

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

Avhandlingar och uppsatser

N:o 558

ÅRSBOK 52 (1958) N:o 1

RACKEBYMASSIVET

ETT VÄSTSVENSKT NORIT-GABBROINTRUSIV

av

L. G. STÅLHÖS

ENGLISH SUMMARY

Pris 4 kronor

STOCKHOLM 1958

KUNGL. BOKTRYCKERIET P. A. NORSTEDT & SÖNER

571376

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

Avhandlingar och uppsatser

N:o 558

ÅRSBOK 52 (1958) N:o 1

RACKEBYMASSIVET

ETT VÄSTSVENSKT NORIT-GABBROINTRUSIV

av

L. G. STÅLHÖS

ENGLISH SUMMARY

STOCKHOLM 1958

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

571376

Innehållsförteckning

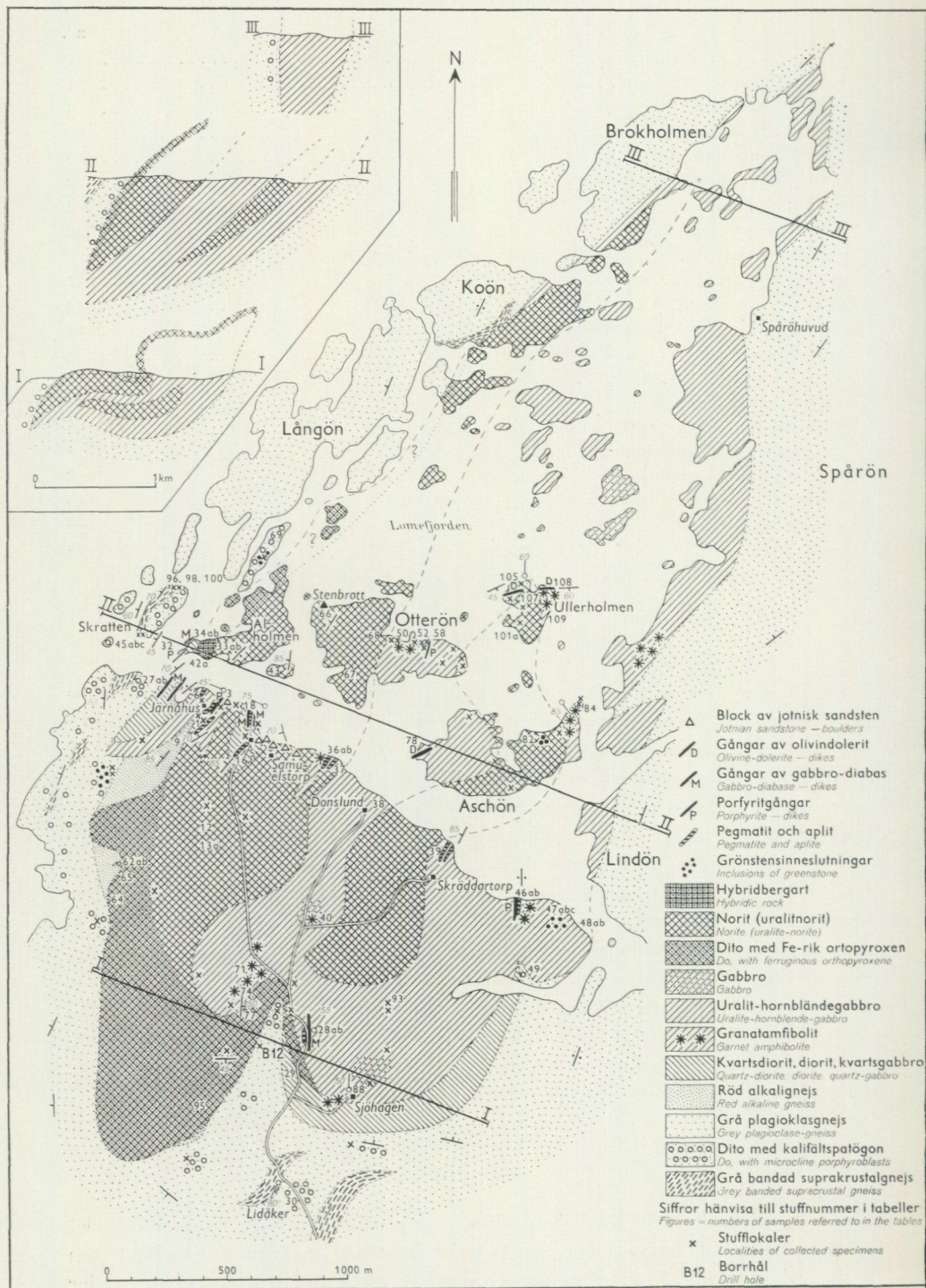
	Pag.
Förord	I
Inledning	I
Massivets norit-gabbrobergarter	5
» titanjärnmalm	17
» omvandlade bergarter	19
Kvartsgabbro-diorit-kvartsdiorit	22
Tektonik	24
Omgivande gnejser	25
De västsvenska gnejsernas olika veckningsfaser och Rackebymassivets intrusion	31
Pegmatiter och apliter	33
Sammanfattning av Rackebymassivets uppkomstsätt	34
Grönstengångarna i Rackebyområdet	34
Äldre gångar	35
Yngre gångar	36
Metabasitgångar med gabbro-diabastextur	36
Gångar av olivindolerit	37
Block av jotnisk sandsten	38
Rackebymassivets regionala ställning och relativa ålder	39
English summary	42
Litteratur	45

Förord

På förslag av Doc. P. H. Lundegårdh påbörjade förf. i aug. 1950 en undersökning av Rackebygrönstenen i norra Västergötland med ekonomiskt bistånd från Matematisk-naturvetenskapliga sektionen i Uppsala. Det härvid insamlade, rikliga materialet, huvudsakligen från massivets sydliga delar, bearbetades till stor del påföljande år. Arbetet avbröts sedermera men återupptogs våren 1956. Ehuru förf. icke avsåg att slutföra det påbörjade fältarbetet, fullföljdes dock den tidigare inledda petrografiska bearbetning av materialet, på vilken föreliggande uppsats i huvudsak baserats. De delvis ofullständiga fältundersökningarna ha i områdets nordligare delar kompletterats med äldre iakttagelser jämte uppgifter från Doc. H. Koark, Mineralogisk-geologiska institutionen, Uppsala, för vilka jag ber att få framföra mitt varmaste tack. Vidare vill jag särskilt uttrycka min tacksamhet till Dr. W. Larsson för dennes värdefulla bidrag till arbetet i form av diskussionsinlägg och en kritisk granskning av manuskriptet samt till Dr. J. Eklund och Doc. P. H. Lundegårdh för diverse sakuppgifter och givande diskussioner.

Inledning

C:a 3 km norr om Rackeby kyrka, NV om Lidköping, finns inom det geologiska kartbladet Degeberg ett betydande grönstensområde betecknat som diabas eller trapp. Användningen av ordet trapp i detta sammanhang tyder



Räckebymassivet. 10 km NV om Lidköping, Västergötland.

på att kartbladsförfattaren haft Västgötabergets postkambriska diabastäcken i tankarna och sannolikt jämställt grönstenarna i Rackebytrakten med dessa. Området i fråga är c:a 5 km långt och i södra delen 2 km brett samt spetsar ut i NNO-lig riktning. Det är till större delen beläget inom en från sjön Väneren lagunartat avskild skärgård (karta s. 4). Redan en flyktig granskning av massivet visar, att detta bl. a. på grund av en i vissa zoner förekommande tektonisering är av urbergsålder och ej kan sammanföras med de väl bibehållna Västgötiabaserna.

Massivet har en lakkolitisk form och är konformt inramat av gnejser tillhörande det västsvenska urberget. Dessa gnejser ha en medelbrant VNV-lig stupning och en mycket ensartad NNO-lig strykning över kartbladet Degeberg med fortsättning över bladen Lidköping och Lurö samt vidare mot norr över till Värmlandsnäs.

Rackebymassivet uppbygges av norit- och gabbrobergarter med successiva inbördes övergångar. En växlande grad av omvandling har träffat dessa såväl i närheten av kontakterna mot omgivande gnejser som i interna zoner, resulterande i bildning av uralitnoriter, uralitgabbror, hornbländegabbror, amfiboliter och granatamfiboliter. I massivets perifera delar förekomma ställvis till norit-gabbroserien hörande kvartsrikare varieteter, såsom kvartsgabbro, diorit och kvartsdiorit. Inom massivet och i den omgivande berggrunden uppträda flerstädes pegmatiter och apliter jämte porfyrit- och metabasitgångar. Genomsättande gångar av olivindolerit ha vidare iakttagits vid två lokaler i norit-gabbrokomplexen. De olika bergartstypernas utbredningsområden inom kartan s. 4 basera sig på ett 70-tal petrografiskt undersökta prov (stufflokaler äro utmärkta med nummer eller kryss) uteslutande från områdets sydligare hälft. De bättre bibehållna noriterna uppträda företrädesvis i tvenne parallella, NNO-ligt förlöpande stråk inom massivet. Ofta finnas friska och omvandlande grönstenspartier i så snabb växling med varandra, att de ej kunnat åtskiljas i kartbilden, vilket gör, att denna endast i grova drag återger de verkliga förhållandena.

I det följande lämnas en redogörelse för de till massivet hörande olika bergartstyperna, medan den omgivande gnejsberggrunden och de yngre genomslående gångarna endast behandlas så utförligt, som kräves för att möjliggöra en sammanfattande tolkning av Rackebymassivets uppkomst.

Massivets norit-gabbrobergarter

De friska norit-gabbrobergarterna förekomma i såväl grovkorniga som medel- och finkorniga varieteter, av vilka de medelkorniga typerna äro starkt dominerande. I friskt brott äro bergarterna gråsvarta till svarta, beroende på närvaron av pyroxen och en mörkfärgad plagioklas, medan vittringsytan vanligen är rostbrun. Bergarternas mineralogiska sammansättning, uttryckt i volymsprocent och beräknad enligt point-countermetoden, framgår av vänstra delen av diagrammet i fig. 1. Till omkring hälften bestå de av plagioklas,

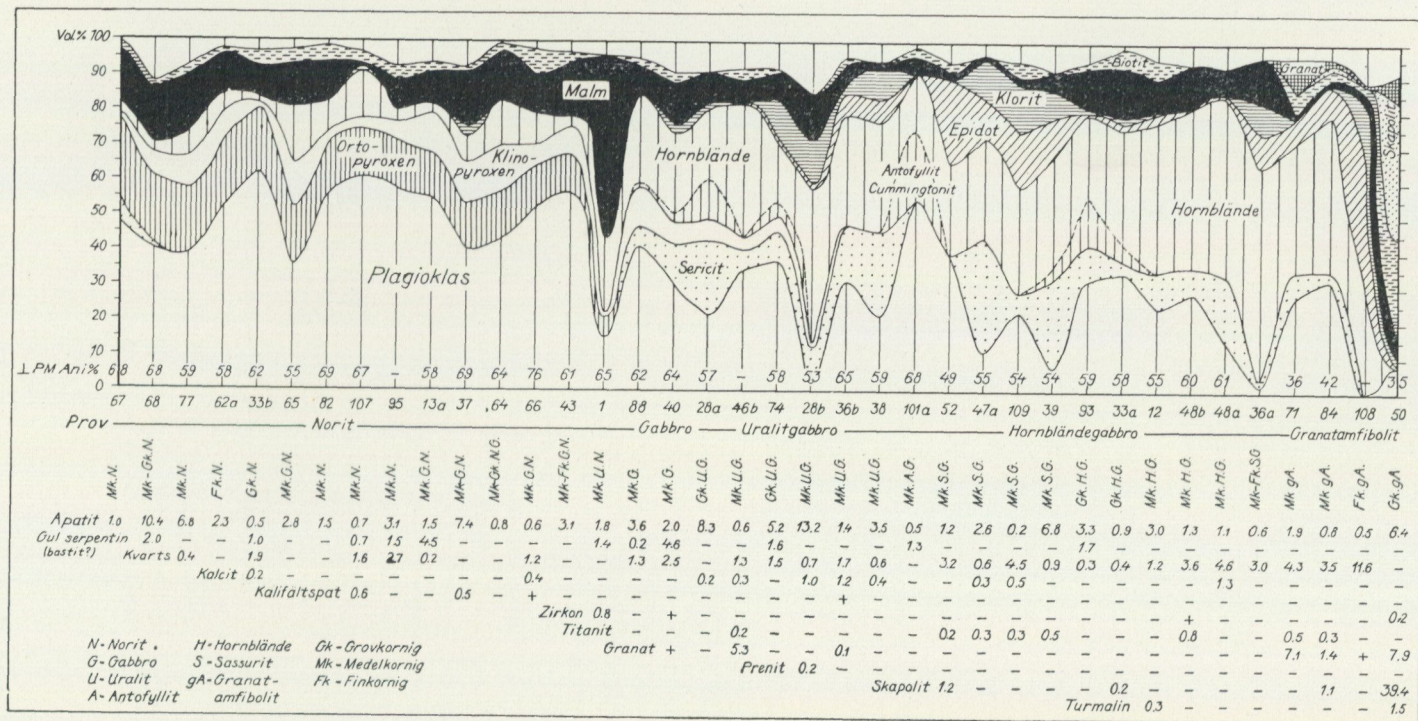


Fig. 1. Variationen av den mineralogiska sammansättningen hos bergarterna inom Rackebymassivet.
 Variation of the mineralogical composition in the rocks of the Rackeby massif.

medan orto- och klinopyroxener tillsammans uppgå till c:a en fjärdedel och återstoden fördelas på följande mineral med i stort sett avtagande frekvens: malm, hornblände, biotit och apatit.

Då ortopyroxen klart dominerar över klinopyroxen, bör huvudparten av bergarterna betecknas som noriter i enlighet med C. F. Kolderups nomenklatur (Johannsen 1931, vol. 3, s. 238).

Bergarterna ha en gabbroid textur, och de ingående mineralen uppvisa hypidiomorfa avgränsningar. På grund av pyroxenens och plagioklasens inbördes förhållande med avseende på kristallernas utbildning kan man förmoda, att i cirka hälften av de undersökta slipproven plagioklas kristalliserat något före pyroxenerna. En grovkornig norit-gabbro (pr. 64) visar särskilt tydligt nämnda kristallisationsföljd med plagioklastavlor omslutna av stora likorienterade pyroxenfält. Texturen är här subofitisk enligt den definition, som givits av Krokström (1932 b, s. 199). Denna textur hör emellertid till undantagen. Det enda fall, där pyroxenerna kunna förmodas ha utkristalliserat före plagioklasen, är i den finkorniga marginalfacies, som noriterna utvecklats nära gnejskontakten sydväst om Järnåhus, dels i en cirka dm-bred gång, som genomslår den röda gnejsen med skarpa kontakter (pr. 62 b), dels i en norit ett stycke därifrån (pr. 65). Texturen i dessa bergarter är granoblastisk, och de skilja sig därigenom från övriga noriter. Pyroxenen förekommer i båda fallen som små avrundade idiomorfa-hypidiomorfa korn, vilka i stor utsträckning äro helt inneslutna i plagioklasen. Den genomslående gången (pr. 62 b), som är betydligt finkornigare än prov 65, har en reliktdoleritisk textur och därjämte enstaka större plagioklasströkorn.

Den återstående hälften av de undersökta slipproven ger ej upplysningar om någon bestämd tidsföljd hos mineralen, vad kristallisationen beträffar.

En jämförelse mellan Rackebymassivets bergarter och den av W. Larsson (1935) undersökta Nygårdsplutonens norit-gabbrobergarter kan vara av ett visst intresse. Sistnämnda intrusion visar i flera avseenden gemensamma drag med Rackebymassivet. Planimetriska analyser av norit-gabbrobergarterna i Nygårdsplutonen jämförda med motsvarande analyser från Rackeby visa dock en genomgående olikhet. Pyroxenhalten i Nygårdsbergarterna är i genomsnitt högre än i Rackeby, c:a 20—40 % mot 15—25 %, medan opakmineralen i gengäld äro betydligt sparsammare företrädna. Trots den höga Mg-Fe-halten i Nygårdsplutonens bergarter är enligt W. Larsson plagioklasen nästan alltid att anse som tidigare utkristalliserad än pyroxenerna (märk särskilt intrusion II).

Plagioklasen förekommer i Rackebybergarterna vanligen som 1—3 mm stora, tavelformade kristaller och är praktiskt taget fri från inneslutna omvandlingsprodukter. Endast i ett par fall (pr. 40 och 67) finns sericit i betydande kvantiteter. En viss parallellanordning av plagioklaslisterna kan ibland iakttagas, vilken kan förmodas utgöra den ursprungliga, bevarade fluidalstrukturen. Plagioklasens mörka färg beror på de rikligt förekommande inneslutningarna av regelbundet anordnade, stavformade, opaka mikroliter av oviss sammansättning. Anortithalten har bestämts med U-bord dels

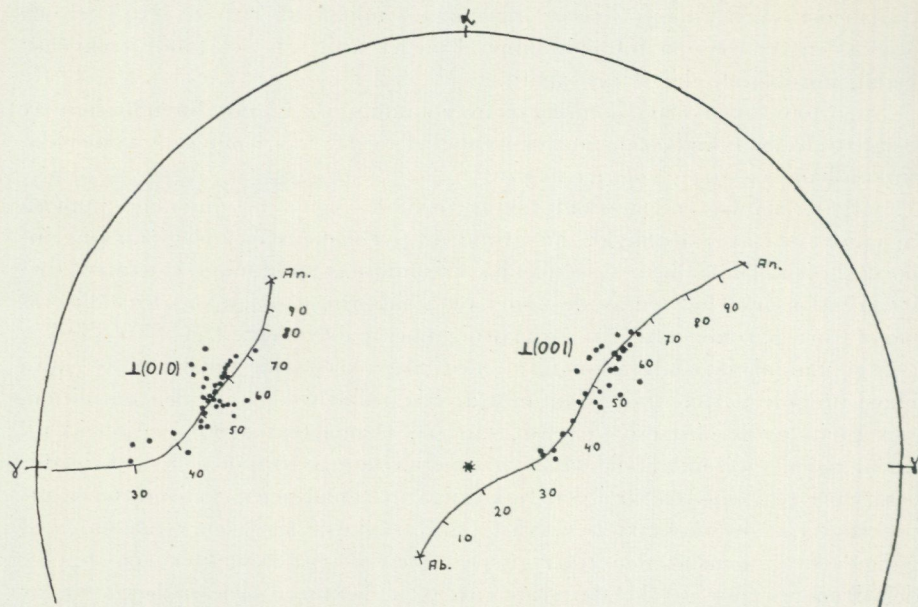


Fig. 2. Stereografisk projektion av ytpoler till tvillinglameller (010) och genomgångar (001) i plagioklaser från samtliga bergarter tillhörande Rackebymassivet. Polvandningskurvorna representera plagioklaser med lågtemperaturoptik enligt G. van der Kaaden 1951.

Stereographic projection of normals of twin lamellae (010) and cleavages (001) in plagioclases from all rocks belonging to the Rackeby massif. The migrating curves of the poles represent plagioclases with low-temperature optics, according to G. van der Kaaden 1951.

enligt gängse metod, vanligen medelst tvillinglameller (010) och genomgångar (001), dels i snitt \perp PM. Mätresultaten \perp PM i diagram fig. 1 utgöra medelvärden av ett flertal observationer i varje slip. Värdena äro vanligen något högre än motsvarande erhållna med stereografisk projektion och ge maximala differenser på c:a 6 %. Plagioklasen är nästan undantagslöst en labrador och varierar inom intervallet 55—76 % An. Den är sällan regelbundet zonarbyggd, utom i enstaka fall såsom i de tidigare omnämnda, fin-korniga marginala noriterna (pr. 62 b, 65). Däremot är en oregelbunden zonarbyggnad tämligen allmän. Denna visar sig genom en fläckvis varierande utsläckning i plagioklaserna med såväl högre som lägre anortithalter i kornens centrala delar med differenser på något tiotal % An. Detta måste sannolikt tillskrivas en successivt fortgående avkalkning. En sammanställning av de med U-bord gjorda mätningarna på massivets samtliga bergarter är införd i ett stereogram (fig. 2) enligt G. van der Kaaden 1951. Ytpolernas lägen ansluta sig med få undantag tämligen väl till de båda polvandningskurvorna \perp 010 och \perp 001, vilka äro baserade på plagioklaser av lågtemperatortyp. Detta förhållande tyder på, att hela massivet har stelnat långsamt och följaktligen på ett avsevärt djup, vilket för övrigt tydligt framgår av bergarternas textur. Den högsta av förf. iakttagna halten av plagioklas i massivets bergarter är 60.5 % (fig. 1). Enligt muntligt meddelande från Doc. H. Koark ha monomineraliska plagioklasbergarter (labradoriter) påträffats bl. a.

Tabell 1. Den rombiska pyroxenens sammansättning i Rackebymassivet
Composition of orthorhombic pyroxenes in the Rackeby massif.

Fe-fattig grupp (<i>Fe-poor group</i>)						
	2 Va	% FeSiO ₃		2 Va	% FeSiO ₃	
66. Medelk. gabbro-norit.	62° 1a	29.0	33 b. Grovk. norit.	56° 2a	36.0	
	62° 2a	29.0		64° 2a	28.0	
	62° 2a	29.0		43. Medelk.-fink. gabbronorit. randen kärnan	62° 2a	29.0
	61° 1a	30.0			62° 2a	29.0
	60° 2a	31.5			62° 2a	30.0
		29.7	81° 2a	16.5		
64. Grovk. norit-gabbro.	57° 2a	35.0	67. Medelk. norit.	61° 2a	30.0	
	57° 2a	35.0				
	61° 2a	30.0				
		33.3				
107. Medelk. norit.	59° 2a	32.5	77. Medelk. norit.	57° 2a	35.0	
	61° 2a	30.0		59° 2a	32.5	
	64° 2a	28.0				
		30.2				
37. Medelk. gabbro-norit.	60° 2a	31.5	82. Medelk. norit	66° 2a	26.0	
	64° 2a	28.0		62° 2a	29.0	
		29.8		58° 2a	34.0	
1. Titanomagnetit-norit.	65° 2a	26.5	68. Grovk. norit. randen kärnan	66° 2a	26.0	
	55° 1a	38.0		66° 2a	26.0	
		32.2		67° 2a	25.0	
13. Gabbronorit.	63° 2a	28.5		69° 2a	23.5	
	59° 1a	32.5				
	59° 1a	32.5				
		31.2				

Fe-rik grupp (<i>Fe-rich group</i>)					
	2 Va	% FeSiO ₃		2 Va	% FeSiO ₃
95. Medelk. norit.	54° 2a	41.0	62 a. Fink. norit.	56° 2a	36.0
	54° 2a	41.0		51° 2a	50.0
	55° 2a	38.0		53° 2a	38.0
		40.0		55° 2a	42.5
				52° 2a	45.0
42 a. Grovk.hybridbergart.	54° 2a	41.0	65. Fink. gabbronorit.	52° 52a	44.0
	52° 2a	45.0		52° 02a	45.0
	53° 2a	42.5		51° 52a	47.0
	58° 2a	34.0			
	54° 2a	41.0			
		40.7			

a = axelutträde.

på Alholmen i form av obetydliga sliror och band. Dessa kunna förmodas ha uppstått genom en utvalsning av lokalt utdifferenterade plagioklasagglomerationer i samband med magmans rörelser.

Av pyroxenerna intar ortopyroxenen en kvantitativt dominerande ställning med halter i huvudsak varierande mellan 10 och 20 vol.-% (se fig. 1). Den uppträder mestadels i rektangulära, hypidiomorfa kristaller, vilka oftast äro något mindre än plagioklaserna. En översikt över mätningar av 2 Va samt därur beräknade vikts-% FeSiO₃ (A. Poldervaart 1950) från ett tiotal stuffer tämligen jämnt fördelade över de södra delarna av massivet ges i tab. 1. Värdena bilda två markant skilda grupper, vilka inbördes äro mycket homogena. Den Fe-fattiga hyperstengruppen varierar från 25.7 till 33.3 %

FeSiO₃ och den Fe-rika gruppen från 40.0 till 45.3 %. Den första gruppen, som är rikligast företrädd (12 prov), påträffas i massivets inre och östligare delar, medan de fyra Fe-rika varieteterna (pr. 62, 65, 95 och 42 a) återfinnas i dess kontaktzon mot gnejserna i väster och söder. Nämnade förhållande är knappast en tillfällighet utan avspeglar sannolikt en primär zonerings av Fe inom massivet. (I Nygårdsplutonen har ett liknande förhållande kunnat påvisas med en Fe-rik marginalfacies och en Mg-rik centralzon.) En viss zonerings uppträder ibland i hyperstenen, såsom i gabbronoriten (pr. 43), där Mg-rikare partier (16.5 % FeSiO₃) ligga som rester i en Fe-rikare omgivning (30 % FeSiO₃). Den Mg-rika hyperstenen visar ordinär pleokroism med γ i olika starka nyanser av rödbrunt och α i svagt grönt. Mörkbruna interpositioner förekomma genomgående men i växlande mängder och synas i huvudsak vara orienterade // (010). Den Fe-rika hyperstenen har märkligt nog antingen en mycket svag pleokroism eller är alldeles färglös (pr. 42 a). Interpositioner äro mindre allmänna (pr. 95) och saknas ibland helt (pr. 62 b). Enligt H. H. Hess och A. H. Phillips, 1940, s. 273, kunna bestämningar av 2 Va ibland ge för höga värden på förhållandet MgO : FeO, särskilt i bergarter, som blivit starkt deformerade. Emedan γ -värdena i ortopyroxener enligt samma förf. ge en minst lika god bild av förhållandet MgO : FeO som en kemisk analys, gjordes en kontroll i prov 33 b med en ljusbrytningsbestämning enligt immersionsmetoden. Denna gav $\gamma = 1.704$, $\alpha = 1.691$ och $\gamma - \alpha = 0.013$. Detta γ -värde motsvarar enligt Hess' och Phillips' diagram av år 1940 29 % FeSiO₃, vilket väl stämmer med det genom mätning av 2 Va erhållna värdet 32 % FeSiO₃ enligt samma diagram.

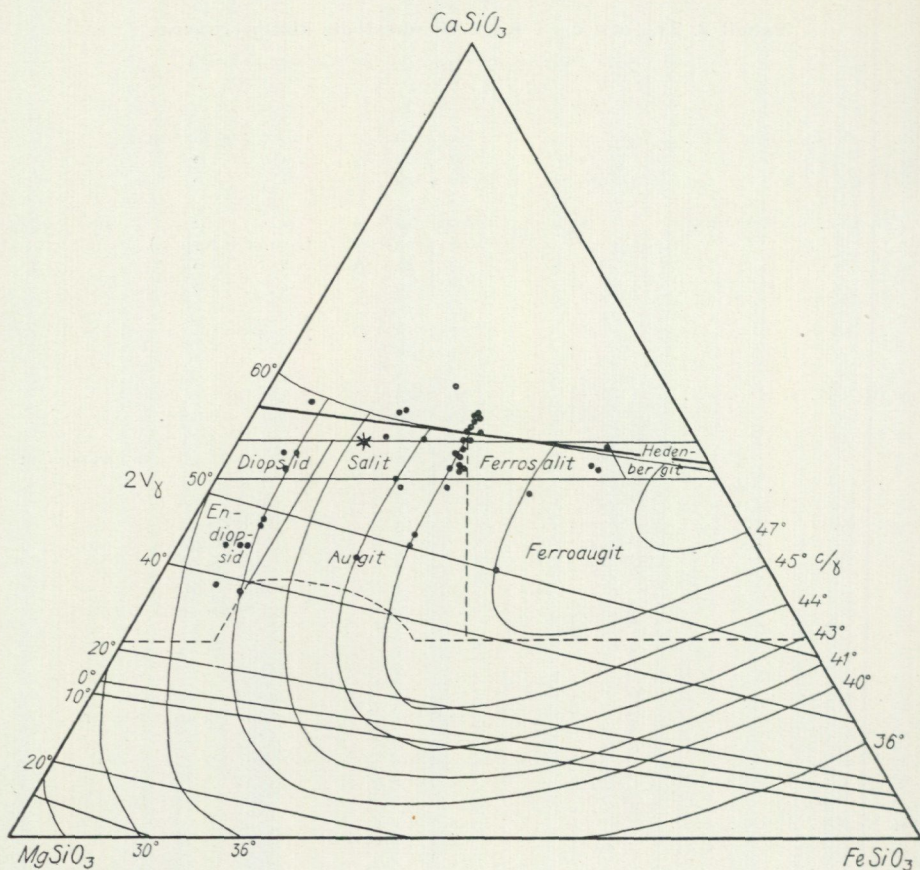
Halten av klinopyroxen jämförd med ortopyroxen i massivet framgår av fig. 1. Klinopyroxen saknas ej ens i de mest utpräglade noriterna men intar en helt underordnad ställning kvantitativt med halter vanligen mellan 5 och 10 %. Den uppträder i likhet med ortopyroxenen ofta i rektangulära korn men med en avsevärt svagare tendens till utveckling av idiomorfa former och har ej sällan sina ytterkonturer bestämda av plagioklas eller undantagsvis av ortopyroxen (pr. 33 b). Klinopyroxenen visar ofta en utpräglad dialagspaltning (pr. 13 a, 95, 43) och är emellanåt tvillingbildad efter (100) (pr. 13 a, 37, 43). Ibland förekommer en ytterst svag pleokroism med γ ljusbrun och α ljusgrön, men vanligen är pyroxenen helt färglös. Undantagsvis förekomma sparsamt bruna interpositioner av liknande slag som hos ortopyroxenen (pr. 64). De optiska data, som framgå av tab. 2, ha införts i triangeldiagrammet MgSiO₃—CaSiO₃—FeSiO₃ i fig. 3 enligt Tomita 1934 (hämtat ur Deer o. Wager, 1938). I de fall, då endast 2 V γ har bestämts i ett individ, har vid införandet i diagrammet detta värde sammanförts med medelvärdet för samtliga c/ γ -bestämningar i ifrågavarande slip. Punkterna i diagrammet gruppera sig kring en Fe-rikare salit-augitvarietet och en Mg-rikare endiopsidvarietet. En ljusbrytningsbestämning enligt immersionsmetoden gav för en klinopyroxen följande värden: $\gamma = 1.7115$, $\alpha = 1.6855$ och $\gamma - \alpha = 0.026$. Som kontroll bestämdes dubbelbrytningen i slipprov med Berekkompensator, varvid erhöles $\gamma - \alpha = 0.028$. Nämnade värden motsvara

Tabell 2. $2V\gamma$ och c/γ i Rackebymassivets klinopyroxener

($2V\gamma$ and c/γ in the clinopyroxenes of the Rackeby massif.)

	c/γ	$2V\gamma$	
66. Medelk. gabbronorit.	45 } 44 } 42.7 39 }	50 } 1a 57 } 2a 59 } 1a	55.3 Ingen pleokroism » » » »
64. Grovk. noritgabbro.	38 } 42 } 40.0 — } — }	39 } 2a 62 } 1a 49 } 2a 48 } 2a	39 » » (Bruna interpos.) 53.0 » » » »
107. Medelk. norit.	46 } — } 46	58 } 1a 61 } 2a	59.5 $\gamma =$ ljusgrön, $\alpha =$ ljusbrun
37. Medelk. gabbronorit.	— } 44 } 44 — } — }	59 } 1a 50 } 2a 51 } 2a 58 } 1a 62 } 1a	56.0 Ingen pleokroism Bruna interpos. Tvill. 100 Ingen pleokroism
13 a. Gabbronorit.	45 } 43 } 44 } 44.2 45 } 44 } — } — }	56 } 1a — } 56 } 1a 56 } 2a 54 } 1a 60 } 2a 56 } 1a	56.3 Tvill. och spaltb. 100 Laminär tvill. Svagt brun med interpos.
33 b. Grovk. norit.	43 } — } 43.0	54 } 2a 46 } 1a	50.0 Interstit. utfylln. mellan idiomorfa hyperstener
95. Medelk. norit.	39 } 39.5 40 }	44 } 1a 38 } 1a	41.0 Färglös. Spaltb. 100
88. Medelk. gabbro.	— } 40.5 } 46 } 42.1 43 } 39 }	58 } 1a 56 } 1a 58 } 1a 54 } 1a 54 } 1a	57.7
40. Medelk. gabbro.	44 } — } 44.0 — } — }	60 } 1a 59 } 2a 64 } 1a 64 } 1a 62 } 1a	61.8
28 a. Grovk. uralitgabbro.	40 } 42 } 41.0	54 } 1a 62 } 1a	58.0
28 b. Medelk. uralitgabbro.	43 } — } 43.0 — }	— } — 66 } — 58 } —	62.0
74. Grovk. uralitgabbro.	44 } 44.0	60 } —	60.0
36 b. Uralitgabbro.	— } —	61 } —	61.0
43. Medelk. fink. gabbronorit.	38 } 41 } 39.5 — } — }	44 } 1a — } — 53 } randen 44 } kärnan	48.5 Färglös. Spaltb. 100 Tvill. 100 2a Interpositioner
42 a. Grovk. hybridbergart.	44 } — } 44.0	57 } 2a 58 } 2a	57.5 Färglös »

2 a = två axelutträden.



Tomita 1924

Fig. 3. Kemiska sammansättningen av Rackebymassivets klinopyroxener (tab. 2). Nomenklatur enligt H. H. Hess, Amer. Miner. vol. 26, n:o 4, 1941, s. 516—519. * Värdet enligt ljusbrytningsbestämning.

*Chemical composition of the clinopyroxenes of the Rackeby massif (See Table 2). Nomenclature according to H. H. Hess. * Value obtained by measurements of the refractive indices.*

enligt Winchell (1947, del 2, s. 226) en diopsid med 27 % av hedenbergitmolekylen. Denna diopsid faller inom salitfältet i triangeldiagrammet, vilket tämligen väl överensstämmer med de tidigare inpräciserade observationerna. Den approximativa kemiska sammansättningen blir enligt sistnämnda bestämning 50 % CaSiO_3 , 13 % FeSiO_3 och 37 % MgSiO_3 . Någon relation mellan klinopyroxenernas sammansättning och lokalisering inom massivet, såsom fallet var med ortopyroxenen, kan ej skönjas. Relativt stora variationer i sammansättningen finnas t. o. m. inom ett och samma slipp, vilket tab. 2 visar.

I den tidigare omtalade gabbronoriten (pr. 43), som innehåller enstaka zonerade ortopyroxener, förekommer även en viss zonerings av klinopyroxenen

med en Mg-rik kärna och en Fe-rik rand (se tab. 2). Denna överensstämmelse mellan pyroxenerna ger belägg för den allmänna företeelsen, att Fe anrikas i en magma under dennas fortlöpande fraktionerade kristallisation.

Pyroxenitiska bergarter ha ej påträffats i Rackebymassivet, ett förhållande, som delvis kan tillskrivas dessa bergarters slumpartade uppträdande. Vissa anhopningar av klinopyroxenkristaller i cm-stora aggregat ha emellertid iakttagits i slipsnitt (pr. 88). Dessa små kristallanhopningar representera på samma sätt som tidigare nämnda labradoriter lokala inhomogeniteter i bergarterna, som sannolikt uppstått genom kristallisationsdifferentiation i den ursprungliga magman.

Olikheterna i orto- och klinopyroxenernas kemiska sammansättning avspeglar sig delvis i deras omvandlingsreaktioner. Klinopyroxenen uralitiserar på vanligt sätt, och denna omvandling kan följas i alla stadier genom studier av slipsnitten. Uralitiseringsprocessen sätter in samtidigt i klinopyroxenernas centrala och perifera delar med nybildning av ett vanligt grönt hornblände (tab. 3), som till slut helt omger den ursprungliga kristallen med ett kompakt hölje, samtidigt som kristallens inre delar bli allt mera sönderfräta och uppspaltade av samma hornblände.

Ortopyroxenen visar sig över huvud taget mera beständig mot omvandling än klinopyroxenen och är ofta helt opåverkad. Den bildar emellertid i stor utsträckning också grönt hornblände av samma slag som ovan, men denna omvandling sker nästan alltid från randen och in mot centrum av individet. För denna reaktion kräves ett tillskott av Ca, vilket sannolikt levereras dels av klinopyroxenen, som avger Ca vid uralitseringen, dels genom avkalkning av plagioklasen. Sistnämnda förhållande illustreras genom den reaktionsrand av hornblände, som ofta förekommer vid gränsen mellan plagioklas och ortopyroxen. Symplektitiska förträngningsstrukturer förekomma i enstaka fall vid denna hornbländebildning, varvid fina ådror av hornblände fingra in i plagioklasen (pr. 82). Klinopyroxen och ortopyroxen äro ofta parallellsammanväxta dels utmed raka, dels utmed oregelbunda gränskonturer (pr. 95, 107 m. fl.). I flera dylika fall äro pyroxenerna gemensamt omgivna av ett grönt hornbländebräm, vilket visar, att slutprodukten vid omvandlingen är densamma för båda pyroxenerna. Ej sällan påträffas brunröd biotit såsom direkt omvandlingsprodukt av ortopyroxen, vilket förutsätter en tillförsel av kali. Man kan iakttaga, hur biotiten penetrerar pyroxenen parallellt med genomgångarna (pr. 42 a). Ibland sker en samtidig förträngning av ortopyroxenen genom hornblände och biotit, varvid alla tre mineralen diffust övergå i varandra. Omvandlingen av ortopyroxenen till biotit går ofta via ett mellanstadium av serpentin (förmodligen bastit) med pleokroismen ljusgul—gulgrön och låg dubbelbrytning. Denna överföres slutligen i samband med kalitillförsel successivt i en gulbrun biotit med hög dubbelbrytning (pr. 40). Klinopyroxenen ger också upphov till en liknande biotit genom omvandling, men först efter ett mellanstadium av grönt hornblände, som i sin tur ger serpentin av ovan nämnt slag men med små utskiljningar av mörkbruna titanitkristaller. Dessa ge en antydning om att den ursprungliga

Tabell 3. Optiska data för Rackebymassivets amfiboler

(Optical data for the amphiboles of the Rackeby massif.)

	2Va	C/γ Pleokroism	Övriga data
66. Medelk. gabbro-norit	66° (—) 73° »	12° X = sv. gulgrön, Z = ljusgrön 14°	Sek. efter klinopyroxen
64. Medelk.-grovk. noritgabbro	64° »	20° X = sv. gul, Z = ljusgrön	Sek. efter klinopyroxen
107. Medelk. norit	80° »	17° X = sv. vitgul, Z = ljusgrön	Sek. efter klino- och ortopyroxen
1. Medelk. uralitnorit, malmrik	70°—88° (—) kärna rand	15° X = sv. gul, Z = ljusgrön	Rikligt med inneslutna malmmikroliter
13. Medelk. gabbro-norit	82° (—) — — 67° »	— 12° 14° 15° X = ljusgul, Z = grön	
88. Medelk. gabbro	68° »	— Y = gulgrön, Z = blågrön	Sek. efter klinopyroxen Malmmikroliter
40. Medelk. gabbro	74° » 80° » 82° »	— Y = gulgrön, Z = blågrön — » » — » »	Malmmikroliter » »
109. Medelk. sassuritgabbro	70° » 80° » 81° »	— Y = gulgrön, Z = blågrön — » » 11° X = färglös, Z = gulgrön	Malmmikroliter Sek. efter klinopyroxen
33 a. Grovk. hornbländegabbro	76° » 64° » 78° » 75° »	16° — Y = gulgrön, Z = blågrön — » 15°	
74. Grovk. uralitgabbro	77° » 78° » 84° » 76° »	16° X = färglös, Z = ljusgrön 15° X = sv. ljusbrun, Z = ljusgrön 11° » » 16°	Sek. efter ortopyroxen med bruna interpositioner
28 b. Medelk. uralitgabbro	66° » —	— X = sv. gulgrön, Z = ljusgrön 19° » »	
28 a. Grovk. uralitgabbro	78° » 86° » — 74° » 74° (+)	— 19° 19° 15° 22°	Färglöst Sek. efter klinopyroxen Färglös cummingtonit
39. Medelk. sassuritgabbro	66° (—)	19° X = sv. gulgrön, Z = ljusgrön	
93. Grovk. hornbländegabbro	78° » 84° »	12° X = färglös, Y = brungul, Z = ljusgrön 15° X = färglös, Z = ljusgrön	
12. Medelk. hornbländegabbro	74° » 70° »	12° X = färglös, Z = gulgrön 16° » »	

(Forts.)

Tab. 3 (fortsättning)

	$2V\alpha$	c/γ	Pleokroism	
48 b. Medelk. hornbländegabbro	79° »	16°	X = sv. ljusgul, Y = gulgrön, Z = blågrön	
	72° »	16°	X = sv. ljusgul, Y = gulgrön, Z = blågrön	
48 b. Medelk. hornbländegabbro	65° (—)	17°	X = sv. ljusgul, Y = gulgrön Z = blågrön	
38. Medelk. uralitgabbro	76° »	14°		Sek. efter ortopyroxen
36 b. Medelk. uralitgabbro	71° »	19°		
52. Medelk. sassuritgabbro	76° »	17°	X = ljusgrön, Y = gulgrön, Z = blågrön	
47 a. Medelk. sassuritgabbro	68° »	—		
	70° »	—		
	69° »	16°		
101 a. Medelk. antofyllitgabbro	72° (+)	0°		Färglös antofyllit
	66° »	»		» »
	70° »	»		» »
	70° »	»		» »
	73° »	»		» »
	72° »	»		» »
	88° »	16°	X = färglös, Z = ljusgrön	Cummingtonit
	74° »	16°	» »	»
87° »	20°	» »	»	
108. Fink. granatamfibolit	72° (—)	19°		
71. Medelk. granatamfibolit	72° »	14°	X = ljusgul, Y = gulgrön, Z = blågrön	
84. Medelk. granatamfibolit	75° »	16°	» »	»
6. Diorit	68° »	20°	» »	»
16. Diorit	71° »	17°	X = ljusgul, Y = gulgrön	
29. Kwartsdiorit	65° »	15°		
34 b. Kwartsgabbro	70° »	15°		

klinopyroxenen varit något Ti-förande samt att ett överskott av Ca frigöres vid omvandlingen klinopyroxen → hornblände. Som slutstadium i omvandlingsprocessen bildas biotit i likhet med ovanstående. Vid biotitbildningen ur hornblände frigöras stora kvantiteter SiO₂, ett förhållande, som möjligen förklarar den mycket fint sammanvävda reaktionszon av hornblände och kvarts, som brukar finnas i den nybildade biotitens periferi (pr. 40). En sammanställning av $2V\alpha$ - och c/γ -bestämningar på hornbländen från massivets bergarter finns i tab. 3. Variationen i sammansättning hos de optiskt negativa amfibolerna är tämligen stor men håller sig dock inom ramen för vad som ordinärt brukar räknas till vanligt grönt hornblände. En viss zonarbyggnad kan ibland iakttas hos hornbländet, såsom i prov 1 med $2V\alpha$ i

kärnan = 70° och vid randen $2 Va = 88^\circ$. Hornbländet innesluter ofta rikligt med regelbundet anordnade malmmikroliter. Dessa ligga ibland så tätt, att hornbländet blir ogenomskinligt. Malmen har trängt in parallellt med spaltytter och sprickor och har följaktligen varit rörlig på ett senare stadium än hornbländet.

Apatit förekommer i samtliga slip såsom idiomorfa kristaller inneslutna i övriga mineral. Kristallerna, som ibland äro mm-stora, ha ofta en pleokroism i rosafärgat grått (ω)—blågrått (ϵ). Halten av apatit är vanligen 2—3 % men går ej sällan upp till 10 % (se fig. 1). I några fall förekommer apatiten såsom större aggregat, vilkas yttre begränsning bestämmes av plagioklaskristallerna (pr. 82).

Malmmineralen uppträda i likhet med apatiten i två generationer. Den tidigare är helt obetydlig och består av rundade malmkorn inneslutna i pyroxenerna. Den senare generationen förekommer som interstitiell utfyllnad mellan samtliga mineral, t. o. m. hornblände, och dessutom som finådrig sprickfyllnad i pyroxen och biotit samt som impregnationer i hornblände. Genomsnittshalten av malmmineralen är c:a 10 vol.-% (fig. 1).

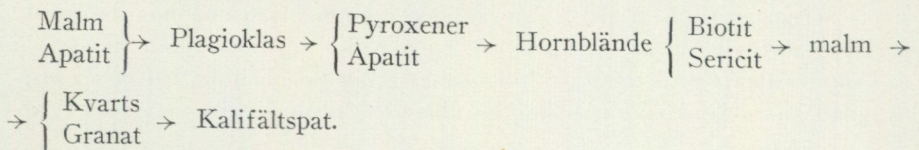
Biotit finns sparsamt i de flesta bergarterna med halter på ett par procent. Den uppträder ofta som stora flak, vilka poikilitiskt innesluta apatit, plagioklas, pyroxen, idiomorft utvecklat hornblände (pr. 65) och malm (pr. 62 a, 42 a). Den sistnämnda förmodas tillhöra den tidigaste generationen. I andra fall genomädras biotiten av malm.

Granat har påträffats i ett fall i en gabbro (pr. 40). Den uppträder där vid gränsen mellan plagioklas och hornblände, är färglös samt fylld med fina nålar av ett malmmineral.

Kvarts, vanligen i kvantiteter på 1—2 %, uppträder som vinkelfyllnad mellan övriga mineral och har distinkt utsläckning. I vissa fall penetrerar och förtränger sent kristalliserad kvarts biotit (pr. 37, 42 a).

Bergarternas kalihalt är i första hand knuten till biotit och i enstaka fall till sericit men representeras också genom fina ådror av rosafärgad kalifältspat, vilka genomsätta övriga mineral. I en hyperstenförande hybridbergart invid gnejsgränsen på västra Alholmen kan en tydlig kaliinfiltration från omgivningen studeras (pr. 42 a). Här har kalitillförseln varit så riklig (se tab. 6), att stora porfyroblaster av kalifältspat bildats. Dessa innesluta poikilitiskt rester av plagioklas och kvarts. Vid gränsen mellan kalifältspat och plagioklas förekomma allmänt vackra myrmekitstrukturer. Ett kriterium på den sena kaliinfiltrationen är de fall, där nybildad kalifältspat penetrerar och förtränger biotit.

Nedanstående ordningsföljd av de olika mineralens bildning kan förmodas gälla för ovan beskrivna bergarter:



Massivets titanjärnmalm

På flera ställen inom massivet finnas betydande malmkoncentrationer, av vilka en vid Järnåhus är av större omfattning. Totala opakmineralinnehållet är här 52 vol.-% enligt planimetrisk analys (pr. 1, fig. 1), varav 36.8 % är magnetit och 15.2 % ilmenit med små trådlika hämatitutskillingningar. Därtill komma helt obetydliga mängder av pyrit, kopparkis och magnetkis uppgående till c:a 1 %. Dessa magnetit- och ilmenithalter motsvaras i stora drag av en Fe-halt på 43 vikts-% och en Ti-halt på 6.0 vikts-% vid en beräknad spec. v. av 3.8 hos den malmförande bergarten (se tab. 4). En partiell kemisk analys på ovanstående malmstuff, utförd av Doc. S. Landergren, Sver. Geol. Unders., gav följande värden:

	Vikts-%		Vikts-%
MgO	5.1	V	0.11
CaO	5.6	Cr	0.02
Fe ₂ O ₃ ¹	52.5	Co	0.018
TiO ₂	7.3	Ni	0.015
MnO	0.44		

Efter fördelning av de olika oxiderna i överensstämmelse med den modala sammansättningen av prov 1 i diagrammet fig. 1 beräknades Fe- och Ti-halterna i opakmineralen till c:a 34.4 % och 4.4 % respektive. Den relativt stora divergensen mot de med planimetriska mätningar erhållna Fe-Ti-halterna (tab. 4) torde bero på opakmineralens bandartade och oregelbunda uppträdande i den malmrika stuffen, varvid den planimetriska bestämningen skett i ett extremt malmrikt skikt. Det kvantitativa förhållandet mellan Ti och Fe

Tabell 4. Sammansättningen av opakmineralen i Rackebymassivet

(Composition of the ore minerals of the Rackeby massif.)

	Magnetit Vol.-%	Ilmenit Vol.-%	Fe Vikts-%	Ti Vikts-%	Ti/Fe Vikts-%	Ilm. vol.-%	
						(Mt + Ilm) vol.-%	
Malmrik uralitnorit. Pr. 1, Järnåhus.....	36.8	15.2	43.2	6.0	14/100	29.2	} 23.3
Kemisk analys. Pr. 1.....			34.4	4.4	13/100		
Norit, Öster om Samuelstorp	6.0	2.0	8.6	1.0	12/100	25.0	
Norit, 900 m SSV om Järnåhus	6.4	1.2	8.7	0.6	7/100	15.8	
Medelvärde av 14 st. friska noritgabbror (ej pr. 1) ...	9.0	2.7	11.3	1.6	Beräknade värden		
Medelvärde av 20 st. omvandlade bergarter utom amfiboliter	5.4	1.7	7.2	1.3	»	»	

¹ Fe²⁺ och Fe³⁺ båda kalkylerade som Fe₂O₃.

är emellertid nästan detsamma i båda fallen med respektive 13:100 (kemisk analys) och 14:100 (tab. 4).

På grund av att ilmeniten uppträder i separata korn väl avgränsad från magnetiten, är en utvinning av relativt rena magnetit- och ilmenitliger möjlig. Detta förhållande gör, att ett visst intresse på senaste tiden ägnats Rackebynoriterna såsom en eventuell järn- och titanmalm. Stora Kopparbergs Bergslags AB¹ har bl. a. i detta syfte belagt området i söder kring Järna med ett stort antal utmål och vidare låtit utföra magnetiska mätningar över området (ej officiella). Dessutom ha ett tiotal kärnborrhål blivit satta tämligen jämnt fördelade över samma område.

Opakmineralens frekvens och sammansättning i några ordinära noriter framgå av tab. 4. Till värdena foga sig små kvantiteter av pyrit, kopparkis och magnetkis. Nämnade bergarters spec. v. har antagits vara 3,0.

Som tidigare beskrivning visar (s. 16), ha opakmineralen varit rörliga på ett sent stadium i utvecklingen, antingen i slutfasen av magmans stelning eller också i samband med en senare regional metamorfos. Följande beräkningar belysa dessa alternativ. Med hjälp av förhållandet ilm/mt + ilm i tab. 4 framräknades mängderna ilmenit och magnetit ur den genomsnittliga opakmineralhalten, som erhållits genom de planimetriska analyserna (diagr. fig. 1), dels för 14 st. friska norit-gabbror (ej pr. 1) och dels för 20 st. av massivets omvandlande grönstenar utom amfiboliterna. Den totala Fe-Ti-halten, som ingår i opakmineralen hos de friska bergarterna, visar sig härvid överstiga den motsvarande i de omvandlade bergarterna med c:a 50 % enligt tab. 4. I amfiboliterna är opakmineralinnehållet ännu mera påtagligt reducerat (fig. 1). Denna minskning av opakmineralhalten i samband med bergarternas fortskridande omvandling kan sannolikt ha ett par olika förklaringar. En betydande del av de ursprungliga malmmineralen har förbrukats i samband med amfibolitiseringsen, som inneburit icke blott en omvandling av tidigare pyroxener till hornblände utan även en nybildning av sistnämnda mineral bl. a. på bekostnad av opakmineralen. Vidare kan eventuellt vissa omflyttningar och koncentrationer av malmmineralen ha ägt rum vid massivets regionalmetamorfos med dess åtföljande amfibolitisering.

Det höga värdet på förhållandet Ti/Fe i den malmrika uralitnoriten (pr. 1, tab. 4) kan möjligen tyda på en viss anrikning av Ti i de malmrika partierna i samband med nämnda metamorfos. Detta kan emellertid ej avgöras på grundval av föreliggande fåtaliga analyser. Om titanomagnetiten i Rackeby primärt uppdelats i fria magnetit- och ilmenitkorn vid magmans kristallisation eller om denna fullständiga spaltning skett under regionalmetamorfosen, kan ej med säkerhet avgöras. Det senare alternativet synes vara mest sannolikt, bl. a. på grund av att denna uppdelning även är påvisad i andra metamorfa grönstenar, medan den synes vara sällsynt i ometamorfa dylika.

Titanjärnmalmförekomsten i Järna, Rackeby, är känd och i korthet omnämnd redan i beskrivningen till kartbladet Degeberg (V. Karlsson 1870) i

¹ Utmålslägningsprotokollet för Järnagruvorna nr:ris 1—4, 6—9, 11, 13—15 i Rackeby församling, Skaraborgs län, 1954.

likhet med en del förekomster av samma typ inom bladet Lidköping (S. Johansson och N. Sundius 1943). Titanomagnetitförekomster i noritiska bergarter av samma natur som Rackebymassivet ha bl. a. beskrivits av P. Geijer (1931) från Akkavare (Sjaunja) och av P. H. Lundegårdh (1957) från norra Hälsingland (Kramsta m. fl.).

Massivets omvandlade bergarter

Genom omvandlingsreaktioner övergå de friska norit-gabbrobergarterna efter hand i uralitgabbro, hornbländegabbro, amfibolit och granatamfibolit.

Uralit- och hornbländegabbroarna äro grönsvarta till färgen och ha i stor utsträckning den primära texturen bevarad. Vittringshuden är svart med insprängda vita, sericit-omvandlade plagioklastavlor i ett divergentstråligt mönster.

De amfibolitiska bergarterna äro mera distinkt svarta och visa genomgående en utpräglad stänglighet samt synas i huvudsak vara helt omkristalliserade.

Uralitgabbroen utgör ett mellanled i omvandlingen från gabbro till hornbländegabbro. De sporadiskt uppträdande pyroxenresterna i uralitgabbroen visa tydligt dennas gabbroida ursprung (se fig. 1, mellersta delen av diagrammet). På samma sätt kan man i hornbländegabbroen, trots frånvaron av pyroxen, ofta iakttaga små bruna karakteristiska interpositioner i hornbländet, vilka sannolikt härstamma från en tidigare pyroxen.

Av diagrammet i fig. 1 framgår, hur den mineralogiska sammansättningen efter hand förändras vid bergarternas omvandling. Plagioklasen blir kraftigt sericitiserad och understundom epidotiserad, hornblände ersätter helt pyroxen och omvandlas i sin tur till klorit och biotit. Halten av malm avtar, medan apatit- och biotitmängderna (med få undantag) bli oförändrade, samtidigt som kvartsen ökar något. Plagioklasen är en labrador med maximala frekvensen inom intervallet 50—60 % An. En viss, ehuru obetydlig, genomsnittlig avkalkning har skett jämfört med de friska bergarternas anortithalter på 60—65 %. Övervägande delen av hornbländet är av vanlig typ enligt Winchell, s. 252, med $2 Va$ varierande mellan 64° och 86° och c/γ mellan 11° och 20° . Pleokroismen är vanligen ljusgrön—gulgrön—blågrön (tab. 3).

I ett flertal fall uppträda Mg-rika hornbländen i betydande kvantiteter jämsides med vanligt hornblände. Dessa äro ofta färglösa eller ha en svag pleokroism i färglöst till ljusgrönt. Hornbländet är optiskt positivt, och $2 V\gamma$ varierar mellan 74° och 88° samt c/γ mellan 16° och 22° , vilket enligt Winchell, s. 244, motsvarar en cummingtonit med 27—50 % kupfferit. Cummingtoniten uppträder ofta i fibrösa aggregat med relativt hög dubbelbrytning. Utmed gränsen till plagioklasen blir det cummingtonitiska hornbländet allt starkare grönfärgat genom upptagande av Ca och övergår slutligen i ett vanligt hornblände (Seitsaari 1952). I prov 101 a från Ullerholmen utgöres det färglösa hornbländet till övervägande del av antofyllit. Denna är tydligt se-

kundär efter ortopyroxen, som ibland kan iakttagas såsom inneslutna relikta partier i antofylliten. Denna i sin tur synes övergå i en färglös—svagt grön cummingtonit, som slutligen ger grönt hornblände invid gränsen mot plagioklas. En ljusbrytningsbestämning på antofylliten med immersionsmetoden gav följande resultat: $\gamma = 1.6580$, $\alpha = 1.6395$ och $\gamma - \alpha = 0.0185$, vilket enligt Winchell, s. 242, motsvarar c:a 33 % ferroantofyllit. 2 V γ varierar mellan 66° och 73°, och antofylliten är således optiskt positiv (se tab. 3). Förhållandet mellan Fe och Mg i antofylliten och i ortopyroxenerna är mycket likartat (jfr 33 % ferroantofyllit med c:a 30 % FeSiO₃ i tab. 1), vilket överensstämmer med ovannämnda iakttagelse, att ortopyroxen omvandlas till antofyllit. Omvandlingsreaktionerna i antofyllitgabbro 101 a äro mindre framträdande än i övriga hornbländegabbro. Plagioklasen är sålunda ej avkalkad och dessutom fri från sericitinneslutningar. Förstnämnda förhållande har sannolikt gynnat uppkomsten av de kalkfria antofyllit-cummingtonit-hornbländena, medan den obefintliga sericiten tyder på låg kalihalt. I vissa bergarter är epidot rikligt företrädd (pr. 52, 109), dels såsom omvandlingsprodukt ur plagioklasen, dels såsom reaktionsmineral vid gränsen mellan hornblände och plagioklas eller mellan malm och plagioklas. I samtliga fall är det fråga om epidot och ej klinozoisit, vilket bestämningarna av 2 Va i tab. 5 visar. Fe-halten är enligt Winchell, s. 313, genomgående tämligen hög.

Tabell 5. Optiska data för Rackebymassivets klinozoisit-epidot

(Optical data for the clinzoisite—epidote of the Rackeby massif)

	2Va	Mol % Ca ₂ Fe ₃ (SiO ₄) ₃ (OH)	(WINCHELL, s. 313)
52. Sassuritgabbro	80° (—)	20	Färglös
109. Hornbl.gabbro	80° »	20	»
	76° »	25	»
33 a. Hornbl. gabbro	82° »	18	»
39. Hornbl. gabbro	75° »	26	Färglös—ljusgrön
	74° »	28	» »
	72° »	32	» »
12. Hornbl.gabbro	75° »	26	»
38. Uralitgabbro	80° »	20	»
84. Granatamfibolit	76° »	25	»
71. Granatamfibolit	80° »	20	»
	82° »	18	»
108. Granatamfibolit	83° »	16	»
16. Diorit	73° »	30	Färglös—ljusgrön
29. Kvartsdiorit	80° »	20	» »

Den ursprungliga texturen i de friska bergarterna blir allt svårare att påvisa med tilltagande omvandlingsgrad. I uralitgabbro har hornblände i stort sett övertagit pyroxenernas roll såsom interstitiell utfyllnad mellan plagioklaslisterna. De skarpa gränserna mellan hornblände och plagioklas suddas

så småningom ut, och i den typiska hornbländegabbbron tränger hornbländet in som stänglar i plagioklaserna, varvid flikiga konturer uppstå. Hornbländet blir efter hand alltmera inhomogent och stängligt samt bemängt med små nybildade kvartskorn. Plagioklasen sericitiseras och epidotiseras i tilltagande omfattning, medan hornblände delvis omvandlas till epidot och klorit, och en nybildning av biotit och muskovit tar vid. Till slut har den ursprungliga texturen helt utsuddats, och en till synes fullständigt godtycklig anordning av de olika mineralen föreligger.

Inom vissa zoner i massivet, där ett starkt riktat tryck varit förhärskande i samband med Åmålsseriens veckning (s. 31), ha de hornbländegabbroida grönstenarna helt omkristalliserat och övergått till stängliga amfibolitiska bergarter, ofta rikligt granatförande. En viss hydrotermal-pneumatolytisk aktivitet knuten till dessa zoner av riktat tryck har kunnat konstateras genom det här rikliga uppträdandet av mineralen biotit, skapolit och turmalin.

Amfiboliterna äro vanligen finkorniga och bestå till övervägande del av hornblände, plagioklas, epidot, klorit och kvarts (fig. 1). Hornbländet uppträder i parallellanordnade stråk såsom kompakta korn med stark tendens till idiomorf utveckling. Det omvandlas i samtliga fall delvis till epidot i vackert idiomorfa kristaller, som i sin tur ge upphov till pennin. I granatamfiboliten prov 108 från Ullerholmen är denna omvandling av hornblände till epidot och slutligen pennin mycket framträdande, varvid icke mindre än 39 % epidot och 14 % klorit (klinoklor + något negativ pennin) finnas, medan hornbländet blott utgör 30 % och plagioklas helt saknas (se fig. 1). Kloriten i prov 108 är optiskt positiv med tydligt tvåaxlig karaktär och har negativ utsträckning med pleokroismen $\gamma =$ färglös och $a =$ ljusgrön. Dessa uppgifter överensstämna med en klinoklor enligt Winchell, s. 283. En synnerligen obetydlig anrikning av kvarts synes ha ägt rum i amfiboliterna, medan samtidigt en utarmning av opakmineralen skett. Kvartsen är som i tidigare omtalade bergarter sent kristalliserad med distinkt utsläckning. Plagioklasen i amfiboliterna synes genomgående vara omkristalliserad och förekommer som små glasklara granoblastiska korn, ofta svåra att skilja från kvarts. Dess anortithalt varierar mellan 30 och 40 %, vilket innebär en betydande avkalkning jämfört med hornbländegabbbrons plagioklas.

Granaten i amfiboliterna är alltid sent bildad och innesluter poikilitiskt övriga mineral. Den är makroskopiskt mörkt vinröd, sannolikt en almandin, och förekommer mycket oregelbundet utspridd i amfiboliterna men har även i enstaka fall påträffats i gabbro och uralitgabbro (pr. 46 b, 40). I några fall, såsom på norra Otterön och på södra Spårön, uppträder granat rikligt som cm-stora kristaller i breda stråk.

Prov 50 från Otterölokalen visar granoblastisk textur och är särdeles intressant på grund av sin höga skapolithalt jämte turmalin, brungul biotit och granat (se fig. 1). Plagioklasen har här tydligen omvandlats till skapolit, medan biotit helt synes ha bildats i stället för hornblände. Dubbelbrytningen $\gamma - a$ i skapoliten är 0.034, vilket enligt Winchell, s. 294, motsvarar 69 % av

mejonitmolekylen. CaO-halten i skapoliten enligt samma diagram är då omkring 17 %. En plagioklas med denna CaO-halt motsvarar en sammansättning av 80 % anortit. Då den ursprungliga anortithalten i plagioklasen sannolikt ej överskridit 60—70 %, måste ett betydande Ca-tillskott ha krävts för skapolitbildningen. Detta har sannolikt haft som följd, att biotit i mycket stor utsträckning bildats av Fe^{2+} - och Mg^{2+} -jonerna i stället för, eller på bekostnad av, det kalkkrävande hornbländet. Biotitbildningen har säkerligen också befrämjats genom riklig vattentillförsel i samband med den hydrotermal-pneumatolytiska aktivitet, som även tillfört Cl och CO_2 i skapoliten och B i turmalinen. Sistnämnda mineral har dubbelbrytningen $\varepsilon - \omega = 0.0373$ och pleokroismen $\varepsilon =$ gulvit, $\omega =$ mörkgrön med $\omega > \varepsilon$, vilket motsvarar en Fe-rik schörlvarietet. Följande ordningsföljd har observerats för mineralnybildningen i prov 50: 1. Turmalin. 2. Skapolit. 3. Biotit. 4. Klorit. 5. Granat. Biotiten genomväxer och innesluter turmalin.

Kvartsgabbro—diorit—kvartsdiorit

Ovannämnda bergartstyper övergå successivt i varandra utan påtagliga strukturella eller mineralogiska förändringar. De äro samtliga knutna till gränsområdena mellan norit-gabbromassivet och den omgivande gnejsberggrunden och förmodas vara blandled mellan nämnda komplex. Av åtta mikroskoperade slipprov kunde två klassificeras såsom kvartsgabbro, fyra som diorit och tre som kvartsdiorit.

Bergarterna äro medelkorniga med ett i svart och vitt spräckligt utseende. Rödfärgad fältspat är tämligen vanlig, vilket skulle kunna tyda på närvaro av kalifältspat. Detta är emellertid icke fallet, utan plagioklas dominerar helt i samtliga fall. Den mineralogiska sammansättningen av några av bergarterna, uttryckt i vol.-%, framgår av tab. 6.

Plagioklasen uppträder ofta i 2—3 mm-stora, breda, rektangulära kristaller med växlande grad av sericitisering. Kvarts omger plagioklastavlorna helt eller delvis eller uppträder såsom utfyllande, rätlinigt avgränsande, triangulära partier mellan desamma.

Plagioklasen är en andesin av en sammansättning inom intervallet An_{35} — An_{40} utom i kvartsgabbro, där en labrador föreligger varierande mellan An_{50} och An_{60} .

Hornbländet, som är rikligt företrätt, särskilt i dioriterna, uppträder i korta, prismatiska taylor, i enstaka fall med inneslutna relikta klinopyroxenkristaller. Pleokroismen är distinkt gulgrön—blågrön. Karakteristiskt är vidare, att hornbländetavlorna blivit uppdelade och sönderfrätta av nytillförd kvarts, eventuellt delvis erhållen i samband med hornbländets omvandling till biotit (se även s. 15). I prov 6 kan iakttagas, hur hornbländet omvandlas till optiskt negativ pennin. I ett fall (pr. 16) ha stora granoblastiska partier av titanit utvecklats på bekostnad av hornblände, vilket förtränges utmed genomgångarna.

Tabell 6. Mineralogiska sammansättningen av Rackebymassivets marginalbergarter

(Mineralogical composition of the marginal rocks of the Rackeby massif.)

	Vol.-%					
	Diorit 16	Diorit 6	Kvarts-diorit 29	Kvarts-diorit 27 a	Kvarts-gabbro 34 b	Hybrid-bergart 42 a (se s. 16)
Plagioklas	20.6	14.2	18.9	45.5	20.5	64.0
	An ₃₆	An ₄₁	An ₄₀	An ₃₈	An ₅₁	An ₄₅
Kalifältspat	—	—	—	—	—	7.5
Sericit	9.0	10.8	26.6	8.3	21.9	0.2
Hornblände	28.1	40.0	11.8	10.4	30.0	0.4
Biotit	0.2	1.0	6.1	18.0	—	12.0
Klinopyroxen	—	2.1	—	—	—	1.4
Ortopyroxen	—	—	—	—	—	2.5
Klinoklor	9.7	—	6.8	—	} 6.9	—
Neg. pennin	0.7	11.6	—	1.2		—
Epidot	5.8	—	6.3	0.9	0.5	—
Kvarts	1.3	4.8	20.2	13.9	7.9	9.0
Apatit	4.9	5.5	0.3	0.6	1.3	0.8
Titanit	13.8	0.2	0.2	—	0.3	—
Kalcit	1.6	0.4	0.3	—	0.5	—
Gul serpentin	—	1.0	—	—	2.8	—
Opaka mineral	4.3	8.4	2.5	1.2	7.4	2.2
	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Biotit finns i samtliga slip och har en likartad pleokroism från färglöst — svagt gulbrunt till gulbrunt — olivbrunt. Den omvandlas till optiskt negativ pennin med anomal dubbelbrytning. De femiska mineralkomponenterna, inefattande delar av hornbländet jämte små biotitfjäll och idiomorfa epidotkristaller inneslutna i en sent kristalliserad grundmassa av klinoklor, uppträda i oregelbundet fördelade aggregat.

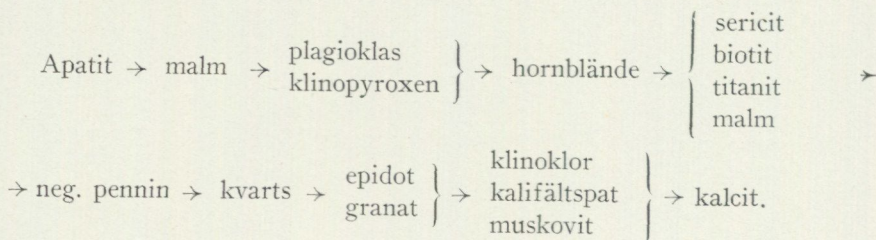
Apatiten och opakmineralen äro rikligare företrädna i dioriterna än i kvartsdioriterna. Apatit är sannolikt det tidigast kristalliserade mineralet och finns i vackra, idiomorfa, långa stavar och korn dels i opakmineralen, dels i plagioklasen. Vid sidan av nämnda uppträdande av kvartsen förekommer denna i prov 19 såsom cm-stora ögon med homogent centrum och granulerade perifera delar.

I flera av proven ger sig kalihalten till känna genom en riklig sericitbildning och uppkomsten av myrmekitiska förträngningsstrukturer vid gränsen mot plagioklas. I prov 16 och 19 har kali inträngt utmed genomgångarna i plagioklasen och bildat muskovit. En stor del av kalihalten är också bunden i biotit, som förekommer rikligt i kvartsdioriterna.

I en diorit från Sjöheden i områdets södra del uppträda idiomorfa, färglösa—svagt röda granatindivid. Dioriten ansluter sig ganska nära till de tidigare å s. 21 omtalade granatamfiboliterna och bör möjligen hänföras till dessa.

Slutligen återstår att nämna den i analyserna uppträdande kalciten, vilken såsom sprickfylld utgör det senast fixerade mineralet.

Ordningsföljden för mineralbildningen i beskrivna bergartserie kan förmodas vara:



Tektonik

Genom gravitativ differentiation, varvid de tidigast utskilda Mg-rika mineralen sjunkit mot djupare nivåer, har en relativ anrikning av Fe så småningom ägt rum i intrusionskroppens övre del, där en tunn zon av bergarter med Fe-rika ortopyroxener kommit till utbildning (se s. 10). Den stora bredden på denna zon i söder (se karta s. 4) visar, att intrusionen här bildar en tämligen flack kupol, vars Fe-rika mantel utgör toppen av intrusionskroppen. Detta bestyrkes också av den mot söder riktade stupningen in under gnejserna i detta område. Massivet stupar även in under västra delen av det från söder i en spets utskjutande ögongnejsområdet. Sistnämnda förhållande bestyrkes av en borrhning (B 12), utförd av Stora Kopparbergs Bergslags AB i samband med utmåsläggningar över området. Enligt uppgift av Doc. H. Koark passerade borrhålet först 9 m ögongnejs och därefter 147 m genom massivets grönstenar utan att nå dessas botten. I östra delen av det utspetsande gnejsområdet överlagrar grönstenen gnejsen enligt stänglighetsobservationerna här. Gnejsen, som sålunda ovedersägligen utgör en från söder framskjutande kil av intrusionens hängande, kommer på detta sätt att ligga såsom i en inklämd ficka i den omgivande grönstenen (kartan s. 4). Längst åt öster på Lindön och Spårön vila grönstenarna med medelbrant—brant västlig stupning direkt på gnejsen. Beroende på att massivet av allt att döma ursprungligen nått högre nivå i norr, har detta härstädes genom erosionen blottlagts tidigare än i söder, varigenom de Fe-rika ytliga partierna i huvudsak blivit bortoderade, i motsats till förhållandena i söder, där dessa alltjämt äro till stor del bevarade.

I norr äro stupningarna vertikala, och massivet spetsar här ut. I profilsnittet Alholmen—Aschön (profil II i kartan s. 4) är dess mäktighet som störst och kan uppskattas till c:a 1.500 m under antagande av en genomsnittlig västlig stupning på 60°. I söder, väster om Sjöhagen, där massivet är flackare, går mäktigheten ej att beräkna, men det nyss nämnda borrhålet ger ett minimum på 147 m. (I profil I s. 4 har 500 m:s mäktighet förmodats.)

Omgivande gnejser

Rackebymassivet omslutes i huvudsak av en grå gnejsavdelning, som har sin fortsättning i såväl nordlig som sydlig riktning. Vid sidan av den grå gnejsen, som vanligen är ögonförande, uppträda med mindre utbredning dels en bandad, övervägande grå gnejs, dels en röd gnejs. Den bandade gnejsen förekommer endast såsom små lokala områden i den grå homogena ögongnejsen. Den utgör sannolikt resterna av en gammal vulkanogen suprakrustalavdelning, som genom en långt gången homogenisering och omkristallisation i samband med den yngre järngnejsformationens veckning (s. 31) givit upphov till den omgivande ögongnejsen.

Ett studium av den bandade gnejsen på västra sidan av ön Skratten belyser sagda förhållande. Gnejsen uppbygger här en brant mot väster stupande skål, som i öster, söder och norr vilar på ögongnejs (se fig. 4). Banden väx-



Fig. 4. En brantställd skål av bandade gnejser med NNO—SSV-lig utsträckning vilande i öster på ögongnejs (de båda bergkupolerna). Västsidan av ön Skratten. — Foto förf.

A steep basin of banded gneisses extending in N. N. E.—S. S. W. rests on porphyritic gneiss in the east (viz. the two dome-shaped rock bodies). Western part of the Skratten island.



Fig. 5. Grå bandad suprakrustalgnejs. Nordspetsen av ön Skratten. — Foto förf.
Grey banded supracrustal gneiss. Northern point of the Skratten island.

la i tjocklek från några cm upp till en meter (fig. 5). Cirka $2/3$ av skikten bestå av finkorniga, grå plagioklasgnejsjer eller gnejsglimmerskiffrar, vilkas mineralogiska sammansättning exemplifieras av prov 96 i tab. 7. Mineralkornen äro vanligen under mm-storlek, avlånga och tydligt parallellanordnade. Den totala frånvaron av kalifältspat är karakteristisk. Plagioklaskristallerna (25% An) äro ibland samlade till vita, avlånga, ögonformade aggregerat från ett par mm upp till 1 cm i längd.

Nästa inslag av betydelse i den bandade gnejsen är amfiboliter eller metabasiter, som ingå till c:a $1/6$ av den totala bergartsvolymen och exemplifieras av prov 98 och 45 c i tab. 7. Prov 45 c är helt svart och finkornig (< 1 mm) med utpräglad granoblastisk struktur och en svag parallellanordning hos hornblände och epidot. Plagioklasen (30% An) är diffust avgränsad och kraftigt sericitiserad. Prov 98 är mörkgrå med insprängda spridda, $1/2$ cm stora, vita ögon, sammansatta av plagioklaskristaller (35% An) av växlande storlek jämte underordnat kvarts (se fig. 6, högra delen av bilden). Bergarten har vidare en normal granoblastisk amfibolitstruktur. Granat tillkommer i stora, idiomorfa poikiloblaster. Kalifältspat uppträder endast såsom nytillförd utfyllnad av sprickor och hålrum.

Den återstående sjättedelen av den bandade gnejsens volym fördelar sig ungefär lika mellan band av röda gnejsjer och dito av grå ögongnejs. Prov 45 a i tab. 7 är ett exempel på en rödgrå, mycket finkornig, intermediär aplitgnejs. Texturen är allotriomorf med kornstorlek $< 1/2$ mm och enstaka ögon på 1 mm. Plagioklasens anortithalt (9%) är avsevärt lägre än i tidigare omtalade grå gnejsjer och amfiboliter. Myrmekitiska förträngningsstrukturer mellan kalifältspat och plagioklas uppträda endast sporadiskt, varför en viss jämvikt mellan kali och natron synes råda. Prov 45 b utgör ett cm-tjockt

**Tabell 7. Mineralogiska sammansättningen av gnejserna kring
Rackebymassivet (vol.-%)**

(Mineralogical composition of the gneisses of the Rackeby area, % by volume.)

	Bandad gnejs					Ögongnejs			Röd alkali- gnejs
	96	98	45 c	45 a	45 b	49	100	30	9
Kvarts	33.3	7.3	6.0	42.0	40.0	26.2	25.9	20.0	22.5
Plagioklas	29.1	27.6	18.0	20.0	21.0	34.9	44.5	33.2	15.5
An-halt i %	(25)	(35)	(30)	(9)	(30)	(35)	(26)	(37)	(7)
Sericit	7.9	0.3	3.0	2.0	—	17.8	4.1	8.1	—
Kalifältspat	—	—	1.2	24.0	37.5	0.1	4.3	13.3	59.0
Muskovit	—	—	—	3.0	—	2.3	—	—	1.5
Biotit	14.4	4.9	10.2	5.0	0.5	16.0	12.4	15.6	0.5
Epidot	14.2	—	27.0	4.0	1.0	0.7	8.4	—	1.0
Klorit	—	1.0	—	—	—	1.0	—	—	—
Titanit	0.8	1.5	+	—	—	—	0.2	—	—
Zirkon	0.3	—	—	—	+	+	+	—	—
Apatit	+	0.6	1.2	—	—	+	+	0.5	—
Malm	—	0.3	+	—	—	0.5	0.2	1.9	—
Kalcit	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—
Klinopyroxen	—	—	—	—	—	—	—	1.9	—
Ortopyroxen	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
Hornblände	—	53.6	33.4	—	—	—	—	3.2	—
Granat	—	2.7	—	—	—	—	—	2.3	—

96. Fink. grå plagioklasgnejs, ön Skratten.

98. Granatamfibolit, »

45 c. Amfibolit, »

45 a. Rödgrå fink. aplitgnejs, »

45 b. Röd småporf. myrmekitgnejs, »

49. Granodioritisk ögongnejs, SO om Skräddartorp.

100. Monzonitisk ögongnejs, ön Skratten.

30. Monzonitisk ögongnejs, Lidåker.

9. Röd småporf. alkalignejs, SSV om Järnhaus.

skikt i bandgnejsen och kan betecknas som en röd, småporfyrisk myrmekitgnejs. Ögon av mikroklin och kvarts upp till 5 mm i diameter ligga strödda i en grundmassa av mm-stora plagioklas- och kvartskorn. Hela strukturen ger intryck av instabilitet, beroende på en stegvis fortlöpande nykristallisation av kalifältspat i bergarten. Mikroklinporfyroblasterna innesluta sålunda relikta partier av plagioklas, vilka också i form av små korn omrarna de förstnämnda. En riklig myrmekitbildning vid gränsen mellan kalifältspat och plagioklas i praktiskt taget samtliga korn i den finkornigare grundmassan tyder på ett avbrott i den nämnda kalifältspatkristallisationen på grund av ändrade kemisk-fysikaliska betingelser (Ljunggren 1956). Den höga anortithalten i plagioklasen (30 %) jämfört med de två andra röda kaliförande gnejserna i tab. 7 med 7 % (pr. 9) respektive 9 % An (pr. 45 a) tyder på att nu nämnda tunna röda gnejsband ej kan jämföras med de andra röda gnejserna. I stället har bandet sannolikt uppstått i lokala tryckminima i bergarten genom utsöndring och en påföljande ansamling av kalium från den omedelbara omgivningen. Härigenom har bergarten förlorat sin Na-dominans och antagit en röd färg, samtidigt som den ursprungliga anortithalten bevarats. De femiska mineralkomponenterna i den grå gnejsen ha i detta sammanhang tydligen blivit nästan helt utstötta ur den lilla röda ådran (tab. 7).

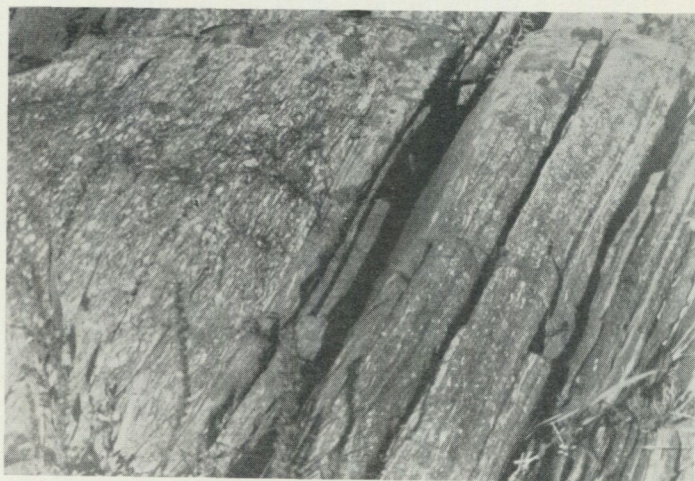


Fig. 6. Banded gneiss. Till höger synas små vita ögon av plagioklas i amfibolitiska bankar. Till vänster uppträda dessutom ögon av mikroklin (större ögon) i en bank av grå plagioklasgneiss. Sydspetsen av ön Skratten. — Foto förf.

Banded gneiss. Small white eyes of plagioclase are to be seen in amphibolitic beds to the right. Porphyroblasts of microcline (bigger eyes) are further shown to the left in grey plagioclase gneiss. Southern point of the Skratten island.

Som ett sista element i den bandade gnejskomplexen återstå att omnämna de inlagrade ögongnejsbankarna (fig. 7). Dessa visa på ett övertygande sätt sammanhanget mellan den bandade gnejskomplexen och de omgivande ögongnejserna. Den mineralogiska sammansättningen av dessa framgår av tab. 7, där prov 49 och 30 tillhöra de omgivande ögongnejserna. Beträffande kalifältspaten, som nästan helt är koncentrerad till stora ögon (fig. 6), ge de planimetriska analyserna mycket växlande resultat beroende på hur slipsnit- tet lägges. I föreliggande fall är kalifältspaten underrepresenterad i prov 49 och 100, medan siffran 13.3 % i prov 30 ger en mera sannolik bild av den verkliga halten om än något för låg. Ögongnejserna ha en granodioritisk till monzonitisk sammansättning med en jämn och hög halt av plagioklas med anortitinhåll varierande från 26 till 37 % enligt tab. 7. De bli understund- om rent dioritiska till sammansättningen, såsom prov 69 a från en holme norr om Alholmen med en anortithalt av 43 % jämte rikligt med rödbrun biotit, epidot och kraftigt grönfärgat hornblände. I prov 30 uppträder vid sidan av liknande grönt hornblände, rödbrun biotit och granatpoikiloblaster även en färglös augitisk pyroxen med $2V\gamma = 67^\circ$ och $c/\gamma = 46^\circ$ enligt ett medelvärde ur fyra mätningar. Augiten omgives delvis av det ovannämnda gröna hornbländet. I överensstämmelse med förhållandet hos noriterna ha opakmineralen varit i rörelse på ett sent stadium och penetrerat biotiten pa- rallellt med dess genomgångar.

De femiska komponenterna i ögongnejserna äro rikligt företrädda och an- samlade i kompakta aggregat mellan och runt ögonen. Dessa äro vanligen 2—3 cm i genomskärning men ej sällan upp till 5 cm. Deras färg är lokalt

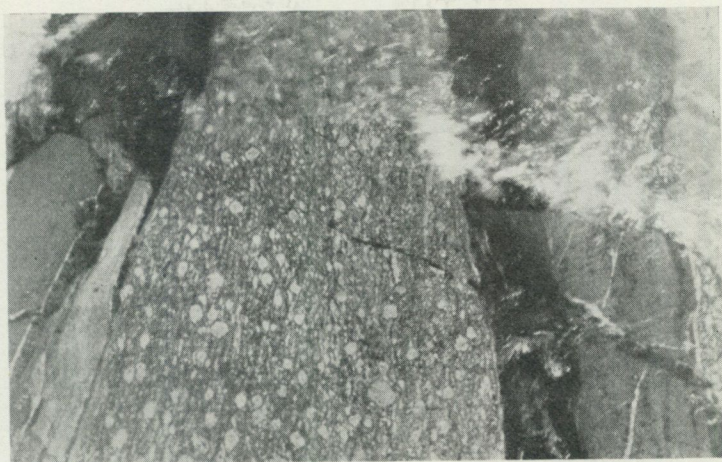


Fig. 7. Bandad gnejs. Ett c:a 0.5 m brett lager av ögongnejs är på båda sidor omgivet av metabasit-amfibolitbäddar. Nordspetsen av ön Skratten. — Foto förf.

Banded gneiss. A bed of porphyritic gneiss measuring 0.5 m in cross section is accompanied on either side by metabasite-amphibolite beds. Northern point of the Skratten island.

mycket växlande från grått eller gråblått (pr. 30) till svagt brunt och kött-rött. Ett vitt hölje, bestående av små plagioklaskorn, omger emellanåt mikroklinögonen. Dessa äro i likhet med tidigare nämnda ögon bildade under förträngning av plagioklaserna. Myrmekitstruktur uppträder allmänt vid gränsen mellan kalifältspat och plagioklas. Mindre ögon av plagioklas med upp till en halv cm:s diameter finnas även dels i enkristaller, dels i aggregat i likhet med förhållandet i den finkorniga plagioklasgnejsen (pr. 96) och i granatamfiboliten (pr. 98) (se fig. 6). Det synes, som om denna agglomeration av plagioklas till små ögon är en allmän företeelse hos de flesta bergarterna i den bandade komplexen, vilket sannolikt markerar en kulmination i komplexens metamorfos. I samband med en avtagande temperatur har härefter i de bergarter, där en primär kalihalt förelegat, en nykristallisation av kalifältspat kommit till stånd på bekostnad av de tidigare plagioklasagglomerationerna, vilkas Na- och Ca-halt bortförts och delvis fixerats i det tidigare omnämnda plagioklashöljet, som ibland omger mikroklinögonen (se fig. 6 och 7). Dessa synas vara såväl syntektoniskt som posttektoniskt bildade. De förra dominera helt och visa avlånga konturer till följd av pressning under kristallisationen, medan de senare äro sfäriska och opåverkade av nämnda pressning. Härav kan man sluta sig till att ögonbildningen försigått under en jämförelsevis lång tidsrymd sannolikt omfattande tiden från början av den yngre järngnejsveckningen (s. 31) till slutet av Åmålsseriens veckning (s. 33). För ögonbildningen erforderligt kali har med all sannolikhet funnits redan i den ursprungliga suprakrustalformationen, men först i samband med dennas nedveckning och åtföljande regionalmetamorfos erhållit en viss grad av rörlighet. Enstaka mjuka, isoklinala småveck i den bandade gnejsen visa, att denna partiellt erhållit en viss plasticitet i samband med

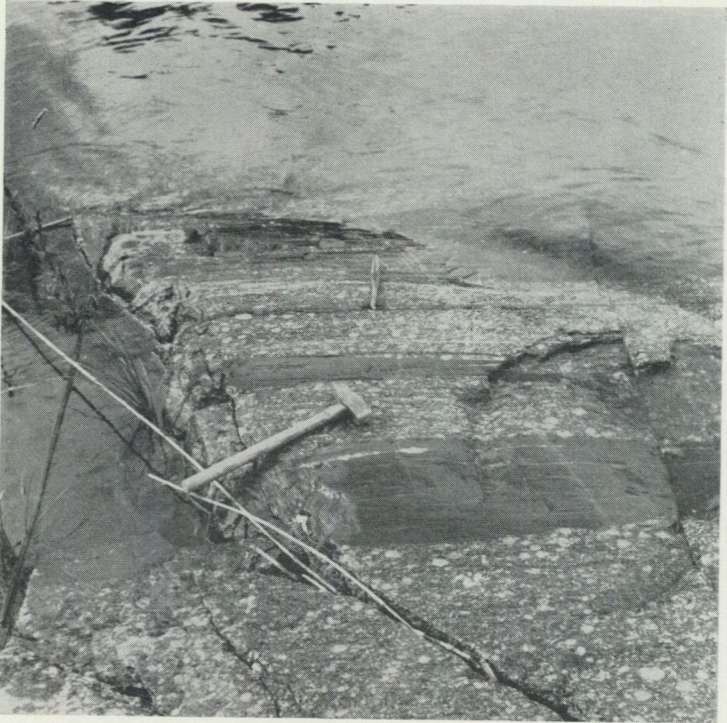


Fig. 8. Ögongnejs med konforma metabasit-amfibolitinlagringar som relikta partier från en tidigare bandad suprakrustalgnejs. Vid stranden c:a 300 m V om Järnahus. — Foto H. Koark.
Porphyritic gneiss with conformable relict metabasite-amphibolite beds of supracrustal origin. The shore about 300 m to the west of Järnahus.

järngnejsmetamorfosen. I de zoner, där omformningen av suprakrustalbergarterna blivit ofullständig, ha dessa endast undergått en stark omkristallisation och återfinnas nu i form av de sparsamt uppträdande relikta stråken av finkornig bandad gnejs. Vid fullständigare omvandling har en ytterligare förgrovning av de enskilda kristallkornen ägt rum jämsides med en framträdande homogenisering av de olika lagren i den ursprungliga suprakrustalserien, resulterande i bildningen av grova grå gnejser. Det samtidigt aktiverade lättrörliga kvarts- och kalimaterialet har dels lokalt avsatts såsom ögon i nämnda gnejser och dels ansamlats i form av de rikligt uppträdande kalirika pegmatiterna och apliterna i området. Såsom enda återstod av den tidigare suprakrustalformationen uppträda i ögongnejsen mycket rikligt långsträckta, sönderslitna lager av metabasit och amfibolit konforma med den allmänna strykningen. De ha tydligen på grund av större temperaturbeständighet bäst kunnat bibehålla sin egenart under regionalmetamorfosen (fig. 8).

Till sist återstår att omnämna den röda småporfyrisk alkalignejsen (tab. 7), som uppträder i ett smalt stråk utmed massivets västra del och visar stora likheter med den röda aplitgnejsen (pr. 45 a) inom bandgnejsen. Den

röda gnejsen har mikroklinögon på upp till 2—3 cm och är för övrigt rik på myrmekit vid gränsen mellan kalifältspat och plagioklas. På grund av gnejsens begränsade utbredning kan ifrågasättas, om den skall uppfattas som en självständig enhet eller antagas ingå såsom ett led i den bandade gnejsen.

Det lilla gnejsområdet i trakten ONO om Järnahu, helt omgivet av massivets grönstenar, förmodas vara ett ur intrusionskroppens tak avlossnat gnejsparti, som ej helt blivit assimilerat av grönstenssmältan. Dennas framskjutna angreppsfront markeras av en zon med dioritiska—kvartsdioritiska blandbergarter omgivande gnejsen.

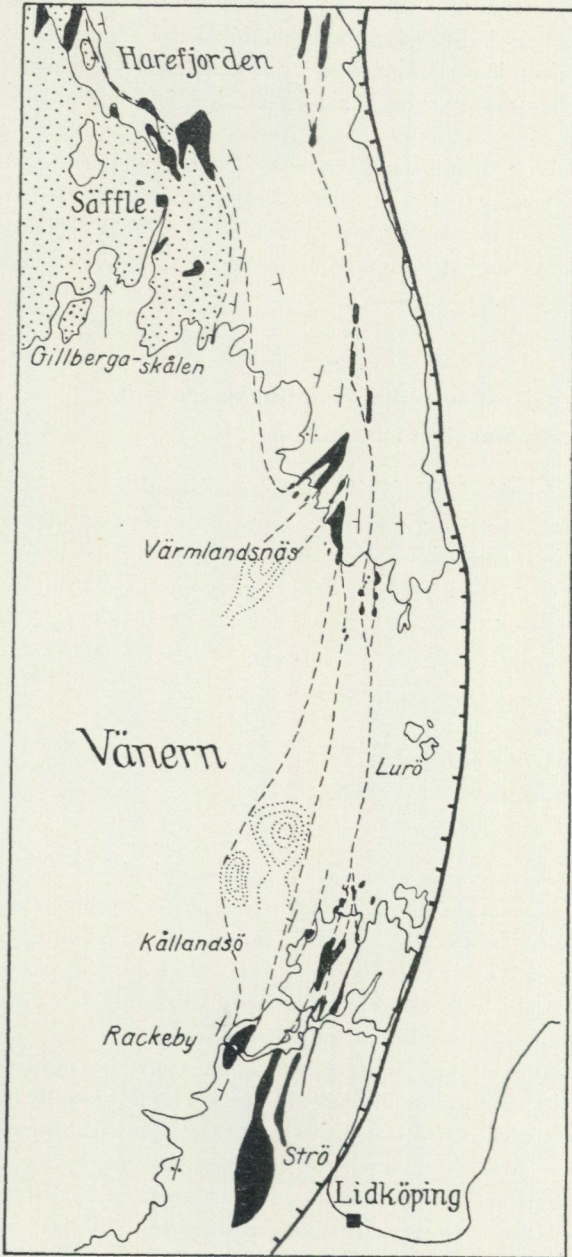
De västsvenska gnejsernas olika veckningsfaser och Rackebymassivets intrusion

Genom undersökningar på kartbladen Vårvik i norra Dalsland (1956) och Levene i Västergötland (under utgivning) har W. Larsson ansett sig kunna uppdelat det västsvenska gnejsområdet i följande led, där gotium inskränkts att omfatta endast Åmålsserien med tillhörande grönstenar och graniter (Åmåls-Kroppefjällsgranitserien):

- Dalslandium
- Åmåls-Kroppefjällsgranitserien
- Åmålsserien
- St. Le-Marstrandsserien
- Yngre järngnejskomplexet
- Äldre järngnejskomplexet

Varje led avslutas med en veckningsfas, vars verkningssområde beträffande de äldre leden ännu ej helt kunnat fastställas. Härav följer svårigheten att för varje särskilt område med bestämdhet avgöra, hur många veckningar som ägt rum, särskilt om vissa av dessa varit svaga. P. H. Lundegårdh (1953) har velat utskilja Åmålsserien och närmast yngre intrusivbergarter som yngre gotium och St. Le-Marstrandsseriens bergarter som äldre gotium.

Gnejserna runt Rackebymassivet ingå som ett led i det yngre järngnejskomplexet. De ha erhållit sitt nuvarande huvudsakliga utseende i samband med dettas veckning genom tryck i riktning VNV—OSO och en därmed samtidig regionalmetamorfos. Massivet, som genomsetter det yngre järngnejskomplexet och följaktligen är yngre än detta (se s. 7), måste ha intruderats före Åmålsseriens veckning, på grund av nedanstående skäl. Då endast en betydande deformation synes ha träffat massivet och då denna bevisligen ägt rum i samband med Åmålsseriens veckning, vilket framgår av det följande, måste man antaga, att intrusionen skett först efter St. Le-Marstrandsseriens veckning. Detta är under förutsättning att den sistnämnda verkningssområde sträckt sig så långt österut som till Rackebyområdet. Den i närheten av Rackebymassivet belägna stora överskjutningszonen ut-



- Överskjutningszon
 □ Åmålsserien + Åmåls-Kroppefjällsgraniter
 ■ Grönstenar
 □ Gnejser
 ☉ Magnetiskt drag

Fig. 9. Räckbymassivets jämte besläktade grönstenars regionala läge.

Regional position of the Räckeby massif and related greenstones.

med östra delen av Värmlandsnäs och Kålland samt vidare söderut ned till sjön Lygnern i Halland skall enligt W. Larsson ha utbildats i samband med den gotiska veckningen (fig. 9). Dennas rörelser ha hejdats i östlig riktning mot ett av äldre järngnejs uppbyggt resistensområde i centrala Västergötland. Överskjutningens gotiska ålder antydes enligt W. Larsson genom en rad av små granitmassiv av Kroppefjällstyp, som troget följa överskjutningszonen och troligen trängt upp i samband med dennas tillkomst. Den relativt begränsade metamorfofen i massivet visar, att Åmålsseriens veckning i detta område varit betydligt svagare än den tidigare järngnejsveckningen, sannolikt beroende på det stora avståndet till den förmodat centrala veckningszonen i Dalsland. Ingenting tyder på att den härefter följande dalslandiska veckningen nämnvärt skulle ha påverkat Rackebyområdet.

Pegmatiter och apliter

Pegmatiter och apliter förekomma rikligt i såväl grönstensmassivet som i den omgivande berggrunden. De uppträda ofta tillsammans, så att finkorniga, aplitiska partier på ett oregelbundet sätt övergå i grovkristallina pegmatiter. Pegmatiterna och apliterna ha vanligen ett vindlande förlopp, som i huvudsak ansluter sig till bergarternas allmänna strykning. Kontakterna mot omgivningen äro skarpa. I enstaka fall skära pegmatit- och aplitgångar diskordant över bergarternas strukturer, såsom i södra delen av ön Skratten, där ögongnejsen övertväras av en dm-bred pegmatit. På några få ställen, såsom i trakten av Järnåhus samt norr om Skraddartorp, bli mäktigheterna hos de vanligen av röd fältspat och vit kvarts uppbyggda pegmatit-apliterna 5—10 m. Enstaka idiomorfa magnetitkristaller påträffas i några små pegmatitapofyser vid Järnåhus. I ett annat fall nordväst om nämnda ställe förekomma pyritkristaller i en dm-bred ren kvartsgång. Utmed stranden från Järnåhus till Skraddartorp finnas rikligt från 1 dm till 1/2 m breda, oregelbundna, ofta körtelformade pegmatiter med skarpa kontakter mot omgivningen. De flesta av apliterna och pegmatiterna inom gnejserna kunna förmodas vara samtida med eller något yngre än kalifältspatögonbildningen och ha erhållit sitt material huvudsakligen från de relativt kalirika leden i suprakrustalformationen vid dennas regionalmetamorfos i samband med den yngre järngnejsveckningen. De pegmatiter och apliter, som genomsätta grönstensmassivet, äro av yngre datum och sannolikt delvis bildade på motsvarande sätt vid Åmålsseriens veckning. Till denna period höra vissa av de gnejserna diskordant övertvärande pegmatiterna jämte den tidigare omnämnda underordnade posttektoniska ögonbildningen, som ägt rum under den sistnämnda veckningens slutfas. En betydande del av pegmatiterna och apliterna inom grönstensområdet har förmodligen erhållit sitt material från sura restlösningar emanerande från massivet.

Sammanfattning av Rackebymassivets uppkomstsätt

Massivet i sin nuvarande form kan antagas ha bildats på följande sätt.

En basaltisk magma har intruderat på stort djup i de antiklinala delarna av en tidigare veckad och förgnejsad suprakrustalformation konformt med dennas bandning. Gnejspartier ha därvid brutits loss från intrusionens hängväggar och delvis assimilerats. Genom en gravitativ kemisk differentiation anrikades härpå Fe i intrusionens övre del. Här har den sist stelnade Ferika magman sänt ut smala apofyser i den omgivande gnejsen. I såväl de övre som de undre partierna av magman skedde samtidigt lokalt en assimilation av den omgivande gnejsen, varvid kvartsdioritiska, dioritiska och kvartsgabbroida led uppstodo samtidigt med hybridbergarterna på Alholmen. De basiska lagren i gnejsen förblevo delvis intakta och kvarstå ställvis såsom relikta amfibolit- och metabasitneslutningar i massivets perifera delar. Sura restlösningar ur magman bildade slutligen lokalt oregelbundna kroppar och sprickfyllnader av pegmatit och aplit i massivet. Den påföljande gotiska veckningen har enligt W. Larsson på kartbladet Levene söder om Rackebymassivet i huvudsak åstadkommit en kataklastisk förskifring av berggrunden i samband med den tidigare omtalade överskjutningen utmed östra kanten av Värmlandsnäs—Kålland. Med anledning härav kan man förmoda, att Rackebymassivet blivit tämligen lindrigt påverkat av sagda veckning. En betydande metamorfos har dock ägt rum, varvid en relativt hög temperatur i förening med ett starkt riktat tryck i vissa zoner resulterat i en fullständig omkristallisation av grönstenarna till stängliga, ofta rikligt granatförande amfiboliter. Även granatpoikiloblasterna i den omgivande gnejsen kunna antagas ha bildats vid denna tidpunkt. Möjligen kunna vissa omflyttningar och koncentrationer av opakmineralen i massivet jämte uppdelningen av dessa i magnetit och ilmenit tillskrivas nämnda metamorfos. Detsamma gäller den posttektoniska ögonbildningen i gnejserna och den samtida aplit- och pegmatitgenomsättningen av massivet. Den tidigare beskrivna hydrotermal-pneumatolytiska verksamheten i massivets stresszoner, åtföljd av skapolitturmalinbiotitbildning, bör även räknas hit (s. 21). Om uralitseringen och därmed samhöriga omvandlingar inom massivet skola tillskrivas deuteriska omvandlingar under den senmagmatiska fasen eller den gotiska veckningen, kan ej med säkerhet avgöras. Det förstnämnda alternativet synes dock mest sannolikt.

Grönstengångarna i Rackebyområdet

Grönstengångarna kunna i stort sett uppdelas i en äldre, starkt metamorfoserad och en yngre, tämligen väl bibehållen gångsvit. I den sistnämnda ingå metabasitgångar med gabbro-diabastextur och gångar av olivindolerit.

Äldre gångar

De äldre gångarna utgöras av plagioklasporfyritter med växlande utseende. Trots en genomgripande omkristallisation av porfyriternas grundmassa kvarstå fortfarande de ursprungliga strökornen. Dessa äro givetvis i stor utsträckning omkristalliserade och avkalkade samt emellanåt granulerade. Nedan följer en kort beskrivning av de olika gångarna.

Gången 3 vid Järnahus är ett par m bred och har en markerad hornbländestänglighet, som stupar 45° mot VNV. Den mineralogiska sammansättningen framgår av tab. 8. Plagioklasströkornen äro några mm stora, tavelformade och zonerade med 46 % An i kärnan och 32 % i randen. Plagioklasen är glasklar och fri från sericitinneslutningar, medan däremot stora inneslutna idiomorfa epidotstavar förekomma rikligt. Grundmassan, övervägande uppbyggd av hornblände, plagioklas och kvarts, är helt omkristalliserad och tämligen grovkornig med ett vanligt amfibolitutseende. Hornbländet är pleokroitiskt i ljusgult—blågrönt och har c/γ varierande från 16° till 18° och 2 Va mellan 62° och 74°.

Gången 32, tab. 8 från Alholmens västra udde genomsätter den röda alkalinnejsen, är m-bred och har ett vindlande förlopp i nordostlig riktning. Den

Tabell 8. Mineralogiska sammansättningen av gångbergarter i Rackebyområdet (vol.-%)

(Mineralogical composition of dike rocks of the Rackeby area, % by volume.)

	32	3	34 a	27 b	18	78 a	105
Plagioklas	6.4	22.0	22.7	28.4	31.2	44.9	47.0
An-halt i %	(53)	(46—32)	(50)	(68—48)	(48)	(71—38)	(80—38)
Sericit	—	—	—	12.4	6.7	0.2	0.2
Klinopyroxen	—	—	—	8.6	—	23.8	23,2
Hornblände	74.6	55.7	62.8	37.5	33.6	—	—
Biotit	3.4	0.8	6.4	7.5	9.8	5.5	5.7
Epidot	1.5	8.1	3.2	—	4.8	—	—
Kvarts	4.0	1.8	3.5	2.4	3.6	—	—
Klorit	—	0.4	—	0.2	0.8	—	—
Apatit	3.9	1.8	—	0.4	3.1	1.1	1.0
Malm	6.2	9.2	0.8	2.6	6.4	8.9	8.6
Titanit	—	—	0.3	—	—	—	—
Kalcit	—	—	0.8	—	—	+	0.2
Skapolit	—	0.2	—	—	—	—	—
Olivin	—	—	—	—	—	0.4	0.2
Grön serpentin	—	—	—	—	—	7.4	4.8
Färgl. serpentin	—	—	—	—	—	7.8	9.1
Iddingsit	—	—	—	—	—	+	—
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

- 32. Porfyrit-amfibolit, västra Alholmen.
- 3. Porfyrit-amfibolit, Järnahus.
- 34 a. Finkornig metabasit med gabbro-diabastextur, holme vid västra Alholmen.
- 27 b. Finkornig gabbro-diabas, 300 m V om Järnahus.
- 18. Finkornig metabasit med gabbro-diabastextur, Ö om Järnahus.
- 78 a. Finkornig olivindolerit, västra Aschön.
- 105. Finkornig olivindolerit, Ullerholmen.

uppvisar en mycket tydlig fluidalstruktur, som markeras genom vita, parallellt med gången orienterade plagioklaslister av en längd varierande mellan 1 och 4 cm. En brantstående polygonal förklyftning i vissa delar av gången förmodas vara bildad vid kontraktionen i samband med dennas avsvaning och stelning. Under mikroskopet visar gångbergarten i huvudsak samma egenskaper som i nyss omtalade fall med epidotförande plagioklasströkorn (53 % An) och en grov, omkristalliserad, stänglig, amfibolitisk grundmassa. Gången genomsättes vidare av små aplitapofyser i olika riktningar.

Gången 46 a söder om Aschön genomslår uralitgabbbron (pr. 46 b, fig. 1) och löper med brant stupning i nord—sydlig riktning parallellt med en 0.5 m bred pegmatitgång. Plagioklasströkornen äro makroskopiskt framträdande och vanligen 1—2 mm stora. De äro kraftigt sericitiserade och endast svagt zonerade med en maximal An-halt av 60 %. Grundmassan är finkornigare än i omtalade fall och består av en stänglig och omkristalliserad amfibolitisk blandning av hornblände, plagioklas, brun biotit och kvarts. Härtill foga sig stora, idiomorfa granatpoikiloblaster ansamlade till bestämda skikt.

Gång 58 e från nordöstra Otterön är en starkt förskiffrad, porfyritisk, finkornig amfibolit. Strökornen av sericitiserad plagioklas äro c:a 0.5 mm stora och delvis starkt granulerade. Grundmassan är mycket finkornig (c:a 0.1 mm) och omkristalliserad med en utpräglad bandning genom mörkare och ljusare band bestående av hornblände och malmkorn respektive plagioklas och kvarts.

Tre av ovannämnda gånger genomsätta massivet och äro sålunda yngre än detta. Gång 32, som slår igenom den röda gnejsen, kan givetvis vara äldre men torde på petrografiska grunder kunna inordnas bland de tre övriga. Förskiffringen och metamorfosen av de fyra gångarna äro mycket likartade och jämförbara med förhållandena i massivets amfibolitstråk. Tre av gångarna äro också belägna inom massivets mest markerade förskiffrings- och omvandlingszoner. Skapolitiseringen i dessa zoner av massivet (s. 21) har även sin motsvarighet i en av gångarna, nämligen (pr. 3), där skapolit har påvisats (tab. 8). Gångarna äro följaktligen äldre än den gotiska förskiffringen och metamorfosen. På grund av att gång 32 är genomsatt av aplit, kan man antaga, att denna jämte övriga gånger icke är yngre än den postgotiska ögonbildningen (s. 33), vilken åtföljdes av aplit- och pegmatitgenomsättningar.

Yngre gånger.

Metabasitgångar med gabbro-diabastextur. De bergarter, som ingå i ovannämnda gånggrupp, äro massformiga och finkorniga med grönsvart färg. De ha samtliga en tämligen väl bibehållen primärtextur och sakna praktiskt taget varje tecken på tektonisk deformation. Genom att hornblände i så hög grad ersätter pyroxen, i motsats till vad fallet är i den omgivande äldre noritgabbbron, måste man förmoda, att deuteriska lösningar varit verksamma redan i samband med gångarnas stelning.

Gång 18 genomsätter det lilla isolerade gnejspartiet mellan Järnahus och

Samuelstorp och är c:a 10 m bred. Den är blottad ett 50-tal m i nord—sydlig riktning med 55° östlig stupning. En parallellgång uppträder c:a 50 m längre åt öster. Förstnämnda gång gränsar i öster mot en meterbred pegmatit, bestående av röd mikroklin och vit kvarts. Mineralogiska sammansättningen av (pr. 18) framgår av tab. 8. Plagioklasen finns i små, rektangulära, zonerade och divergentstråligt anordnade korn och är kraftigt sericitiserad med en maximal An-halt av 48 %. Den ursprungliga gabbro-diabastexturen är bevarad, och det deuteriska hornbländet uppträder i kort prismatiska, ljusgröna tavlor mellan plagioklaserna. För övrigt tillkommer rikligt med grönbrun biotit.

Gång 34 a är från en liten holme väster om Alholmen och genomsätter där en grå, finkornig gnejs. Blekt grönt hornblände, plagioklas (50 % An) och rödbrun biotit i nämnd ordning utgöra det dominerande mineralogiska inslaget (tab. 8). Texturen överensstämmer helt med den ovan beskrivna från gång 18.

Gång 27 b väster om Järnhaus genomsätter grå dioriter tillhörande massivet. Den är ett par m bred i likhet med en något östligare belägen parallellgång, vilken omgives av en röd gnejs. Gångarna stryka mot nordost med 70° västlig stupning. Prov 27 b är en finkornig, svart gabbrodiabas med väl bibehållen textur, liknande de två tidigare beskrivna gångarnas. Den enda påtagliga skillnaden är förekomsten av klinopyroxenrester i hornbländet (tab. 8) samt en något högre An-halt i den distinkt zonerade plagioklasen, varierande från 48 till 66 %. Klinopyroxenen är en färglös salit med $2V\gamma = 60^\circ$ och $c/\gamma = 43^\circ$ enligt två olika mätningar.

Från ön Hängenäfvén (= östra Otterön) härrör en grovkornig diabas (slipprov från Sver. Geol. Unders. :s samlingar). Den har en utpräglad ofitisk textur med långa, zonerade plagioklaslister, vilkas An-halt varierar mellan 58 och 73 %. Grönt hornblände bildar interstitiell utfyllnad mellan plagioklasstavarna. Alla nu nämnda gånger äro helt opåverkade av den gotiska förskiffringen och metamorfosen. De antagas därför vara intruderade tidigast i postgotisk tid.

Det förhållandet, att grönstengångar och pegmatiter ibland uppträder sida vid sida (se ovan), kan antagas bero på att i nämnda fall smältorna respektive lösningarna sökt sig fram utmed samma svaghetszoner i berggrunden.

Gångar av olivindolerit. Gångar av olivindolerit uppträda dels på sydvästra Aschön (pr. 78), dels på norra Ullerholmen (pr. 105). Strykningen hos dessa är i båda fallen ONO-lig med sydlig stupning, vilken på Ullerholmen varierar mellan 45° och 60° . Prov 78 och 105 äro svarta, finkorniga bergarter med väl bibehållna ofitiska texturer och en nästan identisk mineralogisk sammansättning (tab. 8). Pseudomorfoser efter olivin, omgivna av vackra koronabildningar, uppträda allmänt och innesluta ibland små rester av frisk olivin. Sistnämnda mineral har $2V\gamma = 80^\circ$ (medelvärde ur sex olika individ) i prov 78, vilket motsvarar 37 % Fe_2SiO_4 enligt Win-

chell, s. 191. I prov 105 äro motsvarande värden $2 V\gamma = 76^\circ$ (en mätning), vilket ger 45 % Fe_2SiO_4 . Pseudomorfoserna efter olivinkristallerna utgöras i vissa fall av en mörk, olivgrön serpentinsubstans, genomdragen av oregelbundna, malmfyllda sprickor. I andra fall förekommer en mörkröd iddingsit i centrum av koronabildningarna. Dessa äro alla likartade och omsluta den pseudomorfoserade olivinkärnan med en inre ring av färglös, prismatisk serpentin och en yttre av grön serpentin.

Plagioklaslisterna äro friska och vackert stegvis zonerade. I prov 105 gav ett individ följande anortithalter från kärnan mot randen: 76 %, 65 % och 49 %. I ett annat fall erhöles 68 % respektive 38 % An. Maximala An-halten i samma slipprov mättes till 80 %. I prov 78 gav ett individ 71 % respektive 38 % An-halt. Plagioklaslisterna äro ofta kraftigt deformerade och s-formigt böjda samt visa undulös utsläckning.

Klinopyroxenen bildar stora, sammanhängande fält, vilka innesluta plagioklaslisterna. Den är färglös eller pleokroitisk i ljusbrunt—mörkbrunt och har undulös utsläckning. Pyroxenerna i prov 105 gävo enligt fem olika mätningar ett medelvärde för $2 V\gamma = 44^\circ$ och $c/\gamma = 38^\circ$. I prov 78 erhöles likaledes såsom medelvärde av två olika mätningar $2 V\gamma = 48^\circ$ och $c/\gamma = 39^\circ$. En annan pyroxengrupp med lägre axelvinklar i prov 78 gav följande medelvärde av fyra olika mätningar: $2 V\gamma = 35^\circ$ och $c/\gamma = 42^\circ$. En zonarbyggd pyroxen från samma slipprov hade i kärnan $2 V\gamma = 39^\circ$ och $c/\gamma = 41^\circ$, medan randen gav $2 V\gamma = 46^\circ$ och $c/\gamma = 41^\circ$. Av ovanstående värden framgår, att klinopyroxenerna utgöras av en tidigare bildad Mg-rik, pigeonitisk varietet och en senare, något Mg-fattigare, augitbetonad pyroxen.

Olivindoleritgångarna äro, som ovanstående beskrivning visar, helt fria från kraftigare förskiffrings- och metamorfospåverkningar med undantag för den nämnda, obetydliga deformationen av plagioklas och pyroxen, som torde vara av mera lokal karaktär. Gångarna måste under alla omständigheter vara postgotiska eller yngre. På grund av petrografiska överensstämmelser med de permiska Kinnekullediabaserna skulle en eventuell likåldrighet med dessa kunna förmodas.¹

Block av jotnisk sandsten

Utmed stranden från Järnhus till området öster om Samuelstorp uppträda ett flertal m-stora, kantiga block av en rödgul, fossilfri sandsten. Vid sidan av dessa sannolikt lokala block förekomma mindre dylika, vanligen väl rundade, som äro spridda i det kvartära gruset över stora delar av Rackebyområdet. Sandstenen i blocken är diagonalskiktad och har vackert bevarade böljeslagsmärken.² En sorterad, kristallin kvartssandsten med väl rundade korn har följande mineralogiska sammansättning:

¹ Gångarnas ONO-liga strykning och petrografiska utbildning överensstämma väl med de av ASKLUND 1950 beskrivna yngre, förmodat postsiluriska gångarna på Koster.

² Dess utseende överensstämmer väl med den typiska jotniska sandstenen och skiljer sig däri- genom klart från den underkambriska sandstenen i Västergötland.

Kvarts	77.0 vol.-%	
Kalifältspat	9.0 »	
Plagioklas	7.0 »	
Sericit	5.2 »	
Epidot	1.8 »	
Zirkon	+	»
	<hr/>	
	100.0	»

En sandsten från ett annat block var osorterad och hade kantiga korn. På grund av de lokala blockens begränsade förekomst utmed stranden öster om Järnhaus kan man möjligen vänta sig fast anstående sandsten i sjön någonstades mellan Alholmen och Otterön.

Rackebymassivets regionala ställning och relativa ålder

Vid en genomgång av samtliga kartbladsbeskrivningar i Rackebys omgivning samt studium av slipprov och stuffsamlingar från Sveriges Geologiska Undersöknings museum har författaren kunnat konstatera en stor regional utbredning av grönstenar besläktade med Rackebymassivets. I första hand kunna ett par stråk av dylika grönstenar följas mot norr från Rackeby över Kållandsö—Värmlandsnäs och vidare in på bladen Säffle och Karlstad (fig. 9). På grundval av Sjökarteverkets magnetiska mätningar (Gustaf S. Ljungdahl 1922) kan ett sannolikt titanomagnetitrikt grönstensstråk följas från Rackebymassivet över sydvästra och västra Värmlandsnäs fram mot Harefjorden norr om Säffle. Ett andra stråk löper öster om Rackeby över Kållandsö och vidare utmed mellersta och östra Värmlandsnäs in på kartbladen Mässvik och Karlstad. Betydande grönstensområden av liknande typ förekomma också på följande lokaler och inom följande områden: Malma, Fridhems s:n och Villsberg, Bärebergs s:n (bl. Vänersborg), Strö—Gösslunda socknar (bl. Degeberg och Lidköping), Lyrestads s:n (bl. Mariestad, Töreboda) m. fl. Gemensamt för dessa grönstenar är en gabbroid struktur i de friska norit-gabbrovarieteterna, likartade mineralomvandlingar med hornbländegabbroida-granatamfibolitiska bergarter såsom slutprodukter och en praktiskt taget konstant frånvaro av olivin. I den mån olivin uppträder, är den alltid i växlande mängd knuten till pyroxenit-skillerstenar, vilka ofta äro associerade med massiven (ej observerade i Rackeby, se s. 13), såsom t. ex. i Malma och Villsberg, vid Torkelsrud (bl. Värmlandsnäs), på bladet Tidaholm och i Lyrestads s:n (ingen olivin här). Titanjärnmalmsförekomster äro vidare en vanlig företeelse, såsom t. ex. i Rackebymassivet, i Skafven, Otterstads s:n (bl. Lurö) och Tranebergs gruva i samma socken.

P. H. Lundegårdh (1950) har utfört spårelementanalyser av olika norit-gabbromassiv och samtidigt gjort en petrografisk jämförelse dem emellan. Undersökningen gäller Stavsjönoriten i Kolmården (B. Askund 1925) och

två olika norit-gabbromassiv dels sydväst om Slaka (bl. Mjölby) och dels norr om Nävelsjö nordost om Sävsjö i Småland. Nämda tre massiv visa enligt Lundegårdhs beskrivning en mycket likartad petrografisk utbildning. Vid genomgång av slipprov från dessa områden har förf. kunnat bekräfta detta samt dessutom konstatera likheten mellan dem och Rackebymassivet. Spårelementanalyserna av noriterna vid Stavsjö och Slaka visa, att dessa äro kromrika, med 100 resp. 150 g/ton, och sålunda att uppfatta såsom första differentiat trots avsaknaden av såväl olivingabbro som gabbro. Vid Nävelsjö är gabbbron ett tidigare differentiat ($Cr = 20$ g/ton), medan noriternas kromhalt är betydligt lägre, 2—10 g/ton. Gabbbron i Nävelsjö är emellertid alltför kromfattig för att enligt Lundegårdh utgöra ett första magmadifferentiat och antages därför vara associerad med och föregången av en kromrik, olivinförande gabbro eller peridotit, som skulle vara att finna på djupare nivåer eller på annat ställe i gabbrons närhet. Som exempel härpå omnämnes en peridotit med kromhalter på upp till 1.800 g/ton i Flisby s:n inom bl. Eksjö.

Spårelementanalys av ett generalprov från Rackebymassivets norit-gabbror (P. H. Lundegårdh 1957) gav följande värden: $Cr = 3$, $Co = 50$, $Ni = 50$ och $V = 200$ g/ton. Den låga Cr-halten tyder på att massivet skulle vara ett sent magmadifferentiat i likhet med nyss nämnda massiv vid Nävelsjö. De tidigare omtalade peridotitiska bergarterna och skillerstenarna, som ofta uppträda tillsammans med norit-gabbrogrönstenarna av Rackebytyp, kunna förmodas utgöra dessa grönstenars tidigmagmatiska motsvarigheter. Analysen på malmstuppen (pr. 1) å s. 17 gav för Cr och V mycket högre värden än generalprovet med 200 resp. 1.100 g/ton, medan halterna för Co och Ni voro 180 resp. 150 g/ton. Tredubblingen av Co- och Ni-halterna jämfört med generalprovet synes grovt räknat vara direkt proportionell mot det totala opakmalminnehållet i de båda proven, vilka också visa ett motsvarande förhållande. Ingen rimlig förklaring kan däremot ges till de sex- respektive sjuttiofaldigt högre vanadin- och kromhalterna i den malmrika grönstenen jämfört med motsvarande halter i generalprovet. Då en viss osäkerhet ofta vidlåder de spektrografiska V- och Cr-bestämningarna i högre koncentrationsområden, måste värdena i den malmrika grönstenen dock tagas med en viss reservation.

Ett massiv, som på petrografiska grunder borde sammanföras med här omtalade norit-gabbrogrupp, är den tidigare nämnda Nygårdsplutonen i Närke. En stor del av slipsamlingarna från detta område har genomgåts av förf., som härigenom ytterligare förstärkts i intrycket av släktskapen mellan denna intrusion och Rackebymassivet.

Vid sidan av nu nämnda grönstensgrupp synas ytterligare två dylika kunna urskiljas. Den ena av dessa visar sig vara betydligt äldre på grund av sin nära association med gnejsformationen och växellagrar med denna i form av större och mindre amfibolitiska lager, i ålder sannolikt jämförbara med gnejsen.

Den andra gruppen utgöres av de s. k. hyperiterna. Dessa ha en mycket

stor regional utbredning och kunna följas i en bred, tämligen distinkt avgränsad zon från Skåne över Smålands Taberg (S. Hjelmqvist 1950) och vidare mot norr utmed gränsen mellan det väst- och östsvenska urberget upp till norra Värmland och in i Norge. En sammanställning av olika data om hyperiterna i åtta kartbladsbeskrivningar från Värmland och Västergötland samt genomgång av slippov ur W. Larssons samlingar från Enåsa och Torsö socknar på bl. Mariestad och Ölme s:n å bl. Nyed ge följande bild av dessa bergarters viktigaste egenskaper. De friska varieteterna äro alltid utpräglat ofitiska och sakna sällan eller aldrig olivin, vilket mineral ofta finns i stora kvantiteter (jfr även Hjelmqvist 1950, s. 34). För övrigt uppträda såväl ortosom klinopyroxen i bergarterna. Klinopyroxen är betydligt oftare företrädd och då vanligen genom en pigeonitisk typ med relativt låg axelvinkel enligt Hjelmqvist. Genom omvandlingar såväl vid gränsen mot omgivande gnejs som i inre zoner ge hyperiterna upphov till hyperitdioriter och granatamfiboliter, ofta med bibehållen ofitisk struktur, av vilken det genetiska sambandet med de friska hyperiterna framgår. Hyperiterna äro vidare associerade med titanomagnetitförekomster, av vilka några få blivit föremål för brytning, såsom Smålands Taberg och Ransberg på bl. Karlsborg m. fl. I kemiskt hänseende råder stor likhet mellan de friska och omvandlade hyperiterna, vilket framgår av analyser från bl. Nyed (N. H. Magnusson 1929). En jämförelse mellan dessa och analyser av noriterna från Nygårdsplutonen visar också stora överensstämmelser. Denna kemiska likhet mellan hyperiterna och Nygårdsplutonens noriter har tidigare observerats av W. Larsson 1934. Tilläggas bör, att hyperiterna i likhet med norit-gabbrokomplexen uppvisa lågtemperaturoptik i sina plagioklaser (W. Larsson 1940).

Till åldern äro såväl hyperiterna som norit-gabbrokomplexen yngre än omgivande gnejser, vilka emellanåt genomsättas av apofyser utgående från båda nämnda grönstenskomplex. (Betr. Rackebymassivet se s. 7.) Norit-gabbrokomplexets åldersställning belyses vidare av nedanstående. Från Rackeby i söder över Kållandsö och Värmlandsnäs till Harefjorden i norr kan man följa gnejser och grönstenar med i huvudsak västliga stupningar (fig. 9). I sistnämnda område stupa lagren in under den s. k. Gillbergaskålen (N. H. Magnusson 1929 a), vilken uppbygges av den gotiska Åmålsserien jämte Åmåls-Kroppefjällsgraniter. Hela nämnda område bildar en östlig skänkel av en vidsträckt skål med de djupaste partierna ute i Väneren och innefattar i sin nordliga del hela Gillbergaskålen (se fig. 9). De med Rackebygrönstenarna mycket likartat uppbyggda norit-gabbrogrönstenarna kring Harefjorden och väster därom på bladet Säffle (fig. 9) genomsätta Åmålsseriens bergarter samt förekomma som inneslutningar i Åmålsgraniterna. En korrelation mellan nämnda grönstenar och Rackebymassivet skulle göra det sistnämnda äldre än Åmåls-Kroppefjällsgraniterna men yngre än Åmålsserien. Till samma resultat kommer man, om Rackebynoriterna antagas motsvara noriterna i Lyrestads s:n och i Stavsjö. Båda dessa massiv genomsättas nämligen av graniter av säker respektive förmodad gotisk ålder (= sengo-tisk enligt N. H. Magnusson och P. H. Lundegårdh). Samma ålder ha san-

nolikt också de tidigare nämnda Malma-Villsbergsmassiven på bl. Vänersborg, medan grönstensstråket över bl. Levene (= Vänersborg NO), mestadels bestående av amfiboliter, snarast i ålder är jämförbart med gnejserna på grund av en intim växelagring med dessa enligt W. Larsson. Detsamma synes gälla även för sydöstra delen av bl. Degeberg, där grönstenarna bilda direkt fortsättning av stråken från bl. Levene. Det mera homogena stora grönstensområdet i östra delen av bl. Degeberg, som sträcker sig in på bl. Lidköping, ansluter sig nog närmast till Rackebymassivet i åldersavseende, bl. a. genom tidigare nämnda petrografiska likheter.

På grund av hyperiternas speciella textur och mineralogiska utbildning samt deras kemiska släktskap med norit-gabbroserien är det icke helt uteslutet, att de kunna betraktas såsom den hypabyssiska motsvarigheten till den abyssiska norit-gabbroserien. Detta har tidigare anförts av W. Larsson (1935) vid en jämförelse mellan hyperiterna och noriterna i Nygård. På grund av den likartade, ganska framträdande förskiffring och metamorfos, som både norit-gabbroserien och hyperiterna genomgått, ligger det nära till hands att såsom Magnusson 1936 antaga, att hyperiterna åtminstone äro äldre än den sengotiska (= gotisk enl. W. Larsson) vecknings- och förgnejsningsepoken. I sista upplagan av Sveriges geologi (N. H. Magnusson 1957) ha hyperiterna antagits vara ännu äldre och huvudsakligen omformade redan vid en tidiggotisk (= pregotisk enl. W. Larsson) veckning. Denna veckning skulle ha träffat det äldsta gotiska ledet (= den äldre järngnejsserien enligt W. Larsson), till vilken hyperiternas förekomst huvudsakligen synes vara knuten.

Hjelmqvist (1950) uppfattar den ovannämnda förskiffringen av hyperiterna som en lokal företeelse och förmodar i likhet med B. Asklund (1950), att hyperiterna framträngt och förskiffrats i samband med Dalformationen veckning.

Summary

THE RACKEBY NORITE-GABBRO MASSIF, WESTERN SWEDEN

The greenstone massif examined is situated in the Rackeby parish near the town of Lidköping in the county of Västergötland, Southern Sweden. The size and shape of the massif is displayed in the map p. 4. It has intruded into the anticlinal parts of an old folded high-metamorphic gneiss complex presumably of supracrustal origin. The latter is of pre-Gothian age according to W. Larsson (1956) and constitutes the upper part of the West-Swedish iron-gneiss series. According to the nomenclature given by N. H. Magnusson in 1957, this corresponds to a Middle Gothian age.

The massif exposes to view various noritic-gabbroic rocks with internal transitions. Different degrees of metamorphism have been met with, both peripherally and centrally, giving rise to urallite-gabbros, hornblende-gabbros, amphibolites, and garnet amphibolites. In the outer rim, rocks contami-

nated with assimilated matter occur to a certain extent in the shape of quartz-gabbro, diorite, and quartz-diorite. Inside the borders of the massif, as well as in the surrounding gneisses, pegmatites and aplites are frequently met with. Moreover the massif has been penetrated by the following kinds of basite dikes, in order from oldest to youngest: 1. Porphyritic dikes. 2. Dikes with gabbroic-doleritic texture. 3. Dikes of olivine-dolerite.

The mineralogical composition (% by vol.) of all different rocks of the massif is seen in the diagram Fig. 1. The noritic-gabbroic rocks show a well preserved primary gabbroic texture. The crystallization of the plagioclase seems as a rule to have started before that of the pyroxene. Fig. 2 shows that the plagioclase is of low-temperature origin, with about 55—76 % An. Optical data of the ortho- and clinopyroxenes are given in Table 1 and 2. The orthopyroxenes, which are the most important of the pyroxenes, can be divided into one Fe-rich group (40—45 % FeSiO_3) and one group poor in Fe (25—33 % FeSiO_3). The Fe-rich group is confined to the southern and western part of the intrusive body. The iron-rich area mentioned is supposed to correspond to the normal concentration of iron as usually met with at the top of a differentiated basaltic magma. Owing to the shape of the massif, higher levels outcropping in the northern part of the area, the iron-rich zone has here been exposed to erosion, and has thus been removed to a large extent (see the map p. 4).

The clinopyroxene does not show any zoning in the massif similar to that of the orthopyroxene. According to the plotting in the diagram Fig. 3 the clinopyroxene can be divided into one Fe-rich salite-augite and one Mg-rich endiopside. The average content of ore minerals in the norite-gabbro is rather high, amounting to 11.7 % by vol. (see Table 4). The corresponding value for the metamorphic uralite-hornblendegabbro is 7.1 %. In the completely recrystallized amphibolites, the ore content is still lower. This fact has led to the supposition that ore minerals have possibly been transported and partly concentrated during the phase of metamorphism which also caused the amphibolitization in the massif. The richest concentration of ore minerals is situated close to Järnåhus. The composition here and at other places is seen from Table 4. The ore minerals consist mainly of separated grains of magnetite and ilmenite. No laminated titanomagnetite has been found. The proportions between Ti and Fe are about one to ten (Table 4).

Tables 3 and 5 give the optical data for hornblende and epidote. Common green hornblende, Mg-rich cummingtonite and antophyllite, partly secondary after orthopyroxene, have further been observed.

By successive secondary mineral alteration, the fresh norite-gabbro changes into uralite- and hornblende-gabbro. The plagioclase in these rocks is a trifle less calcareous, with an An-content of 50—60 %. Pyroxene has been replaced by hornblende, and new minerals are formed, such as epidote, chlorite, and sericite (Fig. 1). In certain zones of the massif, the uralite- and hornblende-gabbros have recrystallized into fibrous amphibolites and garnet amphibolites owing to the directed stress, which was probably caused by the

folding of the Åmål series. A hydrothermal-pneumatolytic activity, too, has been observed here, resulting in the formation of biotite, scapolite, and tourmaline. As to the mineralogical composition of the marginal rocks, the reader is referred to Table 6. The rocks mentioned are supposed to be products by reaction between the gabbro magma and the surrounding gneisses.

A supracrustal volcanic division seems to have been the source of the gneiss complex surrounding the gabbro massif. (See Table 7.) The banded grey fine-grained plagioclase gneiss, which appears as small relict areas in the more coarse-grained porphyritic gneiss, is thought to form the intermediate stage between a primary nonmetamorphic supracrustal series and the high-metamorphic porphyritic gneiss mentioned. Figs 4, 5, 6, 7, and 8 show some features of the gneiss complex in the mapped area.

The massif is definitely younger than the surrounding gneiss, as is shown by a norite apophysis cutting the gneiss S. S. W. of Järnåhus.

Noritic-gabbroic massifs similar to that at Rackeby seem to be rather common and are in part supposed to be of the same age. By means of magnetic indications two strings of noritic-gabbroic basites can be followed in a northerly direction (Fig. 9). When correlated with the greenstones on the map sheet Säffle (Magnusson 1929), which are enclosed in the Gothian granites of the Gillberga basin, the Rackeby massif should belong to the Gothian (the Late Gothian according to Magnusson and Lundegårdh). The amphibolitization and schistosity of the massif should thus be due to the folding of the Åmål series. This agrees with the well-founded opinion by W. Larsson that the thrust fault immediately to the east of Rackeby (see Fig. 9) has a Gothian age.

Besides a brief description of the greenstone dikes in the area (Table 8), some finds of Jotnian sandstone-boulders are reported.

Finally the age of the West-Swedish hyperites as compared with the Rackeby massif is discussed.

Litteratur

S. G. U. = Sveriges Geologiska Undersökning.

G. F. F. = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.

- Asklund, B., 1923: Petrological studies in the neighbourhood of Stavsjö at Kolmården. S. G. U. Ser. C, N:o 325.
- 1950: Kosteröarna, ett nyckelområde för västra Sveriges prekambrika geologi. S. G. U. Ser. C, N:o 517.
- Deer, W. A. och Wager, L. R., 1937: Two new pyroxenes included in the system clinoenstatite, clinoferrosilite, diopside, and hedenbergite. *Min. Mag.*, vol. 25, s. 22.
- Geijer, P. 1930: On the iron-rich norite of Akkavare (Sjaunja). G. F. F., Bd 52, H. 4, s. 391—397.
- Hess, H. H., 1941: Pyroxenes of common mafic magmas. *The Amer. Mineral.*, Vol. 26, s. 516—519.
- Hess, H. H. och Phillips, A. H., 1940: Optical and chemical composition of magnesian orthopyroxenes. *The Amer. Mineral.*, Vol. 25.
- Hjelmqvist, S., 1941: The titaniferous iron-ore deposit of Taberg in the south of Sweden. S. G. U. Ser. C, N:o 512.
- Högbom, Alvar, 1925: Beskrivning till kartbladet Mariestad. *Berggrunden*. S. G. U. Ser. Aa, N:o 163.
- 1931: Beskrivning till kartbladet Lugnås. *Urberggrunden*. S. G. U. Ser. Aa, N:o 172.
- Johannsen, 1931: Petrography. Vol. II.
- Johansson, H. E. och Willén, N., 1926: Beskrivning till kartbladet Karlsborg. S. G. U. Ser. Aa, N:o 162.
- Johansson, S. och Sundius, N., 1943: Beskrivning till kartbladet Lidköping. *Urberggrunden*. S. G. U. Ser. Aa, N:o 182.
- van der Kaaden, G., 1951: Optical studies on natural plagioclase feldspars with high- and low-temperature-optics. s-Gravenhage.
- Karlsson, V., 1870: Beskrivning till kartbladet Degeberg. S. G. U. Ser. Aa, N:o 38.
- Krokström, T., 1932 b: On the ophitic texture and the order of crystallization in basaltic magmas. *Bull. of the Geol. Instit. of Uppsala*, Bd 24.
- Larsson, W., 1935: Der Nygård-Pluton. *Bull. of the Geol. Instit. of Uppsala*, Bd 25, N:o 2.
- 1940: Petrology of interglacial volcanics from the Andes of northern Patagonia. *Bull. of the Geol. Instit. of Uppsala*, Bd 26, N:o 2.
- 1956: Beskrivning till kartbladet Värvik. *Berggrunden*. S. G. U. Ser. Aa, N:o 187.
- Lindström, Axel, 1887: Beskrifning till kartbladet Venersborg. S. G. U. Ser. Ab, N:o 11.
- Ljungdahl, Gustaf S., 1922: Undersökning av magnetiska deklinationen inom anomalierna vid Vänern år 1914, 1916 och 1917. Kungl. Sjökartverket. Jordmagnetiska publikationer N:o 2.
- Ljunggren, P., 1956: Complete and incomplete granitizations. G. F. F., Bd 78, H. 4, s. 642.
- Lundegårdh, P. H., 1950: Några noriter från Östergötland och Småland. G. F. F., Bd 72, H. 3.

- Lundegårdh, P. H., 1953: Petrology of the Mölndal-Styrsö-Vallda region in the vicinity of Gothenburg. S. G. U. Ser. C, N:o 531.
- 1957: The titaniferous ore-bearing gabbro of Helsingland, Central Sweden. S. G. U. Ser. C, N:o 549.
- Magnusson, N. H., 1929: Beskrivning till kartbladet Säffle. Berggrunden. S. G. U. Ser. Aa, N:o 167.
- 1929 a: Gillbergaskälens byggnad. S. G. U. Ser. C, N:o 360.
- 1929 b: Beskrivning till kartbladet Nyed. Berggrunden. S. G. U. Ser. Aa, N:o 144.
- 1933: Beskrivning till kartbladet Karlstad. Berggrunden. S. G. U. Ser. Aa, N:o 174.
- 1936: The evolution of the lower Archaean rocks in Central Sweden. Q. J. Geol. Soc., Vol. 92.
- 1957: Sveriges Geologi. Berggrunden. 3:dje uppl.
- Munthe, Henr., 1905: Beskrifning till kartbladet Sköfde. S. G. U. Ser. Aa, N:o 121.
- 1906: Beskrifning till kartbladet Tidaholm. S. G. U. Ser. Aa, 125.
- Poldervaart, A., 1950: Correlation of physical properties and chemical composition in the plagioclase, olivine, and orthopyroxene series. The Amer. Mineral., Vol. 35.
- Sandegren, R., 1927: Beskrivning till kartbladet Lurö. S. G. U. Ser. Aa, N:o 166.
- Sandegren, R. och Johansson, H. E., 1920: Beskrivning till kartbladet Mässvik. S. G. U. Ser. Aa, N:o 148.
- 1920: Beskrivning till kartbladet Värmlandsnäs. S. G. U. Ser. Aa, N:o 143.
- Sandegren, R., Högbom, Alvar och Svenonius, Fredr., 1922: Beskrivning till kartbladet Väse. S. G. U. — Ser. Aa, N:o 151.
- Seitsaari, J., 1952: On association of cummingtonite and hornblende. Contrib. Min. geol. inst., N:o 287.
- Westergård, A. H. och Johansson, H. E., 1915: Beskrivning till kartbladet Töreboda. S. G. U. Ser. Aa, N:o 139.
- Winchell, A. N., 1947: Elements of Optical Mineralogy. Part II.
-

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Aa med beskrivning är 10:— kr, för karta enbart 8:— kr.
(Price: map sheet + descriptive text Sw. cr. 10:—, map sheet Sw. cr. 8:—)

- N:o 197 *Laholm* av W. LARSSON och C. CALDENIUS. T. v. utan beskrivning
 » 198 *Halmstad* av W. LARSSON och C. CALDENIUS. » » »
 » 199 *Uppsala* av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. With English summaries. 1956

Ser. Ad. Agrogeologiska kartblad i skalan 1 : 20 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Ad med beskrivning är 8:— kr, för karta enbart 6:— kr.
(Price: map sheet + descriptive text Sw. cr. 8:—, map sheet Sw. cr. 6:—)

- N:o 1 *Hardeberga* av G. EKSTRÖM. 1947, karta med beskrivning
 » 2 *Lund* » » 1953, » » »
 » 3 *Revinge* » » » t. v. utan beskrivning
 » 4 *Löberöd* » » » t. v. »
 » 5 *Örtofta* » » » t. v. »
 » 6 *Kävlinge* » » 1955, t. v. »
 » 7 *Teckomatorp* » » 1955, t. v. »
 » 8 *Trollenäs* » » 1955, t. v. »
 » 9 *Bosjökloster* » » 1956, t. v. »

Årsbok 50 (1956)

- N:o 545 BÄTH, M., An earthquake catalogue for Fennoscandia for the years 1891—1950. 1956 3,00
 » 546 ÅHMAN, E., De glasiga diabasgångarna i Djupviks kalkbrott, Björkviks s:n, Södermanland. — With English abstract. 1957 2,00
 » 547 LUNDBLAD, B., On the stratigraphical value of the megaspores of *Lycostrobos scottii*. 1956 1,00
 » 548 REDAELLI, L., A petrological investigation in Lake N. Dellen by means of frog-man equipment. 1957 2,00
 » 549 LUNDEGÅRDH, P. H., The titaniferous ore-bearing gabbro of Helsingland, Central Sweden. 1957 2,00

Årsbok 51 (1957)

- N:o 550 LUNDQVIST, J., Övre Klarälvsdalens kvartärgeologi. — With English summary. Med 3 planscher. 1957 5,00
 » 551 LUNDQVIST, J., Geokronologiska undersökningar i Värmland. Med en plansch — With English summary. 1957 2,50
 » 552 SUND, R. B., Nyare undersökningar inom nordöstra Upplands berggrund. — With English abstract. — 1957 3,00
 » 554 LUNDQVIST, J., C¹⁴-dateringar av rekurrensytor i Värmland. — English summary: C¹⁴-determinations of recurrence surfaces in Vermland, western Sweden. 1957 2,00
 » 555 ÅHMAN, E., Degerberget, Baggen och Kluntarna. Några drag ur Piteområdets berggrundsgeologi. — With English abstract. 1957 2,50
 » 556 ASSARSSON, G., Kristallisationserscheinungen und Paragenese in den Systemen der Alkalichloride — Erdalkalichloride — Wasser. 1957 2,00
 » 557 LUNDQVIST, G., C¹⁴-analyser i svensk kvartärgeologi. — With English summary. 1957 2,00

Forts. å omslagets 4:de sida

Årsbok 52 (1958)

- N:o 558 STÅLHÖS, G., Rackebymassivet; ett västsvenskt norit-gabbrointrusiv.—With English summary. 1958 4,00

Ser. Ba.

- N:o 14 Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström. Skala 1:400000
 Mellersta bladet, tryckt 1947 15,00
 Södra bladet, tryckt 1948 15,00
 Norra bladet, tryckt 1949 15,00

Ser. Ca.

- N:o 27 CALDENIUS, C., and LUNDSTRÖM, R., The landslide at Surte on the river Göta älv.—Special chapters by B. FELLENIUS and E. MOHRÉN. With 5 plates. 1956 16,00
 » 31 BORELL, R., och OFFERBERG, J., Geokronologiska undersökningar inom Indalsälvens dalgång mellan Bergeforsen och Ragunda.—Med 6 planscher With English summary. 1955 3,50
 » 37 GAVELIN, S., och KULLING, O., Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. Karta i skala 1:400000. With English summaries. 1955. 45,00

Rapporter och meddelanden i stencil

1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning. 1—2. 1931 (Kartorna utgångna) 15,00
 2. Sveriges lodade sjöar. Sammanställning av K. E. Sahlström 1945 3,00
 3. Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940—48 av O. H. ÖDMAN. Med 4 kartor 4,00

PRINTED IN SWEDEN

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Drottninggatan 20. Stockholm 16.