

BULLETIN  
DE LA  
COMMISSION GÉOLOGIQUE  
DE FINLANDE

---

N:o 62

TOHMAJARVI-KONGLOMERATET OCH DESS FÖRHÅLLANDE  
TILL KALEVISKA SKIFFERFORMATIONEN

AV  
W. W. WILKMAN

---

MED 15 FIGURER OCH EN KARTA

---

DEUTSCHES REFERAT

---

HELSINGFORS 1923

## Fascicules parus du Bulletin de la Commission géologique de Finlande.

N:o 1.	Cancrinitysenit und einige verwandte Gesteine aus Kuolajärvi, von WILHELM RAMSAY und E. T. NYHOLM. Mit 4 Figuren im Text. Mai 1896.....	4:—
N:o 2.	Ueber einen metamorphosirten präcambrischen Quarzporphyr von Karvia in der Provinz Åbo, von J. J. SEDERHOLM. Mit 12 Figuren im Text. Dec. 1895	4:—
N:o 3.	Till frågan om det sen-glaciala hafvets utbredning i Södra Finland, af WILHELM RAMSAY, jemte Bihang 1 och 2 af VICTOR HACKMAN och 3 af J. J. SEDERHOLM. Med en karta. Résumé en français: La transgression de l'ancienne mer glaciaire sur la Finlande méridionale. Febr. 1896.....	7:—
N:o 4.	Ueber einen neuen Kugelgranit von Kangasniemi in Finland, von BENJ. FROSTERUS. Mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. April 1896.....	7:—
N:o 5.	Bidrag till kändedomen om Södra Finlands kvartära nivåförändringar, af HUGO BERGHELL. Med 1 karta, 1 plansch och 16 figurer i texten. Deutsches Referat: Beiträge zur Kenntnis der quartären Niveauschwankungen Süd-Finnlands. Mai 1896.....	9:—
N:o 6.	Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finnland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges, von J. J. SEDERHOLM. Mit 2 Karten, 5 Tafeln und 96 Figuren im Text. Febr. 1899	23:—
N:o 7.	Über Strandbildungen des Litorinameeres auf der Insel Mantsinsaari, von JULIUS ALLIO. Mit 1 Karte und 8 Figuren im Text. April 1898.....	7:75
N:o 8.	Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora, af GUNNAR ANDERSON. Med 21 figurer i texten och 216 figurer å 4 taflo. Deutsches Referat: Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finlands. Dec. 1899	19:—
N:o 9.	Esquisse hypsométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 1 carte. Nov. 1899.....	6:—
N:o 10.	Les dépôts quaternaires en Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 2 figures dans le texte et 1 carte. Nov. 1899.....	6:—
N:o 11.	Neue Mitteilungen über das Ijolithmassiv in Kuusamo, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Karten, 12 Figuren im Text und 4 Figuren auf einer Tafel. März 1900	7:—
N:o 12.	Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå, von WILHELM RAMSAY und L. H. BORGSTRÖM. Mit 20 Figuren im Text. März 1902.....	5:—
N:o 13.	Bergbyggnaden i sydöstra Finland, af BENJ. FROSTERUS. Med 1 färglagd karta, 9 taflo och 18 figurer i texten. Deutsches Referat: Der Gesteinsaufbau des südöstlichen Finland. Juli 1902.....	19:—
N:o 14.	Die Meteoriten von Hvittis und Marjalahti, von LEON. H. BORGSTRÖM. Mit 8 Tafeln. April 1903.....	12:50
N:o 15.	Die chemische Beschaffenheit von Eruptivgesteinen Finlands und der Halbinsel Kola im Lichte des neuen amerikanischen Systemes, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Tabellen. April 1905.....	12:50
N:o 16.	On the Cancrinite-Syenite from Kuolajärvi and a Related Dike rock, by I. G. SUNDELL. With one plate of figures. August 1905.....	6:—
N:o 17.	On the Occurrence of Gold in Finnish Lapland, by CURT FIRCKS. With one map, 15 figures and frontispiece. Nov. 1906.....	8:—
N:o 18.	Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. I. Till frågan om Ost-Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER. Med 23 bilder i texten och 6 taflo. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. I. Sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark oriental. Mars 1907.....	17:—
N:o 19.	Die Erzlagerstätten von Pitkäranta am Ladoga-See, von OTTO TRÜSTEDT. Mit 1 Karte, 19 Tafeln und 76 Figuren im Text. November 1907.....	38:—
N:o 20.	Zur geologischen Geschichte des Kilpisjärvi-Sees in Lappland, von V. TANNER. Mit einer Karte und zwei Tafeln. April 1907.....	7:—

**TOHMAJÄRVI-KONGLOMERATET  
OCH DESS FÖRHÅLLANDE TILL KALEVISKA  
SKIFFERFORMATIONEN**

AV

**W. W. WILKMAN**

---

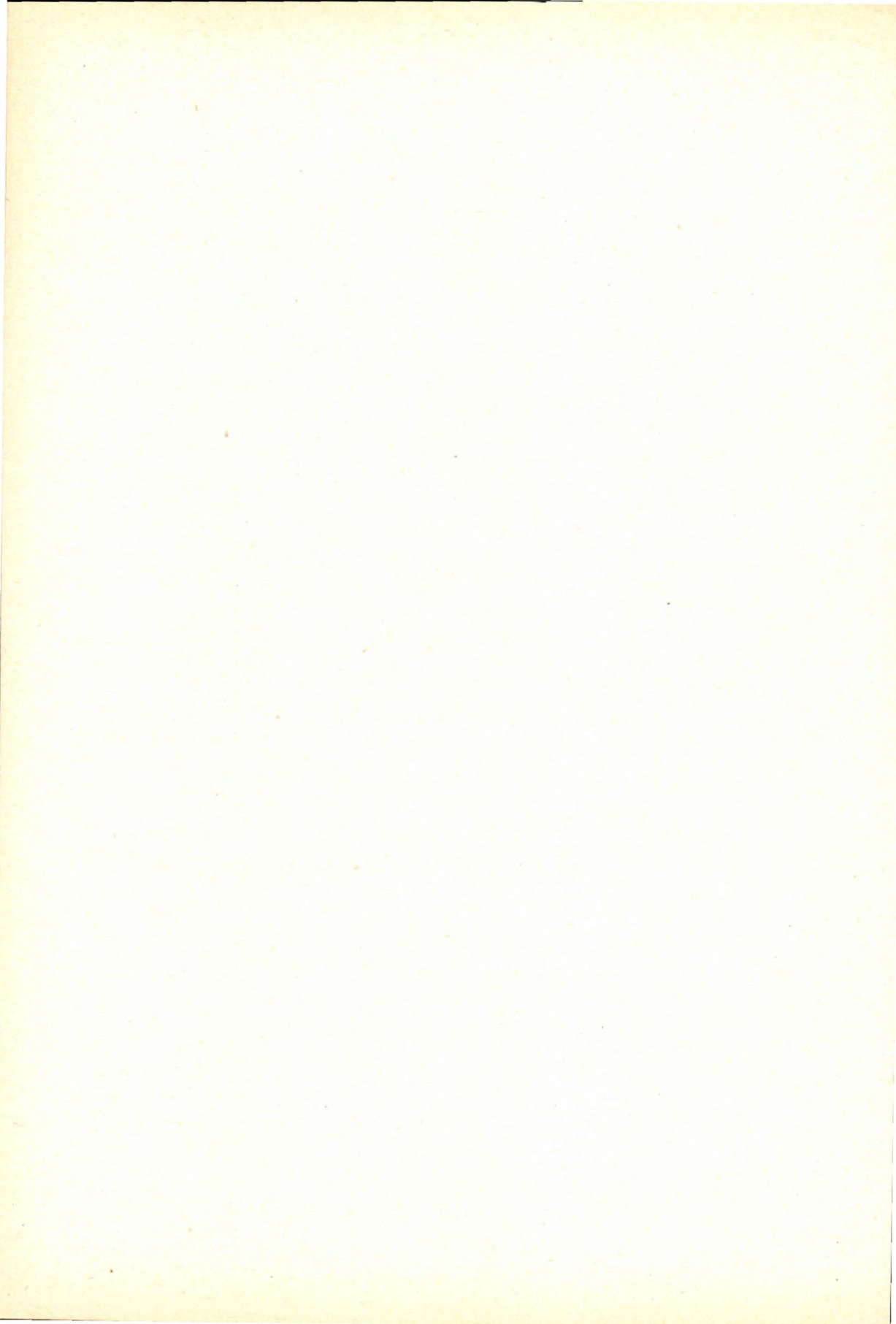
MED 15 FIGURER OCH EN KARTA

---

DEUTSCHES REFERAT

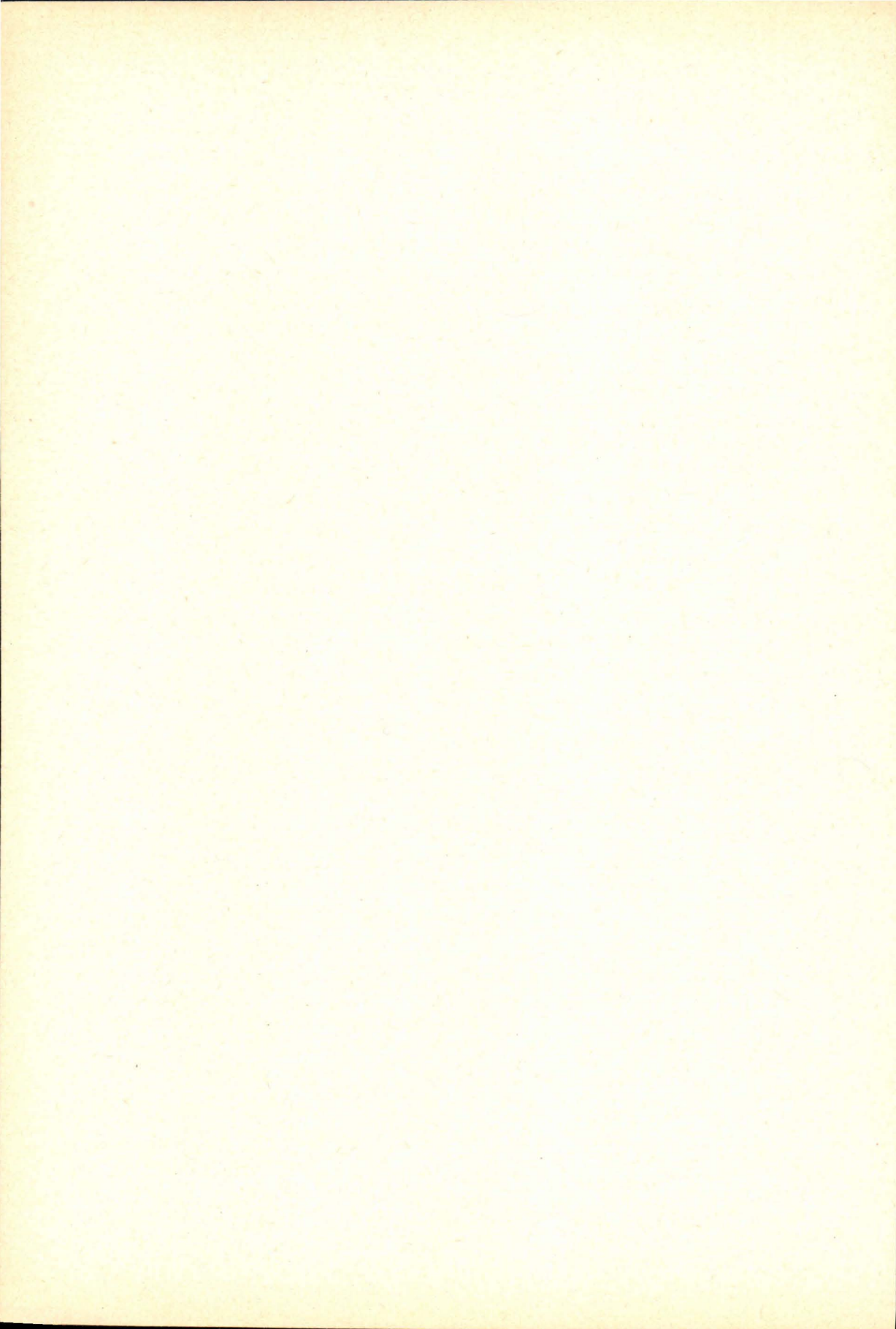
---

HELSINGFORS 1923  
STATSRÅDETS TRYCKERI



## INNEHÅLL

	Sida
<b>Inledning</b> .....	5
<b>Allmän överblick över traktens geologiska förhållanden</b> .....	7
<b>Tohmajärvi konglomeratfält</b> .....	7
Konglomeratets beskaffenhet .....	8
Konglomeratets bindemedel .....	12
Granat- och amfibolrikt bindemedel .....	12
Metamorfiskt »vittringsgrus» .....	16
Konglomeratets stratigrafi .....	18
<b>Kvartsiter</b> .....	19
<b>Dolomit och kalksten</b> .....	22
<b>Fylliter och glimmerskiffrar</b> .....	24
Rostig fyllit .....	24
Staurolitglimmerskiffer .....	24
<b>Amfiboliten och dess kontaktförhållanden mot skiffrarna</b> .....	25
Amfibolitens sammansättning .....	25
Amfibolitens metamorfos .....	28
Amfibolitens beskaffenhet vid skiffergränsen .....	29
Amfibolitens och skiffrarnas kontaktförhållanden .....	30
Grafit- och kisimpregnation .....	32
Amfibolitgångar och skifferinneslutningar .....	32
Ådror av växlande sammansättning .....	34
Sammanfattning av iakttagelserna vid amfibolitkontaktorna .....	36
<b>Granat-diopsidskarn</b> .....	37
<b>Geologiska slutsatser</b> .....	39
<b>Deutsches Referat</b> .....	41



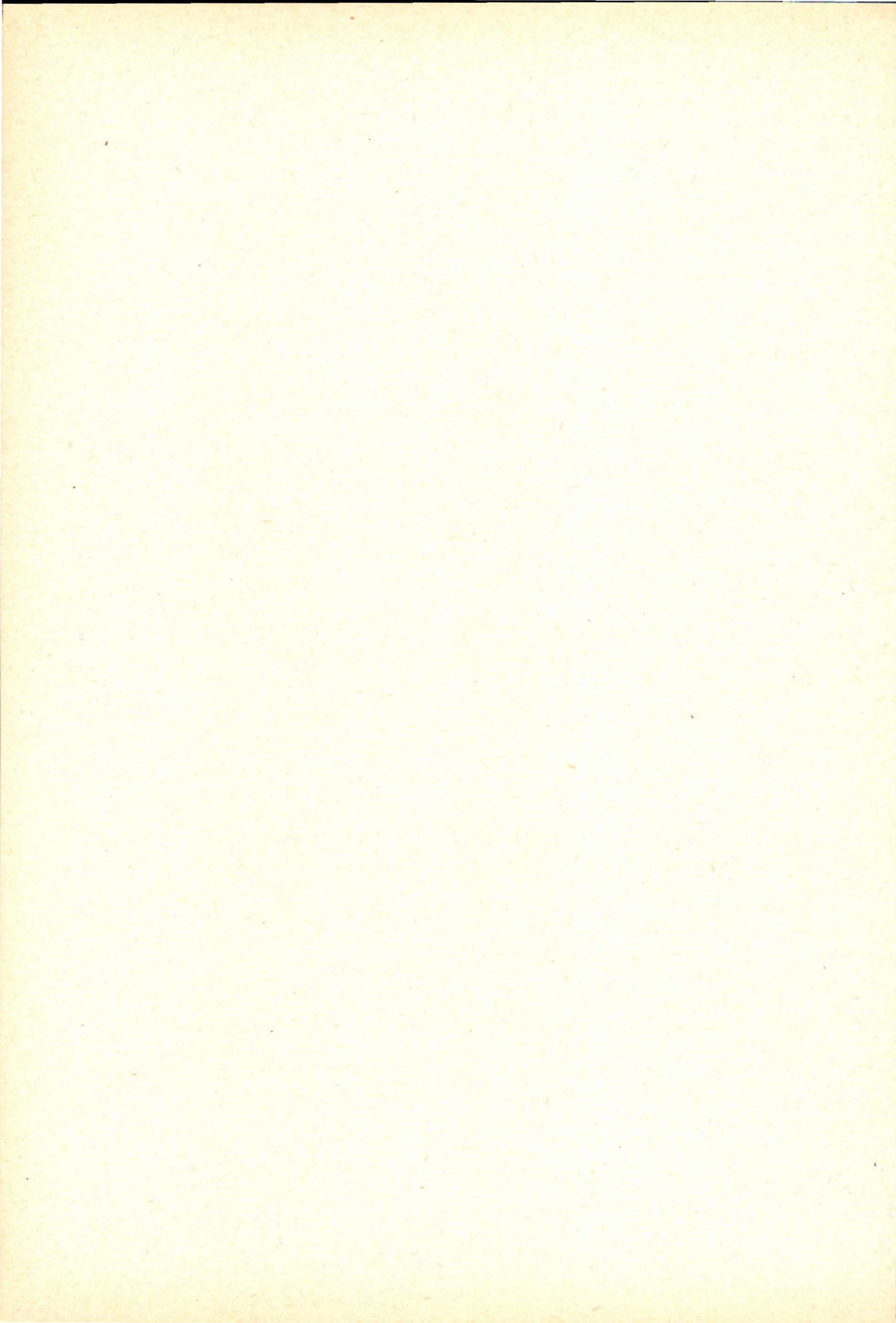
## Inledning.

Under sommaren 1922 undersökte och kartlade undertecknad på uppdrag av Geologiska kommissionen detaljerat ett sedan länge känt konglomeratfält inom skifferterrängen i Tohmajärvi socken (upptäckt av undertecknad under de geologiska fältarbetena år 1895). Ändamålet med undersökningen var att såvitt möjligt försöka fastställa konglomeratets och de omgivande skiffrarnas och basiska bergarternas ålderställning. Frågan, om dessa bergarter höra till en och samma formation, eller om de kunna uppdelas i bergartsgrupper av olika ålder, har länge varit under diskussion, och har trakten besökts upprepade gånger av geologer, främst professor J. J. SEDERHOLM, som varit särskilt intresserad av spörsmålet.

Kartläggningen av konglomeratet skedde i skala 1:5 000 och av omgivningen i skala 1:20 000. I nedanstående uppsats framläggas resultaten av undersökningen. I densamma ingår en geologisk karta över konglomeratfältet och omgivningen i skala 1:70 000.

Helsingfors maj 1923.

*W. W. Willemann.*





## Allmän överblick över traktens geologiska förhållanden.

Landskapet i Tohmajärvi socken i östra delen av Kuopio län hör till en typ, där vidsträckta kärr- och slättmarker omväxla med bergiga moränryggmarker. Det undersökta området omfattar trakten NW och W om Tohmajärvi sjö. Berggrunden i denna del består huvudsakligen av finkorniga fylliter och glimmerskifferar, av vilka de sistnämnda vanligen äro staurolitförande. Skifferbergarterna intaga slättmarkerna och de högre, långsluttande moränryggmarkerna i Kemie (Tohmajärvi) by NW om Tohmajärvi sjö samt Jouhkola och Akkala byar W om nämnda sjö. Till skifferarna ansluta sig här och var mindre kvartsit-förekomster och ett dolomit-lager vid Luosonjoki å. I mitten av området löper från NW-stranden av Tohmajärvi sjö i NW-lig riktning en starkt kuperad bergig terräng, uppbyggd av talrika, ända till 50—80 m höga, i NW- eller NNW-riktning utsträckta, brantstupande amfibolit-berg, vilka ligga än gruppvis, än åtskilda av smala och djupa kärrdälder. Inom denna terräng ligga traktens högsta berg Hienvaara, S om Väärämäenlahti, och Hyypiinvaara (båda c. 165 m ö. h.). Vid östra randen av amfibolitområdet, i trakten kring barnhemmet (Lastenkoti) c. 2 km NW om kyrkan, uppträder det s. k. Tohmajärvi-konglomeratet, vilket i det följande jämte angränsande bergarter närmare beskrives.

### Tohmajärvi konglomeratfält.

Konglomeratet uppträder i en småkuperad terräng kring barnhemmet, där bergarten framsticker i talrika hållar i backsluttningarna såväl W som N, NE och SE om nämnda kommunala inrättning. Fältet böjer sig bågformigt mot W och SE samt har en längd av c. 2 km och bredd av 0.5—0.7 km. Det är ganska väl begränsat. I norr åtskiljer en smal ängsänka konglomeratet från en flik av amfi-

boliten vid Kankkunens torp. I W och S löpa även mer eller mindre breda dalsänkor på gränsen mellan dessa bergarter. I E sammanhänger konglomeratet med skifferarna, men konglomeratberggruppen höjer sig ansevärt över den låglänta skifferterrängen.

**Konglomeratets beskaffenhet.** I kullen N om barnhemmet är konglomeratet synligt i väl blottade hållpartier (fig. 1, 2 och 3). Det innehåller talrika, i skiffrihetsriktningen utsträckta, rundade fragment av följande bergarter: småkornig, ljusare eller mörkare grå, ofta svagt porfyrisk, biotitförande granitgneis; tryckskiffrig diorit, med linsformigt utdragna fältspatsströkorn; finkornig, ljusgrå aplit; vitgrå kvartsit. Fragmenten ha ofta formen av ovala eller linsformiga rullstenar och nå en längd av 20—30 cm; medelstorleken är 3—10 cm. Lager med grovt material växellagra med sådana, där



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 1. Typiskt konglomerat från kullen N om barnhemmet, Tohmajärvi. De grå fragmenten bestå dels av massformig, dels skiffrig, omvandlad granitgneis och diorit; de ljusa av aplit och vit kvartsit.



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 2. Konglomerat med växellagrande skikt av olika grovlek; från kullen N om barnhemmet, Tohmajärvi.



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 3. Fragmentrikt »gruslykande» konglomerat från kullen N om barnhemmet, Tohmajärvi.

de inneslutna stenarna äro mindre eller fåtaliga (fig. 2). Genom att stenarna ligga tätt intill varandra och äro relativt små, får konglomeratet utseendet av en metamorfisk grusmassa (fig. 3). Dessutom omväxla konglomeratlagren med flere m breda lager av finkornig, kvartsrik glimmerskiffer. Lagren stå i regeln brant uppresta och äro hopveckade. Genom slitningar och förskjutningar i sådana starkt hopskrynkade partier hava bildningar uppstått, som påminna om konglomerat, därigenom att skikt delar avsnörts och omgivits av skiffermassan (fig. 4).



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 4. Starkt hopveckad skiffer från E- slutningen av kullen N om barnhemmet, Tohmajärvi. De ljusa partierna bestå av kvartsrikt, de mörka av glimmerrikt skiffermaterial.

Granitgneisfragmenten äro starkt omvandlade. I ett preparat av ett sådant fragment från konglomeratet i slutningen c. 0.5 km W om barnhemmet visade sig bergarten vara sammansatt av ljusa och mörka strimmiga partier. De ljusa bestå av starkt omvandlad plagioklas och kvarts. Plagioklaskornen äro oregelbundet rundade, flikiga (storlek 0.5—1 mm) och uppfyllda av omvandlingsprodukter: formlösa massor av sericit, zoisit, epidot och kvarts. Endast i enstaka friskare korn kan albittvillingsstreckning iakttagas och är sammansättningen på grund av denna och ljusbrytningen  $An_8$ — $An_{15}$ . Bergartsmassan mellan dem består av finkornig kvarts, biotit, klorit, sericit och kalcit. Ställvis finnas körtelformiga partier av större kvartskorn och trasiga, ända till 2 mm stora granatkorn, genomvuxna av de övriga mineralen. Kvartsen har starkt undulerande utsläckning. De mörka strimmorna bestå av biotit.

Mellan biotitrika granitgneisfragment och sådana av dioritisk typ ses övergångar. De senare bestå huvudsakligen av plagioklas ( $An_{35}$ ), kvarts, biotit och klorit. Plagioklasen bildar 0.4—1 mm stora, otydligt begränsade korn, vilka äro starkt omvandlade och grumliga, vid ränderna övergående i den finkorniga, av 0.01—0.1 mm stora kvarts- och fältspatkorn samt små biotit- och

kloritfjäll sammansatta bergartsmassan. Biotiten är starkt pleokroitisk, ljusbrun—mörkbrun och utbildad som 0.05—0.3 mm stora fjäll.

Huvudbeståndsdelarna i ett fragment av strimmig diorit från konglomeratet N om barnhemmet äro: omvandlad plagioklas  $An_{30}$ , kvarts, hornblende och biotit; accessoriska och omvandlingsprodukter: granat, kalcit, sericit, zoisit. Hornblendet är starkt pleokroitiskt, gult—blågrönt och bildar trasiga, korroderade stänglar, vilka tillsammans med små biotitfjäll äro anhopade i fläckar eller korta strimmor.

Aplitfragmenten bestå av en finkornig blandning av kvarts och plagioklas, innehållande sparsamt små biotitfjäll. Bergarten är tydligt parallelstruerad, varvid de större kvartskornen (storlek 0.03—0.8 mm) och plagioklaskornen (storlek 0.1—1.2 mm) äro anhopade skilt för sig i korta strimmor. Mellanrummen mellan dem är utfylld av en mycket finkornig grundmassa av samma beståndsdelar (kornstorlek 0.01—0.05 mm), vilka i motsats till de förra äro otydligt begränsade, hakformigt ingripande i varandras kristallisationsfält. Kvartskornen visa svagt undulerande utsläckning; plagioklaskornen äro grumliga och omvandlade.

Ovan uppräknade bergarter äro alla sådana, som allmänt uppträda inom granitgneisterränger, och därför sannolikt även härstamma från granitgneisbotten. Den stora rikedom på omvandlingsprodukter tyder på, att fragmenten undergått en omvandlings- eller vittringsprocess redan innan de inneslutits i konglomeratet. Av annat ursprung äro sannolikt de i konglomeratet ganska allmänt uppträdande gråvita kvartsitstyckena. De äro i allmänhet mindre (storlek 2—8 cm) och bestå nästan uteslutande av små, rundade, i genomsnitt polygonala kvartskorn (kristalloblastisk struktur). I fogarna mellan dessa finnas endast mycket sparsamt små malmkorn, biotitfjäll och zoisitkorn. Då kvartsitstyckena ofta äro väl rullade, utesluter detta antagandet, att de skulle höra till konglomeratets bindemedel, utan måste man antaga, att de leda sitt ursprung från en formation, äldre än konglomeratbildningen, och kan härvidlag en direkt på granitgneisbotten avlagrad kvartsit närmast ifrågakomma.

Bollar av grå pegmatitkvarts iakttagos i en konglomerathäll c. 250 m NW om barnhemmet. De förekomma här tämligen talrikt tillsammans med andra bergartsfragment i konglomeratets metamorfa »grusmassa». Finkorniga, gneisartade och kvartsrika, skifferartade fragment anträffas endast sparsamt i konglomeratet; de äro vanligen linsformigt utsträckta i bergartens

strykningsriktning, och det är ofta svårt att avgöra, om de äro verkliga fragment eller höra till konglomeratets skiffermassa.

**Konglomeratets bindemedel.** Cementet mellan fragmenten i konglomeratet består av en kristallinisk, fin- eller småkornig skiffermassa av växlande sammansättning och innehållande små, i skiffrihetsriktningen utsträckta bergartssplittror. I en håll vid stigen strax N om barnhemmet, där skikt med grövre och finare material (»grusiga och leriga») alternera med varandra, består skiffermassan av grön, tämligen svagt pleokroitisk biotit, kvarts, vittrad plagioklas, sparsamt klorit, hämatitpartiklar och små zoisitkorn. Bergartssplittorna bestå av småkornig kvarts, större kvartskorn och starkt omvandlade plagioklaskorn. På andra ställen är skiffermassan glimmerskifferartad (kornstorlek 0.02—0.2 mm), bestående av kvarts, brun, starkt pleokroitisk biotit och plagioklas (oligoklasalbit).

I skiffermassan ses ofta mellan fragmenten slingrande slingor av tät, grafitrik skiffer (kornstorlek  $< 0.01$  mm). Liknande, mörk, kolrik fyllit finnes på flere ställen som tillplattade fragment i konglomeratet och den innehåller ofta små granater. Då emellertid såväl kvartsrika som mörka, fyllitartade och t. o. m. amfibolitartade, granatförande skikt ganska allmänt påträffas i konglomeratet, är det mycket troligt, att dessa fragment höra till själva skiffermassan.

**Granat- och amfibolrikt bindemedel.** Under ett besök i trakten år 1906 anställde ing. O. Trüstedt sprängningar i en konglomerathåll vid stigen N om barnhemmet (i NW-delen av tidigare nämnda kulle). I stuffer, som härifrån då medtogos och som numera undersökts av författaren, består bindemedlet mellan fragmenten av ett småkornigt, amfibol- och granatrikt material, närmast liknande en granatamfibolit. Fragmenten bestå åter av de vanliga bergarterna: granitgneis, diorit, aplitartad granit, aplit och kvartsit.

**Granatamfibolitmassans** huvudbeståndsdelar äro hornblende, granat och biotit i ungefär lika mängd samt plagioklas; de äro vanligen fläckvis anhopade och sammanvuxna med varandra. I mindre mängd anträffas finkornig kvarts och sparsamt zoisit, kalcit, grafit och kiskorn.

Hornblendet uppträder dels som 1—3 mm stora, trasiga grupper, genomvuxna av små plagioklaskorn (storlek 0.05—0.08 mm), dels som enstaka friska individer, hos vilka iaktogs tvillingsbildning enligt 100. Det är starkt pleokroitiskt,  $\gamma$  blågrön  $> \beta$  brunaktigt grön  $> \alpha$  gulaktig; c:  $\gamma = 12^\circ$ ; dubbelbrytningen  $\gamma - \alpha = c$ . 0.028; optiska karaktären —,  $2V = c$ .  $70^\circ$ ; stark axeldispersion  $\rho > \nu$  och tydlig bisektrixdispersion. Att döma av de optiska egen-

skaperna skulle hornblendet till sin sammansättning ligga mellan vanligt och basaltiskt hornblende, dock närmare det förra.

Granatkornen äro 2—4 mm stora, än tämligen väl utbildade, än trasiga med ojämna ränder och sammanvuxna med små plagioklas- och kvartskorn. Färgen är rödaktig. Granaten förekommer överallt invuxen i bergartsmassan och synes stå i jämvikt med biotiten och plagioklasen. Där den gränsar till biotitgrupperna eller är invuxen i dem, äro gränserna mellan

mineralen vanligen raka och granaten ofta utbildad som tydliga idiomorfa kristaller. Gränserna mot hornblendet äro däremot ojämna och synes härvid en omvandling av granaten i hornblende hava ägt rum sålunda, att den sönderdelats och ersatts av små hornblendstänglar, plagioklas- och kvartskorn, vilka inträngt i densamma (jämför fig. 6, som visar ett liknande fall). På ett par ställen av det undersökta preparatet iakttogos i



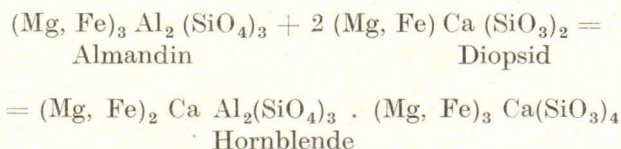
Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 5. Granatkorn gränsande till hornblende och omgivande en calcitindivid. Vanligt ljus, 15 × nat. storlek.

mitten av granatkornen större calcitindivider jämte små plagioklas-korn, biotitfjäll och kiskorn, kransformigt omgivna av en i mindre

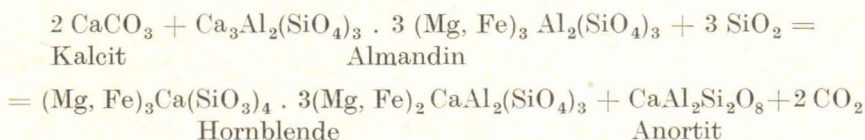
korn sönderfallen, men dock tämligen sammanhängande granatmassa. Granaten omgives åter till stor del av trasigt hornblende (se fig. 5).

Om således CaO ingått i form av calcit, dolomit eller diopsid i den ursprungliga bergartsmassan eller medels lösningar införts i densamma, har omvandlingen i hornblende skett på bekostnad av granaten (i detta fall sannolikt almandin), t. ex. enligt en av H. VÄYRYNEN uppställd formel<sup>1</sup>:



<sup>1</sup> HEIKKI VÄYRYNEN, Petrologische Untersuchungen der granitodioritischen Gesteine Süd-Ostbothniens, s. 59, 60, Bull. de la Comm. géol. de Finlande N:o 57.

∖ Ifall reaktionen hade skett mellan dolomit jämte kvarts (diopsid) och almandin, skulle således utan vidare vanligt hornblende bildats; i fall den skett mellan kalcit och almandin, skulle jämte vanligt hornblende även något anortit uppstått. Så vore även förhållandet, ifall reaktionen hade skett mellan kalkhaltig almandin och kalcit, då sannolikt ett mera basaltiskt hornblende skulle bildats<sup>1</sup>, t. ex. enligt formeln:



Då hornblendets optiska egenskaper häntyda på en svagt basaltisk karaktär hos detsamma och då kalcit funnits i bergartspreparatet, så giver detta stöd åt antagandet, att en liknande reaktion som den sistnämnda här ägt rum och att granaten varit något kalkhaltig.

Vad beträffar det faktum, att granaten omsluter en kalcitindivid, kunde detta möjligen förklaras sålunda, att kalciten är en sekundär bildning eller ock så, att kolsyretrycket åstadkommit ett jämviktstillstånd mellan denna och granaten.

Plagioklasen bildar tillsammans med små biotitfjäll (ljusbruna—mörkbruna) en finkornig matrix (kornstorlek 0.05—0.08 mm), i vilken ovan beskrivna mineral uppträda porfyroblastiskt. I enstaka större plagioklaskorn kunde albittvillingsbildning med c. 27°:s maximalutsläckning i symmetriska zonen iakttagas, motsvarande sammansättningen An<sub>50</sub>.

I en stuff från ifrågavarande konglomeratlager, med granat- och amfibolrik grundmassa, iaktogs ett finkornigt gneisfragment, vars beståndsdelar äro: huvudsakligen kvarts, plagioklas och biotit; sparsamt hornblende, zoisit och kalcit. Beståndsdelarna äro fördelade i parallella, korta strimmor av något större kornstorlek (0.1—0.5 mm) och en finkornig grundmassa av kvarts och plagioklas. Plagioklasen är starkt omvandlad; hornblendet uppträder som enstaka trasiga aggregat. Kontakten mellan fragmentet och granat-amfibolitmassan är skarp, men den sistnämnda består här nästan uteslutande av brungrönt—blågrönt hornblende, utbildat som egenomliga, nästan spiralformiga vridna långa stänglar, mellan vilka

<sup>1</sup> Jämför triangelprojektionerna i PENTTI ESKOLAS: Orijärvitraktens metamorfa bergarter, Bull. de la Comm. géol. de Finlande N:o 44, s. 40, och i VÄYRYNENS citerade avhandling s. 70.



här och var sparsamt anträffas grönfärgad biotit, klorit, kis- och kalcitkorn. Strukturen påminner i hög grad om strukturen hos en kontaktbergart på gränsen mellan amfibolit och skiffer (se längre fram s. 30).

Makroskopiskt synes granatamfibolitmassan åderformigt omslingra och inträngda i mellanrummen mellan tätt liggande fragment. Fragmenten äro ojämnt fördelade och den amfibolrika bergartsmassan alternerar skiktvis med finkornigare, linsformigt utdragna, kvartsrika skikt. I kullen N om barnhemmet finnes ett c. 2 m brett, i c. N 40° E strykande lager av sådan kvartsrik skiffer, som är mörkgrå med massformigt utseende, ställvis omslutande konglomeratpartier. Den består av kvarts, hornblende, biotit, klorit och granatkorn. Kornstorleken är 0.05—0.3 mm. Kvartsen utgör huvudbeståndsdelen och har omkristalliserat som polygonala korn med mycket svagt undulerande utsläckning. De övriga beståndsdelarna bilda fyllnadsmaterialet i fogarna mellan kvartskornen i form av formlösa korn eller trasiga, korroderade aggregat. Hornblendet är ljusbrungrönt—blågrönt, biotiten grönbrun. Granaten är svagt rödfärgad. Bergarten liknar närmast en mörk kvartsit. Lager av liknande mörkgrå bergart ha iakttagits i konglomeratryggen vid landsvägen och torpet c. 1 km N om Tohmajärvi kyrka samt i SE-delen av ett konglomeratberg 0.4 km W om barnhemmet.

Konglomerat med granat- och amfibolrik skiffermassa har vidare anträffats i E-delen av en hållkomplex, c. 0.5 km W om barnhemmet. Bergarten är här biotitrikare och tydligt skiffrig.

Mineralsammansättningen, bestämd enligt ROSIWALS metod, är följande:

	Vikt.
Biotit .....	41.0 %
Granat (sp. v. 4.16 <sup>1</sup> ) .....	27.1 »
Hornblende .....	16.1 »
Plagioklas, An <sub>36</sub> .....	15.8 »
	100.0 %

Av beståndsdelarna är biotiten starkt pleokroitisk, ljusbrun—svartbrun och utbildad som 0.1—0.6 mm stora fjäll, utsträckta i bergartens skiffrihetsriktning och anhopade i 1—3 mm tjocka och 6—12 mm långa strimmor tillsammans med små plagioklaskorn. I och mellan dessa strimmor ligga 1—2 mm stora, mer eller mindre omvandlade rödfärgade almandinkristaller jämte trasiga aggregat av hornblende och plagioklas (fig. 6). Hornblendet är starkt pleokroitiskt,

<sup>1</sup> Specifika vikten är bestämd medels en mycket känslig JOLLYS fjädersvåg.

$\gamma$  blågrön  $>$   $\beta$  brungrön  $>$   $\alpha$  gulaktigt ljusbrun;  $\gamma:c. = 15^\circ$ ; dubbelbrytningen  $\gamma - \alpha = 0.021$ , optiska karaktären negativ, svag axeldispersion  $\rho > r$ .

Av granatamfibolitgrundmassans sammansättning i konglomeraten på ovan nämnda ställen framgår, att halten av  $Al_2O_3$ , CaO och femiska beståndsdelar är relativt hög, jämförd med den i biotiten ingående kalihalten. Då bergarten bildar bindemedlet i ett konglo-

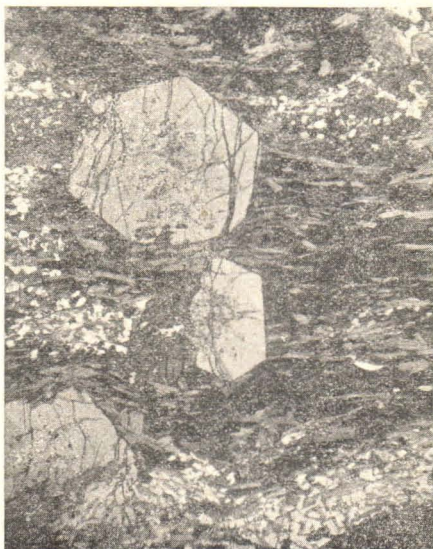


Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 6. Granat- och amfibolrik skiffermassa i konglomeratet c. 0.5 km W om barnhemmet, Tohmajärvi. Vanligt ljus,  $18 \times$  nat. storlek.

De mörka partierna bestå av biotitrik skiffermassa; i denna ligga större idiomorfa almandinkristaller (å bilden vita), av vilka den i mitten är delvis omvandlad i hornblende. Granatkornet nederst till vänster har sönderfallit i hornblende och plagioklas. De vitfläckiga partierna bestå av granatrest, hornblende- och plagioklaskorn samt biotitfjäll.

av en ojämnt kornig, grå kvartsitartad bergart med mörka skifferlingor. Bredden av dessa partier växlar mellan 0.5 och 6 m och längden mellan 2 och några tiotal m. Bergarten är i hällytorna något vittrad.

I mikroskopiska preparat visar bergarten något växlande sammansättning. Prov från olika ställen överensstämma dock däri med

merat, som här och var i form av 2—10 m mäktiga bäddar ligger mellan lager av vanligt konglomerat med glimmerskifferartat bindemedel och då de fragmentrika partierna ligga ojämnt fördelade och liksom inneslutna i amfibolitmassan, varvid bergartens kontakter mot fragmenten påminna om en effusivbergarts kontakter, kan man antaga, att bergarten icke uppkommit genom metamorfos av ett vanligt kalkhaltigt sand- och lersediment, utan har den sannolikt ursprungligen varit en tuff eller möjligen en basaltisk lava, som under en tid av vulkanisk verksamhet här och var utgjutits som bäddar på konglomeratlagren.

Metamorfiskt kvartsrik »vittringsgrus». På några ställen inom konglomeratfältet, t. ex, i hällar c. 300 m WNW, 200 m NE och 200 m SW om barnhemmet, anträffas mellan konglomeratlagren ore-gelbundna linsformiga partier

varandra, att bergarten innehåller en finkornig grundmassa (kornstorlek 0.05—0.2 mm) av synnerligen heterogen sammansättning, i vilken ligga talrika, i skiffrihetsriktningen utsträckta, c. 2 mm breda och 4—5 mm långa klumpar av grovkornig kvarts. I hällen WNW om barnhemmet består grundmassan huvudsakligen av plagioklas och kvarts, men härtill ansluta sig ännu en mängd olika mineral: hornblende, epidot, granat, klorit, sericit, kalcit, titanit och malmkorn. Hornblendet och granaten bilda trasiga aggregat, genomvuxna av de övriga beståndsdelarna. Granatkornen nå en storlek av ända till 2 mm. De äro starkt omvandlade och innesluta ställvis ljusgröna kloritfjäll (låg dubbelbrytning,  $\gamma - a = c. 0.006$ ) samt färglösa epidotkorn ( $\gamma - a = c. 0.012$ ). Även granaten visar stundom svag dubbelbrytning. Epidoten uppträder dock vanligen som formlösa, opaka massor, sannolikt utgörande omvandlingsprodukt efter större plagioklaskorn.

I en häll NE om barnhemmet består grundmassan av kvarts, biotit (ljus olivbrun—mörkbrun), klorit och muskovit. Här och var anträffas dessutom 1—2 mm stora, starkt omvandlade fältspatsfragment, bestående av en opak massa av kvarts, sericit, epidot och biotit. Små mörka skifferslingor, vilka ställvis iakttagas i bergartsmassan, bestå av finkornig kvarts och biotit.

I ängen SW om barnhemmet ligger en i W—E utsträckt häll, vars norra och västra del består av typiskt konglomerat med fragment av ljus aplit och biotitrik granitgneis. Lagren stryka i c. N 80° E, med 45° stupning mot S. Bindemedlet mellan fragmenten är än mörkfärgat, skifferartat, innehållande små granater, än ljus, kvartsrikt och vittrat (sannolikt karbonathaltigt). I östra delen av hällen övergår konglomeratet i bergart av ovan beskrivna typ, som till utseendet påminner om ett metamorfiskt, kvartsrikt vittringsgrus och här och var innehåller skarpare begränsade granit- och kvartsitartade fragment. Slingrande, ofta avbrutna amfibolrika ådror löpa i skiffrihetsriktningen N 35° W genom bergarten. Även rostiga skifferliknande skikt iakttogos i denna del av hällen.

Av bergartens sammansättning framgår, att den huvudsakligen består av samma nybildade mineral och vittringsprodukter, som äro karakteristiska för de i konglomeratet ingående starkt omvandlade granitgneis- och dioritfragmenten. Detta tyder på att vittringen av dessa bergarter givit upphov åt vittringsgruset och bestyrker antagandet, att fragmenten i vittrat tillstånd inneslutits i konglomeratlagren. Man får sålunda den uppfattningen, att bergarten representerar mer eller mindre omsorterade rester av vittringsgrus »in situ».

som inbäddats mellan lager av typiskt konglomerat och genom metamorfos under bergkedjeveckningen erhållit sin kristallina struktur.

**Konglomeratets stratigrafi.** Konglomeratlagren växellagra med finkornig, dels mörkgrå, glimmerrik och tydligt skiktad, dels ljusare kvartsrik skiffer. Lagren stå brant uppresta och äro starkt hopveckade. Huvudstrykningsriktningen är i fältets mellersta delar c. N 10°—20° E. I östra och sydöstra delarna varierar strykningen mellan N 60° E och N 20° W. På gränsen mot amfibolitområdet i S stupa lagren c. 60° mot S eller SW, alltså under amfiboliten på samma sätt som skifferna i det egentliga skifferområdet i Kemie by.

Oaktat den starka hopveckningen kan man dock här och var på grund av minskningen av de i konglomeratet ingående fragmentens antal och storlek sluta till, att växellagringen med skifferskikt huvudsakligen ägt rum i konglomeratets översta lager på gränsen mot de egentliga glimmerskifferna. Vid övergången i skiffer uppträder konglomeratet endast som smala lager med glest liggande rullstenar av huvudsakligen ljus aplitartad granit och kvartsit.

Övergång mellan konglomerat och grå skiffer iakttages t. ex. i hållarna i SE- och SW-slutningen av kullen N om barnhemmet, mellan konglomerat och fyllitartad glimmerskiffer i slutningen c. 1.5 km W om barnhemmet. Den fyllitartade »pelitiska» skiffern innehåller ofta små granater.

Sammansättningen av den grå skiffern, bestämd enligt ROSIWALS metod är följande:

	Vikt.
Kvarts .....	73.5 %
Biotit .....	19.4 »
Muskovit .....	5.3 »
Plagioklas, An <sub>30</sub> .....	1.8 »
	<hr/> 100.0 %

Bergarten är således kvartsrik och närmar sig till sammansättningen en kvartsit. Kornstorleken är 0.02—0.1 mm. Kvartsen bildar små, i skiffrighetsriktningen något tillplattade polygonala korn, med svagt undulerande utsläckning. Biotiten är pleokroitisk, grönaktigt ljusbrun—mörkbrun och utbildad som c. 0.02 mm tjocka och 0.3 mm långa fjäll. I plagioklaskornen ses albittvillingsstreckning endast undantagsvis.

I bergskomplexen SE om barnhemmet uppträder samma kvartsrika skiffer som 2—6 m breda lager mellan konglomeratlagren. Skikten äro här starkt veckade och skiffrigheten övertvåras ofta skiktningen.

Övergång mellan konglomerat och staurolitglimmerskiffer har iakttagits på flere ställen. I ett mot N brantstupande berg vid ängen c. 0.5 km S om Hirvola (fig. 7) anträffas sålunda nederst i sluttningen finkornig glimmerskiffer med små stauroliter, som upptill småningom övergår i typiskt konglomerat. Lagren stupa mot S och hava således blivit överstjälpta mot N. På gränsen mot skiffren bli bergartsfragmenten i konglomeratet allt mindre och glesare inströdda i bergartsmassan, som åter blir glimmerrikare och småningom övergår i staurolitglimmerskiffer. Staurolitkristaller finnas således på gränsen även i de fragmentförande skifferlagren.

Skiffermassan i staurolitglimmerskiffren är finkornig, bestående av biotit och kvarts (kornstorlek 0.02—0.08 mm). Biotitfjällen äro utsträckta i skiffrihetsriktningen och böja sig kring kanterna av här och var uppträdande staurolitporfyroblaster. Dessa äro här tämligen små (högst 1 cm långa och 0.5 cm breda, sneda eller raka korstvillingar) och visa sig vid mikroskopisk granskning vara sönderfrätta och genomvuxna av en mycket finkornig kvartsmassa. De äro tydligt pleokroitiska, ljusgula—mörkgula. Staurolitglimmerskiffren skiljer sig på intet sätt från liknande skiffer i Kemie by.

Övergång mellan konglomerat och staurolitglimmerskiffer har vidare iakttagits i en häll c. 250 m NE om barnhemmet, strax N om stigen till fattiggården. Hällen ligger på gränsen mellan typiskt konglomerat och vanlig staurolitglimmerskiffer och består av konglomeratartad skiffer med små linsformiga aplit- och kvartsitbollar samt talrika skiktvis uppträdande staurolit-korstvillingar. Lagren styrka i N 60° W och stupa 40° mot SW. Konglomeratlagren äro således även här stjälpta över staurolitglimmerskiffren, som ligger på NE-sidan. Liknande övergång ses i W-sluttningen av en långsträckt konglomeratrygg vid landsvägen c. 1 km N om Tohmajärvi kyrka, men staurolitglimmerskiffren ligger här på W-sidan om konglomeratet och på detta.

### Kvartsiter.

Vid östra stranden av udden *Turusen* i N om Tohmajärvi sjö anträffas några hällar av finkornig ljusgrå—grå kvartsit, som ställvis är tydligt skiktad och växellagrar med mörkare grå skifferskikt.

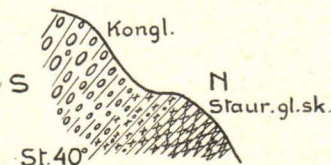


Fig. 7. Konglomeratskiffer övergående i staurolitglimmerskiffer i ett berg c. 0.5 km S om Hirvola, Tohmajärvi.

Sammansättningen hos den tydligt skiktade, grå kvartsitskiffern, bestämd enligt ROSIWALS metod, är följande:

	Vikt.
Kvarts .....	78.8 %
Plagioklas, An <sub>30</sub> .....	11.0 »
Biotit .....	7.4 »
Mikroklin .....	2.8 »
	100.0 %

Förutom dessa mineral innehåller bergarten i ringa mängd omvandlingsprodukter: epidot och sericit (c. 2 % av plagioklasmängden). Strukturen är kristalliniskt skiffrig; kvarts- och fältspatskornen äro avlånga med flikiga konturer och utsträckta i skiffrighetsriktningen. Kornstorleken är 0.1—0.4 mm. Plagioklaskornen innehålla talrika små korn av färglös epidot med låg dubbelbrytning ( $\gamma - \alpha = 0.014$ , klinozoisit) och visa ofta tvillingsstreckning enligt albitlagen. Mikroklinen är tydligt gallerstruerad. Biotiten uppträder som mycket små, starkt pleokroitiska (ljusbruna—svartbruna) fjäll mellan kvarts- och fältspatskornen.

Från den grå skiffern (s. 18), som omedelbart ansluter sig till konglomeratlagren, skiljer sig bergarten endast genom sin större fältspatshalt. Den liknar närmast sådana kvartsiter, som växellagra med fylliterna vid gränserna mot konglomeratfälten i Kontiolahti socken.<sup>1</sup> Även fältspatshalten tyder på genetisk samhörighet mellan kvartsiten och konglomeratbildningen.

Något västligare på sydligaste udden av Turusenniemi växelagrar kvartsiten med finkornig mörkgrå fyllit, i vilken den sålunda övergår. Fylliten är tydligt skiktad, utan kontaktmineral, ställvis rostig och genomdragen av kvartskörtlar. Den består av kvarts, biotit och färglös glimmer samt innehåller dessutom fint fördelad grafit och malmpartiklar. Kornstorleken är 0.01—0.1 mm. Kvarts-kornen och glimmerfjällen äro utkristalliserade i skiffrighetsriktningen. Ljusare skikt, rika på färglös glimmer, alternera med mörkare, biotitrika. Lagren stryka i N 30°—40° W och stupa 60—75° mot W. I hängandet i W övergår fylliten småningom i glimmerskiffer med små stauroliter och slutligen i typisk staurolitglimmerskiffer, med flere cm stora staurolit-korstvillingar. Denna liknar fullkomligt staurolitglimmerskifferna i trakten SW om Tohmajärvi sjö.

Ett något större område av grå kvartsitskiffer finnes i t r a k t e n mellan Akkala och Jouhkola byar W om Tohmajärvi sjö,

<sup>1</sup> BENJ. FROSTERUS och W. W. WILKMAN, Geol. Komm. Geol. öfversiktskarta öfver Finland. Sekt. D 3, Joensuu. S. 63 och 69.

»småtandade» ränder till varandra. De visa starkt undulerande utsläckning. Biotiten och muskoviten bilda mycket små fjäll i fogarna mellan kvartskornen eller längs förskiffringsytorna i bergarten. Plagioklasen ( $An_{25}$ ) uppträder som 0.4—1.2 mm stora omvandlade korn, med tämligen tydligt framträdande albittvillingsstreckning.

Bergarten kan varken petrografiskt eller på grund av sitt geologiska uppträdande skiljas från kvartsiten på Turusenniemi. På S-sidan om den mot E utskjutande fliken av området växellagrar den sålunda med 0.2—1 m breda lager av glimmerskiffer, vilken åter längre i E i strykningsriktningen övergår i typisk staurolitglimmerskiffer. Kvartsiten bör därför uppfattas som ett med konglomeratet likvärt sandigt material, som avlagrats samtidigt som detta.

Små förekomster av finkornig grå kvartsit anträffas c. 0.5 km NW om Koivisto gård och c. 0.5 km SE om Luosonvaara. Kvartsiten växellagrar på dessa ställen med fyllit.

### Dolomit och kalksten.

Omkring 0.75 km NE om Väärämäenlahti löper längs Luosonjokis östra strand, nedanför de brantstupande amfibolitbergen, en 5—10 m hög rygg med små dolomithällar, av vilka de största ligga sydligast. Bergarten är finkornig, grå och tydligt skiktad, men tydligt metamorfoserad och genomdragen av ljusa strålstensstrimmor. Här och var anträffas dessutom bredare kvartsådror. På gränsen mot amfiboliten finnes en smal zon av skiffrig strålstensfels. Lagren stryka i c. N 35° E och stupa 70°—80° mot SE.

Dolomitens kornstorlek är 0.15—0.25 mm. Den är finkristallinisk och innehåller förutom dolomit även i ringa mängd färglös eller svagt ljusbrun, ojämnt färgad glimmer som 0.1—0.2 mm långa fjäll. Denna är optiskt enaxlig,  $\gamma - \alpha = c. 0.045$ , och består sannolikt av flogopit.

Strålstensstrimmorna bestå av färglös tremolit, plagioklas, titanit och malmpartiklar. Tremoliten bildar 1—2 mm långa nålar, ordnade i stråliga, i skikttningsriktningen utsträckta aggregat. Dubbelbrytningen är  $\gamma - \alpha = c. 0.030$ ;  $c: \gamma = 16^\circ$ . Plagioklaskornen äro mycket små, 0.05—0.15 mm stora och med ojämna ränder sammanvuxna med tremolitnålarna. Enligt utsläckningsvinkeln består plagioklasen av nästan ren anortit. Titaniten bildar rödaktigt bruna, 0.1—0.2 mm stora, oregelbundna korn här och var i bergarten.

Från Luosonjoki fortsätter bergarten, dold av lösa jordlager, bågformigt i SW- och W-riktning längs amfibolitgränsen och framsticker först i NE-ligaste delen av bergsryggen N om Väärämäenlahti, där den bildar ett 4—5 m brett lager av oren, strålstensrik kalk-

där bergarten bildar mindre kullar inom en relativt jämn, plåtårtad terräng. Kvartsiten är finkornig och innehåller här och var, särskilt vid gränserna mot skifferområdet, fyllitskikt. Lagren stå brant uppresta.

I en kulle S om Multala gård är kvartsiten tämligen mörkgrå, i ytan ofta något vittrad och karbonathaltig. Kornstorleken är 0.05—0.5 mm. Sammansättningen, bestämd mikroskopiskt, är följande:

	Vikt.
Kvarts .....	75.6%
Kalcit .....	15.2 »
Biotit .....	7.0 »
Magnetkis .....	1.8 »
Muskovit .....	0.4 »
	<hr/> 100.0 %

Förutom dessa beståndsdelar innehåller bergarten sparsamt fint fördelat grafitstoff. Kvartsen visar undulerande utsläckning och är utbildad som polygonala, i hörnen något rundade korn, som vanligen äro något tillplattade i skiffrighetsriktningen. Kalciten utfyller tillsammans med små kvartskorn mellanrummen mellan de större kvartskornen (fig. 8). Bergarten har tydligen under metamorfosen icke blivit utsatt för så hög temperatur, att  $\text{CaCO}_3$  reagerat med  $\text{SiO}_2$  och andra beståndsdelar samt bildat silikater. Biotiten bildar grönaktigt ljusbruna—mörkbruna fjäll, anhopade i strimor parallellt med skiffrighetsriktningen och vanligen omgivna av en finkornig kalcit- och kvartsmassa.



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 8. Karbonathaltig kvartsit från kullen vid Multala i Akkala by, Tohmajärvi. Kors. nik.  $35\times$  nat. storlek.

De grå och ljusgrå fälten i mitten bestå av kalcit.

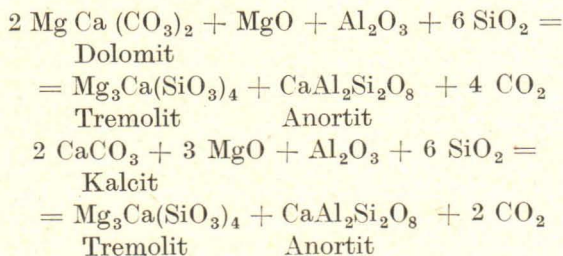
I motsats till bergarten på ovannämnda ställe är kvartsiten i slutningen vid Jouhkola bys folkskola (på kartan Koulu) starkt tryckskiffrig och karbonatfri. Huvudbeståndsdelan är kvarts. Därjämte innehåller bergarten något biotit och muskovit samt enstaka plagioklas- och malmkorn (magnetkis). Kvartskornen äro i medeltal 0.1—0.4 mm stora (enstaka korn nå en storlek av 1.5 mm) och gränsa med mycket ojämna



sten med strålstensskifferartade skikt, som kan följas endast under en sträcka av c. 10 m. Kalklagret stryker i N 30° W och stupar 45° mot SW; i hängandet uppträder amfibolit, i liggandet huvudsakligen strålstensskiffer, rostig fyllit och staurolitförande glimmerskiffer.

Kalkstenens huvudbeståndsdelar äro kalcit och färglös tremolit, sparsamt malmpartiklar och enstaka titanitkorn. Tremoliten och den stoftartade malmen äro anhopade i fina strimmor i skiktningens riktningen. Strålstensskiffern består av tremolit, biotit, plagioklas och malmkorn (magnetit), sparsamt klorit. Tremoliten är vanligen färglös, ställvis svagt pleokroitisk (gulaktig—grönaktig), och utbildad som 1—3 mm långa nålar, anhopade i stråliga knippen och i någon mån utsträckta i skiffrihetsriktningen. Biotiten bildar starkt pleokroitiska, ända till 0.5—0.8 mm långa fjäll, som ofta äro parallellt sammanvuxna med strålstensnålarna. Plagioklasen uppträder som små korngrupper här och var mellan strålstensknippena. Den visar ofta invers zonarstruktur utan tvillingsstreckning; således äro kornen i mitten An-fattigare än vid ränderna, ett förhållande, som är karakteristiskt för metamorfa bergarter. Optiska karaktären är positiv och medelsammansättningen c. An<sub>55</sub>, labradorit. Magnetiten bildar talrika, 0.05—0.2 mm stora, ovala, i skiffrihetsriktningen utsträckta korn.

Norra sluttningen av bergsryggen består av finkornig, staurolit- och granatförande glimmerskiffer med breda amfibolitlagergångar. Med hänsyn till detta och då kalkstenen tydligen hör till skifferformationen, tyder förekomsten av tremolit och An-rik plagioklas samt malmimpregnationen sannolikt på en metasomatisk inverkan av amfiboliten på det ursprungliga dolomit- eller kalksedimentet, varvid tillförsel av magnesia i vattenlösning ägt rum längs sand- och lerhaltiga skikt i bergarten. Schematiskt framställt skulle reaktionerna då hava skett enligt någondera av följande formler:



Dolomiten och kalkstenen höra således i paragenetiskt hänseende till tremolitkalkstenarna, vilka äro vanliga inom de kaleviska områdena. De hittills kända metamorfa typerna inom landet äro följande: kvarts-, serpentin-, tremolit-, diopsid- och

wollastonitkalkstenarna. Av dessa höra serpentindolomiterna och -kalkstenarna till en ny grupp bland de redan tidigare<sup>1</sup> kända typerna. De äro nämligen mycket vanliga inom ett stort område i Kuopio<sup>2</sup> och Leppävirta socknar, där de uppträda i plagioklasgneisens kalkstenshorisont och karakterisera en äldre skifferformation.

### Fylliter och glimmerskiffrar.

De egentliga skiffrarna intaga största delen av området på båda sidorna om amfibolitstråket. I det föregående hava redan sådana skiffertyper beskrivits, som uppträda närmast konglomeratet, kvartsiterna och den dolomitiska kalkstenen. Till dessa höra den finkorniga, kvartsrika skiffern och fyllitartade glimmerskiffern. Härvid konstaterades en tydlig övergång mellan dessa och staurolitglimmerskiffern, vilken tydligen representerar genom bergkedjeveckningen djupare nedsänkta och lokalt kontaktmetamorfoserade delar av lagerserien.

I stort sett äro skifferlagren isoklinalt hopveckade med stupning åt SW, S och SE, varvid lagren i Kemie by (S om Tohmajärvi station) stupa flackt, utgörande centrum för ett antiklinalt hopveckat parti av skifferområdet. På N-sidan om amfibolitstråket stupa lagren i allmänhet under och på S-sidan över amfiboliten.

Mörkgrå, rostig fyllit (magnetkisförande) har anträffats i hållar strax NE om Koivisto gård, SE om Mokinlampi och vid amfibolitgränsen c. 0.6 km W om Oravaara gård. Skiffern är skiktvis strålstenshaltig, varvid såväl malminpregnationen, som stålstensbildningen synes bero på en kontaktinverkan av amfiboliten (se längre fram). Ett större område av mycket finkornig grå skiffer finnes mellan Pitkämäenkallio och Lahenpuro bäck. Skiffern har »massformigt utseende» och saknar tydlig skiktning. Den synes hava bildats av ett slamartat, kvartsrikt material. Glimmerskifferlager med små granater ha iakttagits här och var, t. ex. i nedersta delen av det mot E brantstupande berget Pitkämäenkallio.

Den typiska staurolitglimmerskiffern innehåller talrika, ända till 3—5 cm långa och 1—2 cm breda staurolitkristaller, vilka äro mörkbrunfärgade och utbildade som sneda och raka kors-

<sup>1</sup> PENTTI ESKOLA, VICTOR HACKMAN, AARNE LAITAKARI ja W. W. WILKMAN, Suomen kalkkikivi. With an English summary by P. E. »Limestones in Finland». Suomen Geol. Toimisto. Geotekn. tiedonantoja N:o 21 (1919).

<sup>2</sup> W. W. WILKMAN, Kuopio-traktens bergarter. Geol. komm. i Finland. Geotekn. meddelanden N:o 36. Genom senare undersökningar har författaren konstaterat, att kalkstenarna överallt i Kuopio och Leppävirta bestå av serpentinkalkstenar.

tvillingar. Skiffermassan är finkornig (kornstorlek 0.05—0.4 mm), bestående huvudsakligen av kvarts och biotit i ungefär lika mängd. Biotiten bildar 0.02—0.1 mm tjocka och 0.3—0.4 mm långa, starkt pleokroitiska fjäll, utsträckta i bergartens skiffrihetsriktning. Staurolitporfyroblasterna äro starkt omvandlade och liksom sönderfrätta samt genomvuxna av finkornig kvartsmassa. De äro tydligt pleokroitiska:  $\gamma$  mörkgul  $>$   $\alpha$  ljusgul.

Förutom stauroliter har i skiffern enligt uppgift även iakttagits små andalusitknölar, men författaren har i mikroskopiska preparat icke kunnat konstatera förekomsten av detta mineral.

Den typiska staurolitglimmerskiffern är vanligen i skiktningens riktningen genomdragen av talrika 2—5 cm tjocka kvartsådror. Sådan skiffer anträffas t. ex. vid folkskolan (Koulu) i Kemie by, i Pitkämäenkalio, Pitkäniemi och trakterna S om Tohmajärvi sjö, varifrån den sträcker sig vidare åt S ända till Kantosyrjä by vid Kitee sockens gräns utanför kartområdet. Här är skiffern fläckvis muskovitrik och i lagrens strykningens riktning genomdragen av 2—10 m breda gångar av muskovitförande pegmatit, som ofta innehåller långa och smala turmalinkristaller. Längre söderut i Kitee socken vidtaga stora områden av grovkornig pegmatitgranit. Med hänsyn till dessa förhållanden kan det icke råda någon tvivel om att icke staurolitbildningen förorsakats genom kontaktinverkan av denna djupbergart, vilken således på ett visst avstånd från skiffergränsen, alltså från ett större eller mindre djup, lokalt inverkat på ett Fe- och Al-rikt skiffermaterial, utan att pegmatitgångarna förmått genomtränga detta. Kvartsådrorna i skiffern kunde då uppfattas antingen som  $\text{SiO}_2$ -utkristallisationer ur vattenlösningar, härstammande från pegmatiten, eller som sekretioner betingade av reaktioner vid staurolitbildningen.

### Amfiboliten och dess kontaktförhållanden mot skifferna.

Amfibolitstråket löper från trakterna närmast N och NW om Tohmajärvi sjö i NW-lig riktning genom skifferterrängen och uppnår en längd av c. 15 km, om även den utanför kartområdet i NW belägna delen medräknas. Bredden varierar mellan 2 och 3.5 km.

**A m f i b o l i t e n s s a m m a n s ä t t n i n g.** Bergarten är makroskopiskt grönaktigt mörkgrå, små—medelkornig, massformig eller svagt parallellstruerad. Vid gränserna mot skifferna anträffas dock ofta strimmiga eller skiffrika partier. Huvudbeståndsdelarna äro hornblende och plagioklas  $\text{An}_{35}$ — $\text{An}_{45}$ , i ungefär lika mängd, samt något klorit; i små mängder anträffas biotit och magnetit, sparsamt kvarts, epidot och calcit.



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 9. Typisk amfibolit från Luosonvaara, Tohmajärvi.  
Vanligt ljus.  $8 \times$  nat. storlek.

De vita fälten bestå av plagioklas, de mörkgrå av hornblende; glest liggande grå fläckar bestå av klorit och svarta fläckar av malmkorn.

Fig. 9 visar mikrostrukturen hos typisk amfibolit från Luosonvaara i vanligt genomgående ljus och fig. 10 ett parti av samma

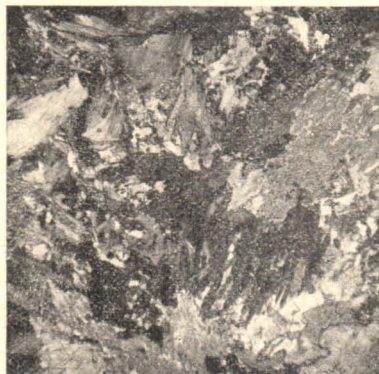


Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 10. Starkare förstorat parti av amfiboliten från Luosonvaara, Tohmajärvi. Kors. nik.  $20 \times$  nat. storlek.

De vita fläckarna bestå huvudsakligen av plagioklas, de grå och mörkgrå partierna av hornblende, klorit, biotit och malmkorn; kloritpartierna äro vanligen flammiga.

metabasit i polariserat ljus mellan korsade nikoler starkare förstorat. I en finkornig matrix av plagioklas, som i vanligt ljus ter sig som vita fält, men i polariserat ljus upplöses i ett aggregat av små (0.05—0.3 mm stora), polygonalt begränsade korn, ligga talrika bredstängliga (0.6—2 mm långa och 0.3—1.4 mm breda), trasiga grupper av »uralitiskt» hornblende, vid ränderna och i längdriktningen sönderfallna i ett aggregat av nålar, som intränga i plagioklasfälten.

Hornblendet är pleokroitiskt, gulgrönt—blågrönt;  $c: \gamma = 14^\circ$ , dubbelbrytningen  $c. 0.028$ . Kloriten är ljusgrön och ersätter i form av ända till 5 mm stora fjäll hornblen-

det; optiska karaktären är positiv, axelvinkeln  $2V = c. 8^\circ$ . Den uppträder fläckvis mellan hornblendegrupperna, varvid gränserna mellan dem äro dels skarpa, dels oskarpa, så att hornblendet synes liksom övergå i kloriten. På sådana ställen iakttogos ställvis kalcitutsöndringar, vilket skulle tyda på, att en omvandling av hornblende i klorit här verkligen ägt rum. Korroderade, rundade hornblendenålar iakttogos även ofta i kloriten.

Plagioklasfälten innehålla ofta små invuxna biotitfjäll och strålstensnålar. Biotiten är pleokroitisk: grönaktigt ljusbrun—brun.

Luosonvaara-amfibolitens sammansättning, bestämd enligt ROSIWALS metod, är följande:

Hornblende .....	52.1 %
Plagioklas, An <sub>35</sub> .....	26.5 »
Klorit (klinoklor) .....	12.8 »
Magnetit .....	3.9 »
Biotit .....	3.8 »
Kalcit .....	0.9 »
	100.0 %

*Analys av Luosonvaara amfibolit, utförd av elev å Tekniska högskolans laboratorium under kontroll av bergsing. G. A. Aartovaara:*

	%	Mol.	Norm	%	
SiO <sub>2</sub>	47.46	0.7871	Ortoklas .....	4.56	
TiO <sub>2</sub>	0.17	0.0021	Albit .....	22.65	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.09	0.1477	Anortit .....	26.90	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.53	0.0159	Diopsid { FeSiO <sub>3</sub> ... 2.59 % } { MgSiO <sub>3</sub> ... 2.59 » } .. 10.45	} Σ Sal. 54.11 %	
FeO	12.58	0.1751			{ CaSiO <sub>3</sub> ... 5.27 » }
MnO	0.62	0.0088			
MgO	8.76	0.2174	Hypersten { FeSiO <sub>3</sub> ... 3.11 % } { MgSiO <sub>3</sub> ... 3.11 » } .. 6.22	} Σ Fem. 44.51 %	
CaO	7.95	0.1417			
Na <sub>2</sub> O	2.67	0.0431	Olivin { Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> .. 12.52 % } { Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> .. 11.33 » } .. 23.85		
K <sub>2</sub> O	0.77	0.0082			
H <sub>2</sub> O+	1.02	0.0567	Magnetit .....	3.67	
H <sub>2</sub> O-	0.23		Ilmenit .....	0.32	
	99.85			98.62 %	

Klass III. Salfeman, Gallar, Auvergnas, Auvergnos.

Från denna huvudtyp avviker bergarten inom amfibolitområdets olika delar föga. Magnetiten ersättes ofta av titanomagnetit eller ilmenit, t. ex. i amfiboliten vid Kankkunens torp SE om Hirvola. Bergarten är här finkornigare. Hornblendet är tämligen svagt pleo-

kroitiskt: ljus gulgrönt—blågrönt. Biotit förekommer endast sparsamt och ilmeniten bildar oregelbundna 0.05—0.3 mm stora korn, som ofta äro omgivna av ett tunt leukoxenhölje.

Grovkornig, hornblenderik amfibolit, med ända till 0.6—0.8 cm breda, korta hornblendestänglar, iaktogs i ett berg c. 1 km S om barnhemmet. Bergarten består nästan uteslutande av hornblende och kunde lika väl kallas hornblendesten.

Av ganska hornblenderik, medelkornig amfibolit bestå bergen Hyypiinvaara och Havukka. Amfiboliten i Havukka är sammansatt av hornblende, plagioklas, något klorit, magnetit och pyrit. Hornblendet bildar större individer, vilka ofta visa zonar utbildning, i det att dubbelbrytningen i mitten är större än vid ränderna. Optiska karaktären är negativ, dispersionen  $\rho > \nu$ ; pleokroismen:  $\alpha$  nästan färglös eller svagt brunaktig  $< \beta$  brunaktigt grön  $< \gamma$  blåaktigt gröngrå;  $c: \gamma = 14^\circ$ .

**A m f i b o l i t e n s m e t a m o r f o s.** Ehuru amfiboliten sålunda är en fullständigt omkristalliserad basisk bergart utan primära drag, kan man dock antaga, att den kemiska sammansättningen icke undergått större förändringar, och därav sluta till, att den ursprungligen hört till gabbrobergarternas grupp. Det ursprungliga pyroxenmineralet har under metamorfosen uralitiserats och sönderdelats i parallella aktinolitnålar, vilka »fingerformigt» intränga i plagioklasmatrixen. Då sålunda hornblendet på sätt och vis uppträder porfyriskt i bergarten, skulle man härav kunna draga den slutsatsen, att vid gabbrobergartens stelning av de bergartsbildande mineralen pyroxenen först utkristalliserats. Sammansättningen har dock sannolikt legat nära pyroxenens och plagioklasens eutektikum, ty inom andra områden, där liknande bergarter uppträda (t. ex. i Kontiolahti och Eno socknar), har stundom ofitisk och t. o. m. plagioklasporfyritisk struktur hos dem iakttagits.

Från vissa äldre amfiboliter i mellersta Finland (t. ex. i Kuopio-trakten) skiljer sig traktens »metabasit» genom sin redan nämnda karakteristiska implikationsstruktur och mindre tydligt framträdande tryckskiffrighet. Sammanväxningen av hornblendet och plagioklasen är även av annan art än t. ex. hos Kuopio-amfiboliterna <sup>1</sup>, hos vilka dessa mineral äro omkristalliserade i skiffrighetsriktningen i form av långsträckta, i hörnen rundade, polygonalt begränsade korn, vilket möjligen tyder på, att ett fullständigt jämviktstillstånd uppnåtts mellan beståndsdelarna. Dock kan man icke enbart på grund

<sup>1</sup> W. W. WILKMAN, Kuopio-traktens bergarter. Geol. komm. i Finland. Geotekn. meddelanden N:o 36. S. 58. Helsingfors 1923.

av sådana strukturdrag draga slutsatser om en bergarts geologiska ålder, ty t. ex. inom Yxsjöfältet i mellansvenska leptitformationen uppträda enligt LINDROTH<sup>1</sup>, som beskrivit fältet, amfiboliter med fullständigt likartad struktur som hos Tohmajärvi-amfiboliten. I sådana fall kan endast bergartens geologiska uppträdande vara avgörande för åldersfrågan.

Amfibolitens beskaffenhet vid skiffergränserna. Vid gränserna mot skifferarna blir amfiboliten i regeln finkornigare, strimmig eller skiffrig. Som exempel på finstrimmig, gröngrå amfibolit må framhållas bergarten i en häll c. 1 km S om Laatikkala nära skiffergränsen. Sammansättningen, bestämd enligt ROSIWALS metod, är följande:

	Vikt.
Plagioklas, An <sub>45</sub> .....	46.8 %
Aktinolit (sp. v. 3.0) .....	22.6 »
Pennin (sp. v. 2.7) .....	22.2 »
Magnetit .....	5.0 »
Biotit .....	3.4 »
	100.0 %

Plagioklasen är kristalliserad som 0.1—0.5 mm stora rundade korn, som visa normal zonar utbildning med grumlig, An-rikare kärna. Dess sammansättning, bestämd enligt ljusbrytning och utsläckning, är c. An<sub>45</sub>. Hornblendet är nästan färglöst eller ljusgrönt, svagt pleokroitiskt (gulaktigt—blåaktigt) och utbildat som 0.1—0.2 mm breda och 1.5—2 mm långa stänglar, vilka ofta äro i mitten starkare färgade än vid ränderna och sannolikt bestå av aktinolit (c:  $\gamma = 18^\circ$ ). Kloriten visar svag positiv dubbelbrytning ( $\gamma - \alpha = c. 0.004$ ,  $2V = c. 20^\circ$ ) och uppträder fläckvis som ojämnt bergränsade fjällaggregat. Biotiten bildar 0.5—1 mm stora pleokroitiska (ljusgula—bruna) fjäll, vilka ofta äro sammanvuxna med kloriten, övergående i detta mineral.

Ehuru beståndsdelarna överhuvud äro regellöst sammanvuxna med varandra, synas de ljusare och mörkare dock hava i någon mån kristalliserat skilt för sig, varvid de fördelats i otydligt begränsade, korta strimmor.

Strimmiga amfibolitpartier anträffas ofta vid kontakterna mot skifferinneslutningar, t. ex. i en brant bergssluttning c. 0.3 km S om barnhemmet, där amfiboliten omsluter dels runda, dels linsformigt

<sup>1</sup> GUSTAF T. LINDROTH, Studier över Yxsjöfältets geologi och petrografi. Geol. För. i Stockholm förh. Bd. 44. H. 1—2. S. 62.

i strykningsriktningen utdragna skifferfragment. Även vittrade, kalkrika strimmor och kalcitutsöndringar iakttagas på sådana ställen.

Sådana dels strimmiga, dels skiffriga amfiboliter uppträda i riklig mängd i trakterna N om Sistonen (Rantala), S och W om Väisälä samt vid amfibolitstråkets sydvästra gräns, c. 1 km SW om Väärmäenlahti.

Amfibolitens och skiffrarnas kontaktförhållanden. Längs amfibolitområdets norra gräns löper under långa sträckor mellan amfiboliten och skiffrarna en smal kontaktzon, där bergarterna äro tydligt förändrade. Mellan Hirvola och Mokinlampi är kontaktzonens bredd endast 2—5 m och den är synlig under en sträcka av över 2 km i nedersta delarna av en mängd mot N brant-sluttande amfibolitberg.



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 11. Bergart med spiralförmigt vridna strålstensaggregat vid kontakten mellan amfibolit och skiffer; c. 0.8 km NW om Perä Ikonen (strax utanför kartområdet i NW), Tohmajärvi.  $\frac{2}{3} \times$  nat. storlek.

Vid kontakten blir amfiboliten tydligt parallellstruerad och övergår i strålstensskiffer. Vid övergången är hornblendet i amfiboliten utbildat som aggregat av långa, strålförmigt anordnade aktinolitnålar, som ofta äro anhopade i oregelbundna, korta strimmor. Ställvis, t. ex. c. 0.8 km NW om Perä Ikonen (fig. 11), i bergssluttningarna S om Mokinlampi,

SW om Laatikkala och SW om Hirvola bildar strålstenen egenomliga, spiralförmigt vridna agregat. Vid kontakten c. 0.6 km SW om Laatikkala omsluter strålstensfelsen fragment av finkornig kvartsrik skiffer.

Efter strålstensskiffern följer i riktning mot staurolitglimmerskiffen en smalare zon av finkornig, gröngrå kloritskiffer av något växlande sammansättning. I bergssluttningen 0.5 km S om Korhola består bergarten av klorit, kvarts och granat samt något biotit och magnetitkorn. Kloriten bildar ett nätverk av ända till 0.15 mm långa och 0.04 mm tjocka fjäll, där de skilda individerna korsar varandra i sneda vinklar, så att de i det hela taget äro något utsträckta i skiffriktningen. I detta nätverk ligga kvartskornen skiktvis inströdda än gläsnare, än tätare. Kloriten är pleokroitisk, gulaktigt



grön—grön; axelvinkeln  $2V = c. 26^\circ$ . Klorit- och biotitfjällen äro ofta parallellt med 001 sammanvuxna med varandra, varvid gränserna mellan dem äro skarpa. Granatkornen äro rödaktiga, 4—6 mm stora och nästan oomvandlade (friska), innehållande endast här och var små invuxna kvarts- och magnetitkorn. Sekundär klorit och serpentin iaktogs ställvis, utfyllande fina sprickor i mineralet. Granatens specifika vikt, bestämd medels känslig fjädervåg, är 4.17; den består således av almandin. Gränserna mot den omgivande kloritmassan äro skarpa (fig. 12); vilket tyder på att mineralen äro stabila tillsammans. Magnetitkornen äro 0.3—1.5 mm stora och förekomma som tämligen jämnt spridda korn, invuxna i de övriga beståndsdelarna.

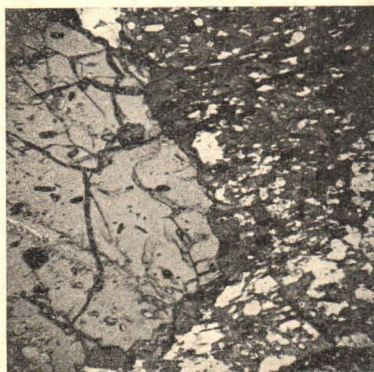


Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 12. Kloritskiffer, innehållande ett större granatkorn; från amphibolitkontakten S om Korhola, Tohmajärvi. Vanligt ljus. 16  $\times$  nat. storlek.

Liknande kloritskiffer anträffas vid amphibolitkontakten i N-slutningen av ett berg, beläget c. 0.5 km S om Hirvola. Förutom kvarts och klorit innehåller skiffern här rikligt tremolit samt något biotit, malmkorn och grafitstoff. Bergarten är tydligt skiktad, varvid beståndsdelarna äro anhopade skiktvis i olika färgade skikt. De mörka skikten äro sålunda rika på malmpartiklar och fint fördelad grafit. Kvartsen är mycket finkornig (kornstorlek 0.02—0.06 mm). Kloriten är ljusgrön, svagt pleokroitisk och visar låg dub-

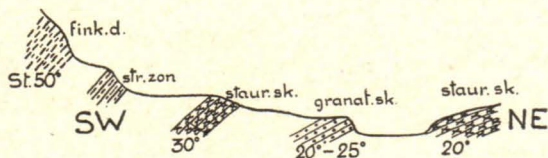


Fig. 13. Tvärprofil av amphibolitkontakten c. 0.5 SSW om Hirvola, Tohmajärvi. Profilen har en längd av c. 60 m.

Fink. d. = finkornig amphibolit; str. zon = strålsensrik zon; staur. sk. = staurolitglimmerskiffer; granat. sk. = granatförande skiffer.

belbrytning; optiska karaktären är positiv, axelvinkeln  $2V = c. 25^\circ$ , dispersionen  $\rho < v$ . Den bildar ända till 1 mm långa och 0.1 mm tjocka fjäll. Tremoliten är färglös ( $c: \gamma = c. 16^\circ$ ) och bildar 0.01 mm tjocka och 0.2—0.6 mm långa nålar, anhopade i stråliga knippen. Almandinkorn iakttogos däremot icke i bergarten, som här står omedelbart i kontakt med småkornig, skiffrig amphibolit.

Fig. 13 visar förhållandena vid amphibolitkontakten ett stycke W om nyssnämnda ställe, på ett ställe, där staurolitglimmerskiffern

gör en inbuktning i den smala amfibolitfliken S om Hirvola och närmar sig konglomeratet på södra sidan om denna. Profilen är uppritad från NE åt SW och har en längd av c. 60 m. Längst i NE finnes en häll av typisk staurolitglimmerskiffer med flackt mot S lutande lager; därpå följer i riktning åt SW en häll av finkornig, mörk, granatförande skiffer, sedan åter staurolitiskiffer, därefter klorit- och strålstensrik skiffer samt strimmig amfibolit och slutligen svagt skiffrig amfibolit av vanlig typ.

**Grafit- och kisimpregnation.** Vid foten av ett högt och brantstupande amfibolitberg c. 0.6 km W om Oravaara uppträder finkornig, mörkgrå, magnetkisrik skiffer (i ytan rostig och vittrad), som är tydligt skiktad. Skiktningen sammanfaller vanligen ej med skifferigheten. Vid gränsen mot amfiboliten anträffas strimmig, strålstensrik bergart. Lagren styrka i c. N 80° E och stupa 40° mot S.

Skiffern är mycket finkornig (kornstorlek 0.01—0.05 mm) och består av kvarts, biotit, strålsten, grafit och magnetkis. Beståndsdelarna äro fördelade skiktvis. Biotiten är brunfärgad, svagt pleokroitisk; strålstenen består av ljusgrön aktinolit (svagt pleokroitisk: gulaktig—gråaktig) och bildar trasiga aggregat. Grafiten och magnetkisen äro i form av fint stoft eller något större (ända till 0.3 mm stora), oregelbundet formade korn anhopade i tunna strimor längs skiktytorna.

Grafit- och magnetkisimpregnationen kan tolkas hava skett på metasomatisk väg genom inverkan av kol- och svavelhaltiga gaser eller vattenlösningar på redan förefintliga järnrika silikat i den metamorfa skiffern.<sup>1</sup> Sådana gaser jämte vattenånga böra ju i riklig mängd hava utsöndrats ur den stelnde ursprungliga gabbrobergarten (amfiboliten), givande upphov åt en impregnationskontaktzon. För denna tolkning talar även den omständigheten, att glimmern är tydligen urblekt och svagt pleokroitisk. Sannolikt har även strålstensbildningen i skiffern förorsakats genom samtidig tillförsel av magnesia i vattenlöslig form.

**Amfibolitgångar och skifferinneslutningar.** I allmänhet stupa skifferlagren vid amfibolitstråkets norra och nordöstra kontakter relativt flackt, c. 40°—70° mot S eller SW under amfiboliten, varigenom denna kommer att bilda ett täcke över skifferarna. Gränsen går sålunda parallellt med skifferns strykningsriktning och några större tektoniska störingar framträda icke vid gränsen.

Annorlunda gestalta sig förhållandena på sådana ställen, där amfiboliten genomskär skifferlagren snett mot deras strykningsrikt-

<sup>1</sup> V. M. GOLDSCHMIDT, Über die metasomatischen Prozesse in Silikatgesteinen. Sonderabdruck aus die Naturwissenschaften 1922. Heft 7. S. 4—5.

ning, såsom fallet är t. ex. i trakten S om Luosonvaara gård. Staurolitglimmerskiffern sträcker sig här ända fram till gränsen, och vid kontakten iakttagas ofta i skiffern amfibolitgångar, vilkas bredd varierar mellan 20—30 cm (t. ex. i E-slutningen av Luosonvaara) och flere m (i bergsryggen vid landsvägen c. 0.5 km N om Väärämäenlahti). Stauroliterna i skiffern äro i allmänhet små och vid kontakten anträffas ofta klorit- och strålstenskifferartade partier.

Fig. 14 visar ett i talrika små veck hopveckat parti av staurolitglimmerskiffer tätt invid amfibolitkontakten i ett berg strax W om landsvägen c. 1 km S om Luosonvaara. I skiffern intränga i skiffrihetsriktningen smala strålstensrika ådror, innehållande talrika, ända till 1 cm stora granater.

Strax E om barnhemmet ligger inom konglomeratområdet en kulle, som i sin södra del delar sig i tvänne flere m breda armar, vilka bestå av amfibolit. Mellan dessa uppträder finkornig grå skiffer (kornstorlek 0.01—0.05 mm), innehållande talrika stråliga, i skiffrihetsriktningen utsträckta antofyllitstänglar. Förutom antofyllit innehåller skiffern även något kordierit. Skiffern stryker i c. N—S och stupar 60° mot W. Kullens östra del består av grå, kvartsrik skiffer (strykning N 25° W, stupning 70° W) med konglomeratinlagringar. Amfiboliten bildar således här tvänne gångar, som genomsätta de närmast konglomeratet liggande lagren av skifferformationen. Vid gränserna mot skifferpartierna blir amfiboliten skiffrig eller strimmig, omslutande skifferfragment.

Antofyllitskiffers sammansättning, bestämd enligt ROSTWALS metod, är följande:

	Vikt.
Kvarts .....	35.7 %
Antofyllit .....	26.5 »
Biotit .....	21.7 »
Kordierit .....	9.3 »
Magnetit .....	6.8 »
	<hr/>
	100.0 %

Skiffriheten är starkt utpräglad. Antofyllitnälarna äro 0.02—0.2 mm breda och 1—4 cm långa samt ofta parallellt sammanvuxna med biotitfjällen. Kordieriten bildar enhetligt utsläckande, 0.5—2.5

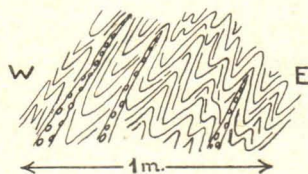


Fig. 14. Starkt hopveckad skiffer vid amfibolitkontakten c. 1 km S om Luosonvaara, Tohmajärvi.

Smala, nedifrån inträngande ådror bestå huvudsakligen av strålsten och almandin.

mm stora grå fält, som äro genomvuxna av parallellt med skiffrigheten utsträckta kvartskorn, biotitfjäll och antofyllitstänglar (fig. 15). Vid ränderna av kordieritfälten iakttogos ställvis utfällningar av ett gulfärgat amorft ämne. Biotiten är tämligen svagt pleokroitisk: ljusbrun—brun.



Foto. W. W. Wilkman.

Fig. 15. Antofyllitskiffer från amfibolitkontakten i kullen E om barnhemmet, Tohmajärvi. Kors. nik.  $18 \times$  nat. storlek.

De långa grå stänglarna bestå av antofyllit; det ljusgrå fältet till höger består av kordierit.

positiv dubbelbrytning. Här och var anträffas skiktvis sparsamt 0.3—0.4 mm stora runda almandin-korn och malmpartiklar (magnetit). Kloriten är optiskt enaxlig,  $2V = 0^\circ$ , optiska karaktären positiv; dubbelbrytningen  $\gamma - \alpha = c. 0.006$ ; pleokroismen: gulaktigt—gråaktigt ljusgrön. Den består sannolikt av pennin. Biotiten förekommer ofta parallellt sammanvuxen med kloriten, dock utan skarpa gränser och liksom övergående i denna.

Sammansättningen, bestämd mikroskopiskt, är följande:

	Vikt.
Kvarts .....	67.6 %
Antofyllit (sp. v. 3.1) .....	21.8 »
Pennin (sp. v. 2.7) .....	7.6 »
Almandin (sp. v. 4.1) .....	1.6 »
Magnetit .....	1.0 »
Biotit .....	0.4 »
	<hr/>
	100.0 %

Ådror av växlande sammansättning. Ungefär 0.25 km SSW om barnhemmet ligger vid kontakten mellan amfibol-

liten och konglomeratet (på södra sidan om en äng) en håll av strimmig amfibolit med i strykningsriktningen N 50° E utsträckta skiffer- och kvartsitartade fragment. För mikroskopisk granskning gjordes ett preparat av ett bergartsprov, taget från kontakten mellan ett kvartsitfragment och amfiboliten. Kvartsiten visar sig härvid bestå uteslutande av något rundade, polygonala kvartskorn (kornstorlek 0.2—0.5 mm). Amfiboliten är sammansatt av svagt pleokroitiskt (brunaktigt—blåaktigt grönt), ställvis nästan färglöst, strålstensartat hornblende, finkornig plagioklas (An<sub>40</sub>, opt. karaktären positiv), sparsamt biotit och malmkorn. Kontakten mot kvartsitfragmentet är skarp, men på ett ställe intränger genom en spricka en slingrande åder eller apofys från amfiboliten i kvartsitmassan och utgrenar sig i denna i form av plagioklasrika strimor, i vilka ses utsöndringar av större, tavelformiga plagioklaskristaller och strålstensgrupper. Plagioklastavlorna visa tydlig tvillingsbildning enligt Karlsbader- och albitlagarna. Plagioklasen är således i ådern porfyriskt utbildad, ehuru den i amfiboliten endast bildar en finkornig matrix. Amfiboliten uppträder således som en tydligt intrusiv bergart i förhållande till kvartsiten.

På udden Turusenniemi iakttogos i den fyllitartade glimmer-skiffern några cm breda ådror, som äro sammansatta av olikfärgade, ljusare och mörkare strimor och genomsätta skiffern huvudsakligen i bergartens skiffriktning, men ställvis även snett mot denna.

I en åder, bestående av omväxlande gulgrå och mörkare grå, körtelformiga partier, bestå de gulgrå (kornstorlek 0.2—2 mm) huvudsakligen av diopsid, kvarts och plagioklas; dessutom anträffas sparsamt svagt grönfärgad aktinolit, kalcit och klorit, vilka uppträda vid gränsen mot de mörka partierna. Diopsiden är makroskopiskt gröngrå, mikroskopiskt färglös och visar tvillingsstreckning parallellt med 100 (c:  $\gamma = 39^\circ$ ,  $\gamma - \alpha = 0.030$ ). Den bildar flikiga aggregat, sammanvuxna med och utfyllande mellanrummen mellan korngrupper av kvarts och enstaka plagioklaskorn. Kvartskornen äro i medeltal 0.2—0.4 mm stora och visa undulerande utsläckning. Plagioklasen uppträder ofta som mindre korn vid ränderna av diopsidfälten och visar ställvis tydlig tvillingsbildning enligt albitlagen. Enligt denna och den starka ljusbrytningen är sammansättningen An<sub>65</sub>—An<sub>70</sub>. På gränsen mot de mörkare grå partierna tilltager plagioklashalten plötsligt och samtidigt uppträda talrika stängliga aggregat av ljusgrön strålsten (sammanvuxna med och omgivande små rundade diopsidkorn), kloritfjäll, ilmenit- och titanitkorn samt ställvis kalcit. De mörkare grå partierna bestå åter av plagioklas, kvarts, ilmenit- och titanit samt enstaka ljusgröna hornblendestänglar.

En annan åder visade sig vara sammansatt av 1. grå, finkorniga, 2. grå, grovkornigare och 3. ljusa, finkorniga strimmor. Strimmorna av typen 1. bestå av nästan kvartsfri plagioklasaplit, innehållande talrika ilmenit- och titanitkorn samt här och var ljusgröna hornblende-stänglar. Plagioklasen ( $An_{65}$ ) bildar 0.05—0.4 mm stora, rundade korn, som ofta äro något omvandlade (omvandlingsprodukter: zoisit, muskovit, kalcit). 2. bestå av kvarts, plagioklas, ljusgrönt hornblende, titanit, ilmenit och små apatitkorn; kornstorleken är 0.2—2 mm. Hornblendet bildar 1—2.5 mm långa stänglar ( $c: \gamma = 16^\circ$ ,  $\gamma - \alpha = 0.028$ ) och består således sannolikt av aktinolit. 3. bestå av plagioklas och kvarts (sparsamt malmkorn). Kornstorleken är 0.03—0.1 mm. På gränserna mellan de grovkornigare strimmorna (2) och de finkornigare (1 och 3) anträffas ofta små kalcitkorn, som ställvis äro genomvuxna av aktinolitstänglar. På ett ställe i preparatet synes sammanväxningen hava skett sålunda, att aktinolitens c-axel står vertikalt mot tvillingslamelleringen 1012 hos kalciten.

Ådrornas sammansatta natur och rikedom på titanmalmkorn synes tyda på, att de härröra från lösningar, som utsöndrats ur en basisk bergart, innehållande liknande malmineral. Härvidlag kan endast den närbelägna amfiboliten ifrågakomma, och sannolikt hava lösningarna utgått från den ursprungliga gabbrobergarten under dess kristallisation samt inträngt genom sprickbildningar i skifferlagren.

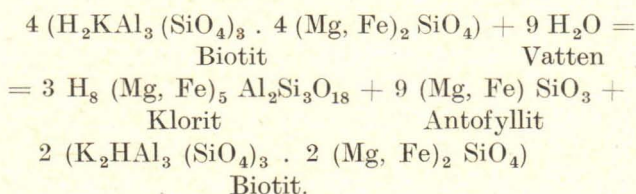
Sammanfattning av iakttagelserna vid amfibolitkontaktorna. Genom ovan anförda iakttagelser anser författaren sig hava till fullo ådagalagt, att amfiboliten är av intrusiv natur. Kontaktzonen, där skiffern är exogent förändrad, är endast några m bred, medan de genom inverkan av underliggande yngre granitmassor kontaktmetamorfoserade staurolitglimmerskiff-rarna intaga vidsträckta arealer. Amfibolitens kontaktinverkan har således varit obetydlig och kvalitativt olikartad, jämförd med granit-magmans. I de metamorfoserade skiffarna vid amfibolitkontaktorna iakttagas följande mineralassociationer:

Klorit, almandin, biotit;  
 Klorit, tremolit, biotit (almandin);  
 Antofyllit, biotit, kordierit;  
 Antofyllit, klorit, almandin.

Där biotiten förekommer tillsammans med kloriten, är den vanligen urblekt och svagt pleokroitisk, övergående i klorit. Kloriten anses ju vanligen för ett mineral, som kan uppstå av biotit genom dess sönderdelning under upptagning av vatten, således en vittrings-process, som är omvänd mot vanlig kontaktmetamorfos, då vattnet

genom upphettning utdrives. Klorit iakttages dock i riklig mängd i såväl amfiboliten som skiffern flerstädes vid kontakterna. Detta kunde möjligen förklaras sålunda, att vid gabbromagmans avsvaning i densamma ingående vatten i stor mängd frigjorts, förorsakande en kloritiseringsprocess i såväl skiffern vid kontakten som själva gabbrobergarten, vars omkristallisering till amfibolit sannolikt samtidigt ägt rum, beroende på därför gynnsamma temperatur- och tryckförhållanden. Gabbrobergartens frambrott har sannolikt skett i skifferformationens djupare delar under pågående bergkedjeveckning.

För att utreda huruvida icke en biotitförande skiffer endast genom inverkan av vatten utan stofftransport kan metamorfoseras till en antofyllit-kloritiskiffer (s. 34), har författaren uppställt följande reaktionsformel, enligt vilken detta vore möjligt:



Enligt denna formel borde den uppkomna biotiten vara kalirikare och fattigare på Fe och Mg än den ursprungliga, vilket även vad järnhalten beträffar är tallet, emedan biotiten i den omvandlade skiffern är urblekt och endast svagt pleokroitisk. Formeln saknar dock beviskraft, då icke jämförande analyser blivit gjorda av biotitarterna i den ursprungliga glimmerskiffern och antofyllit-kloritiskiffern.

### Granat-diopsidskarn.

I trakten E om Pitkämäen kallio höjer sig i kärmarkerna mellan landsvägen och Lahenpuro bäck en låg kulle, där fast klyft anstår i kullens NW-del vid toppen och i sydöstra sluttningen på gränsen mot kärret. Bergarten består av en små- till tämligen grovkornig, svagt skiffrig, till färgen gröngrå, tung skarnbergart, som är i ytan vittrad (skrovlig) med rödbruna och vitgrå fläckar. Huvudbeståndsdelarna äro: *kvarts*, *rödbrun granat* och *gröngrå diopsid*. I mindre mängd anträffas fint fördelad grafit, något malmkorn (pyrit, ilmenit, titanit) och sparsamt tremolit. En finkornigare varietet av samma bergart i SE-sluttningen av kullen innehåller förutom ovan nämnda mineral även något epidot, klorit och kalcit. Strukturen är en porfyroblastisk implikationsstruktur, varvid granaten och diopsiden bilda större (0.5—1.5 cm stora), ojämnt begränsade kristallaggre-

gat, som vid ränderna inflika i varandra och i de fläckvis anhopade kvartskorngrupperna (kornstorlek 0.1—0.4 mm).

Diopsiden är i mikroskopiska preparat nästan färglös eller svagt pleokroitisk, rödaktig—grönaktig; utsläckningen är  $c: \gamma = 41^\circ$ , dubbelbrytningen  $\gamma - \alpha = 0.030$ . Granaten är svagt rödfärgad. Såväl granaten som diopsiden bilda aggregat av större, tämligen väl kristalliserade individer, med invuxna kvartskorn, grafit och malmpartiklar. De äro ställvis sammanvuxna med varandra sålunda, att granaten omgives av diopsiden. Grafiten och malmen uppträda huvudsakligen som små fläckformiga partier vid ränderna och i fogarna mellan mineralkornen.

Den finkornigare, tämligen massformiga varieten i SE-delen av kullen består av kvarts, diopsid, granat, epidot, klorit, grafit, malmkorn samt något kalcit. Beståndsdelarna äro i form av flikiga korn sammanvuxna med varandra. Epidoten är färglös eller svagt rödaktig och visar låg, negativ dubbelbrytning ( $\gamma - \alpha = c. 0.012$ ) med anomala, blågröna—gröngula interferensfärger. Den bildar rundade, flikiga korn, som vanligen äro sammanvuxna med diopsidkornen. Kalcit anträffas mycket sparsamt mellan kvartskornen och på sådana ställen i preparatet påminner bergarten om den karbonathaltiga kvartsiten vid Multala.

Då skarnbergarten ligger i fortsättningen av den mot fattigården (Vaivastalo) utsträckta fliken av amfibolitstråket, är det möjligt, att skarnbildningen uppstått genom inverkan av en gabbrobergart på karbonathaltig kvartsit.

*Analys av grovkornigare granat-diopsidskarn:*

	%	Mol.	Sammansättning	%	%
SiO <sub>2</sub>	73.05	1.2110	Kvarts .....		54.54
TiO <sub>2</sub>	0.15	0.0018	Granat {	Grossular .....	11.59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.03	0.0492		Almandin .....	9.96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.24	0.0015		Andradit .....	0.76
FeO	6.21	0.0865	Pyroxen {	Diopsid .....	9.42
MnO	0.85	0.0120		Hedenbergit ....	7.97
CaO	8.81	0.1570		Jadeit .....	1.44
MgO	1.75	0.0434	Pyrit .....		0.56
K <sub>2</sub> O	0.00		Ilmenit .....		0.27
Na <sub>2</sub> O	0.22	0.0036	H <sub>2</sub> O .....		0.65
H <sub>2</sub> O	0.65	0.0360	Grafit .....		2.38
S	0.30	0.0094			
Gl. förl.— H <sub>2</sub> O—S	2.28				
	99.54				99.54

Analysator: fil. kand. E. Ståhlberg.



FeO-bestämningen har gjorts ånyo av dr. PENTTI ESKOLA och har den ursprungliga  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -bestämningen i anledning härav förändrats i motsvarande grad. MgO-mängden har beräknats ingå helt och hållet i diopsiden.  $\text{Na}_2\text{O}$  har antagits ingå i en jadeitsilikat. På grund av möjliga analysfel är granatens sammansättning osäker. Analysen giver nämligen för granaten sammansättningen: grossular 54.4, almandin 42.4 och andradit 3.2 mol. %. Pyroxenen får sammansättningen diopsid 54.9, hedenbergit 40.6 och jadeit 4.5 mol. %.

### Geologiska slutsatser.

Såsom i den deskriptiva delen av uppsatsen framhållits, härstamma fragmenten i Tohmajärvi-konglomeratet från bergarter, som äro mycket vanliga inom granitgneisområden, nämligen jämnkornig och porfyrisk, starkt omvandlad granitgneis, skiffrig diorit, aplit, pegmatit och pegmatitkvarts. I mindre mängd anträffas gråvita kvartsitbollar samt gneis- och skifferartade fragment (även granatförande), vilka tydligen redan varit metamorfoserade, innan de inneslutits i konglomeratet. På en tidigare metamorfos tyder även granitgneis- och dioritfragmentens deformerade utseende och stora rikedom på omvandlingsprodukter, ävensom förekomsten av flikiga, korroderade hornblendestänglar och granatfragment i dessa bergarter. Då konglomeratet avlagrades, hade således en berggrund av ganska omväxlande beskaffenhet redan frameroderats, varifrån dessa olikartade bergartsfragment härstamma. En sådan terräng, ett vidsträckt resistensområde, mot vilken skiffarna sedermera blevo isoklinalt hopvecklade, finnes i östra delen av Tohmajärvi socken. Rullstenarna kunna då härstamma från detta område eller möjligen från öar i det hav eller innanhav, i vilken skiffersedimenten avlagrades. Nedbrytningen av öarna måste då hava skett samtidigt som konglomeratet avlagrades, ty någon framstickande »botten» har icke iakttagits inom konglomeratfältet, om icke några inom detsamma uppträdande partier av »metamorfiskt grus» möjligen kunde anses som rester av sådan.

Vad de i konglomeratet ingående kvartsit- och gneisiga skifferfragmenten beträffar, tyder deras uppträdande på, att sådana bergarter funnits kvar inom denudationsområdet. Jämför man Tohmajärvi-konglomeratet med liknande bergarter inom det kaleviska skifferområdet, t. ex. med Latvajärvi-konglomeratet i Kontiolahti socken,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BENJ. FROSTERUS och W. W. WILKMAN, Geol. Komm. Geol. översiktskarta öfver Finland. Sekt. D 3, Joensuu. S. 63.

finner man att bergartsfragmenten i båda konglomeraten bestå av fullkomligt likartade bergarter. I Latvajärvi-konglomeratet härröra fragmenten även från granitgneisområdet, som här utgör det omedelbara underlaget för konglomeratet, och bland fragmenten finnas även rullstenar av vit kvartsit. Likheten är således slående, och det kan även med hänsyn till andra omständigheter, som i uppsatsen framhållits, med säkerhet fastslås, att Tohmajärvi-konglomeratet är ett kaleviskt bottenkonglomerat och att skiffrarna, som ansluta sig till detta, höra till kaleviska skifferformationen.

Till konglomeratet ansluta sig kvartsiter, finkorniga kvartsrika skiffrar, fylliter och glimmerskiffrar, vilka vanligen på längre avstånd från konglomeratet genom inverkan av underliggande yngre granit lokalt metamorfoserats till staurolitglimmerskiffrar. Några till åldern skilda avdelningar hava icke kunnat påvisas bland dessa skiffrar, utan höra de tydligen till samma formation. De kaleviska skiffrarna sträcka sig således långt åt SW utanför kartområdet in i Kitee socken, där de äro granitgenomträngda. Hvad amfiboliten beträffar, är den tydligen yngre än skiffrarna, då den vid kontakterna uppträder intrusivt i förhållande till dessa. Att den deltagit i och blivit utsatt för starkt tryck under bergkedjeveckningen, bevisas av den skiffriga strukturen hos såväl densamma som skiffrarna vid kontakterna. Amfiboliten hör sannolikt till samma eruptionsserie som den yngre (post-kaleviska) graniten, men huruvida den frambrutit före eller efter graniten, kan icke inom detta område avgöras, då kontakter mellan dem saknas.

---

## Deutsches Referat.

In vorliegender Abhandlung beschreibt der Verfasser ein in der Gegend des Sees Tohmajärvi innerhalb des ostfinnischen Schiefergebietes (siehe die beigegefügte Karte) vorkommendes Konglomerat und die an dasselbe grenzenden Gesteine.

Das Konglomerat tritt in einem hügeligen Gelände in der Umgebung des Kinderheimes (Lastenkoti) des Kirchspieles nördlich vom See Tohmajärvi auf. Das Gestein enthält zahlreiche gerundete, in der Schieferungsrichtung gestreckte Bruchstücke hauptsächlich von grauem gleichkörnigem oder schwach porphyrischem Granitgneis, schiefrigem Diorit, feinkörnigem, hellgrauem Aplit, Pegmatitquarz und weissgrauem Quarzit. Die Bruchstücke des Granitgneises und Diorites sind stark umgewandelt. Fig. 1, 2 und 3 zeigen verschiedene Ausbildungsformen des Konglomerates. Im Konglomeratgebiete wechsellagern Schichten ungleicher Korngrösse mit einander und mit reinen Schieferschichten. Die Lager sind steil aufgerichtet und stark zusammengefaltet. Fig. 4 (S. 10) zeigt einen Schiefer, in welchem Schichtteile durch die Faltung von einander abgeschnürt worden und von der Schiefermasse umgeben sind.

Das Zement des Konglomerates besteht gewöhnlich aus einer kristallinen, fein- oder kleinkörnigen gneisartigen Schiefermasse, die kleine Gesteinssplitter enthält. Ausnahmen hiervon bilden hier und da vorkommende Konglomeratlager, in denen das Zement aus einer kleinkristallinen Granatamphibolitmasse besteht. Wo der Granat in solchen Schieferpartien an Biotit angrenzt, sind die Grenzlinien gerade und das Mineral ist in Form von gut kristallisierten, idiomorphen Kristallen ausgebildet, wo dagegen der Granat an Hornblende grenzt, ist er umgewandelt und oft in zerrissene Aggregate von Almandin, Hornblende und Plagioklas zerfallen (Fig. 6). Aus diesem Grunde nimmt der Verfasser an, dass das Gestein ursprünglich kalkreiche Gemengteile, entweder Diopsid oder Karbonate (Calcit, Dolomit) enthielt, welche während der Metamorphose sich nicht stabil zusammen mit Almandin erhielten, sondern mit demselben in Reaktion traten unter Bildung von An-reichem Plagioklas nach For-

meln, welche hier S. 13 angeführt und früher von H. VÄYRYNEN aufgestellt worden sind. Reste von Calcit werden auch zuweilen noch im Gesteine wahrgenommen (Fig. 5). Der Mineralbestand ist S. 15 angeführt, und der Verfasser nimmt an, dass die Konglomeratlager mit granat-amphibolitischen Zement ursprünglich Tuffe oder basaltische Laven gewesen sind.

S. 16 beschreibt der Verfasser ein innerhalb des Konglomeratgebietes hier und da auftretendes quarzitartiges Gestein von sehr heterogener Beschaffenheit, welches er »metamorphischen Verwitterungsschutt« nennt und als aus verwittertem Granitgneisboden entstanden betrachtet.

Die nächst dem Konglomerat im Hangenden anstehenden Schiefer bestehn teils aus einem sehr feinkörnigen, quarzreichen Schiefer (Zusammensetzung S. 18), teils aus grauem Quarzit (S. 20) sowie aus Dolomit und Kalkstein (S. 22). Daran schliessen sich gewöhnlich Phyllite und Staurolitglimmerschiefer (S. 24), welche im grössten Teile des Gebietes den festen Gesteinsboden ausmachen. Durch die Mitte des Gebietes läuft in W- und NW-licher Richtung ein breiterer Amphibolitstreifen.

Fig. 7 (S. 19) zeigt einen direkten Uebergang zwischen dem Konglomerat und dem Staurolitschiefer im nordwestlichen Teile des Konglomeratfeldes, wo das Konglomerat über die Schiefer überschoben ist. Daraus geht deutlich hervor, dass die Gesteine zur selben Formation gehören. Fig. 8 (S. 21) stellt eine Mikrophotographie von karbonathaltigem Quarzit von Multala W vom See Tohmajärvi dar. Das Gestein ist offenbar während der Metamorphose keiner so hohen Temperatur ausgesetzt gewesen, dass  $\text{CaCO}_3$ , der die Zwischenräume zwischen den Quarzkörnern ausfüllt, mit  $\text{SiO}_2$  und anderen Bestandteilen hätte reagieren und Silikate bilden können.

Der Dolomit und der Kalkstein am Flusse Luosonjoki und am Amphibolitkontakte ist von Streifen durchzogen, die reich an Tremolit, Plagioklas, Titanit und Erzkörnern sind. Aus diesem Grunde meint der Verfasser, dass das ursprüngliche Gabbrogestein, woraus der metamorphe Amphibolit wahrscheinlich entstanden ist, bei seiner Erstarrung metasomatisch auf den Dolomit und Kalkstein durch Zufuhr von Magnesia in wässriger Lösung längs sand- und tonhaltigen Schichten des Gesteines eingewirkt hat gemäss den auf S. 23 angeführten Formeln.

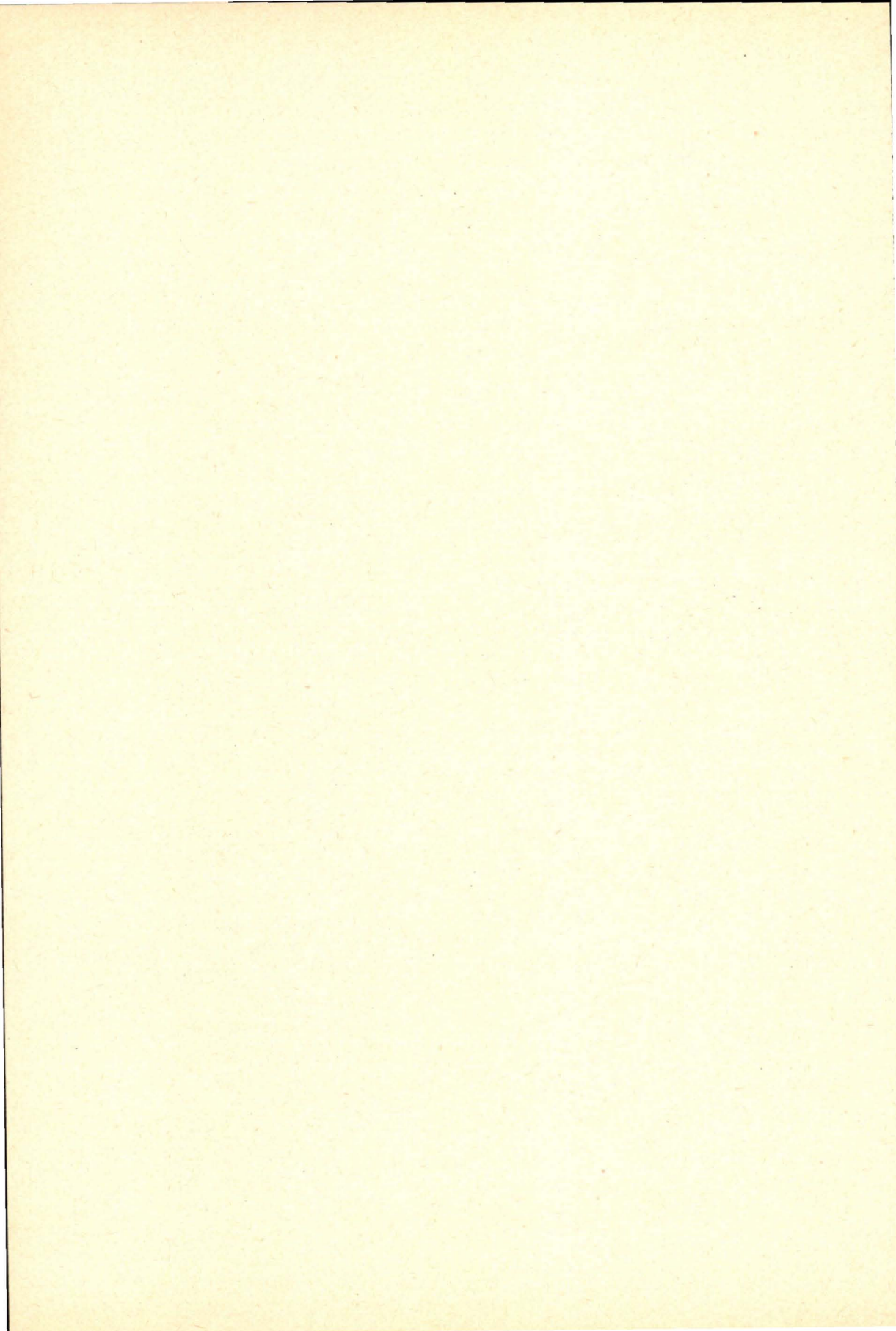
Im Zusammenhang hirmit werden die bisher aus Finnland bekannten Typen von metamorphen Kalksteinen erwähnt: Quarz-, Serpentin-, Tremolit-, Diopsid- und Wollastonitkalksteine.

Staurolitbildung im Glimmerschiefer (S. 24) wird als durch lokale Kontaktwirkung von unterlagerndem jüngeren Granit auf Fe- und Al-reiches Schiefermaterial hervorgerufen erklärt. Derselbe Granit steht in einem grösseren Massive unmittelbar ausserhalb des Kartengebietes im SW an und bildet an der Grenze gegen das Schiefergebiet breite Pegmatitlagergänge im Schiefer.

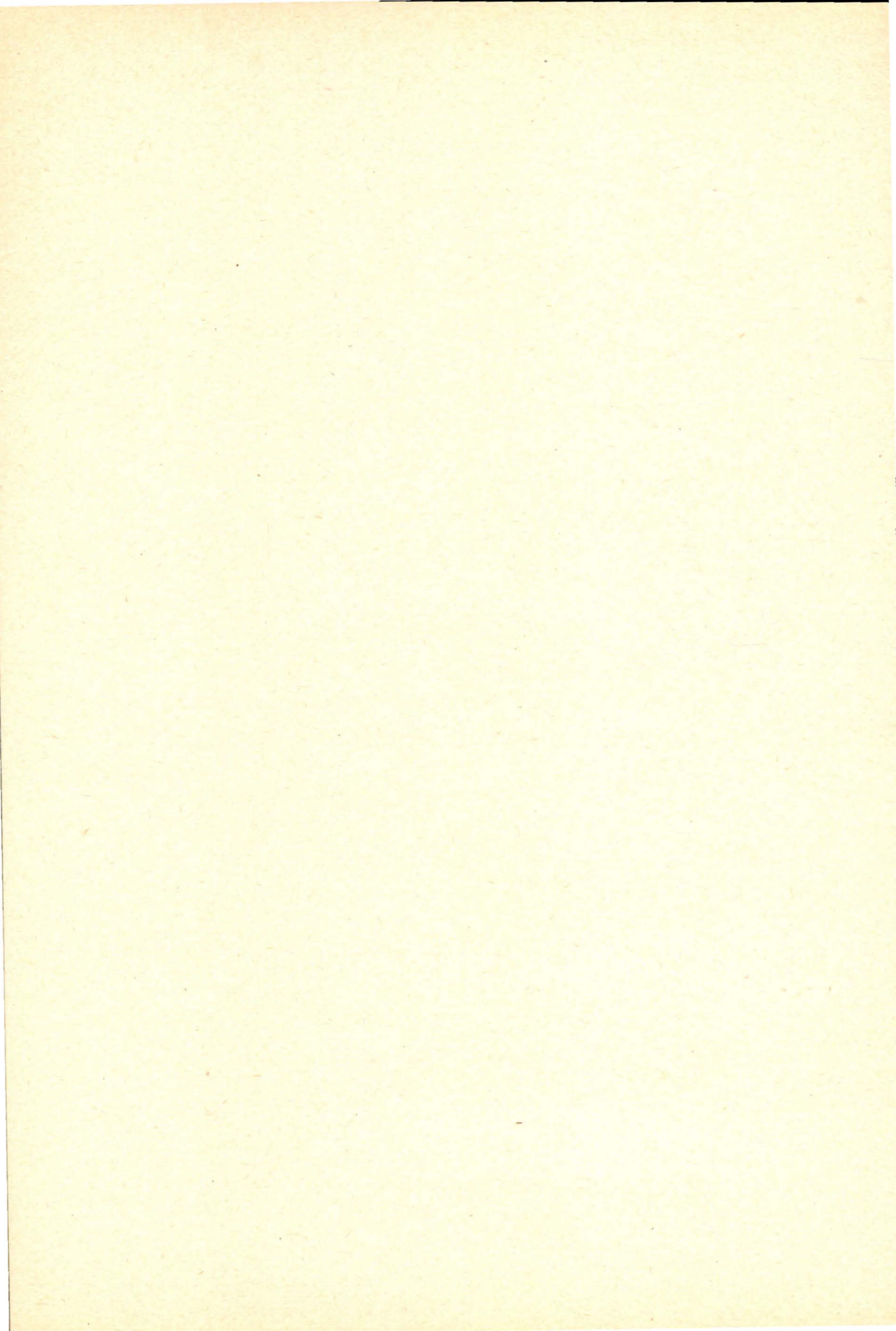
Auf S. 25—37 beschreibt der Verfasser ausführlich den Amphibolit und dessen Kontaktverhältnisse zu den Schiefen. Die Fig. 9 und 10 (S. 26) zeigen die Struktur des Amphibolites, und seine Zusammensetzung wird S. 27 angegeben. Das Gestein wird als ein ursprünglicher Gabbro angesehen, der bei Erstarrung unter gleichzeitig vorschreitender Gebirgsfaltung zu Amphibolit umkristallisiert wurde. An den Kontakten gegen den Schiefer wird das Gestein parallel-schiefrig, wobei es in Strahlsteinfels übergeht, der stellenweise eigentümliche spiralförmig gedrehte Strahlsteinaggregate enthält (Fig. 11, S. 30). Der Schiefer dagegen ist in einer einige m breiten Kontaktzone exogen in einen Chlorit- oder Antophyllitschiefer verwandelt worden, der durch folgende Mineralassoziationen charakterisiert ist: Chlorit, Almandin, Biotit (Fig. 12); Chlorit, Tremolit, Biotit; Antophyllit, Biotit, Kordierit (Fig. 15, Zusammensetzung S. 33) und Antophyllit, Chlorit, Almandin (S. 34). Die Fig. 13 und 14 zeigen Profile von verschiedenen Stellen der Kontakte. Da der Amphibolit ausserdem hier und da an den Grenzen deutliche Gänge im Schiefer bildet, sieht der Verfasser die intrusive Natur desselben dadurch als mit Sicherheit festgestellt an. Die Chloritisierung der Schiefer an den Kontakten ist nach Ansicht der Verfassers durch die Wassermengen verursacht worden, welche bei der Erstarrung des Gabbros frei wurden (S. 37).

Auf S. 37 wird ein eigentümliches Skarngestein beschrieben, welches hauptsächlich aus Quarz, Granat und Diopsid sowie etwas Graphit besteht (Analyse S. 38). Schliesslich hebt der Verfasser die Schlüsse hervor, zu denen er durch seine Untersuchung gelangte, und spricht darin die Ansicht aus, dass das Konglomerat ein kalevisches Bodenkonglomerat ist, und dass die Schiefer der kalevischen Schieferformation angehören.

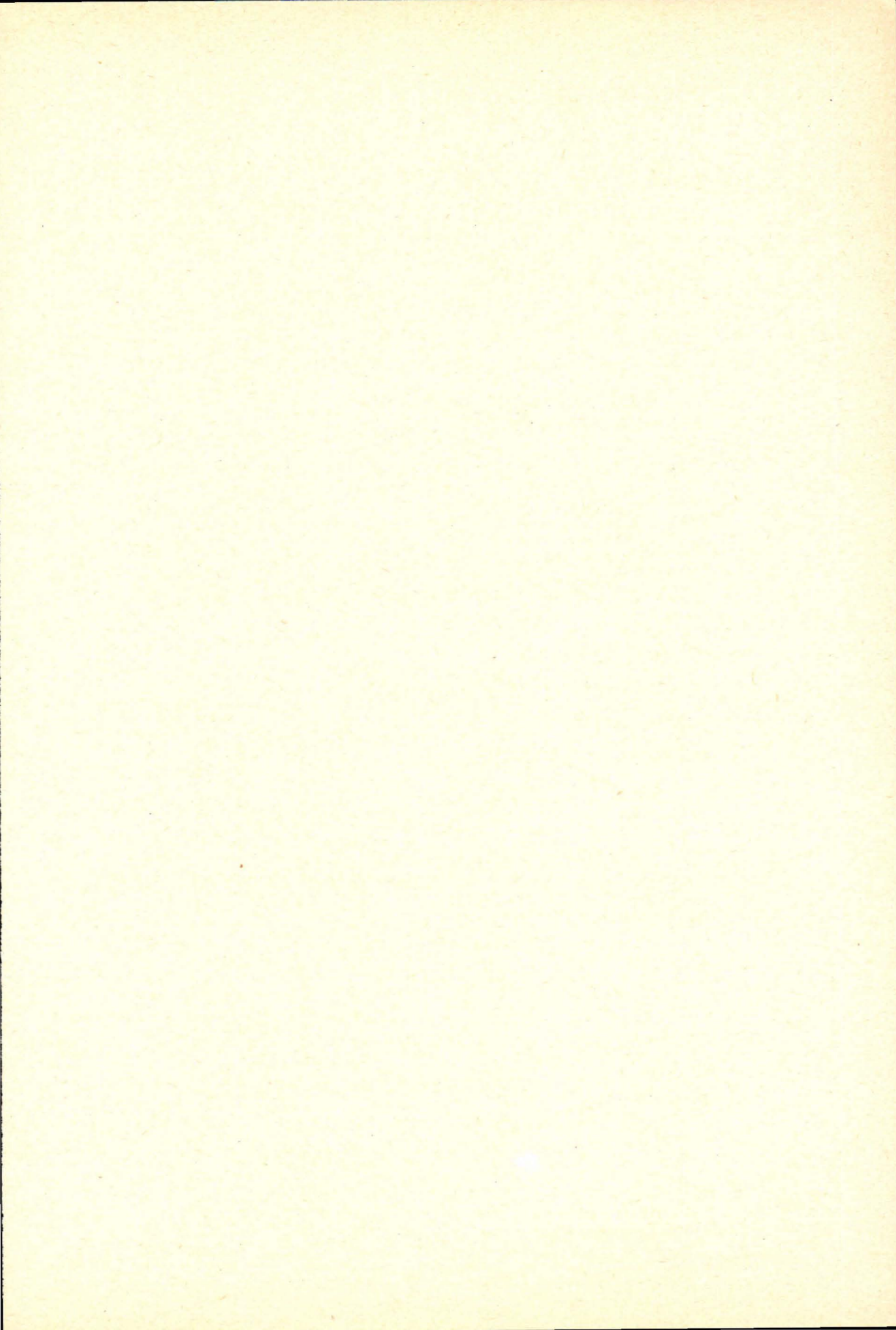
---

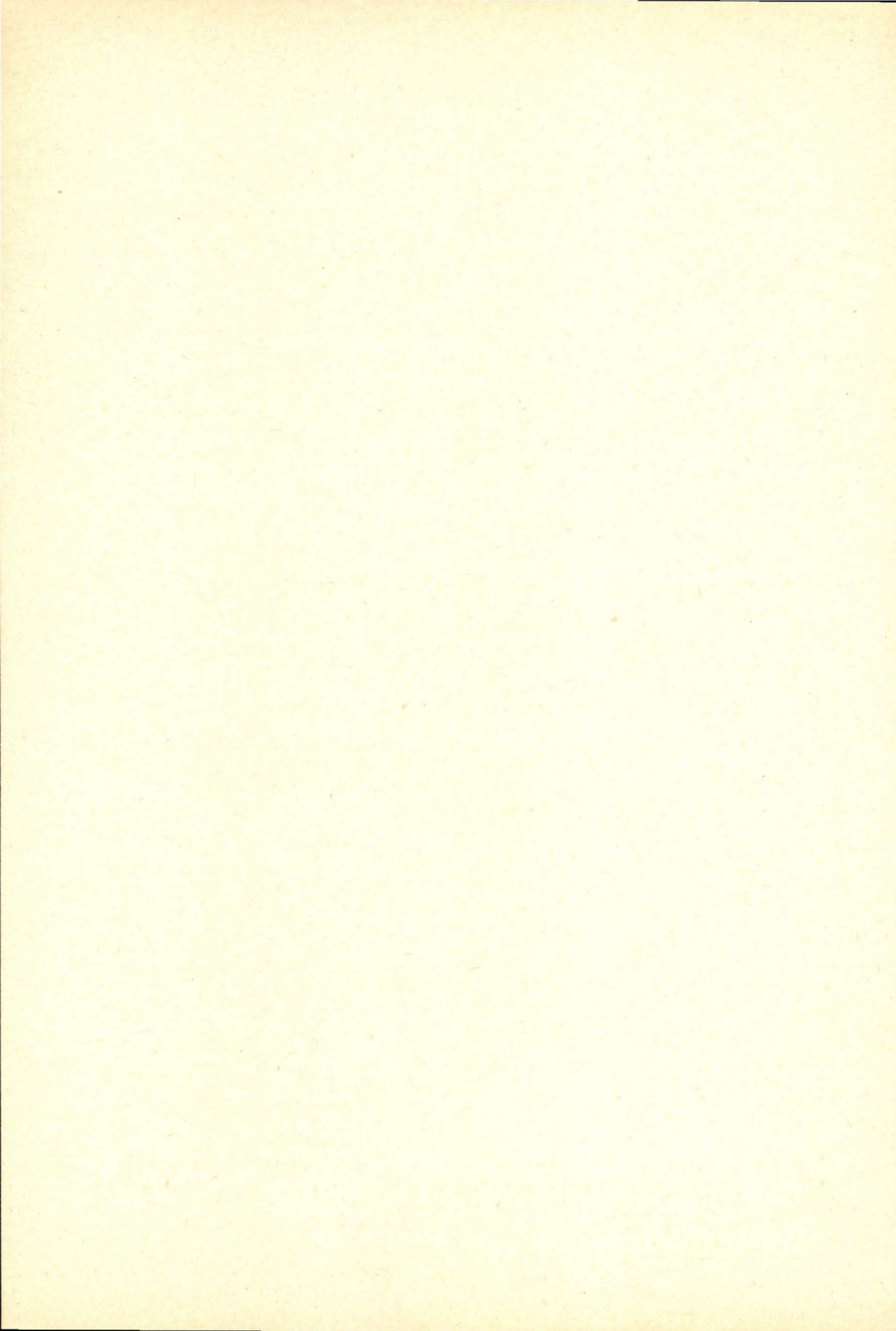












- N:o 21. Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. II. Nya bidrag till frågan om Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER. Med 6 taflor. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. II. Nouvelles recherches sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark. Juni 1907... 14:—
- N:o 22. Granitporphyr von Östersundom, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Figuren im Text und einer Tafel. Juni 1907 ..... 6:—
- N:o 23. Om granit och gneis, deras uppkomst, uppträdande och utbredning inom urberget i Fennoskandia, af J. J. SEDERHOLM. Med 8 taflor, en planteckning, en geologisk översiktskarta öfver Fennoskandia och 11 figurer i texten. English Summary of the Contents: On Granite and Gneiss, their Origin, Relations and Occurrence in the Pre-Cambrian Complex of Fenno-Scandia. With 8 plates, a coloured plan, a geological sketch-map of Fenno-Scandia and 11 figures. Juli 1907 ..... 16:—
- N:o 24. Les roches préquaternaires de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 20 figures dans le texte et une carte. Juillet 1910 ..... 7:—
- N:o 25. Über eine Gangformation von fossilienführendem Sandstein auf der Halbinsel Långbergsöda-Öjen im Kirchspiel Saltvik, Åland-Inseln, von V. TANNER. Mit 2 Tafeln und 5 Fig. im Text. Mai 1911 ..... 5:—
- N:o 26. Bestimmung der Alkalien in Silikaten durch Aufschliessen mittelst Chlorkalzium, von EERO MÄKINEN. Mai 1911..... 4:—
- N:o 27. Esquisse hypsométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911..... 6:—
- N:o 28. Les roches préquaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte. Juillet 1911 ..... 6:—
- N:o 29. Les dépôts quaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911..... 6:—
- N:o 30. Sur la géologie quaternaire et la géomorphologie de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 13 figures dans le texte et 6 cartes. Juillet 1911... 10:—
- N:o 31. Undersökning af porfyrblock från sydvästra Finlands glaciala aflagringar, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912 ..... 6:—
- N:o 32. Studier öfver de syd finska ledblockens spridning i Ryssland, jämte en öfversikt af is-recessionens förlopp i Ostbaltikum. Preliminärt meddelande med tvenne kartor, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912..... 5:—
- N:o 33. Kvartära nivåförändringar i östra Finland, af W. W. WILKMAN. Med 9 figurer i texten. Deutsches Referat. April 1912..... 6:—
- N:o 34. Der Meteorit von St. Michel, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Tafeln und 1 Fig. im Text. August 1912 ..... 9:—
- N:o 35. Die Granitpegmatite von Tammela in Finnland, von EERO MÄKINEN. Mit 23 Figuren und 13 Tabellen im Text. Januar 1913 ..... 10:—
- N:o 36. On Phenomena of Solution in Finnish Limestones and on Sandstone filling Cavities, by PENTTI ESKOLA. With 15 figures in the text. February 1913 .. 7:—
- N:o 37. Weitere Mitteilungen über Bruchspalten mit besonderer Beziehung zur Geomorphologie von Fennoskandia, von J. J. SEDERHOLM. Mit einer Tafel und 27 Figuren im Text. Juni 1913 ..... 9:—
- N:o 38. Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Om landisens rörelser och afsmältning i finska Lappland och angränsande trakter, af V. TANNER. Med 139 figurer i texten och 16 taflor. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fennoscandia. III. Sur la progression et le cours de la récession du glacier continental dans la Laponie finlandaise et les régions environnantes. Oktober 1915 ..... 50:—
- N:o 39. Der gemischte Gang von Tuutijärvi im nördlichen Finland, von VICTOR HACKMAN. Mit 4 Tabellen und 9 Figuren im Text. Mai 1914 ..... 6:—

N:o 40.	On the Petrology of the Orijärvi region in Southwestern Finland, by PENTTI ESKOLA. With 55 figures in the text, 27 figures on 7 plates and 2 coloured maps. October 1914 .....	26: —
N:o 41.	Die Skapolithlagerstätte von Laurinkari, von L. H. BORGSTRÖM. August 1914.	5: —
N:o 42.	Über Camptonitgänge im mittleren Finnland, von VICTOR HACKMAN. Aug. 1914.	5: —
N:o 43.	Kaleviska bottenbildningar vid Mölönjärvi, af W. W. WILKMAN. Med 11 fi- gurer i texten. Résumé en français. Januari 1915 .....	6: —
N:o 44.	Om sambandet mellan kemisk och mineralogisk sammansättning hos Orijärvi- traktens metamorfa bergarter, af PENTTI ESKOLA. Med 4 figurer i texten. With an English Summary of the Contents. Maj 1915 .....	12: —
N:o 45.	Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung, von JULIUS AILIO. Mit 2 Karten und 51 Abbildungen. Dezember 1915.....	15: —
N:o 46.	Le gisement de calcaire cristallin de Kirmonniemi à Korpo en Finlande, par AARNE LAITAKARI. Avec 14 figures dans le texte. Janvier 1916.....	6: —
N:o 47.	Översikt av de prekambrika bildningarna i mellersta Österbotten, av EERO MÄKINEN. Med en översiktskarta och 25 fig. i texten. English Summary of the Contents. Juli 1916 .....	14: —
N:o 48.	On Synantetic Minerals and Related Phenomena (Reaction Rims, Corona Minerals, Kelyphite, Myrmekite, & c.), by J. J. SEDERHOLM, with 14 figures in the text and 48 figures on 8 plates. July 1916.....	17: —
N:o 49.	Om en prekalevisk kvartsitformation i norra delen af Kuopio socken, af W. W. WILKMAN. Med 7 figurer i texten. Résumé en français. Oktober 1916	5: —
N:o 50.	Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland, von MATTI SAURAMO. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. Januar 1918	10: —
N:o 51.	Einige Albitepidotgesteine von Südfinnland, von AARNE LAITAKARI. Mit 5 Abbildungen im Text. Januar 1918 .....	4: —
N:o 52.	Über Theralit und Ijolit von Umptek auf der Halbinsel Kola, von TH. BRENN- NER. Mit 4 Figuren im Text. März 1920 .....	5: —
N:o 53.	Einige kritische Bemerkungen zu Iddings' Classification der Eruptivgesteine, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Tabellen. September 1920.....	5: —
N:o 54.	Über die Petrographie und Mineralogie der Kalksteinlagerstätten von Parai- nen (Pargas) in Finnland, von AARNE LAITAKARI. Mit 3 Tafeln und 40 Abbil- dungen im Text. Januar 1921 .....	11: —
N:o 55.	On Volcanic Necks in Lake Jänisjärvi in Eastern Finland, by PENTTI ESKOLA.	4: —
N:o 56.	Beiträge zur Paläontologie des nordbaltischen Silurs im Ålandsgebiet von ADOLF A. TH. METZGER. Oktober 1922.....	4: —
N:o 57.	Petrologische Untersuchungen der granito-dioritischen Gesteine Süd-Ost- bothniens, von HEIKKI VÄYRYNEN. Mit 20 Figuren im Text und 1 Karte. Februar 1923 .....	8: —
N:o 58.	En train de paraitre.....	
N:o 59.	Über den Quarzit von Kallinkangas, seine Wellenfurchen und Trockenrisse. Nach hinterlassenen Aufzeichnungen von HUGO BERGHELL zusammengestellt und ergänzt von VICTOR HACKMAN. Mit 19 Figuren im Text. April 1923. . .	5: —
N:o 60.	En train de paraitre.....	
N:o 61.	Der Pyroxengrandiorit von Kakskerta bei Åbo und seine Modifikationen, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Figuren und 1 Karte im Text. April 1923 ....	5: —
N:o 62.	Tohmajärvi-konglomeratet och dess förhållande till kaleviska skifferforma- tionen, av W. W. WILKMAN. Med 15 figurer och en karta. Deutsches Referat.	6: —
N:o 63.	Über einen Quarzsyenitporphyr von Saariselkä im finnischen Lappland, von VICTOR HACKMAN .....	4: —