

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 484.

ÅRSBOK 41 (1947) N:o 3.

DEN ULTRABASISKA GABBRON
I ROSLAGEN

AV

PER H. LUNDEGÅRDH

*Summary: The Ultra-Basic Gabbro of Roslagen,
Central Sweden*

MED 1 PLANSCH

Pris 1 krona

STOCKHOLM 1947
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
471034

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 484.

ÅRSBOK 41 (1947) N:o 3.

DEN ULTRABASISKA GABBRON
I ROSLAGEN

AV

PER H. LUNDEGÅRDH

*Summary: The Ultra-Basic Gabbro of Roslagen,
Central Sweden*

MED 1 PLANSCH

STOCKHOLM 1947

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

471034

Innehållsförteckning.

	Sid.
I. Inledning	3
II. Den ultrabasiska gabbrons förhållande till angränsande bergarter	8
III. De ultrabasiska gabbroförekomsternas byggnad	16
A. Grovstanäsmassivet	16
B. Rådmansömassivet	19
C. Beatebergsmassivet	22
D. Ruggsättramassivet	23
E. Storsjö- och Fastarbymassiven	23
F. Övriga massiv. Gångar	23
IV. Den ultrabasiska gabbrons petrografi	26
A. Inledande översikt	26
B. Anortosit	27
C. Olivingabbro	28
D. Peridotit	30
E. Pyroxengabbro	32
F. Amfibolgabbro	33
G. Ultrabasiska gångbergarter	34
V. Den ultrabasiska gabbrons kemi	35
VI. Sammanfattning. Geologiska paralleller	42
VII. Summary	43
VIII. Litteraturförteckning	48

I. Inledning.

Den omväxling i bergartsinnehåll och tektonisk utformning som kännetecknar sydöstra delen av Stockholms skärgård och gjort detta område till ett klassiskt exkursionsmål saknas i Norra skärgården och angränsande delar av det uppländska fastlandet (jfr N. Sundius 1939 och 1947 samt P. H. Lundegårdh 1946). Roslagen är fattig på leptitbergarter, dess urgranitsvit visar icke någon faciesväxling och tektonisk påverkan liknande den man möter i Ornö huvud med dess bekanta bandserie (se A. G. Högbom 1910). Tvärtom förlänas berggrunden en prägel av enformighet genom den dominerande ställning en grå, plagioklas-hornblendebetonad gnejsgranit intager. I övrigt representeras urgranitsviten i betydande omfattning av grå gnejsgranit med skära mikroklinögon (Vaxholmsgranit) och gråröd till röd mikroklingranit, medan däremot gabbroida, dioritiska och syenitiska differentiat äro mindre vanliga. Gryet i de olika uppräknade bergarterna är oftast medelkornigt.

I strukturellt hänseende kännetecknas Roslagens urgraniter av god stänglighet, i genomsnitt medelbrant och riktad mot öster (jfr översiktskartan, plansch 1). Däremot är skiffriheten i regel mindre framträdande om än fullt

skönjbar, särskilt genom att den varit vägledande för talrika sprickor och eruptivgångar. Översiktskartan visar, att skiffrigheten domineras av nordöstliga till östliga strykningar. Endast en omböjning kan iakttagas, nämligen den som markeras av Östra Saxarfjärden och Södra Ljusterö.

Deformationen av Stockholmskärgårdens urgraniter synes företrädesvis ha ägt rum i samband med deras bildning (se sid. 12 samt Sundius 1939, sid. 23—24). Att berggrunden dock även senare påverkats av tryck visar den stänglighet som utbildats t. o. m. i enstaka till Stockholmsgraniten hörande gångar.

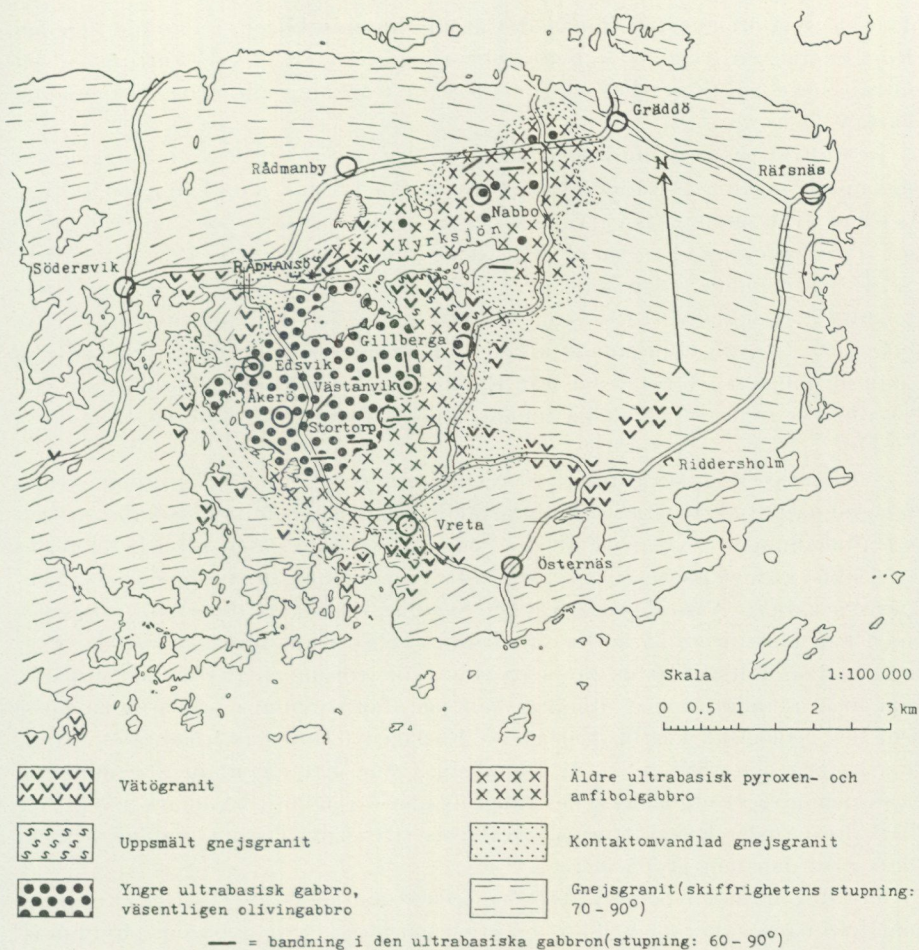
Av bergarter äldre än urgranitsviten förtjänar särskilt en att uppmärksammas, nämligen den amfibolit som uppträder i form av skivor och brottstycken i den grå gnejsgraniten. Skivorna följa städse skiffrighetsplanet, brottstyckena äro i regel utdragna till spolar längs stängligheten. I norra Roslagen alternerar denna metabasit ofta med lager av grå, delvis gnejsig leptit.

Även yngre amfibolit förekommer rikligt i Roslagen. Denna bergart har i mycket stor utsträckning intruderat längs gnejsgranitens skiffrighetsplan, och dess gångar kunna följaktligen vara svåra att skilja från de ovannämnda skivorna. Intressant är, att den yngre amfiboliten åtföljes av en andesitisk metalamprofyr, vilken trots sin surare beskaffenhet visat sig vara ett tidigt differentiat (se N. H. Magnusson 1940, sid. 44—46, och P. H. Lundegårdh 1946, bl. a. sid. 148). Såväl metalamprofyren som den äldre och yngre amfiboliten äro finkorniga, granoblastiska bergarter.

En mera självständig, genombrytande intrusionsteknik visas av Stockholmsgraniten och dess pegmatit, vilken senare också markerar slutet av magmatisk aktivitet i Roslagen (frånsett några små diabasstråk). Utbildade som gångar följa emellertid även dessa bergarter ofta urgranitens skiffrighetsplan.

I stort sett *genomgående diskordans* finner man endast hos de gabbromassiv som inlagts på översiktskartan. Här återspeglas en tektonik som omedelbart leder tanken till den typ av intrusioner H. Cloos givit benämningen *plutoner* (Cloos 1936, sid. 67 ff.).

Icke allenast den yttre formen klassificerar dessa massiv som anmärkningsvärda element av Roslagens berggrund. Även innehållet väcker intresse. Gabbbron i dem är nämligen *genomgående ultrabasisk*. Dess huvudbeståndsdel utgöres av en synnerligen kalkrik fältspat, en plagioklas som visat sig innehålla omkring 90 % anortit (kalkfältspat) och följaktligen bör klassificeras som bytownit övergående i anortit. I övrigt består gabbbron av olivin med serpentin (den senare övervägande deuterisk), diallag, hypersten, oxidmalm och hornblende i växlande proportioner men vanligen knutna så till varandra, att den resulterande bergarten är en *olivingabbro* (bytownit-anortit eller anortit, olivin med serpentin och, oftast, åtskilligt diallag), en *diallaggabbro* (bytownit-anortit och diallag), en *norit* (bytownit-anortit eller bytownit, diallag och hypersten) eller en *amfibolgabbro* (bytownit-anortit samt stundom primärt, men oftare deuteriskt eller sekundärt hornblende). Oxidmalmen, övervägande deuterisk magnetit i de olivinrika, primär titanomagnetit i de pyroxenrika varieteterna, är i mängd underordnad de övriga beståndsdelarna. Den är rikligast företrädd i noriten, där den ofta utgör ett väsentligt mineral.



P. H. L. 1947.

Fig. 1. Rådmansömassivet med omnejd. Kartbilden efter E. Svedmark 1885 och T. Du Rietz 1929. Reviderad och kompletterad av P. H. Lundegårdh 1946.

The Rådmansö region. A petrological map compiled from investigations by E. Svedmark, T. Du Rietz and P. H. Lundegårdh. The fat symbols of schistosity refer to the banding of the ultra-basic gabbro. The legend is composed as follows (the youngest rock mentioned first): Vätö granite; remelted gneiss-granite; late plutonic gabbro, mainly olivine-gabbro (ultra-basic intrusion II); early plutonic pyroxene- and amphibole-gabbro (ultra-basic intrusion I); contact-metamorphic gneiss-granite; gneiss-granite (The striation runs // the schistosity). Scale 1 : 100 000.

Det största massivet av ultrabasisk gabbro är beläget på Rådmansö öster om Norrtälje (fig. 1). Förekomster av betydande omfång finnas även nära Penningby slott söder om Norrtälje (Grovstanäsmassivet, fig. 2) samt vid Beateberg SV om Norrtälje (Beatebergsmassivet). Medelstorlek kännetecknar Ruggsättra- och Storsjömassiven, vilka ligga NÖ resp. NNÖ om Österskär. Av mindre förekomster lägger man i första hand märke till Mellingeholmsmassivet strax söder om Norrtälje, Fastarbymassivet NNÖ om Österskär, samt Sundbymassivet på Bogesundslandet, mellan Djursholm och Vaxholm.

Talrika småförekomster finnas dessutom, huvudsakligen i området mellan Ruggsätra-, Grovstanäs- och Beatebergsmassiven, d. v. s. i centrum av det ultrabasiska gabbrostråket så som dess utsträckning framgår ur översiktskartan.

Den ultrabasiska gabbbron i Roslagen tilldrog sig tidigt de svenska geologernas uppmärksamhet. Rådmansömassivet upptäcktes av Axel Erdmann år 1842 och har även omnämnts i tryck av denne (Erdmann 1846, sid. 225, och 1855, sid. 158). Sedermera har den ultrabasiska gabbbron studerats av P. Öberg (1872), A. E. Törnebohm (1877, sid. 43—48), E. Svedmark (1885 a), T. Du Rietz (1929), H. Backlund (1930) samt författaren (P. H. Lundegårdh 1941, 1943 och 1946). Av de uppräknade arbetena koncentrerar sig Öbergs på kemiska data för mineral och bergarter från Rådmansömassivet. Även Törnebohms och Svedmarks rent petrografiska undersökningar bygga på material från detta område.

Svedmarks Rådmansöstudie är synnerligen detaljrik. Den grundar sig på noggranna fältiakttagelser och omfattande mikroskopiska undersökningar. Såväl i inledningen (Svedmark 1885 a, sid. 12—13) som på en till arbetet fogad översiktskarta skisseras också den totala utbredningen av Roslagens ultrabasiska gabbro. Visserligen använder Svedmark icke attributet »ultrabasisk», men han klassificerar å andra sidan som gabbro i huvudsak endast de bergarter vilkas fältspat är en »anortit» (bytownit till anortit). Flertalet grönstenar med labradorfältspat utgallar han som diorit. Samma principer ha följts vid det geologiska kartbladsarbetet i Roslagen i slutet av 1800-talet (Svedmark 1883 och 1885 b—c, A. Blomberg 1889). Ett iögonfallande undantag från denna regel utgör dock det tidiga bladet Vaxholm (Svedmark 1883), där det ultrabasiska Ruggsätramassivet trots sitt relativt stora omfång betecknats med dioritens gröna färg.

Ett steg framåt i petrografiskt hänseende markeras av Du Rietz' uppsats om Rådmansögabbbron. Särskilt reaktionsgårdarna kring gabbrons olivin-individer ha ingående studerats av Du Rietz. Denne har emellertid icke till behandling upptagit de säregna petrologiska förhållanden som råda såväl kring som inom Roslagens olika ultrabasitmassiv. Härigenom har han kommit fram till en uppfattning om Rådmansögabbrons geologiska ställning som sedermera visat sig vara ohållbar (se nedan), en uppfattning som innebär att gabbbron ifråga skulle vara äldre än den omgivande urgraniten.

Backlunds skrift betonar vikten av att moderna optiska analysmetoder i ökad omfattning användas vid fältspatundersökningar, särskilt när det gäller så kalkrika och därigenom sällsynta plagioklaser som den i Rådmansögabbbron förekommande. Backlund har tillämpat den av ryssen Fedorov i mineraloptiken introducerade universalmethodiken (jfr M. Berek 1924) på sitt material.

I en av mina egna uppsatser (P. H. Lundegårdh 1941) har jag sökt kemiskt och optiskt närmare klassificera fältspaten i ett annat av Roslagens ultrabasiska gabbromassiv, det vid Grovstanäs söder om Norrtälje. År 1943 publicerade jag resultaten av en petrografisk studie av detta massiv. Jag kunde här visa, att den ultrabasiska gabbbron är yngre än den omgivande gnejsgraniten

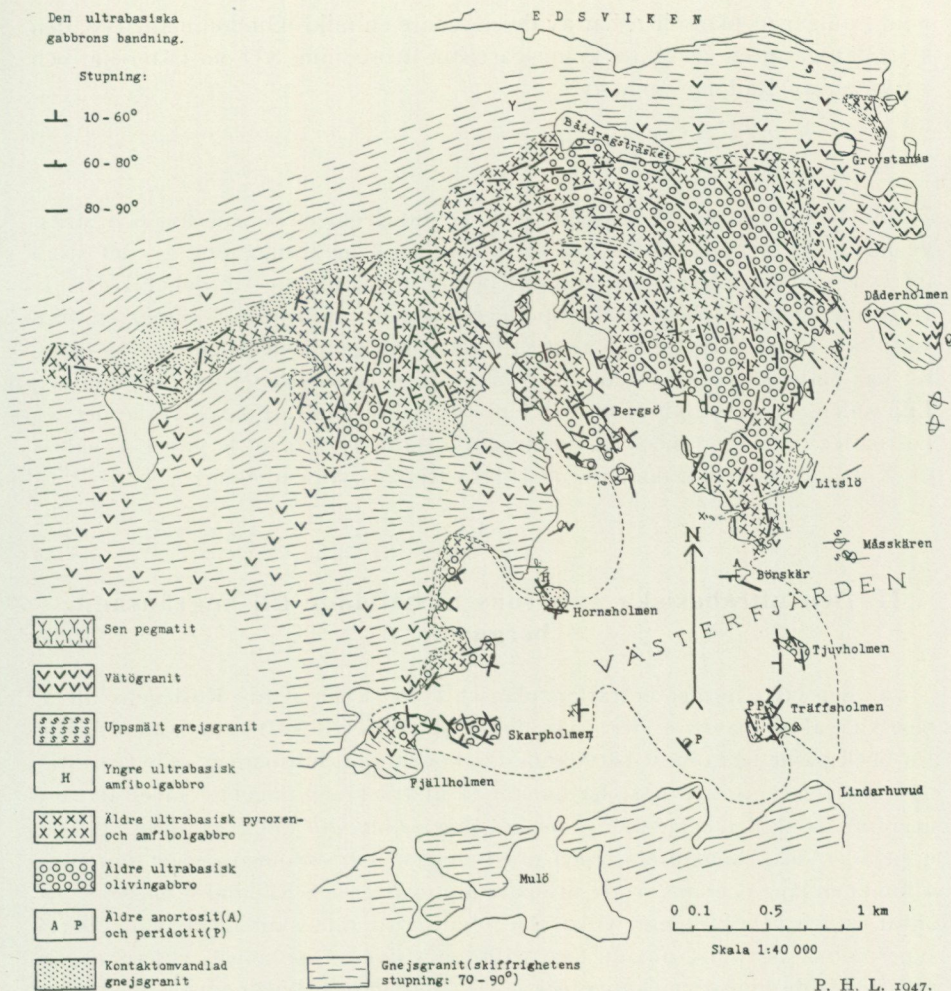


Fig. 2. Grovstanäsmassivet med omnejd. Kartbilden efter P. H. Lundegårdh 1943. Kompletterad 1944 och 1946.

The Grovstanäs region. A petrological map by P. H. Lundegårdh. The fat symbols of strike and dip refer to the banding of the ultra-basic gabbro. The legend is composed as follows (the youngest rock mentioned first): late pegmatite; Vätö granite; re-melted gneiss-granite; late brecciating amphibole-gabbro (ultra-basic intrusion II); early plutonic pyroxene- and amphibole-gabbro, early plutonic olivine-gabbro, early plutonic anorthosite and peridotite (ultra-basic intrusion I); contact-metamorphic gneiss-granite; gneiss-granite (The striation runs // the schistosity).
Scale 1 : 40 000.

men äldre än traktens olika eruptivgångar. År 1946 fogade jag slutligen i ett sammanfattande arbete över Mellersta Roslagens bergarter några tillägg till mina tidigare undersökningar av Grovstanäsgabbron, särskilt beträffande dess bandning och kemiska sammansättning. I denna avhandling ha till preliminär behandling upptagits även andra inom Mellersta Roslagen påträffade ultrabasitmassiv samt till gabbron knutna förekomster av sura intrusivbergarter.

Som framgår ur plansch 1, har av dessa senare en mikroklindominant typ, den s. k. Vätögraniten, en anmärkningsvärt stor utbredning NÖ om Österskär och i trakten av Rådmansömassivet.

*

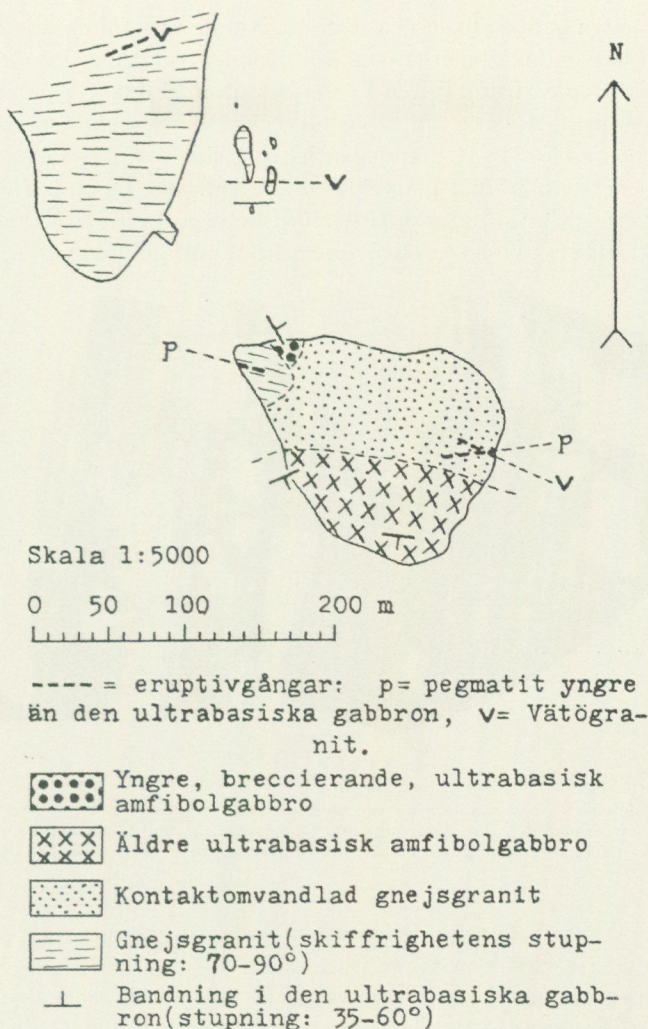
Till Överdirektören Professor P. Geijer, Statsgeologen N. Sundius och Statsgeologen B. Asklund riktar jag ett varmt tack med anledning av det stora intresse som från deras sida kommit denna undersökning till del. Fil. Dr. T. Hagerman har välvilligt ställt opublicerade petrografiska forskningsrön från Vätö och Björkö (Hagerman 1926) till mitt förfogande. Rekognosceringsarbetet har understötts genom anslag från Sveriges Geologiska Undersökning och Liljewalchs resestipendiefond vid Uppsala Universitet. För bestridandet av kostnader i samband med det spektrografiska analysarbetet ha medel erhållits ur Kungl. Vetenskapsakademiens Hierta-Retzius stipendiefond.

II. Den ultrabasisiska gabbrons förhållande till angränsande bergarter.

Vad den yttre formen beträffar (plansch 1, fig. 1 och 2), äro Roslagens ultrabasisiska gabbromassiv i stort sett diskordanta men lokalt ofta konkordanta. En blick på de båda mest betydande förekomsterna, Rådmansö- och Grovstanäs-massiven, visar att dessa ha sin största utsträckning ungefär vinkelrätt mot urgranitens skiffrihetsplan, att de äro diskordanta till sin grundform. Lokalt uppträder dock konkordans med omgivningen. Grovstanäs-massivet uppvisar sålunda en lång och en kortare utlöpare mot väster och Rådmansömassivet ett antal östliga utbuktningar, vilka alla följa urgranitens skiffrihetsplan. Detta synes alltså ha varit anlagt före gabbromassivens uppkomst. Flera av de mindre gabbromassiven kännetecknas av liknande utbuktningar av apofys-artad prägel, medan blott några massiv äro i sin helhet inordnade i urgranitens skiffrihetsplan.

Ett närmare studium av gränserna mellan ultrabasisisk gabbro och urgranit visar också, att gabbron är den yngre av de båda bergarterna. Avgörande betydelse ha de *eruptivbreccior* som påträffats. Särskilt kontaktförhållandena vid nordvästspetsen av den höga och klippiga Hornsholmen (fig. 3) i Grovstanäs-massivets sydvästra del förtjäna att uppmärksammas. Här föreligger en geologisk lokal av stort intresse.

Norra och västra delarna av Hornsholmen utgöras av mer eller mindre starkt kontaktmetamorfoserad, grå, medelkornig urgranit, medan hela strandområdet i söder vilar på ultrabasisisk gabbro. I västra delen av den branta nordkusten lämnar urgraniten rum för en uppåt utkilande flik av amfibolgabbro, som är fylld av brottstycken av äldre bergarter (fig. 4 och 5). Brottstyckena bestå dels av amfiboliserad olivingabbro, vanligen vackert bandad och av samma typ



P. H. L. 1947.

Fig. 3. Hornsholmen med närmaste omnejd. Efter detaljkartering av P. H. Lundegårdh.

The isle of Hornsholmen (cf. Fig. 2) and its immediate environments. A petrological map by P. H. Lundegårdh. The symbols of strike and dip (\perp) refer to the banding of the ultra-basic gabbro. The legend is composed as follows (the youngest rock mentioned first): pegmatite younger than the ultra-basic gabbro (p); Vätö granite (v); late brecciating amphibole-gabbro (ultra-basic intrusion II); early plutonic amphibole-gabbro (ultra-basic intrusion I); contact-metamorphic gneiss-granite; gneiss-granite (The striation runs // the schistosity). Scale 1 : 5 000.

som ingår i närliggande delar av Grovstanäsmassivet, dels av mer eller mindre omvandlad urgranit. Allt efter omvandlingsgraden möter man bland de senare kvartsgabbro, kvartsdiorit, granodiorit och så gott som opåverkad gnejsgranit. Anortithalten i plagioklasindivider från dessa brottstycken växlar också kontinuerligt från 35 à 40 %, det för Roslagens gnejsgranit vanliga värdet, och ända upp till 70 %.

Gränsen mellan gabbrofliken och den omgivande urgraniten är skarp. Dock kan på flera håll en lokal men kraftig hornblendeinvandring från den förra till den senare iakttagas. I urgraniten kunna dessutom skilda uppmålningsfenomen mikroskopiskt studeras, bl. a. välutvecklade myrmeakitiska inväxningar av kvarts i plagioklas (P. H. Lundegårdh 1943, sid. 358, fig. 19) och sekundär biotit som penetrerar primär plagioklas (1943, sid. 362, fig. 22). Dessa slag av omvandling ha träffat all urgranit på Hornsholmen utom den längst i väster. De ha också åtföljts av en stundom synnerligen påtaglig ökning av halten av



P. H. L. 1946.

Fig. 4. Västra delen av Hornsholmens breccierande gabbrointrusion. H = hornblenditapofys. Sydpilen skär den avbildade, mot norr stupande bergväggen under ca. 60° vinkel. Skala 1 : 30. Western part of the brecciating gabbro intrusion of Hornsholmen. H = hornblendite apophysis. Scale 1 : 30.

mörka mineral samt ett fullkomligt utplånande av gnejsgranitens skiffrihet och stänglighet (se vidare nedan).

Hornsholmenbreccian kan ge anledning till förmodan, att välbevarade urgranitbrottstycken uppträda även inom andra förekomster av Roslagens ultrabasiska gabbro, trots den betydande assimilationsförmåga som denna bergart måste ha haft i magmatiskt tillstånd. Emellertid visar breccians rika innehåll av olikorienterade brottstycken av bandad Grovstanäsgabbro, att den breccierande bergarten är *något yngre* än Grovstanäsmassivet i övrigt med dess rikedom på kontinuerliga övergångar de olika gabbrovarieteterna emellan, dess sammanhängande konforma bandning och dess brist på breccior (bortsett från peridotiten i SÖ, som dock aldrig setts brecciera bandad gabbro utan i huvudsak blott för brottstycken av den äldst utskilda, monomineraliska anortositen; se vidare sid. 31 och fig. 10).

Hornsholmens breccierande gabbro bör sålunda tolkas som en *separat* intrusion av begränsad omfattning (fig. 3). Den höga frekvensen av urgranitbrottstycken kan förklaras endast under förutsättning av att den intrusiva magman stelnat snabbt och haft ringa möjligheter till assimilation.

I Roslagens övriga ultrabasitintrusioner är förekomsten av urgranitineslutningar mycket sporadisk och som regel begränsad till massivens randzoner. Inneslutningarna äro i allmänhet starkt omvandlade och svåra att klassificera makroskopiskt. Som typexempel kan anföras en skärning vid landsvägen Rådmanby—Gräddö norr om Nabbo, i nordligaste delen av Rådmansömassivet. Den fint medelkorniga, ultrabasiska amfibolgabbro innehåller här flera diffus avgränsade kvartsdioritbrottstycken. En parallell till lokalen på Hornsholmen möter man VNV om Sundby, i norra kanten av Sundbymassivet, där amfiboliserad randfacies av ultrabasisk norit vackert och distinkt breccierar en kontaktomvandlad grå medelkornig gnejsgranit (fig. 6).



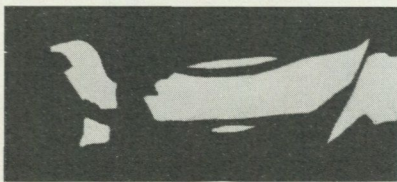
P. H. L. 1946.

Fig. 5. Östra delen av Hornsholmens breccierande gabbrointrusion.
Eastern part of the brecciating gabbro intrusion of Hornsholmen.

Kontaktomvandling av den typ som iakttagits på Hornsholmen är en vanlig företeelse i Roslagens berggrund. I själva verket förekomma kring alla de ultrabasiska gabbromassiven bredare eller smalare zoner av sekundärt förändrad urgranit (jfr fig. 1 och 2). Dessa zoner äro emellertid icke kontinuerliga. Särskilt i gränsområdena mellan urgranit och ultrabasisk norit eller amfiboliseringsprodukter av denna bergart saknas de ofta helt. Mest omfattande äro omvandlingarna kring Rådmansömassivet (fig. 1), något som torde bero på massivets storlek och dess uppkomst ur två efter varandra följande intrusioner, vilka båda påverkat den angränsande berggrunden. Styrkan av kontaktomvandlingen har på Rådmansö stundom varit så betydande, att gabbroens gräns mot urgraniten blivit diffus. I sådana fall markeras den ursprungliga skiljelinjen mellan de båda bergarterna endast av ett obetydligt språng i plagioklasernas anortithalt. Det kan t. o. m. hända, att detta språng försvinner (jfr Du Rietz 1929, sid. 517). Man får då fullständigt kontinuerliga övergångar från gabbro till urgranit.

Även andra ultrabasiska gabbroförekomster i Roslagen visa lokalt dylika mer eller mindre utplånade gränser. Goda exempel erbjuda den norra gränsen av Ruggsättramassivet och den väl blottade NÖ-kusten av Litslö i östligaste delen av Grovstanäsmassivet.

I alla de områden där kontaktomvandlad urgranit förekommer, ha *gnejsgranitens deformationsstrukturer — skiffriighet och stänglighet — blivit kraftigt försvagade eller oftare helt utplånade*, så som fallet redan visat sig vara på Hornsholmen (se ovan). Man måste av denna anledning antaga, att *båda dessa strukturer utbildats före den ultrabasiska gabbromagmans intrusion*. Sundius (1939, sid. 23—24) har vid sina undersökningar av berggrunden i Stockholms SÖ skärgård kommit till den slutsatsen, att de ifrågavarande strukturerna äro av ett tidigt arkeiskt datum. Då deras utbildning förutsätter en plastisk bergarts massa, anser Sundius att de härstamma från tiden för urgranitmagmans differentiation och stelning. B. Asklund (1921, sid. 609) finner å andra sidan vid sitt studium av de gnejsiga urgraniterna i Östergötlands skärgårdsområde,



P. H. L. 1946.

Fig. 6. Till kvartsdiorit omvandlade urgranitbrotsstycken i amfiboliserad ultrabasisk norit. 650 m VNV om Sundby, vid norra gränsen av Sundbymassivet. Skala 1: 30.

Remnants of metamorphic gneiss-granite in the ultra-basic gabbro of the Sundby massif between Djursholm and Vaxholm (*cf.* Plate 1). Scale 1: 30.

att dessa senare torde ha fått sin nuvarande struktur först i samband med den regionala ådergnejsbildningen, vilken utgör ett relativt sent led i områdets arkeiska utveckling och enligt honom äger sammanhang med Filipstadsgnit-svitens intrusion. Vad beträffar de palingena företeelserna och deras förläggande till ett senare arkeiskt skede ansluter sig Asklund till de riktlinjer som uppdragits av P. J. Holmquist (1921, sid. 219). Magnusson har studerat urgraniterna i NÖ Uppland (1940, sid. 38 ff.) och där kommit fram till en uppfattning som i så måtto liknar Asklunds att han förknippar bergarternas slutgiltiga deformation med ådergnejsbildningen. Enligt Magnusson är emellertid denna senare att betrakta som en inledning till Stockholms- och Fellingsbrograniternas intrusion. Skiffriigheten skall ha uppkommit ännu tidigare.

Bandningen av gabbron i Grovstanäs- och Mellingeholmsmassiven (se vidare sid. 16—18 och 24) är *konform*, d. v. s. i stort sett parallell med massivens gränser (jfr fig. 2 samt kartan i P. H. Lundegårdh 1946). Något samband mellan bandningen och urgranitens strukturer finns ej, om man bortser från i gabbrons omedelbara närhet förekommande, rent lokala böjningar av urgranitens skiffrihetsplan (jfr nedan). Grovstanäs- och Mellingeholmsmassiven äro således *disharmoniska*, i enlighet med den av H. Cloos (1936, sid. 75) använda terminologin. De sparsamma bandningsobservationerna inom Rådmansömassivet antyda en disharmonisk karaktär även av denna gabbroförekomst (fig. 1).

Möjligheterna till en närmare bedömning av de ultrabasiska gabbromassivens djup äro av stort intresse. En blick på fig. 2 visar, att de brantaste stup-

ningarna av Grovstanäs-gabbrons bandning uppträda i norr, särskilt mellan den stora pegmatitgången och Båtdragsträsket, samt i västra delen av Litslö. Av bandningens konformitet kan man sluta sig till, att gabbrons tilloppskanaler befinna sig under dessa områden. Grovstanäsmässivet skulle alltså utgöra en pluton (jfr Cloos 1936, sid. 67 ff.) som vidgar sig uppåt. Vid utbildandet av denna intrusivkropp skulle de angränsande gnejsgranitmassorna ha tvingats isär vinkelrätt mot skiffrihetsplanet, d. v. s. mot norr och söder. Särskilt i öster, där inga konkordanta och utfyllande utlöpare från gabbron finnas, måste en stark tånjning ha blivit följd. Det framgår också av fig. 2, att *yngre saliska bergarter sökt sig till det utrymme som sålunda erbjudits*. Vi möta här talrika större och mindre intrusioner av en gråröd, skär eller röd kvartsmikroklin-plagioklasbergart av skiftande gry (oftast dock fin- till fint medelkornigt) och med aplitisk, aplitgranitisk, granitisk eller, fastän mycket sällan, pegmatitisk habitus.

Samma slags intrusioner uppträda i samband med Roslagens övriga ultrabasiska massiv (se plansch 1 och fig. 1), ävensom i områdena mellan de olika ultrabasitförekomsterna. Frekvensen och omfattningen av de saliska intrusionerna växlar emellertid starkt, från enstaka små gångar till talrika större, från obetydliga penetrationer till stora, från den ultrabasiska gabbron isolerade massiv. Vanligast äro gångarna. Dessa visa oftast aplitisk textur och bilda i regel skivor längs urgranitens skiffrihetsplan. De slå även igenom den ultrabasiska gabbron men däremot icke, så vitt man vet, de sena gångar som höra samman med denna (se sid. 24—26). De saliska massiven äro koncentrerade till trakten NÖ till V om Ruggsättragabbron och till östra delen av Vätö norr om Rådmansögabbron (plansch 1). De nå där betydande dimensioner och uppbyggas av en vackert granitisk, gråröd till röd, medelkornig bergart, som företer följande genomsnittliga mineralsammansättning: 35 % kvarts, 35 % mikroklin (pertitisk), 27.5 % oligoklas (starkt sericitiserad), 2.3 % biotit och klorit, 0.2 % malm, 0.1 % apatit. Efter de nordligaste huvudförekomsterna har denna bergart fått namnet *Vätögranit*.

Som framgår redan ur det ovanstående, an knyter Vätögraniten i geografiskt hänseende direkt till den ultrabasiska gabbron. Såväl de stora massiven som gångarna och småmassiven äro sålunda talrikast företrädade i grannskapet av de mera betydande ultrabasitförekomsterna. Dessutom anträffas icke blott gångformade utan även oregelbundna intrusioner av Vätögranit i själva gabbron (se vidare nedan).

Jämte Vätögranit uppträder i anslutning till Roslagens ultrabasiska gabbro ännu en salisk bergart, nämligen *av gabbron uppsmält urgranit*. Denna har formen av en rödgrå till vitgrå eller svagt blågrå, fin- till fint medelkornig aplit eller aplitgranit. Den bildar oregelbundna penetrationer (se nedan) och små gångar i den massiva gabbrons marginala partier ävensom intrusioner, band och sliror i den uppsmälta urgraniten omedelbart utanför gabbroförekomsterna, särskilt i tånjningsområden av ovan beskriven typ. Större massiv saknas. Över huvud taget är den uppsmälta urgraniten kvantitativt vida underlägsen Vätögraniten (jfr fig. 1 och 2). Bergarten ifråga torde också ha fixerats redan

före uppkomsten av de inre och yngre kontraktionssprickorna i den ultrabasiska gabbbron, något som bestyrkes av dess lokalisering till gabbromassivens ytterområden. Följaktligen måste dess intrusionstid ha varit kortare än Vätögranitens. Då den uppsmälta urgraniten för sin uppkomst varit helt beroende av från den ultrabasiska gabbbron avgivet värme, är dess ringa utbredning förklarlig.

Den ultrabasiska gabbrons kontraktionssprickor äro koncentrerade till primära svaghetszoner i och invid massiven, d. v. s. till gränser mellan gabbrovarieteter av olika ålder eller mellan gabbro och sidosten, samt till områden som kännetecknas av plötsliga och betydande förändringar av gabbrons vertikala eller horisontella utbredning. De gångar av yngre bergarter som förekomma i gabbbron äro resultatet av intrusioner i raka eller svagt böjda kontraktionssprickor. Den vanligaste gångbergarten utgöres av mer eller mindre aplitisk, fint medel- till finkornig Vätögranit. Dessutom förekomma ljusgrå eller skära pegmatitgångar och mörka, finkorniga metabasitgångar, de senare i regel amfibolitiska samt koncentrerade till de ultrabasiska massivens randzoner, där de på många håll bilda skivor som skilja gabbro och urgranit åt.

Gångpegmatiten står i flertalet undersökta fall Stockholmsgraniten nära (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 103—06). Den övergår stundom i ljust blågrå eller grå aplit.

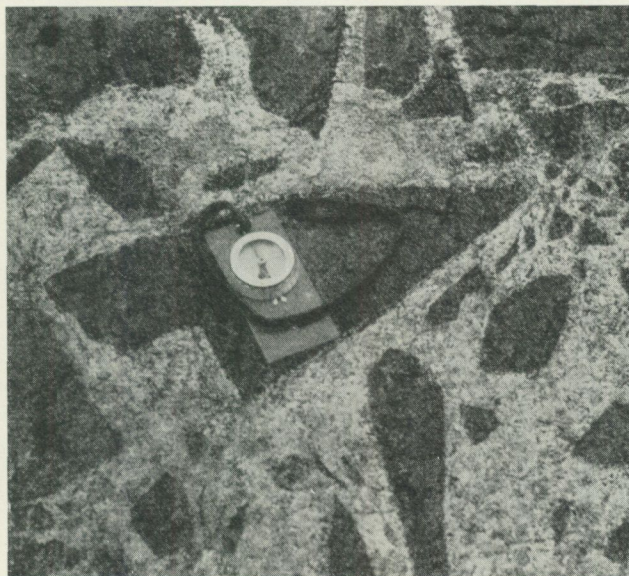
De *gångformiga metabasiterna* utgöras av omvandlade lamprofyrer och basalter. De äro yngre än Vätögraniten men äldre än Stockholmsgraniten och den ovannämnda gångpegmatiten. De höra till den redan i inledningen omnämnda, relativt sena och från den ultrabasiska gabbbron helt skilda metalamprofyr-amfibolitsvit som beskrivits av Magnusson i hans arbete om Herrängsfältet (1940, sid. 33—38 och 44—46) och av mig i avhandlingen om Mellersta Roslagens bergarter (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 89—96). Metabasiten åtföljes av ett surt differentiat, vilket i en del gångar samlar sig till raka eller böjda skivor, i andra till oregelbundna segregationer. Såväl skivorna som — åtminstone i viss utsträckning — segregationerna följa gångarnas längsriktning. Stundom finner man kontakter mellan metabasit- och Vätögranitgångar. Man kan då i gynnsamma fall iakttaga hurusom de förra spjälka upp eller t. o. m. över-skära de senare, ehuru parallellitet mellan de olika gångarna är långt vanligare.

I södra delen av Rådmansömassivet förekomma åtskilliga äldre, *med den ultrabasiska gabbbron nära besläktade grönstengångar* (se vidare sid. 21 samt fig. 13—14).

De olika grönstengångarna äro i regel smala. Deras bredd överstiger sällan 2 à 3 m. Gångarna av Vätögranit och pegmatit kännetecknas däremot av bredder som variera mellan någon dm och 70 à 80 m.

Där de av kontraktionen öppnade sprickorna i den ultrabasiska gabbbron kommit att löpa i flera olika riktningar, ha givetvis de intrusioner som utnyttjat sprickorna blivit oregelbundna till sin karaktär. Man finner i sådana fall icke blott nätverk av smärre gångar av yngre eruptivbergarter utan även formliga breccior (fig. 7). Dessa företeelser äro koncentrerade till tidiga sprickzoner i gabbromassivens utkanter och kunna där bli synnerligen vanliga. Så

är exempelvis fallet utmed norra gränsen av Sundbymassivet och i alldeles särskilt hög grad innanför Ruggsättramassivets västgräns. Den intrusiva bergarten består till en del av uppsmält urgranit men av allt att döma i minst lika stor utsträckning av sura restlösningar från gabbromagman. Den är utbildad som grå till gråvit eller stundom skär granitaplit och pegmatit. Ruggsättramassivets sura intrusioner äro övervägande pegmatitiska, med vit andesin och gråvit kvarts som huvudmineral samt svart, hastingsitiskt, järnrikt



P. H. L. 1946.

Fig. 7. Av granitaplit breccierad amfibolgabbro. Rådmanlös kyrka.
Ultra-basic gabbro brecciated by granite-aplite. Rådmanlös church.

hornblende som väsentlig beståndsdel. Intressanta äro här pegmatitens frätande kontaktverkan på den ultrabasiska gabbroen samt den utvandring av femiskt material från gabbroen till pegmatiten som i samband därmed kunnat iakttagas. Liknande fenomen uppträda i mera begränsad omfattning i skärningar utmed landsvägen mellan Rådmanby och Gräddö, N till NNÖ om Nabbo, i nordligaste delen av Rådmanlös massivet.

Bland de oregelbundna intrusionerna i den ultrabasiska gabbroen möter man också rikligt av skära bergarter som otvivelaktigt höra till Vätögranitens grupp. I själva verket finns ingen skarp gräns mellan restlösningar från gabbromagman och Vätögranit. I mitt arbete om Mellersta Roslagens berggrund (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 137) har också Vätögraniten anknutits till den ultrabasiska gabbroen som ett surt differentiat ur en gemensam stammagma. Denna uppfattning stödes kraftigt av Vätögranitens geografiska utbredning, vilken i detta arbete konstaterats vara betydligt större än som tidigare antagits.

Intrusioner och breccior åstadkomna av Vätögranit äro särskilt vanliga i den starkt sönderspruckna och centralt nederoderade sammansörning av

Rådmansömassivet som Kyrksjön med omnejd utgör. Där möter man också den största samlade och petrografiskt mest mångskiftande förekomsten i Roslagen av de nu behandlade saliska intrusionerna (fig. 1). Spricktektoniken i Kyrksjötrakten är uppenbarligen betingad av gränsen mellan Rådmansömassivets båda ultrabasiska huvudintrusioner, vilken löper fram i Kyrksjösänkans södra del, samt av den kil som urgraniten skjuter in under Kyrksjön från öster. Särskilt vackra breccior (fig. 7) och intrusioner visa hållarna NÖ och Ö om Rådmansö kyrka samt på halvön NV om Gillberga. Här äro de saliska intrusionerna stundom också kraftigt tryckpåverkade och förskiffrade.

Kyrksjötraktens saliska intrusioner bestå i regel av grå, gråvita, rödaktiga eller skära, grova till fint medelkorniga kvarts-fältspatbergarter med något biotit eller klorit. Fältspaten är dels mikroklin, dels oligoklas till andesin. Bergarternas petrografiska karaktär växlar från pegmatit till aplitgranit och aplit, med deciderad övertikt för aplitgranitiska utbildningsformer.

Den sammandragning som orsakats av den ultrabasiska gabbrons avkylning har varat längst i massivens djupaste och mot värmeförluster mest skyddade delar, tilloppskanalerna. I gränzonerna mellan dessa och den omgivande berggrunden borde följaktligen kunna påträffas bergarter som äro *avsevärt yngre* än gabbron. I den längsta av de på grundval av bandningsobservationer antagna gränserna mellan större och mindre djup av Grovstanäsmassivet förekommer också, som redan tidigare nämnts, en stor gång av den till Stockholmsgraniten knutna pegmatiten — området yngsta bergart (jfr fig. 2).

III. De ultrabasiska gabbroförekomsternas byggnad.

A. Grovstanäsmassivet (här till fig. 2).

De mest iögonfallande dragen hos Grovstanäsmassivets gabbro äro den starka faciesväxlingen och den genomgående konforma bandningen. Den senare består av ljusa plagioklasskikt omväxlande med mörka femiska skikt. De i banden ingående mineralen äro i allmänhet regellöst orienterade. Bandningen är bäst utvecklade i de gabbrovarieteter som föra eller åtminstone vid tiden för sin stelnings kunna antagas ha fört olivin (fig. 8). Dessa varieteter utgöra tillika den ultrabasiska Grovstanäsmagmans tidigaste stelningsprodukter.

Bandningen synes ha haft sitt huvudsakliga upphov i en rytmisk kristallisation av gabbromagmans olika mineral (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 75 ff.). Gabbro med mer eller mindre oregelbunden, vindlande bandning av typen slirighet (fig. 9) har tolkats som uppkommen under en av konvektionsströmmar störd kristallisation (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 76). Grövre band (> 1 m i bredd) av typ som skall beskrivas närmare i den petrografiska delen av detta arbete (sid. 31) ha karaktären av sekundärintrusioner. Härpå tyder det förhållandet, att bergarten i de mörka grova banden (peridotit) såväl penetrerar som breccierar (fig. 10) bergarten i de ljusa (anortosit).

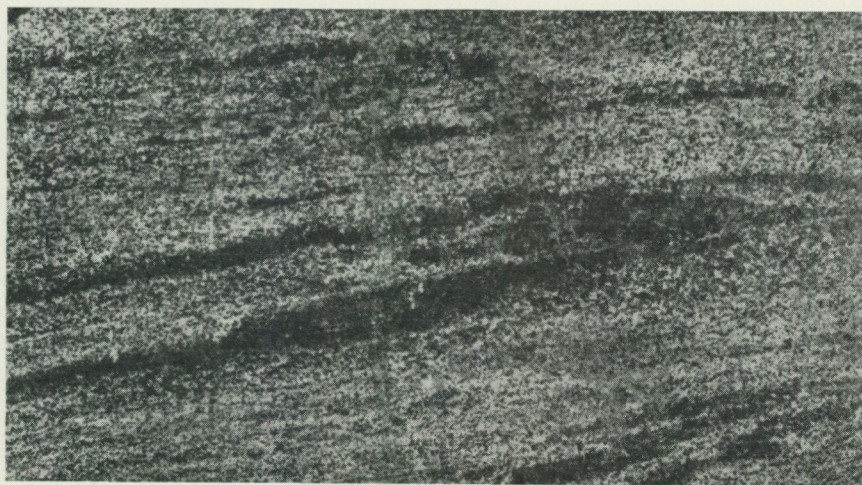


P. H. L. 1946.

Fig. 8. Bandad, medelkornig olivingabbro i östligaste delen av Grovstanäsmassivet. I bildens mittparti synes en diagonalt överskärande, hornblendefyllad spricka.

Medium-grained olivine-gabbro showing distinct banding. The outcrop is traversed by a joint filled with hornblende. Easternmost part of the Grovstanäs massif.

Bandning bildad i samband med omkristallisation synes icke förekomma i Grovstanäsmassivet. Särskilt de i några av de bandade gabbrovarieteterna sparsamt uppträdande men väl avgränsade brottstyckena (fig. 10) tala på ett avgörande sätt mot existensen av en dylik sekundärstruktur (jfr P. H. Lundegårdh 1946, sid. 74).



P. H. L. 1946.

Fig. 9. Slirig, medelkornig olivingabbro från östligaste delen av Grovstanäsmassivet.

Medium-grained olivine-gabbro with »schlieren». Easternmost part of the Grovstanäs massif.

En grundförutsättning för uppkomsten av Grovstanäsmassivets vackra konforma bandning är de olika gabbrovarieteternas karaktär av *differentiat in situ* ur en färdigintruderad magma. Utan denna förutsättning är det icke möjligt att förklara varför den konforma bandningen omfattar icke blott de tidigaste och de senaste gabbrovarieteterna tagna var för sig utan även de talrika kontinuerliga övergångarna dem emellan.

Det har tidigare framhållits (sid. 10 och fig. 3—5), att Hornsholmens brecierande amfibolgabbro bildar en självständig intrusion. Som också blivit



P. H. L. 1945.

Fig. 10. Peridotit med anortositbrottstycken. Skåret väster om Träffsholmen, i sydligaste delen av Grovstanäsmassivet.

Peridotite with remnants of anorthosite. Islet W of Träffsholmen, in the southernmost part of the Grovstanäs massif.

nämnt i det föregående, innehåller denna bergart brottstycken icke blott av mer eller mindre omvandlad gnejsgranit utan även av bandad Grovstanäs-gabbro. Den är således *yngre* än det egentliga Grovstanäsmassivet.

Till följd av den konforma bandningen och rikedomerna på kontinuerliga övergångar de olika gabbrovarieteterna emellan är differentiationsföljden inom det egentliga Grovstanäsmassivet delvis svävande. Den framgår dock i huvudsak ur följande schema, som börjar med den yngsta varietet (h) och slutar med den äldsta (a). Schemat ger dessutom upplysning om gabbrons petrografiska karaktär (huvudmineral inom parenteser):

- h. Hornblendit och davainit (hornblende, i davainiten tydligt sekundärt), båda grönsvarta och grova till medelkorniga.
- g. Amfiboleucrit, svarande mot amfibolgabbro (bytownit eller bytownit-anortit och hornblende, det senare mineralet delvis tydligt sekundärt), grönaktigt svartgrå till grågrönsvart, fin- till medelkornig.

- f. Hypersteneucrit, eller ultrabasisk norit (bytownit, hypersten, diallag), gråsvart, fint medel- till finkornig. Den yngsta tydligt primära gabbrovarietetet i Grovstanäsmassivets huvudintrusion.
- e. Eucrit, eller diallaggabbro (bytownit-anortit och diallag), svartgrå till gråsvart, fin- till medelkornig.
- d. Peridotit (olivin jämte omvandlingsprodukter därav: till största delen serpentin, samt deuteriskt hornblende), svart, grov (deuteriskt drag) till medelkornig, i regel skillrande (se sid. 31).
- c. Olivineucrit, svarande mot diallagförande olivingabbro (bytownit-anortit, diallag, olivin), mörkgrå till svartgrå, medelkornig.
- b. Allivalit, eller mer eller mindre anortositisk olivingabbro fri från klinopyroxen (bytownit-anortit, olivin), mörkgrå till svartgrå, medelkornig.
- a. Anortosit (bytownit-anortit), grönaktigt gråvit, rent gråvit, eller vit, medelkornig.

Grovstanäsgabbbron är i regel jämnkornig och utpräglad xenomorf. Tydlig hypidiomorfi förekommer endast i den ultrabasiska noriten, där särskilt plagioklasmen även hyperstenindividerna visa tendens till rektangulär utbildning. På några håll har t. o. m. en otvetydig ofitisk textur iakttagits i denna gabbrovarietet.

Grovstanäsmassivets olivin- och pyroxengabbro ha i stor utsträckning fallit offer för amfibolisering. Graden av denna omvandling växlar från svag hornblendebildning i gränsområdena mellan de ursprungliga femiska mineralen och fältspaten till det fullständiga försvinnandet av de förra. Helt amfiboliserad gabbro representeras av g och h i ovanstående schema.

Givetvis kan även primär amfibolgabbro förekomma. I sidostenens omedelbara närhet torde en del av den ultrabasiska gabbbron vara av sådan typ. Både där och på andra håll har man jämväl att räkna med existensen av hornblende av deuteriskt ursprung, d. v. s. hornblende som härrör från tiden före gabbrons fullständiga konsolidering utan att därför höra till de av magman från början avskilda femiska mineralen. Exempel på dylik amfibol lämnas av de s.k. reaktionsgårdarna kring olivinindividerna i den ultrabasiska gabbbron (se sid. 30).

B. Rådmansömassivet (härtill fig. 1).

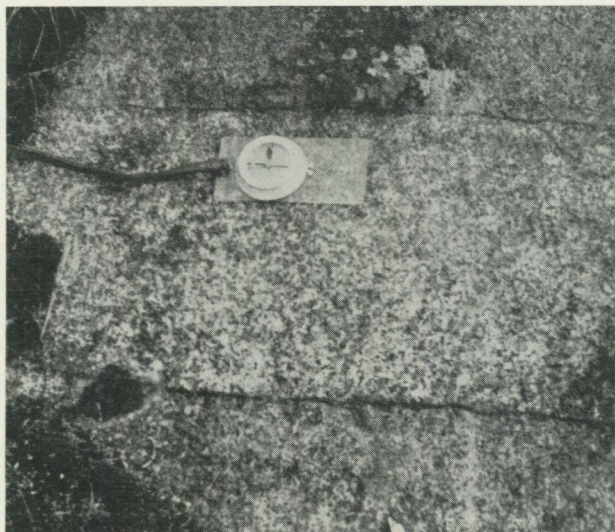
Roslagens största ultrabasitförekomst, Rådmansömassivet, är sammansatt av två huvudintrusioner, en äldre och större av tämligen jämnkornig pyroxen-amfibolgabbro, en yngre och mindre av föga differentierad, anortitporfyritisk olivingabbro.¹

Huvuddelen av den äldre intrusionen utgöres av en diallaggabbro som stundom övergår i norit, däremot mycket sällan i olivingabbro. Betydande förekomster av amfibolgabbro finnas också inom intrusionen, företrädesvis i dess yttre partier. Bergarterna äro, som ovan antytts, övervägande jämnkorniga.

¹ Termen »porfyritisk» begagnas vanligen endast ifråga om basiska gångbergarter. I detta arbete betecknar den emellertid en riklig närvaro av ögonformade mineralindivider i såväl massiva som gångformade basiska eruptivbergarter.

I övrigt varierar deras textur från xenomorf och finkornig vid Nabbo i norr till hypidiomorf och medel- till grovkornig fram mot Vreta i söder. Genomgående bandning förekommer icke. Blott sporadiska ränder, särskilt av ljus anortosit, kunna iakttagas.

I åldershänseende ansluter sig Rådmansöns äldre ultrabasit närmast till Grovstanäsmassivets huvudintrusion. Överensstämmelse råder i dessa fall också mellan mineralogiskt likartade gabbrovarieteter (pyroxen- och amfibol-gabbro), såväl vad huvuddragen av texturen som vad den analyserade ke-



P. H. L. 1946.

Fig. 11. Gång av amfiboliserad, porfyritisk olivingabbro i Rådmansömassivets äldre huvudintrusion. Svag, avskuren bandning kan iakttagas i bildens nedre, högra hörn. Kompassen orienterad i nord-syd, med snoddens fäste mot norr. Stortorp, Rådmansö.

Dike apophysis of late plutonic gabbro into early do. The latter shows faint banding \perp the dike direction, Stortorp, Rådmansö.

miska sammansättningen beträffar (se vidare kap. IV och V). Man torde således kunna beteckna Rådmansömassivets äldre ultrabasit som *gabbro av Grovstanästyp*. I det följande skall visas, hurusom även andra av Roslagens förekomster av ultrabasisisk gabbro låta inordna sig i denna grupp.

Huvudmassan av Rådmansöns yngre ultrabasit, den porfyritiska olivingabbbron, bildar en körtelformad intrusion i urgraniten och den tidiga diallaggabbbron söder om Kyrksjön. Den breccierar sin omgivning och sänder stundom ut apofyser däri, så som fig. 11 och 12 visa. I andra delar av Rådmansömassivet finnas smärre intrusioner av liknande karaktär. Konturerna av dessa ha dock icke kunnat inläggas på berggrundskartan.

Den porfyritiska olivingabbbron är en medelkornig till grov bergart med plagioklasen (anortit) samlad till karakteristiska ögon och olivinen förvisad till mellanmassan, där den bildar utpräglad xenomorfa individer. I huvudintrusionen söder om Kyrksjön uppträder tillfälligtvis en mer eller mindre

vindlande fluidalstruktur. Riktningen av denna är, som berggrundskartan visar, konform *icke* med Rådmansömassivets ytterkontur utan med olivingabbrointrusionens gränslinje.

Till den porfyritiska olivingabbro ansluta sig rand- och gångfacies av rätt växlande utformning men dock företrädesvis av typen grov till medelkornig och oftast amfiboliserad olivingabbro utan anortitögon. I övrigt kan nämnas en varietet som kännetecknas av grova hornblendeögon i en fint medelkornig mellanmassa av hornblende och plagioklas, d. v. s. en amfibolporfyr. Som skall visas i det följande, förekomma de nu nämnda bergartstyperna även anorstädes i Roslagen. Genom sättet för sitt geologiska uppträdande bör dess-



P. H. L. 1946.

Fig. 12. Stortorpsgången med närmaste omgivning. Överst t. h. ses ljusa band i den äldre gabbron. Dessa löpa \perp mot gångriktningen. Hammarskaftet pekar mot söder.

Survey of the Stortorp dike. In the upper rightmost part of the photo, the early plutonic gabbro shows felsic bands oriented \perp the dike direction.

utom Hornsholmens breccierande amfibolgabbro hänföres till den svit av yngre ultrabasitintrusioner som sålunda låtar sig konstitueras.

I olivingabbrointrusionen söder om Kyrksjön finnas åtskilliga gångar av en ännu något yngre ultrabasit, av typen »eftersläntrare» och oftast utbildad som amfibolgabbro, mera sällan som olivingabbro med kylda kontakter (se vidare sid. 25—26 och fig. 13—14). Dessa gångar uppträda huvudsakligen vid Åkerö och Västanvik. Särskilt vanliga äro de i trakten av den sistnämnda byn.

I belysning av de data som nu anförts får ett sammanfattande schema över Rådmansömassivet följande utseende:

Intrusion II (den yngre huvudintrusionen).

- c. Amfibolgabbro, grönsvartgrå till gröngrå, medel- till grovkornig, delvis anortitporfyritisk.
- b. Olivingabbro (mestadels allivalit), gråsvart till grå, stundom peridotitisk, medel- till grovkornig och mestadels anortitporfyritisk.
- a. Anortosit (anortitdominant facies av b och c), grön- eller gråaktigt vit till grå, grov till medelkornig, ofta porfyritisk.

Intrusion I (den äldre huvudintrusionen).

- c. Amfibolgabbro, grönaktigt svartgrå till gröngråsvart, i regel fin- till medelkornig.

- b. Ultrabasisk norit, gråsvart, medel- till finkornig.
- a. Diallaggabbro, mörkgrå till svart, fin- till medelkornig, stundom grov. På vissa håll övergår denna bergart i mycket begränsad omfattning i en svartgrå till gråsvart, huvudsakligen medelkornig olivingabbro, vilken kan betraktas som Rådmansömassivets äldsta ultrabasit.

Huvudmineralen i de nu uppräknade gabbrovarieteterna äro i allt väsentligt desamma som i Grovstanäsmassivets bergarter. Den enda skillnaden betingas av en något högre anortithalt i Rådmansögabbron's plagioklas.

Också vad amfibolgabbron's genes beträffar, gäller för Rådmansö detsamma som tidigare sagts i beskrivningen av Grovstanäsmassivet. Dock bör tilläggas, att den porfyritiska olivingabbron till största delen undgått verkligt genomgripande amfibolisering och att utbredningen av den till intrusion II hörande amfibolgabbron således är jämförelsevis ringa.

Redan det av Du Rietz (1929, sid. 478) föreslagna åldersschemat för Rådmansömassivet ger vid handen, att en kontinuerlig differentiation *in situ* icke kan ha givit upphov till området's olika gabbrobergarter. Du Rietz placerar nämligen olivingabbron efter diallaggabbron och omnämner, att den förra breccierar den senare. Dock drager han inga slutsatser ur denna viktiga iakttagelse.

C. Beatebergsmassivet.

Den omväxling i bergartsinnehåll som visat sig känneteckna Roslagens båda största förekomster av ultrabasisk gabbro återfinnes även i Beatebergsmassivet. Detta område saknar emellertid särdrag sådana som genomgående bandning och gångformiga ultrabasiska eftersläntare. Däremot finnas kontakter mellan å ena sidan grönsvart, finkornig amfibolgabbro av Grovstanästyp och å andra sidan övervägande amfiboliserad, svartgrå till svartgröngrå, medelkornig pyroxen- och olivingabbro, delvis av typen randfacies av Rådmansös anortitporfyritiska gabbro. Dessa kontakter äro visserligen dåligt blottade men visa dock tydligt, att den senare varieteten är breccierande. Beatebergsmassivet är således sammansatt av två ultrabasiska intrusioner.

Av dessa synes den yngre äga det största omfånget. Huvudbergarter äro här en i stor utsträckning amfiboliserad, fint medel- till medelkornig diallaggabbro (jfr nedan) samt en ofta vackert skillrande, omväxlande grov-, medel- och fint medelkornig meta-olivingabbro, som i regel visar fullständig amfibol-serpentin- eller amfibolomvandling av de mörka mineralen. Den senare varieteten är kvantitativt underordnad den förra och allmänt utbredd blott i massivets NV del. Någon väsentlig ålderskillnad mellan de båda typerna har icke kunnat spåras. Färgen växlar från grå eller gröngrå till gråsvart eller gråsvartgrön.

Den äldre ultrabasitintrusionen representeras förutom av den ovan omnämnda amfibolgabbron av en svart, medelkornig, stundom skillrande peridotit och en härtill ansluten, svartgrå till gråsvart, likaledes medelkornig olivingabbro. Peridotiten är koncentrerad till trakten NÖ om sjön Angarn.

Osäkra i åldershänseende äro den diallaggabbro som förekommer i massivets östligaste delar (petrografi, se ovan) och den gråsvarta till grå, fin- till medelkorniga, ofta idiomorfa norit som uppträder bl. a. omedelbart NNÖ om sjön Angarn.

Väl utvecklad bandning har endast iakttagits intill landsvägen NNÖ om sjön Angarn.

D. Ruggsättramassivet.

Ruggsättramassivet domineras av en obandad, svartgröngrå till grågrönsvart och i regel fin- eller fint medel- till medelkornig amfibolgabbro, som på flera ställen övergår i en gråsvart till svartgrå diallaggabbro av liknande gry. Den senare varieteten torde från början ha utgjort massivets huvudbergart. I massivets NV del ligga småförekomster av gråsvart eller ibland svart och då samtidigt peridotitisk, medelkornig olivingabbro inbäddade i amfibolgabbro. Söder om sjön Stora Ruggen förekomma enstaka oregelbundna utskillingar av grönaktigt gråvit till vitgrå, medelkornig anortosit.

Den petrografiska karaktären klassificerar Ruggsättramassivets ultrabasit som gabbro av Grovstanästyp. Några yngre ultrabasitintrusioner av det slag som iakttagits bl. a. i Rådmansömassivet synas icke förekomma.

E. Storsjö- och Fastarbymassiven.

De båda gabbroförekomsterna vid Storsjön och sjön Härsen utmärka sig särskilt genom sin rikedom på starkt omvandlade olivinbergarter. I Fastarby-massivet, som ligger utmed Härsens norra strand, intaga olivinbergarterna en dominerande ställning. Vanligast förekommande är där en svart, delvis pyroxenitisk peridotit, i vilken de oftast serpentinomvandlade, medelstora olivinkornen ligga inströdda i stora, skillrande diallag- eller amfibolindivider. I övrigt finner man — förutom amfibol- och pyroxengabbro (färg och gry, se Ruggsättramassivet) — en sen, tydligt penetrerande, i regel amfiboliserad olivin-gabbro (delvis allivalit), som i alla hänseenden överensstämmer med randfacies av Rådmansöns anortitporfyritiska gabbro.

Även Storsjömassivet företer partier av svart, skillrande peridotit, i första hand intill stranden av den sjö som givit massivet dess namn. Därjämte förekomma olivin- och pyroxengabbro (färg och gry, se Beatebergsmassivet), av vilka särskilt den förra utsatts för intensiv amfibolisering. Storsjömassivets olivingabbro torde i åldershänseende böra jämföras med Fastarbymassivets (jfr tab. 2 A—B), ehuru otvetydiga bevis härför icke kunnat förebringas i fält. Peridotiten i de båda massiven är av allt att döma ekvivalent med Grovstanäs-gabbro. Åldern av övriga uppräknade gabbrovarieteter är däremot obekant.

Bandning uppträder ytterst sällan.

F. Övriga massiv. Gångar.

De mindre ultrabasitmassiven i Roslagen kunna som regel icke hänföras till någon särskild av gabbrons båda intrusionsepoker. De äro i det stora hela en-

hetliga vad angår bergartsinnehåll och sakna mestadels bandning. Ursprungligen synas flertalet av dem företrädesvis ha varit uppbyggda av en sporadiskt olivinförande, grå till gråsvart och fint medel- till medelkornig diallaggabbro, vilken bergart dock mestadels omvandlats till grönskiftande amfibolgabbro. I övrigt möter man en mer eller mindre starkt amfiboliserad och till följd därav ofta grönskiftande, grå till gråsvart och fin- till medelkornig norit — *Sundby-massivet* är helt uppbyggt av dylik gabbro — samt i några fall en svart, grov till medelkornig peridotit av skillerstenskaraktär (jfr sid. 31).



P. H. L. 1946.

Fig. 13. Gång av finkornig amfibolgabbro i porfyritisk olivingabbro. Kompassen orienterad i nord-syd, med snoddens fäste mot norr. Åkerö, Rådmansö.

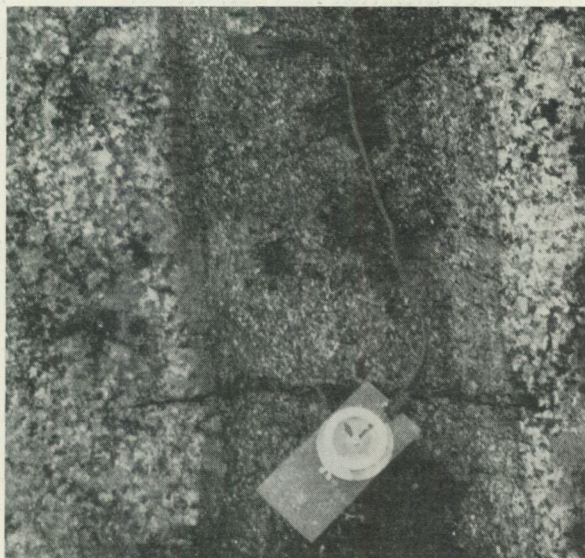
Dike of youngest ultra-basic amphibole-gabbro in late plutonic gabbro, Åkerö, Rådmansö.

En egenartad gabbro uppträder i södra delen av *Mellingeholmsmassivet*. Den karakteriseras av grova, grönsvarta hornblendeögon, vilka i sällsynta fall innehålla bevarade olivinkärnor. Ögonen ligga utströdda i en gröngrå till grönsvartgrå, fint medelkornig mellanmassa av bytownit eller bytownit-anortit och hornblende. Bergarten bör följaktligen klassificeras som ultrabasisk amfibolporfyrit. En förekomst av på samma sätt utbildad gångfacies av Rådmansöns anortitporfyritiska olivingabbro, belägen norr om Nabbo, visar hän mot en relativt sen ålder av den nämnda ultrabasiten (jfr sid. 21 och 29—30). I övrigt är Mellingeholmsmassivet uppbyggt av en sporadiskt bandad, oftast fullständigt amfiboliserad diallaggabbro, vilken både genom övergångar och i fråga om bandningens riktning ansluter sig till amfibolporfyriten i söder och följaktligen icke torde skilja sig nämnvärt i åldershänseende från denna. Också är Mellingeholmsmassivets bandning i sin helhet konform (se kartan i P. H. Lundegårdh 1946).

Den typ av amfibolporfyrit som nu beskrivits återfinnes i de båda största av de *gångar i urgraniten* som höra till Roslagens ultrabasiska gabbrosvit.

Även flertalet smärre utanför gabbromassiven belägna ultrabasitgångar visa en otvetydig om än icke så pregnant porfyritprägel. Den mest betydande av nämnda gångar är belägen 1 km ÖNÖ om Penningby, den närmast största förekommer på Solö. Båda utmärkas av nord—sydlig utsträckning och avskära gnejsgranitens strukturer (jfr sid. 12).

Ett konkordant uppträdande visa å andra sidan de amfibolitgångar som förekomma tämligen rikligt särskilt i södra delen av Björkö norr om Rådmansö.



P. H. L. 1946.

Fig. 14. Gång av medelkornig olivingabbro visande kylda, finkorniga kontakter mot den omgivande, porfyritiska olivingabbro. Kompassens orientering, se Fig. 13. Åkerö, Rådmansö.

Dike of youngest ultra-basic olivine-gabbro in late plutonic gabbro. The dike shows cooled contacts. Åkerö, Rådmansö.

Dessa gångar ha studerats av T. Hagerman (1926), vilken också meddelar att de endast sällan övertvåra gnejsgranitens strykningsriktning och i så fall blott med några få grader. Flertalet av dem torde höra till den redan tidigare i detta arbete omnämnda metalamprofyr-amfibolitsviten. Några uppvisa emellertid en hornblendeporfyritisk bergart som synes vara besläktad med den ultrabasiska gabbro och i varje fall starkt erinrar om amfiboliten i en smal konkordant apofys från Grovstanäsmassivets nordöstra hörn (se P. H. Lundegårdh 1943, sid. 364 och pl. XII).

Liknande konkordanta metabasitgångar ha av Sundius (personligt meddelande) påträffats på Ingarö och Skarprunmarn öster om Saltsjöbaden. Dessa gångar ha delvis en ultrabasisisk karaktär och stå sannolikt den intrusiva gabbro nära.

Som redan tidigare har nämnts, förekomma åtskilliga ultrabasiska gångar i Rådmansöns anortitporfyritiska olivingabbro. Dessa löpa vanligen i nord—syd och avskära gabbrons sporadiska fluidalstruktur. Flertalet av dem inne-

hålla en grönaktigt svart till grågrönsvart, fint medel- till finkornig amfibol-gabbro (fig. 13). Dessutom förekomma gångar av gråsvart till mörkgrå, medelkornig olivingabbro med kylda kontakter (fig. 14). De förra gångarna äro samlade kring Västanvik, de senare påträffas i huvudsak endast NÖ om Åkerö. Båda typerna böra klassificeras som avslutningsprodukter av den ultrabasiska gabbromagmans aktivitet. De äga ytterst få motsvarigheter inom Roslagens övriga gabbrointrusioner.

De närmast föregående avsnitten ha visat, att nord—sydlig längsutsträckning är karakteristisk för flertalet av de gångar som otvetydigt härröra från den ultrabasiska gabbrons magma. Det synes därför rimligt, att man förlägger öppnandet av de i Roslagens berggrund synnerligen talrika nord—sydsprickorna (jfr Svedmark 1887) till denna magmas intrusionsperiod.

IV. Den ultrabasiska gabbrons petrografi.

A. Inledande översikt.

Karaktärsmineralet i Roslagens ultrabasiska gabbro är, som redan nämnts, en synnerligen kalkrik plagioklas, en *bytownit-anortit*. Denna innehåller i medeltal omkring 90 % anortit. Mindre än 81 och mer än 95 % anortit har icke påträffats i något massiv, däremot förekomma lägre anortithalter i de till sviten hörande gångarna i urgraniten. De hyperstenrika gabbrovarieteterna förete som regel en något lägre anortithalt i plagioklasen än de olivin- och diallagrika. De lägsta anortitsiffrorna finner man i några av de mindre massiven. Sålunda visar Sundbygabbrons plagioklas en anortithalt av 81—83 % under det att motsvarande värde för Rådmansögabbbron är 89—95 % och för Grovstanäs-gabbbron 86—90 % (se vidare tab. 2 A—B).

En mikroskopisk granskning av den ultrabasiska gabbbron ger vid handen, att de konstituerande mineralen långt ifrån alltid äro så enhetliga som ett makroskopiskt betraktande av stuffer från de olika förekomsterna kan antyda. Partiell omvandling av plagioklasen till sericit jämte klinozoisit är synnerligen vanlig. Dessutom innehåller fältspaten ofta mikroliter av hornblende och malm, de senare nålformade och vackert orienterade efter genomgångarna.

Enahanda orienterade mikroliter finnas här och var i amfibolen och klinopyroxenen, i synnerhet i Rådmansögabbrons diallag (jfr Svedmark 1885 a och Du Rietz 1929, sid. 505). Stundom ha i dessa mineral i stället för orienterade nålar lokalt iakttagits något grövre, oregelbundna, ofta fingerformade inneslutningar av malm (se Svedmark 1885 a, tavla 2, fig. 3). Dylika interpositioner ävensom vanliga nålmikroliter äro särskilt vanliga i pyroxengabbbron norr till nordöst om Nabbo i nordligaste delen av Rådmansömassivet (jfr Svedmark 1885 a, sid. 84—86), men förekomma även i gabbbron i östra delen av Beatebergsmassivet och på flera andra håll.

Den vidsträckta och ofta fullständiga hornblendekomvandling som drabbat den ultrabasiska gabbrons femiska primärmineral har berörts redan i kap. III.

Här skall blott tillfogas, att mikroliter i amfibol många gånger visat sig vara nedärvda från primär pyroxen, samt att den amfibol som är sekundär efter hypersten ofta företer zonar uppbyggnad, med en synnerligen blekt pleokroitisk kärna (jfr P. H. Lundegårdh 1943, sid. 348, fig. 16).

De särskilda reaktions- och omvandlingsmineral som åtfölja olivinen i den ultrabasiska gabbbron skola behandlas senare (sid. 29—31).

Vad den ultrabasiska gabbrons småmineral beträffar, framstår *bristen på apatit* som särskilt iögonfallande. Redan Svedmark betonar (1885 a, sid. 55), att otvetydiga apatitindivider äro mycket sällsynta i Rådmansögabbbron. Senare undersökningar ha i stort sett bekräftat denna iakttagelse. De grövsta och yngsta varieteterna, den porfyritiska olivingabbbron jämte rand- och gångfacies, föra dock apatit som tillfällig beståndsdel (jfr Du Rietz 1929, sid. 499). Svedmark påpekar också (1885 a, sid. 67), att icke ens de minsta av anortitens grönaktiga mikroliter synas innehålla fosfor, enligt en av H. Santesson utförd analys. Dessa mikroliter torde i stället bestå av hornblende, vilket mineral f. ö. bildar talrika lättare igenkännbara kristaller i fältspaten (jfr ovan och Svedmark 1885 a, sid. 66). Inom Grovstanäsmassivet uppträder apatit endast i de noritiska, fosforrikare gabbrovarieteterna och där blott i ytterst ringa mängd (jfr P. H. Lundegårdh 1943, sid. 337, tab. 9). De mindre massiven av ultrabasisk gabbro sakna likaledes i stor utsträckning apatit, även om iögonfallande undantag finnas (t. ex. Lagbodamassivet, plansch 1). De sena gångar som höra till den ultrabasiska gabbrosviten äro däremot alltid apatitförande. Det vill sålunda synas som om gabbrons apatithalt är en funktion av dess ålder åtminstone i så måtto, att de yngsta varieteterna innehålla de största mängderna av mineralet i fråga.

Även i övrigt är fattigdomen på primära accessorier stor i den ultrabasiska gabbbron. Den kis som stundom påträffas utgöres i regel av deuterisk eller sekundär pyrit. Magnetkis är ytterst sällsynt och förekommer aldrig annat än som enstaka individer. Den primära oxidmalmen, huvudsakligen titanomagnetit, har koncentrerats till de sena differentiaten inom varje särskild intrusion av gabbbron men kan i dessa nå ställningen av ett väsentligt mineral. En härmed överensstämmande petrografisk iakttagelse har tidigare gjorts av P. Geijer i Kiruna-Gällivare-Pajalaområdets olivingabbro och norit (Geijer 1931, sid. 89). Elementet titan är knutet till de sent utdifferentierade gabbrovarieteterna inom varje särskild intrusion också vad beträffar mineralet titanit, som emellertid har en betydligt mindre utbredning än titanomagnetiten. I övrigt påträffas titan endast som sällsynta, mikroskopiska korn av rutil.

B. Anortosit.¹

Anortosit kan i Grovstanäsmassivet iakttagas som ljusa, väl utvecklade band i olivingabbbron. På Rådmansö uppträder bergarten i form av oregelbundna separationer, företrädesvis ur den anortitporfyritiska olivingabbbron. I

¹ Halten av femiska mineral i valda representanter för denna och följande bergarter framgår ur tab. 2 A—B.

övrigt är anortosit sällsynt, icke minst beroende på den svaga och sporadiskt utvecklade bandningen av huvudmassan av Roslagens ultrabasiska gabbro. Endast några förekomster söder om mittpartiet av sjön Stora Ruggen i Ruggsättramassivet äro värda att antecknas. Det rör sig här om lokala och oregelbundna differentiat ur amfiboliserad diallagabbro.

Den största samlade anortositförekomsten i Roslagen är belägen i SÖ delen av Grovstanäsmassivet och bildar där en uppflikad bergarts massa av böjd bandform (se P. H. Lundegårdh 1943, plansch XII). Bredast synes detta parti vara i höjd med Bönskär, vilken holme också i huvudsak består av bergarten i fråga. Uppflikningen kan bäst studeras utmed norra stranden av Träffsholmens västra del. Flikarna av det söderut utkilande anortositbandet omgivas här av peridotit (se sid. 31—32).

Grovstanäsanortositen är en medelkornig, grönaktigt gråvit, rent gråvit eller nästan vit bergart med xenomorf textur och utan tendens till s. k. »Regelung», d. v. s. orientering av mineralkornen i bestämd riktning. På vissa håll består anortositen nästan uteslutande av plagioklas ($An = 88-89\%$). Oftast förekomma dock mörka accessorier, främst hornblende.

Rådmansömassivets anortosit skiljer sig rätt avsevärt från Grovstanäsmassivets. Dels är dess färgton mestadels något mörkare, till följd av att plagioklasen blivit bemängd med små mikroliter (orienterade stavar) av malm, dels är anortithalten högre (90—95 %), gryet grövre och bildningstiden senare. Till sist kan erinras om, att den uppträder synnerligen sporadiskt och oregelbundet, på grund av att rytmisk bandning saknas i moderbergarten, den porfyritiska olivingabbron. Dock är den ganska spridd kring och norr om Åkerö samt NÖ om Edsvik, där den också ofta är tydligt porfyritisk (*anortitporfyrit*, med en väsentlig halt av femiska mineral i mellanmassan).

Ruggsättramassivets anortosit avviker icke nämnvärt från sin släkting i Grovstanäsmassivet.

Tidigare arbeten: Du Rietz 1929, sid. 500. P. H. Lundegårdh 1941 och 1943, i det sistnämnda arbetet sid. 311—15.

C. Olivingabbro.

Den från klinopyroxen fria olivingabbron, *allivaliten*, är i Grovstanäsmassivet en gråsvart till mörkgrå, medelkornig bergart av utpräglat xenomorf prägel. Endast ibland kontrasterar plagioklasen mot de rundade olivinkornen genom en tendens till utveckling av taylor. Icke ens den ofta mycket väl utvecklade bandningen (jfr sid. 16) rubbar mineralindividernas oordnade lägen och oregelbundna konturer (se P. H. Lundegårdh 1943, sid. 378, fig. 30). Den innebär blott en ansamling av den ena eller andra huvudkomponenten i mer eller mindre jämna skikt (fig. 8 och 9).

Grovstanäsmassivets klinopyroxenförande olivingabbro skiljer sig från *allivaliten* huvudsakligen därigenom, att augitisk till diopsidisk diallag, ofta åtföljd av pigeonit, inträder som väsentlig beståndsdel eller tredje huvudmineral. Gryet förblir medelkornigt, men färgen antar som regel en något mörkare ton.

Klinopyroxenens utseende växlar från xenomorf utfyllnad mellan de övriga mineralkornen och till större, stundom hypidiomorfa individer, vilka i en del fall bilda formliga genomväxningar och därigenom skänka bergarten ett skillrande utseende (jfr sid. 31).

Plagioklasen i Grovstanäsmassivets olivingabbro innehåller 88—89 % anortit. Olivinen, som i stor utsträckning är omvandlad till serpentin med malmfyllda sprickor, visar $2V\gamma = 88-100^\circ$, vilket svarar mot 7—32 % fayalit enligt Backlund (1909). Bergarten visar ofta fullständig omvandling till amfibolgabbro.

I Roslagens övriga ultrabasitmassiv uppträder olivingabbro av Grovstanästyp endast som spridda småförekomster. Plagioklasens anortithalt ligger i dessa vid 90 %. Allivalitiska utbildningsformer saknas som regel.

Den olivingabbro vi hittills betraktat bildar ett tidigt differentiat ur de äldre av Roslagens ultrabasitintrusioner. Vi skola nu vända oss mot Rådmansömassivet och där studera huvudexponenten för olivingabbron i de yngre ultrabasitintrusionerna. Som i viss utsträckning framgått redan ur det närmast föregående kapitlet, skiljer sig denna från all annan gabbro i Roslagen genom sina 1 à 2 cm stora ögon av en eller oftare flera anortitindivider ($An = 90-95\%$). Ögonen ligga i en mellanmassa huvudsakligen bestående av medelstora till grova, utpräglat xenomorfa och ofta serpentin-malmomvandlade olivinindivider (av samma mineralogiska karaktär som Grovstanäsolivinen), därjämte av klinopyroxen (se nedan) och småkornig plagioklas. Särskilt vad gäller olivin- eller serpentinrika varieteter antar denna allivalitiska gabbro i håll ett utpräglat porfyritiskt, gråvit- eller svartvitspräckligt utseende (se i någon mån fig. 13 och 14). Sin största utbredning har bergarten söder om Kyrksjön, inom och intill triangeln Åkerö-Edsvik-Västanvik (fig. 1). Den ligger här som en i allmänhet tydligt avgränsad intrusion i urgranit och äldre, delvis amfiboliserad diallaggabbro av Grovstanästyp.

I strukturellt hänseende har Rådmansöns porfyritiska olivingabbro lika litet gemensamt med sin mineralogiska motsvarighet i Grovstanäsmassivet som vad texturen angår. Regelbunden bandning av rytmisk karaktär uppträder sålunda aldrig; man finner endast en synnerligen sporadisk och i regel ganska vindlande fluidalstruktur. Genomsnittsriktningen av denna visas i fig. 1.

I sitt huvudutbredningsområde har den porfyritiska olivingabbron stått sig ganska väl mot amfibolisering. Smärre breccierande intrusioner av starkt eller helt hornblendeomvandlade varieteter förekomma däremot i andra delar av Rådmansömassivet. Den nya landsvägen till Gräddö över Rådmansömassivets randzon N till NÖ om Nabbo är sålunda kantad av hållar och skärningar som förutom den dominerande äldre gabbro av Grovstanästyp visa olika amfiboliserade utvecklingstyper av den porfyritiska olivingabbron, däribland en *femisk*, *hypabyssisk varietet* bestående av grova, delvis genomväxande och skillrande (jfr sid. 31) amfibolindivider i en fint medelkornig grundmassa av hornblende och plagioklas.

Den nu skildrade amfibolporfyriten förekommer, som redan nämnts, även i Mellingeholmsmassivets södra del samt i de till den ultrabasiska gabbrosviten

hörande gångarna vid Penningby och på Solö. I Mellingeholmsmassivet visa bevarade relikter, att hornblendögonen åtminston delvis äro sekundära efter olivin. Ur den yngre huvudintrusionen av ultrabasisisk gabbromagma i Roslagen har alltså anortit inlett kristallisationen av de saliska (anortositiska) och intermediära (odifferentierade) magmaportionerna, under det att de femiska avskilt olivin som första mineral.

I nära samband med Mellingeholmsmassivets amfibolporfyr it uppträder en medelkornig, amfiboliserad gabbro med på sina håll ännu bevarade rester av klinopyroxen, huvudsakligen diallag. En dylik utvecklingsform föreligger icke på Rådmansö, men det ifrågavarande mineralet bildar dock — företrädesvis i form av augitisk diallag — en väsentlig beståndsdel i betydande partier av den porfyriska olivingabbro.

Typisk randfacies av Rådmansömassivets yngre huvudintrusion är en grov till medelkornig olivingabbro utan prononcerade anortitögon men med melanmassekaraktären ofta bibehållen för de femiska mineralens del. Denna bergart, vars olivin vanligen är serpentinomvandlad eller amfiboliserad, har sin största utbredning i trakten av och NV om Västanvik. Den finns dessutom representerad i några av de mindre gabbromassiven längre åt SV i Roslagen. Sålunda bestå delar av Fastarby- och Beatebergsmassiven av den. I båda dessa områden penetrerar eller breccierar bergarten äldre ultrabasit av Grovstanästyp, men har icke på någotdera hållet samlat sig till så stora intrusioner att den porfyriska karaktären av anortiten fått tillfälle att framträda.

I såväl Mellingeholms- som Fastarby- och Beatebergsmassiven ligger plagioklasens anortithalt vid 90 %, medan den i Penningbygången sjunker ned till 75 %.

Karakteristiska för Roslagens olivingabbro äro de s. k. *reaktionsgårdarna*. Dessa ha blivit utförligt behandlade i mitt arbete om Grovstanäsmassivet (P. H. Lundegårdh 1943, sid. 318—322). Utbildningen är i normala fall den, att närmast de oregelbundet sönderspruckna och rundade, mer eller mindre malmserpentinomvandlade olivinindividerna följer en smal zon av ortopyroxen ($2V\gamma \geq 90^\circ$) samt därefter en bredare rand av amfibol med talrika mikroskopiska spinellfingrar uti. Dessa senare utgå från den omgivande plagioklasen, vilken genom deuterisk reaktion med olivinen också givit upphov till gårdarna i deras helhet.

Olivinen har i följd av sin starka benägenhet till vittring i regel lösts ut ur ytskikten av de hållar som bestå av olivingabbro. Dessa hållar ha härigenom erhållit ett koppärrigt utseende.

Tidigare arbeten: Svedmark 1885 a, sid. 42—60. Du Rietz 1929, sid. 498—500 och 505 ff. P. H. Lundegårdh 1943, sid. 315—330, samt 1946, sid. 72—73 och 86—87.

D. Peridotit.

Från de femiska varieteterna av Roslagens olivingabbro är steget icke långt till den svarta peridotiten. Denna bergart kännetecknas av fattigdom på plagioklas. Den består till största delen av olivin jämte andra järn-magnesium-

mineral och bildar bl. a. de mörkaste inslagen i Grovstanäsmassivets bandade olivingabbro (fig. 8 och 9). Dess komplementbergart är här de ljusa bandens anortosit (se ovan). Såväl peridotiten som anortositen ha i denna gestalt uppstått huvudsakligen genom rytmisk differentiation av en övervägande allivalitisk magma. Vissa grövre band, som skola skildras närmare i det följande, ha dock ett annat ursprung.

I flera av Roslagens övriga ultrabasitintrusioner, särskilt Fastarbymassivet, uppträder peridotit som mer eller mindre diffust avgränsade differentiationskroppar. Däremot saknas bergarten nästan helt på Rådmansö.

Roslagens peridotit är i allmänhet medelkornig till sin grundkaraktär men har genom omfattande och, som det vill synas, huvudsakligen deuterisk omvandling kommit att innehålla en stor mängd xenomorfa, mycket blekt pleokroitiska, järnfattiga hornblendeindivider av ganska betydande dimensioner (i en del fall upp till dm-storlek). I följd av sin genomväxande natur innehåller hornblendet talrika, ofta rundade korn av bergartens övriga mineral, som till en del utgöras av sprucken och längs sprickorna mer eller mindre malmserpentinomvandlad olivin men i vida större utsträckning av sannolikt övervägande deuterisk serpentin utan bevarade olivinrester, däremot med rikliga malmutfällningar i de forna olivinsprickorna. I övrigt finner man korn av klorit (oftast pennin) och grön spinell. Inneslutningarna medföra, att hornblendet icke ger enhetliga ljusreflexer från genomgångarna utan *skillrar*. Bergarten har också beskrivits som *skillersten* (E. Erdmanns utlåtande å sid. 16—17 i Blomberg 1889).

Norr om sjön Härsens östligaste del, i Fastarbymassivet, förekommer lokalt en skillersten som i ett väsentligt hänseende avviker från den vanliga utbildningsformen i Roslagen. Den innehåller nämligen diallag i stället för hornblende. Diallagen bildar relativt stora individer, vilka vanligen omsluta rundade olivin-serpentin-korn, ibland även korn av grön spinell (jfr E. Erdmanns utlåtande å sid. 17 i Blomberg 1889). Vad den petrografiska karaktären beträffar, liknar denna *pyroxenitiska peridotit* starkt den vanliga, hornblenderika varietet, som den också synes vara ekvivalent med. Man kan därav draga den slutsatsen, att den senare vid sin bildning haft tillgång till avsevärt större mängder vatten än den förra. Denna slutsats stämmer också väl med den nedan skildrade rörelsen av Grovstanäspidotiten i smält tillstånd.

I SÖ hörnet av Grovstanäsmassivet förekommer en anmärkningsvärd mängd peridotit, samlad till ett antal breda, konforma, lins- eller bandformade kroppar i västra delen av Träffsholmen och ytterligare något 500-tal m västerut därifrån räknat (se fig. 2 i detta arbete samt plansch XII i P. H. Lundegårdh 1943). Bergarten breccierar här såväl, och i ganska stor utsträckning, anortosit (fig. 10) som stundom också obandad anortositisk allivalit. Den har följaktligen varit mobil efter sin differentiation ur Grovstanäsmassivets modernmagma. Rörelsen synes ha varit betingad av en tektonisk pressning — »a squeeze» — som skulle ha verkat på den ultrabasiska Grovstanäsmagman i det tidiga skede då plagioklas dominerat bland de redan konstituerade mineral-kornen och som skulle ha separerat en smälta av peridotitisk sammansättning från den sålun-

da föreliggande kristallgröten. Denna senare skulle ha fixerats som anortosit lokalt övergående i ljus allivalit. Peridotit-smältan skulle sedermera ha pressats in i dessa bergarter efter svaghetszoner parallella med massivets yttergräns åt SÖ, något som bestyrkes av konformiteten hos de resulterande banden och linserna samt av i dessa senare påträffade, likaledes konforma sliror av ljusare olivingabbro.

I Grovstanäsmassivet förekomma dessutom på vissa håll i den diallagförande olivingabbron smärre, spolformade peridotitneslutningar, sällan längre än 0.5 m och någon gång omgivna av koncentrisk bandning (P. H. Lundegårdh 1943, sid. 331, fig. 10). Dessa inneslutningar visa, att åldersförhållandet mellan diallagförande olivingabbro och peridotit är svävande.

Tidigare arbeten: A. Blomberg 1889, sid. 16—17 (förf.: E. Erdmann). P. H. Lundegårdh 1943, sid. 330—33, och 1946, sid. 68—70.

E. Pyroxengabbro.

Roslagens ultrabasiska pyroxengabbro — diallaggabbro och norit, har betydligt större utbredning än olivingabbron. Diallaggabbron är gråsvart till mörkgrå och fin- till medelkornig, noriten svart till grå och fint medel- till finkornig med sporadiskt uppträdande och lokalt tämligen talrika, medelstora mineral-individer. I Rådmansö- och Grovstanäsmassiven övergå de båda bergarterna kontinuerligt i varandra. I den senare intrusionen finnas dessutom övergångar mellan såväl olivingabbro och diallaggabbro som olivingabbro och ultrabasisk norit. Dock har i några av Grovstanäsmassivets hållar iakttagits skarp gräns mellan amfiboliserad olivingabbro och diallaggabbro å ena sidan och norit å andra sidan. Gränsen har penetrativ karaktär från den sistnämnda gabbrons sida. Någon större åldersskillnad mellan de olika bergarterna föreligger dock icke, vilket antydes redan av bristen på tydliga brottstycken och bevisas av massivets genomgående konforma bandning.

På Rådmansö återspeglas en annan petrogenetisk utveckling. Där breccierar, som redan nämnts, olivingabbron i regel pyroxengabbron. Diallaggabbron är där f. ö. avsevärt mera allmänt förekommande än den ultrabasiska noriten, medan även i detta hänseende ett motsatt förhållande råder inom Grovstanäsmassivet. Däremot äro pyroxengabbrorna i de båda massiven av samma ålder, något som antydes redan av bergarternas yttre habitus samt bekräftas av likheterna i geologiskt uppträdande, mikroskopisk textur och kemisk sammansättning (jfr kap. V).

Diallaggabbro uppträder i så gott som samtliga av Roslagens ultrabasitmassiv. I allmänhet har dock bergarten drabbats hårt av amfibolisering, så hårt att blott Beatebergsmassivet kan anföras som exempel på verkligt betydande förekomster vid sidan av de redan tidigare nämnda. Noriten är oftast kvantitativt underordnad diallaggabbron men har i gengäld bevarats bättre. Dominerande ställning når bergarten blott i Sundbymassivet. Norr om östra delen av sjön Angarn förekommer en delvis vackert ofitisk, ljus och övervägande medelkornig norit. Denna varietet utgör den mest idiomorfa ultrabasit som påträffats i Roslagen.

Där de smärre massivens diallaggabbro och norit komma i skarp kontakt med varandra, är den förra bergarten alltid något äldre, så som visat sig vara fallet redan i Grovstanäsmassivet. Kontinuerliga övergångar mellan de båda bergarterna förekomma dock flerstädes.

Frånsett gryets växlingar mellan finkornighet och medelkornighet (grovkornighet i en mindre del av Rådmansöns diallaggabbro) skifta de båda nu behandlade bergarterna som regel icke mycket i utseende när man förflyttar sig från ett av Roslagens ultrabasitmassiv till ett annat. Huvudmineral i diallaggabbro är en plagioklas med 89—91 % anortit och en diopsidisk till augitisk diallag ($2V\gamma = 59-61^\circ \frac{1}{2}$, $c : \gamma = 38-45^\circ$), som ibland kan vara åtföljd av pigeonit ($c : \gamma = 28-34^\circ \frac{1}{2}$). I den ultrabasiska noriten inträder bland huvudmineralen hypersten ($2V\gamma = 100-118^\circ$, vilket svarar mot 22—41.5 % FeSiO_3 enl. A. N. Winchell 1933). Därjämte kan ofta åtskilligt titanomagnetit iakttagas. Anortithalten i noritens plagioklas är i varje särskild intrusion lägre än i diallaggabbros. Den varierar mellan 81 och 89 %, samt är lägst i Sundbymassivet med 81—83 %, högst i Rådmansömassivet med 88—89 %.

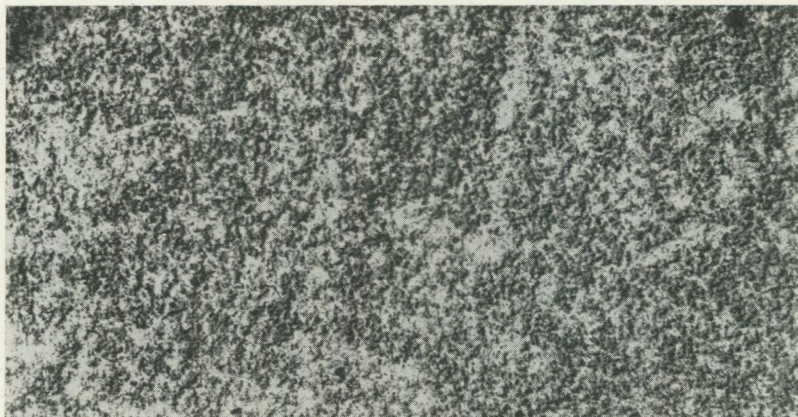
Tidigare arbeten: Svedmark 1885 a, sid. 60—87. Du Rietz 1929, sid. 489—98. P. H. Lundegårdh 1943, sid. 333—43, och 1946, sid. 70—71.

F. Amfibolgabbro.

Vad beträffar den vanligaste varieteten av Roslagens intrusiva gabbro, den ultrabasiska amfibolgabbro, bör i första hand hänvisas till vad som redan tidigare (kap. III) sagts om gryets växlingar och hornblendets esomoftast obestridligt sekundära karaktär. Ytterligare bör framhållas, att färgen i regel skiftar i grönt, att texturen är utpräglad xenomorf, särskilt vad hornblendeeindividerna angår, att dessa senare äro magnesiumrika, tämligen blekt pleokroitiska i gult till färglöst (α), olivgrönt (β) och blågrönt (γ), att deras $2V\gamma$ är 93—102° och deras $c : \gamma$ 15—20° $\frac{1}{2}$, samt att plagioklasens anortithalt växlar mellan 81 och 95 %. Till sist böra nämnas de flerstädes förekommande, genomväxande och skillrande amfibolindividerna (jfr sid. 31) samt de till massivens randzoner koncentrerade, mera enhetliga, grova kristallerna av samma mineral. De senare uppnå stundom dm-storlek och åtföljas ofta av likaledes grov plagioklas, i några fall också av från sidostenen invandrad eller ur restlösningar upptagen kvarts och biotit. Denna form för uppträdande av två i surare miljö hemmahörande mineral har större utbredning blott i västligaste delen av Ruggsättramassivet. Den resulterande bergarten kan där i fält vara mycket svår att skilja från den tidigare beskrivna och även ur restlösningar delvis uppkomna hornblendepigmatiten (se sid. 15).

På vittrad håll uppvisa Roslagens ultrabasiska pyroxen- och amfibolbergarter den för olivinfri gabbro typiska reliefen av femiska mineral, särskilt grönskiftande hornblende, mellan helt eller delvis utlösta plagioklaskorn (fig. 15).

I Roslagens bandade amfibolgabbro bestå de mörka skikten merendels av monomineralisk hornblendit eller davainit. Dessutom bilda dessa båda bergarter på enstaka håll större ansamlingar. Färgen är grönsvart, texturen fint



P. H. L. 1946.

Fig. 15. Vitträd yta av grov till medelkornig amfibolgabbro (omvandlad diallagabbro). Stenbrott nära Vreta, Rådmansö.

Weathered surface of coarse to medium-grained ultra-basic amphibole-gabbro (altered diallagabbro). Quarry near Vreta, Rådmansö.

till grovt medelkornig, i vissa fall grov. Hornblendets optiska karaktär är densamma som i omgivande amfibolgabbro. Davainiten, som kännetecknas av tydligt sekundärt hornblende, torde vara den vanligaste varieteten. Man kan här i allmänhet räkna med att den primära bergarten haft karaktären av en mer eller mindre pyroxenitisk peridotit.

Tidigare arbeten: Svedmark 1885 a, sid. 88—96, Du Rietz 1929, sid. 502—05 (det zonära gabbrohornblende som här omnämnes på sid. 502 är *icke* primärt utan sekundärt efter pyroxen). P. H. Lundegårdh 1943, sid. 343—55.

G. Ultrabasiska gångbergarter.

I textuellt hänseende kännetecknas Roslagens hypabyssiska ultrabasiter oftast av mer eller mindre tydligt framträdande hornblendeögon i en fin- till fint medelkornig mellanmassa av plagioklas, amfibol och växlande mängder biotit. De båda största gångarna, de vid Penningby och på Solö, visa en grovporfyritisk, vanligen biotitfri bergart (se sid. 29—30). De talrika amfibol-gabbrogångarna i Rådmansömassivets södra del äga däremot ett tämligen jämnt, fin- till medelkornigt gry.

Plagioklasens sammansättning växlar starkt i de gångar som slå igenom urgranit, från 45 % anortit i smärre och upp till 70 à 80 % i stora gångar. Inom de ultrabasiska gabbromassiven är 85—95 % anortit det vanliga värdet, även i smala gångar. Någon kalkutarmning genom påverkan från sidostenen har här icke kunnat äga rum (jfr P. H. Lundegårdh 1943, sid. 366).

Det femiska huvudmineralet är i allmänhet en tämligen blekt olivgrön-blågrönpleokroitisk, magnesiumrik amfibol med $2V\gamma = 95-105^\circ$ och $c : \gamma = 15-20^\circ$. Undantag utgöra härvidlag endast de gångar av medelkornig olivin-gabbro som påträffats vid Åkerö i Rådmansömassivet (fig. 14). De kylda, fin-

korniga kontakter mot den omgivande porfyritiska olivingabbbron som uppvisas av dessa gångar fastslå ett mycket sent bildningsdatum för dem (jfr sid. 26 och 43).

Tidigare arbete: P. H. Lundegårdh 1946, sid. 86—89.

V. Den ultrabasiska gabbrons kemi.

Halterna av viktigare litofila grundämnen (tab. 1) klassificera Roslagens ultrabasiska gabbro som en tämligen enhetlig bergartssvit. De iakttagna variationerna av gabbrons huvudkomponenter — SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO och CaO — betingas främst av proportionsväxlingarna mellan de konstituerande mineralen — bytownit-anortit, olivin, diallag, hypersten, hornblende och malm — men i betydande utsträckning också av variationer i sammansättningen av dessa mineral. Samtliga undersökta förstdifferentiat äro synnerligen fattiga på titan, den äldre huvudintrusionens tidigare differentiat jämväl på fosfor (jfr sid. 27).

P. H. L. 1947.

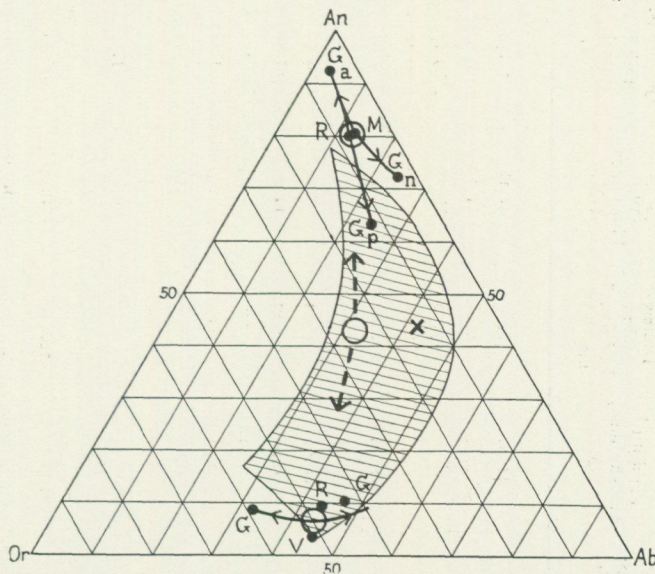


Fig. 16. Normativt fältspatdiagram över Roslagens ultrabasiska gabbro och Vätögranit (punkter), samt över dess urgranitsvit (streckat område). G = Grovstanäsområdet med omnejd, M = Mellingeholmsmassivet, R = Rådmansö, V = Vätö, a = allivalit, n = norit, p = peridotit. Cirklarna utmärka den ultrabasiska gabbrons och Vätögranitens modernmagor samt en för dessa bergarter gemensam stammagma. Linjerna och pilarna markera differentiationsriktningar. Korset tillhör en granodiorit från Penningby. I övrigt hänvisas till texten.

Normative feldspar diagram including the ultra-basic gabbro and the Vätö granite of Roslagen (dots) as well as the urgranite suite of the same province (hatched area). G = the Grovstanäs region, M = the Mellingeholm massif, R = Rådmansö, V = Vätö, a = allivalite, n = norite, p = peridotite. Upper circle = the undifferentiated magma of the ultra-basic gabbro, lower circle = do. of the Vätö granite, middle circle = the supposed undifferentiated parental magma of these suites of rocks. The lines and arrows indicate the differentiations of the mentioned magmas. The cross shows the position of a granodiorite from Penningby, the composition of which approximately corresponds to the undifferentiated urgranite magma.

Tabell 1. Kemiska analyser av Roslagens ultrabasiska gabbro.

Vikts-% av	Intrusion I.					Intrusion II.				
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Ur anortosit gravitativt separerad pla- gioklas, Bön- skär, GM.	Allivalit, Båtstrags- träsket, GM.	Peridotit, ¹ Träffsholmen, GM.	Diallag- gabbro, Rådmansö ka, RM.	Norit, Lönsudden, GM.	Anortitpor- fyr, ² Edsvik, RM.	Anortitpor- fyrisk allivalit, V om Åkerö, RM.	Anortitpor- fyrisk allivalit, Åkerö, RM.	Olivingabbro, öständen av Kyrksjön, RM.	Amfibol- gabbro, 3.5 km SSV om Norrtälje, MM.
SiO ₂ . .	45.31	42.16	41.70	42.05	42.18	43.49	42.11	41.18	41.69	48.24
TiO ₂ . .	0	0.12	< 0.30	0.51 [?]	1.55	0.19	—	—	0.13 [?]	0.96
Al ₂ O ₃ . .	34.43	25.84	8.35	17.56	16.38	29.27	26.15	20.24	15.67	20.36
Fe ₂ O ₃ . .	0.20 ³	1.71	6.43	8.68	6.96	0.79	1.74	5.40	4.68	1.99
FeO . . .	0	4.09	8.36	8.80	10.36	2.61	4.29	5.80	7.10	5.99
MnO . . .	0.009 ³	0.05	0.71	—	0.25	0.03	—	—	—	0.14
MgO . . .	< 0.01	8.49	20.72	7.03	7.94	4.50	8.83	12.06	17.73	6.03
CaO . . .	17.35	14.16	6.81	14.23	11.60	15.06	14.01	12.57	7.94	13.91
SrO ⁴ . . .	0.050	0.035	0.020	—	0.030	—	—	—	—	0.035
Na ₂ O . . .	1.40	1.06	0.81	0.61 [?]	1.50	1.24	0.49 [?]	1.22 [?]	0.45 [?]	0.95
K ₂ O . . .	0.29	0.52	0.60	0.06 [?]	0.31	1.09	0.07 [?]	0.03 [?]	0.10 [?]	0.62
P ₂ O ₅ . . .	0	0.02	0.057	—	0.45 [?]	0.25	—	—	—	0.14
H ₂ O ⁺ . . .	0.71	1.66	5.74	0.65 ⁵	0.46	1.37	2.51 ⁶	3.18 ⁶	4.07 ⁶	0.56
S	0	0	—	—	0.30	0.05	—	—	—	0.16
Σ ⁶	99.75	99.92	100.31	100.16	100.27	99.94	100.20	101.68	99.56	100.09
Analytiker	P. H. Lun- degårdh	N. Sahlbom	O. Strand	P. Öberg	N. Sahlbom	N. Sahlbom	P. Öberg	P. Öberg	P. Öberg	N. Sahlbom

¹ Skillersten med malm-serpentinomvandlad olivin och genomväxande amfibol. — ² Helt hornblendeomvandlad vad angår mellanmassans femiska mineral. — ³ Huvudsakligen förorening i samband med uppkrossningen. — ⁴ Spektralanalyser utförda av P. H. Lundegårdh. — ⁵ H₂O utan specifikation. — ⁶ Cl och F ha borträknats som NaCl och CaF₂ ur de analyser i vilka de båda elementen förekommit från början.

GM = Grovstanäsmassivet (analyserna hämtade ur P. H. Lundegårdh 1941, 1943 och 1946.) RM = Rådmansömassivet (analyserna hämtade ur Öberg 1872 och Du Rietz 1929). MM = Mellingeholmsmassivet (analysen hämtad ur P. H. Lundegårdh 1946. ? = otillförlitlig bestämning.

Ett studium av den normativa fältspattriangeln i fig. 16 visar som väntat, att den ultrabasiska gabbroen samlar sig i anortithörnet, i huvudsak ovanför urgranitsvitens mest basiska differentiat. Långt avlägset härifrån ligga positionerna för Vätögraniten, det sannolika sura ändledet i differentiationen av ultrabasiternas ursprungliga stammagma (se nedan). Mellanled av den art urgranitsviten företer, d. v. s. diorit och granodiorit, saknas fullständigt.

Trots det relativt ringa antalet tillförlitliga kemiska analyser (jfr tab. 1) lämnar ett studium av den ultrabasiska gabbroens normativa fältspatförhållanden synnerligen intressanta resultat. Nästan mitt på de båda differentiationslinjer som förbinda den tidiga Grovstanäsintrusionens anortositiska allvalit (a) med dess ultrafemiska peridotit (p) och dess malmrika norit (n) ligga Rådmansö- och Mellingeholmsmassivens yngre, till föga differentierade intrusioner hörande anortitporfyr (R) och amfibolgabbro (M). Man blir här benägen till förmodan, att de senare bergarterna, vad de fältspatbildande kemiska beståndsdelarna angår, äro representativa för gabbrointrusionernas odifferentierade modernagma, som således skulle placera sig inom den övre cirkeln i triangeldiagrammet.

Ifråga om Vätögraniten¹ låter sig en modernagma lättare framkonstrueras till följd av den ringa petrografiska och mineralogiska variation som kännetecknar bergartssvitens huvudförekomster. Fältspatförhållandet i denna modernagma representeras i triangeldiagrammet av den undre cirkeln, vilken ligger mellan två analyser av typisk Vätögranit från Vätö (V) och Rådmansö (R). De differentiationslinjer, som här dessutom föreslagits, löpa mot ett mindre massiv av Vätögranit, beläget SÖ om Grovstanäs (t. v.), och mot de kalifattigare av svitens aplitiska gångbergarter (t. h.). Bristen på kemiska analyser av de senare omöjliggör dock ett närmare studium av den differentiation som givit upphov till dem.

Tidigare i detta arbete framlagda data (sid. 15) ha givit skäl för antagandet av en för den ultrabasiska gabbroen och Vätögraniten gemensam stammagma, vilken i kemiskt hänseende skulle ha utgjorts av de båda bergartssviternas modernagmor i odifferentierad blandning med varandra. Med användande av de analyser som utförts på den ultrabasiska gabbroen och Vätögraniten samt under hänsynstagande till vardera svitens kvantitativa geografiska utbredning (ytförhållandet är vid pass 1 : 1²), kan stammagmans *ungefärliga* kemiska sammansättning beräknas. Denna återges i nedanstående texttabell. Det häremot svarande, normativa fältspatförhållandet representerar den mellersta cirkeln i triangeldiagrammet. Det kryss som förekommer till höger om denna cirkel visar fältspatförhållandet i en granodiorit från Penningby (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 48, tab. 14), vilken kan betraktas som tämligen

¹ Av denna bergart finnas f. n. fyra analyser tillgängliga. Tre äro redan publicerade (en från Rådmansö i Du Rietz 1929, två från Grovstanäsområdet i P. H. Lundegårdh 1946) medan den fjärde, utförd på material från Vätö, välvilligt ställts till mitt förfogande av Fil. dr T. Hagerman.

² Om förhållandet mellan de båda sviterna i vertikal led kan däremot ingenting sägas.

representativ för den odifferentierade modernmagman för Roslagens urgranit-svit. Denna granodiorit företer påfallande kemiska likheter med den ultrabasiska gabbrons och Vätögranitens gemensamma stammagma:

	I. Ultrabasisk gabbro, M.	2. Vätögranit, M.	3. Gemensam stammagma, ungefärlig sammansätt- ning.	4. Granodiorit, Penningby.
SiO ₂	42.5	74.0	58.5	57.36
TiO ₂	0.20	0.20	0.20	0.17
Al ₂ O ₃	21.0	13.0	17.0	18.16
Fe ₂ O ₃	4.0	1.0	2.5	1.85
FeO	7.0	1.0	4.0	6.18
MnO	0.20	0.04	0.12	0.28
MgO	8.0	0.25	4.1	3.41
CaO	13.0	1.1	7.1	6.87
Na ₂ O	1.2	3.5	2.4	3.37
K ₂ O	0.4	5.2	2.8	1.57
P ₂ O ₅	0.15	0.11	0.13	0.30
H ₂ O ⁺	1.0	0.40	0.70	0.62
	99.	100.	100.	100.14

I likhet med triangeldiagrammet antyder ovanstående tabell, att *en för den ultrabasiska gabbron och Vätögraniten gemensam stammagma i fråga om huvud- dragen av sin kemiska sammansättning torde ha stått urgranitvitens granodiori- tiska modernmagma mycket nära.*

*

*

*

Ett studium av några i Roslagens ultrabasiter ingående *spårelement* ger vid handen, att de olika gabbrovarieteterna förete vissa särdrag som harmoniera med deras uppdelning i två huvudintrusioner. Detta framgår ur tab. 2 A, vilken i likhet med den efterföljande tab. 2 B upptager dels de i första hand för magnesium (se P. H. Lundegårdh 1946, sid. 149) men även för järn vikarie- rande och således vid studiet av basiter synnerligen betydelsefulla metallerna *vanadin, krom, kobolt* och *nickel*, dels den lätttrörliga metalloiden *bor*. I näst sista horisontalraden angivas dessutom halterna av femiska mineral i de olika bergarterna. Först efter ett hänsynstagande till dessa procenttal kunna skilda gabbrovarietetens *spårelementkoncentrationer* jämföras, något som särskilt väl framgår vid en blick på Grovstanäsmassivets anortosit, allivalit och peridotit.

De nämnda *spårelementen* ha bestämts medelst kvantitativ spektralanalys (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 11—24), utförd vid Lantbrukshögskolans Växt- fysiologiska institution på generalprov av typiska exponenter för varje sär- skild gabbrovarietet. Analysfelet, representerat av spridningen (σ), är störst för *vanadin* med $\leq 20\%$ och minst för *krom, kobolt* och *nickel* med $\leq 10\%$ (se P. H. Lundegårdh 1946, sid. 22—24).

Som framgår ur tab. 2 A, är den äldre av den ultrabasisiska gabbrons båda huvudintrusioner påfallande kromfattig, medan den yngre visar en för bergarten mera normal koncentration av elementet i fråga. Fördelningen av de fyra analyserade spårmetallerna i gabbro tillhörande en och samma intrusion visar, att nickel anrikats i de tidigare och vanadin i de senare differentiaten. Den anrikning av krom i magmatiska förstifferentiat som ursprungligen påpekats av V. M. Goldschmidt (t. ex. i 1934, sid. 390) och sedermera understrukits genom andra undersökningar (t. ex. L. R. Wager och R. L. Mitchell 1943, sid. 286—87, Th. G. Sahama 1945, sid. 32, tab. XV, samt P. H. Lundegårdh 1946, bl. a. sid. 149) saknas däremot nästan helt i Roslagens ultrabasiter. Tvärtom visa tidiga randfacies av Rådmansöns anortitporfyritiska olivingabbro avsevärt lägre kromhalter än centralbergarten.

Dock bör icke alltför stor vikt fästas vid de låga kromhalterna i nyssnämnda randfacies. Den omgivande, kromfattiga diallaggabbro har med all sannolikhet utövat ett betydande inflytande på det yttersta höljet av den porfyritiska olivingabbros magma, såväl i samband med som omedelbart efter dess intrusion. Man bör här icke blott räkna med assimilation av breccierad diallaggabbro utan även med elementutbyten mellan den högttempererade magman och den starkt uppvärmda sidostenen. Denna tolkning bestyrkes av Fastarbyallivaltens väsentligt högre kromhalt. Vi ha även där att göra med randfacies av en yngre ultrabasisisk gabbrointrusion, men en intrusion av blygsammare dimensioner, med mindre förmåga att assimilera brottstycken och värma upp omgivande berggrund.

Sex på spårelement analyserade ultrabasiter från Roslagen ha icke i fält kunnat definieras med avseende på vilken intrusionsepok de tillhöra (tab. 2 B). Endast en av dessa låter sig mikroskopiskt och kemiskt parallelliseras med de äldre ultrabasiterna av Grovstanästyp, nämligen Lagbodagabbro (jfr gabbro vid Vreta på Rådmansö, tab. 2 A). De övriga synas höra till den yngre av den ultrabasisiska gabbros båda huvudintrusioner. Den kromrikaste av tabellens bergarter genomsätter f. ö. Grovstanäsgabbro i form av en mindre gång och skär t. o. m. dess bandning (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 86, fig. 32).

En undersökning av omvandlade urgranitbrottstycken från ett par av Roslagens ultrabasisiska gabbrointrusioner har lämnat följande resultat (halter i g/ton):

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Kvartsdioritiska brottstycken, norr om Nabbo, Rådmansö.	Angränsande amfibol-gabbro av Grovstanästyp.	Kvartsdioritiska brottstycken, VNV om Sundby.	Angränsande ultrabasisisk norit.	Diorit m. m. och granodiorit från Roslagen, M (N = 6).	Urgranit från Roslagen, M (N = 20).
V	150	250	50	200	65	30
Cr	30	6	2	50	5	5
Co	40	60	30	65	22	8
Ni	20	22	20	115	15	7

Till jämförelse meddelas i de båda kolumnerna längst t. h. medeltalen av spektralanalyser utförda på de bergarter i Roslagens urgranitsvit som stå brottstyckena närmast. Sundbybreccians innehåll röjer tydligt sin karaktär av

Tabell 2. Halter av vissa spårelement i Roslagens ultrabasiska gabbro och därmed samhöriga gångbergarter.

A. I åldershänseende väldefinierade varieteter, grupperade efter avtagande ålder (yngsta bergart längst t. h.).

Analytiker: P. H. Lundegårdh.

g/ton av	Intrusion I								Intrusion II.									Sena gångar
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
	Anortosit, Bönskär, GM.	Allivalit, ¹ Bådragsträsket, GM.	Peridotit, ^{1,2} Träffisholmen, GM.	Pyroxenitisk peridotit. öständen av sjön Härsen, FM.	Peridotitisk olivingabbro, Ruggsättra, RSM.	Amfiboliserad diallaggabbro, VNV om Vreta, RM.	Diallagabbro, ¹ NÖ om Nabbo, RM.	Norit, ¹ Lönsudden, GM.	Anortositisk allivalit, (randfacies), Västankvik, RM.	Peridotitisk olivingabbro (randfacies), 1 km ÖSO om Åkerö, RM.	Anortitporfyrisk allivalit, Åkerö, RM.	Allivalit med något diallag (randfacies), öständen av sjön Härsen, FM.	Amfibolporfyr (gång- facies), 1 km ÖNO om Penningby.	Davainit (gångfacies), ¹ Hornsholmen, GM.	Amfibolgabbro, Beateberg, BM.	Amfibolgabbro (randfacies), Hornsholmen, GM.	Amfibolgabbro, ¹ 3-5 km SSV om Norrtälje, MM.	Amfibolgabbro (gångfacies), Västankvik, RM.
B.	0	30	100	150	20	< 5	< 10	< 10	20	150	50	100	30	40	> 10	20	< 10	< 5
V.	0	< 20	50	< 20	20	200	1,600	1,000	< 20	50	< 20	100	110	220	150	600	180	1,000
Cr.	< 0.1	1.5	5	6	5	4	2.5	2.0	10	35	100	60	130	220	55	60	55	10
Co.	< 0.2	60	200	75	90	50	90	65	95	100	60	80	60	75	80	40	55	85
Ni.	< 0.5	120	450	250	250	45	32	20	115	140	80	120	180	170	120	75	27	35
Femiska mi- neral, % av hela bergar- ten	0	35	100	100	80	30	65	55	20	75	40	55	80	100	60	50	50	75
An, % av plagioklasen	88— —89	88— —89	—	—	90	90	90	86— —87	90— —95	90— —95	90— —95	90	75	—	85— —90	85— —90	90	90

¹ Analysen hämtad ur P. H. Lundegårdh 1946. — ² Skillersten med malm-serpentinomvandlad olivin och genomväxande amfibol.

BM = Beatebergsmassivet, FM = Fastarbymassivet. GM = Grovstanäsmassivet, MM = Mellingeholmsmassivet, RM = Rådmansösmassivet, RSM = Ruggsättramassivet.

Tabell 2, forts. Halter av vissa spårelement i Roslagens ultrabasiska gabbro och därmed samhöriga gångbergarter.

B. I åldershänseende dåligt eller icke alls definierade varieteter.

Analytiker: P. H. Lundegårdh.

g/ton av	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Amfiboliserad diallagabbro, ¹ Lagbodamassivet.	Amfibolgabbro, Rumsättra, SM.	Diallagabbro, norr om Sandasjön, BM.	Norit, norr om Sundby, SBM.	Lätt amfibolporfyrisk ultrabasisk amfibolit (gångfacies) ¹ , NV delen av GM.	Amfibolporfyr (gångfacies) ¹ , omedelbart utanför NÖ hörnet av GM.
B	10	15	5	5	<5	<10
V	210	50	100	200	500	150
Cr	2.0	100	85	50	260	40
Co	50	60	190	65	65	47
Ni	31	75	65	115	140	37
Femiska mineral, % av hela bergarten	60	50	40	50	70	75
An, % av plagioklasen	90	85	85— —90	81	85— —90	45— —47

¹ Analysen hämtad ur P. H. Lundegårdh 1946.

BM = Beatebergsmassivet, GM = Grovstanäsmassivet, SBM = Sundbymassivet, SM = Storsjömassivet.

omvandlad granodiorit medan däremot brottstyckena norr om Nabbo äro svårare att klassificera. De spårelementbestämningar som finnas tillgängliga från Uppsalatraktens berggrund ge dock en ledtråd i detta särskilda fall. Uppsalagränit från Ekeby visar V = 40, Cr = 25, Co = 45 och Ni = 20 g/ton (P. H. Lundegårdh 1946, sid. 50, tab. 16). Man kan följaktligen räkna med ganska varierande kromhalter i åtminstone en del av de av gabbro breccierade urgraniterna.

Halten av bor når i Roslagens ultrabasiter sitt maximum i samband med rikligt uppträdande av *olivin jämte övervägande deuterisk serpentin*. Samtliga de fem bergartsprover som innehålla ≥ 50 g/ton B föra olivin och serpentin eller serpentin utan bevarade olivinrester. Däremot finner man icke några bormineral, varför elementet måste uppträda som gitterförening. Endast en ultrabasit med bevarad olivin visar låg borhalt, nämligen gabbro från Ruggsättramassivet.

Den anrikning av bor i de ultrabasiska gabbrointrusionernas först-differentiat som sålunda kunnat konstateras, vittnar om en ofullständig avgasning av dessa. En sekundär borttillförsel borde nämligen ha resulterat i en betydligt mindre variation av gabbromassivens borhalter än den som nu kan studeras. Till förmån för antagandet av en ofullständig avgasning talar också den för peridotiternas kraftiga deuteriska serpentin- och amfibolomvandling nödvändiga

rika tillgången på primärt vatten (jfr H_2O^+ -värdet för peridotit från Träffsholmen i tab. 1).

Sahama (1945, sid. 55 ff.) har vid en geokemisk undersökning av bergarter från södra delen av Finska Lappland funnit, att bor anrikats i områdets serpentinstenar. Ett maximivärde av 300 g/ton B rapporteras från Kittilä. Serpentinstenarna äro i genomsnitt borrikare än områdets hornblenditer. Å andra sidan föra de båda oomvandlade olivinstenar som analyserats *icke* bor i bestämbar mängd. Några bormineral ha icke iakttagits i de uppräknade bergarterna.

Dessa fakta ha lett Sahama till förmodan, att relativt betydande mängder bor fixerats i den vattenlösning som uppstått vid olivinbergarternas kristallisation och att elementet sedermera trätt in i gittret i den serpentin som bildats genom vattenlösningens inverkan på olivinkristallerna. Ur det föregående framgår, att Sahamas hypotes låter sig tillämpas även på Roslagens borrika ultrabasiter.

VI. Sammanfattning. Geologiska paralleller.

Den nu lämnade redogörelsen för innehåll, form och kontaktförhållanden hos de ultrabasiska gabbroförekomsterna i Roslagen har visat, att dessa bildats efter urgranitsvitens differentiation och konsolidering, genom framträngandet av en *kalkbetonad magma*. Ett närmare studium av i första hand de båda största massiven av ultrabasisk gabbro, belägna vid Grovstanäs och på Rådmanö, fastställer, att vi ha att göra med *pluton*er (Cloos 1936, sid. 67 ff.), *uppkomna genom två på varandra följande intrusioner av nyssnämnda magma i den redan tidigare deformerade, till gnejsgranit omvandlade urgraniten*. Den äldre av dessa intrusioner är delvis starkt differentierad vad bergartsinnehållet beträffar, den yngre däremot tämligen odifferentierad. Till plutonerna ansluta sig olika ultrabasiska gångar, som slutfas dessutom massiv — delvis mycket omfattande —, gångar, etc., av skär eller röd, ofta aplitisk mikroklinggranit, s. k. *Vätögranit*. En för den ultrabasiska gabbron och Vätögraniten antagen gemensam stammagma har vid en approximativ kalkyl visat sig äga en kemisk sammansättning som starkt erinrar om modernmagman för Roslagens urgranitsvit.

Väl utvecklad bandning förekommer endast i Grovstanäsmassivet. De allra flesta av Roslagens övriga ultrabasitintrusioner visa blott en synnerligen sporadisk och i regel dåligt utvecklad bandning, av typen slirighet eller fluidalstruktur.

Gabbroplutonerna omgivas av diskontinuerliga zoner av kontaktomvandlad gnejsgranit. På vissa platser förekomma jämväl av gabbron orsakade uppmältningar i den senare. Skiffriighet och stänglighet saknas helt, såväl i den ultrabasiska gabbron som i huvudmassan av kontaktomvandlad urgranit. Några belägg för nämnvärd tektonisering av gabbron efter stelningens avslutande finnas icke, med undantag för de nord—sydliga sprickor som varit väg-

ledande för flertalet av de yngsta påvisbara intrusionerna av ultrabasisk magma i Roslagen, gabbrogångarna i Rådmansömassivets yngre huvudintrusion. Tiden för öppnandet av dessa sprickor bör uppenbarligen förläggas till den ultrabasiska magmans intrusionsperiod. De kylda kontakter som utmärka vissa av Rådmansömassivets gabbrogångar tillåta ock förmodan, att ultrabasitmagmans aktivitet haft betydande varaktighet.

Den ultrabasiska gabbrons båda huvudintrusioner äro i kemiskt hänseende tämligen likartade, dock med undantag för *den betydande stegring av kromhalten som utmärker språnget från den äldre huvudintrusionen till den yngre.*

Inom Mellansverige förekomma petrografiska paralleller till Roslagens ultrabasiska gabbro i det av N. H. Magnusson (1925, sid. 101—04) beskrivna Eriksbergsmassivet i Värmland. En ungefärlig *geologisk motsvarighet* utgör W. Larssons av tre delintrusioner sammansatta gabbropluton vid Nygården ej långt från Vretstorp i Närke (Larsson 1935).

Från ön Rum i Skottland har en serie tertiära eruptivbergarter ingående beskrivits av A. Harker (1908) och sedermera studerats av bl. a. S. I. Tomkeieff (1945). Dessa bergarter låta sig uppdelas i följande tre intrusioner. Till jämförelse repeteras Roslagens ultrabasit-Vätögranitsvit t. h.:

RUM.	ROSLAGEN.
III. Granofyr.	Vätögranit.
II. Ultrabasisk olivingabbro.	Ultrabasisk, porfyritisk olivingabbro och besläktade bergarter.
I. Kraftigt bandad peridotit-allivalitkomplex.	Delvis bandad anortosit-allivalit-peridotit-pyroxengabbrokomplex, delvis tämligen odifferentierad ultrabasisk gabbro.

Plagioklasen i de ultrabasiska Rumbergarterna synes i genomsnitt innehålla 90 % anortit, olivinen 12—25 % fayalit. Klinopyroxenen visar $2V\gamma = 58^\circ$, $c : \gamma = 42^\circ$ samt partiell diallagspaltning (samtliga data hämtade ur Tomkeieff 1945). Motsvarande data för Roslagens ultrabasiska gabbro äro: 81—95 % anortit i plagioklasen och 7—32 % fayalit i olivinen, vidare $2V\gamma = 59—61^\circ \frac{1}{2}$, $c : \gamma = 38—45^\circ$ och stark diallagspaltning i huvudmassan av klinopyroxen. *I allt väsentligt överensstämma således ultrabasitsviterna i Roslagens urberg och på den tertiära ön Rum med varandra.*

VII. Summary: The Ultra-Basic Gabbro of Roslagen, Central Sweden.

The bed-rock of South-eastern Uppland, or Roslagen, is dominated by old Archaean granites, «*urgranites*». These are distinctly linear-structured and most frequently schistose, *gneissic*, as shown in Plate 1. The main variety is a grey, plagioclastic gneiss-granite fairly rich in hornblende (see P. H. Lundegårdh 1946, pp. 42—59).

The ultra-basic gabbro in general. Its relation to adjacent rocks.

In later Archaean time, the gneiss-granite of Roslagen was intermittently intruded by various magmas, femic as well as salic. The oldest of these intrusions — painted black in Plate 1 — are *discordant* and *plutonic* (cf. H. Cloos 1936, p. 67 ff.). They consist of an *ultra-basic gabbro* with 81—95 % anorthite in the plagioclase and 41.5—48 % SiO_2 in the total rock.

The borders of the ultra-basic massifs are most frequently well-defined, at times even disjointed and filled with younger rocks (aplitic microcline-granite, amphibolite). The massifs are, however, surrounded by *discontinuous zones of contact-metamorphic gneiss-granite* — quartz-gabbro, quartz-diorite, which locally conceal the border lines.

Most of the contact-metamorphic gneiss-granite has lost its linear structure and schistosity. These structures are thus older than the ultra-basic intrusions. Besides, many of the latter show apophyses or protuberances which are parallel to the schistosity of the gneiss-granite (see Plate 1 and Figs. 1—2).

Eruptive breccias produced by the ultra-basic gabbro are quite rare. A beautiful breccia, situated on the isle of Hornsholmen in the SW part of the Grovstanäs region (Figs. 2—3), is, however, shown in Figs. 4—5. The intrusive gabbro here contains remnants of more or less contact-metamorphic gneiss-granite as well as of ordinary, banded Grovstanäs gabbro (see below). The brecciating intrusion is thus younger than the main mass of Grovstanäs gabbro and of a *minor size*. This explains the well-preserved condition of the remnants.

Fig. 6 exposes to view part of an eruptive breccia in the northern part of the Sundby massif near Stockholm (Plate 1). Further though less distinct breccias occur, *inter alia*, in the northernmost part of the Rådmanasö massif.

All over Roslagen, the ultra-basic gabbro is accompanied by a pink or red, fine- to medium-grained microcline-granite, *Vätö granite* (cf. P. H. Lundegårdh 1946, pp. 80—86). This rock has originated a great number of intrusions into the ultra-basic gabbro and, especially, into the surrounding gneiss-granite (Figs. 1—2). In the former case, it is a question only of aplitic dikes, in the latter, however, also of massifs (Plate 1). The Vätö granite seems to constitute an acid differentiate of the parental magma of the ultra-basic gabbro (cf. below and Fig. 16).

Furthermore, the margins and surroundings of the plutonic gabbro show minor intrusions of a grey, plagioclasic aplitite — urgranite that has been remelted and mobilized by heat emitted from the gabbro.

The Grovstanäs massif.

A number of years ago (P. H. Lundegårdh 1943), I investigated the ultra-basic gabbro SW of Grovstanäs near Penningby in Central Roslagen (Plate 1 and Fig. 2). This gabbro is fine- to medium-grained, xenomorphic and most frequently banded (see below). Olivine-gabbro (early differentiate) and ultra-basic norite (late differentiate) are the main varieties. Further, the occurrence of anorthosite, peridotite and diallage-gabbro has to be reported. Most varieties show partial alteration (deuteric or secondary) to amphibole-gabbro.

As was stated above, the brecciating amphibole-gabbro of Hornsholmen is younger than the remaining Grovstanäs gabbro, actually containing remnants

of the latter. It forms a separate intrusion and thus suggests the presence of *two generations of ultra-basic gabbro in Roslagen (intrusions I and II)*.

In the large Rådmansö massif east of Norrtälje (Plate 1 and Fig. 1), late ultra-basic gabbro (intrusion II) is almost as important as early gabbro (intrusion I) corresponding to the ordinary Grovstanäs ultra-basite. South of Lake Kyrksjön (Fig. 1), the late gabbro has originated a rather extensive intrusion into the early gabbro and the adjacent urgranite. This intrusion shows marginal breccias as well as real apophyses (Figs. 11—12). Analogous though smaller intrusions occur in other parts of the early Rådmansö gabbro.

The latter rock has as a rule developed as diallage-gabbro and deuteritic or secondary amphibole-gabbro. It resembles the diallage- and amphibole-gabbro of the main Grovstanäs intrusion very much, though it sometimes grows rather coarse (especially in the southernmost part of the massif).

The late Rådmansö gabbro is an undifferentiated, medium-grained to coarse olivine-gabbro with characteristic eyes of anorthite. The small intrusions as well as marginal parts of the main mass south of Lake Kyrksjön show a non-porphyrific, though still rather coarse, variety. A few femic dikes and apophyses are composed of a fine medium-grained rock with coarse amphibole eyes. The amphibole is deuteritic or secondary after olivine.

As shown by Plate 1, plutonic ultra-basic gabbro is fairly common in Roslagen. In most massifs, it shows a rather weak differentiation. Diallage-, olivine- and deuteritic or secondary amphibole-gabbro are the standard varieties.

In certain plutones, it is impossible to judge whether the gabbro belongs to intrusion I or intrusion II (*e. g.* the Storsjö, Sundby and Lagboda massifs, see Plate 1). Other plutones resemble the Rådmansö massif in showing early gabbro intruded and, sometimes, brecciated by late one (the Beateberg and Fastarby massifs, see Plate 1). Still other intrusions are evidently early (the Rugsättra massif, Plate 1) or late (the Mellingsholm massif, Plate 1; further a pair of discordant dikes of amphibole-porphyrite situated ENE of Penningby and on Solö, *cf.* P. H. Lundegårdh 1946, pp. 86—87).

As mentioned above, most of the early Grovstanäs gabbro is *banded*, the olivine-bearing varieties and their amphibolized derivatives in a really beautiful manner (Fig. 8). The banding is mainly *rhythmic* though frequently distorted by convections (Fig. 9) and locally intensified by squeeze (see P. H. Lundegårdh 1946, pp. 63 and 73—78). It is composed of alternating felsic and mafic shells running approximately parallel to the borders of the massif (Fig. 2), which thus constitutes a *conformable* and *disharmonious* plutone (terminology in accordance with H. Cloos 1936, p. 75).

Elsewhere in Roslagen, banded ultra-basic gabbro is, however, quite rare. Conformity can be reported only from the Mellingsholm massif (*cf.* P. H. Lundegårdh 1946, Plate I). The occasional banding of the Rådmansö gabbro (Fig. 1) is rather irregular, owing to the composite character of this plutone. Indeed, the sparse banding (= fluidal structure) of the late porphyritic olivine-gabbro south of Lake Kyrksjön is conformable merely to the border line of its own intrusion.

The
Rådmansö
massif.

Other
occurrences.

Banding.

Dikes of
ultra-basic
gabbro.

The final activity of the magma of the Roslagen ultra-basic gabbro has originated a number of dikes into the late olivine-gabbro south of Lake Kyrksjön (Figs. 13—14). A few of these dikes show cooled contacts and thus prove a long activity of the ultra-basic magma. Most of them run strictly northwards, whereas the main structural plane is in Roslagen directed north-east to eastwards (see Plate 1). The same discordance characterizes the Penningby and Solö dikes above mentioned. The N—S joints of Roslagen, which are now very frequent, should consequently have opened during the activity of the ultra-basic magma.

The chemistry
of the ultra-
basic gabbro.

Chemically, the ultra-basic gabbro of Roslagen is characterized by the data given in Table 1. The analyses there quoted have been executed on, from the left to the right, 1: plagioclase separated from early anorthosite, the Grovstanäs massif, 2—3: early allivalite and peridotite from the Grovstanäs massif, 4: early diallage-gabbro from Rådmansö, 5: early norite from the Grovstanäs massif, 6—8: late, porphyritic gabbro (7—8: allivalite) from Rådmansö, 9: late olivine-gabbro from Rådmansö, 10: late amphibole-gabbro from the Mellingsholm massif. The differentiations of the liquid ultra-basic gabbro and Vätö granite as well as of a mutual parental magma of these rocks are evident from Fig. 16.

The text-table on p. 38 shows the chemical compositions of, from the left to the right, 1: Roslagen ultra-basic gabbro (M^1), 2: Vätö granite (M^1), and 3: a calculated parental magma of these suites of rocks; further, for the purpose of comparison, 4: granodiorite from Penningby, approximately corresponding to the undifferentiated urgranite of Roslagen. A study of this table and the diagram in Fig. 16 makes amply clear that a mutual parental magma of the Roslagen ultra-basic gabbro and Vätö granite should have had a chemical composition similar to that of the undifferentiated urgranite of Roslagen as exemplified by the granodiorite from Penningby.

Tables 2 A—B give the contents(g./ton) of certain *trace elements*² — boron, vanadium, chromium, cobalt, and nickel — in the Roslagen ultra-basic gabbro. In addition, these tables show the contents of feric minerals (% of total rock) and the composition of the plagioclase (% An). Table 2 A is composed of the analyses carried out on those rock varieties the times of intrusion of which are known (intrusion I — intrusion II — latest, or final, dikes). The rocks considered are, from the left to the right, 1—3: early anorthosite, allivalite and peridotite from the Grovstanäs massif, 4: early pyroxenitic peridotite from the Fastarby massif, 5: early mafic olivine-gabbro from the Ruggsättra massif, 6—7: early diallage-gabbro from Rådmansö (6 amphibolized), 8: early norite from the Grovstanäs massif, 9: late, anorthositic allivalite (marginal variety) from Rådmansö, 10: late mafic olivine-gabbro (marginal variety) from Rådmansö, 11: late porphyritic allivalite from Rådmansö, 12: late diallage-bearing allivalite (marginal variety) from the Fastarby massif, 13: late amphibole-porphyrinite from the dike ENE of Penningby (*cf.* above), 14: davainite (= deuteritic

¹ Arithmetic means calculated on all available analyses.

² Determined by means of spectral analysis (see P. H. Lundegårdh 1946, pp. 11—24).

or secondary hornblendite) from an apophysis of the late brecciating amphibole-gabbro on Hornsholmen (*cf.* above), 15: late amphibole-gabbro from the Beateberg massif, 16: late brecciating amphibole-gabbro from Hornsholmen, 17: late amphibole-gabbro from the Mellingeholm massif, 18: final dike of amphibole-gabbro, Rådmanö.

The six ultra-basic gabbro varieties contained in Table 2 B have no fixed age positions, though conclusions in this respect might be drawn from a comparison with the rocks in Table 2 A.

The text-table on p. 39 shows 1: quartz-dioritic remnants (metamorphic urgranite) from the northernmost part of the Rådmanö massif and 3: do. from the Sundby massif, as compared with 2: early ultra-basic amphibole-gabbro from the surroundings of 1, and 4: ultra-basic norite near the eruptive breccia of 3. For the purpose of further comparison, the table gives 5: diorite, grano-diorite *etc.* (M, N = 6) and 6: gneiss-granite (M, N = 20), both belonging to the urgranite suite of Roslagen. Finally, it should be mentioned that ordinary urgranite from Uppsala in Central Uppland shows V = 40, Cr = 25, Co = 45, and Ni = 20 g./ton.

As regards their chemistries, the early and late intrusions of ultra-basic gabbro in Roslagen differ essentially only in one respect, *i. e.* in their contents of *chromium*. Apart from the margins of the late intrusion south of Lake Kyrksjön, Rådmanö (Table 2 A: nos. 9—10), which are strongly influenced by assimilations of the surrounding early gabbro, the concentration of chromium is rather normal (*cf.* P. H. Lundegårdh 1946, pp. 141—42) in the late ultra-basic gabbro (intrusion II), whereas it is very low in the early gabbro (intrusion I).

As regards *boron*, the highest concentrations occur in the olivine-bearing ultra-basic gabbro, which is in Central Roslagen *always* more or less *serpentinized*. In the serpentine-bearing rocks of Southern Finnish Lapland, Th. G. Sahama (1945, p. 55 ff.) observed a similar enrichment. In both cases, boron seems to be a primary constituent contained in the serpentine lattice.

* * *

A. Harker (1908) and, later, S. I. Tomkeieff (1945) investigated the Tertiary ultra-basites of Rum, Scotland. These rocks resemble the ultra-basic gabbro of Roslagen in several respects: Parallels.

RUM.	ROSLAGEN.
III. Granophyre.	Vätö granite.
II. Ultra-basic olivine-gabbro.	Ultra-basic, most frequently porphyritic olivine-gabbro, and related rocks.
I. Complex of peridotite and allivalite showing strong banding.	In part banded complex of anorthosite-allivalite-peridotite-pyroxene-gabbro, in part rather undifferentiated ultra-basic gabbro.

The plagioclase of the Rum ultra-basites contain about 90 % anorthite, the olivine 12—25 % fayalite. The clinopyroxene shows $2V\gamma = 58^\circ$, $c : \gamma = 42^\circ$, and partial diallage jointing (data from Tomkeieff 1945). The corresponding properties of the Roslagen ultra-basic gabbro are as follows: 81—95 % anorthite in the plagioclase and 7—32 % fayalite in the olivine, moreover $2V\gamma = 59-61^\circ 1/2$, $c : \gamma = 38-45^\circ$ and strong diallage jointing in most of the clinopyroxene.

VIII. Litteraturförteckning.

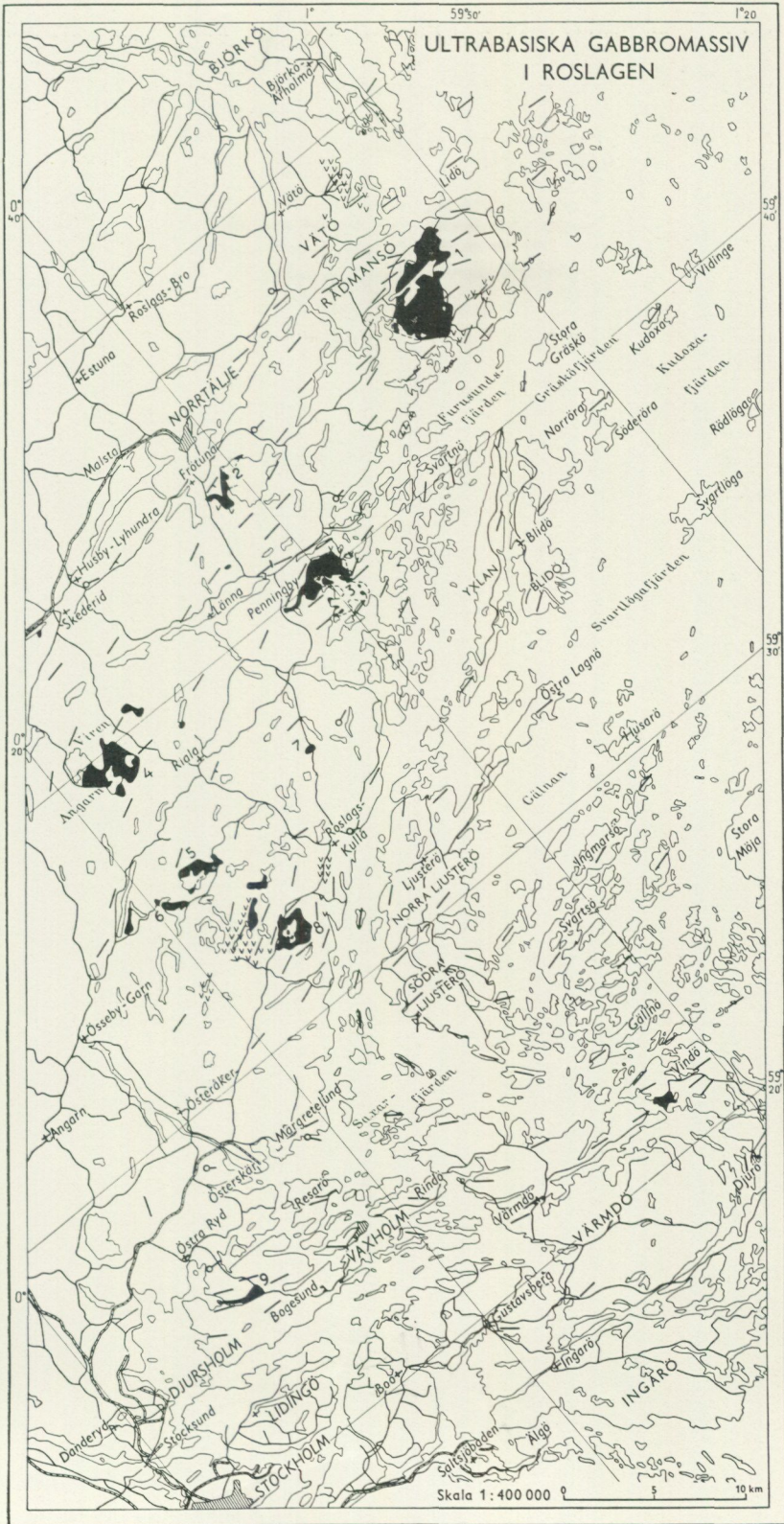
- BGIU = Bulletin of the Geol. Instit. of Upsala,
 GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar,
 KVA = Kungl. Svenska Vetenskapsakademien,
 SGU = Sveriges Geologiska Undersökning.
- Asklund, B.: Några urbergstektoniska problem från Östergötland. GFF 43, 1921.
 Backlund, H.: Über die Olivingruppe. Travaux Musée Géol. Pierre le Grand près l'Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg, 3, 1909.
 — Om anortiten i gabbroen på Rådmansö. GFF 52, 1930.
 Berek, M.: Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden. 1924.
 Blomberg, A.: Beskrifning till kartbladet Penningby. Med 1 karta i skalan 1 : 50 000. SGU Aa 100, 1889.
 Cloos, H.: Einführung in die Geologie. 1936.
 Du Rietz, T.: Studies on the Rocks of Rådmansö. GFF 51, 1929.
 Erdmann, A.: Om de i Sverige förekommande bergarter som föra hornblende eller augit. KVA:s handl. 1846.
 — Vägledning till bergarternas kännedom. 1855.
 Erdmann, E.: Se Blomberg 1889, sid. 15—18.
 Geijer, P.: Berggrunden inom malmtrakten Kiruna-Gällivare-Pajala. SGU C 366, 1931.
 Goldschmidt, V. M.: Drei Vorträge über Geochemie. GFF 56, 1934.
 Hagerman, T.: Berggrunden i Vätö-Björkö-Arholmaområdet. Manuskript 1926.
 Harker, A.: Geology of the Small Isles of Inverness-Shire. Mem. Geol. Survey Scotl. 1908.
 Holmquist, P. J.: Stockholmstraktens berggrundstektonik. GFF 43, 1921.
 Högbom, A. G.: Zur Petrographie von Ornö Hufvud. BGIU X, 1910.
 Larsson, W.: Der Nygård-Pluton. BGIU XXV, 1935.
 Lundegårdh, P. H.: Bytownit aus Anorthosit von Bönskar im nördl. Teil der Stockholmer Schären und seine Beziehungen zu verschiedenen Feldspatbestimmungskurven. BGIU XXVIII, 1941.
 — The Grovstanäs Region. BGIU XXIX, 1943.
 — Rock Composition and Development in Central Roslagen, Sweden. KVA:s Arkiv för kemi etc. 23 A: 9, 1946.
 Magnusson, N. H.: Persbergs malmtrakt och berggrunden i de centrala delarna av Filipstads bergslag. Akad. Diss. Stockholm 1925.
 — Herrängsfältet och dess järnmalmer. SGU C 431, 1940.
 Sahara, Th. G.: Spurenelemente der Gesteine im Südlichen Finnisch-Lapland. Bull. Comm. Géol. Finl. 135, 1945.

- Sundius, N.: Berggrunden inom sydöstra delen av Stockholms skärgård. SGU C 419, 1939.
- Berggrundskarta över Stockholmstrakten, i skalan 1 : 50 000. Med beskrivning. SGU Ba 13, 1947.
- Svedmark, E.: Beskrifning till kartbladet Vaxholm. Med 1 karta i skalan 1 : 50 000. SGU Aa 88, 1883.
- Gabbroen på Rådmansö och angränsande trakter af Roslagen. SGU C 78, 1885 a.
- Beskrifn. t. kartbl. Furusund. Med 1 karta i skal. 1 : 50 000. SGU Aa 93, 1885 b.
- Beskrifn. t. kartbl. Rådmansö. Med 1 karta i skal. 1 : 50 000. SGU Aa 95, 1885 c.
- Orografiska studier inom Roslagen. SGU C 88, 1887.
- Tomkeieff, S. I.: The Ultrabasic and Basic Rocks of Rum. Mineralogical Magazine XXVII, 1945.
- Törnebohm, A. E.: Om Sveriges viktigare diabas- och gabbroarter. KVA:s handl. 1877.
- Wager, L. R., och R. L. Mitchell: Preliminary Observations on the Distribution of Trace Elements in the Rocks of the Skaergaard Intrusion, Greenland. Mineralogical Magazine XXVI, 1943.
- Winchell, A. N., Elements of Optical Mineralogy. Part II. 3d Ed. 1933.
- Öberg, P.: Kemisk och mineralogisk undersökning af Eukrit från Rådmansö i Upland. 1872.
-

Text till plansch 1.

Pl. 1. Utbredningen av ultrabasisk gabbro (svart) och Vätögranit (v, endast viktigare förekomster utsatta) i mellersta och norra delarna av Stockholms skärgård. Skiffrighets- och stänglighetstecknen hänföra sig till områdets gnejsgranit och däri inneslutna, äldre bergarter. Skiffrighetens stupning har endast markerats i de fall den visat sig vara flack ($5-35^\circ$). 1 = Rådmansömassivet, 2 = Mellinge-holmsmassivet, 3 = Grovstanäsmassivet, 4 = Beatebergsmassivet, 5 = Storsjömassivet (vid norra stranden av *Storsjön*), 6 = Fastarbymassivet (vid norra stranden av sjön *Härsen*), 7 = Lagbodamassivet, 8 = Ruggsättramassivet (med sjön *Stora Ruggen* i massivets mitt), 9 = Sundbymassivet. Kartan bygger på fältarbeten av P. H. LUNDEGÅRDH, N. SUNDIUS och E. SVEDMARK.

The distribution of ultra-basic gabbro (black) and Vätö granite (v, minor occurrences excluded) in the Central and Northern Skerries of Stockholm. The symbols of schistosity (—, low dips = \perp) and linear structure (O—) refer to the gneiss-granite (incl. older rocks). 1, 2, 3. a. s. o., see above (Rådmansömassivet = the Rådmansö massif, a. s. o.). The map is compiled from petrological investigations by P. H. LUNDEGÅRDH, N. SUNDIUS and E. SVEDMARK. Scale 1 : 400,000.



SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST
UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

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

	Pris kr
N:o 175 <i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
» 176 <i>Storvik</i> av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934	4,00
» 177 <i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00
» 178 <i>Gävle</i> av R. SANDEGREN, B. ASKLUND och A. H. WESTERGÅRD 1939	4,00
» 179 <i>Forshaga</i> av R. SANDEGREN och N. H. MAGNUSSON 1937	4,00
» 180 <i>Fårö</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1936	4,00
» 181 <i>Smedjebacken</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1937	4,00
» 182 <i>Lidköping</i> av S. JOHANSSON, N. SUNDIUS och A. H. WESTERGÅRD 1943	4,00
» 183 <i>Visby och Lummelunda</i> av G. LUNDQVIST, J. E. HEDE och N. SUNDIUS 1940	4,00
» 184 <i>Hedemora</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1941	4,00
» 185 <i>Horndal</i> av R. SANDEGREN och B. ASKLUND 1943	4,00
» 186 <i>Möklinta</i> av R. SANDEGREN och B. ASKLUND 1946	4,00
» 188 <i>Avesta</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1946	4,00

Årsbok 37 (1943)

N:o 452 ÖDMAN, OLOF H., Geology of the copper deposit at Laver, N. Sweden. With 2 plates. 1943	1,00
» 453 HJELMQVIST, SVEN, Die Natronreiche Randzone des Granitmassivs nördlich von Smedjebacken in Dalarna. Ein Beitrag zum Studium der Granitbildung. 1943	1,00
» 454 GAVELIN, SVEN, On the distribution of metals at Rävlieden, N. Sweden, and in some other copper-zinc ores. 1943	1,00
» 455 THORSLUND, PER, Gränsen ordovicium—silur inom Storsjöområdet i Jämtland. Summary: The Ordovician—Silurian boundary in the Jemtland Storsjön area. 1943	1,00
» 456 LARSSON, W., Zur Kenntnis der alkalinen ultrabasischen Ganggesteine des Kalixgebiets, Nordschweden. 1943	1,00
» 457 LUNDQVIST, G., Norrlands jordarter. Med 2 tavlor. 1943	3,00
» 458 WICKMAN, F. E., A graph for the calculation of the age of minerals according to the lead method. With one plate. 1944	1,00

Årsbok 38 (1944)

N:o 459 WESTERGÅRD, A. H., Borrningar genom Skånes alunskiffer 1941—42. Med 6 planscher. Kemiska analyser av G. Assarsson. Spektralanalyser av S. Landergren. Summary and description of fossils. 1944	3,00
» 460 SUNDIUS, NILS, On the substitution relations in the amphibole group. 1944	0,50
» 461 JOHANSSON, S., Om jord och vatten på Lanna försöksgård. 1944	1,00
» 462 ASSARSSON G., Torrsubstansstillgång och vattenhalt i torvmarker i södra Sverige. 1944.	1,00
» 463 WESTERGÅRD, A. H., Borrningar genom alunskifferlagret på Öland och i Östergötland 1943. Med 2 planscher. Kemiska analyser av G. Assarsson. Spektralanalyser av S. Landergren. Summary: Borings through the alum shales of Öland and Östergötland made in 1943. 1944	2,00
» 464 GRIP, E. and ÖDMAN, O. H., On Thucholite and natural gas from Boliden. 1944	1,00
» 465 BROTZEN, F., De geologiska resultaten från borrningarna vid Höllyviken. Prel. rapport. Del 1. Kritan. Med 4 planscher. Summary and description of Foraminifera. 1945	2,00
» 466 LARSSON, W., Zur Kenntnis der spätglazialen Eisbewegungen westlich des Wenersees, Schweden. 1945	1,00
» 467 DU RLETZ., T., The alteration of the rocks in the copper deposit at Laver in N. Sweden. 1945	2,00

Årsbok 39 (1945)

N:o 468	GABRIELSON, OLOF, Studier öfver elementfördelningen i zinkbländen från svenska fyndorter. Summary: Studies on the distribution of element in Swedish Sphalerites 1945	2,00
» 469	GAVELIN, SVEN, Arsenic-cobalt-nickel-silver veins in the Lindsköld copper mine, N. Sweden. 1945	0,50
» 470	ÖDMAN, O. H., A Nickel-cobalt-silver-mineralisation in the Laver copper mine, N. Sweden. 1945	0,50
» 471	LUNDQVIST, G., Dubbla moränen i Boliden. 1946.	0,50
» 472	WERNER, S., Determinations of the magnetic susceptibility of ores and rocks from Swedish iron ore deposits. 1945	3,00
» 473	KULLING, O., Om fynd av mammut vid Pilgrimstad i Jämtland. Med en inledning av Per Geijer. Summary: On the find of mammoth at Pilgrimstad in Jämtland. 1945	2,00
» 474	GRIP, E., Arvidsjaurfältet och dess förhållande till omgivande berggrund. Med en karta. Summary: The Arvidsjaure district and its relation to surrounding rocks. 1946	2,00
» 475	SUNDIUS, N., The composition of Eckermannite and its position in the amphibole group. 1946	0,50
» 476	CALDENIUS, C., Skredet vid Sävån den 18 januari 1945. Med en plansch. Summary: A landslide on the river Sävå 18th Jan. 1945. 1946	0,50

Årsbok 40 (1946)

N:o 477	WESTERGÅRD, A. H., Agnostidea of the Middle Cambrian of Sweden. With 16 plates. 1946.	5,00
» 478	LUNDQVIST, G., Blekingemoränens blockhalt. 1946.	1,00
» 479	ASKLUND, B., Svenska stenindustriområden 1—2. Gatsten och kantsten 1. Allmän översikt. 2 Specialundersökning av det för 1937 års granitutredning insamlade materialet. Med 9 tavlor och 8 planscher. 1947	5,00
» 480	SUNDIUS, N., The classification of the hornblendes and the solid solution relations in the amphibole group. 1946	2,00
» 481	MUNTZE, H., Nya bidrag till kännedomen om Härnögyptjan. 1946	1,00

Årsbok 41 (1947)

N:o 482	ALIN, J. †, och SANDEGREN, R., Dösebackaplatån. Geologisk beskrivning av fyndorten för mammut och myskoxe vid Dösebacka, Romelanda socken, Bohuslän. Med en karta av H. Ryfors 1947	1,00
» 483	WESTERGÅRD, A. H., Nya data rörande alunskifferlagret på Öland. Kemiska analyser av G. Assarsson. English Summary. 1947	0,50
» 484	LUNDEGÅRDH, P. H., Den ultrabasiska gabbbron i Roslagen. Summary: The ultrabasic gabbro of Roslagen, Central Sweden. Med en plansch. 1947	1,00
» 485	HÄGG, R., Die Mollusken und Brachiopoden der schwedischen Kreide. Das Kristianstadsgebiet. 1947	3,00
» 486	ARRHENIUS, G., Den glaciala lerans varvighet. En studie öfver Uppsala-traktens varviga märgel. Summary: The varvity of the Glacial clay. A study of the varved marl in the Uppsala region. 1947.	2,00

Ser. Ba.

N:o 14	Jordartskarta öfver södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström 1944. 1:400000. Mellersta bladet tryckt 1947	10,00
--------	---	-------

Ser. Ca.

N:o 33	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 3. Horizontal intensity. With 4 plates. 1941	10,00
» 34	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 4. Vertical intensity. With 5 plates. 1942	10,00
» 35	GELJER, PER och MAGNUSSON, N. H., De mellansvenska järnmalmernas geologi. Med 56 tavlor. 1944.	25,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 1*