidigare meddelats av Fredholm (17 a) och Svenonius (84, 86). Sedimenten äro dolomit och kalksten, sandsten och kvartsit, mörka skiffrar och undantagsvis gråvacka. Dessutom ingå vulkaniska grönstenar. På Vitgrundet i Kalix skärgård, som förf. studerat tillsammans med överdirektör Gavelin, anstår dolomit och kalksten i föga metamorf utbildning, med inlagringar dels av grå mærgelskiffer, dels av tydligt klastisk, fältspatshaltig sandsten (med böljlagsmärken) och av kvartsit. Uti dolomiten finnas särdeles vackra exempel på de koncentriskt skiktade strukturer, som pläga tolkas såsom uppkomna genom kalkalgens medverkan.<sup>1</sup> I somliga fall nå kuddarna en genomskärning av en halv meter, vanligen äro de dock blott 10—20 cm. Särskilt anmärkningsvärt är ett lager med dylika om 6—10 cm diameter, skilda från varandra av litet sandstensmaterial. Det är i detta fall alldeles uppenbart, att dolomiten redan från början avsatts i dylikt mönster, och att sedan kvartskorn spolats in i mellanrummen mellan kuddarna. På grund av de märkliga analogier, som föreligga mellan dessa bildningar å den ena sidan och säkra algrev i yngre formationer å den andra, kan man svårigen undgå slutsatsen, att Vitgrundets karbonatbergarter sedimenterats under medverkan av alger. Särskilt kunna anföras algreven i den eocena Green-River-formationen i västra Nordamerika (Bradley, 7). Enligt Bradley äro dylika rev utpräglade grundvattensbildningar, vilket bra passar ihop även med Vitgrundsedimentens hela karaktär, förekomsten av sandinlagringar med böljlagsmärken, o. s. v.

Det intill Vitgrundet liggande skäret Hällan består helt och hållet av grönstenslava i pillowutbildning, delvis rik på blårum.

På fastlandet vid Storön anstår en serie av skiktade grönstenar (förmodligen tuffer) med kalkstensinlagringar, porfyritbäddar samt mörkgråa skiffrar med cordierit och undantagsvis granat. En dylik skiffer, snarlik Saxåfältets, anstår även vid vägen mellan Sangis och Säivits.

På Hindersön i Lule skärgård uppträder kalksten (med en förekomst av skarnjärnmalm) i jämförelsevis starkt metamorfoserat skick, samt grågröna till gråa, delvis leptitliknande skiffrar. På Estersön förekommer en fin (fyllitisk) svartgrå skiffer, delvis rostande, växellagrande med gråvacka och (undantagsvis) en vit kvartsit med även för blotta ögat tydligt synlig klastisk struktur.

Den vanligen i Revsundstyp utbildade granit, som uppträder i denna skärgård, har ännu icke iakttagits i kontakt med sedimenten. Mycket ofta ser man dock block av graniten med inneslutna brottstycken av mörk skiffer. Det är sålunda mest sannolikt, att graniten är yngre.

Sedimentformationen utgör otvivelaktigt en motsvarighet till det stora sedimentfält mellan Torneå och Rovaniemi i Finland, som beskrivits av Hackman (47) och som enligt denne innehåller kaleviska och jatuliska bildningar. Det kan förtjäna påpekas, att likheterna även sträcka sig till

<sup>1</sup> Detta är tydligen Svenonius' »strutmærgel» (86).

uppträdandet av algstrukturer i dolomit<sup>1</sup> och förekomsten av effusiva grönstenar (47, s. 58).

Österut är den riktning, i vilken man från vårt kartområde har omedelbar anslutning till annat jämförelsevis väl undersökt urberg. Genom Hackmans m. fl. arbeten i Kittilä (48) och tidigare i Rovaniemi (47) samt Borgströms undersökningar inom det järnmalmsförande området i Kolari (5) är nämligen berggrunden inom de delar av Finland, som närmast gränsa intill kartområdet, ungefär lika väl känd, som inom det sistnämnda. Förf. har även haft tillfälle att i Helsingfors granska omfattande stuffsamlingar från trakten i fråga, vilka välvilligt demonstrerats av hrr Hackman och Borgström.

En första säker parallellisering kan man göra beträffande de yngre graniterna. Det lider nämligen intet tvivel, att den typ, som här betecknats såsom Linagraniten, är identisk med huvudmassan av den »postkaleviska» graniten på den finska sidan. Detta gäller f. ö. ej endast Kolari-Kittiläområdet, utan hela norra Finland över huvud taget. Sålunda förekommer typisk Linagranit i Paltamo på östra sidan av Ule Träsk.<sup>2</sup> Enligt Mikkolas skildring (70) utgör även Nattanengraniten en motsvarighet till Linatypen. En jämförelse mellan de av Hackman och Mikkola anförda granitanalyserna och de här återgivna av Linagraniten visar den utmärkta överensstämmelsen i kemiskt hänseende. Denna motsvaras, såsom de citerade beskrivningarna visa, av lika goda analogier i den strukturella utbildningen, förklyftningen, det geologiska uppträdandet (jfr ovan s. 125) och sviten av pegmatitgångar. En viss olikhet uti det makroskopiska utseendet ligger dock däruti, att den finska granitens kvarts ofta synes visa en tendens till självständig formutbildning, som icke har full motsvarighet i bergarten på den svenska sidan. Denna strukturella skillnad är dock i varje fall icke stor, och den torde vara accentuerad av den omständigheten, att de ifrågavarande finska graniterna ofta hava mörkfärgad och därigenom skarpare framträdande kvarts. Det förekommer enligt de finska beskrivningarna även en del avvikande typer inom denna granitserie, men huvudmassan är, som sagt, otvivelaktigt att jämföra med Linagruppen.

Man kan sålunda konstatera en provins av yngre urbergsgranit, som åtminstone från trakten av Kajana (troligen ända från området mellan Kuopio och Joensuu, där också postkaleviska graniter urskilts) sträcker sig över norra Finland och nordöstligaste Sverige till trakten N om Torne Träsk östra ände, där bergarten otvivelaktigt även går in i Norge. Till sin geologiska roll synes denna granit vara jämförlig med Revsundsgraniten och dess motsvarigheter i Finland (postbottnisk granit, inkl. »centralgraniten») och med Filipstad—Växiö-gruppen uti södra Sverige.

Även till våra äldre djuperuptiv finnas motsvarigheter på finska sidan, men i vida mindre utsträckning. Det är tydligt, att den av Borgström (5)

<sup>1</sup> På Geologiska Kommissionen i Helsingfors förvaras ett större dolomitblock från Kemi med dylika strukturer.

<sup>2</sup> Enligt prov å Geologiska Kommissionen i Helsingfors.

från trakten av Juvakaisenmaa skildrade syeniten, såsom Borgström även själv framhåller, hör tillsammans med våra kalk-alkali-syeniter. Till åldern jämförliga med dessa och med de till dem anknutna graniterna äro sannolikt de graniter i Kittilä, som av Hackman (48) betecknats såsom äldre gnejsgraniter. Även den av Hackman skildrade granodioriten från Lainiojoki står kemiskt så nära kalk-alkali-syeniterna, att det förefaller högst troligt, det den hör ihop med dessa. Denna omständighet har redan framhållits av Borgström. Av Hackman har bergarten i fråga i stället tolkats såsom en fas av den postkaleviska graniten. Om detta kan bevisas vara riktigt, så har man här en parallell till förhållandena i Skelleftefältet och Österbotten, nämligen att djupbergarter, som inom ett visst område äro distinkt skilda i ålder, inom ett angränsande visa sig höra närmare ihop med varandra. Tills vidare förefaller det dock försiktigast att i fråga om bergarten vid Lainiojoki räkna därmed, att en bestämd åldersskillnad gentemot den postkaleviska graniten kan föreligga.<sup>1</sup>

De suprakrustala bergarterna på den finska sidan utgöra den omedelbara fortsättningen av Pajalas (porfyr-) leptitformation. Den väldiga kalkstensförekomsten vid Äkäsjoki (5) hänger säkerligen direkt ihop med Huukikalkstenen på den svenska stranden av Muonio älv. Järnmalmsfyndigheten Juvakaisenmaa vid Niesajoki i Kolari med sin leptitiska och amfibolitiska sidosten utgör en fullkomlig geologisk motsvarighet till skarnmalmen på den svenska sidan. Den närbelägna fyndigheten Ristimella åter, som är skiktad och innehåller Mg-Fe-amfibol (cummingtonit), utgör tydligen en motsvarighet till de skiktade, vanligen relativt kiselsyrerika malmer, som inom den svenska malmtrakten flerstädes uppträda just i närheten av det stora, ofta skarnmalmsförande kalkstenslagret. Uti Kolari synas dock, enligt Borgströms karta, malmen uppträda först på flera km avstånd från den största kalkstenskroppen.

Även de viktigaste övriga bergartstyperna kunna utan svårighet identifieras. De av Hackman (48) skildrade, i Kittilä vida utbredda, delvis spilitiska metabasiterna äro motsvarigheter till den suprakrustala grönstensformationen i Pajala och i vårt kartområdes nordligare delar. Hackmans fylliter — mörka, ibland grafithaltiga och rostande — och glimmerskiffrar utgöra också element, som äro välkända från den svenska sidan, även om utbildningsformerna icke alltigenom äro desamma. Ådergnejsområdena t. ex. kring Kurtakko äro ej närmare skildrade, men den geologiska beteckningen låter förmoda en analogi med leptitformationens utbildning exempelvis i trakten Pajala—Sattajärvi—Liviöjärvi. Slutligen uppträda i Kittilä och angränsande trakter även kvartsiter uti mycket stor skala. Hackman indelar dem uti två åldersgrupper, av vilka den ena skall tillhöra samma epok som skiffrarna, medan den andra, »Sodankyläkvartsiten», jämte metabasiterna skall vara yngre. Av allt att döma utgöra

<sup>1</sup> De syenitiska och närtstående bergarter i kustlandet, som Hackman beskrivit (47), synas på den svenska sidan vara närmast att jämföras med djupbergartsserien vid Älvsbyn (24, 55), Edefors (Rödekornberget, 24), m. m., beträffande vilkas relationer till syeniterna i Kiruna-Gällivare-Pajala ännu osäkerhet råder.

kvartsiterna vid Käymäjärvi och Areavaara i Pajala ekvivalenter till Södankyläkvartsiten. De kvartsiter i Pajala, som uppträda i en något annan geologisk miljö, vid Kursujärvi och Liviöjärvi, inbjuda givetvis till jämförelse med de förmodat äldre kvartsiterna i Kittilä. En dylik uppdelning inom det svenska området stöter dock på svårigheter, bl. a. därför, att kvartsiten vid Kursuvaara i Tarendö förenar drag från båda typerna.

Slutligen uppträder i Kittilä en yngre, ej veterligen granitgenomsatt sedimentserie, Hackmans Kumpuformation (48). Med den uppfattning av Vakkoformationens förhållande till Linagraniten, som förf. numera kommit till, synes en parallellisering av Kumpuformationen med någon enhet på den svenska sidan icke möjlig.

Endast i ett avseende avviker berggrundens byggnad i Kittilä, enligt Hackmans framställning, grundväsentligt från vad vi funnit inom närmast angränsande trakter i Sverige. Hackman vill nämligen tolka de äldre, gnejsiga graniterna såsom underlag för hela suprakrustalformationen. Denna tolkning baserar sig emellertid enbart på negativa skäl — avsaknaden av gångar av dylik granit eller till densamma hänförliga kontakt-effekter uti suprakrustalformationen. Med hänsyn till huru sällan man i malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala kan påvisa dylika tydliga bevis för de äldre djupbergarternas ålder i förhållande till porfyr-leptit-formationen synas dessa skäl svårigen kunna tillmätas utslagsgivande betydelse.

Vi skola till sist försöka en sammanfattning av vår nuvarande kännedom om urbergets huvudavdelningar i Övre Norrland och angränsande delar av Finland. En erinran måste emellertid förutskickas därom, att ett sådant resonemang möter svårigheter ej blott genom den knapphet, som ännu råder beträffande iakttagelsematerial från vissa områden, utan också genom själva objektets natur: då ett fullt kontinuerligt följande av vissa enheter icke låter sig göra, blir man hänvisad att bygga jämförelserna på likheter i den stratigrafiska byggnaden inom sedimentformationer, på karakteristisk utbildning av graniter, o. s. v., allt faktorer, som kunna återkomma under olika tidsskeden och sålunda aldrig utgöra några fullt säkra åldersbestämningar. Man kan ej utan andra bekräftande omständigheter parallellisera t. ex. två spilitiska grönstensformationer, ty spiliten utgöra en jämförelsevis ordinär bergartstyp. Däremot har man, enligt förf:s förmenande, mycket starka skäl att antaga en liktidighet mellan porfyryerna i Kiruna—Gällivare och Arvidsjaur—Sorsele, som äro väl karakteriserade typer, icke kända annorstädes inom Fennoskandia, ja, måhända utan fullständiga motsvarigheter någonstans i världen. En osäkerhetskälla, som redan ovan berörts vid diskussionen om förhållandet mellan vårt kartområdes båda suprakrustalformationer, ligger däruti, att exempelvis en och samma diskordans kan hava ganska olika valör inom olika områden.

Det har redan framhållits, att vi hava att göra med två geografiskt skilda, men i sitt uppträdande i mångt och mycket likartade grupper av yngre graniter. Den ena utgöres av Linagraniten i Sverige och den post-kaleviska gruppen i Finland, den andra resp. av Revsundsgraniten (med

Skelleftegranit) och den postbottniska graniten. För deras inbördes ålder saknas avgörande observationer. I Finland anser man sig emellertid hava funnit, att de kaleviska sedimenten i Österbotten överlagra den postbottniska graniten, medan de själva genomsläpas av den postkaleviska (71, 95). I den norrbottniska skärgården åter synes, såsom här anförts, samma »postbottniska» granittyp vara yngre än en sedimentserie, som otvivelaktigt är att jämställa med kalev-(jatul-)området i Torneå—Rovaniemi, och som även i och för sig gör intryck av att vara ett relativt ungt element i det svenska urberget. Det är att hoppas, att det för jämförelsen mellan svensk och finsk urbergsstratigrafi så viktiga kustområdet mellan Kalix och Luleå snart nog blir ordentligt utforskat.

Vad beträffar de äldre djupbergarterna, som i kemiskt-petrografiskt hänseende mer eller mindre nära ansluta sig till de dem föregående vulkaniska formationerna inom respektive områden, så synes en relativ likåldrighet mycket sannolik för Kiruna—Gällivare—Pajala, Skelleftefältet och Österbotten.<sup>1</sup> Även torde, såsom anförts, bergarter av motsvarande ålder förekomma i Kolari och Kittilä.

Vad åter angår de suprakrustala formationerna, så hava i Kiruna—Gällivare—Pajala urskilts två, nämligen porfyr-leptit-formationen och Vakko-formationen. Inom Skelleftefältet möta vi en motsvarande porfyr-leptit-formation samt den med Vakkoformationen snarast analoga Vargforsformationen. Vi hava sålunda i Norrbottens och Västerbottens län att räkna med åtminstone två suprakrustala urbergsformationer, av vilka den äldres botten icke är säkert påvisad. Mellan dessa två formationer uppträder en epok av djupbergartsintrusioner. Däremot synes det i båda områdena vara sannolikt, att den yngsta graniten (Lina-, resp. Revsundsgraniten) är yngre även än den senare av de båda suprakrustalformationerna (Vakko, resp. Vargfors).

Inom de närmast liggande delarna av Finland hava tre suprakrustalformationer urskilts, nämligen bottinium, kalev och jatul. Frågan om jatulens existens såsom självständig formation faller i viss mån utanför den nu skärskådade problemställningen, eftersom Vakkoformationen synes vara äldre än Linagraniten och därför det nordsvenska urberget saknar något led, som motsvarar det ursprungliga jatulbegreppet. För övrigt torde det, med den senaste tidens utveckling av hithörande frågor i Finland, där endast vara Kumpuformationen, som motsvarar definitionen.

Med en dylik tudelning av de suprakrustala formationerna möjlig i båda landen borde en parallellisering vara skälig enkel. Så är dock ingalunda förhållandet. Identifieringen av Skelleftefältet och de bottniska bildningarna i Österbotten synes säker, och denna parallellisering kan utsträckas även till porfyr-leptit-formationen uti Kiruna—Gällivare—Pajala. Denna sistnämndas direkta fortsättning på den finska sidan har emellertid bli-

<sup>1</sup> För den händelse, att porfyreerna i Arvidsjaur-Sorsele skulle utgöra en yngre etage ovanpå det egentliga Skelleftefältet, så är det naturligtvis tänkbart, att de djuperuptiv, som ansluta sig till det sistnämnda (Jörngranit, etc.), kunna vara något äldre än de, som i den nordligare trakten närmast motsvara porfyreerna.

vit betecknad såsom kalev (47, 5). Frågan om de ifrågavarande bildningarnas ställning till de kaleviska sedimenten i mellersta och sydöstra Finland kan endast avgöras i Finland, och det torde föga befördra dess lösning, om förf., som saknar egna fälterfarenheter från de mest kritiska områdena, här skulle försöka att enbart med ledning av föreliggande beskrivningar taga ställning till saken. Däremot skall här ej förbigås en återverkan, som denna Hackmans uppfattning av det nordfinska urberget har på motsvarande problem inom Sverige. Alldeles oavsett de konnexioner med mera fjärrliggande områden, som ligga däruti, att de äldre suprakrustalbergarterna i Kolari och Kittilä betecknas såsom kalev, så innebär denna åldersbestämning även en parallellisering med fältet Torneå—Rovaniemi, och därmed även med Kalix—Luleå-fältet. Förut har framhållits, att sedimenten i sistnämnda fält, på grund av sina förmodade relationer till graniten i trakten, enligt den finska urbergsstratigrafiens nomenklatur borde hänföras till bottinium. Å andra sidan uppträder alldeles i närheten kustgnejsen, vilken synes ekvalera porfyr-leptit-formationen i Kiruna—Gällivare—Pajala, och som därmed även den (jfr ovan angående Österbotten) snarast borde räknas till bottinium. Då en parallellisering mellan sedimentformationen i skärgården och kustgnejsen synes mycket osannolik, i varje fall så länge icke den förra kunnat visas vara ett sänkingsfält, representerande ett helt annat höjdläge, måste man vara benägen att tolka den ifrågavarande sedimentformationen såsom en bildning yngre än porfyr-leptit-formationen och väl närmast jämförlig med Vakkoformationen.

I dessa frågor, som endast indirekt beröra vårt kartområde, är det tydligen ännu så länge icke möjligt att komma till någon full samstämmighet mellan urbergsstratigrafisk uppfattning i Sverige och Finland. Den närmaste arbetsuppgiften på svensk sida synes vara att söka vinna en närmare kännedom om sedimenten i kustzonen Kalix—Luleå och framför allt om deras förhållande till angränsande enheter, både gnejsen och graniten.

N:o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bergart	Effusiv diabas	Spilit	Spilit	Intr. grönsten	Intr. grönsten <sup>3</sup>	Amfibolit (gång)	Magn. syenitporfyr	Bas. syenitporfyr	Bas. syenitp. (leptit)
Lokal	NV Kiruna	Pahtosvaara, SV Kiruna	Kurravaara	Valkeasiipiv., N Kiruna	Valkeasiipiv., N Kiruna	Gällivare Malmberg	N Luossavaara	Sakaravaara, Ö Kiruna	Gällivare Malmberg
Analytiker	N. Sahlbom	G. Nyblom	G. Nyblom	N. Sahlbom	A. Bygdén	G. Assarsson	R. Mauzelius	R. Mauzelius	G. Assarsson
Publ.	80, s. 63	80, s. 63	80, s. 63	80, s. 63	83, s. 6	44, s. 28	22, s. 67	22, s. 198	44, s. 25
SiO <sub>2</sub>	49.10	50.76	55.04	50.23	48.55	48.11	45.32	51.69	47.14
TiO <sub>2</sub>	1.12	1.60	1.15	0.36	1.13	1.11	1.15	1.80	0.99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.70	14.57	13.83	14.45	13.50	17.64	13.09	14.62	16.50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.87	4.11	2.19	1.83	3.56	4.36	21.74	9.24	12.51
FeO	10.06	10.59	7.39	9.46	10.20	6.76	7.12	5.14	7.40
MnO	0.63	0.09	0.20	0.26	0.27	0.13	0.04	0.08	0.02
MgO	6.91	2.86	4.78	10.41	7.37	6.36	0.18	3.74	2.30
CaO	10.88	7.54	7.08	5.47	8.58	8.03	2.19	4.49	2.82
Na <sub>2</sub> O	2.39	5.54	5.90	4.30	2.94	3.60	7.51	6.77	4.57
K <sub>2</sub> O	0.44	1.04	0.36	1.83	0.32	1.62	0.17	1.08	4.10
BaO	—	—	—	—	0.03	0.03	spår	spår	0.11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.06	0.08	0.04	0.09	0.06	0.32	0.46	0.53
S	0.02	0.06	0.01	0.01	0.10	0.03	0.02	0.02	0.00
CO <sub>2</sub>	—	—	1.28	0.00	0.00	—	1.26	0.38	—
H <sub>2</sub> O+	0.45	0.94	0.77	1.72	3.24	2.23	0.24	0.43	0.97
Sp. vikt	99.79 <sup>1</sup>	99.76	100.06	100.37	99.91 <sup>4</sup>	100.07	100.35	99.94	99.96
Norm	or 2.61	or 6.12	or 2.11	or 10.79	or 1.89	or 9.71	q 0.42	or 6.67	or 24.66
	ab 20.17	ab 37.73	ab 49.98	ab 28.35	ab 24.93	ab 27.51	or 1.11	ab 53.45	ab 33.56
	an 30.69	an 11.95	an 10.13	an 14.70	an 22.68	an 27.09	ab 63.40	an 5.84	an 10.94
	di 18.26	ne 4.26	di <sup>2</sup> 20.19	ne 4.39	di 15.96	ne 1.65	an 1.39	ne 2.27	ne 2.79
	hy 15.17	di 22.06	hy 3.67	di 9.91	hy 19.61	di 10.12	hy 0.50	di 10.58	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.44
	ol 6.01	ol 7.10	ol 6.27	ol 26.97	ol 4.00	ol 13.08	mt 10.72	ol 3.15	ol 5.30
	mt 4.11	mt 6.03	mt 3.18	mt 2.67	mt 5.17	mt 6.33	hm 8.16	mt 11.37	mt 18.17
	il 2.13	il 3.04	il 2.19	il 0.68	il 2.14	il 2.11	il 2.13	hm 1.44	il 1.88
ap 0.16		ap 0.20		ap 0.19	ap 0.12	ap 0.67 (CaCO <sub>3</sub> 2.80)	il 3.50 ap 1.01	ap 1.15	

<sup>1</sup> Inkl. Cl 0.10 %, F 0.05 %. — <sup>2</sup> Korr. för CaO motsv. CO<sub>2</sub> ej gjord; dylik skulle förändra de fem. silikaten i normen. — <sup>3</sup> Generalprov av samma bergartskropp som stufprovet i nr 4. — <sup>4</sup> Inkl. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.03 %.

N:o	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Bergart	Bas. syenitp. (leptit)	Bas. syenitp. (leptit)	Syenit	Syenit	Syenitp. (mandelsten)	Syenitporfyr	Syenitporfyr	Syenitporfyr	Syenitporfyr
Lokal	Gällivare Malmberg	Gällivare Malmberg	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Luossavaara
Analytiker	N. Sahlbom	G. Nyblom	G. Nyblom	H. Santesson	G. Nyblom	G. Nyblom	H. Santesson	H. Santesson	R. Mauzelius
Publ.	44, s. 25	54, s. 569	22, s. 10	9, s. 73	22, s. 33	22, s. 33	9, s. 73	9, s. 73	22, s. 54
SiO <sub>2</sub> . . . . .	49.27	52.04	53.31	59.57	60.78	59.71	60.97	61.12	61.24
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1.30	1.67	1.80	1.82	2.14	0.66	1.65	1.35	0.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16.24	16.28	14.19	14.19	14.95	16.18	15.39	17.06	13.95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	11.38	6.18	10.92	5.50	4.04	4.89	3.29	3.20	3.81
FeO . . . . .	2.76	5.69	4.29	1.62	2.27	2.64	1.19	2.96	1.45
MnO . . . . .	0.07	0.03	0.06	0.36	0.07	0.09	0.36	0.23	0.14
MgO . . . . .	4.94	4.14	1.96	2.46	2.39	1.54	3.39	1.17	4.23
CaO . . . . .	3.31	5.33	4.38	3.42	3.22	3.77	5.04	2.91	3.69
Na <sub>2</sub> O . . . . .	6.16	6.41	6.27	6.13	5.81	5.93	5.65	7.25	5.13
K <sub>2</sub> O . . . . .	2.96	1.19	2.19	3.27	3.53	3.69	2.88	2.04	4.53
BaO . . . . .	—	—	0.04	—	—	—	—	—	0.05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1.39	0.40	0.43	—	0.01	0.44	0.11	0.02	0.01
S . . . . .	0.00	0.08	0.01	—	—	spår	—	—	0.02
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0.51
H <sub>2</sub> O+ . . . . .	0.24	0.39	0.40	0.57	0.53	0.22	0.60	0.74	0.38
	100.02	99.83	100.25	99.86	99.74	99.76	100.52	100.05	99.96
Norm . . . . .	or 17.52	or 7.23	q 0.42	q 3.48	q 5.64	q 4.14	q 4.98	q 4.44	q 3.08
	ab 40.92	ab 48.73	or 12.79	or 19.46	or 20.57	or 21.68	or 17.24	or 11.68	or 26.83
	an 7.87	an 12.23	ab 53.45	ab 51.35	ab 49.25	ab 49.78	ab 47.68	ab 61.31	ab 43.74
	ne 6.12	ne 2.84	an 3.89	an 3.89	an 4.45	an 6.95	an 8.06	an 8.06	an <sup>1</sup> 1.67
	wo 0.16	di 9.05	di 10.58	di 10.15	di 8.86	di 7.13	di 12.53	di 5.10	di 13.03
	ol 8.64	ol 6.16	wo 0.70	hy 1.50	hy 1.90	hy 0.60	hy 2.70	hy 1.40	hy 4.54
	mt 5.38	mt 9.05	mt 8.82	mt 0.93	mt 1.39	mt 6.96	mt 0.23	mt 4.64	mt 2.78
	hm 7.70	il 3.19	hm 4.80	hm 4.80	hm 3.04	hm 0.16	hm 3.20	il 2.58	hm 1.92
	il 2.46	ap 1.01	il 3.50	il 3.50	il 4.10	il 1.22	il 3.19		il 1.52
	ap 3.04		ap 1.01			ap 1.01	ap 0.34		

<sup>1</sup> Om CaO avräknas för CO<sub>2</sub> försvinner an ur normen (varav även andra ändringar).

N:o	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Bergart	Lept. gnejs (syenitp.) <sup>1</sup>	Lept. gnejs (syenitp.) <sup>2</sup>	Lept. gnejs (syenitp.)	Gångporfyr	Gångporfyr <sup>3</sup>	Gångporfyr <sup>4</sup>	Gångporfyr <sup>6</sup>	Kvartsför. porfyr	Kvartsför. porfyr
Lokal	Gällivare Malmberg	Gällivare Malmberg	Gällivare Malmberg	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara	Kiirunavaara
Analytiker	R. Mauzelius	G. Nyblom	G. Nyblom	R. Mauzelius	K. Schröder	K. Schröder	K. Schröder	K. Schröder	H. Santesson
Publ.	54, s. 569	54, s. 569	54, s. 9	22, s. 49	22, s. 49	22, s. 49	22, s. 49	22, s. 132	9, s. 73
SiO <sub>2</sub>	52.52	63.32	62.93	67.79	67.81	69.00	63.82	69.08	71.30
TiO <sub>2</sub>	1.71	1.72	0.85	0.63	0.78	0.47	0.38	0.27	0.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.33	17.30	16.40	15.29	14.93	14.54	14.81	12.75	13.53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.37	2.03	4.47	1.05	1.42	0.86	1.63	5.84	2.33
FeO	5.36	1.82	1.56	0.59	0.80	0.49	1.25	2.16	1.75
MnO	0.04	0.05	0.01	0.06	0.06	0.03	0.07	0.02	0.07
MgO	2.25	0.94	0.31	1.70	1.71	0.40	3.48	0.50	0.70
CaO	1.66	2.42	0.65	3.03	2.83	2.12	5.26	0.28	0.67
Na <sub>2</sub> O	3.28	8.73	3.60	0.89	6.45	4.42	6.37	3.97	5.77
K <sub>2</sub> O	8.55	1.38	8.51	2.79	3.01	5.83	2.78	4.39	3.02
BaO	0.11	—	—	0.06	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.53	spår	0.23	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03
S	0.02	0.03	0.02	0.01	0.07	spår	0.01	0.02	—
CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	0.28	1.40	0.25	—	—
H <sub>2</sub> O+	0.28	0.24	0.37	0.23	0.30	0.50	0.20	0.78	0.56
	100.01	99.98	99.91	100.14	100.47	100.07	100.33	100.08	100.24
Norm	or 50.60 ab 21.48 an 1.67 ne 3.41 di 2.38 ol 3.35 mt 12.06 il 3.19 ap 1.34	q 2.58 or 8.34 ab 73.36 an 4.17 di 5.18 wo 0.46 hm 1.60 il 3.34	q 8.58 or 50.04 ab 30.39 an 1.39 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.82 hy 0.80 mt 2.55 hm 2.72 il 1.67 ap 0.67	q 10.68 or 16.68 ab 58.16 an 2.50 di 9.29 wo 0.23 mt 0.23 hm 0.96 il 1.22	q 12.60 or 17.79 ab 54.49 an 2.78 di 8.86 hy 0.20 mt 0.46 hm 1.12 il 1.52	q 17.64 or 34.47 ab 37.20 an <sup>5</sup> 2.78 di 2.16 wo 2.09 mt 0.23 hm 0.64 il 0.91	q 4.47 or 16.21 ab 53.73 an 3.90 di <sup>7</sup> 17.37 hy 1.00 mt 2.32 il 0.76	q 27.72 or 25.58 ab 34.06 an 1.39 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.92 hy 1.30 mt 6.26 hm 1.44 il 0.46	q 23.34 or 17.79 ab 49.25 an 1.95 di 1.11 hy 2.06 mt 3.25 il 0.91

<sup>1</sup> Möjligan med sekundär glimmer, m. m. — <sup>2</sup> Mandelsten? — <sup>3</sup> Samma porfyrgång som nr 24. — <sup>4</sup> Samma porfyrgång som nr 23. — <sup>5</sup> Om CaO avräknas för CO<sub>2</sub> fösvinner an ur normen (varav även andra ändringar). — <sup>6</sup> Troligen med sekundärt invandrad aktinolit. — <sup>7</sup> Ingen korrektion i CaO-halten gjord för CO<sub>2</sub>.

N:o	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Bergart	Kvartsför. porfyr	Kvartsför. porfyr	Kvartsför. porfyr	Kvartsför. porfyr	Kvartsför. porfyr	Kvartsför. porfyr	Leptit (kvartsf. porf.)	Leptit mandelsten	Kvartsför. porfyr
Lokal	Luossavaara	Luossavaara	Tuolluvaara	Sakaravaara	Ekströmsberg	Gällivare Malmberg	Gällivare Malmberg	Gällivare Malmberg	Gällivare Malmberg
Analytiker	G. Nyblom	G. Nyblom	G. Nyblom	R. Mauzelius	G. Assarsson	G. Nyblom	G. Nyblom	G. Assarsson	G. Assarsson
Publ.	22, s. 132	22, s. 132	22, s. 208	22, s. 200	Ny (s. 47)	54, s. 569	54, s. 569	44, s. 18	44, s. 23
SiO <sub>2</sub> . . . . .	70.81	66.46	70.08	75.62	69.69	70.90	69.36	68.11	77.06
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.25	0.49	0.40	0.10	0.46	0.44	0.45	0.50	0.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14.31	15.08	13.83	11.75	14.18	14.70	15.00	15.12	12.69
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2.06	3.09	2.97	1.95	2.69	1.79	2.84	1.16	0.48
FeO . . . . .	0.84	1.33	1.04	0.83	0.65	0.46	0.55	1.03	0.07
MnO . . . . .	0.03	0.04	0.02	0.04	0.11	0.01	0.01	0.01	spår
MgO . . . . .	0.67	0.70	1.10	0.17	0.11	0.10	0.49	1.18	0.02
CaO . . . . .	0.85	1.76	0.83	0.39	0.07	0.30	0.41	0.80	0.15
Na <sub>2</sub> O . . . . .	6.22	6.40	5.33	3.63	2.22	3.85	5.23	3.50	4.01
K <sub>2</sub> O . . . . .	2.15	2.74	3.84	4.91	9.28	6.93	5.31	7.96	5.07
BaO . . . . .	—	—	—	—	0.03	—	—	0.02	0.02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.06	0.07	0.02	0.01	0.06	0.02	0.08	0.00	0.00
S . . . . .	0.02	0.04	0.04	0.03	—	0.05	0.06	0.02	0.00
CO <sub>2</sub> . . . . .	0.88	1.22	—	0.22	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O+ . . . . .	0.55	0.65	0.47	0.20	0.54	0.17	0.25	0.67	0.36
	99.70	100.07	99.97	99.85	100.09	99.72	100.04	100.08	100.06
Norm . . . . .	q 23.38	q 14.68	q 21.90	q 35.04	q 20.86	q 21.05	q 17.40	q 14.05	q 33.83
	or 12.86	or 16.21	or 22.24	or 28.91	or 55.07	or 41.08	or 31.14	or 47.21	or 30.08
	ab 52.68	ab 54.25	ab 44.54	ab 30.39	ab 18.83	ab 32.66	ab 44.01	ab 29.67	ab 34.03
	an <sup>1</sup> 4.26	an <sup>1</sup> 4.46	an 3.06	an 1.39	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.43	an 1.40	an 1.95	an 1.90	an 0.59
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.20	di 3.26	di 0.65	di 0.43	hy 0.27	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.32	hy 1.20	di 1.69	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.36
	hy 1.70	hy 3.00	hy 2.50	hy 0.20	mt 1.11	hy 0.25	mt 0.46	hy 2.30	hy 0.05
	mt 2.09	mt 3.28	mt 2.09	mt 2.32	hm 1.92	mt 0.05	hm 2.56	mt 1.69	hm 0.48
	hm 0.64	hm 0.80	hm 1.60	hm 0.32	il 0.87	hm 1.76	il 0.91	il 0.94	il 0.15
	il 0.45	il 0.91	il 0.76	il 0.15	ap 0.12	il 0.84			tn 0.12
						FeS <sub>2</sub> 0.10			

<sup>1</sup> Om CaO avdrages för CO<sub>2</sub> till kalcit, blir intet övrigt för anortit.

N:o	37	38	39	40	41	42	43	44
Bergart	Gabbrodiabas	Gabbro (norit)	Kvartssyenit (kalk-alk.-syen.)	Kvartssyenit (kalk-alk.-syen.)	Kvartssyenit (kalk-alk.-syen.)	Plag.-pertit- syenit	Plag.-pertit- syenit	Pertitsyenit
Lokal	Rautasjoki, N Kiruna	Vittangi	V Airivaara	N Palolaki	NV Vittangi	Linaälv (block)	Askosatjåkko (Sjaunjatuot.)	Tjakel
Analytiker	G. Nyblom	R. Mauzelius	R. Mauzelius	N. Sahlbom	G. Assarsson	G. Assarsson	G. Assarsson	G. Assarsson
Publ.	66, s. 787	32, s. 35	32, s. 33	Ny (s. 90)	Ny (s. 90)	Ny (s. 94)	Ny (s. 96)	Ny (s. 101)
SiO <sub>2</sub>	50.46	52.01	60.51	57.96	64.83	60.52	65.62	62.60
TiO <sub>2</sub>	0.60	1.52	0.85	1.71	0.82	1.24	0.79	1.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.08	15.89	15.76	15.64	15.54	17.03	16.00	18.39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.00	4.32	1.62	2.94	2.82	2.28	2.26	1.99
FeO	5.56	6.45	4.21	4.77	1.75	2.86	1.33	1.24
MnO	0.10	0.14	0.09	0.11	0.01	0.12	0.07	0.04
MgO	6.27	5.32	3.67	2.53	1.20	1.33	0.68	0.01
CaO	10.33	8.09	4.95	5.16	2.71	3.72	2.07	0.72
Na <sub>2</sub> O	3.56	3.98	4.20	3.56	4.97	5.47	5.34	5.28
K <sub>2</sub> O	0.68	1.17	2.88	4.50	4.37	4.24	5.06	7.96
BaO	—	0.07	0.11	—	0.02	0.10	0.05	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.42	0.26	0.45	0.25	0.49	0.18	0.16
S	0.03	0.25	0.01	0.04	0.00	0.02	0.00	0.04
CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O+	0.54	0.36	1.22	0.46	0.63	0.50	0.54	0.41
	100.33	100.02 <sup>1</sup>	100.16 <sup>2</sup>	99.83	99.92	99.96 <sup>3</sup>	99.99	99.95
Sp. vikt . . . . .	2.90						2.67	2.61
	or 3.89	q 0.90	q 8.74	q 6.57	q 13.07	q 4.05	q 10.93	q 0.05
	ab 29.87	or 6.89	or 17.13	or 26.67	or 25.95	or 25.44	or 30.13	or 47.15
	an 36.97	ab 33.64	ab 35.48	ab 30.19	ab 42.19	ab 46.39	ab 45.29	ab 44.82
	di 10.79	an 22.02	an 15.62	an 13.34	an 7.09	an 9.15	an 4.60	an 2.65
	hy 6.94	di 12.72	di 6.23	di 7.82	di 3.78	di 5.23	di 3.61	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.07
	ol 8.00	hy 12.98	hy 11.60	hy 6.19	hy 1.25	hy 2.32	mt 2.23	mt 0.93
	mt 3.02	mt 6.31	mt 2.35	mt 4.27	mt 3.32	mt 3.32	hm 0.72	hm 1.36
	il 1.22	il 2.89	il 1.23	il 3.24	hm 0.54	il 2.36	il 1.50	il 2.11
	ap 0.34	FeS <sub>2</sub> 0.33	ap 0.56	ap 0.99	il 1.55	ap 1.05	ap 0.40	ap 0.34
		ap 0.93			ap 0.56			

<sup>1</sup> Inkl. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.03 % (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> spår); avgår för S 0.09 %, återst. summa 99.93. — <sup>2</sup> Inkl. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.02 % (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> spår). — <sup>3</sup> Inkl. F 0.04 %.

N:o	45	46	47	48	49	50	51
Bergart	Kvarts-pertit-syenit	Kvarts-pertit-syenit	Pertitgranit	Albitgranit	Linagranit	Linagranit	Linagranit
Lokal	Sjaunjatuottar	Gällivare Malmberg	Masugnsbyn	Masugnsbyn	Linaälv	Jouluvaara (SO Sarvesj.)	Gällivare Malmberg
Analytiker	G. Assarsson	G. Nyblom	A. Bygdén	A. Bygdén	R. Mauzelius	A. Bygdén	G. Assarsson
Publ.	Ny (s. 104)	54, s. 569; 44, s. 46	43, s. 16	43, s. 19	51, s. 197 och 266	44, s. 48	44, s. 48
SiO <sub>2</sub>	69.09	64.56	74.41	77.47	74.30	73.09	71.36
TiO <sub>2</sub>	0.59	0.90	0.38	0.33	0.24	0.21	0.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.93	16.22	13.36	13.50	12.20	13.51	13.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.61	2.87	0.60	0.14	2.22	1.55	1.63
FeO	1.32	1.73	0.24	0.07	0.88	0.85	1.47
MnO	0.14	0.12	0.04	0.003	0.08	0.03	0.01
MgO	0.37	0.63	0.43	spår	0.27	0.32	0.62
CaO	0.37	1.21	0.57	0.12	1.09	1.12	1.42
Na <sub>2</sub> O	5.06	5.61	4.79	7.88	2.82	3.16	3.19
K <sub>2</sub> O	6.19	5.77	4.80	0.10	5.00	5.57	5.42
BaO	0.00	—	0.04	0.00	—	0.11	0.01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.16	0.002	0.00	0.24	0.06	0.10
S	0.00	0.03	—	0.00	—	—	—
CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O+	0.33	0.18	0.29	0.26	1.00	0.40	0.72
	100.07	99.99	99.952	99.873	100.34	99.98	99.92
Sp. vikt	2.64		2.62	2.63			
	q 14.82 or 36.66 ab 42.29 ac 0.56 di 1.21 hy 0.87 mt 2.06 il 1.12 ap 0.12	q 7.38 or 34.47 ab 47.16 an 1.95 di 2.38 hy 0.50 mt 3.48 hm 0.48 il 1.67 ap 0.34	q 26.68 or 28.57 ab 40.58 an 0.58 di 1.63 hy 0.29 hm 0.60 il 0.59 tn 0.16	q 31.15 or 0.61 ab 66.73 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.40 hm 0.14 il 0.11 tn 0.41 ru 0.10	q 36.50 or 29.63 ab 23.93 an 3.99 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.66 hy 0.67 mt 2.39 hm 0.58 il 0.46 ap 0.53	q 30.26 or 33.37 ab 26.83 an 5.25 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.26 hy 0.79 mt 2.24 il 0.40 ap 0.14	q 27.89 or 32.14 ab 27.04 an 6.47 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.03 hy 2.20 mt 2.37 il 0.82 ap 0.21
Norm							

## Summary.

### Introduction.

With the three place names Kiruna, Gällivare, and Pajala is here indicated the iron-ore-bearing region of northernmost Sweden. It falls entirely within the *län* (administrative unit) of Norrbotten, and its most important parts are in the Lappland portion of that *län*. The mineral resources of this region are almost entirely in the form of iron ore, now being worked near Kiruna (Kiirunavaara, Luossavaara, Tuolluvaara) and near Gällivare (Malmerget, Koskullskulle), and including also a number of deposits so far not opened up. Copper ore has been mined on a small scale and with unsatisfactory results.

Previously, no attempt has been made to draw up a geological map of the whole of this region on a scale comparable to the one now used (1:400 000), but of the most important (western) portion a map was published by the Survey in 1900 (88).<sup>1</sup> Since that time, geological work has been concentrated on certain limited areas of special economic interest, and a number of maps and descriptions have been published. This work is now, in a way, brought to a close. It is then appropriate to try to sum up the information thus gathered, bringing together data both from the districts studied in detail and from the much more imperfectly known stretches between them. The picture arrived at in this way is a very incomplete one, for there exist scattered patches that so far have never been geologically investigated, and large areas where not a single rock outcrop is found. Moreover, the material at hand is highly inhomogeneous: while certain districts have recently been studied in detail, all the information from some other tracts derives from reconnaissance surveys and collections made about 50 years ago. In spite of all this, now seems the time to attempt a summary presentation of the material. For there is, with the need of geological work in other parts of Sweden, little hope that the Survey will be able to start a systematic, more complete geological mapping of this region in the near future. Also it is clear that there is now at hand a certain amount of experience not stored in any form available in the future. Therefore this summary is presented, in the conviction that, incomplete and inhomogeneous though it is, it will always mark a step forward in the knowledge of one

---

<sup>1</sup> Numbers in brackets refer to the literature list.

among the most interesting and important iron-ore-bearing regions of the world.

The writer's own experience from work in many parts of the region has furnished the basis for this compilation. For the rest, use has been made of all the material available at the Survey in the form of specimens, field notes and maps. This material has mainly been brought together by officials of the Survey, but there are also deposited with the Survey some material collected by geologists in private employ, among which the observations made in Pajala by Dr. V. Tanner have proved particularly important. All published information has been duly used, but also in such cases the primary material has been studied. The only exception is the work carried out by Dr. N. Sundius south and west of Kiruna, as the complete monograph published (80) largely makes such a proceeding unnecessary, except in some details.

In the following English summary, the proportions are not the same as in the Swedish text. Features of a more general interest have been given much space, sometimes in the form of an almost literal translation of the Swedish presentation, while such details have been treated more briefly that are of little interest to others than those who will themselves take up geological work in this region or in neighbouring districts.

### Distribution of outcrops.

On the whole, outcrops are scarce. The moraine covering is remarkably even and regular, and the hills that rise some hundred meters above the average level of the country, mostly have gentle slopes without any pronounced breaks that could cause the underlying rock to outcrop through the drift cover (compare fig. 2, p. 11, also fig. 1, p. 10). In more low-lying areas there is also often glacio-fluvial gravel and sand deposits, and, above all, extensive bogs. Important rock exposures, however, are due to erosion by glacio-fluvial streams which often have stripped large areas of their drift cover or cut deep canyons along planes of weakness (fig. 3, p. 12).

The often badly frost-broken condition of the outcrops (fig. 4 and 5, pp. 12—13) is a serious handicap when studying the relations between different rocks. On the other hand, frost heaving may lift up boulders of the local bed-rock to the surface and thus build up an outcrop where otherwise none would be found. This is particularly the case in boggy ground (58).

Erratics can be used to some extent as an aid in mapping, but the movement directions of the land ice, especially during the later recession stages, are still very imperfectly known. Figs. 6 a and 6 b, pp. 14—15, compared with Pl. 1 (on the double scale) are intended to give an idea of the distribution of observation points.

### Main sub-divisions of the Pre-Cambrian.

Within the ore-bearing region, no rocks of Cambrian or later age are known to occur, but the western boundary is formed by the line where the Pre-Cambrian is overlain by the Cambro-Silurian sediments of the geosyncline that has been folded into the Caledonian mountain chain.

It is possible to distinguish between four main sub-divisions of the Pre-Cambrian: two supracrustal (surface) series and two groups of plutonic rocks. The supracrustal series are here called the porphyry-leptite series and the Vakko series, the plutonics are classed as an older group and the Lina and associated granites. The porphyry-leptite series is largely made up of volcanic rocks, as porphyries of a syenitic or quartz-syenitic composition, various types of greenstones (spilites, porphyrites, tuffs. etc.), or their more highly metamorphic equivalents in the form of leptites and amphibolites. In the eastern and southeastern parts of the region, however, mica-bearing, often stratified leptites predominate. Sometimes the metamorphic stage is such that the term gneiss is applied. Limestone, dolomite, and graphite-bearing schists have been encountered in this series in many places, and quartzites more locally. The Vakko series, on the other hand, is built up of conglomerate, graywacke, phyllitic slate, dolomite, and particularly a quartzitic sandstone. There are hypabyssal intrusions, mainly of a diabasic character, in both the supracrustal series. The older plutonic rocks range from gabbros and norites through a number of syenitic phases to granites. The quantitative importance of the syenites is especially noteworthy (Pl. 1).

It is clear that the Vakko series is later than the porphyry-leptite series, and it has been demonstrated in a way that seems convincing that all the older plutonics are intermediate in age between these two supercrustal series. So far, therefore, no substratum of the porphyry-leptite series has been identified. The Vakkojärvi unconformity, once supposed to mark the base of this series (21; 80, map), has instead been shown to correspond, in all probability, to the base of the Vakko series (42). The Lina granite group is known to be later than the porphyry-leptite series and at least most types among the older plutonics, but its relation to the Vakko series is not quite clear. Nowhere does the Lina granite form the substratum of Vakko sediments, or occur as pebbles in its conglomerates. On the other hand, there have not been found any intrusions of granite in rocks of undoubted Vakko age. This latter fact, however, does not have much significance, since the most wide-spread Vakko member is a quartzitic sandstone, and the metamorphism caused by the granite in such a rock would have turned it into a quartzite, petrologically not to be distinguished from the quartzites that locally occur in the porphyry-leptite series, presumably forming its uppermost member. The critical point is the hill Hippainen (Pl. 1). Lina granite is exposed in its neighbourhood, and there are seams of tourmaline and quartz along the bedding planes of the quartzite, in the same way as one

finds between Koskullskulle and Nautanen, near Gällivare, where a quartzite has been metamorphosed by the same kind of granite. It is therefore concluded that the quartzite of Hippainen is older than the Lina granite. Since it is situated at the end of a discontinuous belt of quartzitic sandstone of distinct Vakko type that runs from Nalmoinen in the north over Maattavaara, Rautusakara, Paurankivaara and hills S. W. of Mertainen towards Hippainen, it seems highly probable that it ought to be referred to the Vakko series. Therefore it has been provisionally assumed that the Lina granite group is later than the Vakko series.

It must also be mentioned, however, that there are facts that point at a possible equivalence between the quartzite at Hippainen and the one associated with leptites near Nautanen. Such a correlation would mean that the quartzites that occur at the top of the porphyry-leptite series in the southern and eastern parts of the region might possibly correspond to the Vakko series further north. The angular unconformity separating them from the underlying leptitic rocks is, however, only very slight, or none at all, while in the north, as at Kiruna, there is a very distinct although not great unconformity below the Vakko series. The possibility must be reckoned with that the stratigraphic importance of this unconformity may thus vary within the region. For the present description, however, the quartzites in question (at Nautanen, Kursuvaara in Tärendö, and in Pajala), are grouped with the porphyry-leptite series.

### **The porphyry-leptite series.**

#### **General features, and geographical subdivisions.**

Porphyries and leptites are the most wide-spread rocks of the series. The term leptite is here used with the same meaning as for rocks in other parts of Sweden, *i. e.* for fine-grained metamorphic rocks of supracrustal origin with a crystalloblastic texture, consisting of more or less pronouncedly alkaline feldspars, quartz in varying proportions, and a moderate amount of dark minerals. The finer grain distinguishes the leptites from the gneisses, the boundary generally being put at 0.5 mm. There may be relic phenocrysts left in a leptite, but according to the definition the groundmass of such a »porphyritic leptite» must have a secondary texture.

Part of the leptites are metamorphic equivalents of porphyries. As the latter are largely of a syenitic composition, the quartz content of the leptites may be correspondingly low, down to zero. Within the wide areas, mainly in the western part of the region, that are marked on the map as occupied by porphyries and corresponding leptites, there is a minimum of metamorphism at Kiruna and westwards, as around the Ekströmsberg ore field, where the original groundmass textures are fairly well preserved. Only within limited areas, generally with numerous intrusions of Lina granite, as in parts of the Gällivare ore field or E. of Killingi, metamorphism

has gone so far as to destroy by recrystallization also the feldspar phenocrysts of the porphyries.

The nomenclature for porphyries of the types here encountered is, unfortunately, rather chaotic. For the most wide-spread type — rocks with phenocrysts of alkali feldspar in a groundmass of similar feldspars with quartz — there exists no handy and universally accepted name. Also other types present difficulties. The system here used is as follows. As *syenite-porphyrries* are classed rocks with alkaline feldspar (generally < 10 % An in the plagioclase component), varying content of dark minerals (up to about 20 %) and, as a rule, not more than 5 % quartz. If both the potash feldspar and the dark constituents sink to insignificant amounts, so that the porphyry consists almost entirely of sodic feldspar, the term *albitophyre*<sup>1</sup> is used. The name *keratophyre* is completely avoided, as its meaning nowadays has become too vague. *Basic syenite-porphyrries* are quartz-free, more rich in dark minerals (especially biotite) than the ordinary syenite-porphyrries; the calculation of their normative composition from the analysis shows a deficiency in silica, resulting in nepheline and olivine as *normative* constituents. *Albite porphyrite* is used for rocks with phenocrysts of albite and with a high content of biotite in small flakes, at least in its present development a secondary feature. The name is admittedly illogical, but is used to emphasize the probability that these rocks are albitized greenstones that originally carried a considerably more anorthitic plagioclase. As *quartz-bearing porphyries* are described rocks with phenocrysts of alkali feldspar (< 10 % An in the plagioclase component) in a groundmass of the same kinds of feldspar with quartz. The quartz content of these rocks averages about 20 %. The few cases with quartz also as phenocrysts are specially mentioned. The name quartz-porphyry has earlier been employed by the author (22) for the quartz-bearing porphyry of Kiruna, but it has now been considered misleading to use it for these rocks that lack *phenocrysts* of quartz.

The greenstones are best preserved in the Kiruna district, but only slightly metamorphic forms may be met with also elsewhere, as E. of Taallujärvi, at Sekkujoki, or in Pajala.

With regard to the character of the predominant rocks in the porphyry-leptite series, three different geographical subdivisions of the region can be distinguished, which might be designed as the porphyry country, the greenstone country, and the leptite country. It must be emphasized from the start, however, that the boundaries are very vague. The porphyry country, with porphyries and subordinated greenstones, occupies the westernmost portion. The greenstone country, broadly considered, forms a belt along the northern margin of the region. The rest is the leptite country, where the predominating rock is a non-porphyrific, often stratified leptite, with a varying character of the feldspar (oligoclase, albite, microcline, or a combination of microcline

<sup>1</sup> As originally defined, an albitophyre should be a quartz-bearing albite rock. However, both the term itself and the analogy with *orthophyre* make it preferable to restrict it to an almost pure albite porphyry; the quartz-bearing forms may be called quartz-albitophyre.

and plagioclase), generally a considerable amount of dark minerals, especially biotite, and variable amounts of quartz. These leptites are probably, in most cases, the products of a re-assorting of loose volcanic deposits, but they do not, as a rule, chemically conform to any pronouncedly igneous types.

While these sub-divisions can be distinguished in a broad sense, there is some mingling of the rock types characteristic of each of them, and certain features can be traced across the boundaries of the various divisions. Greenstone flows and tuffs form the substratum of the ore-bearing porphyries at Kiruna, and appear among the porphyries at several places. The characteristic combination of limestone, graphite-bearing leptitic schists and sometimes also lean, stratified iron ores can be traced from Areavaara (on the Muonio River) and Kaunisvaara in the east over Käymäjärvi and Luttakoski to Masugnsbyn, being associated with volcanic greenstones at the easternmost places mentioned, and with mica-bearing leptites at Masugnsbyn. The occurrences of graphitic rocks and limestone N. W. of Vittangi, and of limestone and ironrich sediments near Sekkujoki probably represent, at least approximately, the same level.

From the structural features of the series, very little information can be gathered concerning the stratigraphical relations of the three sub-divisions here indicated. The exposures are too few and far between, and too many members of the series are unstratified. In general, there are indications of a rather open folding, although dips below  $45^{\circ}$  are not common. More intricate deformations, however, appear in certain districts, particularly where the Lina granite intrusions are frequent. While it seems clear that this intrusion epoch was one of important folding movements, there is little doubt that the eruption of the older plutonics was also accompanied by structural disturbances in the porphyry-leptite series, although probably of a somewhat different character and less intensity.

It lies near at hand to suspect that the three divisions of the series as here outlined should correspond, to a certain extent at least, to different age stages. This is particularly the case with the porphyry and greenstone areas, as greenstones occur below the porphyries at Kiruna and also appear to have a similar position in the adjacent structural unit around Tuolluvaara and Sakaravaara. But this fact does not prove that also the whole of the greenstone masses further north and east are older than the porphyry complex of the western part of the region. It is possible that, instead, greenstone eruptions continued in certain tracts while more alkaline flows were being produced in the west. The tracing of a certain association of sediments across the boundary between the greenstone and leptite countries indicates that these two sub-divisions may perhaps be largely contemporaneous. The alternation of leptites and greenstones in the neighbourhood of Vittangi points in the same direction. The fact that the leptites have, within certain areas, reached a very high degree of metamorphism, does not have any significance for the age problem, as this metamorphism has been evidently connected with the appearance of the *younger* granite (Lina group).

For descriptive purposes, a somewhat more detailed dividing into geographical sections has been found practical.

**The country between Lake Torne Träsk and Gällivare (eastwards to Svappavaara).**

The comparative frequency of outcrops in the Kiruna district, and the fact that it has been studied in detail (compare 9, 65 a, 66, 22, 80), make it the natural starting-point for a description.

A monoclinical series has been proved, the sequence being, when the iron ores and the overlying Vakko sediments are omitted, as follows:

5) »*Lower Hauki complex*»:

Tuffs and thin flows of syenitic and quartz-bearing porphyries, largely hydrothermally altered.

4) *Quartz-bearing porphyry*:

Probably several flows. Locally agglomeratic.

3) *Syenite-porphyry*:

Towards N. E. pronouncedly effusive petrological characters; towards S. W. less so, and transition downwards into fine-grained syenite.

2) *Kurravaara conglomerate*:

Clastic sedimentary deposit of volcanic material, in the form of conglomerates and interstratified graywacke beds. Also intercalated tuff beds.

1) *Kiruna greenstones*:

Flows of spilites and of diabases, both kinds often with pillow structure; associated tuffs; intrusions of related and partly more femic greenstones.

Between groups 3 and 4 lie the main ore bodies of the district, on the contact between 4 and 5 are smaller ore bodies, and in group 5 are specular hematite ores of hydrothermal origin.

The Kiruna greenstones have been very well studied and described by Sundius (80). Primary textures are well preserved, not only large features, as »pillows», but also minute details such as feldspar microlites in once partly glassy phases (figs. 8 and 9, pp. 30—31). The main constituents are, in most cases, albite feldspar and hornblende. The hornblende is secondary, largely uralitic. In certain varieties there are remnants of a more anorthitic plagioclase, indicating that the pure albite also occurring in them is secondary. The question of the extent and character of the albitization will be discussed in a later section.

The material of the Kurravaara conglomerate is almost exclusively volcanic. Plutonic rocks are entirely lacking, but there are sometimes found pebbles of limestone and of red jasper. Among the volcanics, the predominance of albitophyres is noteworthy. A special interest attaches to the not infrequent occurrence of pebbles with a high content of magnetite (magnetite-syenite-porphyries), compare fig. 11, p. 33, and of apatitic iron ore (79). The former, with their combination of albite and magnetite, are very

much like certain phases of the syenite-porphyrries that form the next member of the sequence.

Sundius has, probably rightly, interpreted the Kurravaara conglomerate as a re-assorted volcanic agglomerate, possibly also with some material derived from the erosion of rocks *in situ*. It is presumably a litoral deposit, but the thickness is surprisingly great, up to 600 meters (80).

Among the syenite-porphyrries that follow on top of the conglomerate it has not proved possible to distinguish between different flows; on the contrary, at least the bulk of them (lack of exposures causes uncertainty in some portions) has been found to form one continuous body. The porphyry is mainly made up of a sodic perthite, pyroxene or uralite, and magnetite; apatite and titanite are also rather common. Often there appear amygdule-like nodules of green hornblende, magnetite, titanite, and apatite, surrounded by a zone in which the rock is made up of feldspar (figs. 12 and 13, pp. 34—35). A comparison between nos. 14 and 15 in the table of analyses (p. 180), representing specimens taken 35 m apart, illustrates the close resemblance between a non-amygdaloid and an amygdaloid phase, although the latter is, in this particular case, comparatively rich in titanite. These relations have caused the author to conclude that the nodules are vesicle fillings representing a concentration of the hornblende, magnetite, etc., substance from the immediately surrounding rock, the pressure of the gaseous phase thus formed having caused the development of the vesicles (compare 22 and 23).

Particularly in the northeastern part of the district, there occur schlieren of magnetite-syenite-porphyry (fig. 14, p. 36).

On the iron-ore mountain of Kiirunavaara itself, the porphyries forming the foot-wall of the ore body grade downwards into an even-grained syenite, with a size of grain ranging, for the feldspars, from 1 to 6 mm. Chemically and mineralogically, this rock is similar to the porphyries. No nodules (amygdules) occur, as is to be expected with this texture, but the titanite is, nevertheless, plainly seen to be of late crystallization (compare 23, pp. 7—9).

This transition between porphyries and syenite means that the igneous body has a thickness of more than 700 meters. Since it is older than the overlying rocks, and the textural properties are entirely consistent with a crystallization at the surface, one is confronted with the picture of an effusive body 700 m thick. This is a much higher figure than any known surface flow, the almost 400 m of the »Greenstone flow» on Keweenaw Point (8) probably coming next. But it is not probable that the syenitic mass of Kiirunavaara ever formed a flow, or that it was effusive in the literal sense. The term *extrusive* would perhaps better express its probable character of a mass of viscous magma, piled up above an orifice that may have been comparatively wide, formed through extensive foundering of the subjacent crust.

The quartz-bearing porphyry that follows on top of the syenitic complex (and above the younger, intrusive ore bed), mainly consists of sodic perthite and quartz (analyses 26—29, pp. 181—182). There are phenocrysts only

of feldspar. The groundmass is often micropoikilitic and sometimes spherulitic, but may also be finely microgranitic. It is possible that the latter is a secondary texture. Although there can be little doubt that there are a number of separate flows of this porphyry, no boundaries between them have been possible to locate. The agglomeratic zone of Luossavaara (22; compare also fig. 16, p. 38), with inclusions both of syenite-porphry and of varieties of the quartz-bearing porphyry, may possibly represent such a surface.

The »Lower Hauki complex» is built up of silicified and sericitized rocks, probably mainly of a tuffogeneous nature, and more or less preserved surface flows, partly of a syenitic composition and partly quartz-bearing.

The iron-ore bodies of the district, and the Vakko sediments, will each be described in the following.

Northwards from the Kiruna district, a rock complex that in all probability corresponds to the Kiruna greenstones can be traced up to the mountains E. of Lake Taallujärvi. There are flows (although no pillow lavas) and agglomerates, with intercalated limestone beds, and hypabyssic greenstone intrusions, now largely in the form of actinolite-chlorite-rocks.

There is a sharp turn in the strike direction N. W. of Rakisvaara, and syenite-porphyrines appear below the greenstone (possibly overturned position). West of the northern end of Lake Taallujärvi, the iron ore of Tjavelk presumably represents the continuation of the limestone. It is a skarn ore, being accompanied by actinolite and serpentine, and not a magmatic segregation as previously assumed. There is probably some lateral displacement along a fault in the lake basin. Near Tarrakoski, limestone is again encountered. Between the eastern part of Lake Torne Träsk and the Kiruna district, there are few exposures belonging to the porphyry-leptite series. Some areas of fine-grained greenstones probably belong to it, as the ore-bearing oligoclase amphibolite of the Nakerivaara field, near Torneträsk station. Further, there occur in the wide plutonic masses a number of inclusions, with skarn iron ore, in most of which some limestone is still preserved. Such inclusions are at Rensjön station, Njuotjamavare E. and Toppi S. W. of it, and at Keskinen Käyrävaara.

Southwest and west of the Kiruna district, the greenstones are less important. Near the Vioto ore deposits, N. E. of Laukuluspa, are outcrops representing types similar to phases of the Kiruna greenstones. Near Kaalaluspa, Sundius (80) has studied porphyrites and associated albitophyres. Porphyrites have a wide distribution also on the southern side of the Kalix River.

For the rest, southwards down to the Kaitum River, greenstones are subordinated, and porphyries predominate entirely. Syenitic porphyries, similar to those of the Kiruna district, occur around Äustellako (20). The hill Njakak consists of magnetite-syenite-porphry, grading into albitophyre (23). Syenite-porphyrines in typical development are also met with N. of Tjårråive (20). South of Ratitjaure there are beds of basic syenite-porphyrines, alter-

nating with predominant quartz-bearing types. Basic syenite-porphyrries also form Kuosatjvare. East of Navetåive there is magnetite-syenite-porphyry, just E. of the conglomerate zone marked on the map.

The quartz-bearing porphyries occupy very large areas. Generally they are of the same character as the hanging-wall rock of the Kiruna district, described above. The groundmass is often beautifully poikilitic (fig. 18, p. 47), sometimes with the »reticulating» development of the quartz that has been shown to be a paramorphic form after tridymite (25). Spherulitic texture is sometimes noted, as in the fluidally banded rock at the summit of Piedjatjtjåikko. The distribution of iron oxide pigment in this and similar varieties is of the type often noted in once glassy groundmasses (fig. 19, p. 48). It is probable that the bulk of these porphyries have formed surface flows. Locally occurring granophyric phases, as at one place in the Ekströmsberg ore field (10, 23), presumably represent small intrusive bodies belonging to the same magma.

The chemical character is not entirely similar to that of the corresponding Kiruna porphyries, which are decidedly sodic, for, while there are varieties with phenocrysts consisting mainly of albite, other phases show more microcline.<sup>1</sup> A highly remarkable analysis of an Ekströmsberg porphyry has once been published (88), which shows Na<sub>2</sub>O 0.22 %, K<sub>2</sub>O 9.25 %. For several reasons, this analysis seemed improbable, and a new one was made on the same specimen, by G. Assarsson. The result is given under no. 32 in the table of analyses. It is seen that there is a very marked preponderance of potash, but not at all comparable to the proportion shown in the old analysis.

At the western end of Lake Laukujärvi, a limestone outcrops. Clastic sediments have been identified in several places within the area now considered. Thus there is a strongly pressed conglomerate, the material of which consists of quartz-bearing porphyry, on Tjärroketjevare E. of Navetåive. A quartz conglomerate is reported from Aranjarka, on the Kaitum River. Boulders of a porphyry conglomerate are found at Ekströmsberg, probably derived from the southwest. The conglomeratic ore of Kuosatjvare will be described in a later chapter.

To the east of Kiruna, the sequence of greenstones, porphyries, etc., and the overlying sediments of the Vakko series, are bounded by a steep fault. East of this boundary there appear amphibolites, partly with a preserved porphyritic texture. Next to them comes, at least on Sakaravaara, where exposures are comparatively numerous, a basic syenite-porphyry. Beyond follows a very wide extension of quartz-bearing porphyries. In general these are similar to those of the Kiruna district, but they are distinctly metamorphic, with a secondary, leptitic groundmass texture. On Sakaravaara there is also a more siliceous variety, with quartz phenocrysts. South of the Torne River, these rocks towards the S. E. become replaced by

<sup>1</sup> The heavily pigmented and very fine-grained *groundmass* feldspar cannot be quantitatively determined under the microscope.

syenite-porphyrries, as at Mertainen, Painirova, etc. Associated with them there are albitophyres and albite porphyrites, and also some true porphyrites, as an andesine-bearing form at Painirova (fig. 21, p. 52). The textural similarity between this porphyrite and the albite porphyrites strongly suggest that the latter may be albitized forms. The rocks surrounding the ores of Svappavaara have a syenitic composition, but are completely recrystallized leptites.

Around Fjällåsen, where the railway crosses the Kaitum, there occur quartz-bearing porphyries of the usual character. Syenite-porphyrries do not outcrop, but are known from numerous moraine boulders. At the Killingi ore field, about 14 km E. of Fjällåsen, there are leptite gneisses of a syenitic composition. The high degree of metamorphism is probably due to the proximity of large masses of Lina granite. West of Fjällåsen, on the other hand, exposures of supracrustal rocks are very scant on the southern side of the Kaitum River. Further southwards, first wide bodies of plutonic rocks and then the extensive bog lands of the Sjaunja country break the continuity, except along the western side of the railway, where there is traced a belt of fine-grained, bedded or in part agglomeratic greenstones. West of Gällivare, outcrops again are numerous S. E. of Kuosakåbbå station and on Njetsakiskåbbå. They belong to quartz-bearing porphyries, the phenocrysts of which are generally preserved, while the groundmass is recrystallized (leptitic) and feels sandy to the touch. Similar rocks are represented by a few large inclusions found in the plutonic rocks that are exposed W. of the Sjaunjaape bog land, as near Akkavare, and there appears to exist a more continuous area of them W. of Lake Sjaunjajaure.

The rocks of the Gällivare iron ore field have recently been described in detail (44). When least metamorphic, they still carry feldspar phenocrysts, but the groundmass is recrystallized. To a large extent, the phenocrysts also have been obliterated, the result being an even-grained rock of a leptitic or gneissic character, with a size of grain ranging up to about 1 mm. The most wide-spread type corresponds chemically to the quartz-bearing types that are so widely distributed in the tracts already treated. Besides there is a type very low in quartz, but otherwise similar. Both these show a wide variation in the proportion between potash and soda feldspars, some phases, particularly of the latter type, running very high in potash. One porphyritic type, more siliceous and carrying quartz phenocrysts, is intermediate in alkali proportion. There are also smaller bodies of an albite leptite, often with well preserved nodules of hornblende, titanite, etc., which manifestly corresponds to certain amygdaloid syenite-porphyrries of Kiruna. Similar nodules are, more rarely, seen also in the quartz-bearing rocks. Leptitic rocks corresponding in composition to basic syenite-porphyrries also occur; some of them are remarkably rich in potash feldspar. In the table of analyses, the Gällivare field is represented by nos. 9—11, 19—21, 33—36; microphotographs are reproduced on pp. 56—57.

### The country between Lake Yli Vuolusjärvi and Vittangi.

This territory is largely synonymous with the »greenstone country» as outlined above, although the northwestern part of the latter was treated in the preceding section.

Comparatively little is known of the volcanic greenstones that make up large areas around the headwaters of the Vittangi River. On the lower course of the Sekkujoki, however, spilites with pillow-lava development have been identified, and calcareous breccias probably of a pyroclastic origin. A bed of limestone is indicated by numerous boulders near Leppäkoski.

Quartz-bearing porphyries occur N. of Jukkasjärvi, and at Paurankivaara. At Leppäkoski, syenite-porphyries appear, and also albitophyres and albite porphyrites; one specimen represents a quartz-bearing type.

Further to the E. and S. E., the porphyry-leptite series changes character. Its development in the angle between the Torne and Vittangi rivers E. of Rautusakara-Paurankivaara, and northeastwards to the road connecting Vittangi and Soppero, is characterized by stratified amphibolites, interstratified with leptitic rocks, in part themselves stratified, that consist of alkali feldspar, quartz, and dark minerals. Beds of dolomite are intercalated in this series at several places. Still more frequent are graphite-bearing rocks. In several cases these run comparatively high in graphite, about 25—45 %, and a good deal of exploratory work has been done on them. Besides the graphite, they generally carry tremolite, feldspars (microcline or, more rarely, sodic plagioclase), mica, quartz, and titanite. Pyrrhotite and pyrite often occur, as impregnations and veinlets. As has already been pointed out by the author (32), these graphite-bearing rocks must be interpreted as sediments, originally of the character of marly shales, and the graphite is, in all probability, of organic origin.

A similar development of the series is met with near the village of Svappavaara. N. E. of the Vittangi—Soppero road, very few observations are available (compare fig. 6 b).

### Gällivare—Ullatti—Vittangi—Svappavaara.

This territory is mainly occupied by Lina granite. The best known portion is the Nautanen district, near Gällivare, where there are large areas of leptites (31). In general these are non-porphyrific, stratified rocks (fig. 5, p. 13), sometimes with current bedding (fig. 28, p. 64), and mostly of a gray colour. Most of them consist of plagioclase (oligoclase or andesine), quartz, biotite, hornblende, magnetite, etc. Microcline is often present, but is subordinated in most varieties. On the other hand there are also microcline leptites, sometimes high in quartz. Porphyrite also occurs, but may possibly be an intrusive unit. A crystalline quartzite, with some interstratified feldspatic layers, is concordantly associated with the leptites, and probably forms the youngest member of the series.

Gray leptites also appear to form the predominating representatives of this series in the country S. E. of Nautanen, towards Ullatti.

Very little is known about the country between the Nautanen district and Neitisuando, on the Kaitum River. The few observations do not permit any generalizations. Further N. and N. E., around Nunasvaara and Tervasvaara, there are micaceous leptites, largely similar to the gray ones of Nautanen but more strongly metamorphic, intruded by Lina granite and pegmatite. To a considerable extent, the series has here reached a gneissic development. Almandine garnet often occurs, and locally aggregates of sillimanite and cordierite have been noted.

#### Masugnsbyn—Saittajärvi.

Around Masugnsbyn (43) the most common rocks are gray, micaceous leptites. There is also a zone of dolomite and limestone, and associated are graphitic leptites, and quartzite beds rich in iron minerals (magnetite, iron-rich pyroxenes and amphiboles). The graphitic rocks indicate a connection with the Vittangi facies of the porphyry-leptite series. The gap is bridged by a couple of graphite deposits in the intervening stretch, as Palo Pöviö E. of Merasjärvi.

South- and southeastwards from Masugnsbyn, similar rocks occur, both leptites, graphitic schists, and limestone. A particular interest attaches to the quartzite of Kursuvaara (figs. 29 and 30, pp. 68—69). This rock is concordant with the leptites. It dips steeply under them, but it is probable that the beds are somewhat overturned. There is a thin conglomerate, with quartz pebbles, at the base of the quartzite.

#### Pajala.

The porphyry-leptite series in this district is perhaps entirely cut off from those previously described by plutonic bodies.

In the southeastern part appear leptites and leptitic gneisses, generally micaceous, and intruded by numerous granitic and pegmatitic dikes belonging to the Lina granite, the intrusion largely taking the form of *lit-par-lit* injections, forming veined gneisses. There is also, near Liviöjärvi, quartzite, likewise with granite dikes.

Further north, leptites also occupy wide areas. But another element is added, a characteristic sedimentary sequence including limestone. This is, in all probability, the same level that is represented at Masugnsbyn by the dolomite and associated rocks. Near Käymäjärvi, the following sequence has been found: agglomeratic greenstone, iron-bearing quartzite sediments, limestone, and quartzite (beginning with a quartz conglomerate). There may be other members too, for exposures are not continuous (fig. 31, p. 72). South of Käymäjärvi, part of this sequence returns, with the iron sediments of Marjarova and the limestone that contains the skarn iron ore of Pelli-

vuoma (fig. 31). Probably there exists a synclinal basin between Käymäjärvi and Marjarova.

A similar sequence — yet without quartzite — crosses the Torne River near Erkheikki. After an interruption by granite it reappears on the stretch Sahavaara—Kaunisvaara—Areavaara, where it contains the large skarn iron-ore deposits known as the Kaunisvaara fields. The greenstone is in part agglomeratic. At Areavaara, spilitic phases with this development have been noted. Graphite-bearing schists are associated with the limestone beds, but so far no quartzite iron ore has been identified in this belt. Quartzite appears in the north. The limestone at Huuki, on the Muonio River E. of Areavaara, probably represents the same level as the other limestone occurrences in Pajala.

There is a considerable area of quartzite N. E. of Käymäjärvi. It is a rather striking fact that quartzite may either be associated with the limestone-bearing sequence, as W. of Käymäjärvi and at Areavaara, or only with micaceous leptites (N. E. of Käymäjärvi, Livijöjärvi). This would, at the first glance, indicate that there is a considerable unconformity at the base of the quartzite, which, however, seems improbable in view of the concordant relations found at Kursuvaara. Also there is always the possibility that quartzite appears at several levels.

In *Muonionalusta*, along the Muonio River N. of Pajala, the porphyry-leptite series is developed as a leptitic gneiss, often veined with pegmatite.

#### **Hypabyssic greenstone intrusions in the porphyry-leptite series.**

In the preceding sections, mention has repeatedly been made of hypabyssic greenstone intrusions, occurring in the volcanic greenstones and in all probability closely related to them. But there are also a great number of more or less comparable intrusive bodies in other phases of the series, generally as dikes or sills. Some of them are probably related to those just mentioned, and thus belong to the igneous cycle of the porphyry-leptite series, others may be considerably later, perhaps in part of Vakko or post-Vakko age.<sup>1</sup>

In the westernmost parts of the region there are many bodies of an amphibolitic diabase porphyrite, often with large phenocrysts of plagioclase.

West and northwest of Vittangi, intrusions of metadiabase are extremely numerous. These rocks are rarely porphyritic. The pyroxene is sometimes preserved, but generally uralitized. There is a variation from a fairly well preserved ophitic texture to a completely secondary development. Large uralite grains often give the rock a characteristic knobby appearance on weathered surfaces (fig. 33, p. 77).

In the Nautanen district there are some small bodies of a mica- and microcline-bearing, fine-grained diorite.

<sup>1</sup> Those associated with the Vakko sediments are treated in a later chapter.

## The older group of plutonic rocks.

### General features.

Within the older plutonic group of the region — intermediate in age between the porphyry-leptite series and the Vakko series — two different lines of evolution have been traced. One of them goes continuously from gabbros over microcline- and quartz-bearing phases with a more sodic plagioclase to granite, characterized by the combination of microcline with oligoclase (or oligoclase-albite). Of the stages intermediate between gabbro and granite, some may be called diorites, but the bulk is made up of syenites and quartz-syenites. Monzonites are rare, for with increasing content of microcline the plagioclase grows more and more sodic, thus the combination of potash feldspar with calcic plagioclases, which is characteristic of monzonites, does not often result.

The other line of evolution appears to branch out from the syenitic phases closely related to the gabbros. The least siliceous rock consists mainly of perthitic feldspar (in the form of eutectoperthite) and free plagioclase, and is therefore called plagioclase-perthite-syenite. From this type there exists, mainly by the gradual decrease of the free plagioclase, a continuous transition to quartziferous perthite-syenite, and further, by increasing quartz, to a perthite-granite. More rarely a quartz-free perthite-syenite appears which clearly belongs to this group but cannot be placed as a member of such a simple evolution series.

In both these series, the quantitative importance of the syenitic phases is striking.

There occurs also a third series, perhaps not quite in parity with the two now mentioned, which appears to be most closely related to the first series and is characterized by the predominance of a sodic plagioclase.

All these rocks form comparatively large bodies with simple outlines, probably largely conforming to the structure of the intruded porphyry-leptite series. Dikes of them are rare, as are also inclusions of the older rocks. It is probable that their intrusion was contemporaneous with an open folding of the supracrustal series. The very few observations on contacts indicate a steep position of the contact surfaces.

### Gabbro (incl. olivine-gabbro, norite, and diorite).

The large gabbro body of the mountain Dundret near Gällivare (fig. 1, p. 10) has attracted more interest than other gabbro rocks in this region, mainly because of the discovery of apatite veins there, about 1890. In the central parts, the rock is a dark, relatively fine-grained olivine-norite, consisting of labradorite, olivine, diallage, hypersthene, and small quantities of ore minerals and biotite. Apatite is rare. Specimens from further north, nearer the boundary, show an olivine-free norite. East of Dundret, phases also without hypersthene have been noted, but high in apatite, up to

6.3 %. In this tract, but in a noritic phase, there is also a quite local development of phases rich in magnetite and ilmenite (fig. 35, p. 83).

Near the northern contact of Dundret, the gabbro changes into a dioritic phase, with oligoclase and some microcline, diopsidic augite, hornblende, biotite, etc. This rock in turn is followed by a narrow belt of quartz-syenite (the "hornblende granite" of Lundbohm, 63), a rock mainly consisting of oligoclase ( $Ab_{80} An_{20}$ ) with microcline in antiperthitic intergrowths, some quartz, hornblende, biotite, magnetite, titanite and apatite. In this rock occur the majority of the apatite-bearing segregations, in the form of pegmatitic veins, or elongated or rounded lumps (63). There are transitions and intermediate stages between pegmatites made up of plagioclase (and some microcline?), biotite, and quartz, and on the other hand combinations of scapolite, chlorine apatite, titanite, ilmenite, rutile, hornblende. The size of grain averages about 1 dm.

The quartz-syenite is bounded by a fine-grained, banded rock (fig. 36, p. 84), which it is seen to split up. This rock is made up of andesine, hornblende, biotite, and a little quartz. Its texture is granoblastic but there are scattered phenocrysts of plagioclase. Högbom (54) has interpreted it as a protoclastic boundary phase of the gabbro body. This view is shared by the writer.

The eastern end of the gabbro body also exhibits dioritic and syenitic contact phases. The few observations from the southeastern side also indicate a similar development.

The other gabbro bodies within the region exhibit the same general characters. Dioritic phases that have been included with the gabbros on the map, are found for instance around Rensjön railway station. Their plagioclase is an oligoclase, about  $Ab_{70} An_{30}$ . The large areas of syenitic rocks connected with the gabbros are described in the following.

A special mention may be made of the interesting varieties encountered at Akkavare, where the ordinary norite shows a late (interstitial) development of ore minerals and apatite, while an iron-rich phase is characterized by the early crystallization of abundant apatite. The apatite is strongly pleochroic. This norite body has already been described more in detail (45). It is worthy of note that the gabbro at Tärendö exhibits some similar features.

#### Lime-alkali-syenites.

This term has been chosen, in order to avoid the coining of a local name, to emphasize that the rocks in question have a less alkaline character than the perthite-bearing syenites. The group embraces syenitic and quartz-syenitic rocks that are characterized by oligoclase ( $Ab_{70}An_{30}$ — $Ab_{85}An_{15}$ ), microcline in varying amounts but only exceptionally surpassing the oligoclase, quartz in low to moderate amounts (6 to 15 %), diopsidic augite, hornblende, biotite, etc. The quantity of dark minerals ranges from 22 down to 10 %. The texture may be described as granitic. A partial granulation by

recrystallization is common. The microcline occurs in simple intergrowths with the oligoclase, as an envelope around it, or in separate grains. In the more salic varieties it often forms grains that are larger than the plagioclases.

There is much variation in this group, also within a continuous body, but in general the same main types appear in each separate body of syenite. Of the analyses here reproduced, nos. 40 and 41 (p. 183) represent the syenites that surround the Vittangi gabbro, while no. 39 is from the stock that occurs further to the N. W., but the type is represented also in the Vittangi complex.

The sodic series that was briefly mentioned above, is perhaps most nearly related to the lime-alkali-syenites. Its characteristic feature is the combination of sodic oligoclase ( $Ab_{86}An_{14}$ — $Ab_{87}An_{13}$ ) with diopsidic pyroxene (sometimes also hornblende) and light-coloured titanite. Microcline is generally quite subordinated. The content of quartz varies strikingly. The Luongastunturi body is a quartz-syenite, but boulders at Masugnsbyn, presumably derived from its eastern part, have a granitic quartz content; on the other hand the rock from a locality N. W. of Kaunisvaara, in Pajala, is free from quartz, and thus anorthositic. There are never any signs of protoclastic texture.

#### **Granites, associated with the lime-alkali-syenites.**

It is only around the lake chains N. of Kurravaara village that one finds granites which are clearly connected with the syenites just described. Their predominant feldspar is an oligoclase-albite ( $Ab_{90}An_{10}$ — $Ab_{92}An_8$ ). Microcline is generally somewhat subordinated, but often forms larger grains. Biotite (greenish brown in thin sections), epidote, titanite, magnetite, and apatite often form vein-like aggregates between the feldspars or in part replacing them. The biotite in this case is developed in small scales. In the eastern part of the tract now considered, the biotite is generally developed in the ordinary way.

The granite S. of Lake Paittasjärvi has also on the map been referred to this group, but only with great hesitation. Its predominant feldspar is a perthitic microcline.

#### **Plagioclase-perthite-syenite.**

These rocks in their typical development are comparatively coarse-grained, with rhomb-shaped or broadly rectangular plagioclases, mostly of a purplish gray colour, surrounded by rims of gray, light brown or reddish feldspar, with a small amount of quartz and generally somewhat more of dark minerals in small aggregates.

Most of the observations are from the country N. W. of Gällivare, but as outcrops are scattered and not very numerous, observations on drift boulders have also been used.

A typical specimen (a boulder near Linaälv station) has been analyzed (no. 42). Its feldspar cores — generally with a rounded rhombic or, more rarely, rectangular shape in section — mostly measure 1 to 1.5 cm. Mostly

these cores are surrounded by eutectoperthite, but some lack this envelope. There is also some perthite in separate grains. Often a little microcline is antiperthitically intergrown in the plagioclase core. A typical feldspar is illustrated by fig. 38, p. 95. The core is  $Ab_{82}An_{18}$ , with a little microcline; it is first surrounded by a narrow zone of  $Ab_{72}An_{28}$  which is in turn followed by eutectoperthite, the plagioclase component of which ranges from  $Ab_{85}An_{15}$  outwards to  $Ab_{88}An_{12}$ . In an exceptional case the feldspar is built up of similar zones, but the plagioclase is homogeneous throughout. There is some quartz, a light-coloured hornblende, enclosing remnants of diopsidic augite, and biotite, magnetite, titanite, apatite.

Another analyzed sample, from the Sjaunjatuoottar mountain group (no. 43) carries feldspar cores that are more sodic ( $Ab_{94}An_6$ ) and fewer in number, thus the perthite is largely in independent grains. This difference from no. 42 is well brought out by a comparison of the analyses or the norms: the amount of feldspars is practically the same, but no. 43 has more of the potash and less of the anorthitic component. At the same time, quartz has increased from 4 to 11 %, and the quantity of femic molecules correspondingly decreased.

The syenite occurring at Aurivare W. of Rensjön contains pointed rhomb-shaped cores that are made up of an inhomogeneous mixture of slightly different oligoclase varieties ( $Ab_{80}An_{20}$  and  $Ab_{83}An_{17}$  in one grain). The rims consist of a very fine, cryptoperthitic intergrowth of microcline and albite, or of almost pure microcline.

Among other occurrences of this rock type, mention may be made of the syenite of Viikusvaara N. of Junosuando, which carries hypersthene. This is the only case within the whole region where a rhombic pyroxene has been noted in a syenitic rock. The plagioclase, at least most of it, is oligoclase  $Ab_{80}An_{20}$ .

A prominent property in these syenites, particularly in the tract first mentioned, is their ability to contribute large and resistant boulders to the moraine. This is mainly due to the rather sparse jointing (fig. 39, p. 98).

On the other hand, the same rocks show a strong tendency to mechanical weathering, rapidly disintegrating into gritty gravel (figs. 40 and 41, pp. 99—100). This is observed both in rock *in situ* and in boulders, but there is a very marked irregularity in its occurrence, some boulders disintegrating rapidly while others prove very resistant. There can be little doubt that insolation is the main cause, as previously pointed out by Högbom for the similar weathering of the Ragunda syenite (53) and by Wahl for the Viborg rapakivi (93). The special aptitude of this particular rock type may perhaps in part depend upon the characters of the mineral components, as suggested by Högbom in the case just quoted, and their comparatively simple outlines, as recently pointed out by Eskola<sup>1</sup> for the rapakivis, but it is probable that the sparse joints have left much unrelieved strain which forms an

<sup>1</sup> P. Eskola, »Rapakiven Moroutumisesta» (Summary: Disintegration of the Rapakivi), Terra 1930, p. 151, and »On the Disintegration of Rapakivi», C. R. Soc. géol. Finlande, no. 3, 1930.

important factor in this weathering and also determines the particular local disposition to disintegration. The influence of such strains has been emphasized by Wahl. The importance of the moderate chemical changes that accompany the mechanical breaking up has been brought out in Eskola's recent contributions.

#### **Perthite-syenite.**

This rock has a very simple composition, being made up almost entirely of eutectoperthite. Probably the largest body of this character is that of the Tjakel Mountain, forming a westward continuation of the plagioclase-perthite-syenite body of northern Sjaunjatuottar. It is represented by analysis no. 44. Somewhat quartz-bearing is the syenite that is abundant as boulders at Ekströmsberg and probably occurs in the drift-covered regions S. W. of this ore field (Pl. 1). There are several cases known of perthite-syenite as dikes in gabbro. Sometimes a few plagioclase cores are noted in them.

#### **Quartz-perthite-syenite.**

Much more wide-spread than the purer perthite-syenites are rocks characterized by the combination eutectoperthite, about 15 % quartz, and < 10 % femic minerals. They grade into plagioclase-perthite-syenites on one hand, and into perthite-granites on the other.

The largest areas occupied by this type are in the Sjaunjatuottar mountains and around Låvasjokk, a right-hand tributary of the Rautasättno.

The eutectoperthite often shows a simple Manebach twinning, more rarely twinning according to the Baveno law. It is developed in thickly tabular crystals generally about 1 cm in length. In some varieties, an occasional core of sodic plagioclase is noted. The quartz content is below the average in these cases, but reaches truly granitic figures in other varieties. Hornblende occurs regularly. It has a bluish green absorption colour  $\parallel \gamma$ , in the analyzed specimen (no. 45) even more distinctly blue. These colours are thought to indicate a somewhat sodic, iron-rich variety, which is also corroborated by the analyses, the calculation of the norm showing a slight deficiency in alumina, leading to the appearance of the acmite molecule. Cores of diopside have been observed in the hornblende in one rather quartz-rich variety. A little biotite is generally present, and magnetite or ilmenite always. Titanite appears as idiomorphic crystals, or as rims around ore minerals. Apatite is also present.

A porphyritic boundary phase has been observed at the southeastern end of the Sjaunjatuottar syenite body. Similar rocks form small intrusions in the Gällivare iron-ore field (54, 44), compare analysis no. 46.

#### **Perthite-granite.**

As already mentioned, the quartz-perthite-syenite locally grows richer in quartz than normally, and thus reaches a granitic composition. Most bodies

of perthite-granite, however, are independent, without any such syenitic phases.

The ordinary development of the perthite granite is as follows. The feldspars are thickly tabular, generally 2—5 mm in length, and of a light red colour, often dull. They consist of typical eutectoperthite, similar to that of the quartz-perthite syenites. Cores of plagioclase are rarely seen. At Masugnsbyn, cores of albite have been noted (43), but in a small granite body W. of Tuolpok there are cores with 18 % anorthite. The quartz is mostly developed in rounded isometric grains, often exhibiting »corrosion embayments». Locally, however, it passively fills the interstices between the feldspars. The feldspar components are as in the more quartzeous syenites, the hornblende sometimes in thin sections showing an ink-blue absorption colour  $\parallel \gamma$ .

A porphyritic boundary phase is known from the small granite body W. of Tuolpok, and from Masugnsbyn. At the latter place there is also a remarkable chemical change near the contact, the border phase being much more sodic than the ordinary granite. More unusual still is a rock developed along a certain portion of the contact, texturally entirely comparable with the perthite-granite, but containing no other feldspar than an extremely pure albite. This rock (analysis no. 48; compare the perthite-granite, no. 47) has been interpreted by the author (43) as presumably due to an autolytic albitization.

### The Vakko series.

The name »Vakko series» has been introduced by the author (42) to cover the sediments that have been known as the »Upper Hauki complex» (66) and the »Vakkojärvi complex» (80), with their stratigraphic equivalents.

The largest areas occupied by the Vakko sediments are near Kiruna, and northwards from there. Three belts may be distinguished: the Haukivaara zone E. of Kiruna, the Vakkojärvi zone, running from Lake Vakkojärvi to Lake Taallujärvi, and the Kovo zone further east.

The Haukivaara zone, with a moderately steep eastern dip, is underlain by the Kiruna volcanics. The bottom layer is a conglomerate, rich in hematite ore pebbles. Some of these may be derived from the underlying Hauki hematite ores, but probably a large part comes from exposed and martitized parts of the main ore body of Luossavaara. The conglomerate is followed by a bed of more finely clastic material, and this in turn by a phyllitic slate. On top of the slate comes a quartzitic sandstone with a well preserved clastic texture. This is the thickest member of the series. There are several conglomerate horizons in it.

The zone is bounded in the east by a steep-dipping overthrust fault, and there are several minor overthrusts and faults within it, in part with a

comparatively flat dip to the east. In the south there appears to exist a slip along the contact with the underlying porphyries.

The Vakköjärvi zone also shows the conglomerate and slate members. The substratum is a granite, however, and the basal conglomerate contains almost exclusively granitic pebbles (figs. 45 and 46, pp. 112—113). The slate reaches a much greater thickness than in the Haukivaara zone, and contains dolomitic layers, but the quartzitic sandstone is lacking, presumably because of an off-cutting fault in the east. The sediments dip E. at a high angle.

The Kovo zone is built like the Vakköjärvi zone, but the quartzitic sandstone is also preserved, to approximately the same extent as in the Haukivaara zone. In both the Vakköjärvi and the Kovo zones there are intrusions of greenstones, originally of a diabasic character, but now largely changed to uralite diabase and even chloritic schists. They are accompanied by considerable quantities of leukodiabase, consisting mainly of albite and a somewhat ferruginous carbonate.

A discontinuous belt of Vakkö quartzite can be traced from Nalmoinen in the north southwards over Maattavaara, Rautusakara, and Paurankivaara to hills S. W. of Mertainen. An end link in this chain is probably marked by the more strongly metamorphic quartzite of Hippainen (compare above, p. 187).

The quartzite of Ätnaåive, S. of Gällivare (at the southern margin of the map) has also been referred to the Vakkö series. Its own development does not exclude a combination with the porphyry-leptite series, but there exists at Kuobmoråive, S. of Ätnaåive and a little outside the map area, a quartzitic sandstone (84) of pronounced Vakkö type, which probably is closely related to the Ätnaåive occurrence.

### The younger plutonics (Lina granite group).

The first detailed petrological description of the Lina granite was given by Holmquist (51) from material representing the outcrops where the railway line between Gällivare and Kiruna crosses the Lina, about 4 km N. of Linaålv station. The name has been extended by the author to cover all similar granites in the Kiruna—Gällivare—Pajala region and adjacent tracts.

The Lina granite is massive or more or less foliated, of medium grain (feldspars mostly 4 to 10 mm), and generally of a characteristic speckled appearance, being made up of reddish microcline, white plagioclase, quartz, and biotite. Titanite is often present in some amount, easily visible to the naked eye. Hornblende is more rare, pyroxene exceptional. The composition of the plagioclase generally varies between  $Ab_{80}An_{20}$  and  $Ab_{88}An_{12}$ , occasionally up to  $Ab_{92}An_8$ . Analyses nos. 49 and 50 represent Lina granite from larger bodies, no. 51 from a dike.

There are some subordinated areas of granites that are thought to be closely related to the Lina granite, but which petrologically are somewhat different from it. One is the Parvavaara granite, appearing in the southwesternmost part of the Gällivare ore field (44). This type lacks the conspicuous plagioclase grains, its feldspar being dominantly a striped microcline perthite. Another type, occupying wider areas and marked on the map, is the Kompelusvaara granite. This type also is lower in plagioclase than the ordinary Lina granite. There are no observations available concerning the field relations.

The Lina granite is accompanied by great quantities of aplite and pegmatite, generally appearing as dikes in the older rocks, and not often in the granite itself. Fine-grained aplites, similar to light reddish leptites, are not rare. Sudden textural variations between aplitite and pegmatite are often noted. The pegmatite carries a little biotite, sometimes also magnetite and tourmaline. Over wide areas, the leptites have been subjected to a *lit-par-lit* injection of pegmatite, giving rise to veined gneisses. Another pegmatite type occurs as comparatively wide dikes, and is never found in the granite. Its feldspar is white-coloured and is predominantly albite. Biotite is lacking, but a little muscovite may appear. Black tourmaline is common, and small garnets are often seen. The tourmaline is generally associated with the quartz and shows a wide variation in its textural development: it may be distinctly earlier than the quartz, be intergrown with it, or later, and different such relations may sometimes be observed in the same specimen (31, 44).

The granitic dikes of the Gällivare ore field exhibit a remarkable variety of pegmatitic differentiation phenomena (44). Pocket-like segregations of quartz and tourmaline, of feldspar and specularite, or other mineral aggregates, are often surrounded by a zone of fine-grained feldspar rock. Narrow pegmatite veinlets with much tourmaline produce veined gneisses in the leptite and cause the development of sillimanite.

The contact zones between large bodies of Lina granite and adjacent leptitic rocks are often marked by *lit-par-lit* injections on a large scale. The tourmaline pegmatites, when occurring in such zones, appear to belong to the outer margin.

It is evident from several facts, and has been particularly clearly shown from observations in the Gällivare ore field (44), that the intrusion of the Lina granite was accompanied by an intense folding of the porphyry-leptite series. It is reasonable to suspect that this folding epoch may have been the same that, in other parts of the region, caused the compressional strain relieved through overthrust faulting including also the Vakko series.

The very large areas occupied by the Lina granite, not only in Sweden but also in northern Finland, where at least most of the granite classed as post-Kalevian is plainly of this type, make it probable that the granite bodies are, on the whole, rather flat-lying. Such an interpretation has been proposed by Mikkola (70) for the Nattanen massif in Finland.

The Lina granite often exhibits a highly remarkable jointing, the main feature being an almost horizontal, or in any case flat-dipping, joint system (fig. 48, p. 126). The author (31) has interpreted this jointing as a result of compressional strain, one argument against an origin by contraction when the granite was cooling being the local appearance of a similar jointing in leptites. I. Högbom (59), who studied the Luppio Mountain, a spectacular case situated outside the region now treated, arrived at a similar result, but emphasizes the importance of load pressure from overlying rocks. Mikkola (70) on the other hand, ascribes the development of the jointing to the cooling of the granite. If one combines these views and assumes that the granite was cooling under a heavy load and that local domes on its surface were subjected to side pressure (to explain the steeper dips in certain cases), an explanation is indicated that seems well consistent with the observed facts.

### Scapolitization.

One of the most striking features in the petrology of the region is the wide-spread scapolitization, particularly in the rocks of the porphyry-leptite series. The scapolite was first noted in the gabbro rocks associated with the apatite deposits of Dundret. It was for some time assumed that it was restricted to the gabbros, thus a »spotted gabbro» with scapolite was often reported (88) which has turned out to be instead greenstones belonging to the porphyry-leptite series (31). The scapolitization of rocks belonging to this series was first studied in detail by Sundius, whose work (80) contains a wealth of information on this subject.

Scapolite has often formed in the gabbros, and is occasionally observed in the lime-alkali-syenites. In the Lina granite, it has been noted in veins or vugs, but only in rare cases.

In the rocks of the porphyry-leptite series, the ordinary development of the scapolite is in scalloped ellipsoidal grains, generally with a longest axis of 2—5 mm. The maximum noted has been  $35 \times 35 \times 25$  mm. Generally, the scapolite grains are scattered through the rock, but it is not unusual, in rocks that are only slightly metamorphic, that their distribution is clearly influenced by fissures (fig. 50, p. 129). When the rock is completely recrystallized, no such rule can be observed. It is clear that, in the former case, the solutions causing the scapolitization mainly moved along certain channels, while in the latter they permeated the whole rock. When scapolitization reaches its highest intensity, not only is the plagioclase completely consumed, but the other constituents are largely re-arranged, the result generally being a scapolite-biotite-rock, with the mica occurring chiefly in the interstices between the scapolite grains (fig. 51, p. 130).

Sundius has shown (80) that the scapolitization consisted mainly in an addition of chlorine and some quantity of carbonic acid. Sulphur compounds, phosphorus, boron, and titanium also have been brought in, and

possibly iron and copper. The author has later (31) found that some of the elements mentioned by Sundius have locally reached considerable quantities, the addition of copper, iron and boron (as tourmaline) in the copper deposits of Nautanen etc. being a phase of the regional scapolitization. There seems little doubt that the transport has been effected by a gaseous phase, as already suggested by Sundius.

There are areas of the porphyry-leptite series, where scapolitization has been remarkably weak or altogether lacking, as in parts of the central Kiruna district. On the whole, however, it may be said to be spread all over the region.

It is clear that a regional pneumatolytic action of this kind must have emanated from plutonic rocks. Sundius found it impossible to connect it individually with the igneous bodies outcropping within the tract he studied, and therefore suggested that also larger, more distant and more deep-seated magma masses contributed to it. Sundius further thought the basic rocks were the chief source, but not the only one. The author's study of the Nautanen district (31) instead connected the regional scapolitization with the Lina granite. Further experience from various parts of the region has strengthened this view, but it is not to be denied that also the older plutonic group may have brought about a largely similar although quantitatively much less important effect.

### Ore deposits.

The ore deposits will here be treated as important geological features in the Pre-Cambrian, but there will not, in this report that is intended as a survey of the general Pre-Cambrian geology of the region, be given any detailed descriptions of the various deposits, data on their size, or more than a brief discussion of their origin. For geological details, reference is made to the reports mentioned in the annexed list of literature, likewise for data on size of the deposits, analyses, etc. (in this respect, see particularly nos. 74, 33, 88, 44, 43, 65, 67). A theoretical discussion of the origin is given in a following chapter, but it is brief, since the subject, with regard to the most important type, will be treated in a separate publication.

The iron ores constitute the only mineral resource of importance in this region. Four different main types can be distinguished: the apatite ores or the Kiruna type, the titaniferous ores, skarn ores, and stratified, generally siliceous ores. Among them, the Kiruna type is by far most important, but the skarn ores also have a practical interest as representing considerable reserves, while the both remaining types have little or no value. The small concentrations of titaniferous ores do not merit more room in this survey than that already given to them in the above description of the gabbro rocks, and a reference to a more detailed account of one of them (45).

*The ores of the Kiruna type (apatitic ores) occur in the porphyry-leptite*

series. Generally they are associated with syenitic or quartz-bearing porphyries or evidently corresponding leptites, sometimes however with leptitic rocks that may have a somewhat different character. The ore mineral is magnetite, or, rarely, crystalline hematite. The phosphorus content, in the form of apatite, is generally high, but also in some otherwise highly phosphoric ore bodies there are large quantities of ore very low in phosphorus. Besides the apatite, an actinolitic amphibole or diopsidic pyroxene are the most important non-metallic minerals. The ore bodies are roughly tabular in shape, occurring as beds (sills) or dikes. In general, their relation to the wall rock is that of a younger igneous body with low viscosity, the ore sending out a complicated net of dikes and veins in the country rock («ore breccia»). Sometimes hornblende and other silicates occur in a similar way, only as replacement veinlets rather than as fissure fillings. While these relations show that the ore is later than the wall rock, there are also examples, notably at Kiirunavaara, of dikes later than the ore, but nevertheless evidently closely related to the wall rock.

The huge ore body of Kiirunavaara and Luossavaara (in restr. sense) forms a sill with a moderate to steep eastern dip, underlain by syenite-porphyries that grade downwards into a fine-grained syenite, and overlain by quartz-bearing porphyries. There are injection phenomena on a small scale, best developed in the foot-wall, but in Kiirunavaara present also locally in the hanging-wall, which show that the ore body is later than the rocks on both sides of it. A dike system of porphyry is in part older, in part later than the ore (22, 33). The youngest rock is a granophyre. It is, however, by no means clear that the granophyre dikes, as recently assumed by Vogt (96), necessarily must be interpreted as an end member in the same differentiation series as the other porphyries associated with the ores. The geological setting of the place where this unique concentration of iron reached its final position has already been outlined above (p. 192).

The comparatively flat-lying series must have been somewhat tilted already in pre-Vakko time, but its present dip is largely the work of post-Vakko deformation. It is highly probable that the faults that cut the ore body also are of this age. They appear to be overthrusts, in a southeastern direction. The varying relative displacements indicated by the position of the fault blocks suggest a general floor, upon which the whole mass has been shoved forward and upward, the units separated from each other by the cross faults moving separately and not all the same distance. The existence of such a fault plane is indicated by the geological map and a deep channel in Lake Luossajärvi (22, compare also fig. 52, p. 133).

The smaller deposit of Tuolluvara (22, 36), E. of Kiruna, occurs in a slightly metamorphic (leptitic) quartz-bearing porphyry. Its most interesting geological features are: the dike-shape of the ore-bodies, the large-scale development of «ore breccia», the high proportion of ore very low in phosphorus, and the intricate system of overthrust faults.

Ekströmsberg, probably one of the more important deposits, also is associated with a quartz-bearing porphyry but forms beds and thin bands in it. The ore is in part magnetite but there are also bands of finely crystalline hematite. Apatite occurs in both.

The ore-bodies of the highly metamorphic Gällivare ore field are, on the whole, tabular in shape. The characters of the ore-bearing rocks have already been described above (p. 195). The large-scale development of skarn breccias is perhaps the most striking primary feature of this field. Strong deformation by folding, with a pronounced linear structure, abundant granitic intrusions, and an almost complete recrystallization of the pre-granitic rocks and ores are equally conspicuous secondary features.

Mertainen is a magnetite deposit with, on the whole, a low phosphorus content. The country rock is a syenite-porphyry, often amygdaloid, with magnetite nodules as in the syenite-porphyry of Kiruna, and largely scapolitized (10). In this case, as in a few others, the scapolite undoubtedly belongs to the minerals formed in connection with the ore deposition. The ore bodies are dike-like or irregular, and there is a large area of ore breccia.

Painirova is similar to Mertainen with regard to the general character, except that the ore is mostly much richer in apatite, and in part unusually coarse-grained.

The country rock of the Svappavaara deposits is leptitic, probably representing metamorphic syenite-porphyrines. The ore is in part magnetite, in part hematite. The apatite content is moderate. There is some garnet, and a considerable quantity of calcite. Leveäniemi appears to be in most respects similar, except that there are large areas of ore very low in phosphorus.

To the Kiruna type are also referred two deposits, Nakerivaara near Torneträsk station and a much smaller deposit near Gällivare that has derived its name from the Dundret mountain. In both cases the magnetite occurs as dikes and veins in an oligoclase amphibolite, presumably a recrystallized diorite porphyrite.

The specular hematite deposits of Haukivaara near Kiruna (including a zone on eastern Luossavaara) are evidently closely connected with the Kiruna type but all the same differ greatly from the typical representatives. The ore occurs in volcanics that have suffered a strong hydrothermal alteration, being silicified and sericitized. The development of the hematite is another result of similar processes. There is some baryte and orthite in the ore, and a little tourmaline.

Kuosatjvare, N. of the Kaitum River, W. of the railway line, is a curious clastic deposit made up mainly of fragments of coarsely crystalline quartz, hematite, and muscovite, with fragments of silicified porphyry. It must represent an accumulation of material derived from a deposit related to those of Haukivaara, but with the hematite mainly in veins together with quartz, etc.

The *skarn-bearing iron ores* also occur in the porphyry-leptite series. Their ore mineral is magnetite. Phosphorus is generally low, although apatite is sometimes noted even megascopically. Sulphides appear in considerable quantities, particularly pyrite but also pyrrhotite and occasionally some chalcopyrite. The skarn masses accompanying the ore consist of actinolite (or tremolite) and diopside, sometimes also phlogopitic mica, chondrodite, and others. The magnetite generally forms lenses and stripes of varying dimensions in the skarn. In many cases it can be proved that these ores are associated with limestone or dolomite beds, remnants of which are often observed as inclusions in ore or skarn.

The largest deposits of this character are found in Pajala, in the easternmost part of the region, with the *Kaunisvaara* group of fields (*Sahavaara*, *Tapulivuoma*, *Palotieva*). Among other important units may be mentioned *Masugnsbyn*, *Vathanvaara*, *Vieto*. The distribution of the skarn ores is apparent from the map. Worthy of note is the occurrence of several small ore bodies in limestone fragments enclosed in dioritic phases of the gabbro body near Rensjön. The *Masugnsbyn* group of skarn ore deposits is the only one where a detailed geological study has been possible (43).

It may be pointed out that the author has found *Tjavelk*, E. of Torne Träsk, to belong to the group. The diabase previously reported (88) as surrounding the ore is a younger dike. The skarn of *Tjavelk* is tremolite and serpentine (presumably replacing chondrodite). Through the previous incorrect geological interpretation, the magnetometric map of *Tjavelk* has unfortunately got into a textbook as an example of the magnetic effects of a diabase dike rich in ore minerals.

The lean, more or less *siliceous, stratified iron ores* have been mentioned above several times in the description of the porphyry-leptite series. The most important case is the ore field of *Marjarova* (fig. 31, p. 72) with magnetite accompanied mainly by quartz and grünerite, and with a local development of the iron-rich layers as a typical eulysite, consisting of a manganiferous fayalite (41). At *Käymäjärvi* there is also some grünerite and iron-rich clino-enstatite, but the ore is, on the whole, more siliceous and very low in iron. A most interesting feature is the occurrence of well-defined granules high in iron, which undoubtedly represent metamorphosed granules of greenalite or some other iron silicate (fig. 32, p. 73). Near *Masugnsbyn*, where stratified rocks of a similar character are closely associated with the dolomite bed that carries the skarn iron ores, quartz types with iron-rich silicates (amphibole, pyroxene, garnet) and some magnetite predominate. A more detailed description of these various types of stratified iron-rich rocks has already been given (41).

The majority of the *copper* deposits of the region can be referred to a certain geological group, but there is a considerable variation in details (31, 39, 88). The most important representatives, although not of any actual economic interest, are in the *Nautanen* district, and at *Svappa-*

v a a r a. They are chalcopyrite impregnations in scapolitized leptites or together with garnet in schistose leptite, or vein deposits, such as chalcopyrite in quartz veins with tourmaline, and bornite and chalcocite in quartz veins, rarely with free gold. At Nautanen, there is locally much magnetite associated with chalcopyrite impregnations. The copper ore of Svappavaara occurs immediately outside the iron ore, but appears to be without any genetical connection with it.

Another group comprises chalcopyrite-bearing quartz veins in greenstone (as Ala Porro), or in part associated with uralite diabase (Kovo).

### The magmatic evolution.

Although our knowledge of the geology of the region is still very imperfect, some features of a general interest can already be discussed with regard to the igneous rocks, and particularly their relation to each other.

Three main groups or suites are distinguished, the volcanics of the porphyry-leptite series, the older plutonics, and the Lina granite group. The hypabyssic greenstones of diabasic character give but little material for a discussion, and are therefore left out.

The three groups appear to be quite distinctly separated in time, but there is an evident connection between the first two, as is shown by the appearance of chemically related types in both of them. They therefore must be regarded as together forming a co-magmatic series of a greater order. The Lina granite, on the other hand, has a composition that does not exclude a certain degree of connection with the older plutonics, but little can be judged from this fact since the chemical character is a rather ordinary one. Even when remembering that it is not quite clear whether it is really separated from the older plutonics by the Vakko period, it is most probable that it represents a separate magma invasion. Being, on the whole, of a remarkably uniform chemical composition, the Lina granite gives very little information on differentiation processes.

The *older plutonics* form the best starting-point for a discussion. The two main evolutionary series traced in this group may be distinguished as the lime-alkali series and the perthite-bearing series. Of less importance is the sodic series.

The rocks of the lime-alkali series, by continuously increasing percentages of alkali feldspars and quartz, and decreasing anorthite and femic molecules, range from gabbros through diorites and a wide variation of syenites and quartz-syenites to granites. Perthitic feldspars are rare, and typical eutectoperthite is entirely absent. Only in the phases that are most rich in quartz does the plagioclase reach an albitic composition.

The gradual transition from gabbro all the way to quartz-syenite has been studied in several districts. Unfortunately it has not been technically possible to indicate it on the map. The transition from quartz-syenite to granite is not so well known — partly because the granite belonging to this series

has only a restricted distribution — but the material at hand indicates that the transition in all probability continues to the true granites.

As to the perthite-bearing series, the existence of transitions has also been described, but also the partly independent position of certain granite bodies. An inclusion of plagioclase-perthite-syenite in the perthite-granite W of Tuolpok shows that the age relations within the series are such as could be expected.

Fig. 57 (p. 152) shows the most important chemical features in gabbro,<sup>1</sup> syenites, and perthite-granites. No analyses of granites belonging to the lime-alkali series are available, but there is little doubt that these granites correspond to the area in the diagram to which the tendency in the analyses of gabbro and lime-alkali-syenites is pointing. The analyses at hand (1—4 in fig. 57) are obviously too few to illustrate the absence of any gaps; but in this respect, the field and microscopical evidence is decisive.

When comparing the analyses 1—4 in fig. 57, it must always be remembered that the gabbro shows a good deal of variation, and that for instance no. 3 is not necessarily derived from a gabbro identical with no. 1, although they belong to the same igneous body.

The variations are, on the whole, parallel to the normal order of crystallization. Detailed evidence in this respect cannot be produced, however, since it is impossible to fix exactly the age relations between the femic minerals and the various feldspar stages. The impression cannot be evaded, however, that the whole series of variations can have been produced by fractional crystallization, the earlier-formed crystals having been, in one way or another, separated from the still liquid magma portion.

The sodic series, again, is a very peculiar one, and the facts at hand do not permit any discussion of the differentiation process that has produced this result. Three mineral components are characteristic, a sodic oligoclase, diopside, and titanite. Quartz and microcline vary within wide limits, and independently of each other and of the quantity of femic minerals, while the character of the plagioclase remains practically constant.

The perthite-bearing series is, in fig. 57, represented by nos. 5—9 (the extremely sodic, probably abnormal granite variety at Masugnsbyn not being included). Nos. 5—8 are from the same tract, and in all probability represent phases of one continuous igneous body. The evolution represented by 5, 6, and 8 is a very regular one. In the mineral composition of the rocks, the change recorded by the position of the analyses in the diagram takes the course that the plagioclase cores that are numerous in no. 5, decrease in number and also become more sodic in no. 6, to disappear before no. 8 is reached, this rock showing no other feldspar than eutectoperthite. At the same time, the percentage of femic components decreases regularly, while that of quartz goes up. The increasingly sodic

<sup>1</sup> Analysis no. 37 has not been used, as it belongs to a gabbro body far from any syenitic phases.

character of the subtracted plagioclase cores is expressed in the slightly curving course of the line through nos. 5, 6, and 8, which ends at a point probably very near the eutecticum between potash and soda feldspar. In this end member, the anorthite goes down to zero, thus truly alkaline rocks appear. The course illustrated by the analyses gives very strong positive arguments to ascribe the evolution in this series to the relative movements of early-formed crystals and magma. Bodily visible evidence of such movements is, moreover, furnished by the rather sporadic appearance of plagioclase cores in quartz-syenite varieties, and occasionally in perthite granite.

No. 9 in fig. 57 falls a little outside the chain. Since it represents a granite body that is situated at about 110 km distance from the rocks represented by nos. 5—8, no importance can, however, be attached to this deviation. No. 7, on the other hand, has been proved in the field to be united with no. 6 by transition, and probably with nos. 5 and 8 as well. No entirely convincing explanation of its aberrant character can be given, although several possible ones may be produced.

With regard to the relation between the lime-alkali series and the perthite-bearing series, the relative position of the analyses in fig. 57 leaves room for the possibility that they might be independent of each other, but the position of no. 4 makes a close relation seem more probable. The same is indicated by certain syenites that, in some ways, combine features from both groups. They carry a higher percentage of femic minerals than the perthite-bearing rocks represented by the analyses, perhaps also a somewhat higher average content of anorthite. The characteristic, strongly rounded plagioclase cores are often inhomogeneous. It is probable that crystallization, as generally in the perthite-bearing series, did not proceed quietly and with equalizing reactions, but with leaps and breaks caused by the relative movement of crystals and magma. In these characters, the perthite-bearing series differs from the lime-alkali series, and it is probable that the branching-off of the former was determined by the same factors that caused the later variations within it.

As appears from the descriptions given in the preceding chapters, a strongly rounded rhomb-shape is common in the plagioclase cores of the syenite, and appears also in the phenocrysts of certain porphyries. An interesting discussion of the general causes of such a development took place some years ago between Quensel (75) and Sundius (81), some material from the region now considered and from adjacent tracts forming the starting-point. Quensel interprets the rhombic shape as due to resorption, while Sundius, emphasizing the fact that factors of the same nature determine the crystal form, whether it be one of growth or resorption, arrived at the conclusion that the rhombic shape is a result of primary growth. Sundius also calls attention to the Norwegian larvikites which may consist mainly of rhombic feldspars.

From the plagioclase-perthite-syenites here described, arguments can be produced for both views. Thus the rhombic plagioclase cores have just the composition indicated by Sundius as typical of rhombic feldspars in general:

a slightly potassic (antiperthitic) oligoclase or oligoclase-albite. On the other hand, just these rhombic cores show excellent evidence of resorption, not only in the rounded outer shape but also in the often inhomogeneous interior. A case has also been observed where resorption has tended to divide a core into two rhombic individuals. In the porphyries, just the rhombic phenocrysts give some of the best examples of corrosion bays. In the author's opinion, repeated breaks in the growth of the crystal, caused by resorption setting in, have gradually tended to produce the rhombic shape. In this meaning, it is a resorption form, but there is no reason to believe that the crystals now exhibiting this form are the remnants of once larger P-M crystals.

Among the rocks of the *porphyry-leptite series*, only those can be considered that are known to represent comparatively unaltered igneous types. The stratified leptites and amphibolites are therefore excluded, although they are quantitatively important members of the series. The following main types of volcanic rocks remain to discuss:

Diabases (basalts).

Spilites.

Porphyrites and albite-porphyrites.

Basic syenite-porphyries.

Albitophyres.

Syenite-porphyries.

Quartz-bearing porphyries.

There are reasons to reckon with the possibility that both the spilites and the albite-porphyrites have suffered alteration after the ending of the magmatic crystallization period.

Sundius' detailed studies of the Kiruna greenstones (80) led to the conclusion that their commonly albitic feldspar was of secondary origin, replacing an earlier, more anorthitic plagioclase, remnants of which are occasionally observed. Sundius regarded this albitization as a result of the general metamorphism of the greenstones that has given rise to a largely new mineral facies in analogy with saussuritization. According to this interpretation the Kiruna greenstones should originally have been ordinary basalts or diabases. While accepting the convincing evidence of albitization, the present writer (28) could not follow Sundius in his conclusions concerning the cause and character of the albitization. The chief reason was this one. Spilites are generally accompanied by more salic rocks, consisting predominantly of albite feldspar, and generally classed as keratophyres. Such rocks (here called albitophyres) occur also at Kiruna. Such a regular association indicates that the sodic character of the spilites has some connection with the primary character of the magma. In accordance with views expressed by several English petrologists, the author therefore emphasized the possibility that the albitization had taken place through autolytic reactions between an already formed calcic plagioclase and a rest magma in which a large portion of the sodium content was still kept in solution. Among later

writers on the subject of the spilites, Wells (94) and Eskola (15) have attributed the appearance of the albite to the original chemical character of the magma itself, and interpreted it as in part autolytic, in part primary. Beskow (4) on the other hand, who studied spilites among Swedish Caledonian effusives, referred their character to the sub-marine outflow of the lava. Recently Sundius (83) has expressed the view that the albite of the spilitic Kiruna greenstone is primary. Those phases that exhibit distinct evidence of albitization are regarded as albitized basaltic lavas.

With this interpretation of the spilites, their association with such sodic rocks as keratophyres (albitophyres) becomes quite natural. On the other hand, the close association with albitized rocks must cause a certain hesitation in accepting this apparently simple solution.

A similar problem confronts us with regard to the porphyrite group. The fact that albite-porphyrates exhibit important resemblances to associated porphyrites with more calcic plagioclases indicates that albitization has probably taken place. This is especially the case when the albite is clouded by sericite, or contains epidote.

The albitophyres, with the exception of the material in the Kurravaara conglomerate, occur mainly as local phases of the syenite-porphyrates. It is worthy of note that such pronouncedly sodic phases are extremely rare among the quartz-bearing porphyrites and do not appear within the main areas occupied by them.

The basic syenite-porphyrates may perhaps have suffered some albitization, but their plagioclase has undoubtedly also originally been of a pronouncedly sodic variety. Fig. 59 (p. 160) illustrates the feldspar proportions of the four analyzed representatives of this type (nos. 1—4). The varying proportion between potash and soda feldspars in the rocks from the Gällivare ore field (nos. 1—3) is a very noteworthy feature. They exhibit the same tendency to a spreading along the Or — Ab line as do the more salic rocks of the same district (compare below), but are, on the average, more sodic than the latter. The only other analysis, from Sakaravaara (no. 4), is still more sodic.

Quantitatively much more important are the ordinary syenite-porphyrates. From the basic ones they are distinguished by a constant but low normative quartz content, generally not surpassing 5 %. The percentage of femic molecules is lower than in the preceding group, about 20 % instead of about 28 %, but there is no distinct boundary in this respect. The anorthite is always decidedly lower. The relative proportions of potash and soda feldspars present some remarkable features. The Kiruna analyses, representing a presumably continuous igneous body, are fairly well concentrated (except the albitophyric forms, represented by 12). Yet there are some noteworthy variations, as between the closely connected 5 and 8. The Gällivare analyses<sup>1</sup> are much more wide-spread. As is apparent from data

<sup>1</sup> No. 15 in fig. 59, only partially analyzed, has been plotted under the assumption that its anorthite percentage is comparable to that of the most nearly related types.

already published (44), there exist in this field a comparatively potassic group, ranging from about  $Or_{85} (Ab + An)_{15}$  to  $Or_{35} (Ab + An)_{65}$ , and also a pronouncedly sodic group, which might well be classed as albitophyres and probably does not go much higher in potash than about  $Or_{10} Ab_{90}$ . If there exists a gap between the two, it cannot be very wide.

Turning then to the quartz-bearing porphyries, we find the following (fig. 60, p. 161). The anorthite content is similar to that encountered in the preceding group, or lower, and on the whole decreases together with the albite. The two analyses of porphyries carrying phenocrysts also of quartz (10 and 11 in fig. 60), which represent a very small fraction of the porphyries here classed as quartz-bearing, occupy a position presumably very near the eutectic proportions  $Or : Ab$  (: quartz). Their close similarity is very striking (compare also the complete analyses, nos. 31 and 36, p. 182), since they are from widely different points and the other, less siliceous forms show a wide range in their  $Or : Ab$  proportions.

This latter group has a quartz percentage generally about 20—22 %, the range in the analyses referred to it is 14—28 %. There can be distinguished certain geographical sub-divisions. Thus the analyses of the Kiruna porphyry (1—4) represent a decidedly sodic group, and that from Tuolluvaara (5) falls within the same range. The corresponding Gällivare rocks (7—9) vary to a similar extent, but are displaced towards the potassic side. Finally, the single analysis from Ekströmsberg (6) is pronouncedly potassic. However, the microscopical examination indicates that this specimen represents a phase that is higher in potash than the average. If more analyses from Ekströmsberg and its surroundings were available, they would be found to extend in the direction of the Ab corner of the diagram and to overlap with the Gällivare analyses, just as the latter do with those from Kiruna.

It is clear, then, that the two groups of syenite-porphyries and also the quartz-bearing porphyries, with the exception of the most siliceous varieties, show a wide variation in their  $Or : Ab$  proportions. At the same time, the average figure is different in different districts. In all the three groups, the neighbourhood of Kiruna (including Sakaravaara—Tuolluvaara) shows more sodic types than Gällivare, particularly if one remembers that the most sodic syenite-porphyries of the latter district are quantitatively subordinated. At least in the quartz-bearing group, Ekströmsberg forms a third division, perhaps still more potassic than Gällivare. Mainly on the misleading Ekströmsberg analysis corrected above (p. 194), Svenonius (88) based the hypothesis of two chemically different provinces in the porphyry country, an eastern one (Kiruna), more sodic in character, and a more potassic one in the west. While it has now been shown that this hypothesis rested on an unreliable base, the main conclusion has been corroborated to a rather unexpected extent. The distribution of the chemical characters now found seems to admit of only one explanation: that the volcanics in the various parts of the region were fed from magma masses of somewhat different

composition, and that the further differentiation proceeded along similar lines in each of the more or less separate districts.

The relationship between the porphyries and the perthite-bearing series among the older plutonic rocks that form the next important result of igneous activity in the region is apparent from several features. Among them may be mentioned: the quantitative importance of rocks of a quartz-syenitic composition, similarities between the perthite-granite and the more siliceous porphyries, the appearance of characteristic eutectoperthite growths and twinning laws in the feldspar, and the occurrence of rhomben-feldspars. With the lime-alkali series, on the other hand, no important analogies can be traced.

The existence of such analogies, and the probability thus indicated of the plutonic group's forming a deep-seated later phase of largely the same magma that had fed the surface eruptions, naturally raises the question whether the course of magmatic differentiation has been the same in the latter as in the most nearly corresponding plutonic series. The facts to be explained are, however, much more complicated in the volcanics. The wide variation in the proportions between soda and potash feldspar, including the occurrence of pronouncedly potassic types, is without a parallel in the plutonic group. The most sodic rocks appear to have a certain independence of the rest of the volcanics, as even the most femic phases (spilites) present an abnormally low percentage of potash. On the other hand, the albitophyres can also occur as differentiation products connected with the syenite-porphyrries of more intermediate Or : Ab proportions.

In any case, differentiation in the volcanic series has been more complicated than in the plutonics, and it is highly doubtful whether it can be explained along similarly simple lines of fractional crystallization. There occur in this series two features that, according to Bowen's very able presentation of the theory of differentiation by fractional crystallization (6), must be regarded as anomalies. One is the appearance of albite rocks, the other is the frequently late crystallization of the magnetite. As to the albitic rocks, however, Knopf (61) has pointed out an example indicating that a liquid magma very high in albite has existed, while Goldschmidt (46), and also Beskow (4), have called attention to the possible subtraction of potash from a magma, in the form of sinking biotite crystals, in case the water content of the magma is high.

That albitic rocks must not always be explained as due to albitization is shown by their regular appearance in certain associations, and particularly their characteristic combination with a high percentage of magnetite. Just the albitic rocks high in magnetite exhibit most typically the remarkable textural feature of the feldspars having crystallized before the magnetite, which fills the interstices between the laths of albite (fig. 11, p. 33, and fig. 14, p. 36). Related examples are found also in somewhat potassic rocks, however, as at Njakak. The author has pointed out the possibility that a high water content may have caused this order of crystallization (22, 23),

this (or other volatiles) being the only factor from which an influence of this kind could be expected, even if the exact form of its influence cannot be ascertained. Such a delaying of the crystallization of the magnetite does, however, occur also in other kinds of rocks. Thus Fenner (16) has recently called attention to similar features in basalts. Fenner, like the author, refers this phenomenon to water or other »mineralizers». It may be remembered that also the titaniferous iron ores show similar traits (compare 72, and above, fig. 35, p. 83).

### Origin of the ore deposits.

The most interesting group of ore deposits within the region belongs to the Kiruna type of iron ore. Since this type is going to be the subject of a special paper, taking into consideration also other regions that harbour similar deposits, the treatment here will be brief.

The mineral association indicates crystallization at elevated temperatures, presumably within what is understood by the magmatic temperature range. In their relations to the wall rocks, the ore bodies behave like intrusive igneous rocks of low viscosity. Sometimes the intrusions are accompanied by metasomatic replacements in the wall rocks, giving rise to deposition not only of magnetite, but also, and mainly, of other minerals, as hornblende (skarn, and skarn breccia). Texturally, the ore bodies exhibit features that are entirely comparable to some of those produced by magmatic crystallization (compare especially 22, 78, 65). In time, the ore bodies are very closely connected with the porphyries, in which they occur. They are, therefore, to interpret as magmatic products, generally intrusive in the associated volcanics.

By transitional stages, the ores of this character are connected with apatite dikes and related products that carry tourmaline, in part also quartz and carbonates, and that apparently have had a lower crystallization temperature. This fact, together with the occurrence of the ores as intrusives later than the rocks with which they are associated, indicates that the ore magma has been a rest magma enriched in volatile constituents. The end of the evolutionary chain is represented by the hydrothermal, metasomatic deposits of Haukivaara etc.

The close association, in place and in time, between ore bodies and porphyries shows that the ore concentrations must be derived from the same mother magma as the different porphyries. Indications about the nature of the differentiation process can be gathered from the way in which the magnetite occurs in the porphyries. Particularly in those that are most rich in magnetite, this mineral has crystallized after the feldspars, as was pointed out in the preceding chapter. In other varieties, it is instead concentrated in amygdule-like nodules. In both cases there has evidently formed a rest solution very high in magnetite. Above was pointed out that the delaying of the crystallization of the magnetite, otherwise inexplicable, may be due

to anomalies caused by volatile components. As has been shown, the amygdules must be the result of a similar concentration, but presumably in a gaseous phase. It is not maintained that the concentration of the ores took place exactly in one of the ways thus indicated, but that the general factors were the same.

The skarn iron ores are clearly proved to be replacement deposits formed at high temperature, of the type generally classed as contact deposits. With regard to their mother rock, the author has once pointed out that one had to choose between the lime-alkali-syenites and the Lina granite, and that the latter seemed more probable (32). This was at a time when our knowledge of this ore group was very limited. Now it is possible to say that the Lina granite is excluded, at least for the vast majority of the deposits, and that it is among the older plutonics (including the lime-alkali-syenites) that the sources of this type of mineralization must be looked for. It appears as if widely different members of this igneous group had contributed their share. Thus, at Masugnsbyn the perthite-granite is indicated, but in the case of the fields N. W. of Vittangi lime-alkali-syenites, and in the scattered deposits in limestone inclusions near Rensjön dioritic phases.

The origin of the stratified, generally siliceous iron ores is apparent from their typical sedimentary appearance, the relic occurrence of pseudomorphs of silicate (greenalite?) granules, etc.

The copper ores of the Nautanen district, Svappavaara, and some related occurrences are evidently deposited by hot, probably gaseous emanations that have penetrated the rocks of the porphyry-leptite series and left their quantitatively most important result in the regional scapolitization. The hypothesis that this form of mineralization was caused by the Lina granite (31) has received corroboration when the small molybdenum and copper deposit of Vähävaara was found to be most intimately connected with a tourmaline pegmatite of the type that characteristically accompanies this granite (39).

### **Comparison with the Pre-Cambrian of neighbouring regions.**

In the final chapter of the Swedish text, an attempt is made to draw up a comparison with the development of the Pre-Cambrian in the rest of northern Sweden, and in northern Finland. In the former case, evidence gathered from published data is supplemented by some personal experience, but not in the latter. As the conclusions are largely tentative, and intended mainly as a guide for future work, the following summary relates only to the most important features.

The porphyry-leptite series has much in common with the ore-bearing series of the Skellefte district. In particular there exist remarkable analogies between the porphyries of the northwestern portion of the latter district, and those of the Kiruna—Gällivare—Pajala region, but no iron ore deposits occur there. On the Finnish side, supracrustal rocks that in all

probability are to be connected with those of the Skellefte district, occupy wide areas in Österbotten.

Towards S. and S. S. E. from the Kiruna—Gällivare—Pajala region, the porphyries and leptites are replaced by gneisses in the coast-region of northern Norrbotten. There exist strong reasons to interpret these gneisses as more strongly metamorphosed equivalents of the porphyry-leptite series, but the scarcity of observational facts does not permit a conclusion.

Eastwards, the porphyry-leptite series goes into Finland (Kolari, Kittilä, etc.), several units being easily identified, as the limestone bed of Huuki.

The older plutonics have their counterparts both in the Skellefte district, in Österbotten, and in Kolari—Kittilä, but there are important chemical differences. Thus, in the first mentioned region, oligoclase-granites predominate (Jörn granite, and associated rocks) and equivalents of the perthite-bearing series are nowhere encountered.

The Vakko series may possibly have its counterparts in the dominantly sedimentary series of the island fringe along the northern Norrbotten coast (Kalix—Luleå belt), and also in the Vargfors series of the Skellefte district.

The Lina granite is traced southwards to near the coast. In northern Finland, the granites mapped as post-Kalevian undoubtedly belong to the same group. In the Skellefte district, another type, the Revsund granite, appears to occupy a similar position.

*Notes on the chemical analyses.* On pp. 179—184 there are tabulated all available analyses of igneous rocks from the Kiruna—Gällivare—Pajala region. As space has not permitted a complete double text in these tables, some notes are here added.

Below the current number there are given: kind of rock, locality, analyst, and literature reference (new analyses being reported as Ny, with the page in this report where additional data are found). Of the foot-notes, notes 2 on p. 179, 1 on p. 180, 5 and 7 on p. 181, and 1 on p. 182 refer to the consequences of the fact that, in the calculation of the norm, CaO has not been subtracted for CO<sub>2</sub>.

## Litteraturförteckning.<sup>1</sup>

1. C. I. Asplund: Till Rautasvuoma lappar och Jukkasjärvi högfjäll. Sv. Turistfören. Årsskrift, 1905, s. 321.
2. W. N. Benson: The dolerites, spilites and keratophyres of the Nundle district. Proc. Linnean Society N. S. W., 1915, p. 121.
3. Edv. S. Berglund: Malmtillgången i Norrbottens län. Statens offentl. utredningar, 1924: 33.
4. Gunnar Beskow: Södra Storfjället im südlichen Lappland. S. G. U., ser. C, n:r 350.
5. L. H. Borgström: On the iron ore of Juvakaisenmaa. Fennia, 50, 1928, n:r 20.
6. N. L. Bowen: The Evolution of the Igneous Rocks. Princeton 1928.
7. W. H. Bradley: Algae Reefs and Oolites of the Green River Formation. United States Geol. Survey, P. P. 154, G.
8. B. S. Butler, W. S. Burbank, m. fl.: The Copper Deposits of Michigan. United States Geol. Survey, P. P. 144.
9. H. Bäckström: De bergarter, som närmast omgiva malmerna i Kirunavara och Luossavara. Geol. Fören. Förh., 20, 1898, s. 71.
10. —, Ekströmsbergs och Mertainens järnmalmsfälts geologi. Geol. Fören. Förh., 26, 1904, s. 180.
11. G. W. Crane: The Iron Ores of Missouri. Missouri Bureau of Geology and Mines, Vol. X, 2. ser.
12. Reginald A. Daly: Origin of the Iron Ores at Kiruna. (Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland, anordnade af Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag). Stockholm 1915.
13. Josef Eklund: Skelleftefältets geologi. Geol. Fören. Förh., 45, 1923, s. 219.
14. —, (Kapitel i) Electrical Prospecting in Sweden. S. G. U., ser. C, n:r 327.
15. Pentti Eskola: On the Petrology of Eastern Fennoskandia. I. The Mineral Development of Basic Rocks in the Karelian Formations. Fennia, 45, 1925, n:r 19.
16. C. N. Fenner: The crystallization of basalts. Am. Journ. Science, 5. ser., 18, 1929, s. 225.
17. K. A. Fredholm: Dagböcker (S. G. U:s arkiv).

a) 1877	d) 1880	g) 1883
b) 1878	e) 1881	h) 1884
c) 1879	f) 1882	i) 1887
18. —, Översigt af Norrbottens geologi inom Pajala, Muonionalusta och Tärendö socknar. S. G. U., ser. C, n:r 83.
19. —, Bidrag till kännedomen om de glaciala företeelserna i Norrbotten. S. G. U., ser. C, n:r 117. (Även i Geol. Fören. Förh., 1891—1892).
20. Axel Gavelin: Dagbok, 1889. (S. G. U:s arkiv).
21. —, Ännu några ord om diskordanser i Fennoskandias prekambrium. Geol. Fören. Förh., 34, 1912, s. 542.

<sup>1</sup> I denna äro upptagna tryckta uppgifter samt dagböcker i Sveriges geologiska undersöknings arkiv, till vilka hänvisning göres i texten. Uppsatser berörande någon sida av områdets geologi, som icke föranlett någon dylik hänvisning, äro icke anförda, ej heller förf:s egna dagböcker.

22. Per Geijer: Igneous rocks and iron ores of Kiirunavaara, Luossavaara and Tuolluvaara. (Scientific and practical researches in Lapland arranged by Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag). Stockholm 1910.
23. —, Studies on the geology of the iron ores of Lapland. Geol. Fören. Förh., 34, 1912, s. 727.
24. —, Basische Schlierengebilde in einigen nordschwedischen Syeniten. Geol. Fören. Förh., 34, 1912, s. 183.
25. —, On poikilitic intergrowths of quartz and alkali feldspar in volcanic rocks. Geol. Fören. Förh., 35, 1913, s. 51.
26. —, Zur Petrographie des Stockholm-Granites. Geol. Fören. Förh., 35, 1913, s. 123.
27. —, Amerikanska representanter för Lapplandsmalmenas typ. Geol. Fören. Förh., 36, 1914, s. 157.
28. —, Notes on albitization and the magnetite-syenite-porphyrries. Geol. Fören. Förh., 38, 1916, s. 243.
29. —, Om landisens avsmältningsförhållanden inom Nautanenområdet vid Gällivare. S. G. U., ser. C, n:r 277.
30. —, Bidrag till frågan om blocktransportriktningarna inom Jukkasjärvi malmtrakt. S. G. U., ser. C, n:r 282.
31. —, Nautanenområdet. S. G. U., ser. C, n:r 283.
32. —, Det grafit- och järnmalmsförande området vid Vittangi. S. G. U., ser. C, n:r 284.
33. —, Recent developments at Kiruna. S. G. U., ser. C, n:r 288.
34. —, Om apatitens och skapolitens förekomstsätt inom norra Lapplands urberg. Geol. Fören. Förh., 41, 1919, s. 53.
35. —, Sveriges fosfattillgångar. S. G. U., ser. C, n:r 294.
36. —, Tuolluvaara malmfälts geologi. S. G. U., ser. C, n:r 296.
37. —, Problems suggested by the igneous rocks of Jotnian and sub-Jotnian age. Geol. Fören. Förh., 44, 1922, s. 411.
38. —, Diskordant skiktning i leptit från Nautanenområdet. Geol. Fören. Förh., 44, 1922, s. 666.
39. —, Some Swedish occurrences of bornite and chalcocite. S. G. U., ser. C, n:r 321.
40. —, Kiirunavaaras geologi i djupborrningarnas belysning. Jernkont. Annaler, 79, 1924, s. 243.
41. —, Eulysitic iron ores in Northern Sweden. S. G. U., ser. C, n:r 324.
42. —, Vakköjärvidiskordansens stratigrafiska ställning. Geol. Fören. Förh., 49, 1927, s. 483.
43. —, Masugnsbyfältens geologi. S. G. U., ser. C, n:r 351.
44. —, Gällivare Malmfält. Geologisk beskrivning. S. G. U., ser. Ca, n:r 22.
45. —, On the iron-rich norite of Akkavare (Sjaunja). Geol. Fören. Förh., 52, 1930, s. 391.
46. V. M. Goldschmidt: Stammestypen der Eruptivgesteine. Skrifter Videnskapsselsk. i Kristiania. 1922, I, n:r 10.
47. Victor Hackman: Geol. översiktskarta över Finland. Sektionerna C6 Rovaniemi, B5 Torneå, B6 Över-Torneå. Beskr. till bergartskartan. (Geol. Kommissionen, Helsingfors 1914).
48. —, Studien über den Gesteinsaufbau der Kittilä-Lappmark. Bull. geol. comm. Finl., n:r 79.
49. S. G. Hermelin: Försök till Mineral Historia öfver Lappmarken och Vesterbotten. Stockholm 1804.
50. P. J. Holmquist: En geologisk profil öfver den skandinaviska fjällkedjan vid Torneträsk. Geol. Fören. Förh., 25, 1903, s. 27.
51. —, Studien über die Granite von Schweden. Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. VII, 1905, s. 77.

52. David Hummel: Dagbok, 1875. (S. G. U:s arkiv).
53. A. G. Högbom: Om Ragundadalens geologi. S. G. U., ser. C, n:r 182.
54. —, The Gellivare Iron Mountain. Geol. Fören. Förh., 32, 1910, s. 561. (Också såsom guide, 11. internat. geologkongressen, Stockholm 1910).
55. Alvar Högbom: Guldmutningarna vid Älvsbyn. S. G. U., ser. C, n:r 322.
56. —, On the relations between orogenic granites and ore-formation in Sweden. Fennia, 50, 1928, n:r 21.
57. Bertil Högbom: Einige fluvioglaziale Erosionsrinnen im nördlichsten Schweden, Bull. Geol. Inst. Upsala, 15, 1916, s. 195.
58. —, Beobachtungen aus Nordschweden über den Frost als geologischer Faktor. Bull. Geol. Inst. Upsala, 20, 1925—1927 (s. 260).
59. Ivar Högbom: Der Berg Luppjo. Bull. Geol. Inst. Upsala, 19, 1923—1925, s. 223.
60. H. T. James: Britannia Beach Map-area, Columbia. Geol. Survey Canada, mem. 158.
61. Adolph Knopf: Ref. av Bowen, Evolution of the Igneous Rocks. Am. Journ. Science, 5. ser., 17, 1929, s. 379.
62. P. Krusch: Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten. 3. Aufl. (1920).
63. Hjalmar Lundbohm: Apatitförekomster i Gellivare malmberg och kringliggande trakt. S. G. U., ser. C, n:r 111.
64. —, Apatitförekomster i Norrbottens Malmberg. S. G. U., ser. C, n:r 127.
65. —, Kiirunavaara och Luossavaara jernmalmsfält i Norrbottens län. S. G. U., ser. C, n:r 175.
- 65 a. —, Kirunavaratraktens geologi. Geol. Fören. Förh., 20, 1898, s. 68.
66. —, Sketch of the geology of the Kiruna district. Geol. Fören. Förh., 32, 1910, s. 751. (Också såsom guide, 11. internat. geologkongressen, Stockholm 1910).
67. —, och Walfr. Petersson, Northern Sweden. Iron Ore Resources of the World, II, s. 553 (Stockholm 1910).
68. G. Löfstrand: Om apatitens förekomstsätt i Norrbottens län jemfördt med dess uppträdande i Norge. Geol. Fören. Förh. 12, 1890, s. 145 och 207.
69. —, Äro jernmalmen och apatiten i Norrbotten lagerbildningar? Geol. Fören. Förh., 13, 1891, s. 335.
70. Erkki Mikkola: Über den Nattanengranit im Finnischen Lapplande. Fennia, 50, 1928, n:r 12.
71. Eero Mäkinen: Översikt av de prekambiska bildningarna i mellersta Österbotten. Bull. Comm. géol. Finl., n:r 47.
72. F. F. Osborne: Certain magmatic titaniferous iron ores and their origin. Econ. Geology, 1928, s. 724 och 895.
73. Walfr. Petersson: Om de geologiska förhållandena i trakten omkring Sjangeli kopparmalmsfält i Norrbottens län. Geol. Fören. Förh., 19, 1897, s. 296.
74. —, Djupundersökningarna i Kiirunavaara och Gellivare malmberg. Jernkontorets Annaler, 1924, s. 193.
75. Percy Quensel: Über ein Vorkommen von Rhombenporphyren in dem präkambrischen Grundgebirge des Kebnekaisegebietes. Bull. Geol. Inst. Upsala, 16, 1918—1919, s. 1.
76. L. Salazar Salinas, m. fl.: El Cerro de Mercado, Durango. Instituto Geológico de Mexico, Bol. 44.
77. Otto Sjögren: Bidrag till Kirunaområdets glacialgeologi. (Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland, anordnade af Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag). Stockholm 1910.
78. O. Stutzer: Geologie und Genesis der lappländischen Eisenerzlagerstätten. Neues Jahrb. f. Mineralogie, etc. Beil. Bd XXIV, 1907, s. 548.

79. Nils Sundius: Pebbles of magnetite-syenite-porphry in the Kurravaara conglomerate. *Geol. Fören. Förh.*, 34, 1912, s. 703.
80. —, Beiträge zur Geologie des südlichen Teils des Kirunagebiets. (Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland, anordnade av Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag). Uppsala 1915.
81. —, Zur Frage von der Entstehung der Rhombenfeldspäte. *Bull. Geol. Inst. Upsala*, 16, 1918—1919, s. 107.
82. —, On the differentiation of alkalies in aplites and aplitic granites. *S. G. U.*, ser. C, n:r 336.
83. —, On the spilitic rocks. *Geol. Magazine*, 67, 1930, s. 1.
84. Fredr. Svenonius: Om berggrunden i Norrbottens län och utsigterna till brytvärda apatitförekomster derstädes. *S. G. U.*, ser. C, n:r 126.
85. —, Öfversikt af Stora Sjöfallets och angränsande fjälltraktens geologi. *Geol. Fören. Förh.*, 22, 1900, s. 273.
86. —, Norrbottens läns kalkstensförekomster från praktisk och särskilt agrikulturell synpunkt. *S. G. U.*, ser. C, n:r 269.
87. Sveriges Geologiska Undersökning: Underdånig berättelse om en på nådig befallning år 1875 företagen undersökning af malmfyndigheter inom Gällivare och Jukkasjärvi socknar af Norrbottens län. *S. G. U.*, ser. C, n:r 23.
88. —, Underdånig berättelse om en undersökning af mindre kända malmfyndigheter inom Jukkasjärvi malmtrakt och dess omgifningar. *S. G. U.*, ser. C, n:r 183. (A. E. Törnebohm, F. Svenonius, W. Petersson).
89. V. Tanner: Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar III. Om landisens rörelser och afsmältning i finska Lappland och angränsande trakter. *Bull. Comm. géol. Finlande*, n:r 38.
90. —, *Dagbok, Pajala 1918.* (*S. G. U.*'s arkiv).
91. F. R. Tegengren, m. fl.: Sveriges ädlare malmer och bergverk. *S. G. U.*, ser. Ca, n:r 17.
92. O. Tenow: *Dagbok, 1899.* (*S. G. U.*'s arkiv).
93. Walter Wahl: Die Gesteine des Wiborger Rapakiwigebietes. *Fennia*, 45, 1925, n:r 20.
94. A. K. Wells: The nomenclature of the spilitic suite. *Geol. Magazine*, 59, 1922, s. 346; d:o 60, 1923, s. 62.
95. W. W. Wilkman: Übersicht der Gesteine im Gebiet des Kartenblattes Kajaani. *Bull. Comm. géol. Finl.*, n:r 92. (= *C. R. Soc. géol. Finl.*, n:r 3, Helsingfors 1930).
96. J. H. L. Vogt: On the Genesis of the Iron Ore Deposits of the Kiruna Type. *Geol. Fören. Förh.*, 49, 1927, s. 153.

# BERGGRUNDSKARTA ÖVER MALMTRAKTEN GEOLOGICAL MAP OF THE IRON-BEARING REGION KIRUNA-GÄLLIVARE-PAJALA

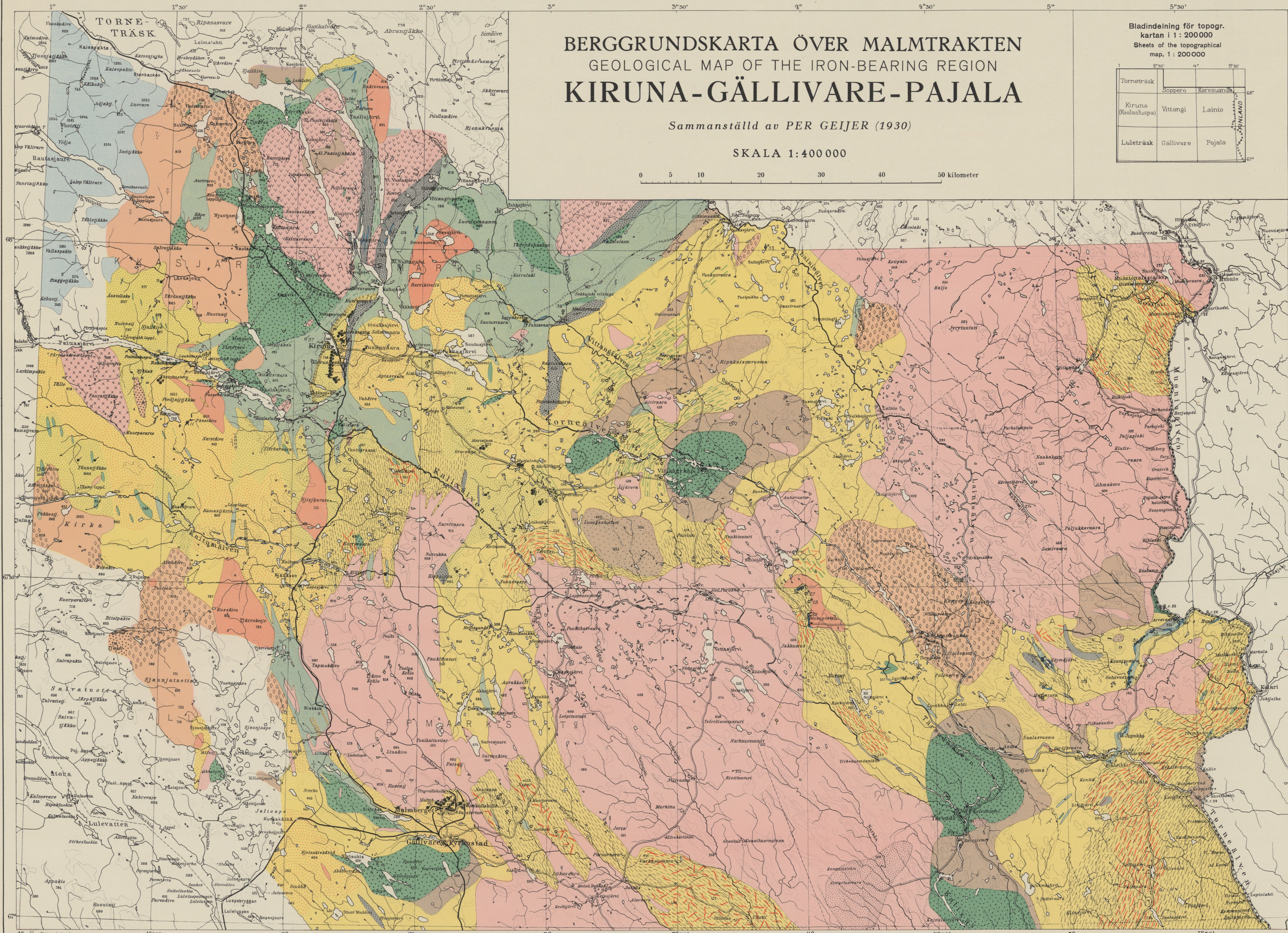
Sammanställd av PER GEIJER (1930)

SKALA 1:400 000

0 5 10 20 30 40 50 kilometer

Bladindelning för topogr.  
kartan i 1:200000  
Sheets of the topographical  
map, 1:200000

Tornetråk	Soppero	Karesuando
Kiruna (Kalsasjupa)	Vittangi	Lainio
Luleträsk	Gällivare	Pajala



- Fjällkedjans bergarter (kambrosilur, kaledoniska eruptiv och överskjutna urbergspartier).  
Rocks of the mountain range, Cambro-Silurian sediments, Caledonian intrusions, and overthrusted Pre-Cambrian.
- YNGRE DJUPBERGARTER, YOUNGER PLUTONIC ROCKS.
- Granit, Linatyp. Granite, Lina type.
  - Granit, Kompelusvaaratyp. Granite, Kompelusvaara type.
- VAKKOFORMATIONEN, VAKKO SERIES.
- Kvartsitsandsten, delvis med konglomeratbäddar. Quartzitic sandstone, in part with conglomerate beds.
  - Bottenbildningar, och fyllit med lager av kalksten och dolomit. Basal conglomerate, and phyllite with beds of limestone and dolomite.
- ÄLDRE DJUPBERGARTSGRUPPEN, OLDER PLUTONIC ROCKS.
- Gabbro (inkl. olivingabbro, norit och diorit). Gabbro (incl. olivine-gabbro, norite, and diorite).
  - Kalk-alkali-syeniter (inkl. kvartsförande led). Lime-alkali-syenites (incl. quartz-bearing phase).
  - Natronseriens kvartsyenit (Luongastunturi) och anortosit (Pajala). The soda series: quartz-syenite (Luongastunturi), anorthosite (Pajala).
  - Plagioklas-pertit-syenit. Plagioclase-perthite-syenite.
  - Pertitsyenit. Perthite-syenite.
  - Kvarts-pertit-syenit. Quartz-perthite-syenite.
  - Pertitgranit. Perthite-granite.
  - Granit, plagioklasrik. Granite, rich in plagioclase.
  - Granit, mikroklinrik. Granite, rich in microcline.
- SMÄRRE GRÖNSTENSINTRUSIONER, HYPABYSSIC GREENSTONE INTRUSIONS.
- Uralitdiabas, metadiabasamfibolit, porfyrit. Uralite diabase, amphibolitic metabasite, porphyrite.
  - Föreg. i form av smärre kroppar i leptit el. vulkanisk grönsten. The prec. group as small bodies in leptite or volcanic greenstone.
- PORFYR-LEPTIT-FORMATIONEN, THE PORPHYRY-LEPTITE SERIES.
- Kvartsit, med konglomerat. Quartzite, with conglomerate.
  - Övervägande kvartsförande porfyryr och deras leptitiska ekvivalenter. Mainly quartz-bearing porphyries, and their leptitic equivalents.
  - Övervägande syenitporfyryr (inkl. albitofyryr) och deras leptitiska ekvivalenter. Mainly syenite-porphyries (incl. albitophyre), and their leptitic equivalents.
  - Övervägande leptit, glimmerförande, vanl. grå, ofta skiktad. Mainly leptite, micaceous, generally gray, often stratified.
  - Leptitisk och grövre gnejs, till sammansättningen jämförlig med föreg. Leptitic and coarser gneiss, in composition similar to the prec. group.
  - Konglomerat (Kurravaarakonglomerat och liknande). Conglomerate (Kurravaara conglomerate, and similar deposits).
  - Porfyryr-leptit-formationen, karaktär ej närmare känd. Porphyry-leptite series, unclassified.
  - Skiktad amfibolit, växelagerande med leptit. Bedded amphibolite, alternating with leptite.
  - Vulkaniska grönstenar (spilit, porfyrit, albitporfyrit, tuff, o. motsv. amfiboliter). Volcanic greenstones (spilit, porphyrites, albit-porphyrites, tufts, and corresponding amphibolites).
  - Kalksten och dolomit. Limestone and dolomite.
  - Leptit med granitgångar (Linagranit). Leptite with granite dikes (Lina granite).
  - Leptit med pegmatitgångar (tillhörande Linagraniten). Leptite with pegmatite dikes (belonging to the Lina granite).
  - Ådergnejs (granit- och pegmatitmaterial tillhör Linagraniten). Veined gneiss (the granite and pegmatite material belongs to the Lina granite).
- Myrmarkskonturer. Contours of bog areas.
- Förkastning, iakttagen, resp. sannolik. Fault, observed, resp. probable.
- Järnmalmfyndighet av Kirunatyp, större. Fält, vilkas namn ej framgå av kartan, äro numererade (1. Svappavaara, 2. Leveäniemi, 3. Painirova, 4. Nakerivaara). Iron ore deposit, Kiruna type. Key numbers are used, if the name is not given on the map.
- D:o smärre förekomst. (5. Killingi, 6. Ylipäänsjaska, 7. Tansari, 8. Dundret, The same, small deposit. 9. Äustellako).
- Blodstensfyndighet, Haukityp el. liknande. (10. Haukivaara, 11. Skuokimjokk). Hematite deposit, Hauki or similar type.
- Skarnjärnmalmfyndighet, större. Deposit of iron ore with skarn. (12. Laukujärvi, 13. Vieto, 14. Toppi, 15. Njuotjamavare, 16. Tjavelk, 17. Kes. Käyrävaara, 18. Altaavaara, 19. Vathanavaara, 20. Mänty Vathanavaara, 21. Sorvivuoma, 22. Jänkkä, 23. Svanholmdet, 24. Numasjärvenmaa, 25. Kuusi Numasvaara, 26. Nya Isovaara, 27. Väiväara, 28. Väihävaara, 29. Junosuando, 30. Pellivuoma, 31. Tapilivuoma, 32. Palotieva, 33. Kevus, 34. Sattavaara, 35. Teltaja).
- D:o smärre förekomst. The same, small deposit. (36. Pahosvaara, 37. Kojuvaara, 38. Sekkujoki, 39. Nälkävuoma o. Nälkjärvi, 40. Valkurkio, 41. Ylisuannonmaa, 42. Haren, 43. Kiilavaara).
- Järnmalm, skiktad, vanligen kvartsig. Iron ore, bedded, generally siliceous.
- Kopparmalmfyndighet, och smärre "anledning". Copper ore deposit, and smaller "prospect".
- Koppar- och järnmalmfyndighet. Deposit of copper and iron ore.
- Granitfyndighet. Granite deposit.

Underlaget huvudsakligen efter Generalstabens översiktskarta över Sverige.

GENERALSTABENS LITOGR. ANSTALT, STHLM.

## Årsbok 22 (1928).

N:o 351	GELJER, PER, Masugnshyfältens geologi. Med en karta. Summary: Geology of the Iron Ore Fields at Masugnshbyn. 1929 . . . . .	1,00
» 352	JOHANSSON, S., Nyare jordarts- och markreaktionsundersökningar och deras betydelse för jordbruket. Med 2 tavlor. 1929 . . . . .	1,00
» 353	LUNDQVIST, G., Studier i Ölands myrmarker. Med 9 tavlor. Resumee in deutscher Sprache. 1928 . . . . .	3,00
» 354	ASKLUND, B., Kalirika bergarter inom södra och mellersta Sverige jämte en kort översikt av den svenska experimentverksamheten för framställning av kaligödselmedel. English summary. 1929 . . . . .	1,00
» 355	WESTERGÅRD, A. H., A deep boring through Middle and Lower Cambrian strata at Borgholm, Isle of Öland. 1929 . . . . .	1,00

## Årsbok 23 (1929).

» 356	BESKOW, G., Om jordarternas kapillaritet. En ny metod för bestämning av kapillärkraften (eller kapillära stighöjden). Summary: on the capillarity of soils. A new method for determining the capillary pressure (or the capillary rise.) 1930 . . . . .	1,00
» 357	ASSARSSON, G. and SUNDIUS, N., On the constitution of hydrated Portland cement. With one Plate. 1929 . . . . .	0,50
» 358	MUNTHE, H., Några till den fennoskandiska geokronologien knutna frågor. 1929 . . . . .	0,50
» 359	SAHLSTRÖM, K. E., Förteckning över lodade sjöar i Sverige. 2. 1929	0,50
» 360	MAGNUSSON, N. H., Gillbergaskälens byggnad. Med 2 tavlor. Summary: The Gillberga syncline. 1929 . . . . .	2,00
» 361	HEDSTRÖM, H., Fosforitbollar från Visingsöserien? 1930 . . . . .	0,50
» 362	HEDSTRÖM, H., Mobergella versus Discinella; Paterella versus Scapha & Archæophiala. (Some questions on nomenclature.) 1930 . . . . .	0,50
» 363	HÄGG, R., Die Mollusken und Brachiopoden der Schwedischen Kreide. 1. Eriksdal. Mit 5 Tafeln. 1930 . . . . .	2,00

## Årsbok 24 (1930).

» 364	SAHLSTRÖM, K. E., A seismological map of Northern Europe. With one Plate. 1930 . . . . .	0,50
» 365	NORDQVIST, H., Granitindustrien i Förenta staterna. Med 2 tavlor. 1931	5,00
» 366	GELJER, PER, Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Med en karta. Summary: Pre-cambrian geology of the iron-bearing region Kiruna—Gällivare—Pajala. 1931 . . . . .	4,00

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

N:o 13	MAGNUSSON, N. H., Nordmarks malmtrakt. Geologisk beskrivning. Summary: The Iron and Manganese ores of the Nordmark district. 1929	7,00
» 19	WEDEKIND, R., Die Zoantharia rugosa von Gotland (bes. Nordgotland). Nebst Bemerkungen zur Biostratigraphie des Gotlandium. Mit 30 Tafeln. 1927 . . . . .	8,00
» 20	GELJER, PER, Stråssa och Blanka järnmalmfält, Geologisk beskrivning. Med 5 tavlor. Summary: The Iron Ore Fields of Stråssa and Blanka. 1927 . . . . .	5,00
» 22	GELJER, PER, Gällivare malmfält. Geologisk beskrivning. Med 4 tavlor With a summary: Geology of the Gällivare iron ore field. 1930 . . . . .	10,00
» 23	MAGNUSSON, N. H., Långbans malmtrakt. Geologisk beskrivning. Med 10 tavlor. Summary: The iron and manganese ores of the Långban district. 1930 . . . . .	8,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 8*