

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 283.

ÅRSBOK 11 (1917): N:o 4.

NAUTANENOMRÅDET

EN MALMGEOLOGISK UNDERSÖKNING

AV

PER GEIJER

MED EN TAVLA

Pris 1.00 kr.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 283.

ÅRSBOK 11 (1917): N:o 4.

NAUTANENOMRÅDET

EN MALMGEOLOGISK UNDERSÖKNING

AV

PER GEIJER

MED EN TAVLA

STOCKHOLM 1918

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

174907

INNEHÅLL.

	Sid.
Förord	5
Inledning	8
Berggrunden	13
Leptitformationen	13
Eruptivbergarter i samband med leptitformationen	20
Granit	24
Tektoniska förhållanden. Uppkomsten av granitens förklyftning	34
Pneumatolytisk omvandling av leptitformationens bergarter	40
Jämförelse med angränsande trakters berggrund	43
Malmfyndigheter	46
Historik	46
Nautanen	49
Liikavaara	69
Sorvanen	71
Nietsajoki	72
Fridhem	75
Snålkok	77
Juoikama	78
Sakakoski	78
Sönade kopparinmutningar på Nietsavaara, »Sakkoppa» och Pahtavaara	79
Sönade järnmalmsinmutningar på Jouluvaara, Hirvasäive och Patjanen	80
Kopparmalmförekomster geologiskt besläktade med Nautanenområdet	82
Svappavaara malmberg	82
Särkivaara	83
Maunuvaara	84
Malmernas bildningssätt	87
Några praktiska synpunkter	102
<i>Anmärkingar till berggrundskartan</i>	105

Förord.

Vid den tid då Riksgränsbanans byggande, undersökningarna på Kiirunavaara och upptäckten av allt flera nya järnmalmsfält inom Jukkasjärvi malmtrakt gjorde det klart även för en större allmänhet, att norra Lappland gick till mötes en storhetstid såsom ett järnmalmsproducerande land, väcktes även förhoppningar om att parallellt med denna gruvindustri också skulle uppväxa en annan sådan, baserad på kopparmalm. Det var ej de gamla 1600-talsgruvorna vid Svappaavaara man satte sitt hopp till, utan nyfunna malmförekomster omkring Nautanen, föga mera än en mil från Gällivare. De högt spända förhoppningarna blevo emellertid bittert svikna: under det att järngruvindustrien ständigt vuxit i betydelse, kunde driften vid det år 1898 upptäckta Nautanen ej hållas gående längre än till år 1908, då företaget slutade med en ekonomisk katastrof av för våra förhållanden betydande dimensioner. De övriga, mindre gruvföretagen i samma trakt lyckades föga bättre.

Någon geologisk undersökning av Nautanentrakten blev aldrig utförd, medan grubarbetet pågick där. Geologiska data, som offentliggjordes av undersökningsarbetenas ledare, samt spridda notiser av tillfälliga besökare, giva visserligen en ganska god föreställning om malmernas uppträdande, men angiva icke deras förhållande till de geologiska faktorer, som blivit kända genom undersökningar i kringliggande trakter, och lämna således endast en ofullständig bild. Efter gruvdriftens nedläggande minskades naturligen intresset för fältet, och det fick helt stå tillbaka för mera aktuella arbetsuppgifter. Emellertid påpekade bergmästare C. I. ASPLUND år

1914 i skrivelse till Kungl. Kommerskollegium, att det låg i det allmännas intresse, att geologien inom det ifrågavarande malmförande området bleve utredd, så att man kunde bättre bedöma sannolikheterna för nya malmers påträffande o. s. v. Senare har han såsom ledamot av riksdagen i en motion vid 1916 års riksdag¹ påyrkat att ett större anslag måtte ställas till Sveriges Geologiska Undersöknings förfogande i och för undersökning av ett antal uppgivna malmfyndigheter å kronojord, bland dem även Nautanenområdets. Denna motion vann dock icke kamrarnas bifall.

Chefen för Sveriges Geologiska Undersökning beslöt emellertid att på planen för verkets ordinarie fältarbeten år 1916 upptaga en undersökning av Nautanenområdet, avseende erhållandet av en möjligast fullständig bild av områdets geologi i dess helhet, så att malmerna kunde ses i sitt naturliga sammanhang och icke utbrutna ur detta. Rekognosceringen skulle vidare läggas så, att arbetsresultaten läto sig inpassa i en planerad berggrundskarta i en skala omkring 1 : 200 000 över de malmförande trakterna i Norrbottens län. Däremot avsågs icke någon detaljerad värdesättning av de i gruvorna kvarstående malmkvantiteterna eller någon »malmletning» i egentlig mening. Arbetet uppdrogs åt undertecknad, som var sysselsatt med fältarbetena under c:a 2 månader av sommaren 1916. Till följd av vissa gynnsamma omständigheter blev det möjligt att samtidigt även utföra en undersökning av de glacialgeologiska företeelserna inom området. En redogörelse härför har redan publicerats.²

Bergmästarna C. I. ASPLUND och B. KJELLBERG samt hr L. BJÖRKQVIST, Fridhem, Gällivare, har jag att tacka för åtskilliga upplysningar angående arbetsfältet. A.-B. Stockholms Handelsbank har berett mig tillfälle taga del av äldre handlingar rörande Nautanen. Till Handelsbanken och dess

¹ Motion n:r 93 i riksdagens första kammare.

² Om landisens avsmältningsförhållanden inom Nautanenområdet vid Gällivare. S. G. U., ser. C. n:r 277.

närmaste representant, kamrer G. LÖFSTRÖM, ävensom till ingenjör S. WENNBERG står jag vidare i tacksamhetsskuld för de kvarteranordningar vid Nautanen, som väsentligt bidrogo att möjliggöra arbetets snabba genomförande. Till sist vill jag framhålla den stora hjälp jag i mitt arbete haft av de undersökningar docenten N. SUNDIUS utfört över skapolitiseringen inom trakterna söder om Kiruna.¹ Detta precisionsarbete har betydligt underlättat utredandet av analoga företeelser inom Nautanenområdet.

Stockholm i november 1917

Per Geijer.

¹ Beiträge z. Geologie d. südl. Teils d. Kirunagebietes (i serien: Vetenskapliga och prakt. undersökningar i Lappland, anordnade av Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag).

Inledning.

Med Nautanenområdet förstås här den trakt NO och Ö om Gällivare, som omfattar ett flertal geologiskt likartade kopparmalmfyndigheter, av vilka den största är Nautanens malmfält. Det rekognoscerade området är landet mellan Lina älv och dess tillflöde Kutjasjoki, det når i NV till Sarvesjaure, i SO till Puotatsapes myrland, nära de nämnda älvarnas sammanflöde. Noga taget omfattar detsamma icke hela det ifrågavarande malmbildningsdistriktet, då till detta även kan föras ett smalt bälte på andra sidan Kutjasjoki, i vilket, c:a 7 km Ö om Puotatsape, Purnovaara malmfält är beläget, å Purnovaara byamark. Till samma malmbildningsprovins, i stort sett, höra även kopparmalmerna i Svappavaaratrakten (på Svappavaara malmberg och Särkivaara), mera än 5 mil N om Nautanen, och på Maunuvaara, ungefär lika långt NO om detta fält. Jag har därför här medtagit en beskrivning av dessa fält, kortfattad i vad som rör det redan förut väl kända Svappavaara malmberg, relativt utförligare beträffande Särkivaara och Maunuvaara.

Huvuddragen i Nautanenområdets topografi framgå av fig. 1. Kvartära avlagringar, huvudsakligen morängrus, täcka i stor utsträckning den fasta berggrunden. Denna är likväl, på det hela taget, snarast bättre blottad än vad fallet är inom närmast angränsande trakter. Sålunda är moränbetyckningen ställvis så tunn, att talrika hållar sticka upp. Detta är i synnerhet fallet på en del berg, såsom i östra slutningen av Nautanenfjällets södra del. Den sen-glaciala floderosionen har i hög grad underlättat den berggrundsrekognoscerande geologens arbete, i det att de längs isranden fram-

rinnande älvarna fullständigt befriat stora områden från deras moräntäcke (jfr fig. 2), varjämte på åtskilliga ställen kanjondalar nedskurits genom bergåsarna. För närmare uppgifter om de glacialgeologiska förhållandena i denna trakt hänvisas till den utförliga framställning, som redan givits i en särskild uppsats.¹

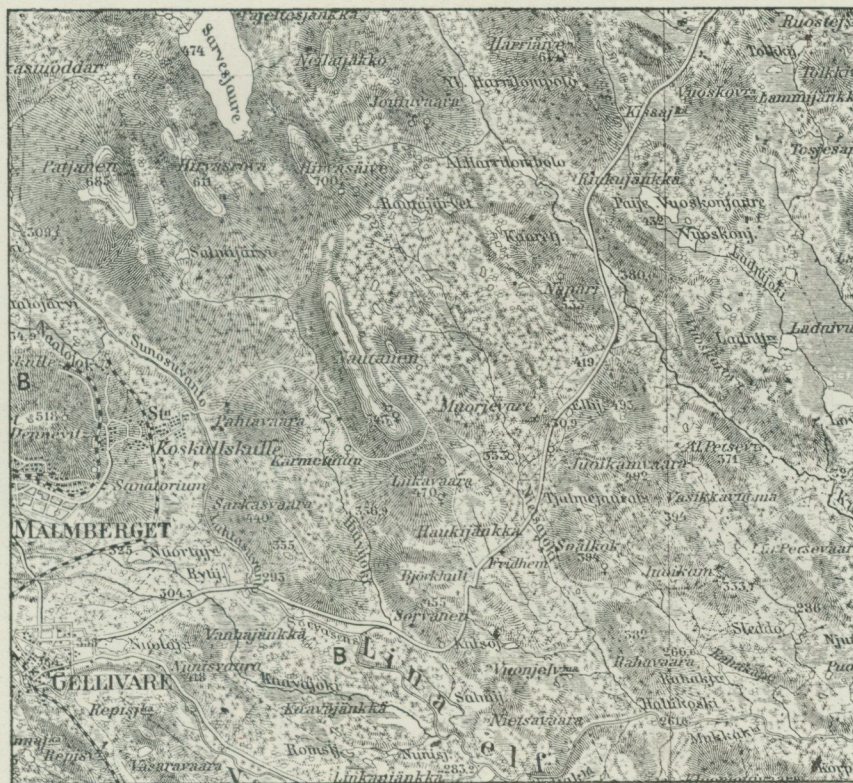


Fig. 1. Topografisk karta över trakten kring Nautanen. Skala 1:200 000. Efter topogr. kartbladet Gällivare. (Gruttecknen äro till stor del oriktigt placerade, jfr i stället tavla 1).

Berggrundens och malmernas geologi inom detta område har hittills varit föga känd, trots det nära grannskapet till de klassiska arbetsfälten Malmberget och Dundret. Fram-

¹ S. G. U., ser. C, n:r 277.

ställningen på berggrundskartan i »Jukkasjärvi malmtrakt»¹ grundar sig tydligen huvudsakligen på iakttagelser insamlade av SVENONIUS, som under översiktsresor genomkorsat trakten 1893.² Nautanens malmfält besöktes av GAVELIN i oktober 1899,³ men då marken redan var snöbetäckt, kunde han endast göra några spridda iakttagelser. År 1902 framlade B. KJELLBERG en kort översikt av detta fälts geologi,⁴ i vilken huvuddragen i malmernas uppträdande skildras, och en lista



Fig. 2. Glacifluvialt kalspolad berggrund, N om Huivijoki (Sorvanentoppen t. h. i bakgrunden). Berggrunden kvartsit och leptit. Något t. h. om bildens mitt synes ett genomskuret antiklinalvalv (mörk yta).

på fyndighetens mineral gives, vilken torde vara praktiskt taget komplett utom så till vida, att den kvantitativt och diagnostiskt viktiga skapoliten förbisetts, vilket under dåvarande omständigheter ej kan förvåna. Samma år publicerade

¹ S. G. U., ser. C, n:r 183, atlas.

² Dagbok, S. G. U:s arkiv.

³ Dagbok, S. G. U:s arkiv.

⁴ Tekn. Tidskr., 1902, Kemi o. Bergv., s. 13.

SVEDMARK några kortfattade notiser om Nautanens, Liikavaara och Nietsajoki malmfält.¹ Om malmens förekomstsätt anför han följande: »Kopparmalmen uppträder dels som impregnation inom vissa gångformigt eller körtelformigt utbildade zoner i granuliten, dels i kvartslinser och gångformiga kvartspartier genomdragande samma bergart.» I övrigt finnas inga andra uppgifter publicerade än några smånotiser om malmmineral av samme författare,² ett kort omnämmande av HÖGBOM,³ en notis om guldets förekomstsätt i Fridhemsfältet av S. WENNBERG⁴ samt ett uttalande om malmernas bildningsätt av P. KRUSCH.⁵ Denne hyser den uppfattningen, att Nautanens järnmalm är mycket äldre än kopparmalmen: »... in den Fällen wo aus der Tiefe stammende Schwermetalllösungen ohne freien Sauerstoff mit anderen reduzierende Erze führenden nicht gangförmigen Lagerstätten zusammentreffen. Sehr lehrreiche Beispiele sind Nautanen in Lappland, Grasslitz-Klingental in Böhmen-Sachsen. Bei Nautanen drangen Kupferlösungen in Magnet Eisen führende Schichten ein und setzten Kupferkies ab ...»

Den nu slutförda undersökningen har givit följande bild av huvuddragen i berggrundens och malmernas geologi. Berggrunden sammansättes av en suprakrustal, d. v. s. på jordytan bildad, formation och denna genomsättande granitmassiv. Suprakrustalformationens mest utbredda komponenter äro finkorniga kristallina skiffrar, bestående av fältspat, kvarts, biotit, hornblände m. m. Då de flesta formerna äga sin motsvarighet inom mellersta Sveriges leptitformation, och kornstorleken endast undantagsvis är sådan, att man utan risk att missförstås kan beteckna bergarten som en finkornig gnejs, har jag här för dessa bergarter använt namnet leptit. I allmänhet äro området leptiter jämnkorniga, skiktade berg-

¹ G. F. F. 24, s. 472.

² G. F. F. 26, s. 186.

³ The Gellivare Iron Mountain. G. F. F. 32, s. 561, och guide, 11 int. geol. kongr.

⁴ Tekn. Tidskr., 1915, Veckouppl. s. 327.

⁵ C. R., 12. int. geologkongressen, Toronto 1913, s. 285.

arter av sedimentärt ursprung. Differentierade sediment äro underordnade; de representeras av kvartsit och andalusitglimmerskiffer. Leptitiserade vulkaniska bergarter ha icke någon större utbredning; endast porfyrit förekommer, medan syenitiska och kvartsyenitiska former alldeles saknas,¹ ehuru de dominera inom det angränsande området V om Lina älv (Malmberget—Nunisvaara). Även förekomma intrusivbergarter, bildade på ringa djup, vilka lämpligen böra behandlas i samband med porfyriten.

Efter den dominerande bergarten benämnes den supra-krustala formationen lämpligen *leptitformationen*. Denna formation är mer eller mindre brant upprest och är genom-satt av ett flertal granitmassiv, som utgöra satelliter till ett mycket stort granitområde i Ö och NO. Graniten åtföljes av pegmatit, vilken ofta är rik på turmalin. Flerstädes på längre avstånd från granitkontaktarna finner man, att leptit-formationen bergarter undergått en intensiv pneumatolytisk omvandling, varvid framför allt bildats skapolit och turmalin, men även kopparmalmmineral, magnetit, apatit m. m. Delvis framträder ett tydligt samband mellan omvandlingen och sprickor i bergarten, utfyllda med ungefär samma mineralassociationer. Malmerna uppträda såsom impregnationer eller i kvartsgångar, såsom KJELLBERG och SVEDMARK redan omnämnt. Impregnationsmalmernas kopparmineral är kopparkis, eller undantagsvis bornit, under det kvartsgångarna kunna föra kopparkis, bornit eller kopparglans. Den järnmalm, som förekommer vid Nautanen, tillhör även den samma pneumatolytiskt bildade mineralsällskap. KRUSCHS ovan citerade åsikt, att den skulle vara en väsentligt äldre bildning än kopparmalmen, har icke funnit något stöd i resultaten av den nu utförda undersökningen.

¹ Vid Sakakoski i Lina älv finnes dock en obetydlig rand av en albit-leptit med porfyrisk struktur, möjligen en ursprungligen klastisk bergart.

Berggrunden.

Leptitformationen.

Såsom nämndes redan i inledningen, sammansättes denna formation huvudsakligen av *leptiter*. Dessa bergarters huvudbeståndsdelar äro fältspater (plagioklas med vanligen $< 50\%$ An, samt mikroklin), kvarts, biotit och hornblände, i växlande proportioner. Till sin struktur äro de kristallina skiffrar, oftast med en svagt utvecklad kristallisationsskiffrighet. Kornstorleken är i allmänhet omkring 0,10 till 0,20 mm, men kan i närheten av granitmassiven uppgå till mer än dubbelt detta belopp. Leptitens färg är mestadels grå, i olika nyanser alltefter halten av mörka mineral. Hornblände eller kloritiserad biotit kunna giva den en grönaktig anstrykning. Skiktning är mycket utbredd, men olikheterna mellan de olika skikten äro i allmänhet icke stora. För det obehäpnade ögat framträda naturligen tydligast växlingarna i halten av mörka mineral. Skiktad leptit visar ofta en med skiktningen parallell bankning (fig. 3).

Leptiterna kunna efter fältspatens karaktär indelas i tre grupper. Plagioklasleptiter med underordnad eller ingen kalifältspat äga den största utbredningen. Som nämnt är plagioklasens anortithalt i allmänhet under 50 %. Mikroklinleptiter, ibland alldeles plagioklasfria, äro mindre vanliga, men uppträda bl. a. på ett par ställen i Huivijokis dalföre, samt såsom en bred zon genom Nautanens malmfält, möjligen direkt fortsättande genom Liikavaara- och Sorvanenfälten. Den tredje gruppen karakteriseras av kombinationen av en jämförelsevis kalkrik plagioklas ($Ab_{70} An_{30}$ — $Ab_{55} An_{45}$)

med en avsevärd mängd mikroklin. Denna grupp, som har sin egentliga utbredning kring Snålkok, består möjligen delvis av omkristalliserade intrusivbergarter.

För närmare beskrivning skola vi utvälja några typiska representanter för de olika leptitgrupperna.

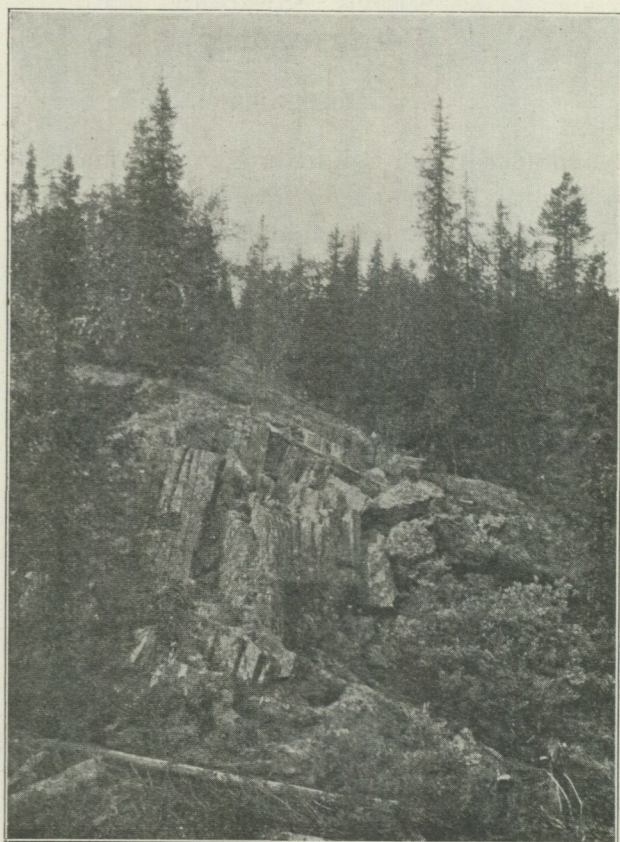


Fig. 3. Skiktad leptit med god bankning, frostsprängda hållar N om Muorjevare.

En plagioklasleptit från Juoikama malmfält visar följande sammansättning:¹

¹ Bestämningarna av bergarternas volymprocentiska sammansättning ha utförts efter ROSIWALS metod.

Plagioklas ($Ab_{80} An_{20}$) ¹	72	vol. %
Kvarts	16	»
Biotit och klorit	11	»
Magnetit och titanit	1	»

100

En skiktad, jämförelsevis grovkornig leptit från Pahtavaaras östra sluttning befanns under mikroskopet visa icke blott olika sammansättning i de olika skikten, utan även olika kornstorlek. Sammansättningen kan, på grund av inhomogeniteter inom skikten (underordnade skiktningföreteelser) endast helt approximativt angivas:

	Det grövre skiktet (kornstorl. c:a 0.70 mm)	Det finkornigare skiktet (kornstorl. c:a 0.25 mm)
Plagioklas ($Ab_{70} An_{30}$)	80 vol. %	60 vol. %
Kvarts	6—8 »	24 »
Hornblände	8—10 »	8 »
Magnetit	3—4 »	6 »
Mikroclin, turmalin, titanit, apatit, epidot	1 »	2 »

Turmalinen bildar några mycket oregelbundna korn. Pleokroismen är ω mörkt grönbrun, ϵ ljust rödviolett. Hornbländet är ofta poikilitiskt utbildat, under det de ljusa mineralen ha enkla kornfogar.

Vid landsvägen N om Pahtavaara är blottad mera än 300 meters bredd av en i ljusare och mörkare grått bandad leptit, som består av kvarts, plagioklas (omkring $Ab_{88} An_{12}$), mikroclin, biotit och hornblände, jämte något magnetit, järnglans, apatit och turmalin. Somliga skikt innehålla rikligt biotit men föga hornblände, andra tvärtom; mikroclinhalten är högre i de förra.

Såsom exempel på en mikroclinleptit kan anföras en vit-

¹ För bestämning av plagioklaserna ha mestadels använts BECKES kurvor för utsläckningen i snitt $\perp \alpha$ och hans uppgifter om ljusbrytningen, ävensom MICHEL-LÉVYS värden för utsläckningen i snitt $\perp M$.

grå, oskiktad bergart från västra ändan av dalen mellan Liika-vaara och Sorvanen, med följande sammansättning:

Mikroklin	59	vol. %
Kvarts	34	»
Muskovit	5	»
Biotit	1	»
Magnetit	1	»
	<hr/>	
	100	

Mikroklinleptit med en växlande, ofta mycket låg kvartshalt upptager största delen av den fyndiga zonen vid Nautanen. Den pneumatolytiska metamorfos, som drabbat detta område, gör det dock omöjligt att med någon säkerhet fastställa bergartens ursprungliga sammansättning.

Leptiter med kalkrik plagioklas samt mikroklin förekomma, såsom redan nämnts, huvudsakligen omkring Snålkok. Ett prov från bergets sydvästra fot är sammansatt:

Plagioklas ($Ab_{55} An_{45}$)	40	vol. %
Mikroklin	21	»
Kvarts	17	»
Biotit	21	»
Titanit	1	»
	<hr/>	
	100	

Såsom närmare utlägges s. 23, är det dock ovisst om dessa bergarter verkligen äro att hänföra till leptiterna.

I flera fall har zonalstruktur iakttagits i leptiternas plagioklaser. I den ovan beskrivna grovkorniga skiktade leptiten från Pahtavaara bestämdes på ett korn sammansättningen på kärnan till $Ab_{70} An_{30}$ och på höljet till $Ab_{75} An_{25}$. Inom Nautanenfältet har dylik struktur flerstädes iakttagits i mikroklinförande leptiter med kalkrik plagioklas, bäst i en kvartsfri bergart från utm. 210. Strukturen har där ibland det utseende, som är vanligt i kristallina skiffrar, men kan också vara bättre utvecklad, dock sällan med de skarpa kristall-

former, som utmärka eruptivbergarternas zonala plagioklaser, utan med mera vågiga konturer. Dess värre sakna de zonalstruerade kornen i allmänhet tvillinglamellering. Ej heller kunna de bestämmas i snitt $\perp \alpha$, emedan medelsammansättningen är omkring $Ab_{50} An_{50}$, och sålunda skillnaderna i utsläckningsvinklarna alltför obetydliga. Emellertid kan man i många fall med hjälp av ljusbrytningsskillnaden (BECKES linje) konstatera den relativa anortithalten i de olika zonerna. Sålunda har i ett flertal fall kärnan befunnits ha en avsevärt högre ljusbrytning än höljet, m. a. o. vara kalkrikare än detta. I ett korn med dubbelt hölje visade sig kärnan och det yttre höljet ha högre ljusbrytning än det inre. Det enda korn, i vilket den symmetriska utsläckningen $\perp M$ kunde mätas, var likaledes tredelat; kärnan och det yttre höljet hade en utsläckning av 24° , motsvarande minst 43 % An, under det att det inre höljet visade 29° (minst 52 % An).

Det föreligger sålunda ingen olikhet mellan zonalstrukturen i leptitens plagioklaser och i en eruptivbergarts i vad som rör olikheterna i sammansättningen mellan de olika zonerna. Detta resultat står i skarp motsats mot det som BECKE¹ erhållit under sina studier av talrika kristallina skiffrar, i det att han, som bekant, funnit att höljet är anortitrikare än kärnan. Senare har V. M. GOLDSCHMIDT² uppvisat, att i Kristianiafältets kontaktmetamorfa bergarter plagioklaser med i genomsnitt mera än 26 % An visa anrikning av anortitkomponenten i kärnan, sådana med under 20 % An däremot anrikning av albitkomponenten, under det att leden med 20 till 26 % An ej alls visa zonalstruktur. Senare har samma förf.³ i plagioklaser i fjällkedjans kalksilikatgnejser funnit de båda olika zonalstrukturtyperna tillsammans, utan att någon

¹ Mineralbestand und Struktur der krystallinischen Schiefer, s. 45 (Denkschr. Kais. Ak. Wiss., Mat.-Nat. Kl. 57: I, Wien).

² Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet, s. 299 (Videnskabselsk. Skrifter 1911, I: 1, Kristiania 1912).

³ Geol.-Petr. Studien im Hochgebirge d. südl. Norwegen III, s. 9 (Ibid. 1915, I, Kristiania 1916).

lagbundenhet kan spåras. Beträffande zonalbyggnaden i de kristallina skiffrarnas plagioklaser synes man sålunda vara hänvisad till fortsatt materialsamlade.

Några av Nautanenområdet leptitvarieteter äro mycket rika på biotit, så att de för blotta ögat likna glimmerskiffrar. En sådan form, från Muorjevare by, befanns under mikroskopet bestå av biotit, kvarts, plagioklas ($Ab_{72} An_{28}$), rikligt mikroklin (c:a 30 %), något muskovit med sillimanit samt litet turmalin. Mikroklinen är utbildad i rundade stora korn (1—1.5 mm) i den för övrigt finkorniga massan och ojämnt fördelad. Endast ett av kornen visar fläckvis gitterstruktur i form av undulositet i utsläckningen, i övrigt ses ingen tvillingbildning.

Mikroclinleptiterna inom Nautanens malmfält äro ofta muskovitrika och samtidigt starkare förskiffrade. De synas ha erhållit denna utbildning under den pneumatolytiska metamorfosen.

Verklig *glimmerskiffer* med ringa eller ingen fältspathalt är en underordnad komponent i leptitformationen. En andalusit-biotit-skiffer förekommer SO om Nietsajoki malmfält samt i norra delen av Snålkokberget. På sistnämnda ställe för den centimeterstora andalusitindivid. Kvarts och biotit ingå där i ungefär lika mängd, plagioklas (med en anortithalt av ungefär 22—25 %) förekommer fläckvis, apatit och turmalin helt sparsamt. Andalusiten visar den i dylika bergarter vanliga utbildningen: den är uppfylld av inneslutningar av kvarts jämte mera fåtaliga sådana av biotit, båda i mindre korn än i den omgivande massan. Muskovitskiffer med hög kvartshalt uppträder lokalt i västra kanten av kvartsitbältet i Huivijokis dalföre och kan betraktas såsom en gränsform av kvartsit.

Kvartsit har endast iakttagits i Huivijokidalen. Zonen är bredast i S, där den vid Sorvanens norra del upptager nästan hela dalbotten. Bergarten är där vit till gråvit, halvt glasig, utan någon tydlig skiktning men med en delvis väl utvecklade bankning. Vid vägen N om Pahtavaara, där kvart-

siten endast är 45 m bred, är bergarten tydligt skiktad. En ringa muskovithalt är mycket vanlig i kvartsiten, under mikroskopet framträder även mikroklin. Klastiska strukturdrag ha ej kunnat återfinnas. Kvartsiten bildar en konform inlagring i den skiktade leptiten, och innehåller själv ställvis bäddar av en rödligt, nästan massformig, kvartsrik mikroklinleptit.

Fastställandet av de nu beskrivna bergarternas ursprungliga natur möter inga svårigheter beträffande kvartsiten och andalusitglimmerskiffern. Den förra är säkerligen en ordinarie kvartsit av klastiskt-sedimentärt ursprung, den senare åter tillhör en bergartstyp som flerstädes visats vara uppkommen genom metamorfos av lerjordsrika sediment.¹ Även områdets leptiter måste vara sedimentära, såsom framgår av den mycket utbredda skiktningen, av förekomsten av övergångsformer till kvartsiten o. s. v. Säkra konglomerat ha dock icke kunnat påvisas, om också några inom Nautanens malmfält iakttagna bildningar sannolikt äro att tyda som sådana. Med undantag för en viss leptit på Snålkok, om vilken mera nedan, som fullständigt saknar skiktning och visar kvaderförklyftning i stället för bankning, finnes bland områdets leptiter ingen form, som kan antagas representera en omkristalliserad eruptivbergart. Emellertid är deras sammansättning ofta snarlik dylika bergarters. Leptiternas material har således, i motsats till kvartsitens och glimmerskifferns, icke varit sorterade produkter av kemisk vittring, utan ett till sin sammansättning vanligen endast föga förändrat eruptivmaterial. I formationens nuvarande bevaringstillstånd låter det sig icke avgöra, huruvida tuffmaterial eller vittringsgrus, eller bådadera, ingå i densamma, men det sistnämnda synes sannolikast. Leptiterna torde således till sin uppkomst vara att jämföra med en stor del av de mellansvenska leptiterna, ävensom med huvudmassan av den bottniska supra-

¹ Av intresse är, att samma typ återfinnes även i den mellansvenska leptitformationen (jfr S. G. U., ser. C, nr 275, s. 230).

krustala komplexen i Österbotten, som nyligen skildrats av MÄKINEN.¹

Eruptivbergarter i samband med leptitformationen.

Under ovanstående beteckning sammanfattar jag alla eruptivbergarter inom Nautanenområdet med undantag av graniten. De ifrågavarande bergarterna, som huvudsakligen uppträda omkring den nedre delen av Nietsajokis dalföre, särskilt i trakten av Snålkok, hava i allmänhet en kvartsdioritisk eller kvartsdiasbasisk sammansättning, och kunna efter sina relikstrukturen indelas i porfyriter, som sannolikt representera på jordytan utflutna lavar, samt kvartsdiasbaser och med dem nära förbundna kvartsglimmerdioritiska former, vilka båda torde tillhöra samma petrografiska provins som porfyriterna, men ha stelnat inom jordskorpan, ehuru mestadels på relativt ringa djup.

Porfyrit anstår i betydande hållområden på ömse sidor om Nietsajoki, mellan Snålkoks södra fot och Fridhem. Den har också påträffats inom södra delen av Fridhems malmfält och vid Sakakoski, men på båda ställena endast såsom mindre områden.

Porfyriten vid Snålkoks sydvästra fot bildar ett minst 50 m brett bälte, parallellt med leptitens strykningsriktning (N 30° V). Bergarten består av stora, tunna plagioklastavlor och enstaka kortprismatiska svarta uralitströkorn i en mörkgrå, i smått något inhomogen grundmassa. Plagioklasströkornens medelstorlek är ungefär 15 × 10 × 2.5 mm. De ha i allmänhet sin största utsträckning ungefär i vertikalplanet, och äro ofta ordnade i vackra fluidala virvlar. Denna väl bevarade fluidalstruktur är så mycket mera anmärkningsvärd, som bergarten visar spår av en ganska stark pressning, i form av en med strykningen ungefärligen parallell skiffrihet, och en tydlig stänglighet stupande c:a 70° mot SSO.

¹ Översikt av de prekambrisk bildningarna i mellersta Österbotten i Finland (Bull. comm. géol. Finl. n:o 47).

Slipprov av porfyriten visa, att dess huvudbeståndsdelar äro en plagioklas $Ab_{7.5} An_{2.5}$ och ett svagt färgat blåaktigt grönt hornblände med stor axelvinkel. Mikroklin och biotit uppträda mera underordnat och kvarts sparsamt; accessoriskt förekomma apatit, titanit och epidot. Plagioklasströkornen hava delvis bevarat sin enhetlighet, men äro oftare fullständigt omkristallisationsgranulerade till aggregat av enkelt konturerade korn. Vid omkristallisationen ha betydande substansomflyttningar ägt rum, så att strökornens ursprungliga konturer utsuddats, särskilt ha biotit och hornblände invandrat i granuleringsaggregaten. Dessa aggregat äro något grovkornigare än grundmassan, vars mineral likaledes visa enkla konturer. Mikroklin förekommer både i grundmassan och i plagioklasaggregaten, stundom i mängd. Den ses även i ett par fall såsom stora inväxningar i bevarade strökorn av plagioklas.

Porfyriten Vom Nietsajoki överensstämmer makroskopiskt alldeles med den nyss beskrivna. Även där ser bergarten i horisontella snitt alldeles massformig ut, med fluidal anordning av de tunna fältspattavlorna. Här föreligga två olika bäddar, skilda av ett bälte av skiktad leptit. Vid Fridhems malmfält är metamorfosen starkare och strökornen så granulerade, att man ej alltid kan säkert urskilja, att en ursprungligen porfyrisk bergart föreligger. Den vid Sakakoski uppträdande porfyriten har smärre strökorn, med mindre utpräglad tavelform. Plagioklasens sammansättning är $Ab_{7.2} An_{2.8}$, således ungefär densamma som i Snålkokporfyriten. Grundmassans mineral äro plagioklas, mikroklin, kvarts och ymnigt biotit, varemot hornblände saknas. Apatit, magnetit och järnglans uppträda i påfallande mängd. Metamorfosen är likartad med den i porfyriten från Snålkok, men något starkare; biotit har i mängd invandrat i de av strökornen uppkomna plagioklasaggregaten.

Till *kvartsdiabasen* höra flera partier inom Snålkoks malmfält. Gränsen mot omgivande leptit har ingenstädes funnits blottad. I horisontella snitt ter sig bergarten liksom porfyriten nästan massformig, och diabasstrukturen framträder

tydligt, men i andra snitt urskiljes skiffriighet och en brant mot S stupande stänglighet. Mikroskopisk undersökning visar, att här föreligger en något omkristalliserad kvartsdiabas. Dess huvudbeståndsdelar äro plagioklas ($Ab_{57} An_{43}$) samt ett kraftigt färgat grönt hornblände. Plagioklasen är mörkpigmenterad och visar tvillingbildning efter albit-, periklin- och karlsbadlagarna. Vidare finnes kvarts, mikroklin, diopsidisk augit, påfallande mycket titanit och apatit samt litet malmkorn. Strukturellt karakteriseras bergarten av 2—3 mm långa, 0.5—0.7 mm breda plagioklaslister, mellan vilka ligger en massa av mindre plagioklaskorn, något kvarts och mikroklin samt mörka mineral — hornbländet i form av gytringar av småkorn. Denna mellanmassa har tydligen uppkommit genom omkristallisation av en mellan plagioklaslisterna liggande primär »fyllnadsmassa» av mörka mineral (väl huvudsakligen augit) samt kvarts och mikroklin, jämte samtidigt avskiljande av perifera delar av de stora plagioklaserna, i växlande grad.

En med denna likartad bergart förekommer N om Pahtavaara, där den bildar en minst 85 m bred bädd i leptitformationen. I detta fall har dock metamorfosen varit starkare, så att plagioklaslisterna till största delen granulerats genom omkristallisation.

Den bäst bevarade representanten för *kvartsglimmerdioriten* uppträder c:a 1 km Ö om Snålkoks malmfält, där den är väl blottad i en strömerosionszon. Även denna bergart ser massformig ut i horisontella snitt, med diabasartad struktur, men visar i vertikala snitt flasriighet och svag stänglighet. Även dess nästan sandiga gry vittnar om, att strukturen måste vara åtminstone delvis sekundär. Bergarten består av plagioklas ($Ab_{68} An_{32}$), biotit och mikroklin, mera underordnat kvarts, samt accessoriskt titanit och turmalin. Plagioklasen visar de vanliga tvillingbildningarna. Den är ofta vackert zonalbyggd; intet exakt bestämbar snitt har erhållits på sådana individ, men i ett fall kunde med ledning av ljusbrytningen konstateras, att kärnan var anortitrikast, och

att rekurrens förekom inom det fyrdubbla höljet. Ibland förekomma antipertitiska inväxningar av mikroklin. Biotiten är starkt pleokroitisk i svartbrunt och ljusst halmgult. Strukturen är intersertalliknande, i det att mikroklin och kvarts ligga instängda mellan de vanligen 0.25—0.35 mm långa, 0.08—0.10 mm breda plagioklaslisterna, som ofta ha »anfrätta» konturer på grund av perifer granulering. Tydligen äro plagioklaslisterna tämligen väl bevarade. Bergarten är att beteckna såsom en finkornig, hornbländefri kvartsglimmerdiorit, något omkristalliserad.

Utom denna typ, som är den mest utbredda, finnes även en annan, som i fält avviker endast genom sin något grövre kornstorlek. Under mikroskopet befinnes emellertid skillnaden vara större. Plagioklasen är mera natronrik (omkring $Ab_{78} An_{22}$ — $Ab_{80} An_{20}$), mikroklin ingår i nästan lika stor mängd som plagioklasen, kvartshalten är högre. Strukturen är i det undersökta provet nästan alltigenom sekundär (granoblastisk), men en del fältspater, såväl plagioklas som mikroklin, äro relikta större individ. Mycket lik denna bergart är en fullständigt omkristalliserad sådan, som bildar ett par konkordanta bankar i leptit, NO om Muorjeväre. En likartad form har också iakttagits inom Snålkoks malmfält, intruderande leptit.

Möjligt är, att »leptiten» inom Snålkoks malmfält är en fullständigt omkristalliserad kvartsglimmerdiorit. Den överensstämmer i sin sammansättning alldeles med typbergarten, visar några strukturdrag, som kunna uppfattas som relikta eruptivstrukturer, och äger inga egenskaper, som tyda på ett sedimentärt ursprung, i det den är oskiktad, samt kvaderförlöftad i stället för bankad. Även förekomsten av en rundad inneslutning av porfyrit talar snarast för, att det är en eruptivbergart, som föreligger. Denna bergart är en av de leptiter, som utmärkas av kombinationen kalkrik plagioklas och mikroklin. Beträffande den form från Snålkoks sydvästra fot, som närmare beskrevs s. 16, måste frågan lämnas öppen. Påpekas må dock den högre anortithalten, varav

borde följa tendens till diabasartad, lättare bevarad struktur, om bergarten varit eruptiv.

Frågan om eruptivbergarternas förhållande till leptitformationen kan ej heller bestämt besvaras. Om det kunde bevisas, att den senast omnämnda, med kvartsglimmerdioriten i viss mån likartade leptiten verkligen vore en ytbildning, så skulle den utgöra en viktig länk. Med all sannolikhet sedimentär är en leptit av samma kemiskt-mineralogiska karaktär i Nautanen (jfr s. 53). Man får emellertid nu nöja sig med att konstatera, att porfyriten på grund av sin habitus sannolikt är en ytbergart, och att de övriga eruptivbergarterna torde tillhöra samma petrografiska provins och således, ehuru intrusiva, till tiden stå leptitformationen nära. Säkert är i varje fall, att alla dessa bergarter måste vara bildade innan leptitformationen sänktes till de djup, där den intruderades av graniten. Detta framgår redan av deras ursprungliga strukturer.

Granit.

Graniten inom området är en blekröd, eller rättare blekröd-vit-spräcklig, på mörka mineral fattig biotitgranit. När den är minst påverkad av metamorfos, såsom på Jouluvaara, delvis på Sarkasvaara, samt NO om Juoikama, kan man urskilja blekröd kalifältspat, vit plagioklas, grå halvklar kvarts och biotit, varvid den vita plagioklasens korn, lika stora som kalifältspaterna, giva bergarten dess karakteristiska spräckliga utseende. Kornstorleken är något växlande, de tjockt tavelformiga fältspaterna nå vanligen en längd av 4 till 10 mm. Titanit i väl utbildade kristaller uppträder ofta i en påfallande stor mängd.

Vanligast är dock, att bergarten visar en mer eller mindre utpräglad sekundär parallellstruktur, växlande från en genom glimmerbladens subparallella anordning uppkommen flarighet till en starkare deformation, som bl. a. innefattar en ganska långt gången granulering av kvartsen och fältspaterna. De

starkare metamorfoserade formerna kunna lämpligen betecknas såsom gnejsgranit. Skiffriheten har i huvudsak vertikal ställning, men är sällan så utpräglad, att man kan noggrant bestämma dess riktning. Stundom framträder en tydlig stänglighet.

Den mikroskopiska undersökningen bekräftar, att granitens huvudbeståndsdelar äro kvarts, kalifältspat och plagioklas, den sistnämnda vanligen något underordnad i förhållande till kalifältspaten. Denna är en gitterlamellerad mikroclin, med endast obetydliga och oregelbundna pertitiska inväxningar av albit. Plagioklasens sammansättning växlar, från $Ab_{80} An_{20}$ till $Ab_{88} An_{12}$. Av de mera underordnade beståndsdelarna märkes främst biotiten, som dock ofta är kloritiserad. Muskovit ses ibland, men tyckes alltid vara sekundär, nybildad ur fältspaterna. Titanit är, som nämnt, mycket vanlig; f. ö. finnes magnetit, apatit och någon gång zirkon och ortit.

Bergartens ursprungliga struktur står nära den, som är karakteristisk för de analogt sammansatta serarkäiska graniterna i södra och mellersta Sverige, med buktande korngränser, som uppkommit till följd av korrosionsföreteelser. De starkare metamorfoserade formerna erbjuda icke några anmärkningsvärda strukturegendomligheter. En ringa myrmekekitbildning ses gärna, där plagioklas gränisar till mikroclin, såväl i den relativt väl bevarade graniten som i den egentliga gnejsgraniten.

I den sydöstra ändan av Luleb Petsevaara anstår en granit, som till sitt utseende mycket avviker från den vanliga formen, i det den är ljusgrå och tämligen finkornig. Den kemiska och mineralogiska sammansättningen är dock den vanliga.

Granitens förklyftning är i allmänhet god och regelbunden, ofta t. o. m. synnerligen vackert utvecklad. Vanligen kunna tre spricksystem urskiljas, av vilka ett, det mest framträdande, mestadels är nära horisontellt, under det de båda andra äro vinkelräta mot detta, men ingalunda alltid mot

varandra. Av dessa båda vertikala system plägar det ena vara bättre utbildat än det andra. En mycket vanlig företeelse är, att de vertikala sprickorna äro mycket glesare än de horisontella, vilka sålunda komma att dominera, så att bergarten visar en utpräglad horisontell bankning (»plattförklyftning»). Om det ena vertikala systemets sprickor stå lika tätt, blir förklyftningen i stället parallelepipedisk, men endast sällan gäller detta *båda* systemen, så att kvaderför-



Fig. 4. »Plattförklyftad» granit, Jouluvaara. I bakgrunden Yl. Harrilombolo och Harriäive.

klyftning uppstår. Bergartens klåvriktningar sammanfalla med de vertikala spricksystemens plan, däremot framträder icke någon bättre klyvbarhet parallellt med den horisontella förklyftningen.

Det vackraste exemplet på horisontell bankning erbjuder Jouluvaara, i det de granitytor, som där äro blottade, visa en mycket regelbunden uppbyggnad av nära horisontella plattor med en endast obetydlig stupning mot Ö (fig. 4). Säkerligen bestämmes Jouluvaaras plattåform av denna bank-

ning hos graniten. Gruvsamhällets folk kallar berget »Plattfjället.¹» Ännu starkare framträder platåformen i de båda Hirvasrovahöjderna. Graniten är där blottad på ett par ställen i platåns kant och visar nära horisontell bankning. I Hirvasåive däremot, mellan Jouluvaara och Hirvasrova, stupar granitens bankning flackt mot V, vilket även är fallet på södra sidan av Patjanen, V om Hirvasrova.



Fig. 5. Granithällar V om Rahakjaure. Formen bestämmes av bergartens förklyftning.

Fyra km SSO om Hirvasåive lutar bankningen 10° mot SV. NO om Sarkasvaara lutar den något mot NO, i profilen över Petsevaara (NO om Juoikama) flackt mot SO. Den finkorniga graniten i sydöstra delen av Luleb Petsevaara visar samma bankning, med flack stupning, som mot S successivt övergår från västlig till sydlig. I den V om Rahakjaure väl blottade graniten, som är starkt gnejsig, stupar det dominerande planet längst i S relativt brant mot S (45°),

¹ Möjligen innefattas häri även Hirvasrovahöjderna.

mot N övergår riktningen till västlig, samtidigt som lutningen blir än brantare. Fig. 5 visar de »falska rundhällar», som på grund av bankningens ställning uppkomma inom detta hållområde. Uppe på Rahavaara, knappt 2 km nordligare, är bankningen horisontell.

Tydningen av granitens förklyftning uppskjuta vi till det kapitel, som behandlar tektoniken inom området.

Pegmatitgångar ha aldrig iakttagits inom granitmassiven, men äro allmänna närmast intill dessa, ävensom ställvis på längre avstånd från synlig granit. De kunna indelas i två grupper, vanlig pegmatit och turmalinpegmatit. Vanlig pegmatit uppträder inom gränsområdet granit-leptit Ö om Sarkasvaara, på Pahtavaaras topp och västra sida samt på Petsevaara NO om Juoikama. Dessa pegmatiter bestå av vit eller rödlätt fältspat samt kvarts; biotit saknas vanligen eller uppträder endast i mycket ringa mängd. Strukturen är ibland granitartad, ofta hastigt växlande mellan grov pegmatitgranit och finkornig aplit, mera sällan skriftgranitisk. Några gånger bestå av fältspatkristaller om 1—3 dm, i en mellanmassa av kvarts, men även dessa kunna ha aplitiska salbandszoner.

Ingen skarp gräns kan dragas mellan de vanliga pegmatiterna och de turmalinförande. Sålunda finnas pegmatiter med en obetydlig turmalinhalt tillsammans med de ordinarie, t. ex. på Petsevaara. Samma typ återfinnes på Sorvanens södra sida. Inom det nyssnämnda kontaktområdet Ö om Sarkasvaara finner man utom vanliga pegmatiter även turmalinrika sådana, ävensom mellanstadier. Turmalinpegmatitgångar ha för övrigt iakttagits vid landsvägen N om Pahtavaara, vid Rahavaaras norra fot och vid Muorjevare och Juoikama.

I profilen längs landsvägen N om Pahtavaara förekomma pegmatitgångar endast längst väster ut. De nå en mäktighet av ett par meter och bestå av vit fältspat, kvarts och smärre prismor av turmalin; strukturen växlar hastigt från pegmatitisk till aplitisk. Mikroskopisk undersökning visar, att fält-

spaten övervägande är en albitrik plagioklas ($Ab_{90} An_{10}$), men att också rätt mycket mikroclin förekommer. Turmalinen har ω blåaktigt olivgrön, ε ljus rödviolett. Mikrostrukturen erinrar om granitens. I närheten av de östligaste pegmatitgångarna, som äro jämförelsevis smala, finnas i den här anstående kvartsiten ett par föga mera än centimeterbreda gångar av turmalin och kvarts, utan skarp gräns mot sidostenen.

Inom Muorjevare by äro stora gångar av turmalinpegmatit allmänna. De uppträda i allmänhet såsom lagergångar, nå en bredd av intill 20 m, och förekomma ställvis så tätt, att leptitbanden mellan dem äro smalare än gångarna. Leptiten bildar här delvis små antiklinalryggar och tyckes i några fall välva sig över pegmatiten, såsom framgår därav, att denna ibland är fläckvis täckt av en tunn, horisontell men något bucklig skälla av leptit.

Även här bestå gångarna huvudsakligen av vit fältspat (plagioklas $Ab_{92} An_8$, samt något mikroclin) och kvarts. Turmalinen förekommer mycket ojämnt: rikligt i vissa gångar eller i somliga delar av en gång, sparsamt på andra håll. Den är särskilt ansamlad i kvartsrika partier. Under mikroskopet visar den pleokroism i ω mattblå (stundom med olivgrönt hölje), ε svagt rödviolett. Grönaktigt vit muskovit är ganska vanlig, och helt små granater av brun eller gulbrun färg förekomma rikligt. Mikroskopiskt har även apatit påvisats. Pegmatiten är vanligen grovkristallin, med granitartad struktur, stundom med fältspater om flera dm i en kvartsmassa, men slår ofta över i aplit. Skriftgranit ses icke. Turmalinen finnes såväl i de mest grovkorniga formerna som i de aplitiska, och växlar i storlek med fältspaten och kvartsen. Här och var finnas grovkorniga partier av turmalin och halvklar kvarts, i vilka kvartsen delvis är tydligt äldre än turmalinen, delvis yngre. Anmärkningsvärd är också förekomsten av mindre grova strimmor av kvarts med tvärställda turmalinprismor, som övergå å ena sidan i pegmatiten, å den andra i mycket finkorniga, av turmalin

sotsvarta, skifferliknande skivor, som göra intryck av att vara turmalin-kvarts-vandlade inneslutningar av leptit. Vid en av de turmalinrika pegmatitgångarna ligger en dylik bergart, c:a 2 cm bred, mellan pegmatiten och den angränsande leptiten, övergående i den sistnämnda.

Även N om Muorjevare finnas flerstädes turmalinförande pegmatitgångar av betydande dimensioner. Halten av turmalin är dock i allmänhet lägre än i de nyss beskrivna



Fig. 6. Turmalinpegmatit, Muorjevare. $\frac{1}{2}$ nat. storlek. Svart är turmalin, ljusgrått kvarts och vitt fältspat. I stuffens nedre kant är bergarten finkornig och apilitad.

gångarna. Strukturen visar de vanliga variationerna, men tendensen till skriftgranitisk utbildning är här något mera utbredd än annorstädes inom området. Att döma av moränblocken torde turmalinpegmatitgångar vara ganska allmänna även å den jordtäckta sträckan mellan Muorjevare och Juoikama.

Inom Juoikama malmfält, SO om byn, förekomma talrika, intill 8 m breda gångar av turmalinpegmatit. De följa i huvudsak leptitens strykning, men visa smärre översneddnin-

gar. Pegmatiten är i allmänhet medelgrov och består av vit fältspat, kvarts, ganska rikligt turmalin samt något biotit; muskovit saknas. Turmalinen visar ofta genomväxning med kvarts. Utanför det bälte, där de stora gångarna uppträda, ses på flera ställen små ådror och körtlar, om c:a 5 cm tjocklek, av kvarts och turmalin i vacker genomväxning, samt ofta även fältspat. Också förekomma några pegmatitådror av kvarts och fältspat, utan några som helst mörka mineral.

I malmfältets turmalinpegmatiter ses ibland inneslutna brottstycken av en mörk, tydligen mycket turmalinrik, fin-kornig bergart. Ett slipprov visar utom turmalin och kvarts även något plagioklas ($Ab_{85} An_{15}$), rätt mycket magnetit och en påfallande mängd apatit. Turmalinen bildar stora enhetliga fält, som poikilitiskt innesluta kvartskorn. Plagioklasen är visserligen något albitrikare än i det enda undersökta provet av fältets leptit, som har $Ab_{80} An_{20}$ (jfr s. 15), men det är av brottstyckets hela karaktär tydligt, att det representerar ett leptitstycke, som genom pneumatolytisk omvandling fått sin fältspat till större delen förträngd av turmalin och kanske även av kvarts, varjämte magnetit och apatit invandrat.

Slutligen är att nämna, att turmalinpegmatit förekommer även vid Rahavaaras nordöstra fot. Där finnas ett par stora hållar av denna bergart, men sidostenen är ej blottad. Pegmatiten innehåller ganska mycket muskovit samt rikligt turmalin i form av ända till decimeterlånga prismor. Dessa prismor ha tydligen ofta brutits sönder redan under bergartens stelning, innan fältspaten och kvartsen kristalliserade.¹

Granitens förhållande till leptitformationen. Endast Ö om Sarkasvaara finnes ett granitmassivs gräns mot leptitformationen blottad i någon större utsträckning. Granitens intrusiva natur är uppenbar, men gränsens förlopp sammanfaller ganska nära med leptitens strykningsriktning. Man kan ur-

¹ Jfr E. MÄKINEN: Die Granitpegmatite von Tammela, s. 84 (Bull. comm. géol. Finl., n:o 35).

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

Detta genom glacifluviala frispolningar väl blottade område visar ju fullständigt avgörande sambandet mellan gra-

niten och pegmatiterna, såväl de ordinära som de turmalinrika. Förekomsten av petrografiska övergångsled utgör ett av bevisen. Ett annat ligger i fördelningen av granit och pegmatit, i det pegmatitgångarna företrädesvis tillhöra intrusionszonens yttre del, och alldeles saknas inom själva granitmassivet. Sistnämnda förhållande, som f. ö. gäller hela området, har sin motsvarighet i åtminstone en del av Svealands serarkäiska granitmassiv. Särskilt är det tydligt, att denna pegmatitgångarnas fördelning utesluter, att de skulle vara väsentligt yngre bildningar än graniten, utan samband med denna. Att de icke äro äldre framgår ju redan av observationen att de i några enstaka fall övertvåra granitgångar. Påfallande är att turmalinpegmatiterna tillhöra den yttre, mindre starkt uppvärmda delen av intrusionszonen. De ordinära pegmatiterna på Pahtavaara och de turmalinförande vid landsvägen N om detta berg tillhöra förmodligen fortsättningen norrut av den nu beskrivna zonen.

Nordost om Juoikama är ett 150—200 m brett bälte av den vanliga röd-vit-spräckliga graniten blottat i en glacifluvial dalgång över Petsevaara. Leptiten NO därom, som står vertikalt, är alldeles upprandad av lagergångar av granit, växlande i bredd från ett par cm till tiotals m. Graniten är dels av nyssnämnda typ, dels mera aplitartad. Närmare 1 km från granitbältet upphöra granitgångarna, men i stället förekomma några gångar av pegmatit, med biotit och muskovit, men utan turmalin. Sydväst om granitbältet förekomma lagergångar något glesare. Där finnes nästan endast pegmatit. Blott i ett fall sågs litet turmalin.

På fjället Patjanen är en intrusionszon blottad dels på södra sluttningen, dels i själva toppen. De mycket talrika lagergångarna bestå mest av pegmatitgranit och aplit, men inom förstnämnda område även av den vanliga graniten. En del gångar föra grönt hornblände (absorberat material?).

Tektoniska förhållanden. Uppkomsten av granitens förklyftning.

Leptitformationen inom området är veckad med i allmänhet starkt sammanpressade veck, som stryka i NNV. Stundom äro dock veckskänklarna ej parallella, utan man kan urskilja huruvida lagerställningen är antiklinal eller synklinal. Sålunda har redan GAVELIN konstaterat den antiklinala byggnaden inom Nautanens malmfält. Smärre antiklinaler förekomma vid Muorjevare (jfr ovan s. 29). I Nietsajokis dalföre synes en ganska starkt sammanpressad synklinal föreligga. Tydligare är den synklinala byggnaden i Huivijokis dal, i synnerhet i den södra delen, mellan Sarkasvaara och Sorvanen, där lagerställningen är relativt flack (fig. 7), i det de avlästa stupningarna variera mellan 25° och 45° . Det är tydligen denna tektonik, som förorsakar kvartsitens stora bredd i nedre delen av Huivijokidalen. Synklinalen, vars axel framgår strax V om Huivijoki, stupar något mot SSO. På ett par ställen ha små antiklinalvalv av högre ordning iakttagits. Ett sådant synes å fig. 2 (s. 10).

Observationsmaterialet visar sålunda, att leptitformationens tektonik är väsentligt bestämmande för topografien, i det att antiklinalerna bilda höjdryggar, medan synklinalerna upptagas av breda dalfören.

Såsom ovan framhållits, stupar leptiten från graniten i Sarkasvaara, denna har således trängt upp i en antiklinal. Troligen gäller detta även övriga granitmassiv i trakten. Det ligger nära till hands att förmoda en viss grad av samtidighet mellan leptitens veckning och metamorfos, och granitintrusionen. Det är dock tydligt, att de för metamorfosen bestämmande mekaniska påverkningarna fortsatt även efter granitens stelning, ty också denna bergart visar lokalt en lineär parallellstruktur, liksom stundom leptiten och de mera ytliga eruptivbergarterna.

I samband med tektoniken skola vi närmare betrakta förklyftningen i bergarterna.

De skiktade leptiterna visa, såsom redan nämnt, ofta en med skiktningen parallell bankning. Stundom då bankarna äro tjocka, övergår denna förklyftning i en kvaderartad sådan. Denna form av förklyftning förekommer i utpräglad



Fig. 7. Skiktad leptit med flack stupning. V om Huivijoki, mellan Sarkasvaara och Sorvanen.

form även i Snålkoks kvartsglimmerdiorit. Lineär parallellstruktur (vanligen med brant stupning mot SSO) framträder mycket tydligt i mineralanordningen i porfyriten, kvartsdiabasen och kvartsglimmerdioriten, men i leptiterna endast i form av en mer eller mindre tydligt stänglig förklyftning.

Därvid framträder ibland ett förklyftningsplan, som stupar med stängligheten och stryker under stor, ofta rät vinkel mot skiktningens riktning. Bäst utvecklad är denna förklyftningsform i leptit strax V om Nietsajoki malmfält, där den lett till uppkomsten av »falska strykningsrygggar» (fig. 8). Mindre utpräglad återfinnes samma företeelse SO om Sorvanen. Den liknar mycket förklyftningen i Malmbergets bergarter.



Fig. 8. Leptithäll V om Nietsajoki malmfält. Det förklyftningsplan, som bildar hällens framsida, går vinkelrätt mot bergartens skiktning men parallellt med stängligheten, vars riktning framgår av den i svart skugga liggande undre sidan af en avbruten »stängel».

I detta sammanhang skola vi även skärskåda frågan om granitens förklyftning, som redan blivit utförligt beskriven. Den märkliga plattförklyftningen avviker från vanlig bankning i graniter därutinnan, att plattorna i allmänhet äro nära jämntjocka, ej svagt linsformiga. Det är likväl lämpligast att utgå ifrån de förklaringsförsök, som anförts för vanlig bankning. En god översikt av dessa har givits av T. NELSON DALE.¹ Denne avför ur diskussionen de tydningar, som

¹ The granites of Maine, s. 30 (U. S. Geol. Survey, Bull. 313).

helt bygga på solstrålningen (insolation) och andra vittringsföreteelser, men medgiver, att dylika faktorer kunna *medverka* närmast jordytan. Tolkningen av bankningen såsom ett vid granitens stelning uppkommet kontraktionsfenomen förkastas likaledes av DALE, under hänvisning bl. a. till bankningens hastiga avtagande mot djupet, sammanställt med bergartens otvivelaktigt mycket långsamma avkyllning. De återstående anförda orsakerna äro expansionsspänningar, förorsakade av tryckminskning då överliggande material borteroederats (GILBERT), eller kompressionsspänningar av samma slag som uppkomma vid veckning (MERRILL, GILBERT). DALE anser den sistnämnda tydningen ha den största sannolikheten för sig.

OXAAAL¹, som studerat bankningen med särskild hänsyn till de norska graniterna, förkastar den av DALE omfattade hypotesen. Han anför bl. a., att bankning uppträder i intrusivbergarter i södra delen av Kristianiafältet, ehuru den sedimentära sidostenen är oveckad. OXAAAL vill i stället utgå från klåvet, såsom varande en annan sida av samma fenomen som bankningen. Då detta i de av honom undersökta bergarterna bestämmes av granitmineralens primära anordning, ser han häruti ett bevis för att bankningen är ett primärt kontraktionsfenomen.

Ett förhållande, till vilket hänsyn måste tagas vid tydningen av granitens förklyftning inom Nautanenområdet, är det att samma företeelse återfinnes över väldiga sträckor i Kalix och Torne älvars vattenområde, och långt in i norra Finland. Redan HERMELIN har i sin Mineralhistoria (1804) beskrivit och avbildat berget Luppiovaara i svenska Övertorneå, ett av de ståtligaste exemplen på regelbunden plattförklyftning.² SVENONIUS,³ som beskriver den så förklyftade bergarten under namnet *platt-granit*, har gjort flera viktiga

¹ Norsk granit. Norg. Geol. Unders., n:r 76.

² Förf. har under resa på Tornedalsbanan, som framgår alldeles under Luppiovaara, kunnat konstatera att HERMELINS bilder av berget äro fullständigt riktiga.

³ Bidrag till Norrbottens Geologi, s. 64—65 (Stockholm 1880).

iakttagelser över dess utbredning m. m. Även FREDHOLM¹ har beskrivit många exempel på samma företeelse inom Torne älvs område. Från Finland föreligga beskrivningar av INBERG² och HACKMAN³ m. fl. Så regelbundna och vackra fall som Jouluvaara och Luppiovaara samt de finska Niemivaara, Haukkavaara (INBERG) och Voho i Kuusamo (HACKMAN) äro visserligen undantag, men skillnaden mellan dem och mindre vackert förklyftad granit ligger i graden av plattförklyftningens framträdande, och är ingen artskillnad. Tendensen till denna förklyftning förefinnes således i granit alltifrån Gällivare i V till bortom Kemiträsk i Ö, ett avstånd av 32 mil. Den mineralogiska sammansättningen synes vara praktiskt taget densamma i alla de större och mindre granitmassiven på denna sträcka, men strukturen är underkastad vissa, dock föga betydande växlingar. Inom Nautanenområdet finner man god plattförklyftning såväl i massformig som i gnejsig granit, men det vackraste exemplet, Jouluvaara, hör till den förra. I de östligare massivare, t. ex. vid Maunuvaara, i Tornedalen och i Finland, är graniten i allmänhet massformig.*

I det samband mellan bankningen och berggrundens ytkonfiguration, som framträder särskilt i de platåformade bergen, såsom Jouluvaara och Hirvasrova, är det otvivelaktigt *bankningen* som är det primära. Bergens ytformer ha bestämts av förklyftningen, ej tvärtom. Detta framgår redan därav, att de ifrågavarande platåbergen till formen avvika från de höjder i samma trakter, som bestå av andra bergarter. Belysande härför är också den ingalunda ovanliga förekomsten av lutande bankning i jämn terräng. »Lökstruktur» hos granitberg, så vanlig inom en del andra graniter, finner man ej alls inom Nautanenområdet, och de fall, som omnämnas från Tornedalen, äro på intet sätt av den art att de föranleda någon modifikation i den slutsatsen, att de topo-

¹ S. G. U., ser. C, nr 83, s. 27—30.

² Bidrag till Uleåborgs läns geologi (Bidrag till kännedom af Finl. Nat. och Folk, h. 20).

³ Geol. Översigtskarta över Finland. Sekt. C 6 Rovaniemi, B 5 Torneå, B 6 Över-Torneå. Beskr. t. bergartskartan.

grafiska formerna bestämmas av förklyftningen. I Hirvasåives östra sluttning kan man för övrigt t. o. m. se, huru bankningen stupar *inåt* berget. Det är sålunda uteslutet, att förklyftningen står i något beroende av topografien, exempelvis genom insolation eller kemisk vittring. Sådana processer, och snarast frostsprängning hava säkerligen nära jordytan tillskärpt bankningen, men de äro att betrakta såsom helt sekundära företeelser.

Även tydningen av bankningen såsom ett vid granitens avsvalnande uppkommet kontraktionsfenomen stöter på stora svårigheter. Med så väldiga granitarealer, som här är fråga om, måste man nämligen utgå ifrån att »taket» legat högt över den nuvarande jordytans plan. Detta förhållande förlär ökad vikt åt den av DALE i den allmänna diskussionen framförda invändningen, att en granit med sin otvivelaktigt långsamma avsvalnning icke kan uppvisa det snabba temperaturfall, som är förutsättningen för uppkomsten av en med avkylningsytan parallell bankning. För Nautanenområdets och angränsande tracters granit tillkommer även den synpunkten, att den form på granitmassivens yta, som man enligt avsvalningshypotesen skulle kunna rekonstruera med ledning av förklyftningen, skulle bliva mycket osannolik, med ett alldeles plant förlopp över stora ytor.

Hypotesen, att bankningen är en följd av bergartens expansion på grund av en genom erosion förorsakad minskning i belastningen är ej heller tillfredsställande, bl. a. kan den icke förklara de inom Nautanenområdet iakttagna fallen av starkt lutande bankning på jämn mark.

Den förklaring, som bäst motsvarar vad vi känna om granitens bankning i Nautanenområdet och angränsande tracter, är densamma som av DALE anses såsom allmängiltig: att orsaken är kompressionsspänningar förorsakade av tektoniska rörelser. Det måste visserligen erkännas, att det till stor del är negativa skäl, som föra till denna slutsats, det att alla andra förklaringar stöta på omöjligheter. Man kan dock även finna vissa positiva skäl för denna uppfattning, nämligen om man

erinnrar sig att även de övriga bergarterna inom området kunna visa en förklyftning, så pass likartad med granitens, att man är benägen hänföra den till samma orsaker. Sålunda förekommer, såsom redan beskrivits, kvaderförklyftning ej blott i kvartsglimmerdioriten utan även i en del leptit. Även denna kan övergå till en med granitens analog, alldeles horisontell plattförklyftning. SVENONIUS¹ har redan 1893 antecknat förekomsten av denna förklyftningsform i den vertikalstående, skiktade leptiten i kanjondalen mellan Nautanen och Liikavaara. I intrusionszonen på Patjanens topp går den genom både den leptitiska gnejsen och de genomsättande granitgångarna. Viktig är även SVENONIUS' iakttagelse av en likartad företeelse vid Merasjoki.² Då nu leptitbergarternas förklyftning måste ha uppkommit i samband med tektoniska rörelser, måste man draga den slutsats en att detsamma gäller granitens bankning. Samma förklaring måste gälla även det motsvarande fenomenet i Finland, men slutsatserna få ej utdragas längre: andra fall av bankning kunna ha andra orsaker. Det är också alldeles uppenbart att den ifrågavarande graniten besitter vissa egenskaper, som gör att den mera än andra är benägen att låta kompressionsspänningar utlösas just på detta sätt. Ett preciserande av dessa karaktärer hos graniten kräver dock ett mera omfattande iakttagelsematerial, än vad som stått förf. till buds. Frågan torde dock kunna lösas genom systematisk undersökning av slipprov med känd orientering i förhållande till spricksystemen.

Pneumatolytisk omvandling av leptitformationens bergarter.

Redan i inledningen till denna monografi framhölls, att leptitformationens bergarter ofta undergått en intensiv omvandling under bildande av bl. a. skapolit och turmalin, två mineral som äro karakteristiska för pneumatolytisk metamorfos, d. v. s. en omvandling framkallad av flyktiga emanationer från eruptivbergarter.

¹ Dagbok, S. G. U:s arkiv.

² Bidr. till Norrbottens geologi, s. 42 och 65.

Smärre kvantiteter av turmalin kunna påvisas i nära nog de flesta mikroskopiskt undersökta prov av bergarter tillhörande leptitformationen. Inom vissa zoner, vanligen långsträckta i leptitens strykningsriktning, har omvandlingen varit mycket intensivare, så att man redan med blotta ögat kan urskilja de karakteristiska nybildade mineralen. Omvandlingsgraden är ingalunda densamma överallt inom en dylik zon, tvärtom förekomma stora växlingar såväl i intensiteten som i de nybildade mineralaggregatens natur.

De viktigaste områdena för metamorfosen i fråga sammanfalla med kopparmalmfälten, i det att kopparmalmen hör till de genom pneumatolysen nybildade mineralen. De beskrivas därför i samband med skildringen av dessa malmfält. I detta sammanhang skall jag endast skildra ett par områden, där metamorfosen varit svag och malmmineral nästan icke alls bildats. Ställena ifråga ligga alla i Huivijokis dalföre.

Längs landsvägen N om Pahtavaara har man en god profil nästan vinkelrätt över leptitformationens strykning. Stupningen är här 55° Ö. Börjande i V, finner man där:

340 m skiktad leptit (beskriven sid. 15), med mikroskopiska turmalinkorn. Gångar av turmalinpegmatit allmänna i V, avtaga mot Ö.

45 m kvartsit, med några små turmalinpegmatit- och kvartsturmalin-gångar, såsom beskrivits s. 29.

80 m leptit, som visar skapolitisering av mot Ö stigande intensitet. Längst i V är bergarten rödgrå, men genomflätad av otaliga anastomoserande finare och grövre ådror av ljusst röd färg och av samma kornighet som den normala leptiten samt med fläckar och strimmor av svart hornblände och radialstråliga skapolitaggregat. Mikroskopisk undersökning visar, att ådrornas huvudbeståndsdel är en sur plagioklas ($Ab_{90} An_{10}$), kvarts och kalifältspat saknas. Hornbländet är delvis sammanvuxet med diopsid. Skapolitens dubbelbrytning är c:a 0.014 (beräknat genom jämförelse med plagiokla-

sen), vilket enligt SUNDIUS¹ motsvarar c:a 68 % marialit. Mot Ö börjar skapolit-biotit-fels utbildas, av den i den lappländska malmtrakten vanliga formen med rundade skapolitkorn om några mm diameter, omgivna av biotit. Att börja med bildar denna bergart endast klumpar om några dm diameter, men längst mot Ö har den alldeles förträngt leptiten. I densamma finnas drusiga ådror av skapolit med hornblände, eller med rödligt kalkspat samt biotit.

50 m jordtäckt.

85 m amfibolitiserad kvartzdiabas (jfr s. 22), med enstaka smala ådror av mörkgrönt hornblände, ofta jämte skapolit, som å båda sidor åtföljas av en 1—3 cm bred, vit skapolitiseringszon i bergarten. Stundom ses en obetydlig malakithinna på spricktytor intill ådrorna.

Liksom pegmatitgångarna i den nu beskrivna profilen torde utgöra en fortsättning av intrusionszonen mellan Sarkasvaara och Huivijoki, så finnes även Ö om denna zon en motsvarighet till den just skildrade skapolitseringen. På denna punkt förekomma dock även ett par grovkorniga pegmatitgångar, utan mörka mineral.

I en hållgrupp vid Sorvanens södra fot genomsättes leptiten av flera översneddande pegmatitgångar, sällan mer än ett par dm breda. Än talrikare uppträda kvartsgångar, som kunna vara lika stora som pegmatiterna, men som i motsats till dessa gärna följa leptitens skiffrihet. Fältspatförande kvartsgångar bilda övergångsformer till pegmatiten. Å andra sidan finnas övergångsled till gångar av svart eller svartgrönt hornblände. I en amfibolitisk bädd i leptiten åtföljas dessa gångar av vita zoner, förmodligen av skapolit såsom ovan beskrivits. På några ställen ses malakitanflog. En större kvartsgång med hornblände innehåller även rikligt magnetit i korroderade kristaller, samt titanit.

¹ Zusammenhang zwischen d. opt. Eigenschaften u. d. chem. Konstitution d. Skapolithe (Bull. Geol. Inst. Upsala, vol. 15, s. 1).

Jämförelse med angränsande trakters berggrund.

Beträffande den ena av de två huvudkomponenterna i Nautanen-områdets berggrund, leptitformationen, skall jag här fatta mig kort, då jag beräknar att snart få anledning behandla den på något bredare bas än vad nu är fallet, och då dess förhållande till övriga suprakrustala bildningar i dessa trakter saknar omedelbart intresse för de frågor, som undersökningen av Nautanenområdet åsyftat att definitivt lösa. Endast så mycket bör framhållas, att man saknar anledning att antaga någon större åldersskillnad mellan denna leptitformation och de malmförande bergarterna i Malmberget, som skiljas från Nautanenområdet endast av Linaälvens breda, grustäckta dalbotten. Malmbergets malmförande bergarter äro delvis hastigt stelnade eruptiv, såsom framgår av förekomsten av porfyrstruktur och t. o. m. bevarade sfäroliter¹, de äro således inga djupbergarter, även om de delvis torde vara intrusiva. Då även metamorfosen är ungefär densamma som inom Nautanenområdets leptiter, ehuru mera ojämn och delvis starkare, så ligger det nära till hands att sammanställa dessa båda områden. Detta behöver naturligen ej innebära liktidighet, vilket skulle förutsätta en tvär och grundlig faciesväxling i formationen, utan betyder blott att ingen stratigrafisk diskordans torde existera mellan de båda bergartskomplexen.² Förhållandet dem emellan kan kanske vara analogt med det som råder mellan Kurravaarakomplexen och den malmförande porfyrkomplexen vid Kiruna.

Medan leptitformationen inom Nautanenområdet således icke nu giver anledning till några vittgående jämförelser och parallelliseringar, så är det däremot nödvändigt att söka klargöra, huruvida graniten har någon motsvarighet i omgivande trakter. Denna fråga sammanhänger nära med frågan

¹ A. G. HÖGBOM, The Gellivare Iron Mountain, s. 595.

² Däremot är det ej uteslutet, att en större brottlinje kan framgå i NV—SO i Linaälvens dal.

om den pneumatolytiska metamorfosens orsaker, m. a. o. frågan om malmbildningen.

Det vill synas, som tillhörde denna granit en utomordentligt vidsträckt provins av större och mindre granitintrusioner, kemiskt-mineralogiskt sinsemellan likartade och — åtminstone geologiskt talat — samtidiga, men med vissa smärre strukturella variationer. Nautanenområdet tillhör den västra kanten av denna provins, dess granitmassiv utgöra satelliter, obetydliga i jämförelse med de större massorna öster ut.

Vi skola först betrakta den del av denna granitprovins, som omfattas av den till arbetet »Jukkasjärvi malmtrakt»¹ hörande berggrundskartan. Till provinsen i fråga hör all den granit, som å denna karta betecknats såsom »röd granit», med undantag för massiv N om Kiruna och sådana V om Sierkavaara-Tjiskavaara. Granitens utseende är visserligen underkastat en del variationer, men de olika formerna förbindas genom övergångar. Malmbergets granit avviker något från Nautanenområdets, i det den är mera aplitisk, men hör dock säkert tillsammans med denna och åtföljes liksom den av turmalinpegmatit. Den genom plagioklasens utbildning karakteristiskt spräckliga form, som är den vanligaste utbildningen av graniten vid Nautanen, återfinnes i massiven NO², Ö² och S³ om Killingi. Snarlik är även graniten i massiven S och SO om Svappavaara³, samt vidare större delen av det väldiga massivet kring Vettäsjöki. Rent rödvit-brokig av fältspat och kvarts (jämfte den vanliga mängden biotit) är en del av Nautanengraniten, vidare massivet kring Linaälvs övre lopp (HOLMQUISTS⁴ Linagranit) och ett par smärre områden Ö om Vittangiälvens nedre lopp.⁵ Andra typer äro graniten vid Äijäjärvi, Nankitunturis bergart m. fl. Dessa komma del-

¹ S. G. U., Ser. C, N:r 183.

² »Jukkasjärvi malmtrakt», beskrivningen, s. 31.

³ Stuff i S. G. U:s samlingar.

⁴ Studien über die Granite v. Schweden, s. 197 (Bull. Geol. Inst. Upsala, vol. VII).

⁵ Egna iakttagelser.

vis att beskrivas i annat sammanhang, här må blott anföras, att förf:s fältarbeten 1917 givit det resultat, att de äro geologiskt samhöriga med övriga »röda» graniter i dessa trakter.

Utänför det någorlunda väl kända område, som den citerade berggrundskartan omfattar, bliva naturligen alla jämförelser mera vanskliga. Emellertid synes åtminstone den allra största delen av all den förut nämnda svenska granit, som visar »plattförklyftning», även mineralogiskt och delvis även strukturellt vara nära likartad med Nautanenområdet.¹ Den karakteristiska höga titanhalten återfinnes även delvis i den svenska Tornedalens graniter. Huruvida parallelliseringen kan utsträckas även till de på samma sätt förklyftade nordfinska graniterna är svårt att avgöra, på grund av bristande jämförelsematerial. Dessa, enligt de finska geologerna postkaleviska, graniters geologiska uppträdande är, enligt vad Dr GAVELIN för mig påpekat, icke alldeles detsamma som Nautanengraniternas. Det synes dock icke osannolikt, att även dessa väldiga granitmassor tillhöra samma intrusionsperiod som massiven i Nautanenområdet, vilket i så fall skulle ungefär markera västra gränsen för en provins av större och mindre granitintrusioner, en provins med en bredd i V—Ö av över trettio mil. Möjligheten för, att så är fallet, gör det lättare att förstå några företeelser, med vilka vi i det följande få anledning sysselsätta oss.

¹ Jag stöder mig härvid huvudsakligen på stuffer och på den förut citerade litteraturen.

Malmfyndigheter.

Historik.

Inom Nautanenområdet har gruvbrytning eller åtminstone försöksdrift bedrivits på följande fält: Nautanen, Liikavaara, Sorvanen, Nietsajoki, Fridhem, Snålkok, Juoikama och Sakakoski. Samtliga äro kopparmalmfyndigheter, men vid Nautanen har även något järnmalm utvunnits, medan förekomsten vid Fridhem innehåller guld i anmärkningsvärd mängd. Alla dessa fyndigheter äro belagda med gällande utmål, med undantag av Snålkok, vars två utmål sönats. De ligga alla på kronomark, utom Sakakoski, som ligger på Sakajärvi byamark, och Juoikama, vars huvuddel faller inom Juoikama bys område. Vidare ha inmutningar, som redan sönats, varit uttagna på kopparmalm i »Sakkoppa», Nietsavaara och Pahtavaara, på koppar och järn i Jouluvaara och Hirvasåive, och på järn i Patjanen. Samtliga dessa inmutade områden äro belägna på kronomark, »Sakkoppa» går dock även in på byamark.

Det har visat sig svårt att få tillförlitliga data angående de viktigare punkterna i gruvindustriens historia i Nautanenområdet. Den följande historiken baserar sig huvudsakligen på tidningsnotiser, på en del handlingar, som ställts till mitt förfogande av A.-B. Stockholms Handelsbank samt på den redan citerade uppsatsen av B. KJELLBERG.

De flesta kopparmalmfälten i trakten upptäcktes först av en hemvänd svensk-amerikan, hr L. BJÖRKQVIST. De första fynden skola enligt KJELLBERG ha gjorts år 1897. Det

största fältet, Nautanen, upptäcktes 1898 med gruvkompassens hjälp, i det magnetiten, som delvis åtföljer kopparmalmen, förorsakar ett vidsträckt ehuru mycket ojämnt kompassdrag. Den 12 dec. 1900 inregistrerades Aktiebolaget Nautanens Kopparfält, med ett inbetalt minimikapital av 500 000 kr. Undersökningsarbetena bedrevos med stor energi. Vid utmålsförrättning i juli 1902 belades fältet med 24 malmutmål,¹ vartill kommo utmål för vägar etc. Samtidigt vidtogos omfattande anläggningar för drift i stor skala. Vägar anlades, och från det fågelvägen 6 km avlägsna Koskullskulle framdrogs en mycket solid linbana, avsedd för stor trafik (500 t pr skift om 10 t:ar). Vid fältet påbörjades brytning på ett flertal av de rikare malmparterna. Anrikningsverk anlades för den fattigare malmens tillvaratagande. Tre waterjacketugnar för skärstenssmältning voro färdiga redan våren 1903; senare anlades även bessemerverk. Bostäder för arbetsledningen och arbetarna uppfördes. Över huvud taget igångsattes detta gruvföretag med en energi och en optimism, som nog skulle lett till mycken berömmelse för ledningen, om företaget lyckats, men som, såsom händelsernas utveckling snart skulle visa, icke var motiverad av fältets utvecklingsmöjligheter, särskilt ej av malmtillgångarnas storlek. Då de först under arbete tagna malmerna började avtaga, gjordes försök att finna nya, genom jordschaktningar, skärpningar och diamantborrning. Det visade sig dock snart, att företaget icke stod till att rädda, ehuru man sökte förstärka det genom inköp av Liikavaara och några gruvor i norra Norge. En strejk blev den formella anledningen till gruvdriftens nedläggande, och år 1908 trädde företaget i likvidation. De ekonomiska verkningarna av dess fall blevo särskilt kännbara av den grund, att åtskilliga av aktieägarna (som huvudsakligen voro norrlänningar) placerat alla sina tillgångar i detsamma. Vidare drog Nautanenbolaget med sig Aktiebolaget Hernösands Enskilda Bank, så

¹ Senare tillkommo ytterligare 5.

att följderna av den misslyckade gruvspekulationen kommo att drabba även personer som ej direkt varit intresserade i densamma.

Om de mindre fältens historia föreligga endast mycket ofullständiga uppgifter. Känt är dock, att de i flera fall fått utgöra basen för ovederhäftiga företag.

Under nuvarande kristid har obetydlig brytning förekommit vid Nietsajoki, och försök ha gjorts att anrika en del vid Nautanen kvarliggande upplag av sekunda malm, men i skrivande stund torde all gruvindustri inom området ha upphört.

För malmbrytningen inom Nautanenområdet uppgiver Sveriges Officiella Statistik följande siffror:

Malmfält	År	Brutet berg och malm, ton	Skrädd kopparmalm, ton		Kopparslig, ton,	Järnslig, ton	Guld- malm, ton
			Stycke- malm	Anrik- nings- gods			
Nautanen	1902	9 731	6 558 ¹		—	—	—
»	1903	25 379	15 673		534	573	—
»	1904	31 385	16 336		1 431	1 293	—
»	1905	31 731	17 870		2 004	1 573	—
»	1906	26 555	—	10 720	1 618	1 196	—
»	1907	13 994	—	4 678	159	—	—
S:a för Nautanen		138 775	71 835		5 746	4 635	—
Liikavaara	1904	1 002	311		—	—	—
»	1905	3 633	1 422		—	—	—
»	1906	3 185	1 014	—	—	—	—
»	1907	290	16	96	—	—	—
S:a för Liikavaara		8 110	2 859		—	—	—
Nietsajoki	1905	200	50		—	—	—
»	1906	158	28	100	—	—	—
»	1907	250	55	50	—	—	—
S:a för Nietsajoki		608	283		—	—	—
Fridhem	1905	51	—		—	—	7
S:a för området ²		147 544	74 977		5 746	4 635	7

¹ Häri ingå 1 232 t, brutna under föreg. år.

² Dessa slutsiffror äro något för låga, då i dem ej äro inberäknade de obetydliga kvantiteter, som brutits t. ex. i Sorvanen och Snälkok.

Nautanenverkets produktion av skärsten utgjorde:

1903	267 ton
1904	365 »
1905	209 »
1906	614 »
1907	247 »

År 1906 framställdes av skärstenen 97 ton 99-procentig råkoppar.

Nautanen.

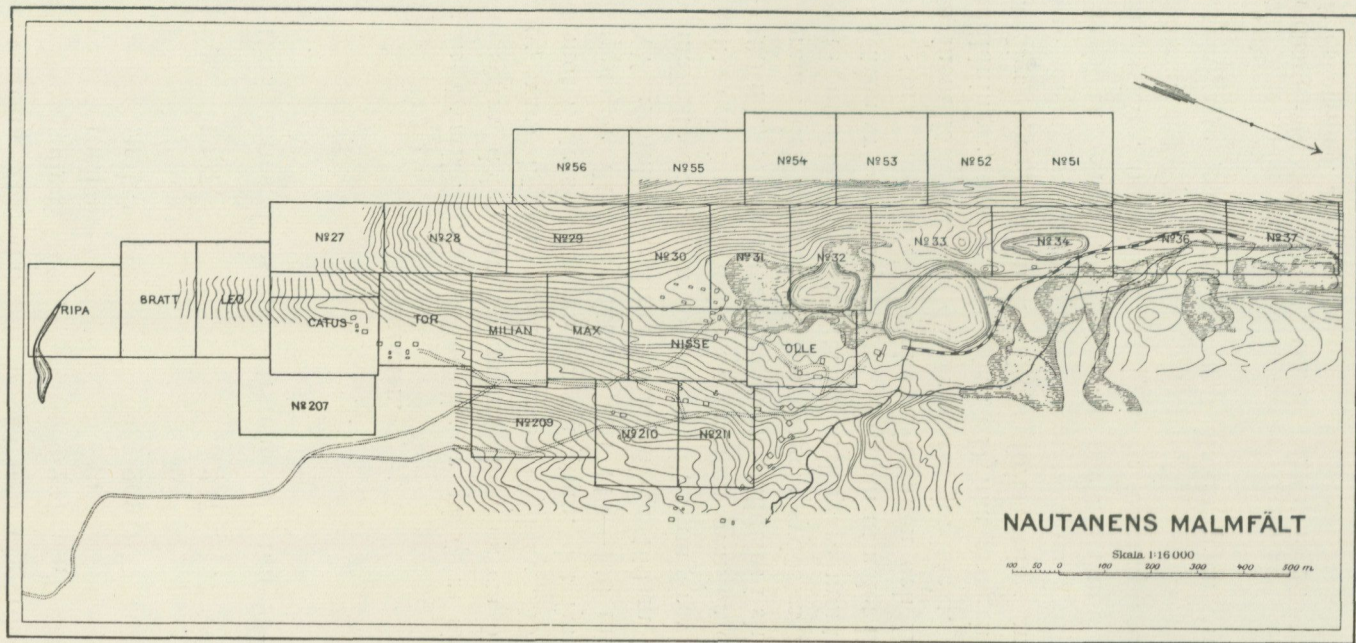
Allmän översikt. Malmfältet ligger på östra sluttningen av den södra delen av Nautanenfjället, en c:a 5 km lång bergrygg, vars högsta punkt når en höjd av 555 m ö. h.¹ Längst mot S är sluttningen ganska jämn, det fyndiga området upptager där ungefär höjden 440—490 m. Längre mot NNV utbildas en bred hylla på c:a 460 m höjd; den del av malmstrecket, som fortsätter dit, framgår vid hyllans inre kant och i nedre delen av branten ovanför densamma (460—490 m). Moränbetäckning saknas alldeles i sluttningens övre, branta del, samt delvis på bergets sydöstra flank. De sydligaste utmålen äro täckta av mäktigare morän och till stor del även av sandavlagringar. Genom utmålet Ripa framgår den stora kanjondalen mellan Nautanen och Liikavaara. Hyllan inom fältets norra del är starkt jordtäckt, med ändmoränbildningar, myrar och sjöar. Dylika avlagringar dölja fullständigt berggrunden i fältets fortsättning mot NNV.

Större delen av fältet är bevuxen med en kraftig blandskog av björk och tall. Tallskogen når ända upp på Nautanenfjällets kam, under det att björken där uppträder endast i buskform.²

De viktigaste gruvorna ha varit Maxgruppen (utm. Max),

¹ Enl. J. FRÖDIN, Skogsgränserna i norra delen av Luleå Lappmark (Lunds Universitets Årsskr., N. F., Avd. 2, Bd. 13, n:r 2).

² Jfr FRÖDIN, anf. arbete, s. 7.



GEN STAB. LIT. ÅRST.

Fig. 9. Orienteringskarta över Nautanens malmfält, efter karta upprättad av F. NYBOM (1902), med tillägg av senare tillkomna utmål. Nivåkurvor med 2 m. ekvidistans.

Tjugonian (utm. 29), Maria (utm. 54 och 32), Hoppet (utm. 34) och Dagny eller Trettiosjuan (utm. 37). De gynnsamma topografiska förhållandena möjliggjorde utfraktens anordnande genom stollar i bergssidan, sålunda nås Maxgruvorna och

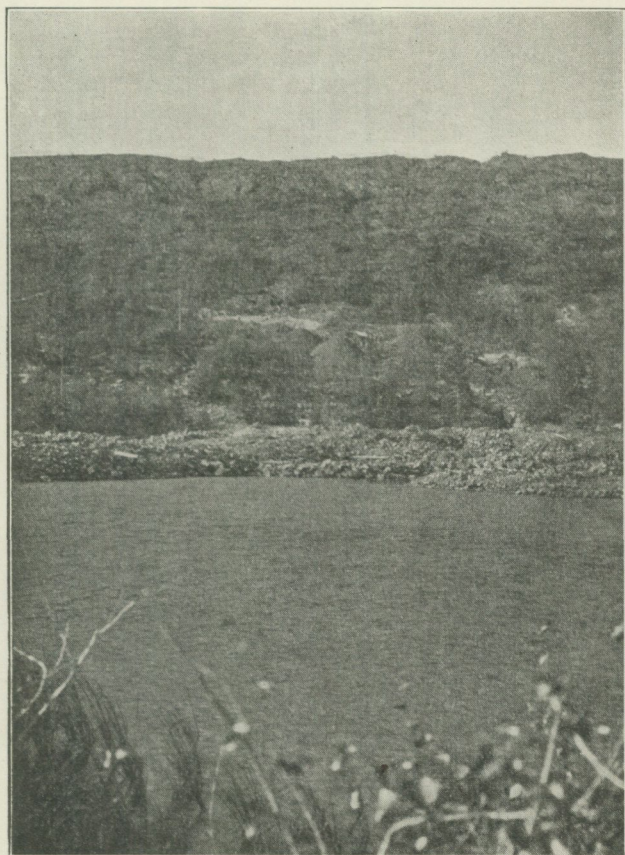


Fig. 10. Mariagruvan i Nautanen, från ONO (1916).

Tjugonian av den s. k. Maxtunneln, Mariagruvan av Mariatunneln. Mariasystemet är ännu tillgängligt, men Maxtunneln var under tiden för förf:s arbete i Nautanen blockerad av ismassor.

Utom de nämnda gruvorna ha åtskilliga smärre sådana brutits, varjämte ett stort antal skärpningar och jordrym-

ningar anlagts för undersökningsändamål. Större delen av fältet är därför synnerligen väl blottad.

Fig. 10 och 11 visa bilder från gruvfältet. Fig. 10 är tagen mot VSV från en punkt inom utm. Olle, intill gränsen till utm. 32. I förgrunden synes den till större delen inom sistnämnda utmål belägna sjön, vars bortre del är utfylld av varp från Mariagruvorna. Till höger, omedelbart ovanför denna varpmassa, är ingången till Mariatunneln.

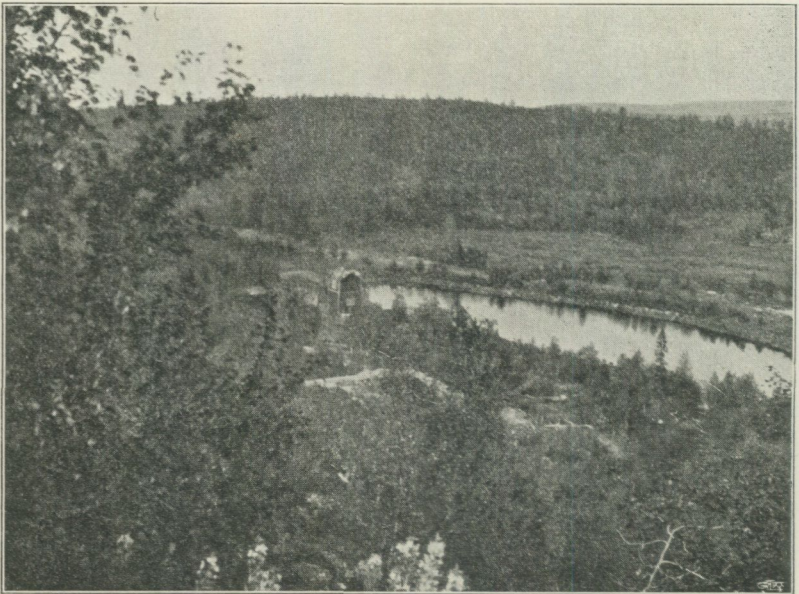


Fig. 11. Gruvan Hoppet i Nautanen, från S (1916).

Strax ovanför denna ses en del av övre väggen i en dagpall; en annan, större, framträder nedanför schaktöverbyggnaden. Bakom synes Nautanenfjällets kam.

Fig. 11 är tagen från en punkt i branten, nära gränsen mellan utm. 52 och 53. Den visar laven vid Hoppet, intill sjön i utm. 34, och närmare åskådaren en tipp av vit, glimmerskifferartad leptit från en undersökningsstoll i utmål 52. Utmed sjöns bortre sida framgår en låg moränrygg, som utnyttjats vid anläggandet av en rälsbana till Trettiosjuan.

I bakgrunden ligger den av ändmoräner höljda kullen Ö om Nautanen fjället (jfr topogr. kartan, fig. 1).

Geologisk översikt. Berggrunden inom malmfältet sammansättes helt och hållet av leptiter. Den närmaste blottan av granit är belägen c:a 1 800 m NNO om fältets nordnordvästra ände; ovisst är huru långt mot fältet bergarten sträcker sig, ty hållar saknas på den mellanliggande sträckan. De närmaste kända pegmatitgångarna äro belägna dels c:a 2 200 m V om fältets nordände, dels 3 000 m NNV om densamma, i sistnämnda fallet i fältets strykningsriktning. Mellan de angivna punkterna och malmfältet saknas pegmatitgångar. De enda pegmatitartade bildningar, som påträffats inom fältet, äro ett par icke ens tumsbredda ådror av kvarts, fältspat och turmalin, som uppträda såsom lagergångar i leptiten i södra delen av utm. Max.

Den pneumatolytiska omvandlingens intensitet gör det vanskligt att ange leptitens ursprungliga karaktärer. Vid mikroskopisk undersökning finner man dock oftast, även i de starkast omvandlade formerna, såsom »grundton» en normal leptitisk grundmassa, i vilken i mer eller mindre ojämn fördelning ligga större individ av mineral, som tydligen uppkommit genom den pneumatolytiska metamorfosen, under det att man dock förbliver i ovisshet om, huru stor del av deras substans, som ursprungligen tillhört bergarten och huru mycket som tillförts vid omvandlingen. Följande huvuddrag i de olika leptiternas fördelning hava dock kunnat fastställas: inom större delen av fältet råder en kvartsfattig (lokalt nästan kvartsfri) mikroklinleptit av blekröd till ljus rödgrå färg. I fältets östra kant dominera dock gråa leptiter, som utom mikroklin föra rikligt plagioklas och hava en säkerligen primär, ganska hög biotithalt. Mera underordnat förekomma där plagioklasbergarter med labrador, något mikroklin och rätt mycket biotit, men ingen kvarts. Leptiten i Nautanen kammen, således i fältets västra kant och strax V därom, är ganska plagioklasrik, och vanligen av grå färg. Ett slipprov från skärningen för linbanan visar en leptit

med en plagioklas $Ab_{60}An_{40}$ och mera underordnad mikroklin, samt ordinär kvarts- och biotithalt. Skiktlika ränder av epidot äro vanliga i kammens leptit, ofta tillsammans med smärre rödbruna granater.

Malmernas geologi, olika typer. Med avseende på malmfyndigheternas mineralogiska och geologiska karaktärer råder en mycket stor brokighet. Visserligen kunna olika typer urskiljas, men gränserna mellan dem bliva på det hela taget godtyckliga, så att en beskrivning grundad på indelning efter dylika typer ej skulle tillräckligt framhäva sambandet mellan dem. Variationerna i strykningsriktningen äro emellertid mindre, och mera gradvisa, än vinkelrätt mot densamma, varför jag här valt att för beskrivningen indela fältet i tre zoner i strykningsriktningen och beskriva var zon för sig, börjande från S av den anledningen att det blottade området sträcker sig olika långt mot NNV inom de olika zonerna. Inom flera av dessa kan man genomföra en indelning i zoner av högre ordning.

Karakteristiskt för den östra zonen är den nästan totala avsaknaden av turmalin, det allmänna uppträdandet av skapolit (i gångform och såsom impregnation) tillsammans med hornblände, granat och epidot, samt förekomsten av malmförande skarnmassor av granat, hornblände, biotit m. m., men utan skapolit. I mellanzonen finnas en del hornblände-granat-gångar och skapolit, men inga skapolit-hornbländefelser såsom i den östra. Typiskt är uppträdandet av kroppar av kvartsig magnetitmalin med kiser och litet turmalin. Mellanzonen är emellertid obetydlig, och omfattar inga malmfyndigheter av någon betydelse. Karakteristiskt för den västra zonen är att skapolit finnes sparsamt men turmalin rikligt, särskilt i södra delen, under det att apatit i mängd förekommer i den norra. Malmen i denna zon har mestadels karaktären av en impregnation, vanligen med granat och litet turmalin, den östra zonens skarnmalmer saknas alldeles.

Den östra zonen. Denna kan delas i två underavdelningar,

av vilka den ena omfattar de 4 östligaste utmålen. I dessa är det endast på få ställen, som berggrunden är åtkomlig för undersökning. I utmålet 207, som är täckt av mäktiga kvartära avlagringar, ligger en hög brutet berg vid ett nu otillgängligt schakt. Bergarten är en mörkgrå, ganska starkt skapolitiserad leptit. I densamma finnas förgrenade ådror (mestadels ej mera än tumsbreda) av magnetit, svartgrönt hornblände, rödbrun granat samt kopparkis, andra ådror av vit radialstrålig skapolit, ådernät av kalkspat samt gångar — mer än decimetertjocka — av millimeterkornig kalkspat, magnetit och grönt hornblände i homogen blandning.

I utmålen 209 och 210 är berggrunden också blottad. Där anstår en mörkgrå leptit med talrika skapolitfläckiga partier. Upplagt berg vid ett schakt visar i leptiten klumpar av skapolit-biotit-fels, mestadels några dm i diameter, i nära samband med c:a 5 cm tjocka gångar av vit, radialstrålig skapolit i individ om ända till 5 cm. längd.

Skapoliten har av S. G. U:s kemist, Dr R. MAUZELIUS isolerats och analyserats. Dr MAUZELIUS meddelar följande resultat och beräkningar:

Skapolit, Nautanen.

Sp. v. 2.968

SiO ₂	50.47
TiO ₂	spår
Al ₂ O ₃	25.20
Fe ₂ O ₃ ¹	0.10
MnO	0.06
MgO	0.04
CaO	14.07
Na ₂ O	4.95
K ₂ O	0.73
Cl	1.15
Fl	saknas

¹ Oxidationsgrad ej bestämd.

SO ₃	0.79
CO ₂	2.81
H ₂ O + 105	0.20
H ₂ O — 105	0.02
	100.59
Avgår O för Cl ₂	0.26
	100.33

Omräknas Fe som Al, Mn och Mg som Ca, K som Na och uteslutes H₂O — 105°, erhålles efter reduktion till 100:

	Funnet	Beräknat för
		{ Kvarts 4 % ¹
		{ Klormarialit 28
		{ Sulfatmarialit 9 (enl. SUNDIUS)
		{ Karbonatmeionit 59
SiO ₂	50.47	50.15
Al ₂ O ₃	25.26	25.89
CaO	14.15	14.08
Na ₂ O	5.43	5.32
Cl	1.15	1.17
SO ₃	0.79	0.79
CO ₂	2.81	2.77
H ₂ O	0.20	0.09
	100.26	100.26
	—0.26	—0.26

Fläckvis i gångarna ser man rikligt med små svarta turmalinprismor; dylika kunna även urskiljas i den skapolitiserade leptiten. Kopparkis uppträder mellan skapolitstänglarna, och på tvärsprickor i dem, samt insprängd i bergarten eller samlad till smärre fläckar. Tillsammans med kisen uppträder magnetit, dock mera sparsamt. Mikroskopisk undersökning av leptiten visar, att den har en egendomlig sammansättning: huvudbeståndsdelen är en gärna zonalbyggd plagioklas² med

¹ Närvaro av åtminstone c:a 3 % kvarts har konstaterats genom skapolitens upplösande med konc. HCl, och mikroskopisk granskning av återstoden.

² Om zonalstrukturen, jfr s. 16.

en anortithalt av minst 46 %, vidare finnes mikroklin och rikligt biotit, men ingen kvarts. Av skapolit¹ ses enstaka stora, mycket oregelbundet formade korn, med en dubbelbrytning om c:a 0.028—0.029, vilket enligt SUNDIUS² motsvarar c:a 30 % marialit. Turmalinen är ganska allmän. Kopparkis och magnetit förekomma likaledes allmänt, som spridda korn eller större och mindre aggregat. Ibland är kisen innesluten i magnetit, men det omvända förhållandet är vanligare, varvid magnetiten plägar visa god idiomorfi. Sär-

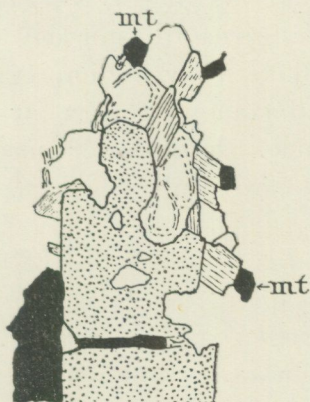


Fig. 12. Strukturdetalj ur turmalinerad leptit, utm. 210, Nautanen. Först. ca 30 ggr. Vitt = plagioklas (zonalstrukturen angiven genom streckade linjer); streckat = biotit; punkterat = turmalin; svart = kopparkis samt magnetit (mt).

skilt gärna ansluta sig malmmineralen till korn av turmalin eller skapolit, delvis omgivande dem. Ett märkligt drag i bergartens mikrostruktur är, att plagioklasens zonalstruktur i några fall är formad efter ett turmalinkorn (fig. 12). Härav framgår ju, att turmalinen sannolikt bildats samtidigt med bergartens omkristallisation, men samtidigt har mineralet delvis oregelbundna konturer, som snarast tyda på uppkomst genom förträngning.

Inom huvuddelen av den östra zonen, utmålskedjan Ripa-

¹ De undersökta proven representera leptiten, ej klumparna av skapolitbiotit-fels.

² Anf. arbete.

Olle, ligga bl. a. de viktiga gruvorna i utmålet Max. Zonens bergart är en ljusgrå mikroclinleptit med underordnad oligoklas samt ordinär halt av kvarts och biotit. Oftast för den rödbruna granater i större eller mindre mängd, vanligen ojämnt fördelade.

Inom de sydligaste utmålen, Ripa, Bratt och Leo, förekomma ådror av epidot, med eller utan rödbrun granat, ävensom talrika, slingrande ådror av hornblände, skapolit och granat. I samband med de sistnämnda gångarna står ofta en stark inhomogenisering av bergarten. Av malm synes föga, då skärpningarna till stor del äro igenrasade. Mest synes den ha karaktären av en impregnation av kopparkis och magnetit, i allmänhet åtföljda av epidot, granat och svartgrönt hornblände. Kvartsådror med något kopparkis, bornit och malakit äro vanliga; de gå ofta vinkelrätt mot leptitens skiktning.

Inom utmålet Catus ses blott obetydliga ränder av hornblände med litet skapolit, men i närmast nordligare utmål, Tor, är skapolitiseringsen ställvis intensiv, i det att kortprismatiska vita skapolitkorn (vanligen knappt 10 mm långa) samt svartgrönt hornblände, ofta även granat, bilda små strimmor och linser, medan isolerade skapoliter ses i leptiten emellan.

Inom utmålen Milian, Max och Nisse är leptiten i allmänhet ganska rik på granat, vanligen i form av ungefär centimeterstora korn, något ojämnt fördelade. Skapolitisering är mycket utbredd, än i form av smärre (oftast några dm långa), i leptitens strykningsriktning utsträckta klumpar av skapolit-hornblände-fels, än såsom slingrande smala ådror av skapolit, hornblände och granat, jämte riklig impregnation av dessa mineral, ofta utan skarp gräns mot ådrorna. Fig. 13 visar en stufv av skapolitiserad leptit. I fält ser man tydligt nog, att granaten verkligen paragenetiskt tillhör skapolit-hornblände-ådrorna. Den är också mera framträdande i de spräckliga, genom skapolitisering inhomogeniserade partierna mellan dylika ådror än i normal leptit. Även epidot

tillhör detta mineralsällskap. Malmmineral äro däremot föga vanliga, dock förekomma kopparkis och magnetit såväl i ådrorna som i impregnationerna. Slipprov ur impregnationszonerna visa de angivna mineralen i en »grundton» av leptit. Liksom klumparna av skapolit-hornblände-fels visa även ådrorna i sitt förlopp inflytande av leptitens orientering.

Omkring Ruthgruvan, i utmålet Max, är leptiten mycket rik på större granater, och för mer än decimeterstora klum-

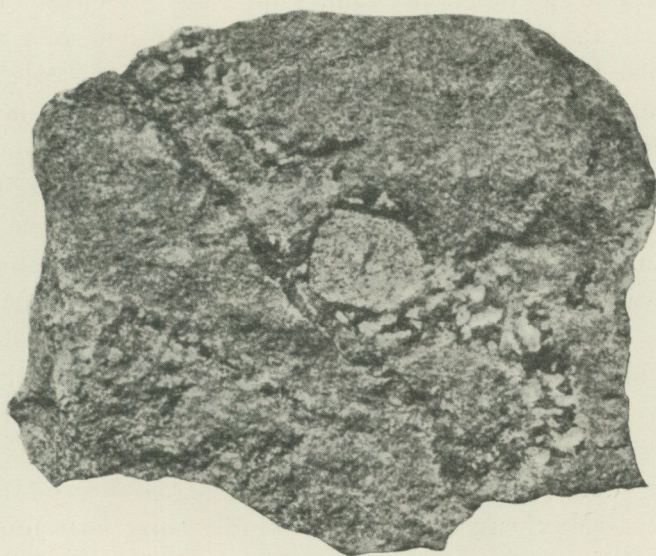


Fig. 13. Skapolitiserad leptit, utm. Nisse, Nautanen, $\frac{2}{3}$ nat. storl. I stuffens mitt en stor granat. Ådror av hornblände (svart) med skapolitkorn (vita).

par av detta mineral, ofta med kvarts. Här finnas t. o. m. ett par gånger av granat med underordnad kvarts, snett övertvårande leptitens strykning. Sådana finnas även i utmålet Milian.

Den malm, såväl koppar- som järnmalm, som brutits i gruvorna i östra delen av utm. Max, samt i utmålen Milian och Nisse, har varit bunden till gångliknande partier, bestående huvudsakligen av granat och hornblände, och strykande ungefär

NV, således snett över leptitens strykningsriktning (c:a 35°). Mineralsammansättningen och förekomstsättet motivera beteckningen skarn, med vilken dessa bildningar angivits på gruvkartorna. De nu bäst åtkomliga delarna visa, att de ha en skarp men (på grund av veckning?) småuddig gräns mot leptiten, att ett grovkristallint aggregat av svart hornblände, rödbrun granat och något epidot bildar sidorna, medan i övrigt även ingår ett finkornigt ljusgrönt pyroxenskarn (delvis omvandlat till hornblände av samma färg), ibland med fläckar av järnhaltigt karbonat, stora körtlar av granat, partier av finkristallin magnetitmalm, kopparkis associerad än med den ena, än med den andra skarnformen eller med magnetiten, och ibland några apatitkristaller. På ett ställe har jag sett litet molybdenglans. Det bredaste parti (3 m) av dessa skarnbildningar, som jag sett, har dock en något annan karaktär. Där är gränsen mot leptiten mera vag, och huvudmassan av skarnet är en lös biotitfels med idiomorfa granater, samt granatkörtlar som kunna vara mera än meterlånga, med kvartsfyllda tvärsprickor, och klumpar av svart hornblände. Tre malmband uppträda i detta skarn, det bredaste c:a 0.5 m brett, bestående av en tämligen finkristallin blandning av magnetit med svavelkis, och hornblände utmed kanten, samt kvartsstrimmar. Äldre stuffer visa, att en betydande del — sannolikt det mesta — av den malm, som vunnits i Maxgruvorna, måste ha varit magnetit med kopparkis. Sålunda har jag sett ett c:a 20 cm stort stycke, som till mera än hälften består av kopparkis, för övrigt av i denna invuxna kristaller av magnetit och svavelkis.

I norra delen av Alfredgruvan, likaledes i utmålet Max, anstår också ett skarn av granat med underordnad biotit. I södra delen av denna gruva anstår däremot en annan malmtyp, en starkt kvartsig malm med ungefär lika mycket magnetit som kopparkis. Ibland bilda kvartsen och malmineralen fingertjocka ränder eller större linser, parallellt med leptitens lagerställning, i andra fall ha de fullständigt förträngt bergarten.

Mellanzonen. Denna zon omfattar gränsområdena mellan utmålen Milian och Max å ena sidan och nr 28 och 29 å den andra. Här finnes ett bälte med ränder av hornblände och granat samt impregnation av samma mineral jämte skapolit. Kopparkis ses både i ränderna och i den inhomogena bergarten. Anmärkningsvärd är också förekomsten av gångar av apatit, biotit, magnetit och kopparkis. Mest karakteristiskt för denna zon är dock förekomsten av kvartsiga malmkroppar, som till dimensioner och förekomstsätt äro jämförbara med den östra zonens skarnbildningar. De kunna bestå av malminsprängd, turmalinförande kvartsit, eller av magnetitmalm med underordnade kiser, turmalin och kvarts. Kvartsiten består till minst hälften av kvarts, resten är magnetit, turmalin, kopparkis och svavelkis i växlande mängder. Magnetitmalmen skiljer sig från kvartsiten blott därigenom, att magnetiten, ej kvartsen, dominerar. Det största bandet har en bredd av 2.5 m. Gränsen mot leptiten är oftast oskarp, såsom fallet plägar vara vid metasomatiska förträngningar. Strykningen är ungefär parallell med skarnbandens i den östra zonen, sålunda snett över leptitens. Även i vertikallplanet förekomma överskärningar. Ränder av granat och hornblände uppträda flerstädes i nära samband med dessa bildningar, men synas ej ingå i dem.

Den västra zonen omfattar utmålskedjan 27—37, och närmaste delar av den V därom liggande kedjan 56—51, som ej kräver självständig beskrivning. Leptiten inom denna zon är en utpräglad mikroklinleptit. I många fall synes en ren mikroklinsten ha förelegat, men möjligt är ju, att även andra beståndsdelar förefunnits men ingått i de nybildade mineralen. Granat förekommer, dock endast inom vissa bälten.

Vid nordvästra röset i utm. 27 är en 3—4 m bred lins av finkornig svart bergart av turmalin, kvarts och magnetit. Under mikroskopet framträda även apatit och muskovit. I västra kanten av utm. 29, NV om schaktet, anstår en starkt kvartsig magnetitmalm med mycket svavelkis och litet tur-

malin. Båda dessa bildningar, och särskilt den sistnämnda, överensstämma med de nyss beskrivna malmkropparna i mellan-zonen. Från de andra turmalinrika impregnationer, som komma att skildras i det följande, skilja de sig bl. a. däri-genom, att de ej stå i samband med någon sprickfyllande gångmassa.

Utmed västra sidan av utm. 28 finnas några små impreg-nationer av kvarts och turmalin, delvis med »koppargröna», samt små kvartsgångar med bornit.

Malmzonen i schaktet Tjugonian är i norra schaktväggen 0.65 m bred. Bergarten är en mikroklinleptit, starkt för-skiffrad, med skiffrihetsplanen klädda av sericitartad glim-mer, och något vresig. I bergarten ses spridda granater samt en ojämn impregnation av kopparkis, magnetit och något svavelkis. Associationen mellan malmmineralen och grana-ten är påfallande. Vid närmare granskning urskiljer man också talrika, millimeterlånga turmalinprismor. Skiffriheten och halten av granat och turmalin är praktiskt taget in-skränkt till malmzonen. Slipprov ur zonen visa, att även något nybildad kvarts åtföljer malmen. Sambandet mellan turmalinen och malmmineralen framträder här på samma sätt som i den s. 57 beskrivna bergarten. Sålunda har jag sett en turmalin delvis omsluten av ett magnetitkorn, som visade idiomorfa konturer mot den omgivande kopparkisen.

I södra schaktväggen, c:a 3 m från den nyss beskrivna, ses ränder av svavelkis och granat, men så föga kopparkis att bergarten svårigen kan betecknas som malm. C:a 20 m (i strykningsriktningen) S om schaktet ses blott en smal zon med granat och något svavelkis. Tätt Ö därom äro små gångar av kvarts och turmalin, åtföljda av riklig turmalin-bildning i sidostenen, delvis med svavelkis. Där finnas även kvartsgångar med radialstrålig desmin. C:a 30 m N om schaktet synes malmzonen ej längre. Däremot förekomma där talrika kvarts-turmalin-gångar, och impregnation av dessa mineral jämte svavelkis och litet kopparkis. Dessa bildnin-gar stå i allmänhet ungefär parallellt med leptitens lager-

ställning (stupningen är här 85° V), men kunna även skära över. Gångarna bestå av kvarts och tvärställda turmalinprismor, och nå mestadels endast några cm tjocklek, men åtföljas på båda sidor av en intensiv omvandling av leptiten, som resulterat i en svart turmalinfels med underordnad kvarts och svavelkis. I allmänhet är kornstorleken sådan, att man tydligt kan urskilja de olika mineralkornen, men i gångarna förekomma även inneslutningar av en tät svart skiffer, tydligen turmaliniserade bergartsbrottstycken. Gränsen mellan den turmaliniserade sidostenen och den opåverkade är obestämd. Den största iakttagna bredden på en gång med dess båda impregnationszoner är c:a 1.5 m. Mikroskopisk undersökning visar, att leptiten varit en nästan ren mikroklinsten, och att utom de för blotta ögat synliga mineralen även något magnetit, apatit och skapolit invandrat. I ett fall ses svavelkis och magnetit omsluta turmalin. Ett prov visar anmärkningsvärt mycket apatit.

Längre norrut, i utm. 30, fortsätta kvarts-turmalinbildningarna med hastigt avtagande intensitet. Skapolit förekommer högst sällan makroskopiskt synlig inom denna zon, och apatit, som längre norrut är så framträdande, ses här blott i ringa mängd; på ett ställe såsom ett glest nätverk av smala ådror, på ett annat såsom impregnation.

Längre norrut i den västra zonen ligger Mariagruvan, kring utmålshörnet 32—54—53. Där är en större dagpall uttagen på en malmzon lik den i Tjugonians schakt synliga: leptiten är vresig genom sericitskiffrika plan, för körtlar — ända till flera dm långa — av granat jämte kvarts, vilka göra förskiffningsytorna buckliga; kopparkis, något magnetit och litet bornit uppträda tillsammans med granatkörtlarna eller i form av korta ådror och impregnationsstrimmor, som någorlunda följa leptitens skiffrihet. Turmalinen uppträder på samma sätt som i Tjugonian, men i mindre mängd än där. Den i gaveln kvarlämnade malmen är icke brytvärd. Zonen fortsätter norrut till nära det nordvästra röset i utm. 32, men blir åt detta håll allt kopparfattigare. Leptiten på

ömse sidor om zonen är icke så skiffrig, ej heller granatförande.

Väster om den nu beskrivna malmzonen framstryker en zon av kvarts-turmalin-impregnationer, liksom nyss beskrivits

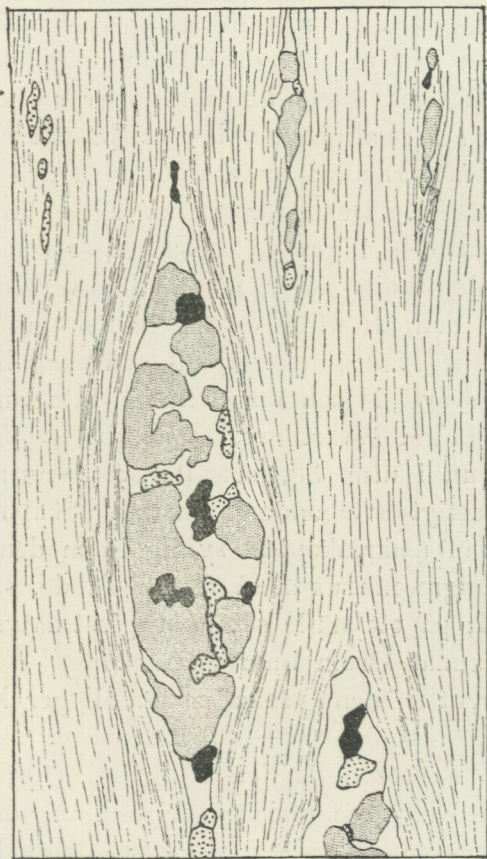


Fig. 14. Bild illustrerande malmens förekomstsätt i den stora dagöppningen i Mariagruvan, Nautanen. $\frac{1}{1}$. (Gäller även en del av Sorvanenfältets malm). Glimmerskiffrig leptit med körtlar och strimmor av kvarts (vit), granat (grå), kopparkis (grovt punkterad) och magnetit (svart).

från utm. 29. De största bältena äro nära meterbreda, och bestå av ett svart aggregat av turmalin med underordnad magnetit och kvarts, samt innehålla i mitten även fältspat och desmin, den sistnämnda ibland i drusrum utbildad så-

som kulor om 3—4 cm diameter.¹ Öster om den granatförande malmzonen förekommer i utm. 32 en 2—3 m bred zon, där leptiten är rikligt impregnerad med hornblände, delvis samlat till ådror, epidot och kopparkis, samt genomdragen av smala, kopparkisförande kvartsådror. Skapolit förekommer också i mängd. Mikroskopiskt har även turma-

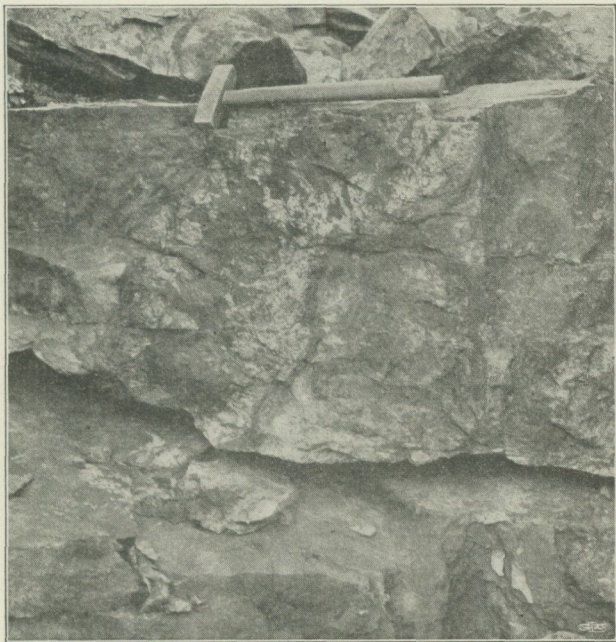


Fig. 15. Gång av hornblände, apatit och magnetit, utm. 32, Nautanen. Apatitkristallerna växa från salbanden inåt gången.

lin påvisats. Märkligt är, att skapoliten också åtföljer kvartsångarna, i form av tunna tavlor med detta minerals vanliga uddiga konturer och parallella med gångplanet.

Mellan den sist beskrivna malmzonen och den granatrika är leptiten på en viss sträcka genomdragen av smala (högst 1 dm breda), anastomoserande ådror av hornblände, magne-

¹ Bland det brutna berget från Mariagruvan finnas kvartsgångar med bornit och desmin. På ett ställe ses borniten vara »gjuten omkring» en desminkula.

tit, kiser, granat, apatit och kalkspat. Längre norrut, och V om den granatförande zonen, finnas större gångar av olika mineralkombinationer: magnetit + svavelkis + kvarts; magnetit + apatit; apatit + magnetit + kvarts; svavelkis + apatit + kvarts; hornblände + apatit + granat, o. s. v. Apatiten är vanligen utbildad i avlånga korn om 1—2 cm.

Nära det nordvästra hörnet av utm. 32 genomdrages leptiten av ett glest nätverk av ådror av hornblände, apatit och magnetit, jämte smärre mängder kopparkis och svavelkis. Ådernätets form visar inflytande av leptitens lagerställning. De största gångarna bestå av hornblände (grönt till svart) samt stora vitgröna apatitkorn, vilka vanligen växa inåt från salbanden, samt underordnad magnetit (företrädesvis vid salbanden). I druser ses litet chabasit. Gångarnas förlopp är något slingrande. Mäktigheten kan uppgå till flera dm. Den största gången är återgiven i fig. 15. Apatit ur denna gång har isolerats av S. G. U:s kemist, Dr R. MAUZELIUS, som på den utfört en partiell analys med följande resultat:

Fl	rikligt
Cl	0.24
SO ₃	0.11
CO ₂	saknas

Mindre gångar bestå ofta övervägande av magnetit. Impregnationer av samma mineral som i gångarna förekomma också. På några ställen är leptiten mellan gångarna rik på epidot och granat.

Här, omkring det västra hörnet 32—33, börjar leptiten bli spräcklig av små gytringar, flammor och obestämda ådror av mörkt hornblände (jfr fig. 16). Genom utm. 33 fortsätter denna inhomogenitetszon med en bredd av c:a 30 m. Den är strimmig i strykningsriktningen. Av malm ses föga, blott här och var litet kopparkis och magnetit. Ett par små kvartsådror med kopparkis förekomma också. Ränder och gångar av apatit och hornblände uppträda flerstädes; oftast äro de skarpt begränsade på ena sidan, från vilken

apatitkornen växa, men otydligt på den andra sidan, i det de övergå i den inhomogena bergarten. Fig. 17 visar en dylik gång, som går snett över leptitens skiffrihet. Ett slipprov av inhomogen bergart från zonens sydände visar en nästan kvartsfri mikroklinleptit med stora oregelbundna korn av ett starkt färgat blågrönt hornblände, ofta samlat i gytringar och strimmor. Apatit, som makroskopiskt ej kan



Fig. 16. Inhomogen mikroklinleptit, apatitimpregnerad, med hornbländestrimmor, utm. 32, Nautanen; $\frac{5}{8}$ nat. storlek.

urskiljas, men möjligen betingar bergartens egendomliga, gråvioletta färg, befinnes ingå till flera tiotal procent; även rätt mycket magnetit förekommer.

Den inhomogena, apatitrika zonen kan följas till gruvan Hoppet i utm. 34. Där är jordtäckt, men brutet berg visar, att zonens karaktär är ungefär densamma som längre söderut. Grovkristallina fläckar och gångartade strimmor av apatit och hornblände uppträda även här. Rätt mycket finkristallin magnetit förekommer också. Det gods, som ligger kvar vid gruvan, ger tyvärr föga upplysning om koppar-

kisens förekomstsätt, eller om den brutna malmens metallhalt. Några små gångar bestå av hornblände och desmin.

Hela den apatitrika zonen, och särskilt Hoppets gruva, erbjuder en högst påfallande likhet med Norra-Hammargruvan i Grängesbergfältet.¹ Denna likhet gäller såväl den

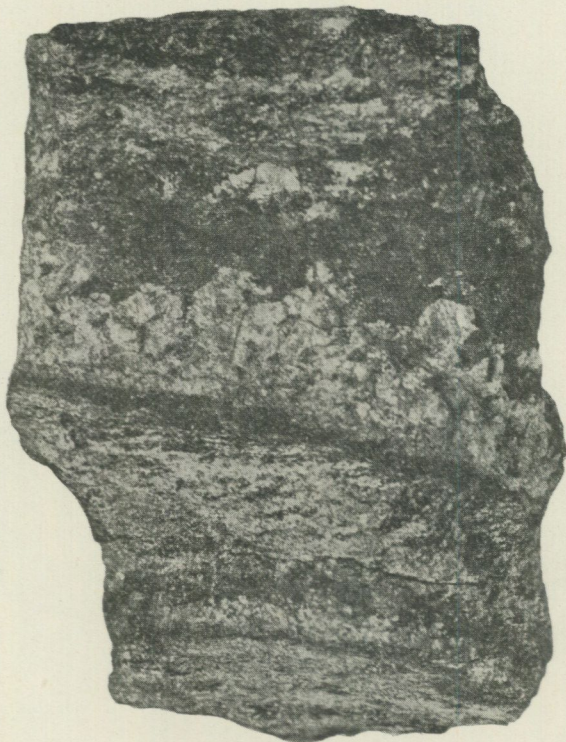


Fig. 17. Inhomogen, hornbländestrimmig leptit, med rand av apatit och hornblände, utm. 33, Nautanen, nat. storlek. Apatitkristallerna växa uppåt från den mörka hornbländerand som går snett över stufven.

genom hornbländets fördelning inhomogena bergarten som de grövre partierna av apatit, hornblände och magnetit. Norr om Hoppet är den möjligen förefintliga fortsättningen av denna zon jordtäckt.

Omedelbart V om den inhomogena zonen finnas i utm. 33 ett par intill decimetertjocka lagergångar av finkristallin

¹ Jfr H. JOHANSSON, Die eisenerzführende Formation von Grängesberg, s. 292—295 och 351—352 (G. F. F. 32).

kalkspat. Där börjar också granat åter förekomma, som vanligt dels spridd i bergarten, dels i form av ränder med kvarts. Samtidigt uppträda band av kvarts, magnetit, svavelkis och kopparkis, lika en del bildningar i mellanzonen, samt kvarts-turmalin-fels liksom där. De olika banden nå blott ett par m i längd; bredden växlar hastigt och överstiger icke ett par dm. Banden stå vertikalt, men följa ej leptitens strykning utan gå i NV eller NO.

Möjligen kan den i Dagnygruvan i utm. 37 brutna, föga blottade fyndigheten betraktas såsom en fortsättning av den sist beskrivna zonen. Leptiten är där vresig, något glimmerskifferartad, och för körtlar av granat, kvarts och kopparkis. Malmen liknar således den i Mariagravans dagpall. Emellertid ses även strimmor av magnetit, kvarts, kalkspat och svavelkis, ur vilka handstycken av nästan ren järnmalm¹ kunna erhållas, samt andra strimmor av kvarts och turmalin.

Liikavaara.

Liikavaarafältet utgör Nautanens fortsättning i strykningsriktningen mot S. Inom fältets södra delar är berggrunden väl blottad, men längre mot N äro hållarna fåtaliga. Berggrunden sammansättes även här dels av plagioklas- dels av mikroclinleptit. Inga eruptiv ha iakttagits. De viktigaste gruvorna ha varit de i utmålen 8 (längst i N), Tor och 22, och särskilt Nya Fyndet i fältets sydöstra hörn.

Skapolit-hornblände-fels ses här och var, och mikroskopiskt synliga turmaliner uppträda i leptiten även långt från någon malmfyndighet, men på det hela taget äro spåren av de pneumatolytiska omvandlingarna här svagare än inom Nautanenfältet och mera lokaliserade.

Gruvan Tor har brutits på en malmzon huvudsakligen bestående av en oregelbundet strimmig blandning av turmalin-

¹ I drusrum i malmen ha kristaller av tungspat och kvarts iakttagits.

fels («svart skiffer») och vit gångkvarts. Under mikroskopet visar sig den förra bestå av det vanliga virrvarret av korta turmalinprismor, med inströdda korn av kopparkis och litet magnetit. Någon rikare malm fanns nu ej att se. Malmzonen når en bredd av åtminstone 1 till 2 m.

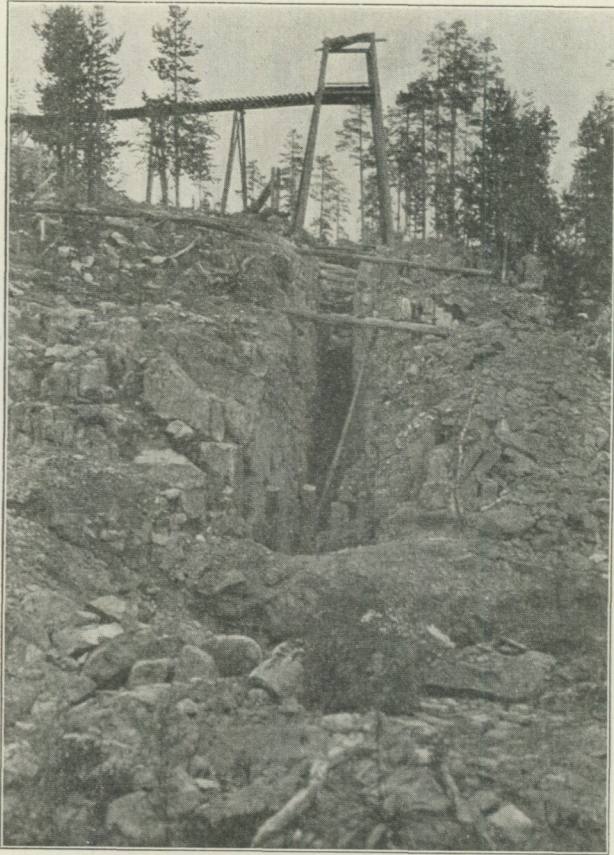


Fig. 18. Nya Fyndet, Liikavaara, från S (1916).

Gruvan Åttan, som torde varit den näst Nya Fyndet viktigaste malmproducenten inom fältet, har brutits på en malmzon, som i viss mån liknar den i Tor, men som också innehåller ganska mycket magnetit, och utom kopparkis och svavelkis även bornit, samt såsom gångarter också granat, epidot och biotit. Malmzonen har möjligen varit mäktigare än i Tor.

Vidare är att anteckna, i utm. 22, en malmzon lik den i Tor, men också bornitförande, och N om Nya Fyndet en högst 0.5 m bred malmzon, som delvis snett skär över leptitens strykning, och består av en leptiten förträngande massa av kvarts, magnetit, granat och bornit, utom längst i N, där den utgöres av en grynig massa av magnetit och kalkspat.

Nya Fyndet är beläget i fältets sydöstra hörn. Malmzonen, som stryker och stupar parallellt med leptiten, har uttagits från dagen på en längd av c:a 40 m, med en bredd av 1.5—4 m. Gruvans största djup torde vara åtminstone ett tjugotal m. Leptiten på sidorna är en grå till rödgrå, å vittrad yta röd mikroklinleptit med talrika klumpar och körtlar av epidot om upp till flera dm diameter. I malmzonen saknas epidot, däremot förekomma små granater allmänt i strimmor, jämte kalkspat och litet finfjällig biotit. Bornit uppträder i form av små strimmor, som delvis bilda ett parallellt med stupningen något tillplattat nät. En del av malmen har varit mycket rik. C:a 50 m i strykningsriktningen S om gruvan är en stor jordrymning, i vilken icke minsta spår av malmzonen är att se.

Sorvanen.

Detta malmfälts 5 utmål sträcka sig visserligen över den kanjondal, som bildar en gräns mellan Liikavaaraberget och norra Sorvanen, men tillhöra huvudsakligen det förra. Geologiskt sammanhänger fältet ännu närmare med Liikavaara än detta gör med Nautanen. Leptiten med epidotkörtlar fortsätter här, och i eller (längre söderut) Ö om densamma förekomma malmzoner geologiskt likartade med Nya Fyndets, men mindre och mycket fattigare. På ett ställe ingår i en dylik zon en 0.3—0.4 m bred rand av dels magnetit + kalkspat, dels magnetit + kvarts + granat.

En annan malmtyp har brutits i ett schakt, som ligger ett tjugotal m V om en av de nyssnämnda malmzonerna.

Malmen är slående lik den som brutits i Mariapallen i Nautanen, endast de små turmalinerna fattas. Utsträckningen är mycket obetydlig. Magnetithalten gör att malmzonen giver ett starkt nordpolsdrag.

I ena väggen i den ovannämnda kanjondalen har brutits en malm av brecciekaraktär: leptitbrottstycken hopkittade av magnetit, hornblände, kopparkis, svavelkis och biotit. Av mikroskopisk undersökning framgår, att det malmförande mineralaggregatet icke utfyller sprickor, utan måste ha bildats genom förträngning av bergarten. En del av malmzonen är utbildad såsom en kornig massa av kalkspat, magnetit och kopparkis. Även förekomma strimmor av gångkvarts med litet svart turmalinfels.

Inom fältets norra del ses rätt mycket skapolit-hornbländefels, i skarpt begränsade, ibland meterbreda strimmor. Under mikroskopet framträda rester av mikroclinleptit, samt mycket epidot (idiomorf) och turmalin.

Nietsajoki.¹

Detta fält omfattar 3 utmål, belägna V om den låga bergås, som framgår V om Nietsajoki. Även här utgöres berggrunden endast av leptit.

Huvudfyndigheten ligger i det utmål som benämnes n:r 4. Gruvan har icke varit tillgänglig under den tid, då jag arbetade i denna trakt. Enligt uppgift av arbetare, som voro sysselsatta där sommaren 1917, är det rymliga schaktet c:a 20 m djupt, och skola inga orter vara drivna från det samma. I en skärpning 15 m N om schaktet är malmzonen åter blottad, men smal och svag, den torde här snart utkila. Att döma av en annan skärpning, S om schaktet, torde utsträckningen åt detta håll på sin höjd vara lika stor som norrut.

¹ Fältet är även känt under namnet Ferrum.

Av nyligen uppfordrat berg och malm, och av malmzonenens karaktär i den förstnämnda skärpningen, kan man bilda sig en säkerligen ganska god föreställning om malmens geologiska uppträdande. En del av malmen, troligen huvudmassan, tillhör kvarts-turmalin-bildningar av samma slag som uppträda flerstädes inom den västra zonen i Nautanenfältet.



Fig. 19. Bild från Nietsajoki malmfält (1916).

Malmmineralet är kopparkis, bornit finnes blott underordnat. Kisen sitter företrädesvis i skarpt begränsade kvartsgångar av ringa mäktighet (i allmänhet under 1 dm), som stå brant och ofta grena sig, omslutande kantiga stycken av sidostenen. Tvärställda turmalinprismor ses ofta i dessa gångar. Sidostenen och de inneslutna brottstyckena äro svartfärgade. Även vid gångar om blott några få cm mäktighet sträcker sig färgningen flera dm ut i sidostenen, varefter den med vag och oregelbunden gräns upphör, och den normala leptiten vidtager. Mikroskopisk undersökning bekräftar, att här föreligger en intensiv omvandling av sidostenen: den svarta

bergarten består av små turmalinprismor i en matrix av kvarts, i vilken här och var kunna skönjas små rester av leptitens fältspat. Kopparkis, svavelkis och något bornit uppträda mera sparsamt insprängda i den omvandlade bergarten.

En annan malmtyp i samma zon utgöres av en svartgrön hornbländesten med spridda vita prickar och ganska rikligt insprängd kopparkis. Även detta mineralaggregat ses all-

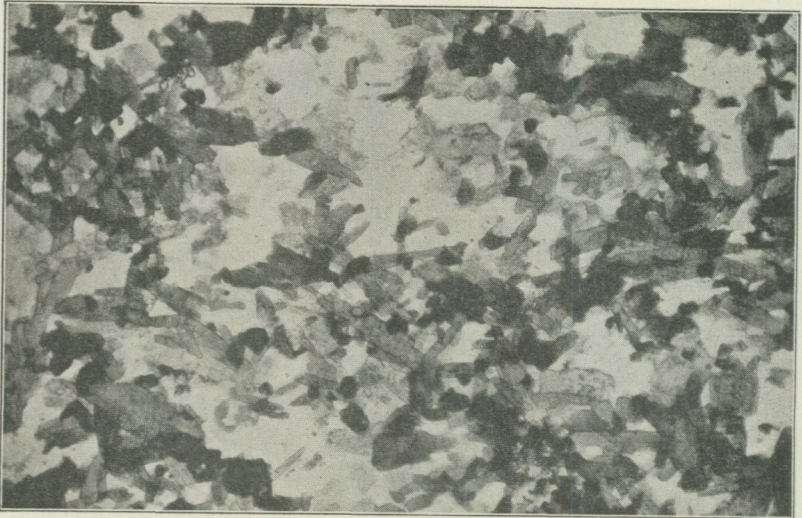


Fig. 20. Mikrofoto. av turmaliniserad sidosten till malmgång, Nietsajoki. Först. c:a 30 ggr, vanl. ljus. Turmalinen ljusgrå till svart, kvarts vit.

deles tydligt förtränga leptit. Under mikroskopet visa sig de vita kornen vara dels mikroklin, dels kalkspat. Därjämte framträda stora prismor av turmalin, som i stuff ej kunna skiljas från hornbländet.

I utmålet S om nr 4 är en mindre gruva anlagd i leptit, som genomsättes av slingrande gångar av hornblände, fältspat, kvarts, grovspatig kalkspat, biotit och bornit, den sistnämnda i klumpar om åtminstone intill 5—6 cm genomskärning, inneslutande mindre fläckar av kopparkis. Sidosten till dessa gångar är ofta omvandlad till ett aggregat av vitgröna skapolitkorn och ända till centimeterlånga pris-

mor av turmalin, gärna subparallellt anordnade. »Svart skiffer» av turmalin ses också. Kopparkis förekommer insprängd i dessa mineralaggregat.

I en mindre skärpning i samma utmål ser man goda exempel på variationerna i mineralgångarna. Där finnas gångar av hornblände, med spridd kopparkis och bornit; sidostenen är ofta skapolitiserad. Vidare kan kvarts tillkomma, så att övergång sker till malmförande kvartsgångar, ävenså fältspat, radialstrålig skapolit, epidot, desmin. Gångarna visa intet beroende av leptitens lagerställning. Ibland är bergarten så grundligt skapolitiserad, att sambandet mellan denna omvandling och de olika gångarna blir mindre tydligt.

Fridhem.

Detta malmfält, som ligger omedelbart intill landsvägen Gällivare—Svappavaara, c:a 1.5 km S om Nietsajokifältet, omfattar 2 utmål. Det äger ett särskilt intresse därigenom att här jämte kopparmineralen förekommer gediget guld i en för blotta ögat synlig form. Ett eller annat isolerat fynd av guld har dock även gjorts inom Nautanenfältet, i de bornitförande kvartsgångarna S om Tjugonian.¹ Den guldhalt, som genom analys påvisats såväl där som inom andra fält inom området, är i allmänhet ganska låg. KJELLBERG uppgiver för genomsnittsprov av bornitmalm från Nautanen 10.5 % koppar, och 8 gr guld pr ton, samt för oljeanrikad kopparkis från olika delar av fältet 15—20 % koppar och 3 till 9 gr guld pr ton. Silverhalten skall i dessa prov ha uppgått till 74, resp. 40—80 gr pr ton.

Vid Fridhem anstår huvudsakligen leptit, men i det sydligare av de båda utmålen (Agnes) även porfyrit. Den egentliga fyndigheten ligger i det nordligare utmålet, Jenny. Gruvan är vattenfylld. Ägaren, hr L. BJÖRKQVIST, har meddelat, att det djupaste schaktet (inkl. den timrade delen genom

¹ Enligt en stuff tillhörig bergmästare B. KJELLBERG.

jordtäcknet) är 16 m djupt. Han urskiljer fyra parallella gångar, nämligen »Storgången» som är 2 m bred (däruti inberäknade inneslutna band av gråberg),¹ och 3 gångar om vardera c:a 10—15 cm tjocklek. Bredden över hela gångsystemet skall vara c:a 8 m.

Gångarna stå tydligen brant. De gå i huvudsak parallellt med leptitens lagerställning, men överskärningar och förgreningar äro ej ovanliga. Gångarnas begränsning är skarp. Det vanligaste gångmineralet är kvarts, som oftast är nästan allena rådande. Kopparglans förekommer rikligt i en del smärre gångar, men bornit är en sällsynthet och kopparkis har jag ej alls sett. I de gångar, som föra mycket kopparglans, träder kvartsen vanligen starkt tillbaka, däremot uppträda desmin och chabasit rikligt, den förra i den vanliga utbildningen såsom radialstråliga kulor eller solar, ävensom kalkspat. Även tavlor av järnglans kunna ingå och biotit. Dessa gångar äro mycket drusiga. Guldets² synes företrädesvis tillhöra dessa mera kvartsfattiga gångar med zeoliter, kalkspat och kopparglans. I ett fall bildar det lameller mellan järnglanstavlor.

Gångarnas omedelbara sidosten, och inneslutna tunna skivor av densamma, visa ofta en kraftig turmalinisering, som ombildat dem till »svart skiffer». I några fall sticka turmalinprismor från salbanden in i gångarna. Den turmaliniserade sidostenen är ofta fläckig av platta skapolitindivider, som ligga parallellt med gångplanet (jfr beskrivningen av Mariagruvan i Nautanen, s. 65). Bland den uppfordrade malmen har jag också sett åtskilliga stycken, i vilka finnas samma mineralaggregat som i de kvartsfattiga gångarna, men ej i form av typiska sprickfyllande gångar, utan såsom smärre körtlar

¹ Hit höra förmodligen de stycken av leptit med tätliggande smala gångar, som ses i malmupplaget vid gruvan.

² Dessa uppgifter om guldets förekomstsätt grunda sig på en av hr BJÖRKQUIST till S. G. U. skänkt stuff och på några av honom själv förvarade prov, som förevisats mig, ävensom på en observation i det vid gruvan kvarliggande lilla malmupplaget.

eller »fickor» om 10—15 cm diameter, rika på kopparglans och omgivna av en centimeterbred skapolitiseringszon i leptiten.

Beträffande den viktiga frågan om de olika mineralens åldersföljd har föga upplysning stått att vinna. Tydligt är dock, att turmalin och skapolit bildats före de egentliga gångmineralen. På ett ställe ses ett turmalinprisma genomväxa en desminkula. Anmärkningsvärt är också, att kopparglans iakttagits »gjuten omkring» desmin, på samma sätt som stundom borniten i kvartsgångar i Nautanen förhåller sig till desminen, den är således åtminstone i detta fall yngre än zeoliten och därför en av de sista bildningarna.

Snålkok.

Fältets tvenne, numera sönade utmål ligga på sydslutningen av berget Snålkok. Berggrunden består dels av en leptit, som av vissa skäl kan misstänkas vara en fullständigt omkristalliserad finkornig kvartsglimmerdiorit (jfr s. 23), dels av en något omkristalliserad kvartsdabas (s. 21).

Malmen förekommer nästan uteslutande i leptiten. I denna ses talrika drusiga körtlar om en eller ett par dm längd, ävensom likaledes drusiga sprickfyllnader, av kvarts, muskovittavlor, ett gulaktigt karbonat samt svart turmalin, i form av prismor som nå ända till flera cm i längd. Också finnas kvartsgångar om ibland ett par dm mäktighet, övergående i oregelbundna körtlar och ådror av hornblände. Kopparkis finnes sparsamt i alla dessa olika bildningar. Mängden av sådan malm är emellertid obetydlig, och den bästa malmen inom fältet synes ha haft en annan karaktär: smala ränder av kopparkis, med svavelkis och kvarts, bildande en föga bred gångzon.

Små drusiga körtlar av kvarts och muskovit, analoga med de vid Snålkok förekommande — utom så till vida att de äro mindre och ej föra andra mineral — ha iakttagits på sina ställen inom andra malmfält i trakten, såsom Nautanen (utm. 52), Liikavaara (Nya Fyndet) och Sorvanen (jfr ock nedan om Nietsavara). Tydligt äro även de att medräkna

bland de många olikartade produkterna av de malmbildande krafternas verksamhet i denna trakt.

I kvartsdiabasen vid Snålkok ses blott ett par smärre kvartsgångar med litet kopparkis.

Juoikama.

Detta malmfält, som omfattar 3 utmål, ligger dels på Juoikama byamark, 0.5 km SO om byn, dels på angränsande kronomark. Från övriga kopparmalmfält inom trakten skiljer det sig geologiskt därigenom, att pegmatitgångar — de flesta turmalinrika — talrikt förekomma inom fältet. Dessa gångar och deras förhållande till sidostenen ha redan i det föregående beskrivits (s. 30).

Malmförekomsten är högst obetydlig. På det bäst blottade stället ser man två till tre kvartsådror, en eller ett par dm breda och någon m långa, med insprängd kopparkis och bornit, samt ofta med epidot och ibland med grön strålsten. Leptiten är ibland breccierad, med kvarts, epidot och kopparkis som bindemedel.

Vissa äldre stuffer i S. G. U:s samlingar, som äro etiketterade utmål 27, Nautanen, men alldeles säkert ej härstamma från detta fält, torde, efter vad bergmästare KJELLBERG och bergsingenjör H. SANDBERG meddelat förf., i stället härstamma från Juoikama. De visa en vitgrå, starkt gnejsig granitisk bergart med hög halt av titanit. I denna granit förekommer litet bornit dels i kvartsådror, dels i pegmatitiska »fickor». Jag har icke sett bergarten ifråga blottad inom fältet, förmodligen anstår den i någon av de igenrasade groparna i dess västra del.

Enligt gängse uppgifter skall även molybdenglans ha iakttagits i Juoikama, men intet närmare är känt om dess förekomstsätt.

Sakakoski.

Detta fält ligger på Linaälvens södra strand vid Sakakoski, och faller inom Sakajärvi byamark. Leptitformationen sam-

mansättes där av en finkornig, skiktad leptit med mycket turmalin i mikroskopiska korn, porfyrit och en porfyrisk (möjligen klastisk) albitleptit. I den bästa skärpningen befinns den nu återstående malmen huvudsakligen förekomma i på sin höjd decimetertjocka kvartsådror, vilka ha en växlande, delvis hög, halt av bornit. Även finnas bornitförande gångar av ett å vittrad yta guldbrunnt karbonat, och smärre bornitådror utan åtföljande gångarter. På ett annat ställe förekomma helt små bornitförande ådror och körtlar av karbonat och kvarts, eller kvarts och fältspat, jämte järnglanstaylor och biotit. En Sakajärvibo, som arbetat på detta fält, sade sig ha hört, att analyser på malm från denna skärpning skola angiva guld. Detta förefaller så mycket mera sannolikt, som mineralsällskapet här visar en stor likhet med Fridhemsgångarna.

Ganska likt Sakakoski torde *Purnovaarafältet* vara, beläget å Purnovaara byamark, c:a 14 km nästan rakt Ö om Sakakoski. Malmen där skall nämligen, enligt meddelande av L. BJÖRKQVIST, vara bornit, uppträdande i kvartsgångar (ej över 1 dm breda) i leptit.

Sönade kopparinmutningar på Nietsavaara, »Sakkoppa» och Pahtavaara.

Aldrig fullföljda inmutningar på kopparmalm ha varit uttagna på Nietsavaara (NV om Sakakoski), och under namnet »Sakkoppa» på en höjd strax NO om Nietsajokifältet, vilken Muorjevarefolket kallar Sadinkoppa, samt på Pahtavaara.

På Nietsavaara ses några små, drusiga gångar av kvarts och muskovit, med malakitanflog. På Sadinkoppa har jag ej sett några koppartecken. Å båda ställena synas undersökningsarbetena ha inskränkt sig till några hamnarslag och litet petande med ett spett eller dylikt.

Inmutningarna å Pahtavaara ha förmodligen avsett malakitanflogen i den lokalt skapolitiserade, omkristalliserade kvartsdiabasen (s. 42).

Sönade järnmalmsinmutningar på Jouluvaara, Hirvasäive och Patjanen.

På tre av bergen i områdets nordvästra del ha (omkr. år 1899—1900) inmutningar uttagits på järn och i två fall (Jouluvaara och Hirvasäive) även koppar.

På Jouluvaara förekommer en mycket svag kompasspåhållning. Berggrunden är ej blottad inom området ifråga.

På Hirvasäive förekommer en serie av obetydligt starkare drag, inom en zon som sträcker sig i NNV, med början från en punkt nära toppen. I kanten av en dylik påhållning framsticka hållar av en leptitisk gnejs av rödbrun färg. Undersökningsarbetena ha inskränkt sig till upptagandet av några obetydliga gropar, och man har ingenstädes på allvar försökt komma igenom moräntäcket.

På Patjanens sydvästra sluttning finnes ett vidsträckt och delvis rätt starkt kompassdrag. Förf. har endast undersökt detsamma med gruvkompassen, men en magnetisk karta från år 1901, som välvilligt ställts till förfogande av Bergverksaktiebolaget Freja, Koskullskulle, ger närmare upplysningar om dess karaktär, ehuru tyvärr uppgift om instrumentets konstant saknas. Kompassdraget har, om man tager hänsyn till de delar som giva utslag överstigande 20° , en längdutsträckning av minst 1 km. Två paralleller kunna urskiljas, den ena längs hela draget, med en medelbredd om c:a 60 m, den andra kortare, bredare, och mera oregelbunden. Det högsta utslaget är c:a 75° , och närmare hälften av den angivna ytan går över 30° .

Fast håll är blottad på flera ställen, dels naturligt, dels genom jordrymning. Bergarten är en leptitisk gnejs, genomsett av gångar av granit och pegmatitgranit, den sistnämnda ibland med grönt hornblände och stora ortiter. Gångarna följa gnejsens parallellstruktur och stycka den till en fullkomlig eruptivbreccia. I gnejsen uppträder magnetit, dels i små drusiga strimmor med desmin, dels såsom impregnations-

ränder. De största blottade ränderna äro ett par cm breda och 1—1½ dm långa; i en sågs en fläck apatit. Ett slipprov av gnejs (med malmimpregnation) visar att den är en mikroklinbergart med något plagioklas ($Ab_{87} An_{13}$) och obetydligt kvarts, samt vidare magnetit, diopsid och apatit. Diopsiden, som delvis är omvandlad till grönt hornblände, synes sällskapa med magnetiten och apatiten. Under mikroskopet framträder tydligt ett strukturdrag, som även kan skönjas i stuf: magnetiten ligger gärna mellan mikroklin-kornen, formande sig efter dem.

Möjligt är ju, att rikare partier finnas inom kompassdraget, men det är dock tydligt att detsamma förorsakas icke av samlade malmmassor, utan av impregnationer, i allmänhet av så obetydliga dimensioner som de blottade hållarna visa, där halten av magnetit ej torde uppgå till mera än högst 30 % av bergartens vikt. Med avseende på förhållandet mellan malmens mängd och fördelning, och de magnetiska förhållandena, är Patjanen sålunda likartat med Ylipääsnjaskafältet.

Kopparmalmförekomster geologiskt besläktade med Nautanenområdet.

Svappavaara malmberg.

Redan HERMELINS Mineralhistoria innehåller en utförlig beskrivning av de gamla koppargruvorna på detta berg. Av senare undersökningar är W. PETERSSONS¹ den ojämförligt viktigaste, bl. a. därför att genom den sambandet mellan kopparmalmen och skapolitiseringsen i leptiten först konstaterades. Likheten med Nautanen inskränker sig emellertid ej till skapolitens uppträdande. Desmin, omnämnd redan av HERMELIN (»zeolit») förekommer allmänt i den vanliga formen av radialstråliga kulor, och hör till kopparkisens omedelbara följeslagare. I en del klumpar och band av skapolitfels ingår även turmalin. Från den kopparkisförande skapolitfelsen finnas övergångar till små oregelbundna kalkspatådror, som genomväva leptiten, och som innehålla kopparkis, hornblände, skapolit och desmin.

Molybdenglans från Svappavaara omnämnes av HERMELIN. Stuffer i Bergskollegii samlingar (Riksmuseum) visa mineralet tillsammans med kopparkis. Självt har jag i varpen funnit ett fotslångt block, som till nära hälften bestod av finfjällig molybdenglans och i övrigt av tät kvarts samt skapolitiserad leptit.

HERMELIN omtalar även ett fynd av gediget guld, varav prov skall ha insänts till Bergskollegium. I dettas samlingar

¹ S. G. U., ser. C, nr 183, s. 53.

(Riksmuseum) finnes mycket riktigt ett med »Svappavaara» etiketterat prov av gediget guld tillsammans med kvarts och bornit, vilket överensstämmer med HERMELINS beskrivning. Analogien med Nautanen är ju påtaglig.

Särkivaara.

Den gamla Särkivaaragruvan ligger 5 km NV om Svappavaara by, intill den punkt, där stigen till Talvimaa passerar krönet av den bergås, som på topografiska kartbladet »Vittangi» bär namnet Bergsmanivaara.¹

De egentliga gruvöppningarna, som äro mycket igenrasade, fördela sig på en längd av c:a 60 m, den uttagna bredden synes i allmänhet ha uppgått till ett par m. Sidostenen är en mörkgrå leptit. En del av varpen består så gott som uteslutande av kalksten. En annan betydande del, en från kalkstenen skild hög, utgöres alltigenom av skapolitfels, med malakolit, hornblände, kopparkis, svavelkis och molybdenglans. Skapolitfelsen är gråviolett, sammansatt av grova, ungefär tumsstora stänglar. Malakoliten är underordnad och rätt ojämnt fördelad; svartgrönt hornblände förefinnes blott i ringa mängd. Kopparkisen sitter spridd i detta skapolit-skarn, som det kan kallas, rikligare här, litet fattigare där. Dess mängd är så pass stor, att det ej förefaller omöjligt utskräda en del användbar malm ur varpen. Svavelkis är mera underordnad. Molybdenglans förekommer ej sällsynt, i form av »rosor» om vanligen 0.5—1 cm² storlek. Under mikroskopet framträder rätt mycket titanit, något epidot och apatit, samt litet mellanmassa av kalkspat. Skapolitens förhållande till kalkstenen och leptiten kunde ej fastställas i fält. Sannolikast är ju, att den uppkommit genom omvandling

¹ I »Jukkasjärvi malmtrakt», och på senare editioner av nyssnämnda kartblad, angives läget felaktigt till c:a 1.5 km nordligare, V om Särkijärvi. Gruvan ligger i östra kanten av en i N—S gående myrdal, som delar bergåsen i fråga i en västligare del, det egentliga Bergsmanivaara, och en östligare, som ibland kallas Särkivaara eller Särkirova.

av kalksten. Skapolitens dubbelbrytning är nämligen hög, högre än malakolitens. Även fyndighetens i övrigt ganska stora likhet med en del mellansvenska fyndigheter av dylik natur, såsom Yxsjö och Lejagruvan, talar för en dylik uppkomst. En mineralogisk detalj av visst intresse är förekomsten av chabasit på en spricka.



Fig. 21. Gamla varphögar på Maunuvaara.

Maunuvaara.

Berget Maunuvaara i Pajala socken, tydligen identiskt med det av HERMELIN omnämnda »Magnovaara», ligger c:a 5 km SV om den punkt, där Lappmarksgränsen skär Kalix älv, och lika långt NO om den vinkel, som samma gräns gör på Narkaustunturi. Gruvan, som är fullständigt vattenfylld, ligger nära nordvästra änden av bergets topp-platå, som täckes av en tunn men jämn moränbeklädnad. Den omgives av ej obetydliga varphögar, sannolikt ett hundratal ton eller mera, nu övervuxna av mossa och träd.

Enligt FREDHOLMS karta¹ faller Maunuvaara inom östra delen av det stora massiv av rödlätt granit, som utbreder sig Ö och NO om Nautanenområdet.

I bergets nordvästra sluttning finnas hällar av en granit, spräcklig i blekrött och vitt, samt plattförklyftad, ävensom av en bergart, som hastigt slår över från aplit till pegmatit. Block av en finkornig grå gnejs, oftast med lagergångar av graniten, äro så talrika, att det är tydligt att även denna bergart måste anstå här, såsom i graniten inneslutna och av densamma genomsatta stycken. Även omedelbart intill gruvan anstår samma »plattgranit», medan varpen utgöres av stycken av nyssnämnda finkorniga gnejs, med ett par gångar av graniten.

Graniten, som är fullständigt massformig, liknar ganska mycket Nautanenområdets bergart, och har alldeles samma sammansättning som denna. Gnejsen liknar de starkast metamorfoserade formerna av Nautanens leptitformation. Den består av plagioklas ($Ab_{65}An_{35}$), ett kraftigt färgat hornblände, kvarts och litet magnetit och titanit; strukturen är typisk hornfelsstruktur och kornstorleken c:a 0.30 mm.

Gnejsstyckena i varpen genomdragas av smala vita ådror av pegmatitartad natur samt av malmgångar. De sistnämnda äro mestadels ett par cm tjocka, men utgöra ibland blott en tunn hinna på en spricka i bergarten. Deras mineral äro kvarts och kopparglans, jämte litet bornit och kopparkis. De tjockare gångarna bestå av kvarts och underordnade malmmineral, de tunna sprickfyllnaderna åter kunna bestå övervägande av kopparglans. I kvartsgångarna ingår ibland litet hornblände. Malakit ses i smärre mängder; på ett ställe i en kvartsgång förekommer den tillsammans med azurit, som i form av millimeterstora idiomorfa kristaller är invuxen i kvartsen. Sidostenen till denna gång befanns vid mikroskopisk undersökning vara starkt omvandlad. Plagioklasen är ersatt av fjälliga sericitaggregat, hela massan är

¹ S. G. U., ser. C, n:r 83.

rikligt impregnerad med kopparglans, ofta omgiven av epidot. I kopparglansen förekomma ibland inneslutningar av bornit (rester av ofullständigt glansvandlade korn?). Vidare finnas talrika fläckar av zeoliter, två olika slag, den ena i radialstråliga aggregat och förmodligen desmin, den andra med en form som tyder på chabasit.

Ett enstaka litet korn av kopparglans har iakttagits i gånggraniten.

HERMELIN omnämner kopparmalm även från Vuollovaara, c:a 2 km NO om Maunuvaara, och från Rovavaara, 10 km NV om samma berg. Rovavaara har ej besökts av förf. På Vuollovaara anstår granit av samma typ som på Maunuvaara samt pegmatit. Bland blocken funnos åtskilliga av finkornig gnejs med granitgångar. Några malmineral eller gruvförsök lyckades jag icke upptäcka.

Gnejsbrottstyckena i Maunuvaaratraktens granit äro förmodligen att betrakta såsom utposter, tillhörande de i NO anstående suprakrustala bergarterna, FREDHOLMS »Pajala västra skifferfält». Bergarten kan troligen hänföras till FREDHOLMS »grå gnejs».

Malmernas bildningssätt.

Ehuru den här meddela skildringen av Nautanenområdet olika malmfyndigheter givetvis icke har kunnat belastas med alltför mycket detaljer, torde det likafullt stå klart för läsaren, att alla de olika former och mineralassociationer, i vilka kopparmalmerna uppträda, intimt sammanhånga med varandra och utgöra resultaten av en och samma malmbildningsprocess. Det framgår också, att man icke kan avskilja Nautanens järnmalm såsom en väsentligt äldre bildning, den tillhör samma mineralassociation som kopparkisen. Däremot måste frågan om Patjanens föga blottade impregnationsmalm lämnas öppen. Svappavaara kopparmalmer, ävensom Särki-vaara och Maunuvaara tillhöra uppenbarligen samma malmbildningsprovins som Nautanenområdet.

Malmbildningen är tydligt epigenetisk, d. v. s. malmmineralen ha tillförts bergarten först sedan denna redan var färdigbildad. En del av malmmineralen och deras gångarter bilda sprickfyllande gångar, men vanligare är att de förtränga leptiten, m. a. o. äro metasomatiska bildningar, uppkomna därigenom att bergarten »volym för volym» ersatts av nya mineralaggregat. Förträngningen kan vara fullständig, så att inga rester av den äldre bergarten kunna identifieras, eller fläckvis. I sistnämnda fall talar man om en metasomatisk impregnation, för det fall att de nybildade mineralen äro spridda i bergarten. Fullständig förträngning har ofta utgått från en spricka, som sedan själv fyllts med ett aggregat av, åtminstone delvis, samma mineral, och sålunda blivit en sprickgång. Ibland har emellertid spric-

kan varit obetydlig, och kan ej spåras i det nya mineralaggregatet, man ser blott förträngningen av bergarten. Dylika bildningar kunna lämpligen benämnas metasomatiska gångar eller förträngningsgångar. Uppenbart är, att ingen alldeles skarp gräns kan dragas mellan sprickgångar och förträngningsgångar, och än mindre mellan de senare och mera oregelbundna metasomatiska bildningar.

Exempel på sprickgångar åtföljda av fullständig förträngning av sidostenen (huvudsakligen turmalinisering) giva de turmalin- och kopparkisförande kvartsgångarna i den västra zonen i Nautanenfältet och vid Nietsajoki. Sprickgångarna vid Fridhem däremot visa endast obetydlig inverkan på sidostenen. Till förträngningsgångarna kunna många skapolitförande gångar hänföras, likaså skarnkropparna i den östra zonen i Nautanenfältet och mellanzonens turmalinförande kvartsiga malmer inom samma fält. Fläckvis förträngning av leptiten är regel vid bildningen av skapolit-hornblände-fels och skapolit-biotit-fels. Impregnationer äro de kopparkismalmer, som brutits i schaktet Tjugonian och i Maria i Nautanen samt motsvarande malmtyp i Sorvanen, Nya Fyndets bornitmalm, och apatiten inom norra delen av Nautanens västra zon. I sistnämnda fall förekomma gångar i samband med impregnationen.

Förträngningen framträder på flera sätt, t. ex. så att en gång omgives av turmalinfels, vilken utåt utan skarp gräns övergår i leptit, eller så att klumpar av skapolit-hornblände-fels i detalj visa sig skära över leptitens lagerställning, ehuru de i stort sett äro utsträckta parallellt med densamma. I impregnationerna och över huvud taget i de fall där förträngningen icke är fullständig, är kanske det mest karakteristiska draget, utom de nybildade mineralens större dimensioner, deras mer eller mindre framträdande tendens till egen formutbildning, och att därvid deras konturer skära tvärt över leptitmineralens korngränser, vilket allt kan konstateras vid mikroskopisk undersökning. Enstaka undantag härifrån finnas dock, såsom i den s. 56 beskrivna bergarten,

där turmalinen åtminstone delvis beretts rum genom omkristallisation av de äldre mineralen (fig. 12, s. 57).

Det är visserligen vanligt, att gångar och, i mindre utsträckning, impregnationer skära snett över leptitens lagerställning, men det är ett genomgående drag, att sprickbildningen och de metasomatiska omvandlingarna till sin riktning rönt inflytande av tektoniken, så att enheterna visa utsträckning parallellt med leptitens strykning och stupning. Starkast framträder detta inflytande i impregnationsmalmen. Uppenbart är också, att malmbildningen icke ägt rum förrän leptitformationen redan intagit, eller höll på att intaga, sitt nuvarande uppresta läge. Veckningsrörelser ha dock pågått även efter malmbildningens avslutande, såsom framgår därav, att en del hornbländeådror i utmålet Max, Nautanen, äro tydligt veckade.

Om vi bortse från säkert sekundära mineral, såsom mala-kit, azurit gedigen koppar och den endast i ett drusrum funna tungspaten, så kunna följande mineral anföras såsom uppkomna genom de malmbildande processerna: gediget guld, molybdenglans, svavelkis,¹ kopparkis, bornit, kopparglans, kvarts, järnglans, magnetit, kalkspat (och järnhaltigt karbonat), flusspat (mycket sällsynt, i Nautanen), apatit, turmalin, skapolit, granat (förmodligen almandin), epidot, hornblände, diopsid, muskovit, biotit, mikroklin (sällsynt, huvudsakligen vid Nietsajoki) desmin, chabasit.

De diagnostiskt viktigaste gångarterna äro skapolit, turmalin och apatit, vilka visa att de lösningar, som åstadkommit malmbildningen, ha innehållet bl. a. klor, fluor och bor, beståndsdelar karakteristiska för sådana lösningar, vilkas reaktioner med andra substanser betecknas såsom pneumatolytiska processer. Både klorskapolit och turmalin äro typiska pneumatolytiska mineral. Utom de nyss uppräknade beståndsdelarna ha lösningarna tydligen innehållit fosfor, svavel (fixerat dels i sulfidmineralen, dels såsom SO_3 i skapolit), malmmineralens metaller (järn och koppar, samt

¹ Mera allmänna mineral angivas med spärrad stil.

litet molybden, guld och silver)¹ samt kiselsyra och kolsyra. Ifråga om sådana ämnen, som förefunnits redan i den omvandlade leptiten, är det naturligen svårt att avgöra om även någon tillförsel ägt rum. Beträffande järn och kiselsyra är det dock alldeles klart att så skett, men om den kvantitativa sidan förblir man delvis i okunnighet. Så t. ex. förfaller det massvisa uppträdandet av ett järnrikt hornblände såsom nybildning i en mikroklinleptit oförklarligt, om man ej får räkna med att en del av hornbländets beståndsdelar tillkommit utifrån, men om huru stor del gäller detta? Förhållandena vid Nietsajoki, där hornbländesten förtränger leptit, och de hornbländerika skarnkropparna i östra zonen vid Nautanen göra det emellertid ganska sannolikt, att åtminstone största delen av de nybildade hornbländenas järnhalt är tillförd utifrån. Beträffande kalcium ligger frågan på samma sätt. De rätt betydande kalkspatgångarna visa ju, att även denna metall förefunnits i lösningarna. Liksom mikroklinleptiterna ofta innehålla nybildat järnrikt hornblände, så föra de även — för övrigt gärna tillsammans med hornbländet — en skapolit av påfallande hög kalkhalt. Av dubbelbrytningen att döma, innehåller nämligen skapoliten i dessa bergarter i allmänhet endast 40—50 % marialit. Den omvandlade bergartens struktur visar på samma gång att skapoliten icke omedelbart ersätter plagio-klaskorn, och att skapolitiseringsen ej åtföljts av någon omkristallisation av bergarten, som skulle kunnat tillåta en mot förmodan förefintlig kalkhalt att samla sig i de under bildning varande skapolitkornen. Även impregnationen av apatit i mikroklinleptit innebär ju en väsentlig tillförsel av kalcium. Vad som anförts om skapolitens kalkhalt gäller även dess halt av natrium.

Några beståndsdelar i de malmbildande lösningarna ha endast i obetydlig mängd fixerats i de nybildade mineralen.

¹ Silverhalten i kopparmalmerna är obetydlig (jfr s. 75). Jag har ingenstades sett blyglans (och ej heller zinkblände), men BJÖRKQUIST har funnit ett tumslångt blyglansstycke vid Snålkok (muntl. meddelande).

Detta gäller om vattnet, som, att döma av analogien med otaliga andra gångbildningar, utgjort en huvudbeståndsdel. Det enda direkta beviset för dess medverkan äro zeoliterna. En del av beståndsdelarna kunna ha upptagits under lösningarnas vandring i leptitformationen, men det mesta måste dock härstamma från en och samma urkälla.

Föga upplysning kan vinnas om de kemiska former, under vilka de olika beståndsdelarna existerat i lösningarna. Märkligt är dock, att fluoren ingått blott i apatit och turmalin, så att t. ex. flusspat praktiskt taget saknas, att klore nästan helt ingått i skapolit och ej i apatit, och att turmalin är det enda bormineralet, ehuru förutsättningar för bildning av axinit borde ha förelegat. Apatitens sätt att uppträda tyder på att dess komplexa molekyler existerat redan i lösningarna, liksom den tydligen gör det i magmorna.

Mineralsällskapet är ett sådant, som bildas vid hög temperatur och betydande tryck. Karbonaten förmedla dock övergången till lägre temperaturområden, och de båda zeoliterna äro karakteristiska för dessa senare, de ha t. ex. enligt KÖNIGSBERGER¹ i de alpina mineralgångarna bildats vid ungefär 130°. I överensstämmelse härmed finna vi vid Nautanen och Fridhem zeoliterna i druser i gångar, vilkas sidosten tidigare omvandlats till turmalin, skapolit m. m. av de lösningar, som fyllt gångsprickan.

Av malmmineralen äro kopparkis, magnetit och molybdenglans associerade med de gångarter, som tillhöra det högre temperaturgebiet. De äro dock bildade något senare än dessa, såsom framgår av kopparkisens förhållande till den gångbildande skapoliten i Nautanen (s. 57) och den vanliga företeelsen att de omsluta turmalinprismor. Bornit, kopparglans och guld tillhöra huvudsakligen kvartsgångar av lägre bildningstemperatur, de båda kopparmineralen kunna t. o. m. vara yngre än desminen. Begynnelsestemperaturen har med

¹ Die Minerallagerstätten im Biotitprotogien des Aarmassivs, s. 114 (Neues Jahrb., B. B. 14, 1901).

all sannolikhet varit så hög att lösningarna förelegat i gasform.

Det torde numera få anses fastslaget, att lösningar av en sådan sammansättning som de ifrågavarande icke kunna uppstå genom någon slags lateralsekretion, icke ens om detta begrepp uttänjes till det yttersta, men i stället har det i många fall kunnat bevisas, att de uppkomma genom differentiation av en eruptivmagma, vars mest lättflyktiga delar de representera. Av områden där ett sådant samband konstaterats, må här blott erinras om Kristianiafältet, emedan emanationernas sammansättning där varit i vissa avseenden densamma som inom Nautanenområdet, så att bl. a. klorskapolit bildats.¹

Inom Nautanenområdet känna vi endast två magmor, som kunna tänkas hava på detta sätt givit upphov till malm bildningen, nämligen kvartsglimmerdioriten och besläktade bergarter samt graniten. Den förra kan dock säkerligen lämnas ur räkningen. Den har en alltför obetydlig massa för att kunna ha givit upphov till dessa långa zoner av pneumatolytisk omvandling, och det existerar icke något topografiskt samband mellan densamma och de omvandlade områdena, ehuru så alltid är fallet inom områden, där den »malmbringande» intrusivbergarten stelnat på ringa djup, såsom här skulle ha varit fallet, om antagandet vore riktigt. Vi ha således närmast att undersöka, om några skäl finnas för att betrakta graniten såsom den malmbildande faktorn.

Något intimt topografiskt samband mellan graniten och den pneumatolytiska metamorfosen existerar icke inom vårt område, under det att ett sådant starkt framträder vid flertalet malmfält där även ett genetiskt samband mellan en intrusivbergart och dylik pneumatolys kunnat med säkerhet påvisas — det är ju just malmfyndigheternas läge invid kontakten mellan intrusivbergarten och dess sidosten, som man vill betona genom att kalla dylika fyndigheter kon-

¹ Man jämföre GOLDSCHMIDTS ovan citerade arbete.

taktmalmer. Det vore dock, såsom förf. nyligen framhållit i annat sammanhang,¹ alldeles förhastat att av frånvaron av ett dylikt omedelbart topografiskt samband draga den slutsatsen att icke heller något genetiskt samband föreligger. Jag hänvisade därvid till det faktum, att alla typiska kontaktmalmer äro bildade på måttligt djup och sålunda uppkomna under förhållanden, som väsentligt skilt sig från dem, under vilka våra urbergsgraniter i allmänhet intruderats. Redan det faktum, att sidostenens temperatur måste varit mycket högre, och således olikheten mot magma mindre, i det senare fallet än i det förra, synes innebära en rimlig förklaring till att de flyktiga emanationerna vandrade längre, innan de delvis fixerades, huvudsakligen genom omsättningar med sidostenen. Jag påpekade också de viktiga upplysningar i detta avseende, som givas av de geologiska förhållandena i sydöstra Alaska, sådana de beskrivits av flera amerikanska geologer.²

¹ Falutraktens berggrund och malmfyndigheter, s. 274 (S. G. U., ser. C, n:r 275.)

² Då dessa arbeten torde vara föga uppmärksammade här, vill jag ur beskrivningen av Ketchikan och Wrangell-distrikten, av F. E. WRIGHT och CH. W. WRIGHT (U. S. Geol. Survey, Bull. 347), citera sammanfattningen om metamorfosen: »By comparing the metamorphic effects of the intrusive granite along its western and eastern flanks in the latitude of the Ketchikan district decided differences are apparent. On the coastal side the metamorphism near the contact is usually of the deep-seated type; gneisses and schists predominate and are cut by innumerable pegmatite dikes ramifying from the granite. Mineralization by sulphides is not pronounced near the contact. Farther west, at some distance from the contact, evidences of contact metamorphism increase, the degree of mineralization also increases, and valuable ore bodies have been discovered within this zone in the Ketchikan district. Along the eastern border of the granite, on the other hand, the metamorphism is of the contact type, argillites and slates predominate and are often indurated and heavily impregnated with sulphides. Welldefined ore bodies have been found near the granite contact. The geologic interpretation of these data indicates clearly that the rocks east of the massifs were less deeply buried at the time of intrusion than those on the coastal side. In other words, the inland rocks were then above the zone of deep-seated metamorphism or rock flowage, and were, therefore, profoundly affected by the invading intrusives and accompanying pneumatolytic solutions. Furthermore, the mineral-bearing solutions emanating from the granite encountered new conditions of temperature and pressure on entering the adjacent

I Nautanenområdet finner man dock så till vida ett samband mellan pneumatolysen och granitkontakten, att det skapolitiserade bältet längs Huivijoki följer omedelbart utanför intrusionszonen — utom i S, där kvartsiten, som ju ej kunnat omvandlas på detta sätt, i viss grad förrycker sammanhanget. Eftersom tydligen de malmbildande lösningarna företrädesvis framträngt på plan nära parallella med leptitens skiffrihet, och de, liksom flyktiga beståndsdelar i allmänhet, torde samlat sig i de översta magmakupolarna innan de började intränga i sidostenen,¹ är det att förmoda, att pneumatolysen yttrar sig starkare ovanför en granitbatolit än bredvid densamma. Sålunda är det troligt, att pneumatolysen i Nautanen-Liikavaara förorsakats av emanationer som närmast kommit från en underliggande granit, vilken icke når upp till den nuvarande jordytan, under det att de malmer, som kanske stått i dylikt samband med de blottade granitmassiven, nu äro borteroderade.

En viss släktskap, en »consanguinity» som den kan kallas med en tillåtlig utsträckning av denna petrografiska term, mellan granitmagman och de malmbildande emanationerna anges av turmalinen. Det är ej nog med att detta mineral uppträder i mängd både i en del av de med graniten sammanhängande pegmatitgångarna och i malmerna, utan man finner också ett flertal exempel på, att de turmalinrika pegmatitgångarna åtföljts av en omvandling av sidostenen eller av inneslutna brottstycken, varvid visserligen ej bildats sulfider, men turmalin, kvarts, magnetit och apatit, således mineral karakteristiska för malmfyndigheterna. Exempel på dylika omvandlingar ha utförligt skildrats i det föregående (s. 30, 31).

sedimentary rocks and deposited, as supersaturated solutions in their new environment, a portion of their dissolved contents, especially the metallic sulphides and silicates».

¹ Detta förhållande, vars allmänt geologiska betydelse kanske överdrivits av den gamla franska skolans petrografer, har nyligen behandlats från malmgeologisk synpunkt av B. S. BUTLER (Relation of ore deposits to different types of intrusive bodies in Utah; *Ec. Geology*, 10, 1915, s. 101).

Om vi lämna det begränsade Nautanenområdet och överblicka större områden, så skola vi finna ännu mycket starkare skäl för att ställa kopparmalmbildningen i samband med granitmagman. Jag har ovan framhållit, att alla »röda» graniter i sydöstra delen av Jukkasjärvi malmtrakt, den i Nautanenområdet inbegripen, torde vara geologiskt samhöriga. Det har vidare framgått av de här lämnade beskrivningarna på de olika områdena för pneumatolytisk omvandling, att denna omvandling är alldeles densamma som den regionala skapolitiserings inom Jukkasjärvi malmtrakt, vars väldiga utbredning konstaterats genom S. G. U:s mera översiktliga arbeten i dessa trakter, särskilt genom SVENONIUS' arbeten, och som mera nyligen inom ett begränsat område blivit i detalj studerad av SUNDIUS under Luossavaara—Kiirunavaara Aktiebolags geologiska undersökningar kring Kiruna¹. Inom det av SUNDIUS undersökta området äro visserligen turmalin, kiser och apatit underordnade, men de finnas dock även där tillsammans med skapolit.¹ Slipprov i S. G. U:s samlingar från trakten S om Kaalaluspa visa också turmalin med skapoliten. Så ha vi vidare att erinra oss Svappavaara malmberg, Särkiavaara och Maunuvaara — vid sistnämnda gruva är det dock endast zeoliterna och gångarnas likhet med Fridhemsfyndigheten, som visar på släktskap med Nautanen.

Frågan om orsaken till bildningen av kopparmalmerna i Nautanenområdet, vid Svappavaara o. s. v. är således alldeles tydligt densamma som frågan om den regionala skapolitiserings orsaker i Jukkasjärvi malmtrakt. Förr har man varit benägen att ställa denna process i samband med gabbrobergarterna i denna trakt, en uppfattning, som fann en tungt vägande motivering däruti, att dessa bergarter flerstädes visa sig vara skapolitiserade på ett sätt som antyder, att de skapolitbildande lösningarna härstammat från gabbbron själv (»au-

¹ En utförlig historik över forskningar angående skapoliten i Lappland gives i SUNDIUS ovan anförda arbete.

² Anf. arbete, s. 201.

topnenumatolys»). I de flesta fallen rörde det sig därvid om skapolitisering i samband med apatitgångar. Det är emellertid numera uppenbart, att man — väl mest på grund av otillräckliga detaljstudier — fick en alldeles överdriven föreställning om frekvensen av skapolitisering i samband med gabbro, i det man så att säga vände om denna regel och betraktade som omvandlad gabbro en massa skapolitiserade bergarter, som i själva verket voro av helt annan natur. Den »genom stora rundade skapolitgyttringar fläckiga gabbro», som i »Jukkasjärvi malmtrakt»¹ angives vara en av de vanligaste grönstenarna inom hela området, har i alla de fall, där jag — genom granskning av stuffer och slipprov eller undersökning i fält — kunnat fastställa dess natur, befunnits icke vara någon gabbro, utan en bergart tillhörande den suprakrustala formationen eller möjligen i några fall en intrusiv grönsten bildad på ringa djup. »Fläckgabbro» är i de granskade fallen intet annat än former av den »fläckskiffer», i vilken den övergår.

SUNDIUS, som inom sitt arbetsfält konstaterat skapolitisering i Kalixforsgabbro, finner det dock osannolikt att gabbrobergarterna ensamma åstadkommit den regionala skapoliteringen. Såsom exempel på att skapolit även åtföljer granit, citerar han ett av SCHÖN gjort fynd av skapolit i drusrum i granit från Malmberget.² Han vill därför ställa den pneumatolytiska verksamheten i samband, icke med någon viss bergart, utan med en hel petrografisk provins: »Wir haben also in den intrusiven Magmen und speziell in den basischen Tiefengesteinsmagmen eine Quelle für die zugeführten flüchtigen Stoffe. Jedoch scheint die Skapolithisierung in ihrer Gesamtheit nicht durch die im Gebiet sichtbaren Intrusivkörper allein erklärbar zu sein. Denn teils ist die erforderliche Menge von flüchtigen Bestandteilen im Ver-

¹ S. 25.

² Förf. har själv vid Dennewitzgruvan i Malmberget funnit grov skapolit i druser i en pegmatit. Denna förde i sin huvudmassa även hornblände och magnetit, möjligen upptagna genom resorption.

gleich zu den betreffenden Intrusivkörpern eine ungeheuer grosse, teils müsste man erwarten, dass under der Voraussetzung, dass die Intrusivkörper die Skapolithisierung veranlasst hätten, der Skapolith auch in seiner Verbreitung irgend eine räumliche Abhängigkeit von denselben zeigen sollte. Dies ist aber durchaus nicht die Regel¹.

Huruvida gabborna, såsom SUNDIUS antager, bidragit till den regionala skapolitiseringen, och ej blott genom »autopneumatolys» skapolitiserat sig själva, synes mig ganska ovisst. Såsom SUNDIUS betonar, kan intet topografiskt detaljsamband påvisas mellan skapolitiseringen i de suprakrustala bergarterna och gabbromassiven, lika litet som mellan den förra och graniten. Då emellertid gabbbron själv är skapolitiserad, så borde väl även dess omedelbara sidosten vara starkare påverkad, för den händelse att omvandlingen också utanför massivet förorsakats av gabbbron. Det förefaller därför troligast, att förekomsten av skapolit både i samband med gabbro och i samband med granit beror på ett sammanträffande; ännu så länge ha inga fakta framkommit, som giva anledning tro att detta förhållande beror på någon intimare släktskap mellan dessa båda djupbergartsgrupper. Det må också framhållas, att »spridd» skapolitisering i gabbro mycket väl kan ha förorsakats av en annan bergart, likaväl som de suprakrustala bergarternas omvandling. Fullt klart är det genetiska sambandet med gabbbron blott vid de karakteristiska apatitgångarna, men mycket talar för riktigheten av SUNDIUS uppfattning², att även den starka pneumatolytiska omvandlingen av gabbbron i järnvägsskärningen vid Kalixfors beror på en »efterverkan» av gabbbron själv.

Förhållandet mellan granit, turmalinpegmatit och skapolitisering i Jukkasjärvi malmtrakt i dess helhet kan sägas vara en förstoring av de relationer vi funnit inom Nautanen-

¹ Anf. arbete, s. 203.

² Anf. arbete, s. 189.

området. Turmalinpegmatiter ha påvisats på ett flertal ställen, men äro sällan så allmänna som inom Nautanenområdet. De äro — utom vid Malmberget — funna vid Kuravare, Vuotnavare och Mialloäive (samtliga tre bergen ligga mellan Kajtum och Kalix älvar, Ö om järnvägen) och på Saurusvaara och Sitnuinen i trakten av Mertainen (allt enligt TENOW),¹ i Suoravaara c:a 3.5 mil SO om Nautanen (FREDHOLM),² vid Makarajärvet S om Svappavaara samt nära Äijärova, dock på båda ställena med endast låg turmalinhalt (egna iakttagelser), vid Masugnsbyn, Veikkavaara, Orjasvaara S om Saittajärvi, samt mellan detta berg och Ruokojärvi (SVENONIUS).³ Däremot synas dylika pegmatiter för övrigt saknas i Norrbotten (åtminstone utanför fjällkedjan), ävensom inne i granitprovinsen. De bilda sålunda ett bälte inom de smärre satellitmassivens område utanför de största granitmassorna, liksom de även i detalj tillhöra intrusionszonernas yttre del, såsom påvisats i Nautanenområdet. En intressant parallell till förhållandena inom detta område skall enligt B. HÖGBOM⁴ föreligga vid Masugnsbyn, där Tarrilainens granit åtföljes av en intrusionszon i leptiten, i vilken först komma lagergångar av granit, längre bort av turmalinpegmatit.⁵

De regionalt — ehuru mycket ojämnt — skapolitiserade områdena omgiva den stora granitprovinsen såsom en bred bård, och intaga i förhållande till densamma lägen ungefär motsvarande dem de skapolitiserade bältena inom Nautanenområdet intaga till granitmassiven därstädes. Det faktum, att apatiten i Nautanen, som uppkommit i samband med skapolitiseringen, är en fluorapatit, synes utesluta att moderbergarten är en gabbro.⁶

¹ Dagbok 1899, S. G. U:s arkiv.

² Dagbok 1879, S. G. U:s arkiv.

³ Dagbok 1891, S. G. U:s arkiv.

⁴ Muntligt meddelande till förf.

⁵ Turmalinpegmatit åtföljer även de nordfinska graniter, vilka möjligen äro samtida med de här behandlade (HACKMAN, anf. arbete, s. 37).

⁶ Däremot är turmalinen ej avgörande i detta avseende. Turmalin finnes i en apatitförande skapolitgång i gabbro, från Pahtavaara i Tarendö (stuff tagen av SVENONIUS 1891, S. G. U:s samlingar).

Slutligen är graniten den enda bergart i dessa trakter, som förekommer i sådana massor, att den kan tänkas varit källan för de ofantliga kvantiteter av flyktiga ämnen, vilka förorsakat skapolitiseringsen.

Ett särskilt problem erbjuder den kända förekomsten av skapolit, desmin och chabasit i skarn och skarnbreccior i Malmberget. Då detta område är beläget så nära Nautanen, och granit och turmalinpegmatit förekomma även i Malmberget, ligger det nära till hands att antaga att de nyssnämnda mineralen också där äro produkter av granitens pneumatolytiska verkningar. Häremot står det faktum, att skarnet och skarnbrecciorna synas ej blott till sin utbredning, utan även till sin uppkomst sammanhännga med järnmalmerna, vilka i sin tur otvivelaktigt stå i genetiskt samband med syenitbergarterna och ej med graniten. Därest här ej blott föreligger ett rent tillfälligt sammanträffande, så är det alltid tänkbart att mineralen ifråga verkligen tillhöra granitens pneumatolytiska produkter, och att deras uppträdande i skarnbrecciorna beror på dessa bildningars stora porositet. Det kan med skäl frågas, huruvida de båda zeoliterna böra tillmätas någon betydelse vid jämförelsen av sprickfyllande mineralaggregat, då de icke innehålla några som helst ovanligare ämnen, i motsats till t. ex. skapolit, turmalin och apatit. De ha av SUNDIUS konstaterats i den förut omnämnda pneumatolytiska breccian i gabbbron vid Kalixfors. I S. G. U:s slipprovssamling finnes ett preparat (n:r 1949), etiketterat »Gabbrodiorit, skapolitförande, Kardis vid Muonioelf, Pajala skn»; bergarten har tydligen varit en gabbro, men plagioklasen är nu ersatt dels av skapolit, dels av en ej närmare bestämbar zeolit (igenkännlig på sin låga ljus- och dubbelbrytning). I båda dessa fall synas zeoliterna vara bildade i samband med gabbrons »autopneumatolys». Desmin har emellertid av förf. påträffats i ett drusrum i granit från järnvägsbron över Lina älv (den typiska Linagraniten), sannolikt har den här varit ett ursprungligt drusmineral.

Att kopparmalmer åtföljas av turmalin är som bekant icke

något ovanligt, ehuru ej förut konstaterat inom vårt land, däremot är associationen med skapoliten ny, om man bortser från förut kända fall av kontaktmalmer i kalksten. Paragenesen av kopparmineral och guld med zeoliter torde vara enastående.

För förståelsen av vissa malmgeologiska frågor i mellersta Sverige är det av ett stort intresse att, såsom nu skett i Nautanen, ett samband kunnat påvisas mellan djupbergarter och en pneumatolytisk metamorfos, vars maxima städse legat på ett visst avstånd från granitmassiv i samma horisontalplan. En märklig detalj är likheten mellan Hoppets gruva i Nautanen, och Norra-Hammargruvan i Grängesberg, såsom beskrevs s. 68. Den enda väsentliga olikheten är, att vid Hoppet hornbländet i den inhomogena bergarten säkerligen är invandrat, eller åtminstone en del av dess substans är tillförd, under det att Norra-Hammargruvans amfibolitiska bergart ej bär vittne om någon dylik addition. Den inhomogenisering av bergarten, som JOHANSSON tyder såsom magmatisk differentiation, torde lika väl kunna vara uppkommen genom omflyttningar i samband med pneumatolytisk omvandling. Huru långt likheterna i bildningssätt sträcka sig är kanske ännu för tidigt att yttra någon mening om, likheterna i bergarternas nuvarande karaktär äro emellertid fakta.

Några sekundära omflyttningar¹ av kopparhalten synas i allmänhet icke hava ägt rum inom de här beskrivna fyndigheterna. Där bornit och kopparglans förekomma, uppträda de i allmänhet på ett annat sätt än kopparkisen och i andra primära mineralassociationer. Några bornitgångar, t. ex. vid Nietsajoki, visa dock inneslutningar av kopparkis, som kunna vara rester av ofullständigt förträngda korn, men lika litet i detta fall som beträffande ett motsvarande förhållande mellan kopparglans och bornit vid Maunuvaara finnes något som tyder på, att den eventuella omvandlingen skulle varit en

¹ Jfr förf:s refererande framställning i »Falutraktens berggrund och malmfyndigheter» (S. G. U., ser. C, nr 275), s. 279.

sekundär process, långt efter malmbildningens avslutande, snarare förefaller den ha skett i ett sent skede av denna malmbildning. På kopparkis har ingen annan förändring setts än — på några ställen — en hinna av smutsigt blåsvart färg, säkert sekundär och förmodligen bestående av kopparglans.

Bland vittringsmineralen märkas utom malakit och azurit även gedigen koppar, som enligt SVEDMARK träffats vid Snälkok och enligt meddelande av hr L. G. WIRÉN, Gällivare, även vid Sakakoski.

Några praktiska synpunkter.

Då det nu visat sig, att malmbildningen inom Nautanenområdet är en sida av den regionala skapolitiserings i Jukkasjärvi malmtrakt, så följer därav, att kopparmalmer geologiskt likartade med de inom detta område kända och med dem vid Svappavaara, kunna tänkas förekomma på flera andra ställen inom de vidsträckta trakter, där en dylik skapolitiserings påvisats. Å andra sidan torde det vara uppenbart, att större delen av detta område erbjuder endast ringa sannolikhet i detta avseende. En högre halt av metaller, främst koppar, synes ha utmärkt emanationerna endast inom vissa områden, nämligen kring Nautanen och kring Svappavaara. Särskilt inom Nautanenområdet och närmast angränsande trakter är det mycket sannolikt, att kopparmalmförekomster ännu finnas att upptäcka. Man måste erinra sig, att malmera och deras gångarter icke äro av den natur, att de äro mera motståndskraftiga mot erosion än omgivande bergarter; det är därför helt och hållet en tillfällighet om de malmförande delarna av leptitformationen råka bliva de som bliva blottade från betäckning av kvartära avlagringar. Mera än om själva det nu undersökta Nautanenområdet gäller detta de mycket jordtäckta trakterna mot SO¹ (i NV inkomma snart stängande granitmassiv). Ett uppsökande av dylika malmer är dock ingen lätt sak. Endast en del av malmtyperna åtföljas av så mycket magnetit, att de kunna påvisas

¹ Ett fynd av molybdenglans med litet bornit är gjort nära Vähävaara i denna trakt.

med gruvkompassen. För de övriga torde blockstudier vara den enda möjliga vägen. Enligt meddelande av bergmästare KJELLBERG hava i trakten av Liikavaara by, S om Lina älv, träffats åtskilliga block av kopparkisförande kvarts, vilkas klyftort kanske skulle kunna uppsåras på detta sätt.

De malmer, som sålunda ännu äro att påträffa, kunna beräknas tillhöra ungefär samma geologiska typer som de hittills kända. Det är således icke uteslutet, att man kan finna malnkroppar jämförliga med Nya Fyndet vid Liikavaara, men det är ytterst liten sannolikhet för att man där skall kunna finna ett fält, som motsvarar de förhoppningar vilka först fästes vid Nautanen.

Utsikterna för malmletning kunna således sammanfattas så, att malmer sannolikt finnas, men deras uppsökande blir mycket svårt, och utsikterna att finna något mera betydande malmfält äro icke stora.

Då här framlagts en ingående beskrivning över de geologiska förhållandena inom Nautanenfältet, i den mån fältets nuvarande tillstånd tillåtit en dylik, så torde det vara av intresse att något undersöka, huruvida några för fältets ekonomiska möjligheter väsentliga drag kunna anses vara beroende av malmens bildningssätt. Tydligen är det endast malmens fördelning inom det fyndiga området, som i detta sammanhang kan komma på tal; den totala metallmängden är så att säga en tillfällighet. Denna fördelning är ungefär lika oregelbunden som skapolitiseringsen i övrigt: kopparmalmen förekommer icke i större, sammanhängande och regelbundna komplex, utan såsom spridda impregnationslinser. Följden blir, att sedan en malmlins utbrutits, får man flytta brytningen till en ny. Till alla andra, mera omedelbara olägenheter, som bliva en följd av detta förhållande, kommer den, att sedan man brutit de i dagen synliga malmpartierna så långt de varit brytvärda, vet man ej var man skall söka nya. Att sådana finnas på djupet inom Nautanenfältet förefaller mycket troligt, men deras uppsökande skulle kräva åtskilligt av schaktsänkning och ortdrivning —

diamantborrning torde endast i undantagsfall giva fullt användbara resultat på malmer av detta slag. För att ett malmfält av denna karaktär — vi tänka ej på de olika malmlinserna var för sig — skall vara brytvärdt, kräves det uppenbarligen, att malmen skall vara så rik, att nettovinsten på själva malmbrytningen skall mer än väl räcka till att täcka även alla dessa ytterligare kostnader, som bliva en följd av malmens förekomst i smärre linser. Vid Nautanen har tydligen ej detta villkor varit uppfyllt: kopparhalten i brutet berg uppgives av KJELLBERG till 1—1.5 %, samt i rapporter från gruvdriftens sista tid till något lägre värden; malmen synes endast undantagsvis ha tillåtit skrädning utan alltför stora förluster; så att anrikning måste tillgripas. Klart är också, att då man rör sig med en metallhalt, som ligger nära brytvärdhetsgränsen, behöves det icke stor försämring i en malmlins för att den skall övergå från brytvärd till icke brytvärd. Den sammanlagda malmarean uppgives i en rapport från gruvdriftens sista tid till åtminstone 1300 m², varvid räknats med en minimihalt av 1 % koppar, och t. o. m. linser om endast 40 m² medtagits; på grund av den utpräglade »lins»karaktären är naturligen malmarean härvid ej att räkna med på samma sätt som i en mera regelbunden fyndighet.

Beträffande övriga malmfält inom Nautanenområdet är det tydligt att åtminstone en eller annan malm, betraktad för sig, har varit till fullo brytvärd. Åtminstone Nya Fyndet vid Liikavaara torde ha givit en ej obetydlig vinst, tyvärr saknar jag dock närmare uppgifter om dess produktion. Givetvis är det icke uteslutet, att en del av malmlinserna i Nautanenområdet med försiktig brytning kunnat giva en viss, om ock skäligen blygsam behållning.

Anmärkningar till berggrundskartan.

Såsom topografiskt underlag vid rekognoseringen har använts konceptkartan i skala 1:100 000 till topografiska bladet »Gällivare». Då denna karta är föga detaljrik, och inom området i fråga delvis direkt oriktig, har det varit omöjligt att publicera berggrundskartan i samma skala. För att erhålla tillräcklig tydlighet i vissa detaljer har dock förminskningen icke drivits längre än till $\frac{2}{3}$ av rekognosceringskartans skala, således 1:150 000.

På grund av bristen på blottade hållar har det varit nödvändigt att särskilt angiva »blottad berggrund» till skillnad från de områden, där berggrundens natur endast kunnat angivas med en viss grad av sannolikhet. Systemet är detsamma, som kommit till användning bl. a. vid den av ZENZÉN och SUNDIUS sammanställda kartan över Kirunatraktens berggrund,¹ med den skillnad, att här inga gränslinjer uppdragits mellan de båda olika färgnyanserna. Ett annat system, som ofta med fördel använts, är att blott använda en färgstyrka för varje bergart, men särskilt angiva observationspunkterna, t. ex. genom kors. Denna metod passar dock icke för det föreliggande fallet, där konstruktionen uppenbarligen delvis är mycket osäker.

Såsom »blottad berggrund» ha betecknats alla områden, där hållar finnas i sådan myckenhet, att man bestämt kan avgöra, vilken bergartsbeteckning som skall användas. Isolerade smärre hållar ha naturligtvis utsetts i överdriven skala.

Några detaljer i kartan torde kräva ett förtydligande. Spetsen av leptit Ö om Hirvasäives topp är angiven med ledning av blockförekomster. Granitens gräns N om toppen 382 i Rahavaara har dragits med ledning av ett par pegmatithållar vid bergets fot: då pegmatit ingenstädes iakttagits i ett granitmassiv, utan endast i leptitformationen, är det att antaga att även denna gång, vars sidosten ej är blottad, genomsätter leptit. De båda granithällområdena på Lul. Petsevaara ha betraktats såsom delar av ett och samma massiv, ehuru de icke äro likartade i strukturellt hänseende.

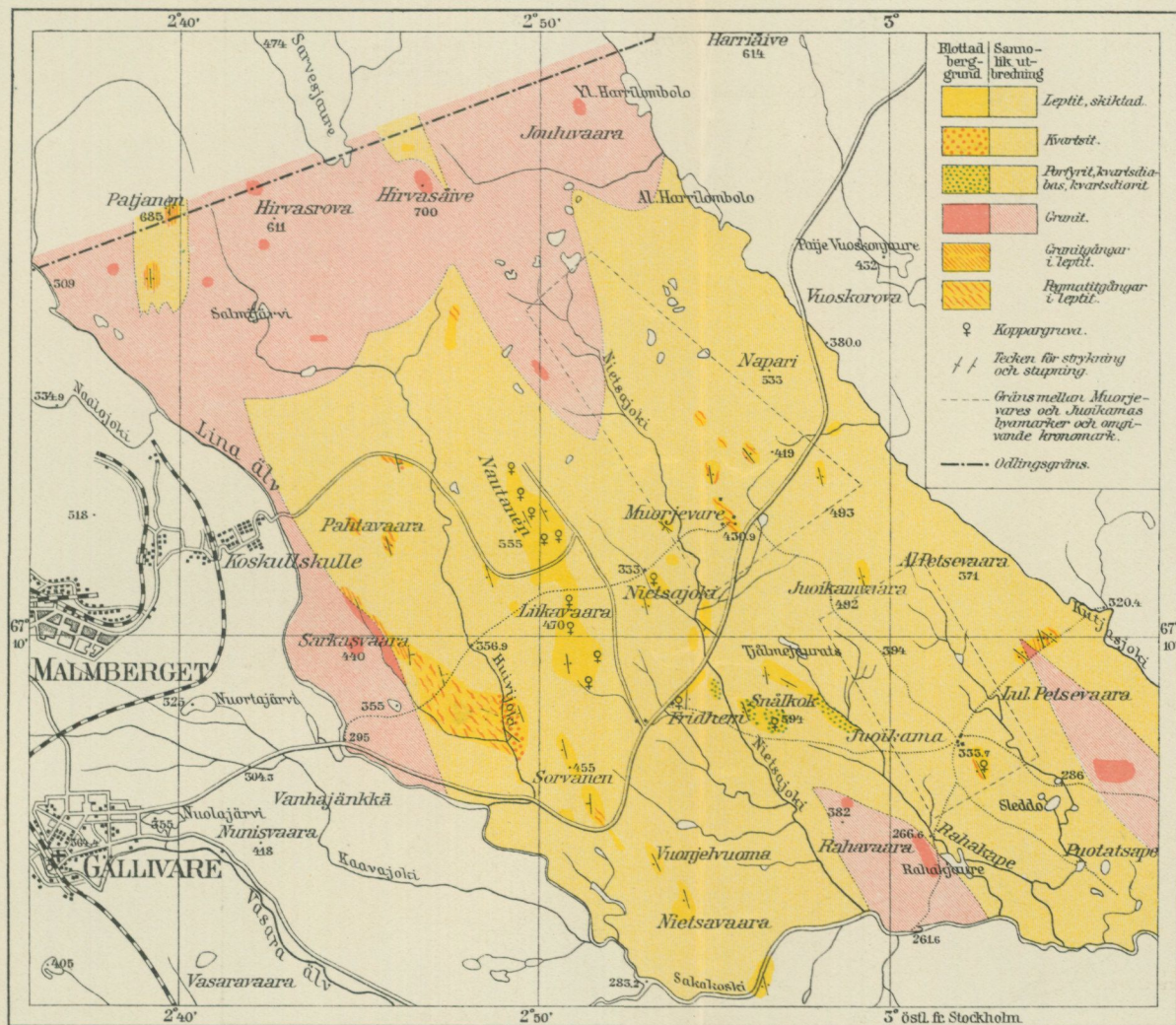
¹ Denna karta åtföljer SUNDIUS' ovan flera gånger citerade arbete.

BERGGRUNDSKARTA ÖVER NAUTANENOMRÅDET

upprättad av Per Geijer 1916

Skala 1:150000

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km.



GEN.STAB. LIT.ANST.

Stockholm 1918. P. A. Norstedt & Söner. 174907