

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

N:o 587

ÅRSBOK 56 (1962) N:o 3

NYA SYNPUNKTER
PÅ SÖRMLANDSGNEJSERNAS GEOLOGI
MED SÄRSKILD HÄNSYN TILL
STOCKHOLMSTRAKTEN

AV

GÖRAN STÅLHÖS

Summary: Aspects of the Sörmland Gneisses
in Eastern Sweden

STOCKHOLM 1962

Sveriges Geologiska Undersöknings senast utkomna publikationer

Geological Survey of Sweden. Recent publications

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

Geological maps, scale 1 : 50 000, with explanations

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

- | | | | |
|---------|--|---|------------------------------|
| N:o 197 | Laholm av W. LARSSON och C. CALDENIUS | } | Beskr. under utarbetande |
| » 198 | Halmstad av W. LARSSON och C. CALDENIUS | } | Expl. in preparation. |
| » 199 | Uppsala av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. | | With English summaries. 1956 |
| » 200 | Eskilstuna av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. | | English summaries. 1959 |

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

Agrogeological maps, scale 1 : 20 000, with explanations

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

- | | | | |
|-------|---------------------|---------------|----------------------|
| N:o 2 | Lund av G. EKSTRÖM. | Karta 1948 | med beskrivning 1953 |
| » 3 | Revinge | » 1951 | » 1961 |
| » 4 | Löberöd | » 1951 | » 1960 |
| » 5 | Örtofta | » 1952 | » 1961 |
| » 6 | Kävlinge | » 1955, t. v. | utan beskrivning |
| » 7 | Teckomatorp | » 1955, t. v. | » |
| » 8 | Trollenäs | » 1955, t. v. | » |
| » 9 | Bosjökloster | » 1956, t. v. | » |
- | | |
|---|-----------------------------------|
| } | Explanations
in
preparation |
|---|-----------------------------------|

Ser. C.

Årsbok 53 (1959)

- | | | |
|---------|---|-------|
| N:o 563 | SANDEGREN, R., Register över Sveriges geologiska undersöknings publikationer 1858—1958. [Index of publications of the Geological Survey of Sweden 1858—1958] 1959 | 10,00 |
| » 564 | OFFERBERG, J., Rocks and stratigraphy of the Ledfat area, Västerbotten county, Northern Sweden. 1959. With two plates | 10,00 |
| » 565 | LUNDQVIST, G., C 14-daterade tallstubbar i fjällen. Summary: C 14-dated pine stumps from the High Mountains of Western Sweden. 1959 | 3,00 |
| » 566 | MÖLLER, H., Från nordostis till lågbaltisk is. En glacialgeologisk studie i sydvästra Skåne. Zusammenfassung: Vom Nordosteis zum Niederbaltischen Eis. Eine glazialgeologische Studie in SW-Schonen. 1959 | 9,00 |
| » 567 | NILSSON, K., Isströmmar och isavsmältning i sydvästra Skånes backlandskap. Zusammenfassung: Eisströme und Eisabschmelzung im Hügelland des südwestlichen Schörens. Mit zwei Tafeln. 1959 | 6,50 |
| » 568 | DU RIETZ, T., Tectonic conditions in the front range of the Swedish Caledonian in Central Norrland. 1960 | 9,50 |
| » 569 | HJELMQVIST, S., Förekomsten av tungmineral i kaolinen på Ivö. Abstract: Occurrence of heavy minerals in the kaolin of Ivö. 1959 | 2,00 |

Årsbok 54 (1960)

- | | | |
|---------|---|------|
| N:o 570 | LUNDEGÅRDH, P. H., The miogeosynclinal rocks of Eastern Central Sweden. With one plate. 1960 | 6,00 |
| » 571 | BROTZEN, F., On Tylocidaris species (Echinoidea) and the stratigraphy of the Danian of Sweden. — With a bibliography of the Danian and the Paleocene. With three plates. 1959 | 7,00 |
| » 572 | FRIETSCH, R., En zon av kaolinlera och vittrad blodsten vid Svappavaara, Norrbotten. Summary: A zone of kaolin clay and weathered hematite ore at Svappavaara, Norrbotten. 1960 | 6,00 |

Forts. å omslaget 3: e sida

RÄTTELSE

Sid. 39 rad 19—20: Sillimanit och zoisit utgår.

Sid. 57 diagram 4. I tillhörande tabellkolumn 1, rad 9 står + E, skall vara 0.9 E. I samma kolumn rad 11 står 99.2, skall vara 100.1.

Sid. 71 diagram 5. I tillhörande tabellkolumn 3, rad 14 står 7.5, skall vara 8.9. I samma kolumn rad 18 står 98.6, skall vara 100.0.

Sid. 80 diagram 7. I tillhörande tabellkolumn 4, rad 8 står 0.9, skall vara 0.2. I samma kolumn rad 9 står 100.8, skall vara 100.1

Sid. 86 diagram 8. I tillhörande tabellkolumn 2, rad 1 står 8.0, skall vara 8.6. I samma kolumn rad 10 står 99.4, skall vara 100.0.

Kis

i mineralkolumnen diagram 8 skall vara

Oxidmalm

Kis

Oxidmalm

} Raden mitt för

»Kis» bortgår alltså. De för oxidmalm anförda mängderna innefattar även kis.

Sid. 91 diagram 10. I tillhörande tabellkolumn 2, rad 5 står +, skall vara 0.3. I samma kolumn rad 11 står 99.5, skall vara 99.8. Liksom i diagram 8 ovan gäller, att de anförda mängderna oxidmalm även innefattar kis.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

N:o 587

ÅRSBOK 56 (1962) N:o 3

NYA SYNPUNKTER
PÅ SÖRMLANDSGNEJSERNAS GEOLOGI
MED SÄRSKILD HÄNSYN TILL
STOCKHOLMSTRAKTEN

AV

GÖRAN STÅLHÖS

Summary: Aspects of the Sörmland Gneisses
in Eastern Sweden

STOCKHOLM 1962

INNEHÅLL

	sid.
Förord	3
Abstract: Aspects of the Sörmland gneisses in Eastern Sweden	4
Inledning	5
Metodik	8
Sörmlandsgnejsernas utbredning och omgivning	9
Leptit-hälleflintseriens stratigrafi och förhållande till urgraniter — gnejsgraniter och sedimentgnejs	11
Tektoniska förhållanden inom Stockholmstrakten och angränsande områden	18
Den äldre veckningsfasen	19
Huvuddragen av tektoniken inom Utö-Ljusteröantiklinalen	21
Den yngre veckningsfasen	24
Lagring, förskiffring och stänglighet inom kartbladet Stockholm NO	26
Huvuddragen av urbergstektoniken inom kartbladet Stockholm NO	32
Sedimentådergnejserna inom Stockholmsområdet	33
Skiffergnejs	35
Gråvackegnejs och gråvackebetonade gnejs	51
Mörka, metaarenitiska (sub)gråvackegnejs (oligoklasgnejs)	55
Den så kallade femiska leptiten på Utö och dess relation till Årstaformationen och den sörmländska granatådergnejs	63
Ljusa metaareniter	69
Basiska inlagringar i sedimentgnejserna	75
Grå, granitoida gnejs	78
Synpunkter på den grå, granitoida gnejsens ursprung, de metasomatiska förändringarna inom sedimentgnejserna samt de yngre graniternas uppkomst	82
Yngre graniter och pegmatiter	84
Petrografisk beskrivning	84
De yngre graniternas kemiska förhållanden	93
De yngre graniternas uppkomst, utbredning och uppträdande	98
Ögonförande granitoid skiffergnejs	103
Sammanfattning	105
Summary: Aspects of the Sörmland gneisses in Eastern Sweden	109
Litteraturhänvisningar	116
Analysbilaga	119

FÖRORD

Det här presenterade arbetet grundar sig på resultat erhållna vid den inom Sveriges geologiska undersökning pågående nykarteringen i skala 1:50 000 på kartbladen Stockholm NO, NV och SV, av vilka f. n. hela NO-bladet och två tredjedelar av NV-bladet jämte mindre delar av SV-bladet blivit färdigrekognoscerade. I samband härmed har också översikts- och studieresor företagits till följande områden utanför nämnda kartbladsarealer, nämligen kartbl. Eskilstuna och Västerås, Grythytteområdet, Södra Roslagen, Vidbo—Husbylånghundratrakten, Utö och Runmaröskärgården samt Ingarö och Nämndöfjärdens skärgård. En viss förtrogenhet utöver de rent exkursionsmässiga erfarenheterna har vidare vunnits genom fältarbeten i följande för problemställningen aktuella områden i SGU:s regi, nämligen kartbladen Eskilstuna och Uppsala samt Falutrakten.

Det nu föreliggande arbetet avser att i första hand ge en utförlig beskrivning av sedimentgnejserna i Stockholmstrakten med särskild hänsyn till deras ursprung och de omvandlingar, som träffat dem. Arbetet berör följaktligen ett för de fyra Stockholmsbladen gemensamt ämne, vilket på grund av sitt omfång ansetts böra få en specialbeskrivning. Arbetet kan därför av den petrologiskt intresserade användas som bredvidläsning till kartbladsbeskrivningarna, vilka i sin tur givetvis ger en fylligare bild av andra berggrundsgeologiska förhållanden.

Arbetet påbörjades under förra överdirektören N. H. Magnussons cheftid och har fullbordats, sedan överdirektör K. A. Lindbergson blev chef för SGU. Till dessa båda riktas jag mitt varmaste tack för den petrologiskt så intressanta arbetsuppgift, som jag beretts tillfälle att ägna mig åt vid sidan av det ordinarie kartbladsarbetet.

Fil. dr Walter Larsson och docent P. H. Lundegårdh har givit mig många värdefulla synpunkter och uppslag under arbetets fortgång. Den förra har dessutom i detalj granskat den färdiga avhandlingen och väsentligt bidragit till dess språkliga ans.

Med professor B. Asklund, fil. dr Josef Eklund och fil. dr N. Sundius har jag haft fruktbarande meningsutbyten. Professor Asklund har också haft vänligheten att granska det färdiga manuskriptet.

Till alla nämnda och icke nämnda personer, som på ett eller annat sätt medverkat till att detta arbete vuxit fram, vill jag framföra ett hjärtligt tack.

Slutligen vill jag också uttrycka min tacksamhet till min akademiske lärare i Uppsala, professor Erik Norin.

Stockholm den 25 januari 1962.

Göran Stålhös

ABSTRACT: ASPECTS OF THE SÖRMLAND GNEISSES IN EASTERN SWEDEN

The genesis of the Sörmland gneisses in the eastern part of Central Sweden has been repeatedly discussed since the end of the last century. Many different opinions have appeared and the following study presents new data about this gneiss complex as regards its composition, facies changes, and tectonics. This information was collected during field work on the geological map-sheets Stockholm NE, NW, and SW for the Geological Survey of Sweden and during excursions in the surroundings of the Stockholm area. A large number of planimetric analyses, and about thirty new chemical and spectrographical analyses are also presented. The main results of this investigation can be summarized as follows. —

Two areas of different sedimentological facies separated by a broad zone of transition occur in the Mälaren basin of the Stockholm region. In the central part of this basin to the south, we have a fairly well differentiated sequence of meta-argillitic rocks interbedded with thin beds of (sub)graywacke, the mean cation proportions of which are $K > Mg > Na > Ca$ and $Na > Ca \geq Mg > K$, respectively. The sediments mentioned most probably have their low-metamorphic counterparts in the Utö and Grythyttan areas. In marginal regions to the north the differentiation is not so complete. Here alkali-intermediate and/or moderately Na-dominant graywackes and graywacke-derivatives occur interbedded with (sub)graywackes of the same composition as those above.

In the lowermost parts of the sequence, around the anticlinal areas of Täljö and Nacka (Pl. 1), the (sub)graywackes mentioned, together with light calcareous meta-arenites, make up an increasing part of the sediments and constitute the »Årsta formation».

The late-Svecofennian regional metamorphism, which started in the synclinal areas caused a moderate metasomatic activity across a zone of chemical discontinuity separating the sediment series rich in H_2O , Al, Mg, and Fe, from the stratigraphically lower metavolcanics of the leptite-hälleflint series rich in quartz and alkali. The ionic exchange mentioned combined with high temperature converted the argillites rich in volatiles into veined garnet gneisses but seldom into homogeneous granites. Under the same conditions the original graywackes gave rise to the Stockholm granite proper as is also indicated by the fact that the distribution of the granites and the graywackes seems to coincide. The quartzitic meta-arenites and the (sub)graywackes on the other hand, suffered only marginal transformation for the most part during the regional metamorphism.

Sundius' (1947) opinion that the veined garnet gneisses are derivatives of so-called "femic leptites", seems to be incorrect. These "femic leptites" are proved to be identical with the relatively unmetamorphosed (sub)graywackes mentioned above.

As regards tectonics, two different phases of deformation have been proved in the area. In each phase the fold-axes, lineations, and schistositities were probably syngenetically formed.

Intrusions of ultrabasic greenstones and basic volcanics during the intra-orogenic stage of the Svecofennian orogeny seem to be concentrated in anticlinal areas probably formed during an early period of the orogenic evolution. This fact supports the view that the whole Svecofennian orogenesis should be looked upon as one single phase of folding though the principal stress-directions changed somewhat during the course of time. Jointing and intrusive activity could possibly have taken place in the anticlines, simultaneously with the proceeding of folding and migmatizing phenomena in the synclines.

Inledning

Frågan om det sörmländska ådergnejskomplexets genetiska ursprung och åldersställning uppmärksammades redan tidigt av geologerna. I inledningen till N. H. Magnussons arbete om Berggrunden inom Kantorps malmtrakt (1936), där det sörmländska ådergnejsproblemet togs upp till förnyad prövning, återges en sammanfattning av den äldre litteraturen på detta område och av de livliga diskussionerna kring ämnet ifråga. Som introduktion till föreliggande uppsats skall här de viktigaste avsnitten av Magnussons sammanfattning i korthet beröras.

Fram till 1890-talet synes samtliga geologer ha varit eniga om att hänföra Sörmlandsgnejserna till urbergets äldsta avdelning, sålunda äldre än den mellansvenska malmförande leptit-hälleflintformationen (A. Erdmann 1868, D. Hummel 1875, A. E. Törnebohm 1873, 1878, 1883). Denna åldersuppfattning har varit bestående tämligen länge och har gång efter annan dykt upp vid senare tillfällen.

Genom metamorfoslärans landvinningar vid sekelskiftet kom en hel rad geologer till den uppfattningen (bl. a. J. J. Sederholm, A. G. Högbom och H. Bäckström), att gnejser i stor utsträckning kunde utgöra omvandlingsprodukter av tidigare strukturellt helt olikartade bergarter. Så antar t. ex. P. J. Holmquist (1906), att leptit-hälleflintkomplexet och urgraniterna i stort sett kan vara likåldriga med de till utseendet ganska olikartade Sörmlandsgnejserna och att den huvudsakliga skillnaden skulle bestå i den mycket varierande grad av regional omvandling, som de båda bergartskomplexen utsatts för.

Sederholm (1907) försöker generellt förklara ådergnejserna såsom bildade genom injektion av granitiskt material i skiffrar och inför benämningen »arteriter» för dylika gnejser. I motsats härtill ville Holmquist (1907) uppfatta de i gnejserna uppträdande kvarts-fältspatådrorna såsom interna utsöndringar ur gnejsernas egen massa och betecknade de härigenom uppkomna ådergnejserna såsom »veniter» (1921 b).

I ett föredrag om den sörmländska granatgnejsens petrografi och geologi framhöll Holmquist (1910 b), att tidigare geologer i allmänhet förmodat ett sedimentärt ursprung för gnejsen ifråga. Denna åsikt grundades i första hand på den höga Al-halten i gnejserna, vilken gav sig till känna i de rikligt uppträdande mineralen granat, cordierit och sillimanit. Gentemot denna uppfattning framhöll Holmquist, att ehuru granatgnejsens kemiska sammansättning mera liknade ett lersediments än en granit, så kunde icke förnekas, att successiva övergångar mellan granatgnejs och granatförande urgraniter förekommer. Dessutom betonades, att inga skiktstrukturer iakttagits i gnejsen samt att denna ofta innehöll brottstycken av leptitiska-amfibolitiska och kvartsitiska bergarter. Den höga Al-halten antogs bero på en utlakning av alkalier vid metamorfosen.

Vid diskussionen efter nämnda föredrag anslöt sig H. Bäckström till den äldre

uppfattningen om ett huvudsakligen sedimentärt ursprung för gnejserna och antog dessa bildade genom kraftig kontaktmetamorfos på stort djup. Han ställde sig samtidigt skeptisk till en regional utlakning av alkalier. H. Hedström ansåg granatgnejsen i huvudsak suprakrustal men medgav, att vissa inslag av graniter kunde förekomma i den. Även A. G. Högbom instämde med föregående talare och framhöll, att inlagringar av kalkstenar och amfiboliter i gnejserna mera tydde på att dessa haft ett suprakrustalt ursprung snarare än ett magmatiskt sådant.

Av Holmquists föredrag samt av ett arbete ett decennium senare (1921 a) framgår, att han uppfattar granatgnejsen som en ursprunglig väldig granitmassa med inneslutna partier och brottstycken av äldre suprakrustala bergarter, såsom leptitformationens kalkstenar, järnmalm och skarn. En viss parallellitet skulle härvid erhållas med de stora uppländska urgranitområdena och deras inneslutna leptitområden.

I sin uppsats från år 1930 om Stockholmstraktens berggrund anser N. Sundius det vara mycket svårt att tolka Sörmlandsgnejsen som en metamorf produkt. Han förmodar i stället, att den av H. E. Johansson (1906, 1907, 1910) uppställda magmatiska förklaringsprincipen skulle innehålla den sannolikaste lösningen av gnejsproblemet. Till skillnad från graniter, vilka kristalliserat ostörda, skulle gnejsernas stelning ha skett under deformerande rörelser i den kristalliserande magman. Pegmatitådrorna och de större pegmatiterna skulle härvid ha utgjort de delar, som längst hållit sig flytande under kristallisationen i den differentierande magman. För en liknande uppfattning om granatgnejsens natur (»högmorfologiska urgraniter av en ursprungligen egenartad kemisk sammansättning») ger B. Asklund (1931) uttryck.

I en uppsats om metamorfosen i det mellansvenska urberget antar Magnusson (1932) med utgångspunkt från Kantorpsområdet, att Kantorps och Stavs malmer med omgivande bergarter utgör delar av Bergslagens malmförande formation omvandlad och pegmatitiserad samtidigt med de övriga Sörmlandsgnejserna.

I en senare uppsats om Kantorpstrakten kom Magnusson (1936) till den slutsatsen, att en blandad berggrund, väsentligen uppbyggd av leptit—urgranit och underordnad skiffer, i samband med en regional åderförgnejsning eller pegmatitisering utsatts för en kemisk förändring, huvudsakligen innebärande ett tillskott av Al_2O_3 , $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$, MgO och H_2O , medan mängderna av SiO_2 , CaO , Na_2O och K_2O sjunkit. Denna kemiska förändring förklarar Magnusson genom antagandet, att pneumatolytiska och hydrotermala lösningar i samband med pegmatitisereringen trängt fram i berggrunden och ömsom tillfört, ömsom bortfört material ur densamma.

Ytterligare ett arbete, som helt ägnas åt ådergnejserna och deras ursprung, skall här relateras, nämligen Sundius' uppsats (1947) om »Femisk leptit och slirgnejs». Här intar Sundius en från sina tidigare åsikter helt avvikande uppfattning och betraktar ådergnejserna som ursprungligen bildade ur vissa

suprakrustala, finkorniga, mörka led, s. k. femiska leptiter, vilka bl. a. är representerade på Utö. Han delar sålunda ej Magnussons uppfattning om att gnejserna huvudsakligen skulle vara uppbyggda av led ur den malmförande leptitformationen. Till sistnämnda båda arbeten skall författaren återkomma vid senare tillfällen.

Av ovanstående framgår, att åsikterna om Sörmlandsgnejsernas genes varit mycket växlande. Förklaringen härtill synes vara, att man från början sökte behandla Sörmlandsgnejserna som en enda enhet med ett gemensamt ursprung. I stället synes utgångsmaterialet till gnejserna kunna föras tillbaka på trenne avgränsbara element, nämligen den av vulkaniter väsentligen uppbyggda, malmförande leptit-hälleflintserien, en huvudsakligen sedimentär avdelning (Grythyttelarsbo-Mälarserierna) samt urgranit-gnejsgranitseriens bergarter. Dessa olika led har gemensamt blivit utsatta för en regional omvandling utmynnande i ådergnejsbildning. Resultatet har blivit, att gränserna mellan de olika leden ofta blivit något flytande, vilket försvårat en tillförlitlig geologisk uppkartering av områdena ifråga. De olika författarna har ofta, beroende på belägenheten av deras respektive undersökningsområden, kommit till inbördes oförenliga uppfattningar, vilka var för sig kanske varit mer eller mindre tillämpliga för deras begränsade arbetsfält men ej utan vidare kunnat generaliseras till att gälla hela Sörmlandsområdet. Som exempel härpå kan nämnas, att medan Magnusson vid sina studier av Sörmlandsgnejsen mestadels uppehållit sig i västra Södermanland, där ovedersägligen leptit-hälleflintserien intar en betydande ställning, så har Sundius huvudsakligen arbetat i de övervägande av sediment intagna östra delarna av landskapet.

Den ovannämnda tredelningen av Sörmlandsgnejsernas ursprungsmaterial omfattades i viss utsträckning av Magnusson i dennes arbete av år 1936. Härigenom erhöles en grundval för den fortsatta utredningen av ådergnejsproblemet i Södermanland. Samtidigt framhåller han emellertid själv i boken om »De mellansvenska järnmalmernas geologi» (P. Geijer—N. H. Magnusson 1944) följande mycket viktiga synpunkter, här direkt citerade (a. a., s. 83): »Det visade sig därvid (vid karteringen av Kantorpstrakten) vara lätt att utskilja leptitgnejs, skiffergnejs och urgranitgnejs, varvid som leptitgnejs betecknades alla suprakrustalgnejser med väsentlig fältspathalt. Tyvärr genomfördes icke en uppdelning i gnejser utgångna från normala malmförande leptiter och sådana utgångna från Larsboseriens bergarter, trots att det redan då stod klart, att de senare spelade en stor roll inom malmtrakten. En nykartering av Sörmlandsgnejsernas hela massa efter dylika rent genetiska principer skulle med ett slag lyfta diskussionen om dessa gnejser upp på ett högre plan».

Denna av Magnusson åsyftade uppdelning har genomförts i samband med P. H. Lundegårdhs moderna och tämligen utförliga behandling av ådergnejsproblemet, sådant det framträder inom kartbladet Eskilstuna (Lundegårdh 1959, 1960). Här har konsekvent skilts mellan egentliga leptitgnejs (= leptitådergnejs) och skiffergnejs av säkert sedimentärt ursprung samt gnejsgranit (= urgranit). De nedan beskrivna iakttagelserna från Stockholmstrakten stöder

väsentligen de av Lundegårdh framförda åsikterna, att ursprungsmaterialet till ådergnejserna i de centrala delarna av sedimentationstråget utgöres av kalidominant skiffermaterial. I riktning mot grundare eller mera strandnära partier åt norr ökar inslaget av fältspatintermediära-natrondominerade gråvackor, som mer eller mindre ersätter skifferna. Som lägsta stratigrafiska led inom Stockholmsområdet uppträder i form av inlagringar i både skiffer- och gråvackegnejserna alternativt ljusare¹ eller mörkare, metaarenitiska led av kvartsitisk respektive (sub)² gråvackebetonad sammansättning.

Metodik

De planimetriska analyserna av den mineralogiska fördelningen inom de olika bergartssviterna har utförts enligt den s. k. pointcount-metoden. Den härvid erhållna volymetriska mineralfördelningen ger för de ingående huvudmineralkomponenterna en ganska tillfredsställande noggrannhet³, medan däremot småmineralens mängdförhållanden blir betydligt osäkrare. Då dessa emellertid vanligen utgör en mycket ringa andel i bergarternas totala kemiska sammansättning, blir den sistnämnda dock tillräckligt väl belyst för att tillåta begränsade kemiska diskussioner på basis av sagda analyser. Resultaten av mätningarna har omräknats till viktsprocent och är sammanfattade i variationsdiagram med kompletterande tabeller. De för ovannämnda omräkning från volyms- till viktsprocent erforderliga värdena för specifika vikterna hos de olika mineralen är hämtade ur Tröger (1956) och utgör normalvärdena för respektive mineral. Ur den viktsprocentuella sammansättningen har vidare bergarternas specifika vikter framräknats och återfinns i diagrammens övre del. Vidare framgår också i diagrammen den vanliga kornstorleken av de i bergarterna ingående mineralkornen jämte anortithalten hos plagioklasfältspaterna. Bestämningarna av dessa har skett med universalbord, dels i snitt orienterade \perp PM och dels enligt Rittmans zonmetod. Sistnämnda förfarande ger större noggrannhet i de mera basiska plagioklaserna. Övriga mineraloptiska bestämningar av pyroxen, amfibol och epidot har ägt rum med hjälp av universalbord på konventionellt sätt.

Vid beräkningen av oxidförhållandena $K_2O:Na_2O:CaO$ ur de planimetriska analyserna i detta arbete har genomgående 20 % Ab antagits ingå i kalifältspaten och omvänt 7,5 % Or på motsvarande sätt antagits löst i plagioklasen i enlighet med Winchell (1959, s. 264, fig. 149).

¹ Inom Eskilstunaområdet har Lundegårdh antytt förekomsten av ljusa, kvartsitiska led, vilka antingen skall hänföras till sedimentens basala bildningar eller utgör toppen av leptit-hällefintserien. Med beaktande av den ovenämnda lagerföljden inom Stockholmsområdet torde förstnämnda alternativ vara mest sannolikt.

² Även om gråvackebegreppet i stort kan innefatta ovannämnda led, vill författaren med förstavelser (sub) inom parentes antyda, att gråvackan i fråga ur kemisk synpunkt närmast intar en position mitt emellan gråvacka och subgråvacka enligt Pettijohns nomenklatur (1949). Detta beteckningsätt kommer i fortsättningen att konsekvent tillämpas för liknande led.

³ Mellan 500 och 1000 korn har vanligen räknats vid de planimetriska analyserna. Ett större antal räknade korn har särskilt erfordrats i de grov- eller ojämnkorniga bergarterna.

De i det följande presenterade äldre analyserna, dels i oxidform, dels omräknade till Niggilivärden, finns att tillgå i en sammanställning av W. Larsson (1932). För senare utförda analyser har i flesta fall omräkningar till Niggilivärden utförts av författaren. De analyser, i stor utsträckning spektrografiska, som utförts i samband med detta arbete, är införda i en analysbilaga. I denna är analyserna omräknade dels i Niggilivärden och dels i katjonprocent enligt Niggli (1936) och Eskola (1954, s. 9). De spektrografiska analyserna har utförts på Sveriges geologiska undersöknings geokemiska avdelning under ledning av fil. lic. K. Fredriksson. (Direktregistring med kvartsspektrograf: Zeiss Q 24 för huvudelementen utom alkali, som bestämts med flamfotometer. Spårelementanalyserna har utförts med kvartsspektrograf Hilger-large.) Kemiska analyserna är gjorda av A. Aaremäe på undersökningens kemiska avdelning under ledning av laborator fil. lic. A. M. Asklund.

Sörmlandsgnejsernas utbredning och omgivning

Sörmlandsgnejserna har sin huvudsakliga utbredning inom de mellansvenska landskapen Södermanland, Uppland och Västmanland kring Mälaren. Området ifråga kan enligt Magnusson (1960 a, s. 16) betraktas som ett väldigt, av skiffer- och gråvackesediment intaget synklinorium med uppstickande antiklinala ryggar av den äldre underlagrande leptit-hälleflintseriens vulkaniter. Runt detta synklinorium (se fig. 1) ligger ett väsentligen av nämnda vulkaniter och urgraniter uppbyggt antiklinorium, av Magnusson benämnt Svealandantiklinoriet, i vilket ett underordnat inslag av små isolerade sedimentfyllda synklinaler förekommer (Uppsalaområdet — Lundegårdh 1956; Avestatrakten — Hjelmqvist 1946; Barknåreområdet i norra Uppland — B. Sund 1957 m. fl.). En mycket god bild av bergartsfördelningen inom nämnda område ger den i samband med SGU:s 100-årsjubileum år 1958 utgivna översiktskartan i skala 1:1 000 000. De berggrundselement, vilka kan urskiljas på denna karta, är, ordnade efter avtagande ålder: 1) den väsentligen av vulkaniter uppbyggda malm- och kalkstensförande leptit-hälleflintserien, 2) Larsbo-Mälar-Grythyttseriernas sediment med underordnat inslag av basiska vulkaniter, 3) grönstens — urgranitserien samt 4) yngre massformiga palingengraniter och pegmatiter.

Omtalade led utgör huvudbeståndsdelarna i den mellansvenska delen av vår hittills äldsta kända orogena zon, som kallats den svekofenniska. Namnet vill visa, att zonen ifråga har sin fortsättning i Sydvästfinland.

Det är ännu icke fullt klarlagt, om de mäktiga geosynklinalsedimenten i mellersta Norrland med sin fortsättning i Tammerforsfältets varviga gråvackeskiffrar och basiska vulkaniter skall anses likåldriga med Mälarsedimenten (Simonen 1953). Lundegårdh föreslog år 1957 en återgång till det av Sederholm (1932) uppställda stratigrafiska schemat, i vilket ovannämnda geosynklinalsediment sammanfördes till en yngre svekofennisk avdelning benämnd »bottinium». I en uppsats från år 1960 (b) tolkar Lundegårdh mellersta Norrlands geosynklinalse-

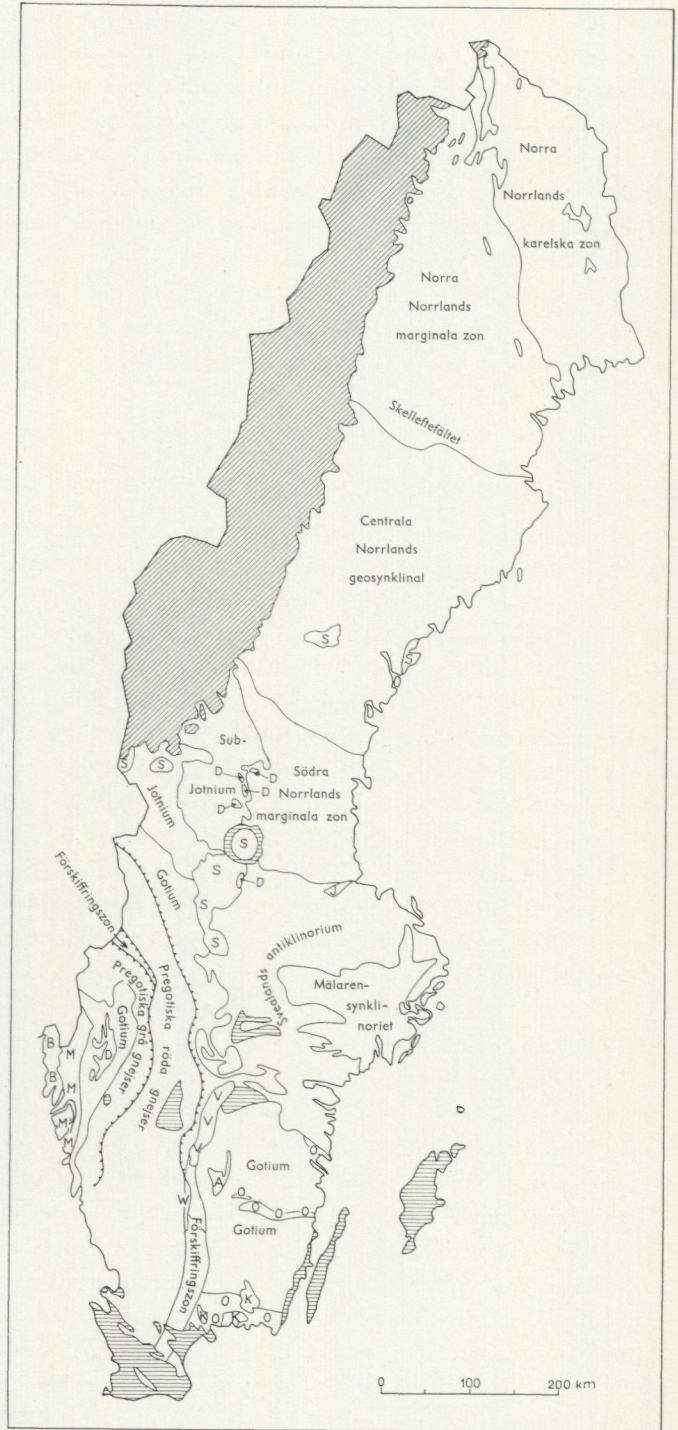


Fig. 1. Karta över tektoniska zoner och regioner inom Sveriges prekambriiska berggrund enligt Magnusson (1960 a). Bland annat framgår utbredningen av Mälarsynklinoriet, Svealandantiklinoriet och den centralnorrländska geosynklinalen.

Map of the tectonic zones and regions of the Precambrian of Sweden showing among other things the extension of the Mälaren synclinorium, the Svealand anticlinorium, and the geosyncline of central Norrland according to Magnusson (1960 a).

diment som postsvekofenniska. Bottnium skulle härvid bli en cykel yngre än svekofennium.

Av de omtalade tre olika formationsled, vilka tillsammans bildar Sörmlandsgnejsernas huvudmassa, skall i det följande först en översiktlig redogörelse lämnas för två, nämligen leptit-hälleflintserien och gnejsgranitgruppen samt deras inbördes relationer. Härigenom kan en lämplig utgångspunkt erhållas, dels för behandlingen av områdets tektoniska förhållanden, dels som bakgrund till en mera ingående kemisk-petrografisk behandling av de olika sedimentgnejsleden.

Leptit-hälleflintseriens stratigrafi och förhållande till urgraniter — gnejsgraniter och sedimentgnejsjer

Stratigrafien för den malmförande leptit-hälleflintserien är i korthet följande inom Bergslagen enligt Sundius (1923) och Magnusson (1957) (endast delen ej inom klammer) :

Metadacit—andesit
(Alkaliintermediära leptiter. Bandade vulkaniter)

Kalihälleflinta—kalileptit med kalkstenar och manganrika järnmalm
Natronhälleflinta—natronleptit med kalkstenar och manganfattiga malmer

Av Geijer—Magnusson (1944) betonas den stora utbredningen av fältspatintermediära leptiter inom vissa delar av Bergslagen.¹ Vidare förekommer enligt nämnda författare ett betydande inslag av metadacit—andesit i leptit-hälleflintseriens övre delar, vilket tidigare kraftigt underskattats. Detta beror på att malmera huvudsakligen är knutna till de undre natron- respektive kalidominanta leptithorisonerna, varför intresset tidigare i stor utsträckning blivit inriktat på dessa led.

Med stöd av uttalanden från Magnusson och Geijer (1944) ävensom andra författare inom Bergslagen samt med ledning av egna iakttagelser i Stockholms-trakten har ovanstående stratigrafiska schema för överskådlighetens skull utökats med tvenne enheter, nämligen en alkaliintermediär nivå, ibland innefattande bandade led, samt överst en metadacit — andesitnivå (ovanstående schema, inom parentes). Detta får icke ses som ett ingrepp i den tidigare stratigrafien, utan endast som en sammanfattning i tabellform av redan kända data. Leptit-hälleflintseriens lagerföljd stämmer i stort med ovanstående schema men visar i detaljerna ofta betydande avvikelser. Ett viktigt exempel, där motsägelser synes råda, är Norbergfältet (P. Geijer 1936), där en omkastning av natron- och kalietagerna förmodas. Av Geijer—Magnusson (1944, s. 28) framgår härvidlag, att författarna senare ändrat åsikt, enligt följande citat: »Natronextrema leptiter

¹ Begreppet leptit användes i detta arbete endast för att beteckna bergarter av sannolikt vulkaniskt ursprung (lavor och/eller tuffer) tillhörande den mellansvenska malmförande leptit-hälleflintserien. Petrografiskt utgöres leptiterna av finkorniga kvarts-fältspatbergarter, vilka allt efter surhetsgraden innehåller växlande mängder glimmer (biotit) och hornblände (basiska leptiter = metadacit—andesit).

finnas också i trakten (Norbergsfältet), och det är troligt, att de utgöra den äldsta bevarade delen av leptitformationen även här, men saken kan icke bevisas så bestämt som fallet är i Filipstad-Grythytt-fälten». De stratigrafiska motsägelserna här är därför icke helt bekräftade. I andra fall åter är avvikelserna endast skenbara och synes bero på svårigheterna att tolka den komplicerade tektonik, som ofta råder inom Bergslagens leptit-hälleflintserie.

De båda översta leden i ovannämnda schema återfinnes icke alltid, vilket gäller företrädesvis metadacit — andesitledet. Som typområde, där bägge leden är väl utvecklade, kan Norbergsfältet nämnas. Här bildar respektive plagioklas-kalileptit och hornbländeförande plagioklasleptit (metadacit) toppen av lagerföljden. Förekomsten av alkaliintermediära leptiter i stor skala omnämnes i Geijer—Magnusson (1944) bl. a. från Filipstads bergslag, Ljusnarsberg, Falutrakten och Ridrarhyttan. Andra områden värda att nämna är Hargområdet (M. Beyer 1954) och kartbladet Untra i norra Uppland (Lundegårdh 1949 b) samt Garphyttan (Lindroth 1920) i Närke, där i alla tre fallen även metadaciter—andesiter uppträder.

Dessa slumpartat valda exempel får räcka för att visa, vilken betydande utbredning alkaliintermediära leptitler och metadaciter — andesiter torde ha i Bergslagen. Enligt Geijer—Magnusson (1944, s. 25) finns »ingen generell möjlighet att med blotta ögat skilja mellan natron- och kalileptiter. Inom båda grupperna kan förekomma gråa, skära och vita färgtoner, de vita dock mera sällan bland kalileptiterna. Mättat röda eller bruna färgtoner synas endast förekomma bland kalibergarterna.» Vidare framhålles, att medan kalileptiterna mera sällan är extrema utan tvärtom vanligen innehålla betydande mängder av plagioklas och därigenom gradvis övergår i mera alkaliintermediära typer, brukar natronleptiterna vara mera klart avgränsade med mindre tendenser till bildning av övergångsformer. De alkaliintermediära leptiterna åter övergår utan märkbar gräns till metadaciter—andesiter genom tilltagande halt av mörka mineral och anortit med en samtidig minskning eller ett försvinnande av kalifältspat och kvarts. Det ovannämnda antyder svårigheterna att konsekvent avgränsa olika leptitler från varandra. Man kan i första hand antaga, att betydande arealer, tidigare utskilda som kalileptiter, med stor sannolikhet också innefattar områden, vilka med fog skulle kunna betecknas som alkaliintermediära.

Inom kartbladet Stockholm NO förekommer leptitgnejser¹ huvudsakligen i ett stråk från kartkanten i NO över Åkersberga—Täljö—Säbyvik—Resarö till Värmdölandet (se Pl. 1). Detta domineras av en grå, fältspatintermediär typ med successiva övergångar till mera hornbländeförande metadaciter—andesiter i underordnade mängder. Vidare förekommer i mindre områden röda leptitgnejser, vilka praktiskt taget aldrig är kaliextrema utan endast måttligt kali-

¹ Leptiterna inom Stockholmsområdet uppvisar ofta en kornstorlek på 0.5—1 mm, vilket enligt definitionen utgör den övre gränsen för leptiternas kornstorlek. På grund härav är benämningen leptitgnejs riktigare.

dominanta. Leptitgnejser av ovannämnda slag har också en betydande utbredning som en östlig ytterzon till Runmarö—Utö-leptitstråket. Dessutom finns natronleptit förutom i sistnämnda stråk också i mindre områden invid kalkförekomsten på Ljusterö (V. Lagnö).

Som framgår av ovanstående, har leptitgnejserna inom kartbladet Stockholm NO sin motsvarighet väsentligen inom de övre delarna av Bergslagens leptit-hälleflintserie.

Det är ett väl känt förhållande, att leptit-hälleflintseriens och gnejsgranitgruppens bergarter i kemiskt hänseende är nära besläktade. Inom båda bergartsviterna förekommer successiva övergångar mellan saliska och femiska led. Ett viktigt undantag utgör dock de natronextrema leptiterna, vilka utgör ett problem för sig, som ej här skall beröras. En jämförelse mellan ett 30-tal planimetriska analyser vardera av leptitgnejser och gnejsgraniter inom kartbladet Stockholm NO bekräftar i hög grad denna påstådda frändskap mellan de båda bergartserierna, liksom också geokemiska data över fördelningen av Cr, Co och Ni inom olika surhetsintervall (Lundegårdh 1949 a, s. 37—39). Halterna av nämnda element är i huvudsak mycket låga utan någon utpräglad tendens till dominans för något av elementen.

En förklaring till likheterna erhålles, om gnejsgranitgruppen med dess djupbergartskaraktär antages ha sin ytliga, extrusiva motsvarighet i den huvudsakligen av vulkaniter uppbyggda leptit-hälleflintserien.

En andra möjlighet är, att de olika gnejsgranittyperna har uppstått genom omsmältning (bildning av sekundärmagmor) av led ur leptit-hälleflintserien med motsvarande surhetsgrad eller att de alternativt inom lägre temperaturområden har bildats genom kornförgrovnig och omkristallisation (*in situ*) ur kemiskt jämförbara led. Vi får sannolikt räkna med att urgraniterna — gnejsgraniterna kan ha bildats på olika sätt, nämligen dels ur smältor, vilkas ursprungsmaterial ej går att fastställa, och dels som sannolika omsmältnings- och/eller granitisationsprodukter ur led tillhörande leptit-hälleflintserien.

I mindre utsträckning kan också delar av de överlagrande sedimenten ha granitiserats *in situ*. Härvid måste man dock tänka sig ett betydande substansutbyte. Primärmagmatiskt och/eller sekundärmagmatiskt ursprung för gnejsgraniterna kan i första hand förmodas inom områden, där gnejsgraniten (urgraniten) har ett homogent massivt utseende och samtidigt visar en markant genombrytande karaktär mot suprakrustalserierna. Detta är fallet med de på äldre brottstycken mycket rika Upplandsgraniterna men också tillämpligt för betydande delar av Bergslagen (Magnusson 1937).

I Stockholmsområdet, där man övervägande saknar dylika brottstycken, är det svårare att bedöma gnejsgraniternas bildningssätt. Ett område, där gnejsgraniterna har en klart genombrytande karaktär gentemot leptit-hälleflintserien, är bl. a. trakten av Täljö i nordöstra delen av kartbladet Stockholm NO. Här genomsätter intermediära till sura gnejsgraniter leptitgnejserna rikligt. De senare



Fig. 2. Grå, intermediär, finkornig leptitgnejs (till vänster), som genom granitisering skiktvis övergår i ögonförande, medelkornig, intermediär granitgnejs (till höger i bilden). Udde 1,9 km S om Ö. Ryds k:a.

Gray, intermediate, fine-grained leptite-gneiss with some coarse-grained, porphyritic, intermediate granite-gneiss layers. The latter are interpreted as granitization products of the former. South of the church of Ö. Ryd.

övergår samtidigt själva successivt genom rekristallisation i granitgnejsjer (= gnejsgraniter). Inom samma leptitområde kan granitisationsförloppet från leptit över leptitgnejs till granitgnejs (= gnejsgranit) iakttagas på ett stort antal lokaler (fig. 2). I kemiskt avseende fordras vare sig tillskott eller borttransport av material för dessa granitisationer, vilka huvudsakligen innebär en korntillväxt i samband med rekristallisation. I alkaliintermediära led äger ofta samtidigt en lokal ansamling av kalifältspaten rum med ögonbildning som resultat. Till ytterligare belysning av de kemiska likheterna mellan leptit och gnejsgranit jämföres i tab. 1 dels ett generalprov (9 olika lokaler) av röd, salisk gnejsgranit från bl. Stockholm NO med en karakteristisk analys av kalidominant leptit från Norbergfältet (Geijer 1936) och dels medelvärdet av tvenne typiska metadaciter ur den övre delen av leptit-hälleflintserien i Norberg med medelvärdet av 14 prov av basiska urgraniter huvudsakligen från Uppland. Härav framgår, att övergången från leptit till granit i båda fallen kan ske praktiskt taget utan materialförflyttningar. För bildningen av de röda, sura gnejsgraniterna inom kartbladet Stockholm NO räknar författaren därför med en kombination av *in situ*-bildning och sekundär-magmatisk uppsmältning, i båda fallen med den omgivande röda leptitgnejsen som utgångsmaterial och utan större substanstransporter. På samma sätt bildar metadaciter och alkaliintermediära leptiter, som framgår av ovanstående, naturliga utgångsmaterial för respektive basiska och intermediära granitgnejsjer—

Tabell 1. Jämförelse mellan kemiska analyser av kalileptit och metadacit från Bergslagen å ena sidan och saliska gnejsgraniter från kartbladet Stockholm NO jämte basiska gnejsgraniter från Mellansverige å den andra.

Table 1. A comparison between chemical analyses of potassic leptite (metarhyolite) and metadacite from Bergslagen on one hand and salic gneiss-granites from the map-sheet Stockholm NE as well as granodiorites—tonalites from Middle Sweden on the other.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	H ₂ O	P ₂ O ₅	S	F
1.	76.70	0.09	12.04	0.76	0.72	0.04	0.36	0.93	2.45	5.19	0.06	0.67	0.01	0.01	—
2.	75.76	0.12	12.96	0.83	0.89	0.03	0.25	0.99	2.72	4.89	0.01	0.49	0.03	0.01	0.08
3.	68.10	0.38	14.74	1.46	3.10	0.25	1.45	3.67	3.15	3.06	0.10	0.80	0.17	0.05	—
4.	66.57	0.54	15.25	1.57	3.09	0.07	1.38	3.77	3.37	3.17	0.11	0.91	0.12	0.02	—

1. Kalidominant leptit. Norbergfältet (Geijer 1936).

Potassic leptite (metarhyolite). Norberg ore field.

2. Generalprov av salisk, röd gnejsgranit (10 prov). Åkersbergaområdet, kartbl. Stockholm NO.

Salic, red gneiss-granites. General sample (10 spec.). Åkersberga area, map-sheet Stockholm NE.

3. Medelvärde av 14 kemiska analyser på basis-

ka urgraniter — gnejsgraniter¹ från Uppland-Södermanland-Östergötland och Småland. *Mean value of 14 chemical analyses of granodiorites — tonalites from Middle Sweden.*

4. Medelvärde av 2 kemiska analyser av metadaciter från övre delarna av leptit-hällefintserien (Norberg).

Mean value of 2 chemical analyses of metadacites from the upper part of the leptite-hällefint series.

¹ Analyserna är följande: Nr 535, 555, 566, 569 574, 582 och 608 (W. Larsson 1932)
Nr 108, 109, 110, 111, 112 och 113 (Holmquist 1906)
Nr 232 (Lundegårdh 1946, s. 49)

gnejsgraniter. Sannolika belägg för *in situ*-bildning av dessa bergarter utgör de fall, där en bandning av något slag kan påvisas inom gnejsgraniterna, t. ex. amfibolitband eller led med olika surhetsgrad. En dylik bandning möter man i första hand i de gnejsgraniter, vilka är belägna inom leptitgnejsterrängerna eller deras närmaste omgivning. Bandningen tolkas enklast som en relikstruktur från nämnda suprakrustalavdelning. Det är svårt att tänka sig, att hela bergartsmassan i ett sådant fall skulle utgöra en omsmältningprodukt. I stora områden blir gnejsgraniterna dock så enhetliga, att möjlighet ges för olika uppfattningar om bildningsättet.

Inom det skenbara eller verkliga underlag till sedimentgnejserna, som alla de av leptitgnejs—granitgnejs eller gnejsgraniter uppbyggda antiklinalområdena i Mälarbäckenet utgör, kan vi lämpligen skilja på tre olika fall, nämligen:

1. Antiklinaler med en säker kärna av leptitursprung bekräftad av kalkstenar och/eller malmer
2. Antiklinaler med en kärna av leptitgnejs—granitgnejs och gnejsgranit
3. Antiklinaler av gnejsgranit

Första fallet exemplifieras av det smala, av röd leptitgnejs omgivna gruvstråket Nybo öster om Tumba på kartbladet Stockholm SV, vilket omramas av grå

leptitgnejs—granitgnejs och grönsten, samt av Utö—Åkersberga—Ljusteröantiklinalen med sina kalkstenar och järnmalmer. (Se fig. 3.)

Stratigrafien i antiklinalområdet kring Tumba synes vara:

Meta-andesit (grönstenar)

Grå leptitgnejs—granitgnejs

Röd, intermediär, malmförande leptitgnejs (i botten)

Stratigrafien i Utöantiklinalen är i grova drag följande från söder mot norr:

<i>Utö</i>	<i>Ingarö-Nacka</i>	<i>Runmarö</i>	<i>Åkersbergaområdet</i>
Kvartsporfyrt	Metadacit—andesit	Alkaliinterm. leptit	Metadacit—andesit
Kalkstens- och järn-	Bandad serie	och/eller bandad serie	Alkaliinterm. leptit
malmförande hälleflinta	Kalileptit	Kalileptit, kalkfö-	Röd kalileptit
		rande	
		Natronleptit, kalkfö-	
		rande	

*Ljusterö*¹

Metadacit

Alkaliinterm. leptit

Natronleptit med kalk-

stenar

Det andra fallet exemplifieras från bladet Stockholm NV av ett par c:a $\frac{1}{2}$ —1 km breda zoner av röd leptitgnejs, dels på norra Lovön och Nockebystrand och dels på mellersta Lovön, båda omgivna av grå granitgnejs—gnejsgranit. Liksom tidigare ligger den röda leptitgnejsen i botten följd av granitgnejs med ett sannolikt alkaliintermediärt—metadacitiskt ursprung.

Alternativ tre företrädes inom bladet Stockholm NO huvudsakligen av de stora sammanhängande gnejsgranitrealerna i kartans norra och nordöstra del. De sistnämnda innehåller ofta kraftigt heterogena och amfibolitbandade partier, där ett leptitgnejsursprung kan misstänkas, fastän det inte med säkerhet kan bevisas. Å andra sidan finns stora arealer med till synes mycket homogena bergarter, där ett magmatiskt ursprung måste antagas.

De nämnda antiklinalområdena enligt punkt 1. och 2. torde med stor sannolikhet kunna betraktas såsom tillhörande sedimentens ursprungliga underlag, vilket i båda fallen uppvisar en varierande grad av omvandling. Antiklinalområdena av typ 3. är i detta avseende mera svårdefinierade. De kan dels utgöras av det mer eller mindre *in situ* regenererade underlaget till sedimenten, dels vara från större djup intruderade gnejsgraniter, vilka i betydande utsträckning trängt fram i gränsen mellan sedimenten och deras leptit-hälleflintunderlag eller också givit upphov till domformigt uppvälvande antiklinalbatoliter. I detta sammanhang skall nämnas, att de inom sedimentsynklinalområdena (se Pl. 1) rikligt uppträdande, långsträckta gnejsgranitlinserna i allt väsentligt måste uppfattas såsom konforma lagerintrusioner.

Ingarö—Nackaantiklinalen har enligt ovanstående schema hänförs till punkt 1., trots att vare sig kalkstenar eller järnmalmer bekräftar leptitursprunget. För-

¹ Enligt muntligt meddelande från fil. lic. T. Lundqvist, som dock i motsats till författaren antar den omvända lagerföljden.

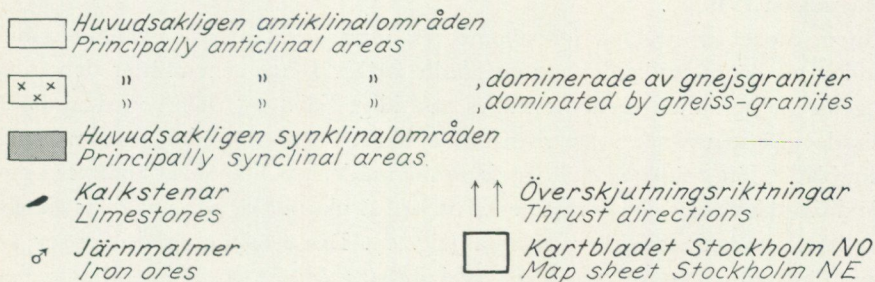
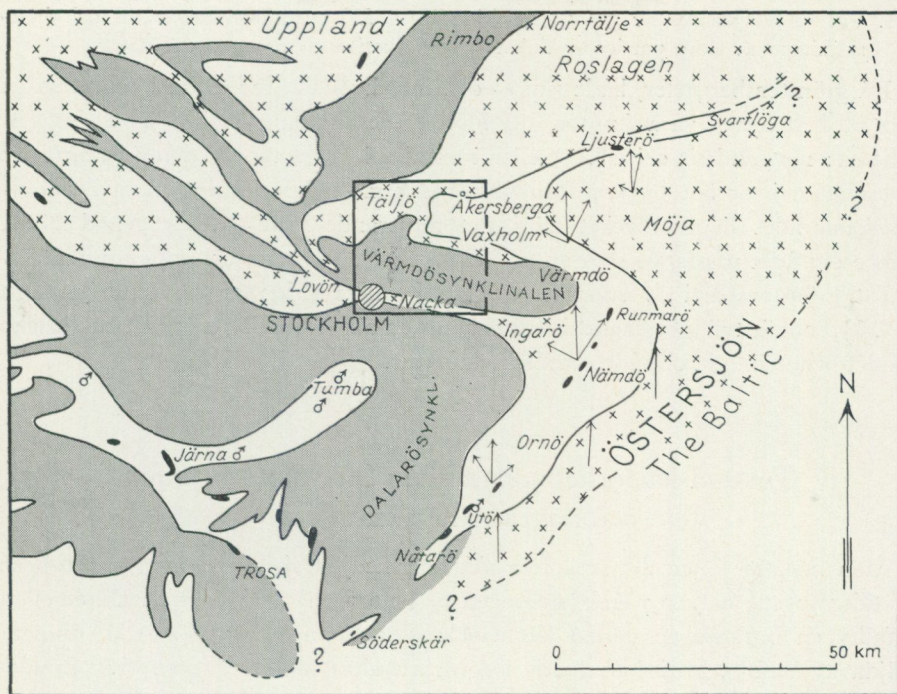


Fig. 3. Tektonisk skiss över Mälarsynklinoriets östligaste del (delvis i enlighet med SGU, Ba 16, 1958).

Tectonic sketch-map of the easternmost part of the Mälaren synclinorium.

klaringen är, att detta område såväl tektoniskt som geografiskt sammanhänger med Utö—Ljusterö-leptitantiklinalen (se fig. 3).

Bergartsled, som sannolikt kan hänföras till leptit-hälleflintserien eller alternativt sedimentseriens basala delar inom Ingarö—Nackaområdet, är följande:

1. Sura, röda leptitgnejsjer på Ingarös södra del (finns utskilda av Magnusson m. fl. 1958 och är där också tolkade såsom leptiter).
2. En bandserie av basiska, intermediära och sura led jämförbar med den på Skarp-runman och Runmarö och sannolikt att hänföra till de övre delarna av leptit-hälleflintserien.
3. Mindre områden här och var av grå, intermediära leptitgnejsjer, ibland som rester i f. ö. dominerande, kvartsdioritisk gnejsgranit av antiklinalbatolitisk karaktär.

4. Vidsträckta arealer av grönstenar (Sundius 1939) med övergångar till och inneslutningar av stora partier av finkorniga amfiboliter av suprakrustal natur.

Då grönstensbergarter, både supra- och infrakrustala, inom Stockholmstrakten nästan helt synes vara knutna till leptit-hälleflintserien i dess övre del (jfr schema: metaandesit och Pl. 1) eller i mindre kvantiteter till den överlagrande sedimentgnejsens botten, kan förmodas, att leptit-hälleflintserien inom Ingarö—Nackaområdet ligger mycket nära det nuvarande ytsnittet. På grund härav måste området uppfattas som en antiklinal eller alternativt ett antiklinorium.

Ett grönstensparti av suprakrustal typ i västra delen av Nackaantiklinalen (Pl. 1), som är tydligt inlagrat i sedimentens basala led, utgör också en bekräftelse på det ovannämnda områdets antiklinala natur.

Tektoniska förhållanden inom Stockholmstrakten och angränsande områden

Man urskiljer inom det svekofenniska bergskedjestråket en äldre (primorogen = tidigorogen) och en yngre (serorogen = senorogen) veckningsfas. Här emellan infaller en intraorogen period kännetecknad av tensioner och sprickbildningar följda av basiska intrusioner, dels i form av ultrabasiska djuperuptiv (Lundegårdh 1947) och dels i form av något yngre, nu amfibolitiserade grönstensgångar (Magnusson 1940 b).

Inom Stockholmstrakten förekommer ett ultrabasiskt massiv i området invid Sundby på Bogesundslandet (Lundegårdh 1947). Detta genomsätter den primorogena gnejsgraniten men överskäres samtidigt självt av rikligt med amfibolitiserade grönstensgångar. De sistnämnda har en stor utbredning inom Stockholmsbladet, företrädesvis inom gnejsgranitområdena, och är såväl konforma med som diskordanta mot den övriga berggrundens struktur. Här och var finns gångar, som blivit veckade och/eller avslitna (fig. 4). Dessa tektoniserade gångar antyder förekomsten av en serorogen veckningsfas, vilken också bekräftas genom förskiffringen och amfibolitiseringsen av randzonerna till de nämnda ultrabasiska grönstensmassiven (jfr Holmquist 1932, s. 366).

I det följande behandlas de båda svekofenniska veckningsfaserna var för sig, även om det finns mycket, som talar för att veckningsföreteelser fortgått oavbrutet inom stora delar av orogenzonen, dock sannolikt under någon förändring av den ursprungligen dominerande tryckriktningen (fig. 7 a, b och c). Intrusionerna av ultrabasiska grönstenar och basiska eruptivgångar under den intraorogena epoken visar sig nämligen i stor utsträckning vara knutna till antiklinalområden sannolikt utbildade i ett tidigt stadium av orogenesen (Pl. 1 visar, att amfibolitgångarna mestadels är knutna till leptit- och gnejsgranitområden av antiklinalkaraktär). I dessa områden torde sprickbildningar och intrusioner sannolikt ha förekommit, samtidigt som vecknings- och migmatiseringsföreteelser ägt rum inom de av sedimenten utfyllda synklinalerna.

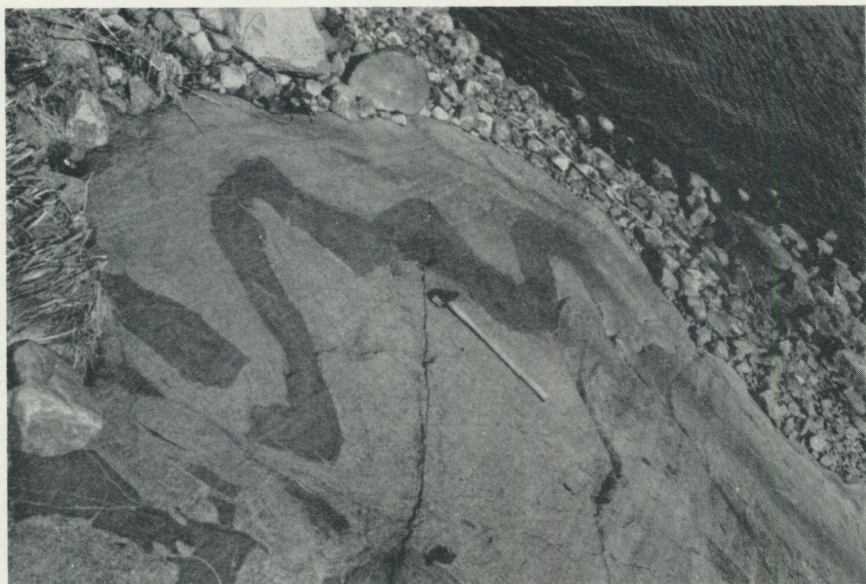


Fig. 4. I sensvekofennisk tid veckad och avsliten metabasitgång av intraorogen ålder.
Röskär, västra Bogesundslandet.

Metabasite dike of intraorogenic age folded and disrupted during the Late Svecofennian orogenesis.

En liknande tankegång har tidigare i korthet framförts av Edelman (1949, s. 24). Det måste enligt honom ha funnits en viss nivå inom bergskedjan, där sprickbildning kunnat uppstå. Denna sprickbildning behöver inte ha skett samtidigt inom alla områden. Veckningar kan således mycket väl ha ägt rum både under och ovanför nämnda nivå på en och samma gång.

De nämnda amfibolitgångarna är vanligtvis raka, men särskilt i gränsen mot sedimenten förekommer kraftigt veckade sådana (fig. 4), vilket sannolikt innebär, att antiklinalområdenas randzoner efterhand inbegripits i orogenens sena veckningsrörelser.

Den äldre veckningsfasen

Urgraniterna (gnejsgraniterna) torde i stor utsträckning ha bildats i samband med den äldsta svekofenniska veckningsfasen (den primorogena, W. Ramsay—W. Wahl, se Wahl 1936, s. 94—95), i tiden belägen ca 1950 milj. år tillbaka enligt en radioaktiv åldersbestämning på Uppsalagraniten (Magnusson 1960 b, s. 408). Styrkan och arten av den deformation och omvandling, som träffade berggrunden vid denna tidpunkt, är mycket svår att bedöma. Inom Östergötlands östliga delar t. ex. förekommer en tämligen mild, diklinal veckning under denna äldsta deformationsperiod (B. Askund 1928). Magnusson (1944) åter finner den äldre veckningen vara mycket kraftig, resulterande i isoklinalveckning och brant lagerställning inom Bergslagens leptit-hälleflintserie. Inom Stockholms-

området har av allt att döma starka, tangentiellt riktade, orogena krafter varit rådande i samband med den äldre veckningen, vilket inte minst bevisas av att antiklinaluppdrivningarna inom området i huvudsak torde ha påbörjats vid denna tidpunkt (se följ. kap.).

Redan i ett tidigt stadium av den orogena utvecklingen torde de stratigrafiskt djupast belägna leptit-hälleflintseriens vulkaniter jämte ännu äldre bildningar i varierande grad blivit utsatta för en begynnande omkristallisation. På grund av den omständigheten, att de geotermiska isograderna vanligtvis följer jordskorpans topografiska konturer, kom dessa i veckningens begynnelse att bukta uppåt inom de uppdrivna antiklinalryggarna, medan det motsatta blev fallet inom synklinallträgen. I ett givet horisontellt snitt av jordytan blir på grund härav betingelserna för omkristallisationer, granitisationer m. fl. processer mera gynnsamma inom antiklinal- än synklinalområden. Av denna orsak synes granitisering och uppkomsten av sekundärmagmor i första hand ha koncentrerats till antiklinalernas kärnzoner, där respektive granitgnejsjer och urgraniter—gnejsgraniter kom till utbildning.

En ganska svårtolkad magmatektonik torde ha förekommit inom det sakta stigande Svealandantiklinoriet. Denna tektonik kännetecknades av väldiga domformade uppvälvningar av urgranitmagmor (primära och sekundära), i vilka de överliggande suprakrustalbergarterna sjunkit ned och till stora delar assimilerats. Resterna av de senare har blivit uppresta i samband med de vertikalt riktade, relativa rörelserna mellan smälta och brottstycken och återfinnes nu i brantställda synklinaler, inklämda emellan urgranitdomerna. Suprakrustalbergarterna (väsentligen = leptit-hälleflintserien) bildar i dessa områden icke några tydliga stråk med bestämd strykning utan inordnar sig snarare i ett korsmönster. Med en viss generalisering kan sägas, att konformt med och invid dessa leptitsynklinaler uppvisar urgraniten en viss skiffriighet och/eller stänglighet, medan de mera centrala partierna väsentligen förblivit massformiga (se A. G. Högbom 1910, s. 45). I vilken utsträckning olika strukturelement inom det centrala Svealandantiklinoriet är resultatet av en magmatektonik i likhet med ovan eller huvudsakligen bör sättas i samband med den primorogena tangentiella sammanpressningen, kommer ej att bedömas här.

Det kan nämnas, att Holmquist (1916) ansåg den regionala tryckmetamorfosen vara väsentligt yngre än urgraniterna och att förekomsten av brantställda suprakrustalled inom de sistnämnda var helt oberoende av metamorfosen ifråga. Inom skärgården SV om Åbo har Edelman (1960) beskrivit ett slags magmatektonik av i princip likartat slag som ovan. Han visar här, hur de suprakrustala leden blivit hopklämda mellan de domformigt uppvälvande sensvekofenniska mikroklinggraniterna. Den av Edelman beskrivna tektoniken är emellertid sensvekofennisk och icke tidigsvekofennisk, vilket är fallet inom Svealandantiklinoriet.

Asklund (1921) gör ett försök till förklaring av den speciella veckningstektonik, som enligt honom skulle råda i urberget till skillnad från motsvarande inom

yngre bergskedjezoner. Direkt citerat (a.a., s. 601 o.f.) säger han följande: »Skillnaden mellan urbergets veckningsföreteelser och en vanlig bergskedja är såsom framhållits, urbergets genom tät uppveckning åstadkomna branta lagerställning. Veckningstopografien har därigenom blivit mindre storslagen ehuru vida detaljrikare än i bergskedjorna. Dessa egenskaper bottna i en primär skiljaktighet, och denna torde knappast kunna ha annan förklaring än, att den veckade komplexen, leptitformationen, haft en relativt liten mäktighet ovanpå en plastisk magmagrund. Spänningar, som påverka en dylik komplex få helt naturligt mycket stora utlösningssområden och lokalisera sig ej till vissa zoner (bergskedjor) som i mäktigare skiktserier. Som en följd härav te sig veckningsaxlarna som starkt komplicerade, interfererande system, och ett allmänt skenbart brantläge uppkommer.»

En assimilation av suprakrustalmaterial i den omfattning, som ovan antagits inom Svealandantiklinoriet — utan att härvid alltför stora kemiska heterogeniteter uppstått i urgraniterna — förklaras bl. a. därav, att konvektionsströmmarna i den svalnande magman i stor utsträckning hunnit distribuera det assimilerade materialet till hela magmakroppen. Det kan nämligen visas (E. D. Lacy 1960, s. 13—14), att till följd av konvektionsströmmarnas relativt stora hastighet i en magmazon med en viss temperaturdifferens mellan smälta och inneslutna suprakrustalrester en kemisk materialutjämning hinner ske så snabbt, att inga större inhomogeniteter i magman härvid uppkommer. I det skede, då konvektionsströmmarna upphör på grund av den genom begynnande kristallisation ökande viskositeten och alltså värmeförlusten nedifrån hastigt avtar, konsolideras bergarten genom avkyllning så snabbt, att blott obetydliga heterogeniteter hinner uppstå i brottstyckenas närhet genom dessas fortsatta partiella assimilation. Detta förklarar också de ofta förekommande, skarpa gränserna mellan brottstycken å ena sidan och omgivande homogengranit å den andra.

Konvektionsströmmarna har sannolikt ej alltid åstadkommit en fullständig distribution av det assimilerade materialet, vilket antydes av en Uppsalagranit från Ekeby bruk (Lundegårdh 1956, s. 44), som visar förhöjda halter av Cr och Ni, troligen till följd av assimilation av en närbelägen Cr- och Ni-rik sedimentgnejs.

Huvuddragen av tektoniken inom Utö-Ljusteröantiklinalen

Medan tektoniken i västra Södermanland kännetecknas av en nord-sydlig sammanpressning inom sedimentationstråget åtföljd av tämligen flacka ost-västliga lineationer och veckaxlar samt brantstående förskiffringsytor (Lundegårdh 1959), karakteriseras Stockholmsområdet av en veckbågsarkitektur med östligt stupande veckaxlar och lineationer.

En liknande östligt riktad förskiffring och lineation återfinnes utmed hela kustlandet ned till Östergötlands skärgård och omtalas där av B. Asklund (1923, 1928) från bladen Torönsborg och Gusum. Denne räknar med, att deformationen ifråga, vilken åtföljes av åderförgnejsning, tillhör urbergets yngre veckningsepok,

bl. a. beroende på att Filipstadsgraniten i området också blivit starkt påverkad därav. Han tänker sig dock, att det i Östergötland utbildade äldre vecksystemet tidigare förelegat inom området och delvis varit disponerande för den yngre veckningen.

I belysning av data, som framkommit vid kartering av Stockholmsbladen och förf:s studium av material från SGU:s samlingar, skall i korthet några nya synpunkter läggas på den speciella veckbågsarkitektur, vilken förekommer i Stockholmstrakten. Grunden härför utgör det förhållandet, att den tidigare välkända, men ytmässigt obetydliga leptitantiklinalribban från Utö i söder till Runmarö i norr kunnat visas intaga en avsevärt mycket större areal. Den omfattar sålunda minst det område från Söderskär i söder till Ljusterö i norr, som framgår av den tektoniska kartskissen i fig. 3. Inom gränserna för detta område uppträder i större eller mindre partier leptiter eller bergarter, som med säkerhet kan föras tillbaka på ett leptitursprung.

Redan Holmquist (1910 a, s. 797—98 jämte tillhörande karta över Stockholms kustregion) hade på känn, att stora arealer av granitoida gnejser inom Utö—Runmaröskärgården borde tolkas som metamorfoserade, sura vulkaniter. Denna åsikt överensstämmer helt med författarens men övergavs av Sundius i dennes skärgårdskarta av år 1939. Holmquist har vidare bidragit med ett flertal observationer av leptitbergarter inom Fågelbro—Värmdölandet (1921 a, s. 222).

Med undantag för mindre sedimentgnejsområden på Ljusterö och öarna öster därom samt ett liknande, betydande område på Utö—Nåtarö (Holmquist 1910 a) synes antiklinalområdet sakna bergarter av ursprunglig vittringssedimentkaraktär.

Stora arealer av gnejsgranit ingår däremot, särskilt i området Ljusterö—Vaxholm—Värmdö och på Ingarö.

Öster om leptitantiklinalen utbreder sig vidsträckta gnejsgranitarealer från Landsort i söder till Möja i norr, vilka via Roslagens gnejsgranitområden nära sammanhänger med det uppländska antiklinoriet.

Den av leptit-hälleflintserien uppbyggda antiklinalribban torde möjligen vara pretektoniskt anlagd inom sedimentationsbäckenet med en ursprunglig utsträckning i ungefär NNO—NO till SSV—SV och föreslås benämnd Utö—Ljusteröantiklinalen. Antiklinalen ifråga täckes i betydande utsträckning av sediment nere på Utö—Nåtarö för att längre mot söder åter sticka upp i ett mindre kalkförande parti på Söderskär öster om Landsort (fig. 3). Man vet ej säkert, om hela antiklinalen i begynnelsen legat under vattenytan. Möjligt är, att den utgjort en östlig begränsning av Sörmlandsgnejsernas sedimentationsområde. En fortsättning av detta öster om antiklinalen är dock inte osannolik. Östersjöns vattenyta och senare paleozoiska avlagringar inom Baltikum förhindrar emellertid en bekräftelse härpå.

Vi kan föreställa oss, att Utö—Ljusteröantiklinalen från början haft ett något buktande förlopp med utskjutande partier åt väster företrädesvis i Ingaröområdet och väster om Möja. Dessutom antar vi, att hela det sörmländska sedimentationsbäckenet har utsatts för en från söder mot norr riktad överskjutningsrörelse, vilken

också träffat den gentemot nämnda tryckriktning diagonalställda stela antiklinalryggen i det nuvarande bäckenets östra del. Den sistnämnda har härvid kommit att erbjuda ett mekaniskt motstånd, resulterande i en uppdelning av den nord-sydliga tryckriktningen i två komponenter, varav en ungefär parallell med och en vinkelrät mot antiklinalen (se fig. 3). Delvis på grund av att den sistnämnda omgivits av okonsoliderade, tektoniskt inkompetenta sediment, åstadkom den parallella, NNO—NO-ligt riktade komponenten huvudsakligen en plastisk sammanstukning, som förlänade antiklinalryggen ett S-format utseende.

De tidigare nämnda, mot väster utskjutande partierna har härvid blivit bestämmande för omböjningarnas lokalisering och likaledes bildat embryon till de av samma kraft uppdrivna antiklinalerna i Nacka- och Täljö—Åkersbergaområdet (fig. 3).

Den andra komponenten förorsakade samtidigt en uppdrivning mot VNV—NV av hela antiklinalribban. Särskilt väl framgår detta i Nacka- och Täljöområdena, vilka båda är överstjälpta åt VNV—NV och intar synklinalliknande lägen (Pl. 1).

Utö—Ljusteröantiklinalen synes genom sin primära karaktär utgöra ett relativt ytligare snitt av jordskorpan än omgivningen, vilket delvis kan förklara dess ofta så låga metamorfograd. Den starkaste metamorfosen påträffas i omböjningsområdena vid Ingarö och Täljö—Åkersberga, där upp- och framskjutningarna fört de nämnda, ursprungligen något djupare belägna delarna av antiklinalen till det nuvarande ytsnittet. I överensstämmelse härmed har Uppsalaområdets likaledes välbevarade lågmetomorfa vulkaniter av Lundegårdh (1956) ansetts representera ett relativt högt beläget snitt av jordskorpan.

Begynnelsen till Utö—Ljusteröribbans sammanstukning och den samtidiga antiklinaluppdrivningen inom sedimentationstråget torde enligt författaren vara förlagd till den äldre veckningsfasen. Det är nämligen mindre sannolikt, att en sammanpressning av någon betydelse kan ha ägt rum inom sedimentationstråget utan att samtidigt ha påverkat den genom sitt läge tektoniskt mycket utsatta, diagonalställda antiklinalribban. Detta skulle ha varit fallet, om deformationen av antiklinalen ägt rum först i sensvekofennisk tid. Vi får emellertid vid sistnämnda tidpunkt räkna med en fortsättning av de äldre deformerande rörelserna i stor utsträckning, med en överpräglning av yngre strukturer som följd.

Av ovanstående framgår, att den förmodat pretektoniska Utö—Ljusteröribban torde ingå som ett viktigt element i Stockholmsområdets veckbågsarkitektur. Mekaniken i den ovedersägligen påvisade framdrivningen mot nordväst av berggrunden inom Stockholmsområdets östliga delar kan emellertid långt ifrån betraktas såsom utredd i och med ovan framförda synpunkter. Inte heller ger de i ett följande kapitel statistiskt behandlade strukturelementen inom kartbladet Stockholm NO några säkra ledtrådar beträffande den regionala stortektoniken. Det är möjligt, att en ökad klarhet kan vinnas beträffande ovannämnda tektoniska problem, då i en framtid samtliga strukturelement från de fyra kartbladen Stockholm NO, NV, SV och SO kan presenteras.

Den yngre veckningsfasen

En begynnande nedbrytning av de tidigorogent uppdrivna antiklinalområdena och en samtidig utfyllning av synklinalträgen fick efter hand till resultat, att de geotermiska isograderna åter sjönk inom antiklinalerna men samtidigt steg inom synklinalerna. Den fortsatta sammanpressningen av orogenzonen påverkade alltmär de inkompetenta sedimentsynklinalerna, medan samtidigt bristningar efter hand uppstod i de sakta avsvalnande och i växande grad kompetenta antiklinalpartierna. I de genom nämnda bristningar uppkomna spricksystemen inträngde sedan de s. k. intraorogena basiska eruptiven. Även om de sammanpressande orogena krafterna i det följande huvudsakligen utlöstes inom synklinalområdena, förblev antiklinalområdena givetvis inte helt opåverkade, vilket antydes genom den växlande grad av omkristallisation och deformation, som sedermera träffat de s. k. intraorogena eruptiven. I detta sena skede av den orogena utvecklingen, med stigande geotermiska isograder inom de på volatiler rika synklinalsedimenten, uppstod förutsättningen till den vittutbredda senorogena åderförgnejsningen. Inom lägre respektive högre temperaturområden ägde samtidigt granitiseringar och palingena processer rum i de med hänsyn till sin sammansättning här för bäst lämpade sedimenten, varvid yngre graniter och pegmatiter kom till utbildning. I detta sammanhang kan nämnas, att de ursprungligen i sedimenten dominerande skifferna har en kemisk sammansättning, som fordrar ett högst betydande metasomatiskt jonutbyte för att ge upphov till bergarter av granitisk-granodioritisk typ.¹ Genom sin sammansättning mera lämpade i detta avseende är de gråvackebetonade sedimenten.

I samband med en fortsatt allmän sänkning av orogenzonen och ett avtagande sidotryck torde den sensvekofenniska regionalomvandlingen efterhand ha sträckt sina verkningar in över antiklinalområdena, i vars djupaste delar mobilisering kom till stånd av surare led (sura leptiter och urgraniter), varvid också här yngre graniter och pegmatiter erhöles.

Den regionalmetamorfos av berggrunden, som ägde rum i samband med den yngre veckningen, har haft en väldig utbredning inom det östsvenska urberget. Praktiskt taget alla åldersdateringar med hjälp av kalium-argonmetoden i glimrar ur pegmatiter, graniter och gnejsjer från nämnda område har givit åldern 1700—1800 milj. år enligt en sammanställning utförd av Magnusson (1960 b). I viss mån som följd av denna omständighet måste man antaga, att en betydande del av den svekofenniska metamorfosen och veckdeformationen hör till denna yngre veckningsfas. Ett argument härför synes vara, att gränserna för den vid sistnämnda tidpunkt av regionalmetamorfosen (= åderförgnejsning + granit—peg-

¹ Ett fall, där en gnejsgranitisk bergart möjligen kan ha uppkommit genom granitisation av en typisk granatförande skiffergnejs, har vid de fortsatta karteringarna noterats från ett stråk c:a 1.5 km SV om Huddinge stn inom bladet Stockholm SV. Gnejsgraniten i fråga är biotitrik, ögonförande, fältspatintermediär och innehåller genomgående mycket rikligt med jämnt fördelad granat. En bergart av detta slag har givetvis en sammansättning, som kemiskt ganska nära motsvarar en ursprunglig skiffergnejs.

matitgenomsättningar) omdanade berggrunden också i grova drag sammanfaller med gränserna för de tektoniskt mest påverkade områdena, vilka vanligtvis är att söka inom de sedimentfyllda synklinalområdena. Starka förskiffrings- och lineärstrukturer är sålunda i avsevärd omfattning knutna till de av åderförgnejsning och granit—pegmatitintrusioner kännetecknade områdena. Som följd härav möter man de strukturellt bäst bevarade suprakrustalbergarterna i områden, som i mindre utsträckning drabbats av den yngre regionalomvandlingen (antiklinalområdena). Exempel på detta är i första hand de lågmetamorfa hälleflintorna i centrala Uppland, Utö—Ljusteröantiklinalen samt skiffrarna inom Grythyttområdet. Denna tämligen idealiserade bild av utbredningen hos den sensvekofenniska veckningen och metamorfosen måste emellertid modifieras med hänsyn till den omständigheten, att vi långt ifrån alltid kan avgöra, vilka strukturella och mineralogiska drag, som tillkommer den äldre respektive yngre veckningsfasen. Omvandlingar i samband med den sistnämnda kan maskera den tidigare metamorfosen och utplåna äldre lineär- och/eller förskiffringsstrukturer samt ersätta dessa med nya. Vidare måste nämnas, att den genom åldersbestämningar erhållna siffran 1700—1800 milj. år endast visar tidpunkten för den sista genomgripande berggrundsmetamorfosen (den serorogena) och på intet sätt utesluter, att en äldre omfattande regional omvandling (primorogen) kan ha förekommit (jfr Uppsalagranitens ålder, s. 19).

Den svekofenniska åderförgnejsningens utbredningsområde markeras enligt Magnusson (1938, s. 291) i grova drag av en vidsträckt aureol med pegmatit- och palingengranitintrusioner kring Mälarbäckenet. I samma arbete framför Magnusson också sin uppfattning beträffande den sensvekofenniska orogenesisen.

Det svekofenniska bergartskomplexet kan enligt honom indelas i följande tre huvudzoner (= djupzoner):

- 1 (djupast). Ådergnejsområdet med såväl urgraniternas som leptit-hälleflintseriens (innefattar även den övre sedimentserien) bergarter åderförgnejsade och intimt associerade med de sensvekofenniska graniterna och pegmatiterna.
2. Intrusionsområdet, inom vilket skarpt avgränsade intrusioner av palingengranit och pegmatit uppträder.
3. Väl bevarade områden med sporadiskt uppträdande graniter och pegmatiter.

De tre konstaterade djupzonerna (direkt översättning) »skär diskordant genom det väsentligt äldre, intensivt veckade komplexet och har intet att göra med den egentliga svioniska veckningen» (den primorogena) (a.a. s. 293). På grund härav anser Magnusson, att de sänkningar av jordskorpan, som gav upphov till ådergnejserna och med dem förknippade intrusioner, snarare varit av epirogenetisk än orogenetisk karaktär.

Detta strider i viss mån mot här tidigare framförda synpunkter och de av Ask-lund (1921) gjorda iakttagelserna inom de nordöstra delarna av Östergötland, där starka tangentiella krafter varit rådande under den yngre veckningsfasen, med framträdande veckdeformationer och isoklinala överstjälpningar som följd. Problemet beträffande art och karaktär hos de båda svekofenniska veckningarna är som

synes ganska svårlöst och fordrar omfattande regionala studier för sin slutliga lösning, vilket faller utom ramen för de här utförda undersökningarna.

I de delar av Stockholmstrakten, som träffats av den sensvekofenniska regionalmetamorfosen, har givetvis förutom sedimenten såväl ursprungliga leptiter och leptitgnejsjer som urgraniter—gnejsgraniter blivit mer eller mindre omdanade.

För leptiternas del har nämnda metamorfos i huvudsak inneburit en fortsättning av den i primorogen tid påbörjade granitiseringsprocessen, vilken väsentligen bestått i en korntillväxt och en samtidig kaliporfyroblastes i de intermediära leden. En viss ansamling av kalifältspaten till små, vanligen röda ådror, som accentuerar de interna småveckan i bergarten, har härvid också ägt rum. Dessa ådror innehåller ofta hornblände, vilket är ett karakteristiskt drag för leptitådergnejserna till skillnad från kvarts-fältspatådrorna inom sedimentgnejserna, där hittills inget hornblände har noterats. Med den stigande metamorfosen av leptiterna, erhålles i tur och ordning leptitgnejsjer, leptitådergnejsjer och till sist granitgnejsjer, vilka sistnämnda svårligen kan hållas isär från de genom förskiffring av urgraniter bildade gnejsgraniterna. Framförallt inom kartbladet Stockholm SV men även inom den västra delen av leptitområdet kring Täljö på NO-bladet förekommer stora arealer av bergarter, där ingen klar distinktion kan upprätthållas mellan led, vilka rätteligen borde benämnas gnejsgraniter eller granitgnejsjer i nyssnämnda bemärkelse.

På grund av sin homogena prägel har gnejsgraniterna i större utsträckning än leptiterna och sedimenten kunnat motstå förändringar i samband med regionalmetamorfosen. Sålunda förekommer bl. a. inom åderförgnejsningens centralzon på bladet Stockholm SV stora arealer av grå, basiska plagioklasgnejsgraniter, vilka såväl strukturellt som kemiskt synes vara föga påverkade. Man måste dock förmoda, att en betydande del av förskiffringen hos nämnda bergarter hör samman med den sena metamorfosen. I andra områden åter, såsom inom bladen Stockholm NV och NO, har gnejsgraniterna breccierats kraftigt och/eller spaltats upp av serorogena graniter och pegmatiter, vilka kvantitativt t. o. m. kan dominera. I en del fall har sannolikt en betydande kalimetasomatos ägt rum, t. ex. inom de grå gnejsgraniterna i Nackaområdet och på västra Värmdö samt vidare åt väster i samma stråk över Södermalm. Hela nämnda zon är impregnerad med röda ådror av kalifältspat eller genomsatt av kalirika pegmatiter.

Granat förekommer ej sällan inom gnejsgraniterna, mestadels i form av glest inströdda kristaller. Lokalt kan emellertid granathalten bli lika framträdande som inom skiffergnejserna, i vilket fall en del av det för granatbildningen nödvändiga materialet torde ha hämtats från de sistnämnda i samband med åderförgnejsningsprocessen (se även fotnoten å s. 24).

Lagring, förskiffring och stänglighet inom kartbladet Stockholm NO

De framförda synpunkterna skall här endast kompletteras med en del strukturiakttagelser inom kartbladet Stockholm NO. Stockholmstraktens berggrund



Fig. 5. Växellagring mellan metaarenitiska (sub)gråvackor (ljusa i bilden) och metaargillitiska led. Sydvästra Bogesundslandet.

Interbedded layers of meta-arenitic (sub)graywackes (light) and meta-argillites. South-western part of Bogesundslandet.

är till största delen belägen inom de av åderförgnejsningen drabbade områdena med alla svårigheter, detta innebär, när äldre struktur- och metamorfosdrag skall skiljas från yngre. Det är endast Utö—Ljusteröantiklinalen med dess inbuktning i Åkersbergaområdet, som inom kartbladsområdet sluppit ifrån åderförgnejsning i någon större utsträckning. Det yngre inslaget i detta område utgöres av stora pegmatiter (Ytterby—Härsbacken—Isättra m. fl.), medan graniter helt saknas.

Inom kartbladet förekommer allmänt en kraftig förskiffring i bergarter äldre än den sensvekofenniska palingengraniten (se dock s. 29 och 87). Inom de delar av sedimentgnejsområdena, där en växellagring finns bevarad mellan bäddar av kompetenta metaareniter och inkompetenta metaargilliter, synes i huvudsak parallellitet råda mellan förskiffringsplanen och den ursprungliga lagringen, för så vitt inte de kompetenta bäddarna blivit avslitna (fig. 5). En förklaring till detta får man vid ett studium av de jämförbara och på motsvarande sätt bandade sedimenten på Utö. Dessa visar inom de inkompetenta skifferbankarna en vacker transversalförskiffring, som bildar upp till c:a 30° vinkel med den ursprungliga lagerställningen, medan de kompetenta metaarenitbankarna ofta kvarstår oförändrade (Gavelin 1960, fig. 1 och 2). De sistnämnda har sålunda utgjort en stabiliserande faktor och förhindrat, att den primära lagerställningen förstörts av de snett mot densamma ansatta tryckkrafterna.

I de centrala delarna av sedimentationsbäckenet, där det metaarenitiska inslaget avtar och skiffermaterialet helt dominerar, försvinner också den nämnda, i lagerpackarna stabiliserande faktorn. De tunna och glest uppträdande metaareniterna blir här böjda och avslitna och kan ej förhindra, att läget av skiffrarnas



Fig. 6. Kääppstruktur och stänglighet parallellt med veckaxeln i metabasit tillhörande leptit-hälleflintserien. Inre delen av Säbyvik på norra Bogesundslandet.

Strong lineation, parallel with the folding-axis in metabasitic rock belonging to the leptite-hälleflint series. Säbyvik in the northern part of Bogesundslandet.

s-tytor huvudsakligen kommer att bestämmas av de förhärskande tryckriktningarna.

Genom sträckning parallellt med veckaxlarna i samband med veckningarna har inom skiffrarna ofta mera kompetenta lager av metaarenit och grönsten blivit boudinerade och återfinns nu i långa rader av skivor inneslutna i den plastiskt reagerande, inkompetenta skifferrn.

Skiffergnejserna kännetecknas för övrigt av en intensiv småveckning infogad i och underordnad en veckning av högre ordning med större veckamplituder. Flertalet veckaxlar visar med få undantag (se Pl. 1) en medelbrant östlig stupning.

Den primära lagerställningen hos leptitgnejserna inom den i NO belägna Åkersbergaantiklinalen markeras vanligen av de basiska skikten. I de mest markerade veckomböjningsområdena i trakten av Säbyvik på norra Bogesundslandet förekommer ofta intensivt veckade och sönderslitna basiska skikt, vilka genom plastisk flytning blivit genomsatta av material från de omedelbart angränsande, surare leptitlagren. Genom den starka axiala sammanpressningen i nämnda område har också en mycket utpräglad, tämligen brant, östlig kääppstruktur uppkommit inom leptitgnejserna parallellt med veckaxeln och den mycket utpräglade hornbländestängligheten (fig. 6).

Ett strukturellt likartat, av axiala sammanpressningar och omböjningar karakteriserat område är Nackaantiklinalens västra del i Årstaområdet, där en brantstående kääppstruktur utmärker de i sedimenten inlagrade grönstenarna. Av naturliga skäl har den axiala sammanpressningen i denna smala antiklinalribba

varit än mer framträdande och visar sig även i den utomordentligt välutvecklade, brantstående stängligheten i Årstaområdets basiska, granatförande gnejsgraniter.

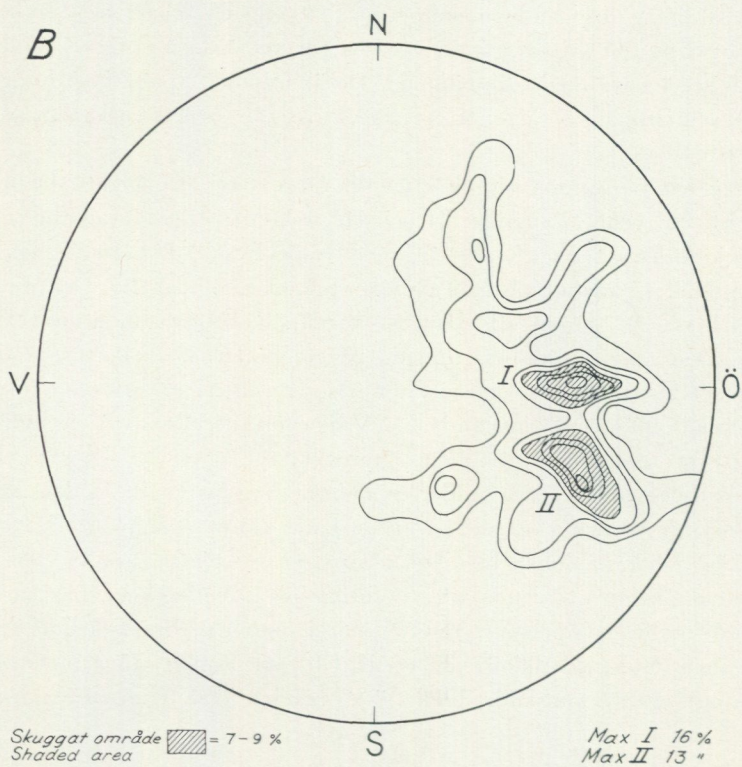
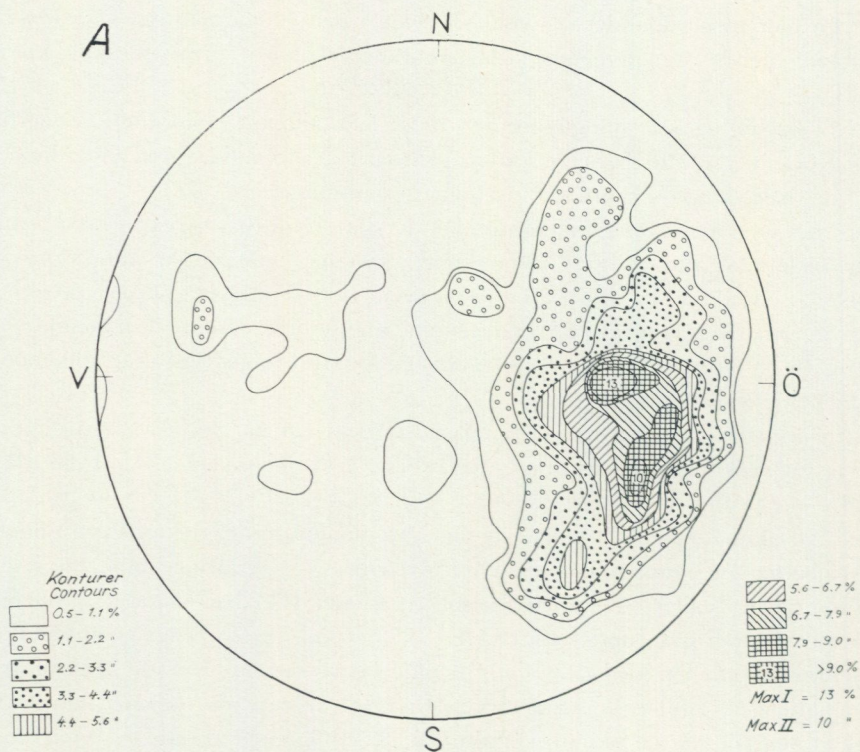
Såväl skiffriighet som stänglighet uppträder f. ö. allmänt inom gnejsgraniterna. Ibland dominerar stängligheten kraftigt, såsom i den nämnda Nackaantiklinalen och i de större basiska, kvartsdioritiska gnejsgranitmassiven.

Skiffriheten åter dominerar i områden av gnejsgranitiska bergarter, där strukturer nedärvda från tidigare existerande, skiktade leptitgnejsjer kan förmodas uppträda, såsom i ett fall vid Lerviks brygga norr om Trälhavet, där en röd leptitgnejs *in situ* övergår i en röd granitgnejs—gnejsgranit. Vidare förekommer en kraftig förskiffring också inom de smala gnejsgranitribbor, vilka är infogade i sedimentgnejserna.

Åderförgnejsningen av gnejsgraniterna har också givit upphov till en intensiv intern småveckning underordnad den större vecktekoniken, dock i betydligt mindre omfattning än i skiffergnejserna.

Av fältsammanhangen framgår tydligt, att mineralstängligheterna till alldeles övervägande del sammanfaller med veckaxlarna (= B-axlarna) inom undersökningsområdet. Inalles 460 stänglighetsobservationer från kartområdet, projicerade i ett Schmidt-nät (undre sfären, fig. 7 a), visar i grova drag en fördelning, som överensstämmer med de i fig 7 b på likartat sätt projicerade veckaxlarna. Stängligheterna samlar sig kring två relativt väl avgränsade maxima, varav det mest utpräglade har en punktbesättning på > 13 %, motsvarande en B-axel med 48° ostlig stupning. Det andra maximet (10 %) ger en B-axel med en stupning av 35° mot S 64° O. Motsvarande maxima för veckaxlarna (fig. 7 b) överensstämmer mycket nära med ovannämnda. De är följande: punktbesättning 16 % med veckaxeln stupande 42° mot ost respektive 13 % med veckaxeln stupande 34° mot S 64° O.

I fig. 7 c har på samma sätt polerna till 1150 s-ylor projicerats. Dessa grupperar sig utmed tvenne zoncirkelar (I och II), relativt svagt avgränsade från varandra (π -kreis enligt Sander 1948), med respektive tillhörande zonaxlar (π -polar = β -max), här motsvarande tvenne veckaxlar, B_1 och B_2 . Den mest markerade av dessa, B_1 , stupar 40° mot ost, medan B_2 motsvarande visar 35° mot S 76° O. Den svaga punktbesättningen på zoncirkelarnas mellersta partier förklaras av det förhållandet, att veckomböjningsområdena är sparsamt företrädda inom kartbladsområdet. Brantställda Ö—V-liga förskiffringsytor är å andra sidan mycket starkt representerade, vilket framgår av fig. 7 c. Dessa innefattar även strukturelement präglade under en deformationsfas yngre än den palingena Stockholmsgraniten och klart skild från de båda äldre veckningarna (B. Loberg 1959). Loberg har nämligen med hjälp av strukturegeringsanalys i kvarts och biotit kunnat påvisa, att denna sena deformation huvudsakligen har karaktären av en nord—sydlig kompression, resulterande i system av brantstående, varandra korsande shear-ylor med tillhörande vertikal B-axel. Zonen ifråga motsvarar den av Holmquist (1921 a) utskilda, breda, öst—västliga förskiffringszonen, som inom



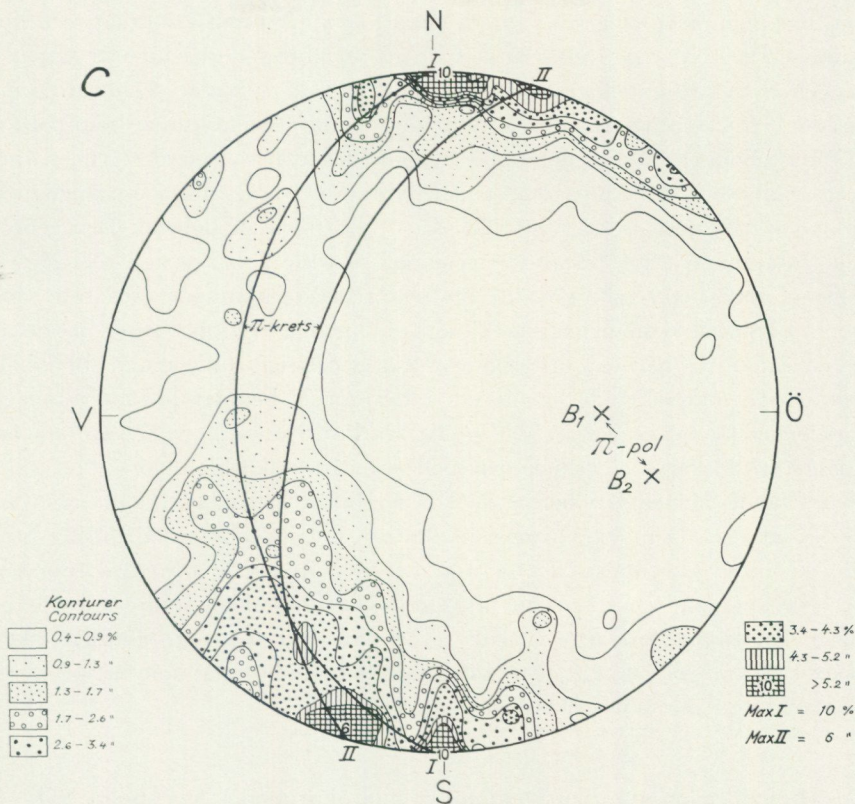


Fig. 7. A Stängligheter (till antalet 460) inom kartbladet Stockholm NO, projicerade i ett Schmidt-nät (undre halvsfären).

Lineations ($N = 460$) in the map-sheet area of Stockholm NE, projected on Schmidt's net (lower hemisphere).

B 55 veckaxlar från kartbladet Stockholm NO, projicerade i ett Schmidt-nät.
55 fold-axes from the map-sheet area of Stockholm NE, projected on Schmidt's net.

C Polerna till 1 150 s-tytor (väs. förskiffringsstyr) inom kartbladet Stockholm NO, projicerade i ett Schmidt-nät.

B-axlarna B_1 och B_2 utgör vardera polerna till π -kretsarna I och II.

The poles of 1 150 s-planes (mostly schistosity planes) in the map-sheet area of Stockholm NE, projected on Schmidt's net.

The B-axes B_1 and B_2 are the poles of the π -circles I and II, respectively.

kartbladet i huvudsak kan följas från Kolströmmen i öster över Lännerstasunden—Järlasjön—Årstaviken till Gröndalsområdet i väster. Inom denna zon förekommer en tydlig lineation och/eller förskiffring hos ett stort antal unga palingen-granitmassiv (se Pl. 1).

Fig. 7 a och c ger, som framgått av ovanstående, vardera två veckaxelpositioner. En svagare markerad veckaxel B_2 (fig. 7 c), stupande 35° mot S 76° O, parallelliseras med det mindre maximum 35° S 64° O i fig. 7 a, och en betydligt starkare veckaxelposition B_1 , stupande 40° ost, jämföras med motsvarande i fig. 7 a. Vi har här möjligen exempel på två olikåldriga syntektoniska vecknings-

faser, där planförskiffringen i vardera faser har uppkommit samtidigt med lineationen och veckaxlarna. Detta skulle tyda på att lineationerna huvudsakligen bildats genom de tangentiella sammanpressningarna vid de båda veckningarna inom området och icke präglats av en senare, mot de äldre strukturerna diskordant riktad rörelse. Som en följd av den uppdelning av det tektoniska trycket, vilken antogs ha ägt rum vid Utö—Ljusteröantiklinalens framskjutning, måste B-stängligheter i viss utsträckning också uppfattas såsom transportstängligheter. Den generellt östliga stupningen hos lineationerna inom ostkustens berggrund (s. 21) kan möjligen delvis bero på syn- till posttektoniska stjälpningar mot öster inom denna. Eventuellt kan dylika stå i samband med Östersjöbäckens insänkning och en samtidigt härmed uppkommen axialdepression (Wegmann 1929). Det presenterade materialet är emellertid alltför lokalt betonat för att möjliggöra några generella tolkningar av det ytterst svårösta problem, vilket de mot öster stupande strukturerna längs hela den mellansvenska ostkusten utgör.

Beträffande åldersrelationerna mellan de båda veckaxlarna kan inget med säkerhet utsägas. Den svaga vergens i riktning mot söder inom kartbladet Stockholm NO, som kan utläsas av fig. 7 c, överensstämmer ej med den från söder mot norr antagna och från Utö—Ljusteröribban utgående fram- och uppdrivningen. En rimlig förklaring härtill torde vara, att det syd—nordligt riktade trycket i veckningens slutfas inom nämnda område efterhand kom att överflyglas av det från norr mot söder riktade mottrycket.

Huvuddragen av urbergstektoniken inom kartbladet Stockholm NO

Grundvalen för tolkningen av tektoniken inom kartbladsområdet utgör den tidigare omnämnda, från sydost mot nordväst uppdrivna och framskjutna Utö—Ljusteröantiklinalen. De västligaste utlöparna av denna (se s. 23) utgör de inom kartbladsområdets norra respektive södra delar belägna Täljö- och Nackaantiklinalerna (fig. 3 och Pl. 1). Mellan dessa två antiklinaler ligger ett stort synklinalområde, förslagsvis benämnt Värmdösynklinalen, vars förmodade utbredning framgår av fig. 3.

Söder om Nackaantiklinalen utbreder sig åter en vidsträckt synklinal, här kallad Dalarösynklinalen, vars nordligaste delar faller inom kartbladsområdet.

Inom både Dalarö- och Värmdösynklinalerna förekommer rikligt med konforma, tidigorogena graniter (urgraniter, här förskiffrade = gnejsgraniter).

I likhet med de nämnda antiklinalområdena är givetvis också synklinalerna upp- och framdrivna i sina östliga delar. Detta framgår tydligt, om man kombinerar iakttagelserna av de ständigt förekommande östliga stupningarna inom kartområdets veckaxlar med det förhållandet, att gnejsgranitlakkoliterna i de båda synklinalområdena genomgående visar konvexa omböjningar i riktning mot öster (Pl. 1).¹ Liksom antiklinalerna i det nuvarande ytsnittet genom den nämnda upp- och framdrivningen mot väster ger upphov till konvexa omböjningar av

¹ Beträffande Dalarösynklinalen, se kartan till Sundius (1948).

gnejsgranitbäddarna i samma riktning ger synklinallerna på liknande sätt upphov till omböjningar riktade mot öster. De nämnda inversionerna måste i detalj uppfattas som en schuppen-artad fram- och uppdrivning inom berggrundens såväl synklinala som antiklinala partier. En tektonik av likartat slag, ehuru representerande ett betydligt ytligare snitt av jordskorpan, möter man i kaledoniderna inom den centraljämtländska horstzonens östra del. Här förekommer en mycket entydig mot öster riktad schuppenartad uppdrivning och inversion av sparagmitseriens och den varegiska kvartsitformationens bildningar (Asklund 1938).

I riktning mot väster synes fram- och uppdrivningarna efterhand avtaga inom Stockholmstraktens berggrund. Sannolika bevis härför erhålles först inom kartbladet Stockholm NV, där i den västliga delen av Värmdösynklinalen (fig. 3) ett gnejsgranitstråk visar en mot väster riktad omböjning och sålunda intar ett normalt läge med hänsyn till de östligt stupande veckxlarna inom området. För övrigt saknas inom Värmdösynklinalens västra delar gnejsgranitinlagringar med konvexa omböjningar i riktning mot öster. Ett andra belägg utgör en tidigare omnämnd, inom antiklinalområdet på norra Lovön och i Blackebergområdet blottad kärnzon av leptitgnejs (se även s. 16), vilken genom sin mot öster konvexa omböjning visar sig ligga i normalt läge. Samma förhållande gäller också i den järnmalmförande Tumbaantiklinalen inom kartbladet Stockholm SV (fig. 3).

Sedimentådergnejserna inom Stockholmsområdet

Av de tre olika led, vilka tillsammans uppbygger Sörmlandsgnejserna, har nu i korthet leptit-hälleflintseriens metavulkaniter samt urgranit-gnejsgranitgruppen behandlats. För de återstående metasedimenten skall en mera ingående redogörelse nu lämnas.

Vissa varieteter av metasedimenten har genom tiderna erhållit olika namn, såsom granatgnejs och cordieritgnejs, beroende på den ofta konstaterade närvaron av nämnda mineral. En ofta förekommande pegmatitådring eller slirighet har också givit upphov till beteckningar sådana som slirgnejs (Sundius 1948) och ådergnejs. I fortsättningen kommer benämningen sedimentådergnejs att användas för den del av Sörmlandsgnejserna, som har ett säkert sedimentärt ursprung.

Den mestadels i högmetamorf dräkt klädda sedimentådergnejsen inom Stockholmsområdet kan i huvudsak föras tillbaka på ett ursprungligt sedimentkomplex, bestående av skiffrar och gråvackor med underordnat inslag av metaarenitiska (sub)gråvackor och kvartsiter (fältspatförande och/eller kalkiga). I de mera centrala delarna av det ursprungliga sedimentationsbäckenet dominerar skiffrar kraftigt, såsom i södra delarna av NO-bladet samt inom huvuddelen av SV- och SO-bladen (Dalarösynklinalen, se fig. 3). Inslaget av gråvackor och (sub)gråvackor tilltar mot bäckenets bottennära, marginala eller strandnära delar, såsom i norra och västra Värmdösynklinalen (fig. 3). Till de utpräglat basala bildning-



Fig. 8. S-formigt böjda och avslitna, basiska inlagringar i granatådergnejs. Solberga, 1,5 km NV om Brännkyrka.

Plastically folded and disrupted basic layers in veined garnet gneiss. Solberga, Brännkyrka.

arna inom sedimentgnejserna hör de kvartsrika led i form av ljusa lager eller bankar, vilka ursprungligen varit mer eller mindre kalkrika. Exempel på dylika sediment påträffas bl. a. i en zon utmed hela Nackaantiklinalen och utefter västra Ingaröstranden söderut till öarna i Jungfrufjärden. En fortsättning av detta stråk, ehuru icke i sin helhet uppföljt, utgör sannolikt kvartsiterna och fältspatkvartsiterna, som växellagrar med metaarenitiska (sub)gråvackor på ömse sidor om leptit-antiklinalen på Utö. I omedelbar anslutning till och överlagrande dessa sediment följer på östra Utöstranden växellagrande argillitiska skiffrar och metaarenitiska (sub)gråvackor med väl bibehållna primärstrukturer, såsom *graded bedding* (Gavelin 1960, fig. 1 och 2). (Sub)gråvackorna är i de båda anförda fallen av identiskt lika sammansättning. Vidare påträffas metaarenitiska (sub)gråvackeled i följande områden, nämligen Bogesundslandets södra del i en vid båge upp till Ö. Ryds k:a, omslutande Åkersberga—Täljöleptitantiklinalen, vidare utmed norra sidan av Lidingö, på öarna i St. Värtan samt i betydande omfattning inom de välbevarade gnejserna av förmodat gråvackeursprung i områdena mellan Ståket och Bro k:a i nordvästra delen av kartbladet Stockholm NV. Välbevarade gråvackegnejser av den typ, man finner i nyssnämnda område, hör till undantagen inom Stockholmstrakten. I stället förekommer mestadels grå, granitoida gnejser inom stora arealer, företrädesvis inom NV-bladet och i de mellersta delarna av NO-bladet. Dessa utgör sannolikt kraftigt granitiserade och/eller migmatiserade produkter av nämnda gråvackegnejser och ansluter sig kemiskt nära till Stockholmsgranitgruppen.

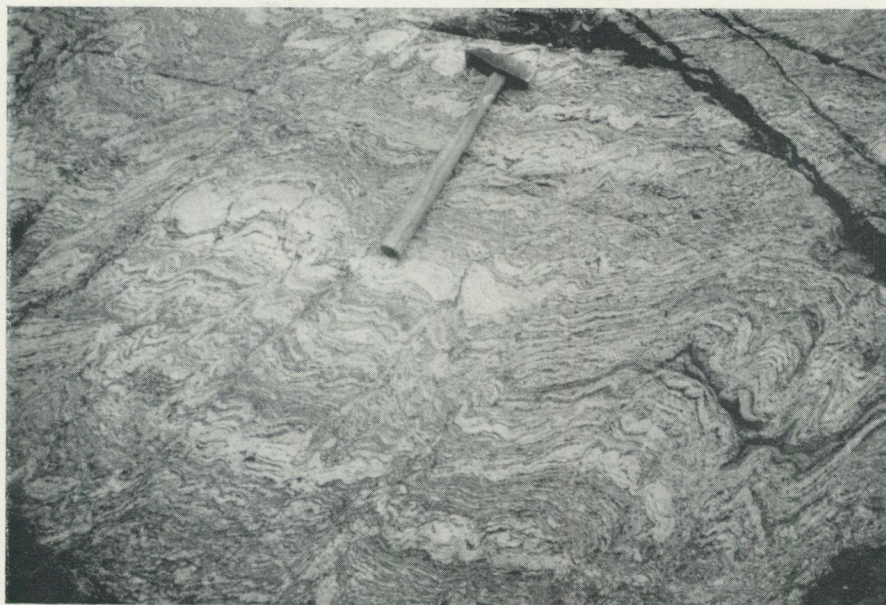


Fig. 9. Typisk, småveckad granatådergnejs (skiffergnejs). Fruängen, kartbladet Stockholm NV.
Typical small-scale folding in veined garnet gneiss (meta-argillite). Fruängen, map-sheet Stockholm NW.

Till sist skall nämnas, att basiska inlagringar av sannolikt suprakrustalt ursprung företrädesvis är knutna till de basala delarna av sedimentådergnejserna, mestadels i form av tunna, ej karteringsmässigt urskiljbara bankar (1—10 m), som t. ex. på Bogesundslandet och vid Ö. Ryd. Enstaka fall av mäktigare grönstensinlagringar i samma stratigrafiska position förekommer och har tidigare omnämnts från Årstaområdet i Nackaantiklinalen (s. 18). Inom skiffergnejsområdena uppträder grönstensinlagringar mera sparsamt och påträffas vanligen i form av smala (cm—dm-bredd), s-formigt hopskrynkade band (fig. 8). I det följande skall i tur och ordning de olika metasedimenten beskrivas såväl petrografiskt som kemiskt.

Skiffergnejsjer

Gnejsjer, som väsentligen utgör skifferderivat, har den avgjort största utbredningen inom Södermanlands sedimentådergnejsjer. I Stockholmstrakten dominerar dylika starkt inom kartbladen SO och SV samt i södra och östra delarna av NO-bladet (Dalarö- och Värmdösynklinalerna). I riktning mot Norra Djurgården och vidare åt NV och N in på NV-bladet avtar successivt skiffergnejserna, medan inslaget av numera väsentligen grå, granitoida gnejsjer, sannolikt ursprungligen av gråvacke—(sub)gråvackesammansättning, tilltar och får sin största omfattning i områdena Bro k:a—Stäket—Solna och Danderyd—Östra Ryd (NV-delen av Värmdösynklinalen).

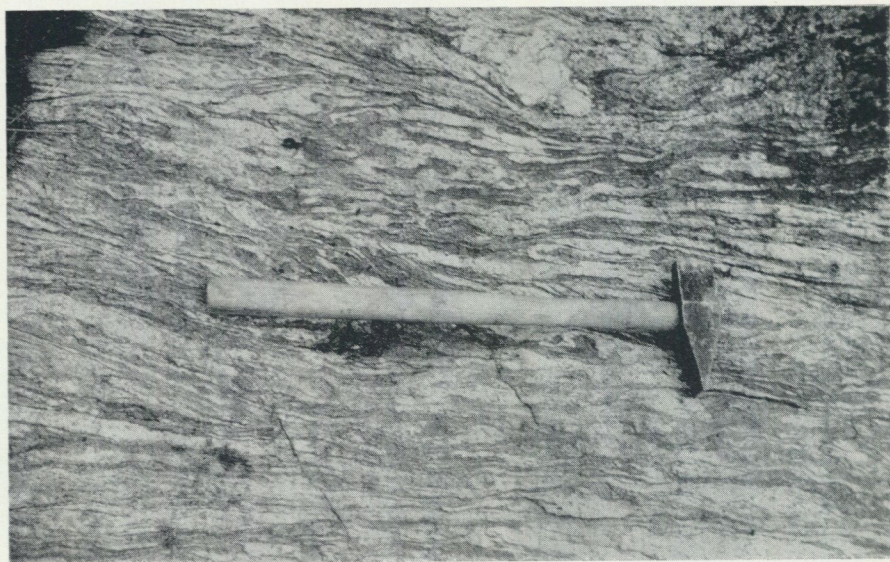


Fig. 10. Småveckad och parallellt med veckaxeln sträckt granatådergnejs. Mörka, rundade fläckar utgöres av granat. Högberga, Lidingö.

Flattened and strongly sheared minor folds in veined garnet gneiss. Garnets can be identified as small rounded spots. Högberga, Lidingö.

Skiffergnejserna har i stort sett en mycket enhetlig prägel, och man kan inom centralområdena följa dem miltals i olika riktningar från häll till häll, utan att några märkbara förändringar sker (fig. 9 och 10). I stoff däremot är de mycket heterogena med gråvita, grovkorniga, pegmatitiska, vindlande ådror eller körtlar i en mörkt gråviolett, medelkornig, biotitrik matrix. Den sistnämnda innehåller växlande mängder av mörkröd almandingranat, ofta i korn från ett par mm upp till en cm stora, samt i mindre omfattning små knippen av färglösa till svagt bruna, sidenglänsande sillimanitnålar. Förekomsten av mineralet cordierit är däremot svårare att påvisa i fält, beroende på den stora likheten med kvarts, och synes vara mera lokalt betonad. Inom kartbladet Stockholm NO har mineralet endast iakttagits i mindre kvantiteter i samband med slipprouvundersökningarna. En gråblå cordierittyp är i detta avseende betydligt lättare att identifiera och har påträffats av Lundegårdh (1959, 1960 a) i betydande kvantiteter vid en del lokaler inom skiffergnejsområdena på kartbladet Eskilstuna.

Mera lokalt kan i skiffergnejsen iakttagas små, metallglänsande, mörka fjäll av grafit samt små, insprängda korn av svavel- och magnetkis.

I fält igenkännes gnejsen lätt genom sin rostbruna vittringsyta, vilken sällan saknas. Enligt Sundius (1948) uppkommer denna sannolikt genom biotitens sönderdelning samt genom oxidation av i gnejsen ingående små mängder av mineralen magnetkis och pyrit. Genom en djupgående lokal vittring i zoner rikare på glimmer, grafit och kis antar berget emellanåt en lös beskaffenhet och erhåller samtidigt en gulaktig färgton.

Inslaget av pegmatit i större massiv eller gångar inom skiffergnejsen är mycket varierande. Det är nästan omöjligt att på ett objektivt sätt avgränsa zoner rika resp. fattiga på pegmatit från varandra. Pegmatitrika zoner har dock utskilt på mellersta Värmdö, kring Årstaviken upp mot Nacka samt i Enskeområdet (Pl. 1). Pegmatiternas färg är övervägande grå, möjligen beroende på den genomgående låga oxidationsgraden hos de omgivande skiffergnejserna. De

Tabell 2. Semikvantitativ mineralfördelning i skiffergnejsjer — granatådergnejsjer.

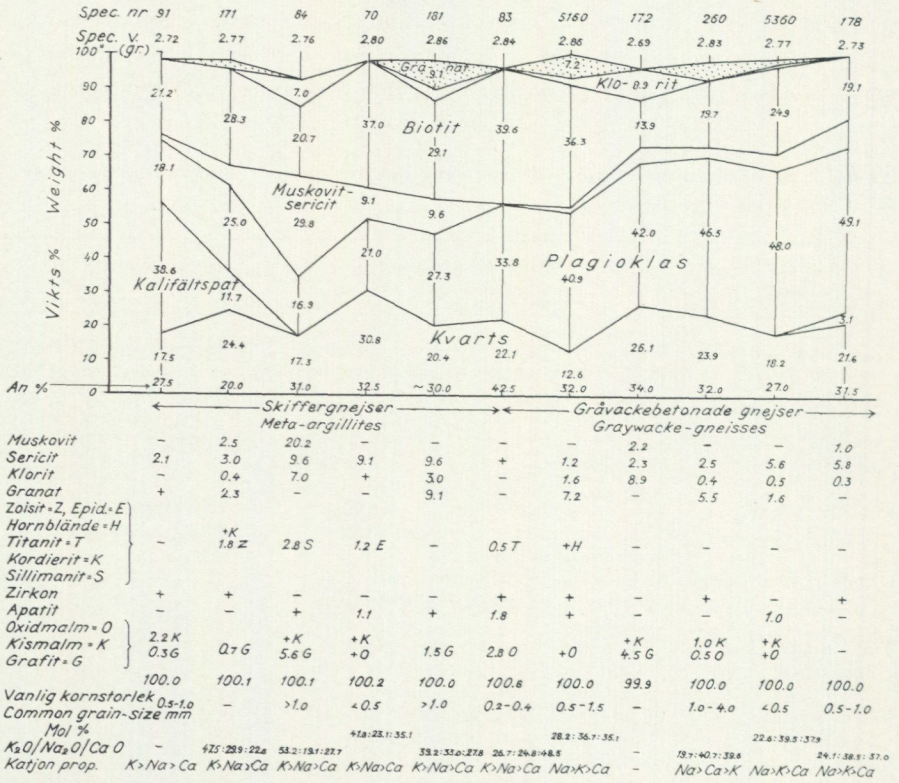
Table 2. Semi-quantitative mineral distribution in meta-argillites — veined garnet gneisses.

Lokal <i>Locality</i>	Mineralfördelning <i>Mineral distribution</i>	Bergart <i>Type of rock</i>
Västra Bogesundslan- det, SV Frösvik. 4 960	Muskovit > biotit > kvarts > mikroklin ≈ oligoklas ≈ klorit > grafit-kis-sillimanit- cordierit-granat	Mörkgrå—grå skiffergnejs- er, medel — finkorniga <i>Dark gray—gray meta-argil- lites, medium- to fine- grained</i>
Näsby Park. 84	Muskovit-sericit > biotit > kvarts > oli- goklas > klorit > grafit-sillimanit-apatit	D:o <i>Do.</i>
Myrsjön, Värmdö. 117 b	Muskovit-sericit » kvarts ≈ oligoklas ≈ biotit > andalusit-sillimanit-klorit- grafit-magnetkis-zirkon	D:o <i>Do.</i>
Lugnet, Gustavsberg. 91: 12 091	Mikroklinpertit > biotit > oligoklas ≈ kvarts > sericit-pyrit-grafit-granat- zirkon	D:o <i>Do.</i>
Tjällmora, 3.5 km SV Ingarö k:a. 3 360	Mikroklinpertit > kvarts > biotit > oligo- klas > sillimanit-muskovit-sericit-klorit- cordierit-granat-apatit-zirkon	D:o <i>Do.</i>
500 m S Ulriksdals kapell. 70	Biotit > kvarts > oligoklas > sericit > kinozoisit-apatit-oxidmalm-pyrit	D:o <i>Do.</i>
Lagnö, Värmdö. 181	Biotit > oligoklas > kvarts > sericit > granat > klorit-grafit	D:o <i>Do.</i>
Eknäs, Värmdö. 90: 12 090	Mikroklinpertit ¹ > kvarts > biotit-klorit ≈ oligoklas > pyrit-grafit-granat	Medel — grovkorniga granatådergnejsjer <i>Medium- to coarse-grained, veined garnet gneisses</i>
Mörtnäs, Farstalan- det. 89: 12 089	Biotit > mikroklinpertit > kvarts > oligo- klas > granat-klorit-sericit-sillimanit- grafit	D:o <i>Do.</i>
Kvarnsjön, Farstalan- det. 88: 12 088	Mikroklinpertit ¹ > kvarts ≈ biotit ≈ oligoklas > muskovit-sericit > gra- nat-sillimanit-cordierit-andalusit	D:o <i>Do.</i>
Skärsåtra, Lidingö. 111	Mikroklinpertit > kvarts > oligoklas > muskovit-sericit ≈ biotit-klorit > grafit- zirkon	D:o <i>Do.</i>
Sarvträsk, Värmdö. 171	Biotit > oligoklas ≈ kvarts > mikroklin > sericit-muskovit > granat-andalusit- grafit-klorit-cordierit-zirkon	D:o <i>Do.</i>
Solberga, Brännkyr- ka. 117 a	Mikroklinpertit > kvarts > oligoklas ≈ biotit ≈ sericit-muskovit > sillimanit- grafit-zirkon	Rödgrå, ögonförande, granitoid skiffergnejs <i>Reddish gray, porphyritic meta-argillite</i>

¹ Slipsnittet har i de två ovannämnda fallen bevisligen råkat läggas huvudsakligen inom gnejsens ljusa, mikroklinrika fältspatådror, varför biotitskikten blivit underrepresenterade. De spektrografiska analysproven (se analysbilaga) antyder i stället följande mineralfördelning: kvarts > biotit > mikroklinpertit ≈ oligoklas ≈ muskovit-sericit.

Diagram 1. Variationen i den mineralogiska sammansättningen hos skiffergnejsjer och gråvackebetonade gnejsjer inom Stockholmsområdet.

Variation of the mineralogical composition in meta-argillites and graywacke-gneisses from the Stockholm area.



- 91. Grå, finkornig skiffergnejs, Lugnet, Gustavsberg, Värmdö.
Gray, fine-grained meta-argillite.
- 171. Grå granatådergnejs, Sarvträsk 1 km NO Björknäs, Värmdö.¹
Gray, veined garnet gneiss.
- 84. Mörkgrå, finkornig skiffergnejs, hållplats vid Näsby Park.
Dark gray, fine-grained meta-argillite.
- 70. Mörkgrå, finkornig skiffergnejs, 500 m S om Ulriksdals kapell.
Dark gray, fine-grained meta-argillite.
- 181. Gröngrå, medelkornig skiffergnejs, Lagnö, norra Ormingelandet, Värmdö.
Greenish gray, medium-grained meta-argillite.
- 83. Mörkgrå, finkornig gråvackegnejs, 500 m OSO om skidbacken i Hammarbyhöjden.
Dark gray, fine-grained graywacke-gneiss.
- 5160. Mörkgrå, finkornig gråvackegnejs, 1 km V om Öster-Haga, SV-delen av Bogesundslandet.
Dark gray, fine-grained graywacke-gneiss.
- 172. Grå, medelkornig gråvackegnejs, Stockholms norra station.
Gray, medium-grained graywacke-gneiss.
- 260. Grå, medelkornig gråvackegnejs, 500 m SO om Bogesunds slott.
Gray, medium-grained graywacke-gneiss.
- 5360. Mörkgrå, finkornig gråvackegnejs, Snäckviken V om Frösvik, sydvästra Bogesundslandet.
Dark gray, fine-grained graywacke-gneiss.
- 178. Mörkgrå, finkornig gråvackegnejs, Stor-Ångsholmen, SO Lagnö, Ormingelandet.
Dark gray, fine-grained graywacke-gneiss.

¹ Zoisit (1.8z) i diagramtabellen skall vara andalusit.

vanligaste ingående mineralen är kalifältspat, plagioklas, kvarts och biotit. Mera sällan uppträder muskovit och granat.

Den huvudsakliga mineralogiska sammansättningen hos skiffergnejserna framgår av tabell 2. Endast en semikvantitativ uppskattning av de ingående mineralens mängd har utförts, beroende på att de inom ytan för ett slipprov mycket heterogena gnejserna föga lämpar sig för planimetriska analyser (märk dock 171 i tab. 2 och diagram 1). Dylika har däremot utförts i några bättre bevarade led av jämnt finkorniga, mörkgrå till gråsvarta skiffergnejsjer (jfr nr 70, 84, 91 och 181 i diagram 1 samt motsvarande i tab. 2).

Gemensamt för de tretton mikroskopoperade skiffergnejserna i tab. 2 är dominansen av kali över natron. Kali ingår i mikroklinen och glimrarna, medan natron huvudsakligen är knutet till oligoklasen. Den ständiga närvaron av biotit i stora kvantiteter jämte granat svarar för de genomgående höga halterna av järn och magnesium. Vidare är den totala glimmerhalten hög, vilket innebär, att en betydande vattenhalt och ett aluminiumöverskott måste förutsättas i de ursprungliga sedimenten. På detta tyder också de ofta förekommande aluminiumrika mineralen almandin, sillimanit och andalusit. Såväl den absoluta som relativa kalkhalten är låg och väsentligen knuten till anortitmolekylen i oligoklasen. Här till fogar sig accessoriskt sillimanit, cordierit, klorit, grafit, svavelkis, magnetkis, zoisit och zirkon.

Den ovan schematiskt givna kemiska karakteristiken, grundad på mikroskoperingen, verifieras av de tretton stycken inalles tillgängliga kemiska analyserna på skiffergnejsjer i tab. 3. Av dessa är fyra äldre analyser hämtade från östra Södermanland (W. Larsson 1932), två stycken från mellersta Södermanland (Magnusson 1936), en från Eskilstunaområdet (Lundegårdh 1959) och sex från Stockholmstrakten, av vilka två hämtats ur beskrivning till berggrundskarta över Stockholmstrakten (Sundius 1948) och fyra är nyanalyserade (spektrografiskt) speciellt för detta arbete (nr 88, 89, 90 och 91 i tab. 2 och 3 samt i analysbilaga). Medelvärden av ovannämnda analyser, jämfört med motsvarande för två lågmetamorfa, med skiffergnejsen sannolikt ekvivalenta och likåldriga skiffrar från Grythyttfältet (Sundius 1923), framgår av tab. 3 och tab. 6, i sistnämnda fallet uttryckt i katjonprocent. En grågrön skiffer är från Hällefors och en andra, mörkare varietet från Skifferverken norr om Grythytted (718, 717). De båda bergarternas kemiska sammansättning är utomordentligt ensartad, och enligt Sundius torde dessa skiffrar med stor likformighet förhåra inom de täta, fragmentfattiga delarna av den övriga grå skiffren i området. Jämförelsen i tabellen visar, att en nära kemisk släktskap råder mellan medelvärdena för skiffergnejserna å ena sidan och skiffrarna å den andra. Relativt sett visar $\Sigma \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ och MgO höga värden och CaO motsvarande låga. Förhållandet $\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$ samt den totala alkalihalten är i båda fallen identiskt lika. De viktigaste absoluta skillnaderna ligger i mängderna av SiO_2 , Al_2O_3 , H_2O och CaO . Den kraftiga metamorfosen, som överfört lerskiffrarna till granatgnejsjer, skulle kemiskt sett i huvudsak ha skett under tillförsel av CaO och SiO_2 samt borttransport av H_2O , Al_2O_3 och

Tabell 3. Kemiska och spektrografiska analyser av skiffergnejser-granatådergnejser från Södermanland ställda i relation till 1. Gryt-hytteskiffraernas argillitiska led. 2. Låg- och högmetamorfa argilliter från den devoniska Littletonformationen. 3. Medeltalet av 85 låg- och 70 högmetamorfa argilliter från hela världen, enligt Shaw (1956).

Table 3. Chemically and spectrographically analysed meta-argillites and veined garnet gneisses from Södermanland (the Mälaren basin) compared with 1. Argillites from Grythyttan (Middle Sweden). 2. Low- and high-metamorphic argillites from the Devonian Littleton formation. 3. The mean value of 85 low- and 70 high-metamorphic argillites from the whole world, according to Shaw (1956).

Skiffergnejser-granatådergnejser Veined garnet gneisses (high-metamorphic)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Katjonprop. Cation prop.
Nynäsviken (Utö) 557 Nynäshamn . . .	68.35	0.42	15.70	1.08	4.21	0.05	1.84	1.11	2.11	3.82	0.90	K > Na > Mg > Ca
SO Fruängen, Långbro A	73.75	0.52	12.71	0.46	3.46	0.02	1.58	0.95	1.57	3.36	1.11	K > Na > Mg > Ca
	<i>al 42 fm 32 c 6 alk 20 k 0.59 mg 0.42 si 414</i>											
Skyllvalla, Gåsinge s:n 598	63.41	0.65	19.13	2.74	4.00	0.05	2.84	0.65	1.21	4.36	0.60	K > Mg > Na > Ca
Ö om Trosa 633	56.80	—	20.73	6.27	5.43	0.22	2.90	0.94	1.08	3.96	1.11	K > Mg > Na > Ca
SO om Rönninge 846	58.14	1.50	18.06	—	10.72	+	4.11	1.17	0.62	3.88	1.05	Mg > K > Ca > Na
Bäljviken, bl. Eskilstuna C	65.03	0.53	17.08	0.57	5.24	0.08	2.54	1.25	1.84	4.32	1.30	K > Mg > Na > Ca
	<i>al 41 fm 35 c 5 alk 19 k 0.61 mg 0.44 si 264</i>											
Lagmansö, Vadsbro s:n V Kantorps- trakten	58.74	0.72	24.47	0.14	6.36	0.03	2.08	0.15	0.92	4.03	2.20	K > Mg > Na > Ca
Speteby, Lerbo s:n VI Kantorps- trakten	65.45	0.76	18.47	1.04	4.17	0.02	2.00	0.09	0.84	4.54	2.60	K > Mg > Na > Ca
Segeltorp B	65.03	0.46	17.45	0.42	6.25	0.05	2.88	0.81	1.07	2.86	1.60	Mg > K > Na > Ca
	<i>al 43 fm 41 c 4 alk 12 k 0.64 mg 0.44 si 272</i>											
Lugnet, Gustavsberg 91	65.10	0.4	16.0	7.2	—	—	1.8	1.0	2.4	6.4	1.0 ¹	K > Na > Mg > Ca
Mörtnäs, Värmdö 89	66.10	0.6	13.8	7.4	—	—	2.3	0.8	1.0	6.1	0.8 ¹	K > Mg > Na > Ca
Kvarnsjön, Farstalandet 88	61.0	0.5	16.0	9.1	—	—	3.4	1.2	2.1	5.5	1.3 ¹	K > Mg > Na > Ca
Eknäs, Värmdö 90	63.0	0.7	15.0	9.0	—	—	2.5	0.4	0.9	5.2	4.6 ¹	K > Mg > Na > Ca
Mörka skifferar Argillites (low-metamor- phic)												
Mörkgrå skiffer, Grythyttan 717 . . .	57.27	0.66	21.09	0.78	6.63	0.05	2.66	0.29	1.40	4.14	4.45	K > Mg > Na > Ca
Grågrön skiffer, Hällefors 718	57.42	0.68	21.39	1.28	6.00	0.05	2.72	0.22	1.24	4.75	4.31	K > Mg > Na > Ca

MgO. Detta förutsätter dock, att den kemiska sammansättningen hos de enda två lågmetamorfa skifferna kan anses representativa såsom utgångsmaterial för granatgnejserna (se härom nedan). Av jämförelsen med Grythytteskifferna samt medelsammansättningen hos argilliterna enligt Shaw (1956, s. 919—934) framgår dock fullt tydligt, att skiffergnejsens (granatgnejsens) kemiska sammansättning fullt ut motsvarar en ursprunglig argillitisk skiffer, ett förhållande, som särskilt ihärdigt betonats av Backlund (1937). Kolumn 1 och 2 i tab. 6 visar, att övergången från argillit till skiffergnejs innebär en betydande volymminskning från 180 till 173 anjoner per 100 katjoner, huvudsakligen till följd av vattnets avgång. Denna volymändring motsvarar c:a 4 %.

Till ytterligare belysning av övergången från argillit till skiffergnejs har i tab. 3 intagits medelvärden av sju låg- och elva högmetamorfa skifferar ur den devoniska Littletonformationen (Shaw 1956). Genom beräkning av standardavvikelserna och genom tillämpning av *t-tests* för de olika ingående oxiderna kan Shaw visa, att den enda förändring av betydelse, som skett vid metamorfosen av nämnda formation, är en minskning av H₂O-halten och en samtidig ökning av CaO och Na₂O. Övriga oxider visar inga skillnader av betydelse. Vidare framgår av tab. 3 en jämförelse mellan kemiska medelvärdena för 85 lågmetamorfa och 70 högmetamorfa skifferar, som hämtats ur litteraturen och sammanställts av Shaw. Med likartat statistiskt tillvägagångssätt som ovan konstaterar han, att metamorfosen i detta fall inneburit en minskning av H₂O, CO₂, Fe₂O₃ och CaO samt en ökning av FeO. Totala järnhalten är i huvudsak oförändrad, varför ändringen i förhållandet FeO/Fe₂O₃ måste bero på en reduktion under metamorfosen, ett förhållande, som enligt Shaw är känt från andra metamorfa regioner. Minskningen i CaO-halten förmodar Shaw bero på s. k. *collecting bias*. Han menar nämligen, att många av de finkorniga, lågmetamorfa skifferna, som ingår i ovannämnda sammanställning, innehåller karbonat i betydande kvantiteter, utan att detta observerats av insamlaren. I de grövre, metamorfa ekvivalenterna däremot avslöjas en högre CaO-halt lätt genom närvaron av Ca-silikat, och dessa har därför på grund av uteslutning blivit relativt mindre representerade i materialet ovan. Som slutsats av det anförda framgår, att metamorfosen av argillitiska sediment i allmänhet åtföljes av ganska måttliga kemiska förändringar med undantag för vatten- och koldioxidförlusten. Till samma uppfattning kom B. Leake (1958, s. 281—296) vid studier av metaargilliter från Connemara på Irland. Ett likartat förhållande synes råda i den här beskrivna sedimentformationen (jfr dock s. 39). Anmärkningsvärd är framför allt den sannolikt måttliga alkalimetasomatosen, som synes av den ringa differensen i alkali mellan skifferna och granatgnejserna i tab. 3. Nämnda differens skulle emellertid bli betydligt större, om man antog, att kalimedelvärdet för de två skifferanalyserna icke vore helt representativt utan låg något över medelvärdet för skifferna i deras helhet. En antydning i denna riktning ger en partiell alkalianalys av skifferar från Skifferverken, Grythyttan (Sundius 1916, s. 282) med 1.37 % Na₂O och 2.73 % K₂O (jfr tab. 3). De låga analysvärden på Na₂O, som konstant kännetecknar skifferar-

nas såväl låg- som högmetamorfa ekvivalenter i tab. 3, antyder en mycket måttlig natronmetasomatos i samband med sedimentens omdaning. Ser man på de enskilda fallen av analyser, måste däremot en betydande kalimetasomatos förmodas, vilket exemplifieras av de fyra nyutförda analyserna 88, 89, 90 och 91 (tab. 3) med mycket höga kalihalter men ordinära natronhalter. Summan av alkali i dessa prov är något högre, än vad som kan antagas vara normalt för lersediment. Med undantag för provet från Gustavsberg (91, tab. 2 och diagram 1), en fin-kornig, ovanligt kalifältspatrik skiffergnejs (s. 50), kan övriga tre analyser med stor sannolikhet anses representera den vanligast förekommande varieteteten inom skiffergnejserna. Vid sidan av interna alkaliomflyttningar av företrädesvis kali inom de sistnämnda, resulterande i lokala anrikningar, måste även ett betydande tillskott utifrån ha ägt rum. Dessa anrikningar av kalium ger sig f. ö. ofta tillkänna genom ett rikligt uppträdande av kalifältspatmetablastar i vissa områden och en allmänt utbredd deuterisk muskovit-sericitbildning. Åderförgnejsningen i sig själv innebär en kraftig substansomflyttning. Det lättrorliga kvartsfältspatmaterialet ansamlar sig sålunda genom diffusion (Ramberg 1952, s. 179) till ådror och körtlar utmed de otaliga, för skifferarna kännetecknande *shear*-ytorna, vilket i princip innebär ett slags metamorf differentiation.

Skiffergnejserna är genomgående ganska rika på järn och magnesium, vilket framgår av tab. 3. Lokalt förekommer nämnda komponenter i mängder, vilka betydligt överstiger genomsnittet (jfr analyserna från Rönninge och Kvarnsjön), sannolikt beroende dels på primära växlingar hos de ursprungliga sedimenten, dels på sekundära omflyttningar i samband med åderförgnejsningen. Man kan förmoda, att nämnda i sedimenten ingående, primärt magnesium-järn-rika skikt i samband med metamorfosen avgivit en del av sitt överskott till den omgivande berggrunden, närmast leptit-hälleflintserien, vilken samtidigt också stått som mottagare till i samma process frigjort vatten och aluminium (s. 39). Sistnämnda formation kan i utbyte antagas ha levererat en del alkali, kiselsyra och kalk till sedimenten. I anförda fall ger sig magnesium tillkänna i en ej sällan förekommande dolomitisering av eller serpentinbildning i leptit-hälleflintseriens urkalkstenar, huvudsakligen inom de av åderförgnejsningen drabbade områdena, samt i lokala anrikningar av magnesiumrika mineral (magnesiummetasomatos). Eskola (1915) förmodar ett magmatiskt ursprung för den utbredda magnesiummetasomatosen i vissa djupt belägna, metamorfa komplex. I motsats härtill anser Ramberg (1952, s. 185) det vara emot all kemisk-fysikalisk experimentell erfarenhet av silikatsystem, att senmagmatiska lösningar skulle vara magnesiumrika. I stället koncentreras ju som bekant magnesium i de tidigare utskilda mineralen i en magma. För Mg-metasomatosen erforderligt magnesium torde knappast generellt ha sitt ursprung från skiffergnejser. Detta gäller inte minst inom de av Mg-metasomatos drabbade områdena i Bergslagen, där inget direkt samband med skiffergnejser står att finna. Frågan om Mg-metasomatosens verkliga natur får därför tillsvidare lämnas öppen.

Ett genomgående och karakteriserande drag för analyserna i tab. 3 är, att den

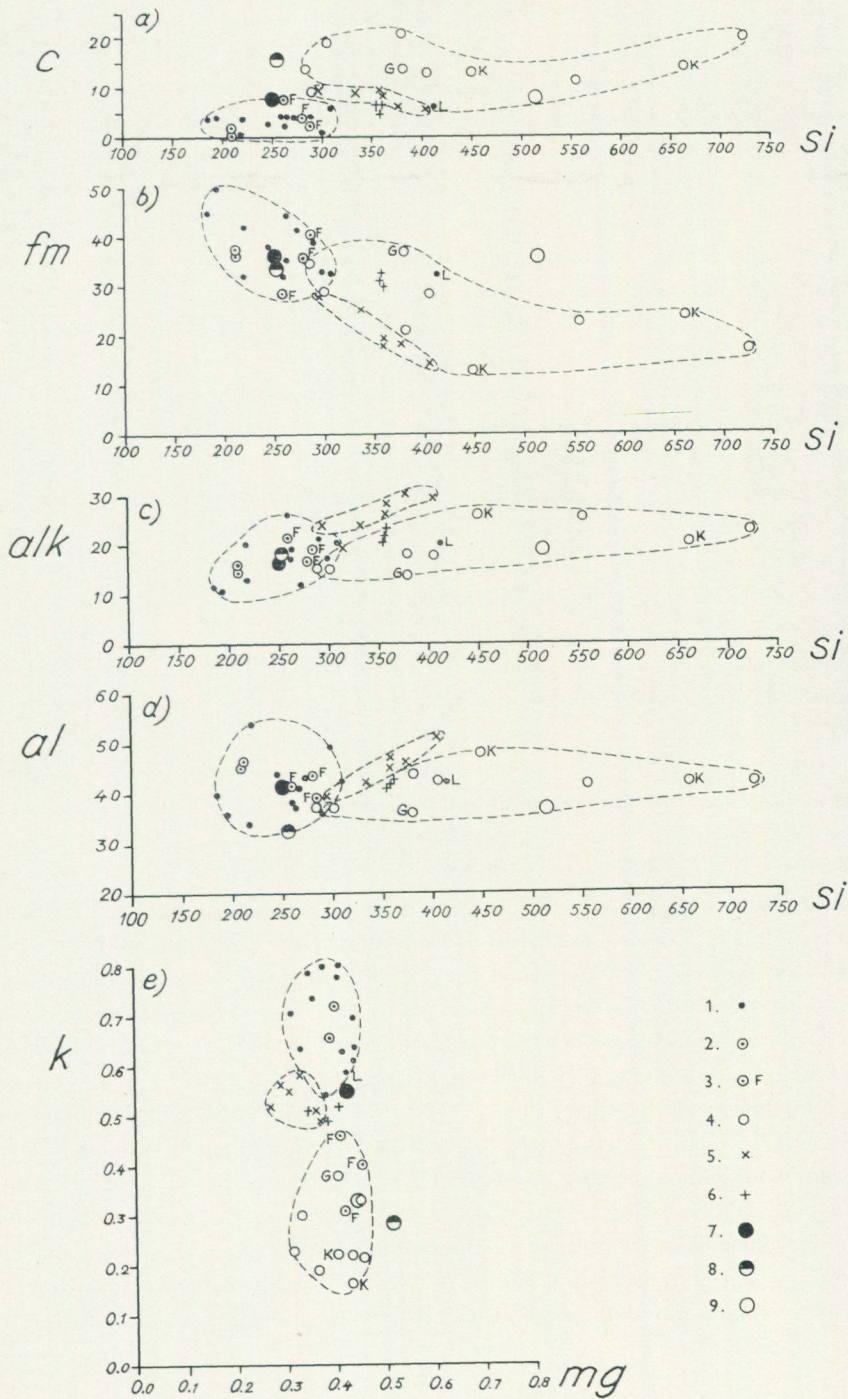
relativa katjonfördelningen är mycket ensartad. I åtta fall gäller, att $K > Mg > Na > Ca$, i tre fall att $K > Na > Mg > Ca$ samt i ett fall vardera att $Mg > K > Ca > Na$ och att $Mg > K > Na > Ca$. I de flesta fall är alltså $K > Na > Ca$ och $Mg > Ca$. För Grythytteskiffrarna, liksom för medelvärdena av Littletonformationen och motsvarande värden för samtliga argilliter enligt Shaw (1956), gäller det vanligaste alternativet enligt ovan, nämligen $K > Mg > Na > Ca$.

Denna för argillitiska sediment karakteristiska jonfördelning har till största del uppkommit genom en selektiv absorption och/eller adsorption av de elektropositiva metalljonerna till de kolloidala och finfördelade lermineralen. Goldschmidt (1937, s. 655—673) förmodar, att i en serie av element med samma laddning absorberas i första hand de med den största jonradien och följaktligen lägsta jonpotentialen. På grund härav absorberas K mer än Na och Mg mer än Ca, vilket överensstämmer med jonfördelningen hos argilliterna. Enligt Shaw (1956, s. 933) är förhållandet $Mg > Ca$ också beroende av att magnesium utgör en väsentlig beståndsdel i flera lermineral (t. ex. illit). I djuphavssediment från Mindanaotråget vid Filippinerna har Fredriksson (1959, s. 114—115) visat, att magnesium anrikas kraftigt inom de finkorniga, vittrade fraktionerna, medan kalcium samtidigt extraheras och visar relativt lägre värden inom samma kornfraktioner. Ökningen av magnesium är icke endast relativ, utan en tillförsel utifrån förmodas också. Såsom möjliga magnesiumleverantörer antar Fredriksson i havsvattnet löst magnesium samt magnesiumkarbonater från i sedimenten inbäddade fossil, såsom snäckor och musslor. Det sistnämnda alternativet kan givetvis uteslutas i föreliggande fall med hänsyn till den här behandlade sedimentseriens höga ålder. I överensstämmelse med ovanstående visar även de ur argillitiskt material bildade sörmländska skiffergnejserna höga Mg- och låga Ca-halter, medan grövre och fragmentrikare skikt och metaarenitiska bankar, växellagrande med skiffrarna,

1. Skiffergnejs (tab. 3). L = analys från Fruängen, Långbro (se s. 46).
Meta-argillites.
2. Skiffrar (tab. 3).
Argillites.
3. Fragmentskiffrar = F (W. Larsson 1932, nr 710, 711, 714).
Fragment-bearing argillites = F.
4. Mörka, metaarenitiska (sub)gråvackor (*Dark, meta-arenitic (sub)graywackes*) (tab. 4 jämte 2 st. från Magnusson 1936, s. 19 och 20, här betecknade med k). G = generalprov 1 g—7 g.
5. Grå, granitoida gnejs (1 e—6 e, analysbilaga).
Gray, granitic gneisses.
6. Ögonförande skiffergnejs (1 z—3 z, analysbilaga).
Porphyritic meta-argillites.
7. Medelargilliten enligt Shaw (1956).
The mean value of argillite according to Shaw (1956).
8. Medeltalet av 11 st. gråvackor enligt tab. 4.
The mean value of 11 graywackes (tab. 4).
9. Medeltalet av 3 st. subgråvackor enligt tab. 4.
The mean value of 3 subgraywackes (tab. 4).

Diagram 2 a, b, c, d och e. Grafisk framställning av Niggli värdena för olika sedimentled inom Sörmlandsgnejserna och Larsboserien (ett värde).

Different kinds of metasediments from Södermanland and Bergslagen with their Niggli values graphically represented.



i allmänhet har relativt högre Ca- och lägre Mg-halter. Ytterligare bekräftelse på skiffergnejsernas ursprungliga argillitkaraktär erhålles genom spårelementfördelningen. Lundegårdh (1949 a, tab. 11 och 12) visar nämligen, att halterna av Cr, Co, Ni och Zn i skiffergnejserna helt motsvarar dem i lågmetamorfa ler-sediment. Inom de med skiffergnejserna i Södermanland sannolikt korrelerbara kinzigitgnejserna i Sydvästfinland har Hietanen (1943), Parras (1946), Niggli (1946, s. 44) och Simonen (1953) givit övertygande belägg för nämnda gnejsers väsentligen argillitiska ursprung. Tanken på att en sekundäranrikning av elementen Fe och Mg skulle ha ägt rum i samband med den regionala omvandlingen i området, såsom framhållits av Wegmann och Kranck (1931) samt Magnusson (1936) i Södermanlandsområdet, avvisas helt. Enligt Parras är följaktligen också benämningen kinzigit olämplig, då denna från början endast avsåg granat-cordieritgnejs bildade på metasomatisk väg.

I diagram 2 har de ur ovannämnda analyser beräknade Nigglivärdena c , f_m , alk och al för skiffergnejserna och skiffrarna avsatts mot si -talen i ett koordinat-system, medan k - och mg -värdena avsatts mot varandra i ett annat sådant. Som en jämförelse har också Nigglivärdena för den av Shaw beräknade medelargilliten införts, beräknad ur 155 analyser. Analyspunkterna fördelar sig tämligen jämnt kring medelargillitens sammansättning. De visar dock genomgående lägre c -värdet, delvis beroende på för högt c -värde i medelargilliten (se s. 42) och delvis antagligen på grund av primära olikheter i sedimenten. Likaledes är k -värdena i Södermanlands skiffergnejs högre än medelargillitens, antingen beroende på skillnader i ursprungssammansättningen och/eller en senare kalimetasomatos.

Endast en analys från Fruängen, Långbro, enligt Sundius (1948) beskriven som en typisk granatådergnejs (se L i diagram 2), avviker från de övriga genom en hög kvartshalt och ett högre c -värde samt lägre k -värde. Genom sitt låga absoluta innehåll av Fe, Mg och Al kan ifrågasättas, om inte denna analys närmast borde ha grupperats tillsammans med de i tab. 4 omtalade metaarenitiska (sub)gråvackorna.

Skiffrarnas omvandling till skiffergnejsjer kännetecknas av en successivt tilltagande metamorfosgrad allt ifrån lågtempererade delar av grönskifferfacies i Grythyttfältet via epidot-amfibolitfacies till amfibolitfacies, huvudsakligen i Stålldalen—Saxåområdet, Utö samt lokalt i Stockholmstrakten, till intervallen amfibolitfacies till undre granulitfacies i stora delar av Sörmlandsgnejsområdet. Vidstående schematiska översikt ger i grova drag en bild av den mineralogiska fördelningen i de tre viktigaste faciesområdena.

För att belysa fördelningen av K_2O , Na_2O och CaO hos olika led inom sedimentgnejserna har oxiderna ifråga, omräknade i mol-%, införts i ett triangeldiagram (diagram 3). Utbredningsfältet för skiffergnejsernas punkter är relativt väl avgränsat och tyder i huvudsak på kalidominans och kalkfattigdom. Sistnämnda gäller framför allt de lågmetamorfa skiffrarna 717, 718 samt analyserna av skiffergnejsjer från Kantorp (V, VI). Utöver nämnda skiffrar har ytterligare några tillfogats ur W. Larsson (1932), nämligen en fläckskiffer från

GRÖNSKIFFERFACIES

Grythyttan (Sundius 1923)

1. Muskovit > kvarts > klorit > albit (biotit i undantagsfall)

AMFIBOLITFACIES I VIDASTE BEMÄRKELSE, INNEFATTANDE EPIDOT-AMFIBOLITFACIES

Ställdalen—Saxå (Magnusson 1940)

2. Biotit > kvarts > muskovit > plagioklas
andalusit, cordierit (sillimanit i norra, högmetamorfa delen)

Utö

3. Biotit \approx muskovit \approx kvarts > plagioklas (oligoklas)
klorit, kalifältspat
(cordierit, andalusit, almandin, staurolit) lokalt

Stockholmsområdet

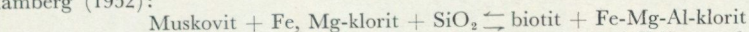
4. Muskovit > biotit > kvarts > kalifältspat \approx oligoklas \approx
klorit, grafit, kis, andalusit-sillimanit
(Bogesundlandet)
5. Muskovit-sericit > biotit > kvarts > oligoklas >
klorit > grafit-sillimanit-apatit.
(Näsby Park)

AMFIBOLITFACIES — LÄGRE GRANULITFACIES

Stockholmsområdet

6. Mikroklinpertit \approx biotit \approx kvarts > oligoklas > granat
sillimanit-cordierit-andalusit
samt hypersten (i ett fall i Eskilstunatrakten)
(Värmdölandet)

Redan inom grönskifferfacies äger den viktiga reaktion rum, som ger upphov till biotit enligt Ramberg (1952):



Denna reaktion har redan påbörjats i Grythytteskifferna, där små fjäll av nybildad biotit uppträder (Sundius 1923, s. 52).

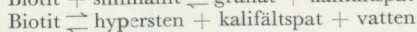
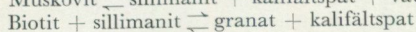
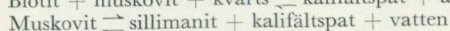
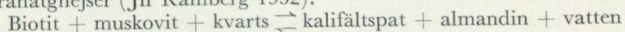
Gränsen grönskifferfacies—epidot-amfibolitfacies kännetecknas av bl. a. reaktionen: Fe-Mg-klorit + SiO₂ \rightleftharpoons Fe-Mg-granat + H₂O (Se exempelvis Ramberg 1952).

Inom epidot-amfibolitfacies förekommer vidare reaktionen: Muskovit + epidot \rightleftharpoons anortit + kalifältspat + H₂O (Jfr Ramberg 1952).

Den första av dessa reaktioner kan ha givit upphov till en mindre del av granaten.

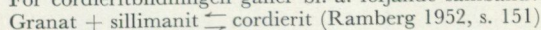
Den andra reaktionen har dels fört in anortitmolekylen i albiten och bildat oligoklas och dels bidragit till bildningen av de små mängder av kalifältspat, som ibland återfinnes i de lägre metamorfa gnejserna.

Följande reaktioner inom de övre delarna av amfibolitfacies och de lägre delarna av granulitfacies har haft den största betydelsen för den mineralogiska uppbyggnaden av de stora arealernas granatgnejs (Jfr Ramberg 1952):



Den sista reaktionen, som ligger nära gränsen för biotitens övre stabilitetsområde, har haft minst betydelse. Hypersten har endast noterats i ett fall av Lundegårdh inom skiffergnejserna på bladet Eskilstuna (1960 a, s. 22).

För cordieritbildningen gäller bl. a. följande samband:

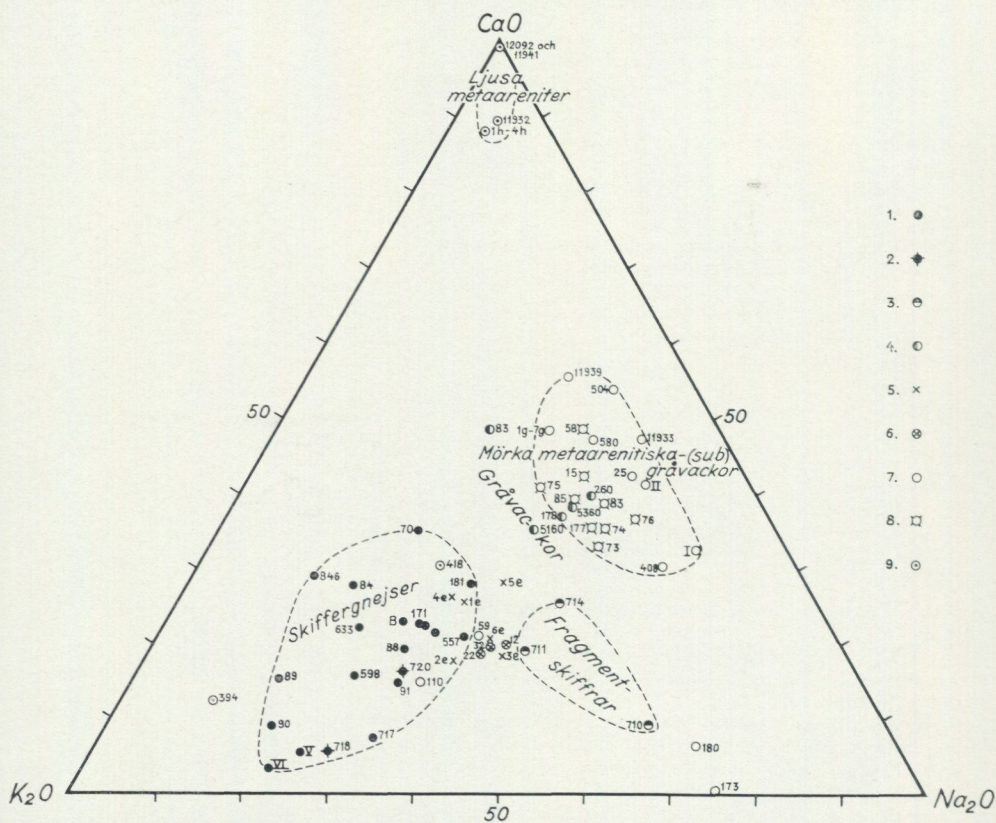


(kyanit)

Om kvoten Fe/Mg är hög, existerar granaten och sillimaniten jämsides högt upp i amfibolitfacies, ett förhållande, vilket delvis kan förklara den ringa förekomsten av cordierit i vissa områden. Cordieriten, som vidare är instabil i närvaro av kalifältspat, har sannolikt också till stor del reagerat med detta mineral under bildning av muskovit och biotit (Eskola 1915, s. 79).

Diagram 3. Fördelningen av K_2O , Na_2O och CaO (mol.-%) i olika sedimentgnejsled från Södermanland och Bergslagen.

Distribution of K_2O , Na_2O , and CaO (mol.-%) in different members of sedimentary gneisses from Södermanland and Bergslagen.



1. Skiffergnejsjer-granatådergnejsjer (*Meta-argillites* — *vätned garnet gneisses*): 557, A, 598, 633, 846, C, V, VI, B (kemiska analyser), 88, 89, 90, 91 (spektrografiska analyser, se tab. 3) och 70, 84, 171, 181 (planimetriska analyser, se diag. 1).
2. Skifferar (*Argillites*): 717, 718 (tab. 3) och 720, fläckskiffer från Saxåfältet (W. Larsson 1932 s. 132). Kemiska analyser.
3. Fragmentskifferar: 710, 711, 714 (W. Larsson 1932, s. 132). Kemiska analyser.
Fragment-bearing argillites.
4. Gråvackegnejsjer: 83, 5160, 260, 5360, 178. Planimetriska analyser (diagram 1).
Graywacke-gneisses.
5. Granitoida gnejsjer: 1 e—6 e (analysbilagan). Spektrografiska analyser.
Granitic gneisses.
6. Ögonförande skiffergnejs: 1 z—3 z (analysbilagan). Spektrografiska analyser.
Porphyritic meta-argillite.
7. Mörka metaareniter = (sub)gråvackor (*Dark meta-arenites* = *(sub)graywackes*): 580, 11939, 1 g—7 g (generalprov), 8.504, 14.408, 11933 (tab. 4A), 25 (oligoklasgnejs, Hjelmqvist 1938, s. 25), I och II (Magnusson 1936, s. 19 och 20). Kemiska analyser.
8. Mörka metaareniter = (sub)gråvackor (*Dark meta-arenites* = *(sub)graywackes*): 180, 76, 173, 15, 74, 83, 85, 73, 75, 58, 177. Planimetriska analyser (diagram 4).
9. Ljusa metaareniter (kalkiga och/eller fältspatkvartsitiska): 15.394, 7.418 (tab. 4B), 12092, 11941, 11932, generalprov 1 h—4 h (tab. 5). Kemiska analyser.
Light meta-arenites (calcareous and/or feldspathic quartzite).

Saxåfältet (720) samt tre prov av så kallade fragmentförande skiffrar (Sundius 1923), d.v.s. skiffrar med en inblandning av mosandkornigt material från Grythyttan (710) och Persberg (711, 714). Dessa skiljer sig kemiskt tydligt från de rent argillitiska skiffrarna genom högre halter av Na_2O , SiO_2 och i viss utsträckning CaO , beroende på att de grövre fraktionerna till stor del sammansättes av plagioklas och underordnad kvarts. De fragmentförande, ofta tunna horisonterna bildar i kemiskt hänseende övergångsformer till de av (sub)gråvackematerial uppbyggda, bredare, mörka metaarenitbankarna inom skiffrarna, vilka skall behandlas i ett senare avsnitt.

Som komplement till den ovan givna karakteristiken av skiffergnejserna skall de viktigaste leden av dessa ytterligare belysas genom valda mikroskopingsdata.

I den grova, grå till mörkgrå, pegmatitliriga och granatrika skiffergnejsen (nr 88, 89, 90, 111 och 171 i tab. 2) är mikroklinen alltid tråd- eller fläckpertitisk och bildar stora, oregelbundna porfyroblaster, vilka innesluter och förtränger plagioklas. Minalet är företrädesvis knutet till de ljusa, sliriga partierna av gnejsen eller i porfyroblasterna. Myrmekitbildning är vanlig i gränsen mot plagioklaskrystallerna. I samband med deuteriska omvandlingar förtränges mikroklinen i betydande omfattning av muskovit och sericit. I ett fall från Lillön (Sthlm SV) innesluter mikroklinen rikligt med sillimanitnålar.

Plagioklasen växlar i sammansättning från sur till basisk oligoklas. Den är mestadels fylld med sericitisk substans, som ibland kristalliserar om till större muskovittavlor. Riklig antipertitbildning finns här och var i plagioklaserna i form av parallellt med (010) ställda, rektangulära, klara, rosafärgade fält av kalifältspat. Denna antipertit är sannolikt av replacement-typ (Sen 1959), vilket betyder, att kalifältspaten förtränger plagioklasen.

Kvartsen bildar mestadels såväl större som mindre, oregelbundna, fältuppdelade och undulösa ytor. Den genomsätter i flera fall biotit och granat men penetreras själv av små ådror med kalifältspat.

Biotiten är pleokroitisk i svagt gula till rödbruna färger och är ofta kloritomvandlad. Ibland förtränger muskovit biotiten homoaxialt, utan att någon skarp gräns kan dragas mellan de båda mineralen. I enstaka fall kan ses, hur biotit genomsätter plagioklas utmed sprickor. I tidigare omnämnda, grafit- och kisrika vittringszoner brukar biotiten vara helt kloritiserad (pennin).

Granaten har ett småsprickigt utseende med svagt utbildade egenformer. Dess kristallisationsförhållanden till omgivande mineral är svåra att fastställa. Biotit förekommer i några fall som sprickfyllnad i granaten. I andra fall åter är granaten tydligt sent kristalliserad och innesluter poikiloblastiskt såväl kvarts som fältspat. De accessoriska mineralen är huvudsakligen knutna till de biotitrika skikten. Sillimaniten bildar sålunda knippen av långsträckta, färglösa prismor parallella med biotitskikten. Ibland, såsom i proven 84 och 4960, tab. 2, är sillimaniten mera jämnt fördelad och uppträder då i något större, strierade fält. Jämsides med sillimanit förekommer emellanåt andalusit, som t. ex. i en för övrigt ovanligt cordieritrik skiffergnejs från Lillön (se ovan). Andalusiten

förekommer här rikligt inom biotitskikten och bildar färglösa, gryniga aggregat eller distinkta kristaller med rombiskt tvärsnitt. Cordieriten i samma slipsnitt innesluter små sillimanitnålar och genomkorsas av sericitfyllda sprickor. I prov 111 från ett metermäktigt lager i skiffergnejsen samt i prov 117 b, tab. 2, förekommer grafit med 5—10 vol-% i upp till 5 mm långa, med skiffriheten parallellställda stavar. Grafiten bildar mestadels dylika stavar, vilka ofta penetrerar biotiten utmed dess spaltytor. Svavelkis uppträder i form av små kuber eller som sena sprickfyllnader. Enstaka korn av zirkon samt magnetkis med bruna reflexer vid påfallande ljus har också noterats.

Inom den breda övergångszonen mellan skifferfacies i söder och gråvackefacies i norr (se s. 33 och 35) minskar inslaget av granatådergnejsjer med skifferursprung starkt i riktning mot N och NV. Skifferleden i detta område samt inom gråvackegnejstrakterna norr därom är ganska ofta representerade genom fin- och jämnkorniga, mörka glimmergnejsjer, där någon makroskopiskt iakttagbar uppdelning i ådror av kvarts-fältspatmaterialet å ena sidan och glimmern å den andra ej förekommer. Exempel på dylika led är proven 84, 70, 181, 91 och 4960 i tab. 2 och diagram 1, där de olika ingående mineralen väsentligen fördelar sig tämligen jämnt inom bergartsmassan, dock med en tydlig parallellanordning av glimmern. Av någon anledning har sannolikt de omgivande, ursprungligen mera sandiga gråvackegnejserna i viss utsträckning verkat konserverande på nämnda led. Framförallt har kalifältspatiseringen tydligen varit av ringa omfattning inom dessa finkorniga glimmergnejsjer, liksom fallet är i de väl bevarade skiffergnejserna på Utö (s. 63). Ett undantag utgör härvidlag den tidigare omnämnda finkorniga, mörka gnejsen (91), där en kraftig kalifältspatisering ägt rum (diagram 1).¹ Denna gnejs uppträder emellertid som små, bättre bevarade bäddformiga inlagringar i en eljest typiskt pegmatitlirig skiffergnejs. Kalifältspaten i densamma förekommer i långa, parallella skikt, vilka emellanåt avsnöres till 1 å 2 cm långa och cm-breda porfyroblaster uppbyggda av små kalifältspatindivider med diametrar på 1 å 2 mm. Gnejsen ifråga befinner sig sannolikt i ett tidigt stadium av åderförgnejsningen, där i huvudsak kalifältspaten har avskilts från övriga komponenter till separata skikt eller ådror, i vilka en begynnande porfyroblastbildning kan observeras.

Av de planimetrerade skiffergnejserna (diagram 1) visar punkterna 171 och 84 beträffande förhållandet mellan K_2O , Na_2O och CaO i diagram 3 ett för skiffergnejserna normalt läge, medan 181 genom högre relativ Na-halt till sammansättningen är något mera gråvackebetonad, beroende på ett ökat inslag av plagioklas. Prov 70 åter har en för skiffergnejserna ovanligt hög CaO -halt, såväl absolut som relativt. C:a hälften av CaO -mängden är här knuten till accessoriskt utpräddande klinozoisit och apatit, vilka mineral med hänsyn till osäkerheten

¹ En jämförelse mellan den planimetriska och den spektrografiska analysen av prov 91 gör det sannolikt, att slipsnittet råkat komma i ett extremt kalirikt skikt. Den kemiska analysen visar nämligen lägre kalihalt och högre järn-magnesiainnehåll än motsvarande planimetriska och överensstämmer därvidlag med de ordinära, pegmatitliriga skiffergnejserna. Detta tyder på en genomsnittligt högre biotit- och lägre kalifältspathalt i provet, än vad den planimetriska analysen utvisar.

i de planimetriska mätningarna beträffande småkomponenterna möjligen blivit något överbetonade.

I vissa starkt förskiffrade partier uppvisar skiffergnejsen emellanåt en skiktvis markerad uppdelning av kvarts, fältspat och glimmer, såsom i prov 3360 från Tjällmora, Ingarö (tab. 2). Kvartsen bildar här långsträckta, starkt reglerade fält, mot vilka de optiska axlarna bildar rät vinkel. Parallellt med dessa fält uppträder separata band av fältspat samt biotitskikt, innehållande rikligt med sillimanit (> 5 vol-%).

Kristallisationsföljden för de olika i skiffergnejserna ingående huvudmineralen är svår att med säkerhet fastställa ur de tidigare beskrivna inbördes relationerna mineralen emellan. De flesta av dessa synes ha kristalliserat om en eller flera gånger, beroende på växlande tryck- och temperaturförhållanden. Tydligt är emellertid, att kalifältspaten i stor utsträckning uppkommit på bekostnad av de preexisterande glimmermineralen under höga PT-betingelser och utgör ett av de senast bildade mineralen. I samband med sjunkande PT samt tilltagande hydrotermal aktivitet i åderförgnejsningens slutfas återbildades betydande mängder av sericit och muskovit, delvis på bekostnad av kalifältspaten (se s. 49) och delvis genom kaliinfiltration i plagioklaserna. Denna deuteriska sericit-muskovitbildning återfinnes nästan överallt inom sedimentådergnejserna samt är också utmärkande för de yngre graniterna.

Gråvackegnejser och gråvackebetonade gnejser

Först i ett mycket sent stadium under tillblivelsen av detta arbete har entydiga och över större arealer uppträdande, bättre bevarade gnejser av sannolikt gråvackeursprung kunnat konstateras inom Stockholmsområdet. Av denna anledning har föreliggande kapitel utökats något, vilket framgår av ovanstående sammansatta rubrik.

Det hittills iakttagna utbredningsområdet för nämnda gnejser faller inom kartbladet Stockholm NV och sträcker sig i huvudsak från trakten av Stäket i västlig riktning upp mot och över gränsen för kartbladet ifråga (se Värmdösynklinealens fortsättning mot NV i fig. 3). Gnejsen är mestadels en grå till mörkgrå, finkornig (< 0.5 mm), distinkt bandad och måttligt glimmerförande kvarts-fältspatbergart med xenoblastisk struktur. De olika lagren, åtskilda genom tunna biotitränder, varierar vanligen i tjocklek från några cm upp till en dm (fig. 11) och har en tämligen likartad sammansättning, vilket exemplifieras av nedanstående planimetriska analyser ur tvenne skikt (vol.-%).

	Kvarts	Oligoklas ¹	Mikroklin	Biotit	Pennin	Muskovit
Backebo, väster om Bro k:a:	36.5	34.5	16.5	7.5	5.0	—
Tibble, Stockholms Näs:	42.0	25.5	18.5	1.5	12.0	0.5
Accessoriskt tillkommer något turmalin och apatit. ¹ + sericit						



Fig. 11. Grå, finkornig gnejs, sannolikt av gråvackeursprung. En något växlande biotithalt ger upphov till ljusare och mörkare skikt. C:a 1/2 km öster om Stockholms-Näs k:a, kartbladet Stockholm NV.

Gray, fine-grained gneiss considered as a metagraywacke. Light and dark layers only depend on different contents of biotite.

Underordnat, framför allt inom gnejsernas basala delar, uppträder inlagringar av mera kvartsrika och natronbetonade led, närmast av (sub)gråvackesammansättning. De sistnämnda beskrives ingående i ett följande kapitel (s. 55). Härutöver tillkommer också inlagringar av basiska, vanligen amfibolitiska skikt i växlande omfattning vid sidan av de i föregående kapitel omtalade mörka, finkorniga glimmergnejserna, vilka kvantitativt är av ganska underordnad betydelse.

Man kan med största sannolikhet antaga, att de stora kvantiteter av grå, granitoida gnejser, vilka utförligt beskrives i ett senare avsnitt av uppsatsen, i huvudsak utgör kraftigt granitiserade ekvivalenter till gnejser av ovannämnda typ. I första hand torde dock granitiseringen ha omgestaltat något kvartsfattigare och mera glimmerförande varieteter, medan kvartsrikare typer, såsom de ovanstående, bättre förmått bibehålla sina ursprungs-karaktärer. Särskilt påtagligt kommer detta förhållande till synes i de nämnda kvartsitiska (sub)gråvackelagren, vilka mer eller mindre fullständigt synes ha undgått att granitiseras.

De beskrivna, välbevarade gnejserna är i huvudsak alkaliintermediära med en måttlig övervikt för natron och skulle vid en beräkning av mol.-%-förhållandet $K_2O/Na_2O/CaO$ enligt diagram 3 med största sannolikhet falla inom det med »gråvackor» betecknade området. De grå, granitoida gnejserna 1e—6e i samma diagram faller däremot i någon mån intill gråvackefältet i riktning mot triangelns K_2O -horn till följd av en i samband med ovannämnda granitisering förekommande kalimetasomatos. De kvartsrikare (sub)gråvackelagren åter är alltid kraftigt natrondominanta (diagram 3).

Utöver de omtalade, med all sannolikhet ursprungliga gråvackegnejserna förekommer i Stockholmstrakten mera svårklassificerade, gråvackebetonade gnejser, som delvis kan vara av antingen sedimentärt eller vulkanogent ursprung. Några av dessa gnejser skall i det följande behandlas helt kortfattat.

I det föregående har benämningen skiffergnejser huvudsakligen använts för glimmerrika bergarter med katjonfördelningen $K > Na > Ca$. Genom tilltagande halt av plagioklas och motsvarande minskning av glimmer övergår dessa skiffergnejser successivt i bergarter, vilka kemiskt sett bör betecknas som gråvackegnejser och vilkas katjonfördelning småningom ändras till $Na > K > Ca$. De absoluta halterna av Na och Ca blir i dessa bergarter efter hand betydande, medan samtidigt K-halten sjunker.

Genom en ökad kvartshalt hos gråvackegnejserna erhålles en successiv övergång till bergarter, vilka har betecknats såsom metaarenitiska (sub)gråvackor (s. 55). Någon skarp gräns för utbredningen och sammansättningen av gråvackegnejserna i förhållande till skiffergnejserna förekommer vanligen ej. Men som redan inledningsvis framhållits, synes de skifferrika leden dominera i sedimentationsbäckens centrala delar, medan ursprungliga gråvackeled spelar en större roll i grundare och marginala delar.

Som godtycklig petrografisk gräns mellan skiffer- och gråvackebetonade gnejser i diagram 1 har prov 83 från Nackaantiklinalområdet valts. Det finns visserligen fortfarande en svag kalidominans i prov 83, men CaO-halten är i stället mycket hög, både relativt och absolut, vilket är utmärkande för de gråvackebetonade leden. Bergarten i fråga är mörkt brungrå till färgen och har en sannolikt skenbar, reliktklastisk struktur med kantrundade eller kantiga, 0.2—0.4 mm stora korn, avgränsade från varandra genom tunna lober av gulbrun biotit, vilken sistnämnda också bildar 0.5—1 mm långa, parallellanordnade fjäll. Anortithalten i plagioklasen är hög: 42.5 %, och accessoriskt uppträder rikligt med apatit, magnetit och titanit. Gråvackan synes ha erhållit en väsentlig del av sitt material från bergarter av kvartsdioritisk karaktär. Prov 172 är en medelkornig—ojämnikornig, gulaktigt rostvitträd, grå gnejs, vars sedimentära ursprung dokumenteras genom en betydande grafithalt. En kraftig sekundär omvandling förekommer med sericitisering av plagioklasen och kloritisering av biotiten.

Proven 5360, 5160 och 260 åter har alla en likartad sammansättning med ett betydande inslag av granat i två av fallen. Prov 5360 är mörkgrå, jämn- och fin-kornig med granoblastisk struktur. De båda övriga representerar sannolikt mera

omkristalliserade och förgrovade led av prov 5360. I den grövsta varieteten är den vanliga kornstorleken 1—4 mm, dock med enstaka plagioklastavlor upp till 8 mm. I detta fall antar bergarten ett utseende, vilket närmar sig den basiska gnejsgranitens. I prov 5160 uppträder några enstaka små fält av grönt hornblände, antingen som sprickfyllnad i eller helt omslutna av granat. Varhelst bergarter av nu nämnt slag påträffas, bildar de mycket enhetliga, massformiga, mörkgrå bankar, vilka ofta innehåller rikligt med jämnt fördelad granat. Bergarterna har hittills endast påträffats inom gråvackegnejsterrängerna, t. ex. på Bogesundslandet samt utanför kartbladsområdet i Jakobsbergstrakten samt på vissa öar i Ingaröfjärden, såsom Gränö. Måktigheterna växlar från något 10-tal m vid olika lokaler på Bogesundslandet till sannolikt flera 10-tal m på Gränö. Bergarterna är i kemiskt avseende mycket närstående eruptivbergarter av dacitisk—andesitisk sammansättning. Hjelmqvist (1938, s. 26—28) har såväl petrografiskt som kemiskt påvisat likartade bergarter på kartbladet Smedjebacken som inlagringar i Larsboseriens karakteristiska oligoklasgnejsjer, vilkas ekvivalenter inom Stockholmsområdet skall behandlas i följande kapitel. Hjelmqvist anser, att bergarten i fråga har vulkaniskt ursprung men nämner också möjligheten av en sedimentär härkomst för den. Sistnämnda alternativ förkastas emellertid på grund av att man vid längre materialtransporter borde vänta sig en mera utpräglad kemisk differentiation, vilken skulle framhäva vittringskaraktären hos bergarten. Som framgår av diagram 1, finns det emellertid bergarter av likartad sammansättning som de omdebatterade, vilka utan tvivel måste anses ha ett sedimentärt ursprung (83, 172 samt även 178). Det finns därför två möjligheter till tolkning av ursprunget till ovanstående bergarter, men ett sedimentärt ursprung förefaller mest sannolikt. Man får i så fall tänka sig, att sedimenten bildats vid en rask nedbrytning av en äldre plagioklasrik berggrund av liknande typ som t. ex. de numera vitt utbredda plagioklasgnejsgraniterna. En mycket underordnad kemisk differentiation måste samtidigt förutsättas, vilket helt skulle stå i samklang med innebörden av den här använda benämningen gråvacka på gnejserna i fråga.

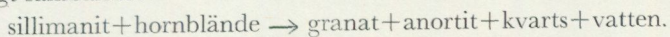
Fördelningen av mol.-% K_2O , Na_2O och CaO i diagram 3 för proven 5160, 260, 5360 och 178 visar i övrigt den för gråvackegnejserna karakteristiska Na-Ca-dominansen.

Den mineralogiska och följaktligen också den kemiska sammansättningen inom ovannämnda gråvackegnejsjer närmar sig den för de granodioritiska gnejsgraniterna typiska. Härav följer, att dylika gnejsjer åtminstone delvis kan betraktas som ett lämpligt utgångsmaterial för gnejsgranitbildning *in situ*, utan att några större ämnesförflytningar behöver tillgripas. Några säkra bevis för att en sådan granitisering verkligen ägt rum, har ännu icke framkommit under karteringarna i Stockholmsområdet.¹ Däremot innefattar gråvackegnejserna lokalt vissa led,

¹ Ett fall, där genom granitisation av vissa led inom sedimentgnejsen (mörka metaareniterna, s. 55) ögonförande gnejsgraniter uppkommit, har av S. Gavelin antytts från trakten av Hammarbyhöjden (Gavelin och Lundegårdh 1950c, s. 16).

vilka ur nomenklatursynpunkt mycket väl kan göra skäl för benämningen gnejsgranit. Då emellertid i de flesta fall det sedimentära ursprunget för nämnda bergarter är fullt tydligt, har dylika led i kartan Pl. 1 inbegripits i gråvackegnejsbeteckningen.

En intressant företeelse är, att grönt hornblände praktiskt taget helt saknas inom sedimentgnejserna. För skiffergnejsernas del gäller denna regel till synes hundraprocentigt. Tre samverkande faktorer kan sannolikt förklara detta förhållande i skiffergnejserna, nämligen den höga halten av H_2O och Al samt den låga Ca-halten. Enligt Kretz (1959) är hornblände instabilt i bergarter med Al-överskott enligt sambandet:



Granaten vikarierar sålunda för hornbländet, medan den ringa CaO-halten bindes i plagioklasens anortitmolekyl.

I motsats till förhållandet inom sedimentgnejserna innehåller leptit-hälleflintseriens metadaciter—andesiter oftast hornblände i växlande omfattning. Även surare metaryolitiska led brukar emellanåt föra hornblände i små kvantiteter. Inom gnejsgranitserien förekommer också hornblände rätt allmänt med avtagande kvantiteter i riktning mot surare led. Denna kontrast mellan de ofta hornbländeförande eruptivbergarterna och de hornbländefria metasedimenten har kunnat användas praktiskt vid fältarbetena i diagnostiskt syfte i såväl makroskop som mikroskala.

Mörka, metaarenitiska (sub)gråvackegnejser (oligoklasgnejser)

Ett för problemställningen inom sedimentgnejserna mycket viktigt bergartsled är de tidigare på flera håll nämnda, mörka, metaarenitiska, (sub)gråvackebetona-de inlagringarna i skiffer- och gråvackegnejserna. Den kemiska sammansättningen av dessa inlagringar ligger närmast inom intervallet subgråvacka—gråvacka. Deras utbredning har tidigare berörts (se s. 34 och Pl. 1). De uppträder särskilt rikligt i sedimentgnejsernas basala delar och bildar, dock med avtagande frekvens, bäddformiga inlagringar i skiffer- och gråvackegnejserna upp genom hela lagerserien. Växellagrande med dessa finkorniga, mörka (sub)gråvackeled finner man emellanåt ljusa metaarenitbankar av ursprungligen kalkiga kvartsiter, vanligen från några upp till ett tiotal cm breda (se fig. 12). Sådana har hittills endast påträffats i sedimentgnejsernas basala delar och utgör maximalt några få procent av metaareniternas totala volym. Enda hittills kända lokal inom Stockholmsområdet, där de båda metaarenityperna tillsammans dominerar berggrunden, är Årsta—Björkhagentrakten inom Nackaantiklinalområdet. En sammanhängande lagerföljd av dylika led på mellan 50 och 100 m finnes bl. a. ett 100-tal m väster om Björkhagens station. Går man utanför detta stråk, dominerar snart åter de skifferrika leden. Författaren föreslår benämningen »Årstaformationen» för de nu beskrivna metaarenitiska bergarterna, i vilka lokalt också inkluderas rikligt förekommande grönstenar av sannolikt suprakrustalt ursprung (se s. 35). De i tidigare uppsatser

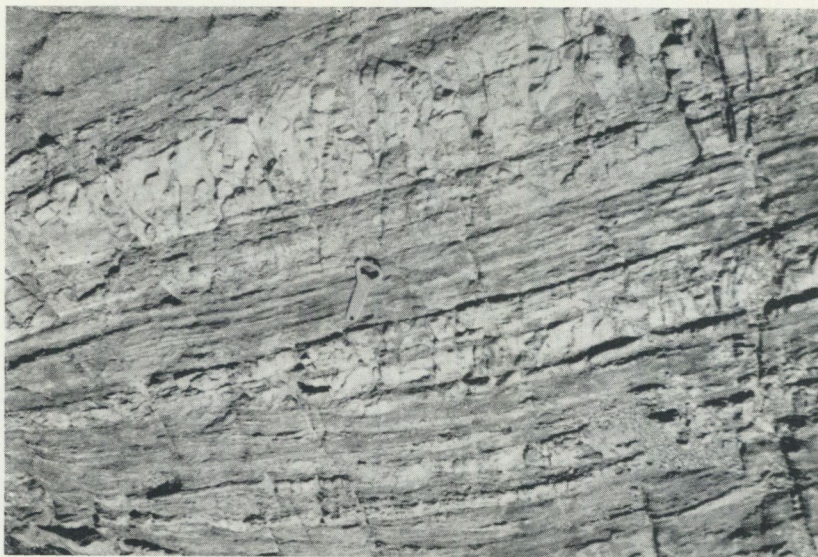


Fig. 12. Växellagring mellan ljusa och mörka metaarenitbankar i »Årstaformationen». Björkhagens stn.

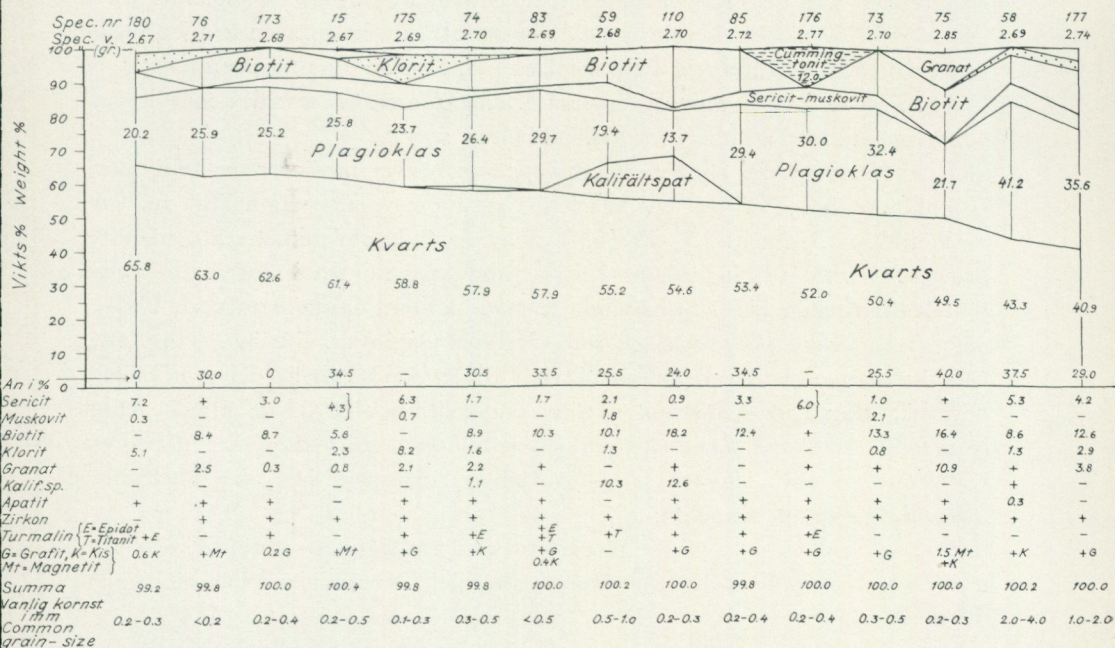
Interbedded layers of light and dark meta-arenite in the »Årsta formation». Björkhagen railway station.

ofta omtalade skiv- eller bankformade inneslutningarna av finkorniga, leptitiska bergartsled inom Stockholmsområdets skiffergnejser består enligt författarens erfarenhet praktiskt taget uteslutande av sönderslitna och boudinerade partier av bergartsled liknande dem, vilka ingår i nämnda Årstaformation.

Variationerna i kornstorlek och mineralogisk sammansättning hos femton stycken av ovannämnda mörka metaareniter framgår av diagram 4. Exempler är hämtade dels ur sammanhängande bankar eller ur större partier, vilka övervägande uppbygges av ifrågavarande bergart (Årstaområdet), och dels ur skivformade brottstycken inom ådergnejserna. Bergarten är i sin typiska utbildningsform mycket jämn- och finkornig med gråblå färg och kvartsitisk prägel, vilken sistnämnda bl. a. framgår av de mussliga brottytor, som ofta uppstår vid slag, samt en fettartad glans, betingad av det rikliga kvartsinnehållet. Färgen blir ibland något gråare men bibehåller vanligen en svag ton i blått. Kornstorleken ligger mestadels inom intervallet 0.2—0.4 mm men går i enstaka fall ner till 0.1 mm (se diagr. 4). Strukturen är nästan genomgående granoblastisk med isometriska korn i de mindre pressade bergarterna och något mera tillplattade kornformer i förskiffade varieteter. I ett par fall, såsom prov 175 samt ett ej planimetrerat prov från Frösviken på Bogesundslandet, synes möjligen en reliktklastisk struktur föreligga. Denna utgöres av 0.1—0.3 mm stora, vanligen tämligen väl rundade kvartskorn, vilka vid genomfallande ljus tydligt avtecknar sig inom de stora kvartsfälten. Plagioklaskornen däremot synes genom rekristallisationen ha förlorat eventuellt tidigare förefintliga reliktklastiska drag. Kvartsen, som mestadels är undulös, bildar 50—60 vikts-% av mineralinnehållet med de yttre variations-

Diagram 4. Variationen i den mineralogiska sammansättningen hos mörka, metaarenitiska (sub)gråvackegnejser (oligoklasgnejser) inom Stockholmsområdet.

Variation of the mineralogical composition of dark, meta-arenitic (sub)graywackes (oligoclase gneisses) from the Stockholm area.



- 180. Gråbrun, finkornig, 3 km VSV om Ingarö k:a.
Grayish brown, fine-grained.
- 76. Gråblå, finkornig, 500 m S om Johanneshovs isstadion.
Grayish blue, fine-grained.
- 173. Grå, finkornig, Tistelholmen, Stora Värtan.
Gray, fine-grained.
- 15. Gråblå, finkornig, Hällsundet, 2 km SV om Ö. Ryds k:a.
Grayish blue, fine-grained.
- 175. Grå, finkornig, udden 1 km SSO om Ö. Ryds k:a.
Gray, fine-grained.
- 74. Gråblå, finkornig, Slakthuset, Enskede.
Grayish blue, fine-grained.
- 83. Gråblå, finkornig, skola 1 km OSO om Skurusundsbron, Björknäs.
Grayish blue, fine-grained.
- 59. Mörkgrå, medel - finkornig, Norrtäljevägen vid Lahäll.
Dark gray, medium - fine-grained.
- 110. Mörkgrå, finkornig, udden SV Forsvik, 2.5 km SV om Ingarö k:a.
Dark gray, fine-grained.
- 85. Grå, finkornig, sundet mellan Dammsjön och Lundsjön, SV Neglinge.
Gray, fine-grained.
- 176. Grå, finkornig, Norra Idskär, S om Tynningö.
Gray, fine-grained.
- 73. Gråblå, finkornig, vid skola, Neglinge.
Grayish blue, fine-grained.
- 75. Gråblå, finkornig, Hellasgården, Nacka.
Grayish blue, fine-grained.
- 58. Grå, medelkornig, 1 km N om Danderyds k:a.
Gray, medium-grained.
- 177. Gråblå, medelkornig, Södra Idskär, S om Tynningö.
Grayish blue, medium-grained.

gränserna mellan c:a 40 och 65 %. Plagioklasen är näst viktigaste mineral och utgör vanligen 25—30 %, med extremvärden mellan 15 och 40 %. Den normala anortithalten ligger kring 30 %. Albit har iakttagits i två fall i de kvartsrika proven 173 och 180, medan en anortithalt av 35—40 % noterats i proven 58 och 75, vilka båda räknas till de kvartsfattigare leden. Den relation mellan kvartshalt och anortitinhåll i plagioklaserna, som antydes av ovanstående, bekräftas icke av övriga värden i diagram 4. Plagioklasen är mestadels måttligt sericitomvandlad men ersättes i enstaka fall helt av sericit.

Av sammanlagt 26 stycken mikroskoperade mörka metaareniter från Stockholmsbladen NO, NV och SV har fem visat sig innehålla nämnvärda mängder av kalifältspat, från c:a 5—15 %. Två av dessa har planimetrerats, nämligen proven 59 och 110. Plagioklasen i dessa prov synes minska i motsvarande grad, som kalifältspaten ökar. Sistnämnda mineral är sent kristalliserat och bildar i några fall mindre porfyroblaster, som omsluter plagioklas. För övrigt uppträder kalifältspaten ofta oregelbundet skiktvis i flikiga korn och är delvis mikroklinpertitisk. Man kan ej bestämt avgöra, om kalifältspaten är en primär, ehuru rekristalliserad, komponent eller om ett kalitillskott från omgivningen betingat bildningen av kalifältspaten på plagioklasens bekostnad. Det sista alternativet förefaller dock mest sannolikt.

Biotiten, c:a 10 vikts-%, är pleokroitisk i svagt ljusgult—rödbrunt och uppträder i korta, relativt väl parallellanordnade fjäll. Den är ibland helt omvandlad till klorit (pennin).

Granat förekommer ofta, men i små mängder. Minalet bildar oregelbundna poikiloblaster, som innesluter rundade kvartskorn med distinkt utsläckning. En viss tendens till egenformer uppträder ibland i granaten, som f. ö. är ganska kompakt och ej lika sprickig som i skiffergnejserna. Detta beror sannolikt på att krossningen av mineralkornen gått mindre långt i de kompetenta metaareniterna än i skiffrarna. Accessoriskt tillkommer zirkon, apatit, titanit, epidot och turmalin samt opakmineralen svavelkis, magnetit och grafit. Turmalin, zirkon och titanit har vanligen väl avrundade former och är sannolikt reliktklastiska. Grafiten är mycket sparsamt företrädd i form av långa, stavformade kristaller, ofta parallellt inlagrade utmed biotitens spaltytor. I ett fall, prov 176, vikarierar 12 vikts-% färglöst, cummingtonitiskt hornblände för biotiten. Universalbordsmätning har här givit axelvinkeln $2V\gamma = 82^\circ$ och utsläckningsvinkeln $c/\gamma = 18^\circ$. Detta motsvarar en cummingtonit med c:a 45 % av gröneritmolekylen enligt Tröger (1956, s. 74). En för grönerit karakteristisk polysyntetisk tvillingbildning har noterats i ett fall. Cummingtonitbildningen i metaareniten beror sannolikt på ett Mg- och Fe-tillskott från någon av de i denna stratigrafiska nivå ofta förekommande basiska inlagringarna, vilka mestadels är rikligt cummingtonitförande. I utbyte har metabasiten upptagit kvarts (jfr s. 74). I ett fall, på udden 750 m ÖSÖ om Ö. Ryds k:a, uppträder i metaareniten jämsides med granat också betydande kvantiteter cordierit, vilket mineral i huvudsak omvandlats till en kloritliknande substans med laminär basytespaltning. Substansen skall enligt

Winchell (1959, s. 472) benämns klorofyllit. Cordieriten bildar f. ö. upp till 1 mm stora, flikiga korn, genomdragna av sericityfyllda sprickor. Proven 58 och 177 exemplifierar kraftigt omkristalliserade och förgrovade gnejser, vilka sammansättningsmässigt betecknar övergångsformer till de plagioklasrika, gråvackebetonade gnejserna i diagram 1. Förgnejsningen har sannolikt i första hand omdanat och förgrovat de kvartsfattigaste leden. Strukturen i prov 58 är gnejsig med utdragna, fältuppdelade kvartsytter, oregelbundet skiktvis växellagrande med stråk av mm-stora plagioklastavlor utan egenformer. Parallellanordnad rödbrun biotit tillkommer. Prov 177 har en mer isotrop struktur med regellöst anordnade, xenoblastiska plagioklastavlor, vanligen en till flera mm stora och inneslutna av undulösa fältuppdelade kvartspartier. I samband med kornförgrovningen uppträder vanligen också i den metaarenitiska gnejsen små, vita, parallellanordnade aplitband eller vid tilltagande omvandling något grövre, pegmatitiska ränder, de sistnämnda ej sällan granatförande.

Förhållandet i mol-% mellan K_2O , Na_2O och CaO , beräknade ur tretton av de planimetriska analyserna, framgår av diagram 3. Analyspunkterna ligger väl samlade inom ett begränsat fält, som svarar mot höga relativa värden på Na_2O och CaO och motsvarande låga på K_2O . Fyra punkter avviker kraftigt. De båda proven 59 och 110 är sålunda starkt förskjutna mot K_2O -hörnet i triangeln, utan att det inbördes relativa förhållandet mellan CaO och Na_2O nämnvärt har ändrats. Dessa prov synes vara sekundärt kaliinfiltreerade (jfr s. 58). I proven 180 och 173 åter är relativa förhållandet $K_2O:Na_2O$ oförändrat, medan CaO -halten gått ner till ett minimum. I de senare proven föreligger nästan ren albit, som antingen har bildats genom sekundär avkalkning av plagioklasen eller har primärt ursprung.

En kemisk analys av ett generalprov om 22 stycken bergartsbitar ur olika lager av den mörka metaareniten från sju lokaler inom Årsta—Björkhagenområdet samt två separata spektrografiska analyser från Johanneshovstrakten (Gavelin 1960, nr 11933 och 11939) redovisas bl. a. i tabell 4 A (betr. generalprovet nr 1 g—7 g se även tab. 6). Karakteriserande för bergarten är hög halt av SiO_2 samt relativt höga Na_2O - och CaO -värden jämfört med K_2O , allt i rak motsats till skiffergnejserna. Summan av alkalier är också mycket lägre än i de sistnämnda (jfr tab. 6, kolumn 2 och 3). Katjonproportionerna är något varierande (se tab. 4 A), men Na är alltid större än de övriga komponenterna: Ca, Mg och K.

I nämnda tabell anföres ytterligare fyra analyser av bergarter, vilka—med hänsyn till kemiska, mineralogiska och strukturella egenskaper samt stratigrafiskt läge uppenbarligen nära ansluter sig till de nyss omtalade. Av dessa har den första från Erikslund, Gåsinge s:n, tidigare beskrivits som enbart granatgnejs. Analysen visar klart, att materialet till denna gamla analys med all sannolikhet hämtats ur ett metaarenitiskt lager inom ådergnejsen och ej har det minsta att göra med skiffergnejsen. Katjonproportionerna $Na > Ca > Mg > K$ och förhållandena mellan oxiderna K_2O , Na_2O , CaO tyder härpå. Den andra analysen av

Tabell 4. A. Kemiska och spektrografiska analyser av mörka metaareniter från Stockholmstrakten, Utö och Larsboområdet jämförda med typiska subgråvackor och gråvackor. B. Kemiska analyser av ljusa metaareniter från Utö.

Table 4. A. Chemical and spectrographical analyses of dark meta-arenites from the Stockholm area, Utö, and Larsbo area compared with typical subgraywackes and graywackes. B. Chemical analyses of light meta-arenites from Utö.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Katjonprop. Cation prop.
A. Mörka metaareniter Dark meta-arenites												
Erikslund, Gåsinge s:n 580	67.99	0.51	14.69	2.23	4.52	0.08	1.86	2.97	2.55	1.66	0.52	Na > Ca > Mg > K
Grå gnejs, Johanneshov 11 939	70.00	0.45	14.50	0.10	4.36	< 0.1	2.00	4.10	2.46	1.76	0.31	Na > Ca > Mg > K
<i>al 37 fm 29 c 19 alk 15 k 0.33 mg 0.44 si 302</i>												
Oligoklasgnejs, St. Moren, Larsboerien	73.27	0.50	12.52	0.12	3.65	0.02	1.28	2.20	2.55	1.09	2.54	Na > Ca > Mg > K
Gråblå gnejs, Årsta-Björkhagen 1g—7g.	73.43	0.55	11.85	0.68	4.35	0.06	1.95	2.36	1.71	1.64	1.09	Na > Mg > Ca > K
Generalprov	73.99	0.13	14.47	0.43	1.71	0.05	0.99	3.84	2.86	1.15	0.51	Na > Ca > Mg > K
Mörk gnejs, O-kusten av Utö 8.504 . .	79.20	0.34	9.93	0.18	2.04	0.05	0.94	1.43	2.83	1.23	0.50	Na > K > Ca > Mg
Mörk gnejs, Restavik, Ö. Utö 14.408 .	85.00	0.27	8.30	0.23	1.30	< 0.1	0.48	2.10	2.10	0.73	0.10	Na > Ca > K > Mg
<i>al 42 fm 17 c 19 alk 22 k 0.19 mg 0.36 si 727</i>												
Medelvärde Mean value	74.10	0.47	12.10	0.62	3.69	0.06	1.53	2.55	2.10	1.47	0.93	Na > Ca > Mg > K
Subgråvackor, medelv. av 3 st. ¹ Sub- graywackes, the mean value of 3 spec. ¹ . .												
	77.80	0.60	9.50	0.90	2.60	0.20	1.60	1.20	2.00	1.50	1.60	Na > Mg > Ca > K
<i>al 37 fm 36 c 8 alk 19 k 0.33 mg 0.44 si 515</i>												
Gråvackor, medelv. av 11 st. ² Gray- wackes, the mean value of 11 spec. ²												
	64.20	0.50	14.10	1.00	4.20	0.10	2.90	3.50	3.40	2.00	2.10	Na > Mg > Ca > K
<i>al 33 fm 34 c 15 alk 18 k 0.28 mg 0.51 si 254</i>												
B. Ljusa metaareniter Light meta-arenites												
Ljusgrå kvartsitisk gnejs, L. Sillvik, Ö. Utö 15.394	91.67	0.15	4.18	0.31	0.72	0.01	0.50	0.15	0.14	1.58	0.43	K > Mg > Na > Ca
Ljusgrå gnejs, O-kusten av Utö 7.418 .	76.92	0.15	14.52	0.31	0.65	—	0.53	1.32	1.36	3.02	1.27	K > Na > Ca > Mg

¹ Subgråvacka (Huronisk) }
Subgråvacka (Huronisk) } Pettijohn (1949, s. 256)
Subgråvacka (Karbon) }

² 7 arkeiska gråvackor }
3 jurassiska gråvackor } Pettijohn (1949, s. 250)
1 eocen gråvacka }

en oligoklasgnejs från St. Moren är hämtad ur Hjelmqvists arbete om Larsboserien i Bergslagen (1938). Under rubriken oligoklasgnejs (s. 20—25) beskrives här en bergartsgrupp, vilken till identitet överensstämmer med Årstaformationens mörka metaareniter.

I Larsboserien förekommer i växellagring såväl muskovitförande som muskovitfria oligoklasgnejser inom stora arealer. Det är den muskovitfria gnejsen, med vilken jämförelsen göres och från vilken ovannämnda analys hämtats. Vissa andra led inom Stockholmstrakten har också sin motsvarighet inom Larsboserien, t. ex. de i föregående kapitel omtalade gråvackegnejserna, vilka delvis antagits möjligen vara basiska metavulkaniter och jämförbara med de av Hjelmqvist under rubriken »basiska inlagringar i Larsboserien» å s. 25—28 beskrivna bergarterna. Grönstensinlagringar är för övrigt vanliga inom de båda serierna. Även andra bergartsled, som kan förmodas finna sina motsvarigheter bland Larsboseriens gråvackor och glimmerskiffrar, förekommer inom Stockholmsområdet. I detta fall är emellertid direkta jämförelser betydligt svårare att verkställa, då bergarterna i fråga ofta är föga karakteristiska och bildar successiva övergångar sinsemellan. Några exempel på dylika led från Stockholmstrakten anföres nedan.¹

Övriga två, ännu ej behandlade analyser i tab. 4 A är utförda på mörka, finkorniga gnejser från östra Utö (Holmquist 1910 a, s. 908, nr 8 och 14 med Nigglivärdena hämtade ur W. Larsson 1932, nr 504 o. 408). Tillsammans med dessa förekommer också, liksom i Årstaformationen, ljusare, mera kvartsitiska led (Holmquist, nr 7 och 15) i lagerföljdens lägre delar (tab. 4 B och s. 64), till vilka vi återkommer i de följande kapitlen. De förstnämnda motsvarar till fullo kemiskt och petrografiskt de övriga i tabellen anförda, mörka leden. En jämförelse mellan medeltalet² av samtliga mörka metaareniter i tab. 4 A och motsvarande för tre typiska subgråvackor respektive elva gråvackor i samma tabell (Pettijohn 1949, s. 256 o. 250) visar, att de förstnämnda i kemiskt avseende står subgråvackan mycket nära men i avseende på CaO, total Fe-oxid, SiO₂ och Al₂O₃ närmar sig en gråvackesammansättning. Ännu tydligare framkommer denna tendens i diagram 2, där relationerna mellan Nigglivärdena för de mörka metaareniterna jämföres med motsvarande för medeltalet av nämnda subgråvackor respektive gråvackor. Nigglivärden för ytterligare två analyser av s. k. leptitgnejser från Kantorpstrakten (Magnusson 1936, s. 19 och 20) presenteras i samma diagram.

¹ En mörkgrå, finkornig (0.1—0.3 mm) muskovit-sericitglimmerskiffer från SO-spetsen av Källtorpsjön inom Nackaantiklinalen har följande approx. sammansättning i vol. %: kvarts 30 %, sericit-muskovit 58 %, biotit + klorit 10 % och accessorier bestående av opakmineral-zirkon-turmalin 2 %. Katjonproportionen är här K » Na. Ett mera gråvackebetonat led exemplifieras av en mörkgrå, finkornig (0.1—0.2 mm), lepidoblastisk biotitglimmerskiffer från en lokal c:a 500 m norr om Odensala k:a, ung. halvvägs mellan Stockholm och Uppsala. Den mineralogiska sammansättningen är här approximativt (vol. %): biotit 40 % och kvarts-oligoklas vardera 30 %. Katjonproportionen blir i detta fall Na > K. Ett sediment med exakt samma utseende och struktur men något mera kalibetonat: K > Na förekommer vid Norrsunda k:a i samma bergartsstråk som ovan. Kvartsen utgör här approx. 40 vol. %, biotiten 40 % och plagioklasen 20 %. Ganska rikligt med makroskopiskt iakttagbar, färglös cordierit finnes invid kyrkan i nämnda bergart enligt P. H. Lundegårdh (muntl. meddelande).

² Vid beräkningen av medelvärdet har generalprovet 1 g—7 g medtagits 7 ggr.

Av beskrivningen framgår entydigt, att dessa bergarter är identiska med Larsbo-seriens och Årstaformationens mörka metaareniter, ett förhållande, som också påpekats av Sundius (1947).

Si-talen varierar starkt inom bergartsgruppen (diagram 2), vars punkter i stor utsträckning faller inom fältet beläget mellan gråvackorna och subgråvackorna. *Al* och *alk* jämförda med motsvarande för skiffergnejserna är oförändrade, medan *fm* sjunkit något inom de suraste leden och *c* fått ett konstant högre värde. De största kontrasterna visar *k*-värdena för de båda bergartstyperna, medan *mg*-värdena är mycket likartade. I överensstämmelse med tidigare framförda synpunkter består den väsentligaste skillnaden mellan skiffergnejserna och metaareniterna i en omkastning av katjonproportionerna från $K > Mg > Na > Ca$ till $Na > Ca > Mg > K$. Vidare är överskottet av *Al* gentemot alkali-kalk i skiffergnejserna i medeltal större än i metaareniterna, vilket innebär, att de sistnämnda är relativt fattiga på *Al*-rika mineral och glimmer.

I diagram 2 är ytterligare tre punkter införda, nämligen de fragmentförande skiffrarna 710, 711 och 714 från Grythyttan och Persberg, hämtade ur W. Larsson (1932). Dessa mosandhaltiga, vanligen tunna led inom skiffrarna betecknar i mineralogiskt och kemiskt avseende övergångsformer mellan de argillitiska skifferleden och de i föreliggande kapitel omtalade, i bredare bankar uppträdande metaareniterna, vilket tidigare framhållits (s. 49). De tre punkterna faller alla inom fältet för metaareniter enligt diagram 2 e, d.v.s. $Na > K$. I övrigt ansluter sig de fragmentförande skiffrarna nära till de normala skifferleden (se diagram 2 a, b, c och d).

Mol.-%-förhållandet $K_2O : Na_2O : CaO$, beräknat ur samtliga nu nämnda kemiska analyser, framgår av diagram 3. Punkterna samlas alla inom ett väl avgränsat fält, praktiskt taget sammanfallande med de punkter, vilka härletts ur de planimetriska analyserna (s. 59). De tre fragmentförande leden intar i diagrammet ett intermediärt läge mellan skiffer- och metaarenitfälten. De sistnämnda två bergartsgrupperna bildar distinkt avgränsade fält i diagram 3, vilket tyder på att en väl genomförd sedimentär differentiation gör sig gällande inom hela sedimentationsområdet från Utö i öster till Kantorp i väster och Larsbo i norr.

I ett område c:a 5 km NO om Odensala k:a förekommer en växellagring mellan mörka och ljusa metaarenitiska led, liksom i Årstaformationen. Mineralfördelningen i det mörka ledet är approx. kvarts > plagioklas \simeq biotit \simeq kalifältspat. Bergarten, som är gråblå och mycket finkornig (0.05—0.1 mm), skiljer sig från den typiska mörka metaareniten genom betydligt lägre kvartshalt samt högre innehåll av kalifältspat och biotit. De omisskännliga ljusa, metaarenitiska inlagringarna bevisar emellertid samhörigheten med Årstaformationen (se s. 55). I ett dylikt ljust lager uppträder som en finkornig (0.1 mm) massa c:a 70 vol.-% grossular. Därtill fogar sig kvarts > diopsid > kalcit jämte rikligt med accessorisk titanit. I ett annat lager med samma utseende och kornstorlek utgör diopsid 80—90 % av mineralmassan, vartill fogar sig bytownit > kvarts och sericit. I båda fallen representerar de ljusa metaareniterna sannolikt ursprungligen mycket

kalkrika sandstenar eller kalkstenar. Den karakteristiska Årstaformationen med sina ljusa skarniga metaarenitinlagringar är genom ovannämnda förekomst känd i ett c:a 70 km långt område från Odensalatrakten i NV till Jungfrufjärden i SO (se s. 34).

Den så kallade femiska leptiten på Utö och dess relation till Årstaformationen och den sörmländska granatådergnejsen

Det råder numera knappast några delade meningar om de stratigrafiska förhållandena på Utö, där en äldre kalk- och järnmalmsförande vulkanitserie överlagras av en yngre sedimentserie av gråvacke-skifferkaraktär. Vid sidan av en utförlig redogörelse för öns berggrund av Holmquist (1910 a) föreligger endast en kortfattad modern beskrivning, där sedimenten behandlas, nämligen exkursionsguiden »Utös geologi» av S. Gavelin (1958). Vidare har Sundius (1947) i sitt arbete om femisk leptit och slirgnejs här och var berört berggrunden inom Utö, företrädesvis de s. k. femiska leptiterna, vilka han i nämnda arbete (s. 7) förmodar bilda utgångsmaterialet till den sörmländska granatådergnejsen. Sundius anser, att de femiska leptiterna har sina närmaste motsvarigheter inom Larsboseriens sediment, en åsikt, som helt delas av författaren. Beteckningen femisk leptit infördes och användes av Sundius (1947) för biotit- och anortitrika, leptitiska bergarter identiska med de här utförligt beskrivna mörka metaareniterna tillhörande Årstaformationen eller motsvarande oligoklasgnejsjer i Larsboserien. För undvikande av missförstånd borde begreppet leptit framdeles med fördel reserveras endast för bergarter tillhörande den av vulkaniter uppbyggda, malmförande leptit-hälleflintserien.

Ehuru förhållandena på Utö icke i detalj har utretts, kan man liksom i Larsboserien urskilja konglomerat och ljusa, metaarenitiska glimmerkvartsiter, delvis med bevarad strömskiktning i lagerföljdens basala delar. På Utö följer härefter i grova drag en växellagring mellan mörka metaareniter (= femiska leptiter) och argillitiska skiffrar med väl bevarade primärstrukturer, såsom *graded bedding*.

1. Mörk glimmerskiffer (Argillit)	2. Mörk metaarenit	3. Mörk glimmerskiffer (Argillit)
kvarts 31	kvarts 49	kvarts 25
plagioklas 2	oligoklas 30	oligoklas 9
kalifältspat +	sericit 3	kalifältspat 1
biotit 29	kalifältspat 1	biotit 32
klorit 3	biotit 12	muskovit 33
muskovit 31	klorit 5	apatit
andalusit 4	apatit	turmalin
zirkon	zirkon	zirkon
turmalin } +	turmalin } +	opakmineral } +
titanit }	titanit }	
apatit }	opakmineral }	
100	100	100
Kornstorlek hos kvarts och fältspat 0.1—0.2 mm	0.1—0.2	0.1—0.2
K > Mg > Ca > Na	Na > K	K > Mg > Na > Ca

De planimetriska analyserna å s. 63 ur tre parallella bankar inom området mellan Lilla och Stora Sillvik på öns östra sida belyser ovan nämnda växellagring (värdena avrundade och uttryckta i vol.-%).

Metaareniten 2. är granoblastiskt jämnkornig med parallellanordnade, korta, rödbruna biotitflagor och en mineralogisk sammansättning, som helt överensstämmer med Årstaformationens mörka metaareniter.

I de transversalförskiffrade och rekristalliserade argillitiska glimmerskiffrarna 1. och 3. har muskoviten och biotiten kommit att intaga från varandra vagt avgränsade, långa, sammanhängande fält, vilka delvis poikiloblastiskt innesluter de ofta utdragna, rekristalliserade kvarts-fältspatkornen. Helt diskordant, som mm- till cm-stora poikiloblaster, uppträder andalusit i prov 1. som sist kristalliserat mineral. Analyserna 1. och 3. överensstämmer mycket nära kemiskt och har den för skiffergnejserna karakteristiska katjonfördelningen (se ovan), medan analys 2. i detta avseende ansluter sig till de natron-dominanta mörka metaareniterna. Ytterligare några bergartsled från Utö och deras sammansättning skall här presenteras (approximativa halter i vol.-%):

1. Grå metaarenit, Persholmen, Västra Utö	2. Bandad, grå — rosagrå metaarenit, Persholmen	3. Gråblå metaarenit, Persholmen	4. Ljusgrå metaarenit (glimmerkvartsit), L. Sillvik, östra Utö
kvarts 45	kvarts 47	kvarts 70	kvarts 80
plagioklas 40	plag. + ser. 49	plag. + ser. 10	plagioklas 10
biotit 10	klorit 4	muskovit 10	biotit } 10
kalifältspat 5	zirkon } +	kalifältspat 5	zirkon } +
turmalin } +	opakmineral } +	klorit 5	apatit } +
zirkon } +			
apatit } +			
100	100	100	100
		zirkon } +	
		turmalin } +	
		titanit } +	
		apatit } +	
		100	
Korn- storlek $\frac{0.1-0.2 \text{ mm}}{\text{Na} > \text{K}}$	$\frac{0.15-0.30}{\text{Na} > \text{K}}$	$\frac{0.2-0.5}{\text{K} > \text{Na}}$	$\frac{0.05}{\text{K} \approx \text{Na}}$

Strukturen i ovanstående bergarter är genomgående granoblastiskt jämnkornig med små, parallellanordnade glimmerflagor. Bergart 3. är grövre än övriga, sannolikt beroende på att den hämtats från de av åderförgnejsning drabbade områdena på västra Persholmen. Bergarterna 1. och 2. ansluter sig väl till de normala, mörka metaareniterna, medan 3. och 4. är mera kvartsitiska med det omvända katjonförhållandet $\text{K} > \text{Na}$.

Närmast jämförbara med 3. och 4. skulle vara Larsboseriens basala glimmerkvartsiter eller Årstaformationens ljusa, kalkiga metaareniter (s. 69). Ehuru CaO-halten är ganska framträdande i sistnämnda bergarter, kan dock en viss övervikt för K över Na skönjas.

Särskilt väl märks detta i en glimmerkvartsit från trakten av Nationalmuseum

(nr 89, diagr. 5 och s. 72), där de kalkförande mineralen helt försvinner och ersättes med muskovit. Likheten med ovannämnda glimmerkvartsiter från Utö blir därigenom påfallande. Tidigare presenterade kemiska analyser av ljusa, grå glimmerkvartsiter från Utö (prov nr 7 och 15, tab. 4 B) visar också $K > Na$. Det vill härav synas, som om de ljusa metaareniterna, knutna till sedimentseriens lägre delar, hade en viss fältspatkvartsitisk anstrykning med katjonfördelningen $K > Na$. Bland metaareniterna i övrigt förefaller grå—mörkgrå och gråblå typer dominera med det för Årstaformationens och Larsboeriens oligoklasgnejser typiska katjonförhållandet $Na > K$. I sitt arbete 1947 omnämner Sundius, att de femiska leptoniterna, identiska med de mörka metaareniterna alternativt oligoklasgnejserna, påträffas inom vidsträckta arealer av det sörmländska ådergnejsområdet i form av inneslutna skivor, bäddar och brottstycken. Han drar härav den slutsatsen, att likartade bergarter en gång bildat utgångsmaterialet för huvuddelen av ådergnejserna och att inneslutningarna blott vore relikta, oomvandlade partier av nämnda bergarter.

Iakttagelserna exemplifieras särskilt utförligt i ett senare arbete av Sundius över Stockholmstraktens berggrund (1948). Härvid omnämnes bl. a. flera lokaler inom Djursholmsområdet och på Ekerö—Lillön i Mälaren. Särskilt inom sistnämnda område har mörka, metaarenitiska bergarter en betydande utbredning. Sundius är den förste, som har observerat och separat utskilt berggrunden inom Årsta—Enskedeområdet på sin karta (1948). Av beskrivningen, vilken upptar ett särskilt kapitel (s. 30), framgår, att han betraktar området som uppbyggt av ett »egenartat sammansatt och utbildat bergartskomplex». Av fortsättningen av beskrivningen framgår dock klart, att han jämför Årstaområdets bergarter (= Årstaformationen) med de inom ådergnejserna för övrigt uppträdande, metaarenitiska inlagringarna.

För att förklara det stora materialtillskott, som ett överförande av nämnda metaareniter till granatådergnejser skulle erfordra, antar Sundius en tillförsel av företrädesvis Al och femiska substanser genom pegmatitlösningar från urgranitmagman i samband med ådergnejsbildningen.

Av någon anledning utesluter Sundius helt den enligt författaren mycket närmare till hands liggande tanken, att skifferar av Grythyttetyper eller några med dem närbesläktade led skulle ha bildat utgångsmaterialet till granatådergnejserna, trots att han är väl medveten om den med skifferbergarter besläktade kemiska sammansättningen hos stora delar av dessa (Sundius 1947, s. 33).

Det har tidigare framgått, att utgångsmaterialet till de stora arealernas skiffergnejser måste sökas bland ursprungliga skifferartade sediment och att de mörka, metaarenitiska sedimentleden, vilka i kemiskt avseende är helt olika skiffergnejserna, haft en ringa betydelse i detta sammanhang (se bl. a. diagr. 3). Man måste dock antaga, att de vanligen tunnare och kvantitativt underordnade metaarenitlagren (= fragmentskikten), sådana man finner dem inom Grythytteskifferarna och i Utöområdet, helt eller delvis blivit införlivade i ådergnejsmassan, varigenom argillitkaraktären hos denna blivit något modifierad. De bredare meta-

arenitbankarna däremot har i största utsträckning förblivit kemiskt intakta. Dock har de i samband med åderförgrejsningen inom sina viktigaste utbredningsområden i norr och nordväst på Stockholmsbladen, i likhet med gråvackorna inom samma trakt, i stor utsträckning blivit förgrovade och uppbladade av vanligen tunna, vita, pegmatitiska ådror. Dessa huvudsakligen av gråvacke- och (sub)-gråvackesediment bildade ådergnejsjer bibehåller mestadels en bandartad karaktär, som avspeglar den ursprungliga skiktningen, i motsats till de småveckade skiffergnejserna, där förskiffringen ofta utplånat den primära lagerställningen.

En viktig komponent inom Utös sedimentberggrund, från vilken helt bortses i Sundius' framställning,¹ är sålunda de skifferartade leden, vilka växellagrar med de mörka metaareniterna (se s. 63). Som framgått ovan, är det just dessa argilitiska skiffrar, vilka genom regionalomvandlingen under åderförgrejsningsepoken inom Sörmlandsgnejsernas mera centrala delar givit upphov till huvuddelen av de karakteristiska granatådergnejserna. Detta bekräftas också av den kemiska släktskap, som råder de båda leden emellan. I likhet med sina lågmetamorfa ekvivalenter på Utö är däremot de mörka, grövre metaarenitlagren inom stora delar av sedimentationsbäckenet i stort sett oförändrade såväl strukturellt som kemiskt och uppträder i form av skivor och bankar, inneslutna i den granatrika skiffergnejsen. Ur kvantitativ synpunkt är dessa metaareniter mycket underordnade i de trakter av ådergnejsområdenas centrala delar, som författaren hittills haft tillfälle undersöka, medan de i periferien, såsom inom Larsboseriens typområde, t. o. m. synes dominera. Man kan på grund härav knappast tala om en strikt stratigrafi inom sedimenten i den bemärkelsen, att Larsboserien skulle inta en bestämd nivå jämfört med skiffrarna (t. ex. Grythytteskiffrarna). I stället

I all korthet skall några kommentarer ges beträffande det analysurval, på vilket Sundius (1947) baserar sin framställning.

De karakteristiska femiska leptiterna från skärgården beskrives med utgångspunkt från åtta analyser å s. 13, tab. 1. Enligt författarens mening är det endast fyra eller högst fem av dessa, som med säkerhet kan hänföras till nämnda bergartsgrupp, nämligen nr 7, 8, 14, 15 och (1). Analys 10 utgöres enligt Holmquist av en föga dekomponerad sur lavabergart eller tuff och har en kemisk sammansättning, som föga erinrar om de kemiskt och mineralogiskt mycket väldefinierade mörka metaareniterna (femiska leptiterna) inom Stockholmsområdet. De kalirika analyserna 2 och 3 borde vidare enligt författaren snarast hänföras till leptit-hälleflintserien, en förmodan, som be styrktes i samband med ett besök i området (lokalen för prov 3) tillsammans med dr Sundius. Mycket tyder på att Sundius i sitt område för den femiska leptiten (kartan i Sundius 1939) också inbegripit stora arealer av egentliga leptiter, delvis med kalkstensorioner, vilka båda led snarast borde räknas till leptit-hälleflintserien. En antydning i samma riktning ger också kartan till Holmquists arbete 1910a (märk särskilt området mellan Nämndö och Runmarö).

Den kemiska karaktären av de leptitliknande inneslutningarna i Sörmlandsådergnejsen erhåller Sundius från sex analyser (tab. 2), vilka hämtats ur Magnussons arbete från Kantorpsområdet. Av dessa är enligt författarens mening endast två absolut säkra femiska leptiter (I och II), medan III sannolikt är en kalileptit. Av analyserna VII, IX och X kan mycket väl någon eller några utgöra Na-betonade led tillhörande den malmförande leptit-hälleflintserien, vilket Magnusson också själv antar. Beträffande sistnämnda antagande medger författaren, att delade meningar kan råda.

Tio analyser i tab. 3 ger slirgnejsernas (skiffergnejsernas) kemiska sammansättning. Av dessa är fem stycken från Magnussons tidigare nämnda arbete. Analyserna IV, VIII och XI är samtliga hämtade från olika gruvor eller deras omedelbara närhet i Kantorpsområdet, varför en viss sannolikhet kan föreligga, att bergarterna i fråga utgör metasomatiskt omdanade led ur den egentliga leptit-hälleflintserien. Man torde i varje fall inte utan vidare kunna hänföra dessa bergarter till skiffergnejserna. Samma sak gäller också analys 22 (580) från Erikslund i Gåsinge s:n, vilken, som tidigare nämnts (s. 59), snarast torde vara att hänföra till de mörka, metaarenitiska inlagringarna i skiffergnejserna.

måste man uppfatta de båda bergartsserierna som tidsekvivalenta, men representerande olika faciesområden, av vilka den metaarenitartade Larsboserien skulle exemplifiera en proximal och skifferarna en mera distal avsättning i förhållande till de sedimentavgivande områdena. Å andra sidan visar förhållandena på Utö och i Stockholmsområdet, att inslaget av metaarenitiska led ökar i riktning mot lagerföljdens botten. På grund härav kan man förmoda, att sedimentationen inom bäckenet i viss utsträckning inleddes med arenitiska led av Larsbotyp. En likartad stratigrafisk ordning med kvartsiter—gråvackor och skifferar i nu nämnd följd har av Lundegårdh konstaterats inom bladet Eskilstuna (1959).

Det är svårt att draga några bestämda slutsatser om de ursprungliga kornstorlekar, vilka varit förhärskande inom de metaarenitiska leden. Inom de lågmetamorfa terrängerna på Utö och i trakterna upp mot Odensala k:a, vilka i mindre utsträckning berörts av åderförgnejsningen, dominerar kornstorlekar mellan 0.1 och 0.2 mm, medan den starkt regionalmetomorfa Stockholmstrakten däremot karakteriseras av kornstorlekar mellan 0.2 och 0.4 mm. Om icke en kraftig granulering av de ursprungliga mineralkornen förutsattes i samband med rekristallisationen inom de lågmetamorfa terrängerna, skulle de nuvarande mineralindividen i stort sett avspegla den primära kornstorleken. Bergarterna kan givetvis från början ha varit ännu finkornigare, men i så fall skulle den metaarenitiska karaktären sannolikt ha gått förlorad, i det att kornstorlekarna i alltför hög grad skulle närma sig de i skifferarna förhärskande. Hjelmqvist noterade kornstorlekar mellan 0.1 och 0.6 mm i bättre bevarade oligoklasgnejser inom Larsboserien. Enligt Krynines nomenklatur (1948) svarar en korndiameter av 0.1—0.2 mm mot finkorniga till mycket finkorniga sandstenar.

Den distinkta kemiska uppdelning, som vi kan spåra såväl i de lågmetamorfa sedimenten på Utö som i de högmetamorfa ådergnejsterrängerna mellan K-rika skifferderivat och Na-Ca-dominanta, kvartsrika metaareniter, är sannolikt kvarstående drag från en ursprunglig sedimentär differentiation, vilka senare materialomflyttningar inte förmått utplåna. En uppdelning av likartat slag, ehuru mindre accentuerad, förekommer, som tidigare nämnts, inom de reliktklastiska Grythytteskifferarna. Mosandhaltiga, grå, Na-dominanta skikt (fragmentskifferar), innehållande rikligt med kvarts- och albitkorn, växellagrar här med de finkornigare, gråsvarta, K-rika skifferarna (Sundius 1923, s. 46—56). Anmärkningsvärt är enligt Sundius, att kalifältspat praktiskt taget saknas bland fragmentkornen. Han antyder, att så icke primärt måste ha varit fallet, när kalifältspaten sannolikt varit instabil och överförd i sericit under den lågtempererade metamorfos, för vilken bergarten blivit utsatt. Dock torde enligt Sundius den ursprungliga kalifältspaten ha varit mycket sparsamt företrädd, då inga spår av mineralet kunnat påvisas ens i de fragmentrikaste skikten. Sundius anser (enligt direkt citat, s. 51), att »avsaknaden av kalifältspat i skifferarna (fragmentskifferarna) är ett anmärkningsvärt faktum. Man kan därför tänka sig tvenne möjligheter, nämligen att den berggrundsytta, som levererat vittringsmaterialet varit extremt fattig på denna fältspat. Den skulle i så fall motsvaras av den berggrund, som överväger i den

undre hälleflintetagen. Den andra förklaringsteorien är den, att kalifältspaten i högre grad än albiten angripits av vittringen, vilket strider mot all erfarenhet av recenta vittringsförlopp. Av de båda teorierna är därför den förra den mer sannolika.» En liknande förklaring till bildningen av de plagioklasrika metaareniterna inom Södermanlandsområdet är svårare att bevisa, då ett Na-extremt underlag med större regional utbredning där icke är känt. Oligoklasgnejserna inom Larsboserien tyder Hjelmqvist (s. 24) som mekaniska vittringsprodukter, härstammande från ett på basiska bergarter rikt underlag. Eventuellt skulle också tuffmaterial ingå.

Under aktualistiska förhållanden förekommer också, ehuru mindre utpräglat, en kemisk uppdelning av ovannämnda slag, exemplifierad av sommar- och vinterskikten i en glacial lera från Leppakoski i Finland (Pettijohn 1949, s. 272). Katjonfördelningen är här i det grövre sommarskiktet $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$, medan vinterskiktet visar $\text{K} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{Ca}$, vardera motsvarande katjonfördelningen inom metaareniterna respektive skiffarna. Ehuru jämförelsen kan verka ganska löst grundad, frestas man att dra den slutsatsen, att samma mekanism, vilken åstadkommit den sedimentära kemiska differentiationen i leran, också kan ha varit verksam vid de arkeiska sedimentens avsättning.

Man har anledning tro, att den berggrund, som bildat utgångsmaterial till de glaciala lerorna, varit av blandad beskaffenhet. I analogi härmed skulle en sedimentär differentiation av material från en blandad berggrund på liknande sätt kunna förklara de olika leden inom gnejserna. Lokala förhållanden inom den sedimentavgivande berggrunden, såsom de ovan nämnda, av Hjelmqvist anförda, torde emellertid också ha spelat en betydande roll, icke minst inom de sämre differentierade grävackegnejsområdena (jfr s. 54).

Undersökningar av v. Engelhardt (1961, s. 201—203) och Gaida (ännu ej publicerade) över den kemiska sammansättningen hos porlösningar i sediment förtjänar att omnämnas i detta sammanhang. Av dessa undersökningar framgår, att de ursprungligen i sedimenten jämnt fördelade havsvattensalterna i samband med en geosynklinal nedsänkning och ett därav följande ökat tryck efterhand koncentreras till de genomsläppliga, sandiga lagren, medan en motsvarande utarmning av salter äger rum inom lerskikten. Då katjoninnehållet i havsvattnet till alldeles övervägande del består av Na, skulle i viss mån en anrikning av denna jon till de sandiga skikten kunna förklaras i en ursprungligen av omväxlande sand och lera bestående lagerföljd.

Man kan också ställa sig den frågan, om inte en Na-metasomatos betingar den genomgående höga plagioklashalten i de mörka metaareniterna. Några skäl talar häremot. Det första och viktigaste är, att uppdelningen i K- och Na-dominanta skikt kan spåras allt ifrån den sannolikt delvis reliktklastiska Grythytteskiffern, där enligt Sundius primära albitkorn uppträder rikligt i de fragmentförande skikten, till de lågmetamorfa sedimentgnejserna på Utö (Gavelin 1960, s. 244) och slutligen till den högmetomorfa Sörmlandsgnejsen. Ytterligare ett argument ger de planimetrerade växellagrande bankarna på Utö (s. 63). En

allmän Na-metasomatos här borde givetvis även ha påverkat skiffrarna 1. och 3., varvid den rikligt uppträdande muskoviten i dessa under sådana omständigheter mer eller mindre starkt skulle omvandlas till plagioklas, vilket icke är fallet. I stället föreligger en mycket markerad kontrast mellan den nästan Na-fria och K-extrema skiffen (märk särskilt analys 1.) å ena sidan och den Na-dominanta, mörka metaareniten å den andra. Det är vidare osannolikt, att en regional Na-metasomatos skulle ha verkat så likformigt över väldiga områden, vilket måste förutsättas med hänsyn till metaareniternas ytterst likartade sammansättning.

De metaarenitiska leden synes tvärtom ha varit ytterst resistent mot metasomatiska förändringar. Den materialdiffusion, som ägt rum inom sedimenten, har sannolikt skett huvudsakligen via de otaliga förskiffringsytorna inom de tektoniskt inkompetenta metaargilliterna, under det att de mera kompetenta metaareniterna haft en viss dämmande effekt. Ett exempel härpå utgör den regionalt påvisbara, sensvekofenniska kalimetasomatosen, som med växlande styrka drabbat berggrunden och som endast i undantagsfall synes ha påverkat metaareniterna (se diagr. 4, analyserna 59 och 110).

Inom kartbladet Eskilstuna beskriver Lundegårdh (1960 a, s. 22) Na-dominanta, metaarenitiska inneslutningar i ådergnejsen av samma typ, som här behandlats. Han uppfattar dessa som bättre bevarade lågmetamorfa led av gnejsen, vilka genom en tidig Na-metasomatos erhållit sitt plagioklasinnehåll. Mera sannolikt torde vara, att brottstyckena i fråga härstammar från sönderslitna metaarenitiska bäddar inom skiffergnejsen med primär Na-dominans och en metamorfos, som på intet sätt skiljer sig från den omgivande skiffergnejsens. Påpekan- det är så mycket viktigare, som Lundegårdh i dessa brottstycken ser ett belägg för en tidig Na-metasomatos inom skiffergnejserna. Detta är emellertid knappast sannolikt, då ju ett oförändrat lågt Na-innehåll är karakteristiskt för skiffergnejsernas såväl låg- som högmetomorfa led. Av allt att döma torde dessutom de kvartsrikare metaareniterna vara de led, vilka bäst motstått de metasomatiska förändringarna.

En uppdelning i väsentligen kalidominanta, metaargillitiska och natrondominanta, metaarenitiska led har också påvisats i bättre bevarade delar av kinzigiterrängerna inom Kalantiområdet i sydvästra Finland (Hietanen 1943). Vad gäller kali och natron, är denna uppdelning mindre accentuerad än i Södermanland, vilket kan tyda på en något mera geosynklinal prägel i det finska området.

Ljusa metaareniter

Ljusa, mestadels skarnrika metaareniter förekommer, som tidigare nämnts, endast i de basala delarna av sedimentgnejserna inom den s. k. Årstaformationen (s. 55 och fig. 12) och växellagrar där med de nyss beskrivna mörka metaareniterna. De påträffas huvudsakligen i Nackaantiklinalens omgivning från Midsommarkransen i väster till Jungfrufjärdens öar i sydost (se även s. 34) och bildar i likhet med de mörka metaareniterna långsträckt skivformiga bankar och



Fig. 13. Avrundat brottstycke (under hammaren), som utgör ett hopveckat och avslitet lager av ljus metaarenit och är omslutet av granatådergnejs. 1/2 km söder om Björkhagens stn.

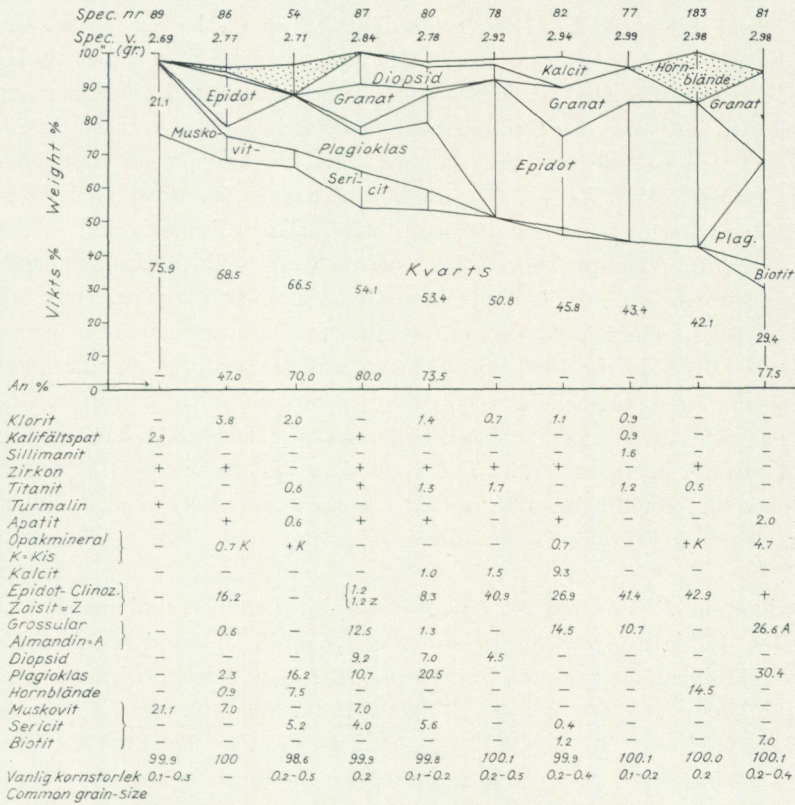
Rounded, sharply folded layer of light meta-arenite (under hammerhead), surrounded by veined garnet gneiss. 1/2 km south of Björkhagen railway station.

brottstycken i ådergnejsen, vilka vanligen i tjocklek växlar från några cm upp till ett tiotal eller i enstaka fall når upp till 50 cm. Genom isoklinal hopveckning och sönderslitning av metaarenitlagren uppstår emellanåt brottstycken med rundade, isometriska former, inneslutna i ådergnejsen (fig. 13). Förekomst av ljusa, metaarenitiska inlagringar i sedimentgnejserna är angiven med symbolen »kv» i Pl. 1.

Kvarts och kalkhaltiga skarnmineral utgör metaarenitens huvudmassa. Mineralogisk fördelning och kornstorlek i tio prov av densamma framgår av diagram 5. Allt efter proportionerna mellan de ingående mineralen växlar färgen från ljusgrå till grå, gröngrå och rosagrå. Strukturer och kornstorlek överensstämmer helt med motsvarande i de mörka metaareniterna, och liksom i de sistnämnda förekommer eventuellt också vissa reliktklastiska drag, såsom i prov 78 och 89, där kvartsen visar rundade korngränser och delvis omges av de

Diagram 5. Variationen i den mineralogiska sammansättningen hos Stockholmsområdets ljusa metaareniter.

Variation of the mineralogical composition in light meta-arenites from the Stockholm area.



- 89. Gråvit, finkornig, undervattensgrund utanför Nationalmuseum.
Grayish white, fine-grained.
- 86. Grå, d:o, 350 m VSV om V-ändan av sjön Trekanten, Gröndal.
Gray, do.
- 54. Grå, d:o, 1.5 km V om Knävik, södra Bogesundslandet.
Gray, do.
- 87. Gröngrå, d:o, 300 m OSO om Johanneshovs isstadion.
Greenish gray, do.
- 80. Gröngrå, d:o, 250 m S om Årsta centrum.
Greenish gray, do.
- 78. Grå, d:o, 250 m ONO om Johanneshovs isstadion.
Gray, do.
- 82. Rosa grå, d:o, 250 m S om Årsta centrum.
Pinkish gray, do.
- 77. Gråvit, d:o, stranden 500 m O om Saltsjö-Duvnäs hpl.
Grayish white, do.
- 183. Gröngrå, d:o, 600 m VSV om Johanneshovs isstadion. (Brottstycke i basisk gnejsgranit.)
Greenish gray, do.
- 81. Rosa grå, d:o, 1 km SO om spårvägshallarna, Björkhagen.
Pinkish gray, do.

kalkrika mineralen eller av glimmer. Kvartsen, som förekommer i mängder från 30 till 75 vikts-%, är i stor utsträckning tydligt undulös och i några fall, såsom

i prov 77 och 86 från den ost-västliga förskiffringszonen N om Nackaantiklinalen, kraftigt granulerad ned till 0.1 mm stora individ. Nio av de tio planimetrerade bergarterna har ursprungligen med största säkerhet varit kvartsiter med en växlande primär halt av kalk. Prov 89 däremot är en kalkfri glimmerkvartsit (se s. 64—65), som emellertid strukturellt och genetiskt föga skiljer sig från de övriga. Diagram 5 visar, att prov 89 kan antagas utgöra det kalkfria ändledet i en serie av kvartsiter med tilltagande ursprunglig kalkhalt, vilken sistnämnda når sitt maximum i de tidigare relaterade ljusa metaareniterna från Odensalatrakten (s. 62). Dessa har en grossularhalt på c:a 70 %, vilket med hänsyn till CaO-halten närmast motsvarar en ursprunglig kalksten. Vi ser också av diagram 5, att sericit-muskovitinnehållet i kvartsiterna ökar med sjunkande ursprunglig kalkhalt, varigenom en viss kalibetoning erhålles inom bergarterna.

Det skall här nämnas, att den intressanta glimmerkvartsiten 89 ursprungligen härstammar från det år 1888 bortsprängda undervattensgrundet utanför Nationalmuseum. Provet, som är c:a $1/2 \times 1 \times 2$ dm stort, har påträffats i SGU:s samlingar och där rubricerats såsom hälleflintgnejs. Färgen är omväxlande ljusgrå till rosagrå. Kvartshalten är 75.9 vikts-%, vartill fogar sig 21.1 % parallellanordnade muskovitflagor. Accessoriskt förekommer rikligt med reliktklastiska korn av turmalin (färglös—smaragdgrön och svagt brun—mörkt grönsvart) samt zirkon.

Av diagram 5 framgår, att epidot-klinozoisit dominerar bland de kalkrika mineralen, följda av bytownit, grossular och diopsid i nämnd ordning. Universalbordsmätningar av epidoten gav i prov 78 följande tre värden på axelvinklarna: $2 Va = 76^\circ$, 80° och 84° , vilket enligt Tröger (1956, s. 45) motsvarar en pistazit med resp. 28, 22 och 18 % av molekylen $HCa_2 Fe_3 Si_3 O_{13}$. I prov 80 erhöles $2 Va = 88^\circ$, motsvarande en något Ca-rikare epidot på gränsen till klinozoisit med 10—12 % av Fe-molekylen. I övervägande antalet fall har epidoten en anomal blåviolett interferensfärg av samma slag, som vanligen är karakteristisk för klinozoisiten. I mindre utsträckning förekommer järnrikare epidot med hög dubbelbrytning i senare bildade kristallindivid.

Plagioklasen utgöres av en bytownit (70—80 % An), som är sericitiserad i mycket växlande grad inom ett och samma slipprov. I ett fall i den ursprungligen kalkfattiga kvartsiten (86), är plagioklasens An-innehåll blott 47 %. Granaten är på ett undantag när en grossular¹, vilket tydligt framgår av dess låga brytningsindex. Den bildar hopgyttrade aggregat tillsammans med epidot och diopsid och antar sällan några egenformer.

Det nämnda undantaget utgör prov 81, där granaten är en normal almandin. I samma prov är plagioklashalten hög och dessutom uppträder gulbrun biotit, vilket visar, att vi befinner oss nära gränsen till eller inom reaktionszonen gentemot den mörka metaareniten. Det är blott den höga CaO-halten i plagioklasen (77 % An) och den ljusa färgen på bergarten, som anknyter till de kalkiga metaareniterna.

¹ Enligt S. Gavelin (1960) är $n = 1.745—1.750$, $a_0 = 11.82$ kX, motsvarande nästan ren grossular.

Diopsiden förekommer i små, färglösa, tämligen isometriska taylor. Dess optiska data är i prov 78 och 80 respektive $2 V\gamma = 60^\circ$, $c/\gamma = 42^\circ$, samt $2 V\gamma = 60^\circ$ och $c/\gamma = 40^\circ$, vilket enligt Winchell (1959, s. 413) mycket approximativt torde motsvara 20 % hedenbergit i mineralet. Grönt, aktinolitiskt hornblände har antecknats i betydande kvantiteter dels i prov 183 från Johanneshov, där metaareniten uppträder som ett brottstycke i en hornbländerik gnejsgranit, och dels i prov 5460 från Bogesundslandet, där en 1/2 m bred metaarenitbank ligger inlagrad mellan tvenne metabasitbankar. I båda fallen kan man förmoda, att för hornbländebildningen erforderligt järn och magnesium vandrat in i metaareniterna från de omgivande Mg—Fe-rika bergarterna.

Kalifältspat har huvudsakligen noterats som små, klara, rosafärgade, sena sprickfyllnader inom bergarten. Likaså är kalciten sent kristalliserad. Den uppträder som oregelbundna aggregat mellan kvarts- och skarnfälten eller fyller ut sprickor i dessa.

Accessoriskt finner man titanit i anmärkningsvärda mängder, i flera fall jäm-sides med små kvantiteter av zirkon och turmalin. Till övervägande del torde de nämnda accessorierna vara reliktklastiska, vilket bäst synes på titaniten i prov 5460, vars extremt välrundade former knappast kan ha uppstått i samband med bergartens rekristallisation. I en kraftigt förskifrad, ljus metaarenit från Årstrakten synes titaniten ha kristalliserat om och förekommer som idiomorfa kristaller ordnade dels parallellt med och dels vinkelrätt mot förskiffringsplanet.

Ovannämnda, av författaren framlagda data angående de ljusa metaareniterna stämmer mycket väl överens med beskrivningen av samma bergartsgrupp i det tidigare refererade arbetet av Gavelin (1960). Överensstämmelsen är såtillvida betydelsefull, som de båda undersökningarna fortgått parallellt och helt oberoende av varandra, vilket i viss mån bekräftar de ovan framförda synpunkterna.

Det måste emellertid klargöras, att den gnejs, som omger de ljusa metaareniterna och vilken Gavelin beskriver i sitt arbete å s. 246 samt i analyserna 11939, 11933, tab. 2 och 4, torde representera en kraftigt förgrovd varietet av den inom Årstaformationen dominerande, Si-, Na- och Ca-rika, mörka metaareniten. Detta framgår icke klart av Gavelins framställning, där man möjligen kan få den uppfattningen, att gnejsen i fråga skulle vara representativ för ådergnejsernas huvudmassa, vilket ej torde vara förhållandet. I föreliggande fall har den mörka metaarenitgnejsen tydligen reagerat plastiskt och förhållit sig mindre kompetent jämfört med de ljusa metaarenitlagren. Gavelin har i sitt arbete ägnat ett ingående studium åt kinetometamorfosen och de metasomatiska detaljförloppen i gränserna dels mellan ljusa och mörka metaareniter (= gnejs enligt Gavelin), dels mellan mörka metaareniter och metabasitunlagringar i dessa. Beträffande det metasomatiska utbytet de olika leden emellan konstaterar han, att detta huvudsakligen skett genom en omfördelning av de element, som visar de mest olikartade koncentrationerna i två till varandra gränsande led. Resultatet blir en utjämning av de kemiska kontrasterna de båda leden emellan, som dock begränsar sig till en tämligen smal reaktionszon.

I fallet metabasit — mörk metaarenit innebär ovanstående materialutbyte väsentligen (Gavelin 1960, tab. 2), att metabasiten avger Fe, Mg och Ca och samtidigt mottar Si och Na från metaareniten. En anrikning av sericit och biotit äger samtidigt rum inom reaktionszonen, innebärande ett tillskott av K och H₂O.

Enligt Gavelin gäller i grova drag följande zoner för de kalkrika mineralen, från centrum av de ljusa metaareniterna in emot kontakten till den mörka metaareniten (= gnejsen) :

	Minskning-Ca			
Centrum	→			<i>Marginal</i>
		Ökning-Na		
	→			
grossular		grossular	zoisit-epidot	zoisit-epidot
diopsid		zoisit-epidot	(kalcit)	(kalcit)
kalcit		kalcit	(hornblände)	(hornblände)
		(diopsid)		plagioklas
		Tilltagande halt av anortit i plagioklasen	←	Ca-dominant metaarenit
				Na-dominant metaarenit

I detta fall (se Gavelin 1960, tab. 4) avger den ljusa metaareniten Ca och upptar samtidigt Na. Glimmerbildning inom reaktionszonen har även här skett på grund av kali- och vattentillskott. Av Gavelins analyser framgår vidare, att den ljusa metaareniten innehåller ungefär dubbelt så mycket Fe-oxider som den mörka och något mer MgO, vilket innebär, att järn och magnesium vid reaktionen vandrat från den ljusa till den mörka metaareniten. Det vanliga är emellertid, om vi jämför generalproven 1h—4h och 1g—7g av respektive ljusa och mörka metaareniter i tab. 6, kolumn 3 och 4, att Fe och Mg är mycket rikligare företrädare i de sistnämnda. För övrigt framgår av de två generalproven, att Na och K i nämnd ordning förekommer rikligare i den mörka metaareniten, medan Ca dominerar i den ljusa. Halterna av Si, Al och H₂O är ungefär lika i båda fallen.

Fördelningen av K₂O, Na₂O och CaO i mol.-% för analyserna av ljusa metaareniter i tab. 5 framgår av diagram 3. CaO-dominansen över Na₂O och K₂O är nästan fullständig, och en svag övervikt för kalium över natrium kan också förmärkas, liksom i de ljusa fältspatkvartsitiska leden på Utö (se tab. 4 B, diagram 3, och s. 65).

Eventuellt jämförbara med ovannämnda kalkiga metaareniter är de ursprungligen kalkrika lager, som påträffats av Lundegårdh inom kartbladet Eskilstuna (1960 a, s. 22 och fig. 17) i granatförande gråvackegnejser. Skarnmineralen utgöres här av kalkgranat och diopsid i växellagring. För övrigt har man hittills ingen anledning förmoda, att de kalkstenar (urkalkstenar), vilka ofta förekommer inom Sörmlandsgnejserna, skulle tillhöra den yngre sedimentära serien. I stället tyder allt på att kalkstenarna i fråga bör inlemmas bland den äldre leptit-hälleflintseriens vulkaniter, vilka ju också utgör en integrerande del av nämnda gnejskomplex. (Jfr Törnebohm 1873, s. 180 och 1878, s. 105.)

Tabell 5. Årstaformationenens ljusa metaareniter.

Table 5. Light meta-arenites from the Årsta formation.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	H ₂ O	Σ
12092	59	0.32	13.7	2.0	1.44	0.36	1.0	20.3	0.12	0.2	2.46	0.24	101.1
11941	75	0.23	7.4	1.8	1.10	0.19	0.58	10.6	0.1	0.1	1.39	0.11	98.6
11932	81	0.28	8.4	0.9	0.96	< 0.1	0.7	6.6	0.4	0.65	0.12	0.28	100.3
1h—4h	74	0.35	11.9	1.0	2.12	0.14	0.94	6.5	0.3	0.94	0.32	1.09	— ¹

¹ För fullständig analys och oavkortade värden, se analysbilaga.

12092 Centrala delen av en ljus metaarenitbädd
 11941 Centrala delen av en ljus metaarenitbädd
 11932 Marginala delen av en ljus metaarenitbädd
 1h—4h Generalprov från Årsta-Björkhagenområdet
 ur 21 prov från 17 olika bankar och brottstycken

} Spektrografiska
 analyser (Gavelin
 1960, s. 251).

Kemisk analys.

¹ For complete analysis, see appendix!

12092 From the central part of a light meta-arenite bed
 11941 From the central part of a light meta-arenite bed
 11932 From the marginal part of a light meta-arenite bed
 1h—4h General sample from the Årsta-Björkhagen area.

} Spectrographical
 analyses.

Chemical analysis.

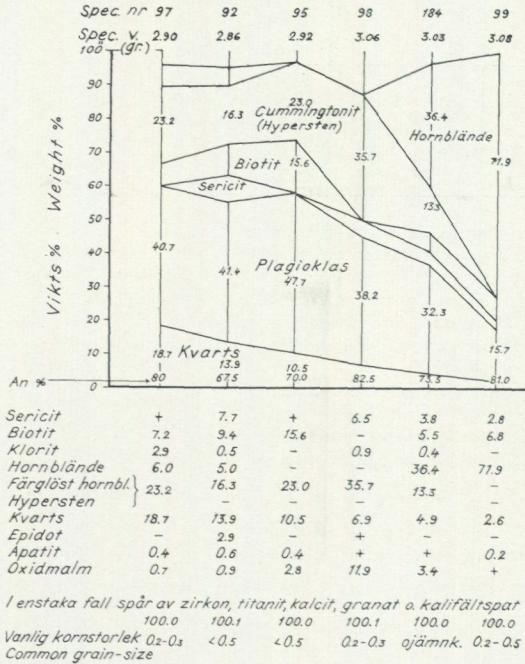
Basiska inlagringar i sedimentgnejserna

Som tidigare nämnts, är basiska inlagringar av sannolikt suprakrustal natur företrädesvis knutna till sedimentgnejsernas basala delar. Vanligtvis finner man dem som små konforma bäddar, vilka uppspaltar de (sub)gråvackebetonade metaareniterna och/eller gråvackorna såväl inom Årstaområdet som på Bogesundslandet och vidare mot NV och N in på kartbladet Stockholm NV. Den mest sammanhängande och massivbildande förekomsten ligger i trakterna av Årsta och Björkhagen. Inom skiffergnejserna däremot är dylika inlagringar relativt underordnade. Vanligen uppträder de i form av dm-breda, ofta vackert Z-veckade skikt. Strukturen hos ovannämnda basiska bergarter är vanligtvis finkornig, granoblastisk, vilket gäller för såväl större som mindre förekomster. Mineralogiskt (se diagram 6) karakteriseras de av en hög anortithalt (70—80 %) och ett betydande inslag av cummingtonitiskt hornblände, i några fall jämsides med hypersten. De sistnämnda mineralen ersättes emellanåt helt eller delvis av vanligt, grönt hornblände. Härtill fogar sig en betydande halt av rödbrun biotit och kvarts. Accessoriskt förekommer rikligt med oxidisk malm och apatit. Sericit och klorit

Prov	(+) 2 Vγ	c/γ	% av grüneritmol.	Pleokroism
92	(+) 88°	16°	70	färglös—svagt brun
	(+) 78°	16°	40	—»—
95	(+) 84°	—	55	—»—
	(+) 86°	18°	60	—»—
98	(+) 84°	21°	55	—»—
	(+) 80°	22°	40	—»—
97	(+) 86°	17°	60	—»—

Diagram 6. Den mineralogiska sammansättningen hos sedimentådergnejsernas basiska suprakrustala inläggningar.

The mineralogical composition of metabasitic layers in the veined sedimentary gneisses.



97. Mörkgrå, finkornig metabasit, 300 m OSO om Johanneshovs isstadion.
Dark gray, fine-grained metabasite.
92. Mörkgrå, finkornig metabasit, 375 m NV om Johanneshovs isstadion.
Dark gray, fine-grained metabasite.
95. Mörkgrå, finkornig metabasit, norr om begravn.platsen i Gustavsberg. Tunn inlagring i skiffergnejsen.
Dark gray, fine-grained metabasite.
98. Mörkgrå, finkornig metabasit, 350 m SV om Johanneshovs isstadion.
Dark gray, fine-grained metabasite.
184. Mörkgrå, medelkornig metabasit, öster om Johanneshovs isstadion.
Dark gray, medium-grained metabasite.
99. Mörkgrå, finkornig metabasit, 375 m NV om Johanneshovs isstadion.
Dark gray, fine-grained metabasite.

i nämnd ordning utgör sekundärmineral. Cummingtonitens optiska data och sammansättningen enligt Tröger (1956, s. 71) framgår av tabellen nederst å s. 75.

En ganska kraftig variation i Fe/Mg-förhållandet kan noteras, dock med en svag övervikt för den Fe-rika grüneritmolekylen. En spektrografisk analys av en grünerit-hyperstenförande grönsten från Johanneshovstrakten (Gavelin 1960, s. 247) har givit följande oxidhalter: SiO₂ 43.4, TiO₂ 1.14, Al₂O₃ 21.5, Fe₂O₃ 2.2, FeO 11.25, MnO 0.16, MgO 6.45, CaO 9.4, Na₂O 0.6, K₂O 0.7 och H₂O 0.5.

Bergarten är rik på Al och Ca, medan halterna av alkali och Si är förhållandevis låga. I de fall, där färglöst, cummingtonitiskt hornblände eller hypersten ersätter vanligt, grönt hornblände, måste den övervägande delen av Al och Ca

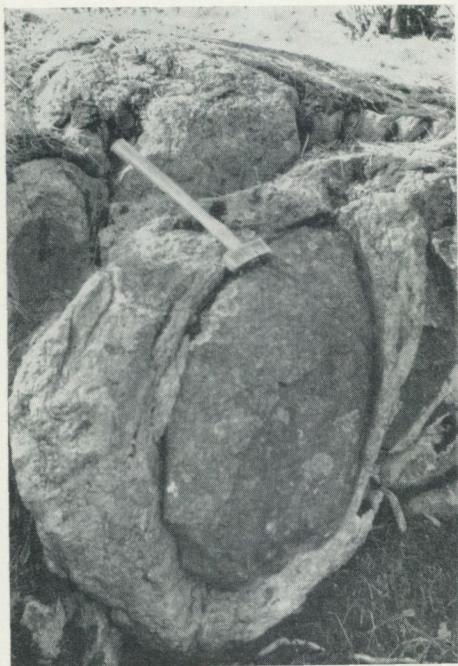


Fig. 14. En genom boudinage avsnörd, ellipsformad kropp av skillersten i granatådergnejs. 750 m NO om idrottsplatsen i Enskede.
Boudin of coarse-grained hornblendite in veined garnet gneiss. Enskede.

antagas vara knuten till plagioklasens anortitmolekyl. En spårelementanalys av grönsten från tre olika lokaler i Johanneshov—Hammarbyområdet gav följande värden: Cr 10—100 (semikvant.), Co ~ 90, Ni ~ 30, Cu ~ 40, V ~ 750, Ba ~ 560, Ti ~ 2000, Mn ~ 2000 och Pb ~ 10 (semikvant.), allt uttryckt i ppm.

Nämnda kemiska data ger inga säkra belägg för grönstens genetiska ursprung. En Al-halt lika hög som den ovanstående är ganska ovanlig i de öst- och sydsvenska grönstenarna men påträffas då och då i de primorogent svekofenniska djupgrönstenarna samt inom Roslagens ultrabasiska gabbror (allivalit och anortosit).

Bergartens ofta lagerformade uppträdande och finkorniga struktur i förening med vittringsyntans något slaggiga utseende antyder dock sannolikheten för ett primärt suprakrustalt ursprung.

Vissa partier av det större grönstensmassivet kring Johanneshov har en mycket skrovlig vittringsyta, genom att hornblände här bildar upp till cm-stora porfyroblastar, vilka framstår i relief mot den övriga bergartsmassan. Porfyroblasterna är vackert poikiloblastiska och innesluter stora partier av den finkornigare grundmassan. Detta tyder på att den makroskopiskt iakttagbara, skrovliga, om djupgrönstenar erinrande strukturen i nämnda grönstenar huvudsakligen torde vara sekundär, varför inget talar emot ett suprakrustalt ursprung även för dessa bergarter.

I ett fall, vid slakthuset i Enskede, är grönstenen finkornigt dioritisk med en An-halt i plagioklasen av endast 50 % och en rödbrun biotit helt vikarierande



Fig. 15. Pegmatitådrad, gråvackebetonad, granitoid gnejs. 1 km NNV om Brännkyrka.
Pegmatite-veined, granitic graywacke-gneiss. Brännkyrka.

för cummingtoniten. Finkornigheten i nämnda bergart i förening med någon hypidiomorfi hos plagioklasen förlämnar bergarten en viss hypabyssisk prägel. Detsamma är förhållandet med en grå, basisk inlagring i gnejsen på udden väster om Röskär på västra Bogesundlandet. Denna sammansättes av andesin > cummingtonit > kvarts och oxidmalm. Plagioklasen uppträder i divergenstråligt anordnade, 1/2—1 mm stora individ och dominerar så kraftigt, att bergarten blir ganska ljus och svår att skilja från omgivande gnejs. Grönstenens höga ålder här framgår av att en amfibolitgång av Herrängstyp genomsetter den.

De tunna, uthålliga och skarpt avgränsade basiska lagren i skiffergnejserna, representerade av prov 95 från Gustavsberg (diagram 6), ligger det antagligen närmast till hands att uppfatta som tuffskikt.

Inom sedimentådergnejsen spelar grönstenar av abyssiskt ursprung också en viss roll. Dessa igenkännes på att de vanligen är associerade med grova skillerstenar. (Skillerstenar har särskilt markerats på kartan Pl. 1.) Dylka påträffas ej sällan som små, ovala boudiner inom gnejserna (fig. 14). Skillerstenarnas karaktär av tidiga differentiat framgår bl. a. av deras höga Cr-halter (100—1000 ppm., enligt semikvantitativ bestämning).

Grå, granitoida gnejser

Som redan tidigare i korthet omtalats (s. 34), uppträder inom stora arealer av Stockholmsområdet grå, granitoida, ursprungligen gråvackebetonade gnejser, vilka

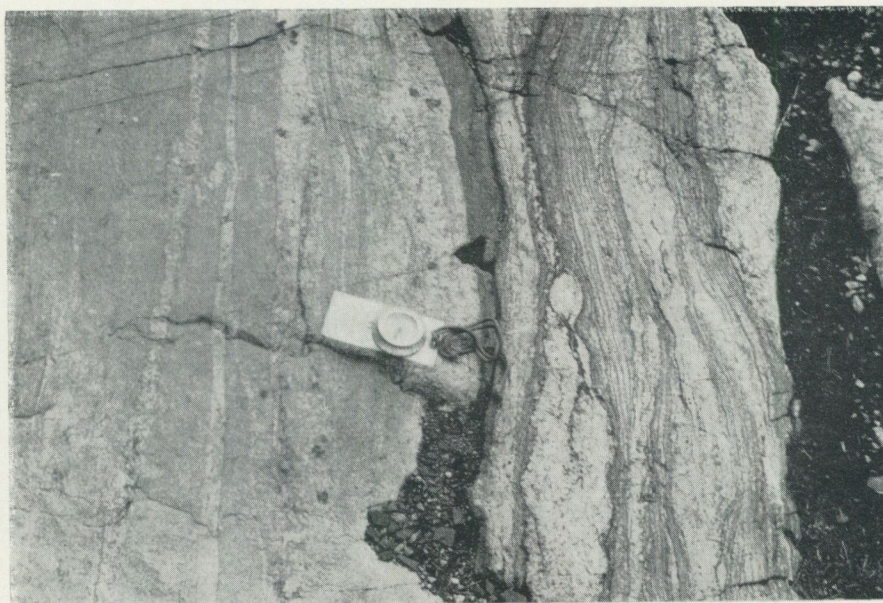


Fig. 16. Växellagring mellan glimmerfattig, granitoid, gråvackebetonad gnejs (till vänster), metabasit och glimmerrikare skifferbetonade led (till höger). Riklig förekomst av granat kan iakttagas i de serorogena, pegmatitiska ådrorna. Sofielund, Järvafältet, kartbladet Stockholm NV.

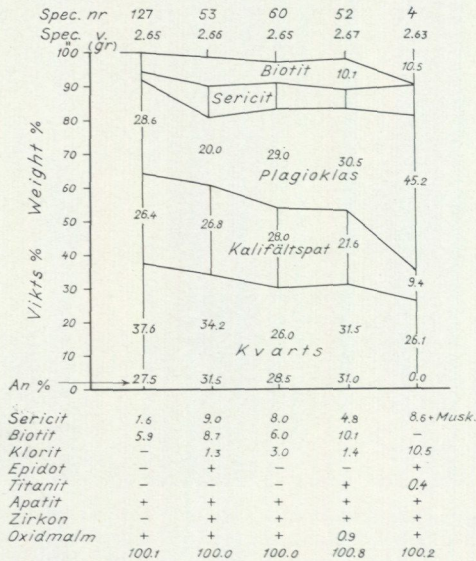
Interbedded mica-poor, granitic graywacke-gneiss (left), metabasite, and mica-rich, to some extent meta-argillitic layers (right). Garnets occur in the serorogenic, pegmatitic veins. Sofielund, Järvafältet, map-sheet Stockholm NW.

utseendemässigt och kemiskt står de grå Stockholmsgraniterna mycket nära (fig. 15). Man finner gnejserna huvudsakligen inom Värmdösynklinalens västra del på kartbladet Stockholm NV inom ett område från Solna och Sundbyberg i SO över Järfälla upp mot Ståket samt inom NO-bladet sporadiskt från Djurgården i söder i tilltagande kvantiteter via Stocksund och Danderyd till området kring Ö. Ryds k:a. På de äldre kartorna Rydboholm och Stockholm har hela detta gnejsområde erhållit Stockholmsgranitens beteckning, vilket är förklarligt, då den senare utgör ett väsentligt inslag i berggrunden där. Ett annat viktigt gnejsstråk löper från Källtorpsjön i Nacka i en vid båge förbi Saltsjöbaden utefter södra kanten av Ingarö—Nackaantiklinalen mot Dalarö. En livlig granit- och pegmatitbildning har ägt rum i detta område, vilket förklarar den av Holmquist (1910 a) införda beteckningen »intrusionszonen» för detsamma. Området i fråga torde representera Dalarösynklinalens basala avsättningar, vilka i samband med de mot NV riktade och från Utö—Ljusteröantiklinalen utgående överskjutningsrörelserna blivit uppdrivna och inverterade.

Den grå, granitoida gnejsen är överallt rikligt associerad med grå, yngre graniter och pegmatiter och sammanfaller i sin utbredning i stort sett med de båda senare. Inom de grå gnejsmassorna förekommer också betydande mängder av normala, ehuru betydligt glimmer- och granatfattigare skiffergnejs (fig. 16)

Diagram 7. Variationen i den mineralogiska sammansättningen hos grå, granitoida gnejser från Stockholmsområdet.

Variation of the mineralogical composition of gray granitic gneisses from the Stockholm area.



127. Grå, medel — finkornig, 1.5 km VNV om sjön Trehörningen, V Neglinge.
Gray, medium — fine-grained.
53. Grå, finkornig, 400 m O om viadukt över jvg, S Enebybergs hpl.
Gray, fine-grained.
60. Grå, finkornig, viadukt över Norrtäljevägen, Lahäll.
Gray, fine-grained.
52. Grå, medel — finkornig, 400 m O om viadukt över jvg S om Enebybergs hpl.
Gray, medium — fine-grained.
4. Grå, medel — finkornig, Ö. Ryds k:a.
Gray, medium — fine-grained.

jämsides med bättre bevarade partier av gråvacke- och (sub)gråvackegnejs. De yngre graniterna och pegmatiterna visar dels skarpt överskärande kontakter mot gnejserna, dels successiva övergångar till dessa. Från graniterna finns sålunda alla övergångar till gnejser med bibehållna parallellställda glimmermineral och -sytter. På liknande sätt finns också övergångar från graniterna och gnejserna till pegmatitgraniter — gnejser och slutligen mera enhetliga, ofta stora pegmatitmassiv.

Gnejsen är ljusgrå till grå, medel- eller finkornig med en jämnkornig, xenoblastisk struktur. Mineralogiskt sett är den en kvartsfältspatbergart med måttlig glimmerhalt (diagram 7). Kvartsen utgör vanligen 25—35 vikts-%, kalifältspaten 10—30 % och plagioklasen 20—45 %. Den sistnämnda, vanligen en oligoklas, är i stor utsträckning sericitiserad och den gulbruna biotiten (5—10 vikts-%) delvis penninomvandlad.

En betydande kaliinfiltration synes ha ägt rum, vilket bl. a. framgår av några detaljstrukturer, där muskovit förtränger pennin (prov 4, diagram 7). De båda mineralen är i det aktuella fallet homoaxialt sammanvuxna och genomsättes i

sin tur av kalifältspat. Sistnämnda mineral förtränger också i många fall plagioklas.

Anmärkningsvärt är, att de vanliga slagen av Al-rika mineral praktiskt taget saknas i gnejsen, trots ett betydande Al-överskott. Lokalt förekommer dock sparsamt granat. I något enstaka fall kan t. o. m. granater uppträda mycket rikligt, t. ex. i en håll c:a 500 m sydost om Vällingby centrum, som upp till 5 cm stora individ. Medeltalet av sex spektroskopiska analyser av gnejsen (se analysbilaga 1e—6e), uttryckta i katjonprocent, framgår av tab. 6, kolumn 6.

Variationerna i den kemiska sammansättningen av proven är mycket små. Kalium dominerar alltid måttligt över natrium, och aluminiumhalten är relativt hög. Gnejsens mineralogiska sammansättning beräknad ur nämnda medelanalys:

Kvarts 34,5	Kalifältspat	9,5
Plagioklas (6.5 An + 24.0 Ab)	Biotit	10.5
Sericit 13.5,	Titanit	0.5
	(jfr diagram 7)	99.0

överensstämmer ganska dåligt med den planimetriskt bestämda, modala sammansättningen. Biotit ger för höga värden och kalifältspat för lågt.

Den bristande överensstämmelsen kan förklaras av följande fakta. De kemiska analyserna är ej utförda på samma material som de planimetriska. Sistnämnda utfördes på primärmaterial, insamlat vid kartbladsrekognosceringarna, och innefattar en del tämligen granitoida typer, medan det kemiskt analyserade materialet valts ut med större omsorg vid ett senare tillfälle, varvid mera entydigt gnejsiga och följaktligen något mera gråvackenära varieteter kommit att dominera med åtföljande något högre glimmerinnehåll (biotit i första hand).

Vidare måste förutsättas, att c:a 20—30 vikts-% av den modalt uppmätta kalifältspaten utgöres av albit. Winchell (1959, s. 261 och 303) anger, att 10—25 % Ab vanligen är löst i kalifältspaten, men ännu högre halter har iakttagits.

Ett medeltal av tre analyser på kalifältspat ur Ytterbypegmatiten (Sundius 1948, s. 75) visade, att 24 % albit i medeltal var löst i kalifältspaten.

För att förbruka det stora Al-överskottet i den kemiska analysen vid beräkningen av den mineralogiska sammansättningen måste man bilda icke mindre än 13.5 % kaliglimmer (sericit-muskovit). Inga andra Al-rika mineral har nämligen noterats i proven. Detta är ungefär dubbelt så mycket som den genomsnittliga modala sericithalten, vilken huvudsakligen är knuten till plagioklasen. Om man vid beräkningen i stället överförde en större del kalium från sericit till kalifältspat och lät överskjutande Al bilda korund, så skulle en bättre överensstämmelse kunna nås mellan modal och ur kemiska analyser beräknad mineralogisk sammansättning.

Samma problem med ett svårplacerat Al-överskott har författaren påträffat såväl inom den mörka metaareniten som i de yngre graniterna. Man finner sålunda i samtliga nämnda fall vanligen, att de vid slipprovsundersökningarna iakttagna Al-rika mineralen ej räcker till för att förklara det stora Al-överskottet i bergarten.

Holmquist (1906, s. 123) kommer i sin beskrivning av Stockholmsgraniten in på samma fråga och anser sig icke kunna förklara det stora Al-överskottet i vissa granitvarieteter. Han nämner, att en mindre del Al möjligen kunde ingå i plagioklasens finfördelade omvandlingsprodukter. På något sätt måste tydligen finfördelade, Al-rika vittringsprodukter dölja sig inom fältspaterna i ovannämnda bergarter i större omfattning än vad de planimetriska analyserna utvisar, ett förhållande, som författaren dock icke ser sig i stånd att vare sig bevisa eller förklara.

Synpunkter på den granitoida gnejsens ursprung, de metasomatiska förändringarna inom sedimentgnejserna samt de yngre graniternas uppkomst

En nära kemisk släktskap råder mellan den granitoida gnejsen och de yngre graniterna (se katjonprocentfördelningen i tab. 6, kolumnerna 6, 7, 8, 9 och 10). Steget från gnejs till granit innebär huvudsakligen en mindre ökning av K och en motsvarande minskning av Al, Mg och Fe. Då nu fältsammanhangen tyder på att gnejsen utgör ett mellanstadium i en granitiseringsprocess med de yngre graniterna som slutprodukt, kan vi genom extrapolering bakåt få en uppfattning om sammansättningen av den ursprungligen granitiserade bergarten. Denna måste med hänsyn till ovannämnda jonutbytestendens vid övergången från gnejs till granit från början ha varit K-fattigare men Al-, Mg- och Fe-rikare än gnejsen, vilket närmast skulle motsvara en ej alltför Na-Ca-betonad gråvacka. Den i ett tämligen sent skede av föreliggande undersökning konstaterade, välbevarade gnejsen (se s. 51) inom stora områden NV och V om Stäket på bladet Stockholm NV torde i huvudsak motsvara en dylik gråvacka, varigenom en viss bekräftelse också erhållits på de ovan framförda synpunkterna.

Ett betydande metasomatiskt jonutbyte torde ha ägt rum över gränsen mellan sedimentgnejserna och deras leptit-hälleflintunderlag inom Stockholmsområdet. Gränsen i fråga åtskiljer tvenne kemiskt olikartade komplex, av vilka det ena är kvarts-alkalirikt (leptit-hälleflintserien) och det andra domineras av Fe, Mg, Al och H₂O (såväl gråvackor som skiffrar). Genom en materialdiffusion över nämnda gräns utjämnas efterhand de kemiska motsättningarna, och en viss homogenisering sker, resulterande i bildning av bergarter av granitisk sammansättning.

Det torde i första hand vara alkaliintermediära gråvackor, som lätt faller offer för granitbildning. Ett måttligt K-tillskott och en samtidig borttransport av Mg, Fe och Al torde vara tillräckligt. I mera plagioklasdominanta gråvackor krävs också, att ett visst Na-Ca-överskott elimineras. Detta sker enklast inom områden, där ursprungliga gråvackor och skiffrar sannolikt uppträtt jämsides, såsom i trakterna av Solna, Sundbyberg och Järfälla (fig. 16). De båda bergarterna kompletterar här varandra kemiskt, i det att gråvackan har höga halter av Na och Ca samt lågt K-värde, medan det motsatta gäller för skiffrarna.

Tabell 6. Medelvärden för den kemiska sammansättningen hos olika bergartsled inom Stockholmsområdet uttryckta i katjonprocent jämte motsvarande för tvänne Grythytteskiffrar.

Table 6. Mean values of the chemical composition of different rocks from the Stockholm area expressed in cation per cent. In a similar way also the mean value of two shales from the Grythyttan area is presented.

1 Ur tab. 3 From Tab. 3	2	3 G ¹ lg-7g	4 G lh-4h	5 S ¹ lz-3z	6 S le-6e	7 G 1F-12F	8 S lb-3b	9 G la-11a	10 S la-11a	11 SG ¹ x	
56.5	61.6	71.3	73.0	68.5	67.0	67.3	68.8	68.5	68.8	64.0	Si ⁴⁺
0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	Ti ⁴⁺
24.6	19.6	13.6	13.7	15.9	16.9	15.9	15.0	15.7	16.1	16.7	Al ³⁺
6.0	5.8	4.0	2.5	3.7	2.7	2.6	2.2	2.2	2.3	3.9	Fe ²⁺ + ³⁺
4.0	3.6	2.8	1.4	2.3	1.3	1.0	0.8	0.7	0.8	1.3	Mg ²⁺
0.3	0.8	2.5	6.8	1.0	1.5	1.6	0.9	1.5	1.4	2.3	Ca ²⁺
2.5	2.5	3.2	0.7	4.1	4.8	4.6	5.5	4.8	4.7	4.2	Na ¹⁺
5.6	5.6	2.0	1.2	4.2	5.4	6.6	6.6	6.3	5.8	6.7	K ¹⁺
(14.4)	(5.0)	(3.5)	(3.6)	(3.5) ²	(2.3) ²	(3.6)	(3.4) ²	(3.1)	—	(1.3) ²	H ₂ O
100.0	99.9	99.8	99.6	100.0	100.0	99.9	100.0	99.9	100.1	99.6	
180	173	180	183	178	174	174	175	175	—	172	Anjoner/ 100 kat- joner

- Tab. 3 { 1: Mörk, fink. Grythytteskiffer (2 analyser)
Dark, fine-grained Grythyttan shale (2 analyses)
2: Skiffergnejs (medelv. av 13 analyser)
Veined garnet gneiss (mean value of 13 analyses)
- lg-7g: Mörkt gråblå, fink. metaarenit (oligoklasgnejs)
Dark grayish-blue, fine-grained meta-arenite (oligoclase gneiss)
- lh-4h: Ljus, finkornig metaarenit
Light, fine-grained meta-arenite
- lz-3z: Ögonförande granitgnejs
Porphyritic meta-argillite
- le-6e: Grå, medelk., granitoid gnejs
Gray, medium-grained, granitic gneiss
- 1F-12F: Grå, medelk. — fink. Stockholmsgranit
Gray, medium — fine-grained Stockholm granite
- lb-3b: Röd, fink., yngre granit
Red, fine-grained young granite
- la-11a: Gråröd, småporfyrisk, yngre granit
Grayish-red, porphyritic, young granite
- x: Grå, förskiffrad Stockholmsgranit
Gray, schistose Stockholm granite

- ¹ G = Kemiskt generalprov
Chemical general sample
- S = Spektrografiska analyser, medelvärde
Spectrographical analyses, mean value
- SG = Spektrografiskt generalprov
Spectrographical general sample

² Glödningsförluster helt räknade som H₂O
Losses by ignition calculated as H₂O

Ett substansutbyte av nyss omtalat slag beskrives av Ramberg (1952, s. 263—64) från ett gnejsområde på västra Grönland. K, Na, Si, O och H₂O antages ha blivit utdrivna från de ursprungligen djupare belägna områdena av gnejsen, som befinner sig i granulitfacies, till de lägre metamorfa delarna av berggrunden.

Detta innebär, att motsvarande mängder av de basiska komponenterna antingen vandrar mot djupet eller att en ansvällning av de granitiserade bergarterna sker, samtidigt som de djupare regionerna minskar i volym. Båda fallen resulterar i en ökad basicitet inom den på djupet befintliga berggrunden.

Trots betydande metasomatiska förändringar i samband med metamorfosen av skifferna har dessa i större utsträckning än de nyss omtalade gråvackorna förmått bibehålla sina ursprungs-karaktärer, vilket tidigare framgått. Förutom den volymmässigt viktiga vattenavgången från skifferna i samband med metamorfosen skedde en minskning av Al-halten och en samtidig ökning av Si och Ca. Förändringarna av Fe, Mg och alkali vid övergången från skiffer till granatådergnejs var enligt de tillgängliga analyserna tämligen små (märk särskilt alkali). Detta till trots (s. 43) förutsattes en icke obetydlig alkalitillförsel (företrädesvis K). Det nämnda substansutbytet har emellertid sällan blivit så stort, att skiffergnejsen förlorat sin kemiska karaktär av metaargillit. Än mindre har materialutbytet i någon större utsträckning förmått åstadkomma bergarter av granitisk sammansättning inom nämnda områden, vilket möjligen förklarar den sparsamma förekomsten av granit i de centrala skifferområdena.

Den granitoida gnejsen 1e—6e i tab. 6, kolumn 6, betecknar ett ganska långt framskridet stadium i den granitiseringsprocess, vilken leder till de yngre graniterna. Detta framgår också tydligt av de sex gnejsernas Nigglivärden *al*, *alk*, *fm* och *c* inom koordinatsystemen i diagram 2. Dessa visar alla jämnt stigande eller fallande värden i relation till *si*-talen i likhet med de yngre graniterna (diagram 12). På samma sätt finner man, att punkterna för den molprocentuella fördelningen av K_2O , Na_2O och CaO i gnejserna (diagram 3) är väl samlade och till läget nära sammänfaller med motsvarande för de yngre graniterna (diagram 11). Som väntat är dock granitpunkterna något mera forskjutna åt triangelns K_2O -hörn.

Yngre graniter och pegmatiter

Petrografisk beskrivning

De yngre, palingena, breccierande graniterna inom Stockholmsområdet kallas sedan gammalt »Stockholmsgraniter» och innefattade ursprungligen såväl grå som röda varieteter (bl. Stockholm 1863). Inom bladet Rydboholm (1871) inskränker Erdmann benämningen till att gälla bergarter av vad han kallar grannkornig, dvs. finkornig natur, med grå eller röd färg, liknande dem, som förekommer i Stockholm eller dess omedelbara omgivning, till skillnad från mera grovkorniga graniter. Trots den sålunda givna definitionen låter Erdmann på samma kartblad termen Stockholmsgranit omfatta även de stora massor av medelkorniga, småporfyriska, vanligen gråröda graniter, som finns inom bladets norra delar.

Någon skarp gräns mellan de olika granitvarieteterna förekommer vanligen ej, varför några särskilda lokalnamn är onödiga för dem. Dock skall nämnas, att termen Stockholmsgranit i senare tid ofta kommit att användas för att beteckna

yngre, småkorniga graniter långt utanför Stockholmstrakten, medan de grövre, småporfyriska varieteterna inom Bergslagen benämns Enkullengraniter.

Ett stort antal författare har tid efter annan ägnat sig åt Stockholmsgraniterna och med dem förbundna problem. Av dessa skall i första hand nämnas Törnebohm (1880—82), Brögger och Bäckström (1887), Holmquist (1906), Geijer (1908, 1913), Sundius (1948) och Loberg (1959).

På grund av ovannämnda arbeten är Stockholmsgranitens mineralogiska och petrografiska egenskaper så välkända, att de här endast skall behandlas relativt kortfattat. Större utrymme skall i stället ges åt bergartens kemiska och genetiska förhållanden.

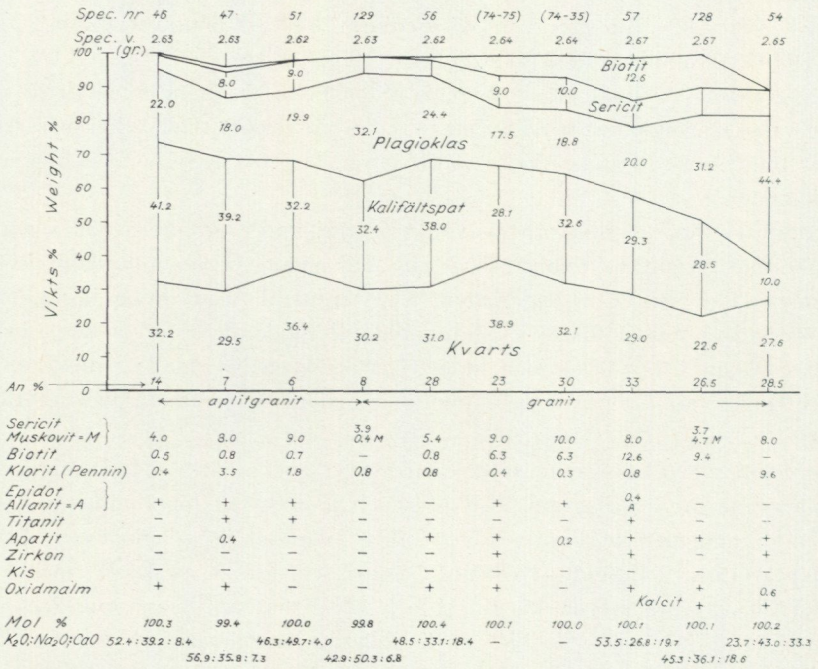
Strukturen hos de småkorniga, vanligen grå, yngre graniterna är xenomorft jämnkornigt granitisk, ibland med enstaka något större mikroklinfältspater, tvillingbildade efter Karlsbaderlagen. En viss parallellanordning hos glimmermineralen kan ibland förmärkas, sannolikt till följd av flytföreteelser, särskilt i smalare gångar. Härtill kommer inom vissa zoner en betydande granulering och förskiffring inom bergarten, tillhörande en yngre deformationsperiod (Loberg 1959).

Den mineralogiska sammansättningen av tio grå, medel — finkorniga, yngre graniter framgår av diagram 8. Kvarts och kalifältspat förekommer i ungefär lika stora mängder, vardera i något större kvantitet än plagioklasen. Biotiten är pleokroitisk i ljusgult—rödbrunt. Mineralen saknas praktiskt taget i de aplitgranitiska varieteterna 46, 47, 51 och 129 i diagram 8, men utgör i övriga graniter c:a 5—13 vikts-%. Biotiten är ibland kloritomvandlad. Anortithalten i plagioklaserna är inom aplitgraniterna 6—14 % och i de normala graniterna 23—33 %. Som sekundärmineral uppträder i plagioklasen vanligen sericit med 5—10 vikts-%. Kvartsen är alltid undulös i växlande omfattning, vilket tyder på att ett visst riktat tryck fortfarande existerade vid granitens kristallisation. Kalifältspaten är mestadels en fintrådig mikroklinpertit och förtränger eller innesluter ofta plagioklasen. Myrmekitbildning och antipertitisk plagioklas påträffas i mycket liten utsträckning. Accessoriskt tillkommer oxidmalm, pyrit, magnetkis, epidot (allanit), titanit, apatit och zirkon.

Prov 46 och 47 har tagits ur 1/2 m-breda aplitgångar, som genomsätter den basiska gnejsgraniten i Gribbylundstrakten. Båda är ytterst finkorniga (0.2—0.4 mm) med xenomorfa kornstrukturer. Det mest saliska, rödaktigt grå provet 46 är helt massformigt, medan en tydlig parallellanordning förekommer hos kloriten i prov 47 (diagram 8). Antingen representerar de två gångarna olika intrusioner med betydande tidshiat, av vilka den första ägde rum, då det riktade trycket upphört, eller också måste parallellanordningen i kloriten tolkas som fluidalstruktur. Den bandning inom Stockholmsgraniterna, som man ofta möter dels i gångar, dels i gränsen mot gnejserna, har behandlats ganska utförligt av Brögger redan 1887 (s. 312—14). Han benämner företeelsen gränsfluidalstruktur och betraktar denna som en primär struktur, bildad före granitens stelnings. Bland annat stöder sig Brögger på likartade iakttagelser från Oslofältets

Diagram 8. Variationen i den mineralogiska sammansättningen hos grå, yngre, medel — finkorniga graniter från Stockholmsområdet.

Variation of the mineralogical composition of gray, young, medium — fine-grained granites from the Stockholm area.



46. Aplit, rosagrå, finkornig, V om Löttinge gård, 1.5 km N om Gribbylund (gång).
Aplite, pinkish gray, fine-grained (dike).
47. Aplit, grå (något stänglig), finkornig, V om Löttinge gård, 1.5 km N om Gribbylund (gång).
Aplite, gray (with weak lineation), fine-grained.
51. Aplitgranit, ljusgrå, finkornig, 350 m V om hpl, Lahäll.
Aplite granite, light gray, fine-grained.
129. Aplitgranit, vitgrå, finkornig, Bergshamra, Solna.
Aplite granite, whitish gray, fine-grained.
56. Granit, svagt rödgrå, medelkornig, 1 km N om Danderyds k:a.
Granite, faintly reddish gray, medium-grained.
- 74—75. Granit, svagt rödgrå, medelkornig, Svalnäs, 1 km SO om Lahäll.
Granite, faintly reddish gray, medium-grained.
- 74—35. Granit, grå, finkornig, Vasastaden, Stockholm.
Granite, gray, fine-grained.
57. Granit, grå, finkornig, 1 km N om Danderyds k:a.
Granite, gray, fine-grained.
128. Granit, grå, medelkornig, NV om sjön Trehörningen, Saltsjöbaden.
Granite, gray, medium-grained.
54. Granit, grå, medel — finkornig, Norrtäljevägen, 200 m O om viadukt, Enebyberg.
Granite, gray, medium — fine-grained.

eruptivbergarter, vilka i motsats till Stockholmsgraniterna är helt fria från deformationsstrukturer, men som också i gränsen mot omgivningen ger upphov till en bandning, som i detta fall måste tolkas som gränsfluidal. Givetvis får man också

räkna med att bandningen i vissa fall härrör från i graniten inneslutna och partiellt assimilerade gnejspartier.

Lokalt möter man inom de grå graniterna blekrött färgade partier, som vanligen står i direkt samband med sprickor eller krosszoner och efterhand sprider sig utåt från dessa. Upphovet till rödfärgningen är ett finfördelat järnoxidpigment inom plagioklasens vittringsprodukter. Detta pigment kan antingen ha bildats genom oxidation via sprickorna av tidigare inom fältspaten förefintligt tvåvärt järn eller också vara sekundärt tillfört från inom sprickorna cirkulerande lösningar.

Ett par utbildningsformer, som man endast finner hos de grå Stockholmsgraniterna, är fläck- och klotgraniter. Ingen av dessa intressanta granityper skall här närmare behandlas, då de tidigare blivit föremål för ett ingående studium bl. a. i följande arbeten: Brøgger—Bäckström (1887), Geijer (1908, 1913), Fromm (1943) och Sundius (1948). Det skall här endast nämnas, att fläckgranitutbildning synes vara tämligen allmänt förekommande och att flera nya lokaler har påträffats, bl. a. vid Brogrenen på Lidingö och i Vällingby—Hässelbytrakten.

Inom det tidigare anförda förskiffringsstråket, som löper genom Stockholms södra delar och som utskildes av Holmquist (1921 a), finner man kraftigt tektoniserade grå Stockholmsgraniter. Dessa är speciellt markerade på kartan Pl. 1. Området med gång efter annan återkommande förskiffringszoner har en ansevärd bredd alltifrån Nackaantiklinalen i söder till i höjd med Lilla Värtan i norr och omfattar bl. a. hela Södermalm och Essinge—Gröndalstrakten. Loberg (1959) har ingående studerat ifrågavarande graniter samt deras struktur och tektonik i området vid Renstiernas Gata på Söder (se även s. 29).

Vid kartbladsarbetet visade det sig, att graniter identiska med de anförda förekommer i ett stort antal fall inom den nämnda förskiffringszonen, såväl i mindre gångar som i större massiv. Bergarten är till det yttre tämligen lik den oförskiffrade graniten men har genom krossningen antagit en något mörkare färgton. Därtill kommer en ofta tydlig skiffriighet eller stänglighet, som dock sällan är tillräckligt påtaglig för att utplåna det massformiga intryck, som graniten f. ö. ger. En utpräglad planförskiffring kan å ena sidan studeras i bergarten NV om sjön Trekanten i Gröndalsområdet, medan å andra sidan en extremt välutvecklad lineärstruktur påträffas i massivet väster om Storängen, invid Nackas nya kommunalhus. De vita stänglarna i den sistnämnda (se fig. 17) utgöres av granulerad kvarts. Vid de fortsatta karteringsarbetena på kartbladen Stockholm SV och NV har en med den omgivande berggrundens tillsynes konform stänglighet och/eller skiffriighet flerstädes iakttagits inom tydligt intrusivt uppträdande Stockholmsgraniter, såsom på Ekerön, Lovön, i Södertäljeområdet m. fl. trakter.

Parallellstrukturen hos graniterna inom dessa vitt skilda områden torde knappast ha uppkommit i samband med den av Loberg beskrivna, sena, kataklastiska deformationen, vilken enligt Holmquist (1921 a) huvudsakligen varit begränsad till den ovannämnda, tämligen smala förskiffringszonen. Preliminärt torde man i



Fig. 17. Stänglig, grå, medel- till finkornig Stockholmsgranit. Kommunhuset, Nacka. — Foto P. H. Lundegårdh.

Schistose, gray, medium- to fine-grained Stockholm granite. Nacka city.

stället kunna uppfatta graniten som en något äldre generation av Stockholmsgraniten, intruderad vid en tidpunkt, då den sensvekofenniska orogenesens tryckverkningar ännu ej upphört.

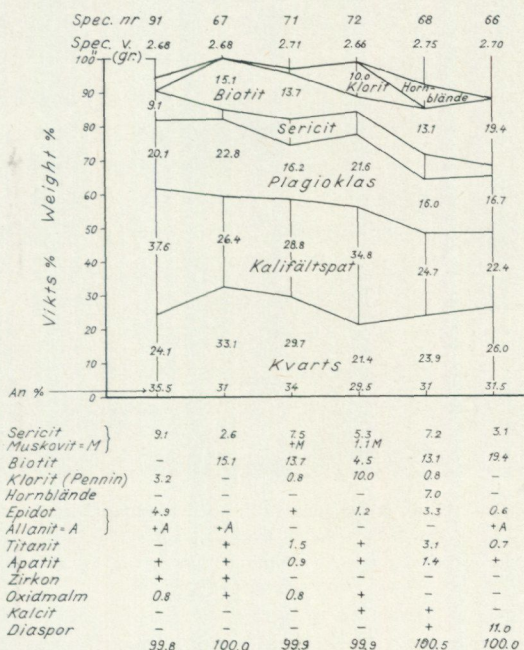
Den mineralogiska sammansättningen av sex förskiffrade graniter framgår av diagram 9. På grund av krossningen i bergarterna är de planimetriska mätningarna något mindre tillförlitliga. Dock synes tydligt den nära släktskapen med övriga Stockholmsgraniter. Den kataklastiska förskiffringen i bergarterna har i första hand gått ut över kvartsen, som genomgående är granulerad och kraftigt undulös samt biotiten, som bildar små parallellanordnade fjäll. Fältspaten har vanligen klarat sig bättre, men förekommer dock i betydande utsträckning som kantiga, nedkrossade korn. Sekundärmineraliseringen är kraftig och belagd genom sericitisering i plagioklasen, kloritisering av biotiten och epidotnybildning.

Tre av de sex proven har en lätt mörkt rödgrå färgton, vilken helt kan tillskrivas en järnoxidpigmentering i den sericitiserade plagioklasen.

Skapolit och flusspat har av författaren påträffats endast i den förskiffrade grå graniten. Samma mineral har också observerats av Geijer (1913) i de graniter på Heleneborgsgatan och söder därom, som är belägna inom förskiffringszonen. Likaså har Loberg noterat skapolit (dipyr) bland sina graniter. Man kan möjligen på grund härav förmoda, att nämnda mineralisering är likåldrig med för-

Diagram 9. Variationen i den mineralogiska sammansättningen hos förskiffrade, grå, yngre, medel — finkorniga graniter från Stockholmsområdet.

Variation of the mineralogical composition of schistose, gray, medium — fine-grained, young granites from the Stockholm area.



- 91. Rödgrå, finkornig, Gröndal.
Reddish gray, fine-grained.
- 67. Mörkgrå, d:o, Långholmen.
Dark gray, do.
- 71. Mörkgrå, d:o, Storängen, Nacka.
Dark gray, do.
- 72. Mörkt rödgrå, d:o, Nybacka, Björknäs, Värmdö.
Dark reddish gray, do.
- 68. Mörkt rödgrå, d:o, Drottninghamn, Sicklaön.
Dark reddish gray, do.
- 66. Mörkgrå, d:o, Storängen, Nacka.
Dark gray, do.

skiffringen. Geijer å sin sida anser, att skapoliten bildats under den efter granitbildningen vidtagande, pneumatolytiska aktiviteten, som även åstadkommit fläckgranitbildningen. Dubbelbrytningen i skapoliten (prov 66) bestämdes till 0.015, vilket enligt Winchell (1959, s. 352) ungefär motsvarar en dipyr med 35 % av mejonitmolekylen. Flusspat anträffades som smärre violetta korn omedelbart framför Högalidskyrkan på Söder.

Allanit (ortit) är en rätt karakteristisk komponent i såväl den normala som den förskiffrade grå graniten. Mineralen förekommer mestadels som rektangulära, mer eller mindre isotropa, orangegula korn, ibland omgivna av en smal epidotrand.

Hornblände har iakttagits i ett fall (prov 68) med pleokroism från ljusgrönt till mörkt blågrönt. De av Geijer (1913, s. 127) anförda, hornbländeförande gra-

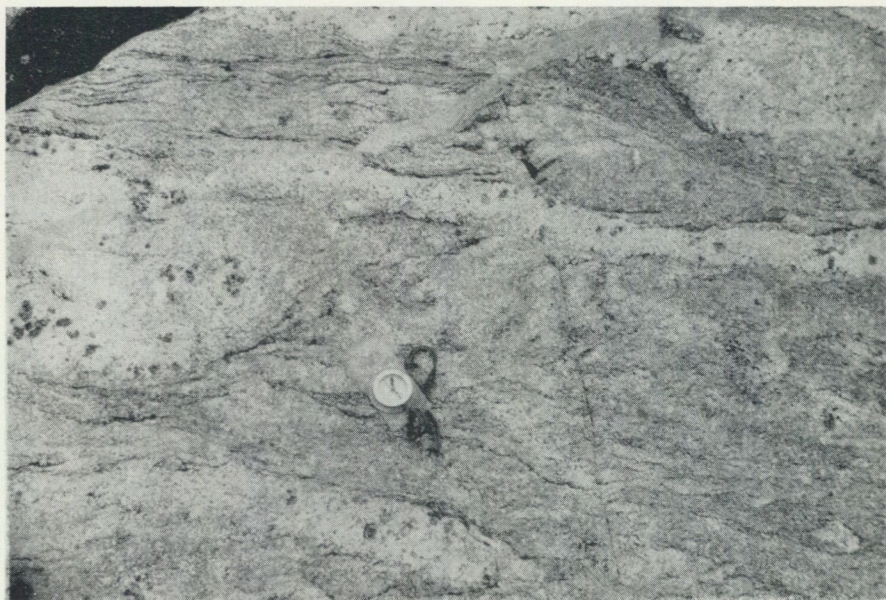


Fig. 18. Rikligt granatförande, serorogena aplit- och pegmatitådror i en gråvackebetonad gnejs. Kostervägen, Baggeby, Lidingö.

Graywacke-gneiss with abundant garnets, concentrated in the serorogenic aplite and pegmatite veins. Kostervägen, Lidingö.

niterna vid Heleneborgsgatan ligger också inom förskiffringszonen. Enligt analys av honom (1913, s. 147) är hornbländet järnrikt och återfinnes i såväl biotitfria, aplitiska sekretgångar som i biotitförande pegmatiter. Författaren har själv blott vid ett tillfälle inom Stockholmsgraniterna iakttagit en hornbländeförande gång, nämligen en dm-bred pegmatit-aplit i trakten av Högalidskyrkan.

Av tab. 6 framgår den katjonprocentuella sammansättningen av ett generalprov från den ovan nämnda stängliga graniten i Nacka (kolumn 11).

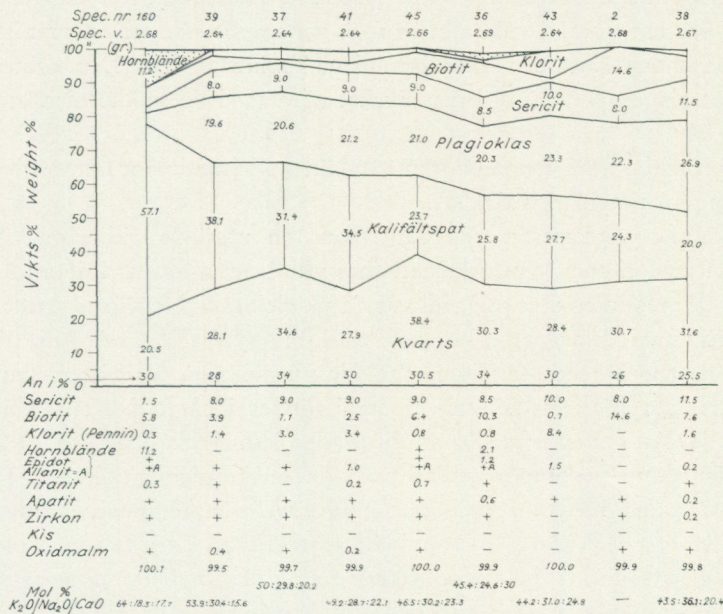
Jämfört med de oförskiffrade grå graniterna 1F—12F i samma tabell, kolumn 7, är den stängliga graniten något Si-fattigare, men i motsvarande grad rikare på Fe, Al, Ca och Mg i nämnd ordning. Antingen kan förskiffringen ha medfört ovan nämnda substansutbyte, vilket torde vara mest sannolikt, eller också utgör graniten i fråga en ovanligt basisk varietet av Stockholmsgraniten, vilket också förekomsten av hornblände skulle tyda på.

I den grå graniten eller med denna associerade apliter och pegmatiter påträffas ej sällan små idiomorfa granatkristaller, vilket är av intresse, då det visar, att vi jämsides med den helt dominerande syntektoniska granatbildningen särskilt i det serorogena¹ skedet också måste räkna med en posttektonisk sådan.

¹ I motsats härtill har P. H. Lundegårdh för Eskilstunaområdets del antagit en huvudsakligen tidigorogen bildning för mineralen granat, cordierit och sillimanit. I stället torde den tidigorogena granatbildningen ha varit tämligen måttlig, vilket bäst illustreras av mineralets sporadiska uppträdande inom Utö-antiklinalens pålagrade sediment, vilka i stor utsträckning undgått den serorogena regionalmetamorfosen.

Diagram 10. Variationen i den mineralogiska sammansättningen hos medelkorniga — småporfyriska, yngre graniter från Stockholmsområdet.

Variation of the mineralogical composition of medium-grained — porphyritic, young granites from the Stockholm area.



- 160. Blekröd, grovkornig kvartssyenit, Vikdalen, Nacka.
Pale red, coarse-grained quartz-syenite.
- 39. Röd — rödgrå, medelkornig — småporfyrisisk granit, S om Vallentunasjön.
Red — reddish gray, medium-grained — porphyritic granite.
- 37. Röd — rödgrå, d:o, 500 m SV Skålhamra, NV om Vallentunasjön.
Red — reddish gray, do.
- 41. Röd, d:o, Visinge, 2 km SO om Vallentunasjön.
Red, do.
- 45. Röd, d:o, O om Täby kyrka.
Red, do.
- 36. Grå, d:o, Stolpaskogen, Gribbylund.
Gray, do.
- 43. Rödgrå, d:o, Visinge, Täby s:n.
Reddish gray, do.
- 38. Gråröd, d:o, Smedstugan, 1.5 km S Täby k:a.
Grayish red, do.

Denna sistnämnda granatbildning kan ibland vara ganska omfattande, t. ex. i ett fall på västra Lidingö invid Kostervägen, där aplitiska—granitiska och pegmatitiska ådror i gnejsen är helt späckade med homogena granatindivider (fig. 18).

Medan de småkorniga, övervägande grå Stockholmsgraniterna huvudsakligen uppträder i mindre, uppsplittrade massiv, ofta konformt inlagrade i ådergnejserna (se kartan Pl. 1), återfinns de rödgrå, medelkorniga — småporfyriska varieteterna mestadels inom de större massiven med ett mot ådergnejserna mera självständigt uppträdande.

Den sistnämnda graniten är övervägande gråröd—rödgrå, men även rent grå

typer förekommer (prov 36 i diagram 10). Den röda färgen betingas mestadels av kalifältspatens sannolikt primära järnoxidpigmentering. Kornstorlekar på ett par mm dominerar i grundmassan, medan de karakteristiska rektangulära Karlsbadertvillingbildade mikroklinpertitporfyroblasterna vanligen är 0.5—1 cm eller högst ett par cm stora. Strukturen är f. ö. xenomorft isometriskt granitoid, men en viss idiomorfi kan förmärkas hos plagioklaskristallerna. Den mineralogiska sammansättningen överensstämmer mycket nära med de småkorniga graniternas (diagram 10).

Kvartsen bildar vanligen stora, sammanhängande, undulösa fält, i vilka en viss granulering ibland gör sig märkbar.

Mikroklinporfyroblasterna uppvisar i stort en utpräglad idiomorfi med välutvecklade prismazoner, ehuru kristallernas ytterbegränsningar i detalj är flikiga. Kristallerna innesluter ofta små, idiomorfa plagioklastavlor, vilkas centrala, kraftigt sericitiserade delar omges av en inneslutningsfri albitrand. Anortithalten i den nästan genomgående sericitomvandlade plagioklasen varierar mellan 25 och 34 % (diagram 10)¹. Sistnämnda mineral företer i några fall en tydlig zonarbyggnad, där An-halten från kärnan till randen kan sjunka med c:a 10 %.

Biotit är oftare penninomvandlad än i de småkorniga graniterna. Pleokroismen är på grund härav något annorlunda med grönare toner, såsom smutsigt gröngul—grönbrun. Vidare har hornblände antecknats i tre fall med pleokroism i ljust gulgrönt—grönt—blågrönt. Rikligast företrätt är detta mineral i en röd, medel—grovkornig kvartssyenit (prov 160), som påträffats lokalt i ett par 1/2—1 m stora inneslutningar i en f. ö. normal, småporfyrisk, röd granit i Vikdalen och invid Augustendals bilfabrik NV om Storängen, Nacka. Accessorier, företrädesvis titanit, är vidare något vanligare än i den grå graniten.

De inom Stockholmsgraniterna uppträdande pegmatiterna och apliterna synes i huvudsak vara identiska med de större och överskärande pegmatiter och apliter, vilka återfinnes inom ådergnejsformationen (se härom tidigare, s. 37). Man kan förmoda, att utgångsmaterialet till såväl graniterna (i första hand de grå) som pegmatiterna i stor utsträckning hämtats ur härför väl avpassade led inom sedimentgnejserna (se föreg. kap.). Enligt O. Brotzens utförliga beskrivning av pegmatiterna i Stockholmsområdet (1959, s. 10—20) innehåller vissa av dessa grå, andra åter röd mikroklin. De förra återfinnes ofta invid de grå granitkropparna, medan de senare i allmänhet är yngre och har ett mera självständigt uppträdande. Zonering är vidare mindre vanlig i de grå pegmatiterna, medan de röda tämligen ofta är uppdelade i en fältspatrik, marginal och en kvartsrik, central zon. De röda pegmatiterna återfinnes mestadels utanför sedimentgnejsområdena och förekommer rikligt inom gnejsgranittrakterna² i nordöstra delen av kartan Pl. 1. Till de röda typerna räknas de välkända, stora och på sällsynta mineral ytterst rika pegmatiterna vid Ytterby, Härsbacken, Isättra m. fl.

¹ I ett fall invid Norrtäljevägen norr om Hägernäs förekommer nära invid en krosszon en intensivt sericitiserad plagioklas i de småporfyriska graniterna. Denna antar makroskopiskt en starkt gulgrön färg och skulle ofelbart ha förväxlats med epidot, om ej mikroskopering utförts.

² Ej sällan påträffas inom dessa områden hornbländekristaller i de röda pegmatiterna, såsom på Bullerholmen och Moholmen SV resp. NO om Resarö.



Fig. 19. Gråröd, medelkornig till småporfyrisk granit som brottstycke i finkornig, röd granit. Edsberg, Sollentuna, kartbladet Stockholm NV.

Grayish red, medium-grained to porphyritic granite, brecciated by fine-grained, red granite. Edsberg, Sollentuna. Map-sheet Stockholm NW.

De yngre graniternas kemiska förhållanden

Följande, för detta arbete gjorda, kemiska och spektrografiska analyser av yngre graniter finns specificerade i analysbilagan. Härutöver presenteras i tab. 6, kolumn 7—11, analysmedelvärdena för de olika granittyperna, omräknade till katjonprocent.

1. Generalprov av tolv olika grå, medel — finkorniga Stockholmsgraniter (1F—12F), av vilka åtta är från området mellan Djurgården och Bergshamra, två från Solna och två från Fisksätra—Saltsjöbaden (kemisk analys).
2. Generalprov på stänglig, grå Stockholmsgranit från massivet kring Nacka kommunalhus (spektrografisk analys; tidigare behandlad, se s. 90).
3. Spektrografisk analys av elva gråröda, medelkorniga — småporfyriska, yngre graniter (1a—11a), väsentligen från de nordvästra delarna av bladet Stockholm NO (betr. lokalangivelser, se analysbilagan). Härutöver är prov 1a—11a sammanlagda till ett kemiskt analyserat generalprov.
4. Spektrografisk analys av tre finkorniga, röda, yngre graniter (1b—3b) från Sollentuna- och Näsby Park-områdena (lokaler, se bilagan).

Analyserna av de småporfyriska graniterna (1a—11a) ger mycket ensartade värden, och någon skillnad kan ej heller förmärkas mellan prov tagna i centrum av det stora granitmassivet kring Viggbyholm (4a) och de marginalt belägna proven 3a och 5a (se analysbilaga).

Nära ansluten till och ofta bevisligen yngre än de småporfyriska graniterna är den röda, finkorniga graniten 1b—3b (tab. 6, kolumn 8).

Den enda kemiska skillnaden av betydelse mellan nämnda graniter består i

att den finkorniga, röda typen är något rikare på alkalier och motsvarande fattigare på kalk. Den torde på grund härav kunna uppfattas som en något senare intruderad variant av den småporfyriska graniten. Vackra belägg härför ger de lokaler inom Edsbergsområdet i Sollentuna, där distinkta brottstycken av den sistnämnda förekommer i den finkorniga graniten (fig. 19).

De grå och de småporfyriska, gråröda graniterna står varandra också kemiskt mycket nära, som framgår av tab. 6, kolumnerna 7, 9 och 10. Den enda skillnaden av betydelse är, att den förstnämnda visar något högre halt av Fe, Mg, Al och OH samt aningen lägre värde för Si. Möjligen kan detta bero på att den grå graniten i föreliggande fall synes vara uteslutande ett derivat av gråvacke- och skiffersedimenten. I den grövre graniten däremot måste man räkna med att även leptitgnejsjer och sura gnejsgraniter lämnat bidrag till totalsammansättningen (se s. 100).

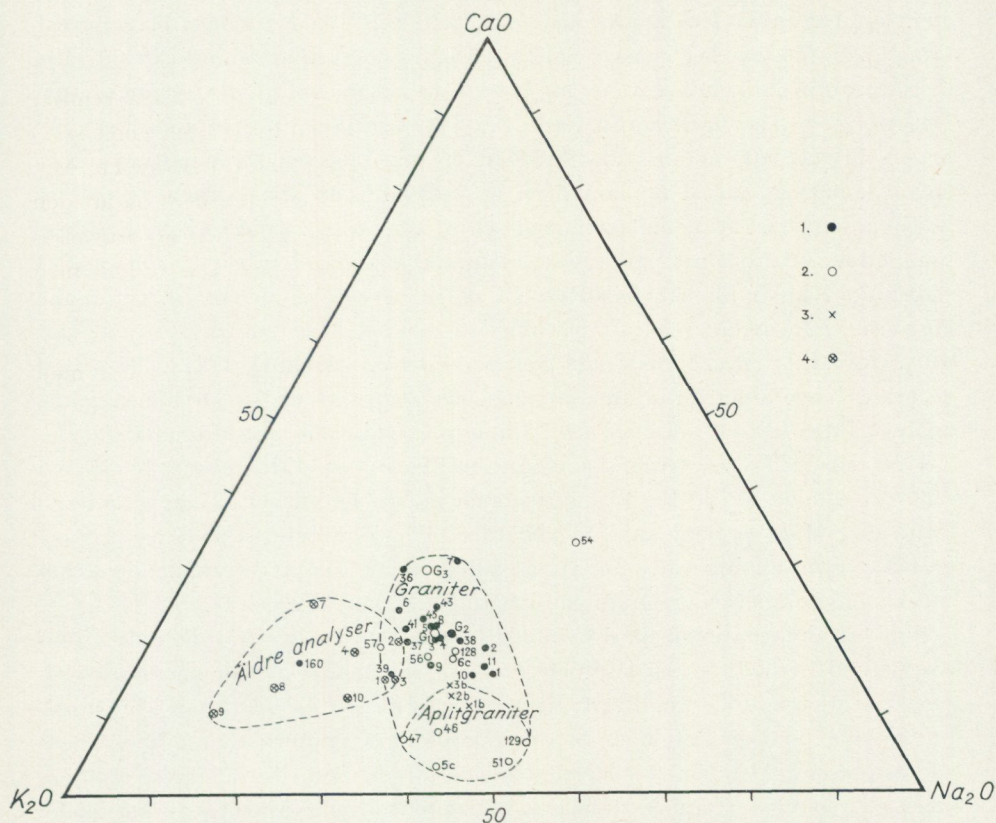
Den kemiska analysen av generalprovet 1F—12F av grå, yngre granit motsvaras av följande beräknade mineralsammansättning:

kvarts	31.1	sericit	8.6
kalifältspat	20.7	biotit	9.7
plagioklas { Ab	23.2	apatit	0.3
{ An	6.1	titanit	0.2
		fluorit	0.2
			<hr/> 100.1

Vid en approximativ jämförelse mellan ovannämnda mineralsammansättning och den modala medelsammansättningen enligt diagram 8 (aplitgraniterna undantagna) framgår, att den förstnämnda ger för lågt värde på kalifältspaten och motsvarande något för högt värde för plagioklasen. En bättre överensstämmelse ernås, om vi liksom tidigare i de grå gnejserna förutsätter, att c:a 20—30 vikts-% Ab ingår i den mikroklinpertitiska kalifältspaten, medan samtidigt 7.5 % Or antages ingå i plagioklasen. Möjligen kunde också vid beräkningen av den mineralogiska sammansättningen ur den kemiska analysen en del aluminium fått bilda korund i stället för sericit, varvid ytterligare kalium skulle lösgöras för kalifältspatbildning. Vi kan här liksom i tidigare fall (s. 81) notera ett måttligt och tämligen svårplacerat aluminiumöverskott. Den mol.-procentuella fördelningen mellan K_2O , Na_2O och CaO , beräknad ur kemiska och spektrografiska analyser, samtliga av yngre graniter från Stockholmstrakten och dess närmaste omgivningar, framgår av diagram 11. Den litteratur, ur vilken analyserna hämtats, jämte lokalangivelser framgår av den bifogade figurtexten. Härutöver tillkommer motsvarande oxidförhållanden framräknade ur de planimetriskt utförda analyserna i diagrammen 8 och 10. Om man bortser från de äldre analyserna 4, 7, 8, 9 och 10 samt de planimetriska analyserna 160 och 54, bildar punkterna ett mycket samlat fält, vilket tyder på en långt framskriden homogenisering av graniterna. De mera aplitgranitiska och marginalfaciesbetonade graniterna samlar sig till fältets nedre, kalkfattigare del. Beträffande de avvikande analyserna kan följande noteras. Prov 160 är en mycket sällsynt, kvartssyenitisk varietet av den

Diagram 11. Fördelningen av K_2O , Na_2O och CaO (mol.-%) i Stockholmsområdets yngre graniter.

Distribution of K_2O , Na_2O , and CaO (mol.-%) in young granites from the Stockholm area.



1. Grå, medel — finkornig granit (*Gray, medium — fine-grained granite*): G_1 = Kemiskt generalprov, se analysbilagan. 46, 47, 51, 129, 56, 57, 128, 54 = Planimetriska analyser (diagram 8). 5 c och 6 c = Parkv. stn, Djursholm, Sthlm NO, resp. N om Drevvikens stn, Sthlm SO (Sundius 1948). D:o, förskiffrad: Spektrografiskt generalprov G_3 (analysbilagan X).
Do. schistose.
2. Röd, medel — finkornig granit: 1 b—3 b. Spektrografiska analyser (analysbilagan).
Red, medium — fine-grained granite.
3. Äldre analyser av Stockholmsgraniter (*Old analyses of Stockholm granites*): 4, 7, 8, 9, 10 = nr 61 (1887), 139, 89, 71 och 65 (1870-talet) ur W. Larsson (1932). 1, 2, 3 (nr 50, 77 och 49 resp.) analyserade kring sekelskiftet.

småporfyriska graniten (s. 92) och kan därför ur kvantitativ synpunkt helt negligeras. Prov 54 åter är en grå, finkornig granit ur en meterbred bank, inlagrad i den granitoida, grå gnejsen. Graniten i fråga är möjligen en *in situ*-granitisationsprodukt, vilken ännu ej frigjort sig från sin omedelbara omgivning. Liksom gnejsen har den därför fortfarande ett visst underskott av kalium jämfört med

den normala Stockholmsgraniten. Samtliga åtta ålderdomliga analyser har inringats i ett särskilt fält i diagrammet. Gentemot de tre yngre av dessa, nr 1, 2 och 3, kan inga speciella invändningar göras, då de väl ansluter sig till övriga analyser. De andra fem analyserna, 4, 7, 8, 9 och 10, däremot, vilka utfördes kring 1870—80, avviker ganska markant. Det är högst anmärkningsvärt, att alla de äldsta proven konsekvent ger för höga kalivärden jämfört med genomsnittet. Den troliga förklaringen härtill torde vara, att man vid ifrågavarande tidpunkt hade svårighet att få tillförlitliga värden på den inbördes fördelningen mellan kali och natron, varvid bestämningen av kali hade en viss tendens att ge för höga värden.¹ Det är de omtalade analyserna, som i första hand givit Stockholmsgraniterna rykte om att vara de kalirikaste graniterna i urberget. Om man i stället tar hänsyn till kalimedelhalten i de modernare analyserna, visar denna ett värde, som endast med ett par tiondels procent överstiger motsvarande för de petrografiskt mycket likartade Bohusgraniterna (Asklund 1947). På grund av ovanstående anser författaren, att man har goda skäl till att utesluta nämnda analyser i den fortsatta diskussionen, åtminstone vad gäller alkaliförhållandena.

I ett arbete om »de svioniska graniternas genes» ger Magnusson (1938) en sammanställning av de kemiska förhållandena hos Bergslagens yngre graniter i form av grafiskt presenterade Niggilivärden. För jämförelsens skull har samma grafiska framställning valts för att åskådliggöra de kemiska förhållandena hos Stockholmsområdets yngre graniter (diagram 12 a, b, c, d, e och f).

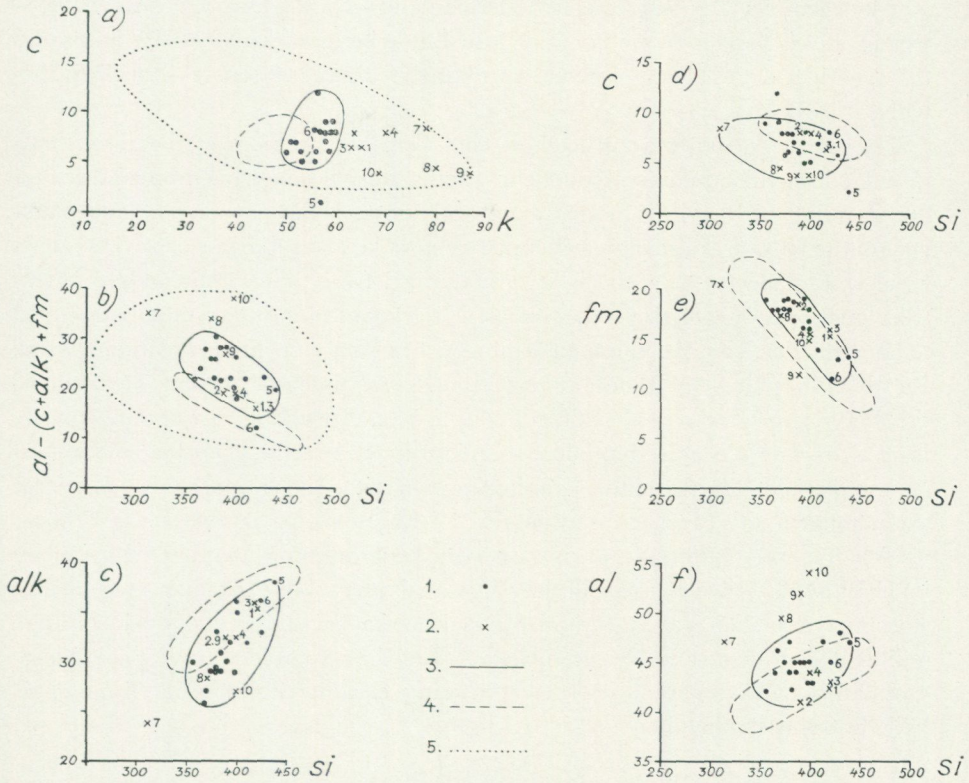
Punktspridningen inom de sistnämnda — om man bortser från de äldsta analyserna, vilka erhållit en särskild beteckning — är ungefär av samma storleksordning som motsvarande för Bergslagsgraniterna. Härav följer, att man i huvudsak har samma homogenitet inom Stockholmsområdets graniter som i Bergslagens yngre graniter. Det bör emellertid nämnas, att de flesta Stockholmsgranitanalyserna är hämtade från de stora granitområdena i nordväst delen av kartbladet Stockholm NO, och det är möjligt, ehuru långt ifrån säkert, att homogeniteten skulle ha varit något mindre utpräglad, om de små massivens graniter i större utsträckning blivit representerade. Men även Bergslagsgraniterna är till viss del hämtade ur större granitmassiv, varför jämförbarheten torde bli relativt god. Magnusson gör själv i fig. 10 och 11 i sitt arbete en jämförelse mellan sensvioniska graniter från egentliga Bergslagen å ena sidan och sensvioniska graniter från Södermanland och Närke å den andra. Han finner därvid, att de förstnämnda graniterna kemiskt är väl samlade, medan en betydande spridning föreligger bland de senare (diagram 12 a, b). Magnusson tänker sig på grund härav, att homogeniteten hos de yngre graniterna blir alltmer påtaglig, ju mer man avlägsnar sig från åderförgreningens centralzon, dvs. från den zon, där enligt Magnusson granitbildningen började.

De stora, inringade spridningsfälten för Södermanland—Närkegraniterna i diagram 12 a och b kan nog delvis förklaras av att de sistnämnda hämtats från en mycket stor yta, jämfört med motsvarande Bergslagsgraniter, med allt, vad detta

¹ Enligt muntligt meddelande från fil. lic. Kurt Fredriksson vid SGU:s geokemiska laboratorium.

Diagram 12 a, b, c, d, e och f. Grafisk framställning av Niggli värdena för modernare och äldre analyser av Stockholmsområdets yngre graniter.

Old and new analyses of young granites from the Stockholm area with their Niggli values graphically presented.



Som en jämförelse anföres i enlighet med Magnusson (1938) utbredningsområdena för motsvarande värden hos Bergslagens yngre graniter samt i diagram 12 a och b utbredningsområdena för yngre graniter från Södermanland och Närke.

In the above diagrams the Niggli value distributions are compared with similar values for the younger granites of Bergslagen previously published by Magnusson (1938).

Moreover the distribution area of granites from Södermanland and Närke is seen in diagram 12 a and b.

1. Moderna analyser av Stockholmsgraniter.
New analyses of Stockholm granites.
2. Äldre analyser av Stockholmsgraniter.
Old analyses of Stockholm granites.
3. Utbredningsområde för Stockholmsgraniter.
The distribution area of Stockholm granites.
4. Utbredningsområde för Bergslagsgraniter.
The distribution area of granites from Bergslagen.
5. Utbredningsområde för graniter från Södermanland och Närke.
The distribution of granites from Södermanland and Närke.

Följande analyser är hämtade från analysbilagan:

- 1 a—11 a jämte kemiskt generalprov = 12 st.
- Kemiskt generalprov 1 F—12 F = 1 st.
- 1 b—3 b = 3 st.

Nummer 5 och 6 är från Sundius (1948).

De äldre analyserna 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 och 10 motsvaras av följande nummer i tur och ordning hämtade ur W. Larsson (1932): 50, 77, 49, 61, 139, 89, 71, 65.

för med sig i fråga om möjligheter till lokala variationer. Vidare är samtliga av de från medeltalet mest avvikande analyserna ålderdomliga — utförda på 1870-talet — med det osäkerhetsmoment, detta innebär (se s. 96). Gränsdragningen mellan egentliga Bergslagen och Södermanland—Närke blir också något godtycklig. Bl. a. skulle, om tre analyser från Lindesbergsområdet i stället hänfördes till egentliga Bergslagens graniter, spridningen bland de senare öka högst betydligt.

Det vill synas, som om närhelst ett eller flera massiv inom ett begränsat område kommit till utbildning, oavsett avståndet till ådergnejszonen en viss kemisk homogenitet erhålles i de motsvarande graniterna. Dyliga massivbildande palin-gengraniter uppvisar i många avseenden så stora kemiska likheter över vidsträckta arealer, att man frestas antaga, att graniterna i fråga skulle representera eutektiska smältor av något slag, vilka endast i begränsad omfattning modifierats med hänsyn till den kemiska sammansättningen hos sina respektive utgångsmaterial. En dylig uppfattning stödes av de kemiska relationerna mellan Stockholms- och Bergslagsgraniterna enligt diagram 11 a, b, c, d, e och f. De något olikartade lägena för de båda granitområdenas punktgrupper kan möjligen bero på att utgångsmaterialet för respektive granitgrupper varit något annorlunda. Det visar sig nämligen, att Stockholmsgraniterna är något rikare på *al* och ger högre värden för *al*-överskott + *fm*, medan Bergslagsgraniterna åter har något högre innehåll av *alk*. Med hänsyn till det ringa analysmaterialet kan man med mycket stor reservation antaga, att ovannämnda kemiska karaktärer tyder på ett mera sedimentogent ursprung för graniterna i Stockholmsområdet än för Bergslagsgraniterna, vilka senare i större utsträckning erhållit sitt material från leptit-hälleflintseriens vulkaniter.

De yngre graniternas uppkomst, utbredning och uppträdande

De yngre graniterna visar till alldeles övervägande del ett intrusivt uppträdande mot sin omgivning. De innesluter i vissa fall, såsom i norra delarna av Stockholms stad, så mycket brottstycken av den äldre berggrunden, att det ur karteringssynpunkt blir svårt att avgöra vilket element, som dominerar (fig. 20). Vid andra lokaler åter, t. ex. inom Järfällaområdet, där ursprungligen gråvackebetonade, men f. n. granitoida gnejser dominerar, kan ibland en viss tveksamhet råda, om en viss bergart skall betecknas som granit eller gnejs¹. Det är i områden av sistnämnda slag, som man emellanåt blir tvungen att tänka sig Stockholmsgraniterna bildade genom *in situ*-granitisering (fig. 21). Det nuvarande ytsnittet torde vara representativt för en i vertikal led tämligen bred zon av jordskorpan, där ett växelspel förekommit mellan palingena processer och *in situ*-granitisering. Alla stadier av granitbildning är representerade inom området, från de tidigare

¹ Den inbördes fördelningen mellan gnejs och granit i området framgår av Sundius' karta (1948).



Fig. 20. Grå plagioklasgnejsgranit genomsatt av rödgrå, medel- till finkornig Stockholmsgranit. Polhem, öster om Kallhäll, bladet Stockholm NV.

Gray granodiorite intruded by reddish-gray, medium- to fine-grained Stockholm granite. Map-sheet Stockholm NW.

omtalade, grå, granitoida gnejserna med sitt förmodade gråvackeursprung och sina relikta s-tytor via ofullständigt homogeniserade granit-pegmatitmigmatiter till de helt massformiga, klart överskärande Stockholmsgraniterna.

De migmatitiska granit- och pegmatitområdena upptar mycket stora arealer, och bergarterna inom dessa kännetecknas av en oregelbunden kornighet, där småkorniga och pegmatitiska partier avlöser varandra. Migmatitens sedimentgnejsursprung framgår i första hand av de rikligt uppträdande inneslutningarna med biotitrika, sliriga band. Dessa utgör sannolikt rester från sedimentseriens mera skifferbetonade delar och representerar stora järn-magnesiumkoncentrationer, vilka de granitiserande och homogeniserande agentierna icke förmått avlägsna eller utjämna.

Vi måste förmoda, att de rikligt förekommande graniterna i det aktuella området i stor utsträckning har bildats i samband med palingena processer under eller nära invid det nuvarande ytsnittet och i första hand ur sådana bergarter, som varit bäst ägnade för granitbildning (gråvackor). Det härigenom från sitt omedelbara sammanhang lösgjorda plastiska granitmaterialet har sedan på bred front trängt upp och assimilerat eller breccierat den av granitisering och migmatitbildning karakteriserade, omgivande berggrunden.

Ser man på de yngre graniternas utbredning i stort inom Stockholmstrakten, så finner man, att dessa i betydande omfattning är knutna till områden, där inslaget av gråvackebetonade sediment ursprungligen spelat en stor roll. I motsats

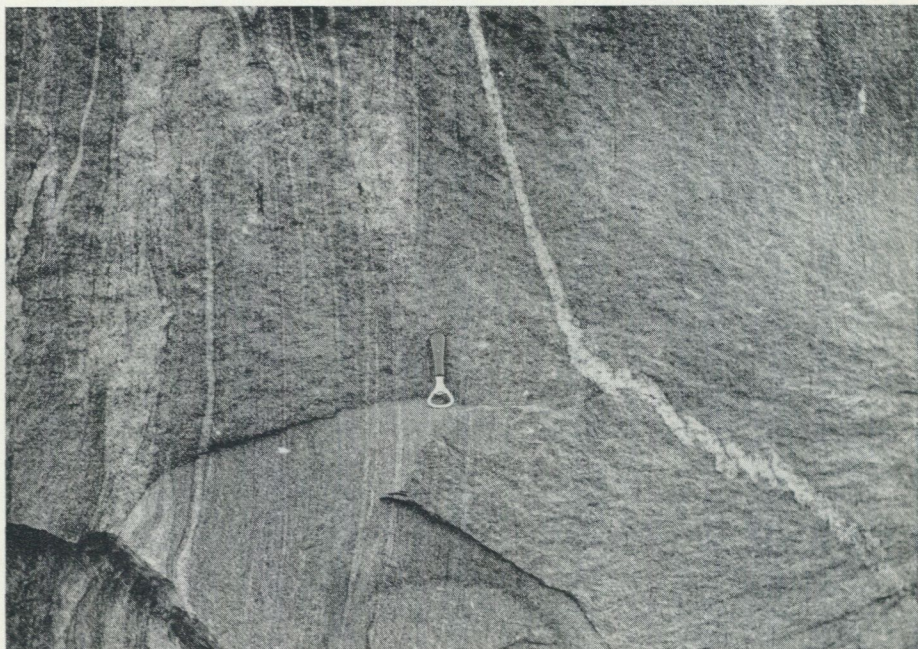


Fig. 21. Grå, granitoid gnejs (vänster), successivt övergående i grå Stockholmsgranit (höger). Björkhagens station. — Foto P. H. Lundegårdh.

Gray granitic gneiss (left), successively passing into gray Stockholm granite (right). Björkhagen railway station.

härtill har vi de av skiffer dominerade områdena i gnejsernas centralzon, där yngre graniter är betydligt mindre företrädda och vanligen endast påträffas i form av små, skarpt avgränsade massiv eller gångar. Vidare finner man ibland stora, yngre granitmassiv inom de av författaren som antinklinalområden betraktade gnejsgranit-granitgnejs-leptitgnejsområdena. I dylika fall torde leptitgnejserna i viss utsträckning ha bildat utgångsmaterial för graniterna, varvid man i första hand tänker på de kalirika leden. På norra Kårsön inom bladet Stockholm NV kan man t. ex. studera ett fall, där röd, finkornig leptitgnejs utan gräns övergår i en massformig, röd granit av yngre typ. Röda leptitgnejsjer eller röda gnejsgraniter, som utgör granitiseringsprodukter av de förstnämnda, torde också ingå (se härom tidigare) i de stora, av yngre, gråröda, småporfyriska graniter uppbyggda områdena inom norra delarna av kartbladen Stockholm NO och NV. Belägg härför utgör ej sällan påträffade partier av dylika bergarter, vilka vagt avgränsas från den yngre graniten, t. ex. vid ett mindre stenbrott i Skogberga mitt emellan Ullnasjön och Vallentunasjön. En viss stänglighet, möjligen nedärvd från en tidigare, sur gnejsgranit, har ofta iakttagits och kan studeras särskilt väl i ett mindre, under arbete varande stenbrott i Ensta.

Ovannämnda observationer talar för att utgångsmaterialet till graniterna i det aktuella området skulle vara sura gnejsgraniter och leptitgnejsjer. Samtidigt tydde emellertid resultaten av den kemiska undersökningen (s. 98) på ett mera

sedimentogent ursprung för ifrågavarande graniter än för motsvarande inom Bergslagen. Så länge som inte ett betydligt större antal analyser är tillgängliga från det berörda granitområdet, får man tydligen nöja sig med att konstatera, att material av såväl sedimentärt som eruptivt ursprung torde ingå i detsamma.

Massivet har för övrigt ett utpräglat intrusivt uppträdande och bildar bl. a. gångar i och breccierar den omgivande plagioklasgnejsgraniten. En viss parallellstruktur i nämnda gångar torde vara av fluidalt ursprung.

Liksom i Stockholmstrakten har vi inom Eskilstunaområdet enligt Lundegårdh (1960 a) en skiffergnejszon längst i söder, praktiskt taget fri från yngre graniter, medan områdena norr därom och vidare in på Västeråsbladet (Lundegårdh 1954) domineras av sannolikt ursprungliga gråvackesediment, vilka i stor omfattning är associerade med yngre, grå graniter. Dessutom beskrives från norra delen av Eskilstunabladet gråröda, småporfyriska, delvis stängliga, yngre graniter, vilka antages bildade genom *in situ*-granitisering av leptitgnejsjer och/eller gnejsgraniter. Ju mer vi närmar oss det centrala Bergslagen med avtagande inslag av vittringssediment, desto större betydelse torde led ur leptit-hälleflintserien ha haft som utgångsmaterial för de yngre graniterna. Ett visst tecken på detta är, att de yngre graniterna allt oftare visar röda färger, bl. a. i sådana fall, där ett nära sammanhang med röda leptitgnejsjer kan påvisas (jfr Malingsbograniten). Redan inom det nyssnämnda Eskilstunabladet synes huvuddelen av de yngre, ofta röda graniterna ha haft ett leptitgnejsursprung.

I kontrast härtill, ehuru ganska måttligt accentuerat, står de vanligen gråtonade graniterna med gråvacke- och/eller skifferursprung (Lundegårdh 1959).

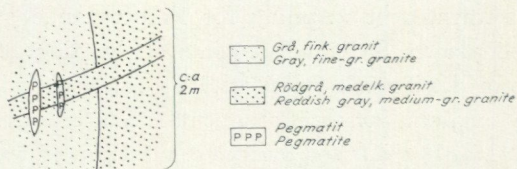
Ovanstående antyder, att ursprungsmaterialet till de yngre graniterna i allmänhet är lokalbetonat och härstammar från den underliggande eller närmast omgivande berggrunden, vilket också i någon mån antyddes av den kemiska jämförelsen mellan Stockholmsgraniterna och de yngre graniterna inom Bergslagen (se s. 98).

Det kan antagas, att de tämligen obetydliga granitintrusionerna inom skiffergnejserna i första hand är ett uttryck för dessa bergarters ringa benägenhet att låta sig omvandlas till graniter. En begränsad granitbildning torde dock ha ägt rum, företrädesvis inom de djupare delarna av skiffergnejserna (s. 82), fram emot den tidigare omtalade, kemiska diskontinuitetszonen invid gränsen mot den underlagrande leptit-hälleflintserien.

En viss ansamling av det granitiska materialet upp mot skifferbäckenets tak har sannolikt ägt rum (jfr Magnusson 1938) via de små granitiska intrusiven inom skiffergnejserna. Det är möjligt, att de förstnämnda endast utgjort tillloppskanaler för i högre nivåer intruderade, större, yngre massiv, vilka genom erosionen avlägsnats från det nuvarande ytsnittet. Härom vet vi emellertid inget med säkerhet, men mycket talar för att endast tämligen små granitkvantiteter sökt sig upp genom skiffarna. Man borde eljest vänta sig ett betydligt rikare inslag av granitmassiv inom de skilda nivåer av dessa, som det nuvarande ytsnittet utgör.

De yngre graniterna, apliterna och pegmatiterna uppträder ofta i flera, skarpt

Fig. 22. Tre generationer av yngre granit. Hagagatan, Solna.
Three generations of young granite.



från varandra avgränsade generationer, ett förhållande, som redan Brøgger (1887) beskrivit ganska utförligt. Någon distinkt lagbundenhet i detta avseende har ej kunnat spåras av författaren. I likhet med tidigare kända förhållanden torde dock i allmänhet de mera saliska och aplitiska granitvarieteterna vara yngst. Dessutom är i de flesta fall pegmatiterna yngre än graniterna. Huvuddelen av graniterna, apliterna och pegmatiterna har dock det gemensamt, att de är tydligt yngre än och skarpt överskärande i förhållande till de sannolikt övervägande venitiska kvarts-fältspatsliorna i ådergnejserna. Endast i de fall där en mera påtaglig *in situ*-granitisering förekommer, såsom inom vissa delar av gråvackegnejsområdena, är den ovannämnda åldersrelationen mera oklar.

Nedan ges tvenne exempel, som visar skilda fall, där graniter och pegmatiter uppträder i olika generationer.

Det ena exemplet är från Hagagatan i Solna, där man av skissen i fig. 22 kan se tre olika granitgenerationer, för vilka den inbördes åldersrelationen mellan de två äldsta, skarpt från varandra avgränsade graniterna ej säkert framträder, medan den yngsta graniten gångformigt genomsätter de övriga. En röd, zonart byggd sekretionspegmatit genomsätter i sin tur den yngre graniten. Det andra exemplet är från Kallhällsområdet, där en grå gnejsgranit successivt genomsättes av fyra olika generationer av yngre granit och pegmatit (se fig. 23).



Fig. 23. Fyra generationer av yngre granit och pegmatit genomsättande grå plagioklasgnejsgranit. Polhem, öster om Kallhäll nära invid vägen mot Enköping, kartbladet Stockholm NV.

Four generations of young granite and pegmatite cutting gray, primorogenic granodiorite.



Fig. 24. Ögonförande granit av förmodat skiffergnejsursprung. Kärrtorp. — Foto P. H. Lundegårdh.

Porphyritic granite, probably of meta-argillitic origin. Kärrtorp.

Ytterligare en annan lokal, c:a 500 m ONO om Tyktorp på Lidingö, belyser den yngre granitens stora genombrytande kraft samt förekomsten av magmatiska strömningar inom densamma. En breccierad kvartsdioritisk gnejsgranit förekommer här som 2—3 m stora brottstycken, vilka roterats så, att de nu ligger i upp till 90°:s vinkel i förhållande till varandra.

Ögonförande granitoid skiffergnejs

En för skiffergnejserna relativt ovanlig utbildningsform är en granitoid, ögonförande typ, som påträffas dels i mindre områden mellan Brännkyrka och Solberga samt i en tunn zon på södra Farstalandet och dels i ett långsträckt, smalt stråk från Årsta över Enskede och Kärrtorp till Erstaviken i SO (Pl. 1). Bergarten i de förstnämnda områdena har en mineralogisk sammansättning, som helt överensstämmer med de typiska skiffergnejsernas (tab. 2, 117 a). Den skiljer sig dock från dessa genom en riklig förekomst av tämligen jämnt fördelade, blekröda kalifältspatögon och ett relativt massformigt utseende. Av slipprov framgår, att såväl kalifältspat som plagioklas bildar tavelformade, regellöst ordnade individ. De förstnämnda dominerar kvantitativt och är mestadels större, 5—10 mm, medan plagioklaserna är 1—2 mm och i enstaka fall upp till 5 mm. Kvartsen

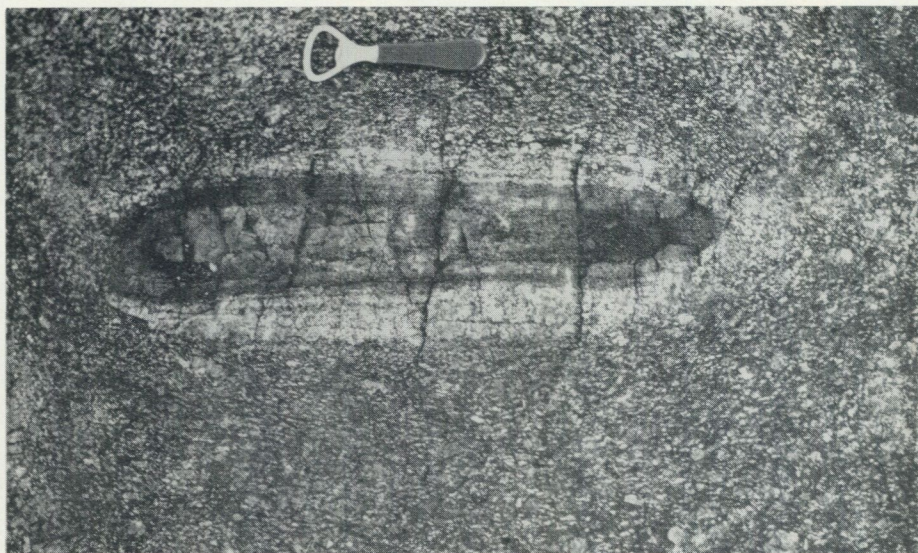


Fig. 25. Brottstycke av ljus metaarenit inneslutet i ögonförande, granitiserad och mobiliserad skiffergnejs. Kärrtorp. — Foto P. H. Lundegårdh.

Fragment of light meta-arenite in porphyritic granite, the latter interpreted as granitized and mobilized meta-argillite. Kärrtorp.

bildar stora, undulösa och fältuppdelade ytor, vilka ofta omsluter plagioklas-tavlorna. Dessa är delvis helt fyllda med sericit eller större muskovittavlor. Den bruna biotiten ligger regellöst infogad mellan fältspattavlorna. Den massformiga bergarten finns endast i zoner på mellan en och tio meters bredd och avlöses åt sidorna successivt av en mera ordinär, biotitlirig skiffergnejs. På grund härav måste bergarten sannolikt uppfattas som en *in situ*-bildning ur nämnda skiffergnejs.

I det andra och betydligt större stråket från Årsta till Erstaviken, vilket tidigare beskrivits av Sundius (1948, s. 23), har den ögonförande skiffergnejsen en mikrostruktur, som helt överensstämmer med den ovan beskrivna, med undantag av att ögonen i detta fall helt utgöres av plagioklastavlor, vanligen 3—7 mm stora eller i enstaka fall upp till 10 mm. Bergartens utseende framgår av fig. 24 från Kärrtorp. Den har ofta en ytterst massformig, granitoid prägel inom små områden och uppvisar då ett plastiskt, alternativt intrusivt uppträdande gentemot omgivande bergarter, ett förhållande, som icke förut varit känt. Sålunda finner man NO om Enskede idrottsplats brottstycken av gnejsgranit, som inneslutes i den massformiga ögonförande skiffergnejsen. Detsamma är förhållandet i Kärrtorp, där rikligt med distinkt avgränsade brottstycken av såväl gnejsgranit som ljus metaarenit förekommer (fig. 25). En planimetrisk analys av ett prov från Enskede gav följande approximativa mineralsammansättning i vol.-% :

Kvarts 38, plagioklas 33 (An-halt i medeltal av tre prov = 26 %), kalifältspat 3, sericit 5, biotit 20, klorit 1 samt något grafit.

Lokalt utgör plagioklasen ända upp till 50 vol.-% av bergartens massa. De

spektrografiska analyserna av ögonförande skiffergnejser (1z—3z, se analysbilagan) visar, att så dock vanligen icke kan vara fallet, emedan kalium och natrium i dessa, uttryckt i katjonprocent, föreligger i ungefär lika kvantiteter. De tre analyserna visar f. ö. mycket jämna värden, och medeltalet av dem i katjonprocent framgår av tab. 6, kolumn 5. Av en jämförelse med den grå Stockholmsgraniten, kolumn 7 i samma tabell, framgår, att den sistnämnda är fattigare på järn och magnesium men rikare på kalk och alkali, företrädesvis kalium. Sannolikt torde skillnaderna mellan de båda analysmedelvärdena bero på att den ögonförande skiffergnejsen huvudsakligen direkt härstammar från skiffergnejser med högt järn-magnesiuminnehåll och låga kalk- och alkalihalter, medan den grå graniten oftare haft ett mera gråvackebetonat ursprung (se s. 82), med högre kalk-alkalihalter och lägre ursprunglig koncentration av järn och magnesium. Alkalimetasomatosen och den samtidiga järn-magnesiumavgången har av allt att döma icke varit tillräckliga för att i nämnda fall ur skiffergnejserna kunna frambringa en normal granit av Stockholmsstyp, utan vi har i stället erhållit den här omtalade, relativt massformiga, ögonförande skiffergnejsen (jfr Σ alkali i tab. 6 för skiffergnejsen = 8.1, för den ögonförande skiffergnejsen = 8.3 och för Stockholmsgraniter = 11.2)¹.

De omtalade bergarterna torde ha bildats genom en homogeniserings- och omkristalliseringsprocess av ursprungliga skiffergnejser vid en gentemot omgivningen något förhöjd temperatur. Ett kraftigt metasomatiskt jonutbyte måste samtidigt förutsättas, väsentligen innebärande ett tillskott av Si och alkali (i ovannämnda fall företrädesvis Na) och en bortförel av Al, Mg, Fe och H₂O, vilket i praktiken motsvarar en normal granitisering. Man kan i princip förmoda, att de ögonförande områdena i huvudsak är identiska med de partier av skiffergnejserna, i vilka de mest intensiva metasomatiska förändringarna har skett, dvs. där graniteringen varit mest framträdande.

Möjligt är, att de fortsatta karteringarna på kartbladen Stockholm SV och SO kommer att visa, att dylika ögonförande, mer eller mindre massformiga skiffergnejser har en betydligt större utbredning, än som hitills har kunnat konstateras.

Sammanfattning

Tidigare omnämndes det förhållandet (s. 18), att basiska eruptiv, tillhörande den så kallade intra-orogena epoken av den svekofenniska orogenesisen, huvudsakligen uppträdde inom antiklinalområden, vilka bildats i det tidigoro-gena skedet (Pl. 1). Detta antydde en sannolikhet för att sprickbildningar och intrusioner kunnat försiggå inom antiklinalerna, samtidigt som vecknings- och

¹ Den mol.-procentuella fördelningen av K₂O, Na₂O och CaO för analyserna 1z—3z framgår av diagram 3. Analyspunkterna är väl samlade och tyder på en alkali-kalkbalans likartad med den, som råder inom Stockholmsgraniterna och de grå, granitoida gnejserna.

migmatitiseringsföreteelser ägt rum inom de med sedimenten utfyllda synklinaler-na. Genom en successiv nedbrytning av de tidigorogent uppdrivna antiklinalområdena och samtidigt därmed sjunkande geotermiska isograder avsvalnade dessa efterhand. Detta resulterade i en ökad tektonisk kompetens och skapade betingelser för de nämnda sprickbildningarna med åtföljande intrusioner. Stigande geotermiska isograder inom synklinaler-na bidrog samtidigt till att minska kompetensen inom de här avlagrade sedimenten. De tangentiellt riktade orogena krafterna kom därför i detta skede att i huvudsak utlösas inom de inkompetenta synklinalområdena. På så sätt skulle en kontinuerligt fortskridande svekofennisk orogenes kunna förklaras trots de intra-orogena eruptiven, och den tidigare åsikten om tvenne, skarpt avgränsade veckningsfaser eventuellt ifrågasätts.

Vissa förändringar av de tangentiella huvudtryckriktningarna torde emellertid ha skett under orogenesens fortskridande inom kartbladsområdet. Den statistiska behandlingen av veckaxlar, lineationer och förskiffringar inom kartbladsområdet visar, att två olika, distinkt avgränsade deformationsriktningar förekommer. I båda fallen är veckaxlar och lineationer till synes bildade syngenetiskt med förskiffringsplanen. Detta vore knappast att vänta, om lineationerna i huvudsak antogs vara yngre än förskiffringarna och bildade vid en gentemot dessa diskordant riktad rörelse, vilket tidigare allmänt förmodats (Holmquist 1916).

I den föregående framställningen konstaterades, att de kemiska förändringar, som åstadkoms vid den regionala metamorfosen av sedimentseriens kvartsrika led — såsom kvartsiterna och (sub)gråvackorna — varit tämligen obetydliga med undantag för begränsade, marginalt uppträdande, kemiska omvandlingar (Gavelin 1960). Detta förhållande har icke beaktats av Sundius (1947), som tror sig kunna förklara granatådergnejsernas uppkomst genom en kraftig metasomatisk omvandling av så kallade femiska leptiter, identiska med de ovan anförda (sub)gråvackorna, i samband med urgraniternas framträngande. I stället torde det vara ursprungliga skiffrar av samma natur som dem, vi möter inom Grythyttområdet och på östra Utö, vilka ligger till grund för de inom vidsträckta arealer dominerande granatådergnejserna.

Vi har tidigare sett (s. 39 och 84), att de metamorfa processer, som överförde de lågmetamorfa skiffrarna till granatådergnejs, i stort sett innebar ett tillskott av Si, Ca och alkali (företrädesvis K) och en samtidig bortförel av Al, H₂O, (Mg och Fe). Detta har för skiffrarnas del ur kemisk synpunkt i praktiken inneburit en successiv granitisering, vilken emellertid sällan, möjligen med undantag för de i föregående kapitel anförda, ögonförande, granitoida skiffergnejserna och de i skiffergnejserna sporadiskt uppträdande Stockholmsgraniterna, har varit av den omfattningen, att slutprodukten berövats sin metaargillitiska karaktär. Som framgår härav, innebär övergången från skiffrar till granatådergnejs i och för sig ingen anrikning av Si och alkali, som eventuellt kunnat ge upphov till bergarter av granitisk sammansättning. Tvärtom har ett tillskott av nämnda komponenter erfordrats utifrån, sannolikt, som tidigare antagits, närmast från den underlagrande leptit-hälleflintserien.

I sina undersökningar över Sörmlandsgnejserna inom Kantorpsområdet kommer Magnusson till en uppfattning, som vid första påseende kraftigt skiljer sig från den ovan framförda. Han finner, att åderförgnejsningen i stora drag inneburit en stegring av halterna av Al, Fe, Mg och H_2O och en samtidig minskning av Si, Na, K och Ca. Det iögonfallande motsatsförhållandet mellan Magnusson och författaren beträffande substansutbytet i samband med åderförgnejsningen, sådant det framgår av vad som nu sagts, förklaras av att de båda författarna arbetat på var sin sida om den kemiska diskontinuitetszonen mellan leptit-hälleflintserien och sedimentgnejserna. Magnusson har i stor utsträckning hållit sig inom den egentliga leptit-hälleflintserien med dess järnmalmer, medan författarens material uteslutande är hämtat från sedimentgnejsterrängerna. Ökningar av vissa substanser inom den ena serien motsvaras till fullo av minskningar inom den andra, vilket stöder den av författaren tidigare hävdade åsikten, att det metasomatiska jonutbytet över nämnda diskontinuitetszon haft en stor betydelse för granitbildningen. Det är intressant att se, hur de båda undersökningarna sålunda komplettera varandra, vilket också i någon mån bekräftar riktigheten av de framförda synpunkterna. Möjligen måste emellertid en del av Magnussons material räknas till sedimentgnejserna, vilket också framhållits såväl av Magnusson själv som av Sundius och författaren (s. 62). Författaren delar emellertid inte Sundius' uppfattning, att större delen av Magnussons material skulle ha sedimentgnejsursprung. Om så vore fallet, måste emellertid en annan förklaring sökas till den bristande överensstämmelsen mellan Magnussons och författarens resultat.

I motsats till författaren antar Magnusson, att det väsentliga substansutbytet åstadkommit med hjälp av från djupet härrörande, pneumatolytiska och hydrotermala lösningar, vilka sökt sig fram genom berggrunden, ömsom tillförande och ömsom bortförande material. Av tvenne anledningar avvisar Magnusson den av honom själv formulerade tankegången, att tillskottet av Al, Fe, Mg och H_2O skulle kunna komma från den på nämnda element rika skiffergnejsen och att en motsvarande borttransport av Si, Ca, Na och K kunde ha ägt rum från den på kvarts och alkalier rika leptit-hälleflintserien. Hans första skäl härför är, att skiffergnejserna i verkligheten undgått en metasomatisk omvandling i samma riktning som de omgivande leptit-hälleflint- och grönstens-urgranitserierna och icke i motsatt riktning, vilket man borde ha väntat sig, om Al och de femiska komponenterna transporterats ut i omgivningen.

Det andra skälet är, att de inom kartområdet närvarande skiffermängderna på intet sätt skulle räcka till att åstadkomma de erforderliga kvantiteterna av ovannämnda komponenter.

Som stöd för sitt första skäl har Magnusson endast två analyser av skiffergnejser, nämligen nr V och VI (se tab. 3 å s. 40 i detta arbete), av vilka enligt författaren nr VI har en för skiffergnejser ytterst ordinär sammansättning beträffande såväl Al som Mg och Fe. I analys V åter är det endast den ovanligt höga Al_2O_3 -halten, 24.47 %, som avviker från det normala. Det finns emellertid

ingen direkt anledning till förmodan, att denna skulle bero på en sekundär anrikning, vilket Magnusson tror. Dyliga höga Al_2O_3 -halter i metaargilliter är ej ovanliga, ehuru i föreliggande fall ingen av de tretton analyserade gnejserna i tab. 3 når upp till nyssnämnda värde. Som exempel kan nämnas, att Sundius (1916, s. 282) från Grythyttfältet ger exempel på två partiella kemiska analyser av skiffrar från skifferbrotten, vilka ger Al_2O_3 -värden på 22.90 % respektive 23.60 %, dvs. halter av samma storleksordning som i den här diskuterade skiffergnejsen. Författaren tror, att det snarast rör sig om en tillfällighet, att en dylik Al-rik skiffer utvalts till analys, och under alla omständigheter torde knappast denna enda analys kunna leda till alltför vittomfattande slutsatser. Järn- och magnesiumhalterna i de båda skiffrarna ligger för övrigt betydligt under medelhalten för Grythytteskiffrarna i tab. 3, vilket snarare tyder på en utarmning än ett tillskott av Mg och Fe i de båda proven.

Beträffande Magnussons andra skäl kan anföras, att fördelningen mellan leptit- och sedimentserierna, sådan den framgår av den nuvarande kartbilden, knappast motsvarar den, som förelåg vid tidpunkten för de metasomatiska omvandlingarna. Vi kan på goda grunder räkna med att sedimentgnejserna ursprungligen intog betydligt större arealer än för närvarande och att i föreliggande fall genom isostatiska höjningar av sedimentationsbäckenets stora delar av sedimenten blivit avlägsnade genom erosionen. På grund härav kan mycket väl Al, Fe, Mg och H_2O ha erhållits från en tidigare överlagrande skiffergnejs, vilken icke finns representerad i det nuvarande ytsnittet. Som en direkt följd av ovanstående framställning torde knappast de yngre graniterna, såsom Magnusson antar, ha kunnat bildas ur skiffermaterial genom någon slags selektiv utskiljning av Si, Ca, Na och K i samband med den sensvekofenniska regionalmetamorfosen. I stället assimilerade skiffrarna de ovan nämnda, från underlaget härrörande komponenterna under samtidigt utstötande av Al, H_2O , Mg och Fe, dock vanligen ej i sådan omfattning, att granitiska bergarter kom till utbildning. Inom de till sin kemiska sammansättning graniterna relativt närstående gråvackorna åstadkom emellertid ovannämnda substansutbyte en granitbildning i stor skala. Den omständigheten, att utbredningsområdet för gråvackegnejserna och de yngre graniterna i betydande utsträckning sammanfaller, talar härför. En jämförelse mellan yngre graniter från Stockholmsområdet respektive Bergslagsområdet beträffande deras kemiska sammansättning antyder vidare den möjligheten, att ursprungsmaterialet till Stockholmsgraniterna är något mera sedimentogent än motsvarande för Bergslagsgraniterna, där ett ökat inslag från leptit-hällefliintseriens vulkaniter kan förmodas.

Slutligen skall framhållas, att förutsättningen för ådergnejs- och granitbildningen i Stockholmstrakten har varit den ständigt fortgående insänkningen och utfyllnaden av sedimentsynkinalerna och inom dessa jämsides härmed stigande geotermiska isograder (se s. 24). I de på volatiler rika sedimenten kom härvid efterhand palingena uppsmältningar till stånd inom de djupast nedsänkta delarna, medan samtidigt åderförgnejsningen ägde rum i något högre nivåer. I riktning mot lägre temperaturområden tog granitisationsföreteelserna alltmer överhan-

den. En successivt fortskridande insänkning av orogenzonen i sin helhet kom efterhand också att få sina verkningar inom antiklinalområdena i vars djupaste delar mobiliseringar kom till stånd av surare led (sura leptiter och urgraniter), vilket även här utmynnade i bildningen av yngre graniter och pegmatiter. Då de tangentiellt sammanpressande krafterna avtog i orogenesens slutfas, sökte sig de granitiska smältorna upp via de spricksystem, som efterhand kom till utbildning. Ömsom uppträdde de breccierande, ömsom inordnade de sig konformt med lagerställningen i den överlagrande berggrunden. Den fortskridande tryckavlastningen inom orogenzonen bidrog till att nya sprickor öppnades eller att äldre, av graniten utfyllda sådana återbildades, varvid plats erhöles för nya intrusioner. På detta sätt kan de ovan anförda, olika granit- och pegmatitgenerationerna förklaras.

Summary: Aspects of the Sörmland Gneisses in Eastern Sweden

The genesis of the Sörmland gneisses in the eastern part of Middle Sweden has been discussed in several papers ever since the end of last century. Many different opinions have appeared, the gneisses being considered sedimentary as well as magmatic at various occasions. Not until the year 1936 was a penetrating investigation of the gneisses carried out by Magnusson in the Kantorp area. According to him the gneisses are composed of three different primary elements, namely (from oldest to youngest):

1. The leptite-hälleflint series (mostly volcanics but also chemical sediments such as limestones and banded iron-ores).
2. The Larsbo—Mälar—Grythytt series (according to the present author mostly sediments such as quartzites, (sub)graywackes—graywackes, and argillites with scanty intercalations of basic volcanics), and
3. The oldest Archean infracrustal rocks (gabbro, diorite, tonalite, granodiorite, granite).

The sediments are very extensive around Lake Mälaren and they make up a large part of the Mälaren synclinorium (Fig. 1). Around this synclinorium (Magnusson, 1960 a, p. 16) the volcanics are the dominant rocks and they constitute the large Svealand anticlinorium in which the sediments appear preserved in larger and smaller synclines. The above-mentioned area, forming a part of the large Svecofennian mountain range stretching east-west (Backlund, 1937) met two periods of deformation and metamorphism more or less separated by an intra-orogenic epoch, characterized by jointing and basic volcanism (Fig. 4). The statistical study of lineations, fold-axes, and s-planes on the map-sheet Stockholm NE (Figs. 7a, b, c) thus indicates two distinctly separated phases of deformation with almost the same directions in each of the diagrams. This also means that fold-axes, lineations, and s-planes ought to have been formed syngenetically in each of the phases.

During the first of these Svecofennian foldings (primorogenic), more than 2.000 million years ago, gabbros, diorites, tonalites, granodiorites, and granites came into

appearance. Several of these rocks are now strongly schistose, especially the three last mentioned, which were transformed into so-called gneiss-granites of different acidity (brown colour in Pl. 1). The gabbros and diorites, however, usually are somewhat better preserved though a strong schistosity and recrystallization are also met with here in many places. As a consequence of the folding a rising geothermal isograde in anticlinal areas, mostly affecting the deep-seated volcanics, caused increasing grainsizes (leptite-gneisses) and granitization in vast areas. Probably also secondary magmas were formed. The granitization is supposed to have taken place without great metasomatic transformations (Tab. 1 and Fig. 2) resulting in granite-gneisses, which cannot always be separated from the gneiss-granites of supposed magmatic origin. During the course of the orogenesis a successive breaking down of the anticlines by erosion and a synchronous filling up of adjacent synclines took place, which allowed a rise of the geothermal isograde in the synclines and a corresponding fall of the gradient in the anticlines. The rising temperature in the synclinal sediments rich in volatiles was the pre-requisite condition for the Late — Svecofennian regional metamorphism about 1750 million years ago, which was strongly established in large parts of the Archean of Central and North Sweden. A regional migmatization took place in the Mälaren synclinorium resulting in veined gneisses of different kinds. A tangential pressure has, no doubt, been acting at the same time, indicated by the fact that the migmatization front and tectonization seem to follow each other as pointed out by Asklund (1923, 1928). When the tectonic pressure was just declining, young palingenic granites came into appearance. The oldest are slightly pressed but most are without deformation of any kind. During the late-orogenic phase even granitization took place in the surrounding supracrustals. Parts of the young granites seem to be products of granitization at this stage. In most cases, however, it is impossible to know what is early and what is late metamorphism. In fact there is much to be said for the opinion that the whole Svecofennian orogenesis should be looked upon as one single phase of folding with the principal stress-directions changing somewhat during its evolution (Figs. 7 a, b, c). Thus the intrusions of ultrabasic greenstones and basic dikes during the intra-orogenic stage seem to be concentrated to anticlinal areas probably formed during an early period of the orogenic evolution (cf. the distribution of amphibolitic dikes in Pl. 1). Owing to a falling temperature in these anticlinal areas (see above), which caused a successively growing tectonic competence, jointing and intrusions could possibly have taken place here simultaneously with the proceeding of folding and migmatizing phenomena in the synclines filled with sediments.

A rough picture of the distribution of synclines and anticlines in the easternmost part of the Mälaren basin is shown in Fig. 3. The Utö—Ljusterö leptite anticline here is supposed to be of primary origin and of a great importance when trying to explain the strange fold-arch architecture of the Stockholm area. The big pseudo-synclinal folds in the Täljö and Nacka areas (Pl. 1) form part of the leptite anticline just mentioned which on stratigraphic reasons is supposed to have been forced up and inverted in a westerly direction, by early as well as late-orogenic pressure acting from the south as visualized in Fig. 3. The synclinal areas surrounding the Täljö and Nacka anticlines (Fig. 3 and Pl. 1) of course also must have been forced up and forward in the same direction. The definite disappearance of these inversion phenomena cannot be proved inside the boundaries of the present map-sheet. In the map-sheet Stockholm NW normal conditions seem to persist, however.

The leptites (volcanics = yellow in Pl. 1) in the Täljö area now mostly appear in the shape of fine-grained gneisses (leptite-gneisses) but also real leptites occur (grain-sizes < 0.5 mm). Granitization phenomena, resulting in granite-gneisses, are fairly common in this area. On the other hand acid and intermediate gneiss-granites sometimes occur, brecciating the leptite-gneisses. The last mentioned are mostly gray-coloured rocks of intermediate composition. Red, moderately potassium-

dominated types of rock are also met with as a lower stratigraphic member. In the top of the series basic leptites and greenstones of metadacitic — andesitic composition occur. The big greenstone bodies in the same area, mostly have a hornblende-gabbroic medium-grained appearance and they are considered to be of infracrustal origin. Of course the possibility still remains that some of them also could be strongly recrystallized basic volcanics. Anyhow, the leptite-series on the map-sheet Stockholm NE shows a very great resemblance to the upper part of the leptite-series in Bergslagen proper.

In the central part of the Mälaren basin in the Stockholm area rocks of argillitic composition predominate, but to the north a more marginal graywacke facies can be demonstrated. Further, light and dark meta-arenitic rocks are met with in the bottom of the stratigraphic sequence surrounding the Nacka and Täljö anticlines. The light, often calcareous, meta-arenitic layers are mostly restricted to the zone mentioned above, whereas the dark meta-arenites of (sub)graywacke composition are also found as interbedded layers in both graywackes and argillites (Fig. 5) with decreasing frequency towards the top of the sequence. Sometimes there seems to be a gradual transition from graywackes to (sub)graywackes in northern areas as well. Basic supracrustal rocks are most often found in the lower parts of the sedimentary sequence as in the Årsta area, where fine-grained hypersthene-cummingtonite-anorthite-rich greenstones (diagram 6) are interbedded with light and dark meta-arenites.

As a matter of fact, the map-sheet Stockholm NE just happens to be situated in a transitional zone between meta-argillites to the south and graywacke-gneisses to the north. Typical meta-argillites are met with in the southern part of the map-sheet. Well preserved graywacke-gneisses, however, are sparse and have to be studied in a type-area situated in the northwestern part of the map-sheet Stockholm NW. The area in between is made up by strongly granitized derivatives, such as graywacke-gneisses and of varieties transitional to the meta-argillites.

The meta-argillites occur in the form of veined garnet gneisses (Figs. 9 and 10). Their mineralogical and chemical compositions are seen from Tab. 2, diagram 1 (left part), and Tab. 3, respectively. The mean value of 13 chemical analyses of veined garnet gneisses (Tab. 3) shows a striking resemblance to that of two low metamorphic argillites from the Grythyttan area in Bergslagen. Comparisons are also made with different low and high metamorphic argillites from other parts of the world (Tab. 3). According to these the argillitic character of the veined garnet gneisses is certainly out of question, as is also confirmed by the distribution of minor elements according to Lundegårdh (1949 a). The cation proportions $K > Mg > Na > Ca$ (Tab. 3) seem to be valid for most of the argillites all over the world, pointing out a secondary enrichment of K and Mg in the sediments.

The metasomatic exchange in the sediments of the Stockholm area when passing from argillite to veined garnet gneiss, mainly involves an addition of SiO_2 , CaO and an equivalent loss of H_2O , Al_2O_3 , MgO (see Tab. 3). Locally a considerable K metasomatism was at work, as is particularly shown by the K-rich analyses 88—91 in Tab. 3. A constant low content of Na_2O in the argillites as well as in the garnet gneisses (Tab. 3) seems worthy of mention, probably indicating a very inconsiderable Na metasomatism during the metamorphism.

The argillites are further characterized by a rather high and uniform Mg-Fe content (Tab. 3). Locally high concentrations of Mg and Fe, explained as primary features of the sediments, are considered to be at least one important source of the wide-spread Mg-Fe metasomatism during the migmatization period found in different parts of the adjacent leptite-series.

The composition of well preserved gneisses with supposed graywacke origin,

already mentioned on map-sheet Stockholm NW, is shown on page 51. They are gray, fine-grained (<0.5 mm), and distinctly bedded (Fig. 11). Mineralogically they are moderately biotite-bearing, have an intermediate feldspar and are rather quartz-rich rocks with xenoblastic texture. They belong to the most common varieties of graywacke-gneisses and show the cation proportions: $\text{Na} > \text{K}$. This cation proportion is also found in other types of graywacke-gneiss, occurring locally in different parts of the map-sheet Stockholm NE (diagram 1, right hand).

The gray, granitic graywacke-gneisses with a wide distribution in central parts of the map-sheets Stockholm NE and NW are supposed to be the granitization derivatives of somewhat modified varieties of the graywacke-gneisses just described, containing less quartz and more mica. The quartz-rich, well preserved graywacke-gneisses themselves, on the other hand, seem to have been a bit more resistant to granitization.

The granitic gneisses, resulting from the above-mentioned granitization, are medium- to fine-grained, intermediate rocks, which owing to a metasomatic gain of K (and Si) and an equivalent loss of Al, Mg, Fe and H_2O have grown somewhat richer in potassic feldspar at the cost of micas (Fig. 15, 16). Their mineralogical composition is shown in diagram 7. The mean value of six chemical analyses (1e—6e, appendix), expressed in cation per cent is shown in Tab. 6. Owing to the potassium metasomatism, the original graywacke-gneiss has become potassium-enriched ($\text{K} > \text{Na}$). The ultimate result of this metasomatism is the Stockholm granite proper, which can be readily seen from Tab. 6, columns 6 and 7, where also the mean values of different types of Stockholm granites are presented (Fig. 21).

The dark meta-arenitic (sub)graywackes which occur as subordinated layers in the meta-argillites as well as in the graywacke-gneisses, are mostly dark, grayish-blue, fine-grained rocks with a smooth quartzitic appearance and an even-grained granoblastic texture. The mineralogical and chemical composition is shown in diagram 4 and Tab. 4 A, respectively. The rock can be characterized as a quartz-rich, biotite-bearing oligoclase gneiss, in which potassium feldspar is mostly lacking. As in most gneisses of graywacke-type in the map-area, garnet occurs only in small quantities. The most representative cation proportions in the (sub)graywackes seem to be $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K}$ (Tab. 4 A). Especially in the Årsta area a basal series, at least 50—100 m thick, is beautifully exposed, dominated by dark meta-arenitic (sub)graywackes, now and then interbedded with light meta-arenitic layers (Fig. 12) and greenstones, the last mentioned being considered basic volcanics. The name of this series is proposed by the author to be the "Årsta formation".

Light-coloured meta-arenitic rocks, such as those in the Årsta area, are supposed to belong to the lowest members of the stratigraphical sequence in the map area. They are mainly calcareous and are also found occasionally interbedded with the meta-argillites and graywackes in marginal parts of the sedimentary basin (specially noted as Kv in Pl. 1). The mineralogical and chemical compositions of the light meta-arenites are shown in diagram 5 and Tab. 5, respectively. Originally they ought to have been more or less calcareous quartzites, now transformed into fine- and even-grained granoblastic quartzites, rich in Ca-bearing minerals, such as clinzoisite, labradorite, grossularite, diopside, and calcite. As to cation proportions, Ca is strongly predominant and in those cases $\text{K} > \text{Na}$ as well as $\text{Na} > \text{K}$ is noted. However, light quartzites, poor in Ca, also occur exemplified by the planimetric analysis 89, diagram 5, from Stockholm and by stratigraphically equivalent light quartzitic gneisses in the base of the sedimentary sequence on Utö (Tab. 4 B, and p. 64) where $\text{K} > \text{Na}$.

Chemical and planimetric analyses from the Stockholm, Utö, Kantorp, Larsbo, and Grythyttan areas, converted into mol.% K_2O , Na_2O , and CaO , are shown in diagram 3. According to these, a distinct sedimentary differentiation seems to have

taken place, resulting in potassium-rich meta-argillites, sodium-calcium-rich (sub)-graywackes, and calcareous meta-arenites. Though sodium-dominant, the graywackes occupy an intermediate position in the diagram as could be expected. The distribution of the graywackes, however, is not fully established by chemical analyses. The above-mentioned gray, granitic gneisses, considered as original graywackes supplied with potassium (point 1e—6e), consistently group themselves somewhat towards the K_2O corner of the diagram. Fragment-bearing argillites or silty argillites occur as repeated interstratified layers in the argillites of Grythyttan. The silty material is mostly made up of plagioclase and quartz, which makes the whole rock somewhat sodium-dominant (diagram 3). According to the author, these silty layers represent an intermediate stage in the more fully completed sedimentary differentiation leading to argillites and (sub)graywackes, respectively.

The relations between different types of sediments are further demonstrated by means of Niggli values in diagram 2 a, b, c, d, e. In b, c, and d the meta-argillites group themselves very closely around the mean value of argillitic rocks as given by Shaw (1956). According to a) and e), however, the meta-argillites of Södermanland and Bergslagen show lower *c*- and higher *k*-values than the mean argillite.

The distribution of silty argillites coincides with that of normal argillites except for diagram 2e, where the first mentioned rocks give low *k*-values, as ought to be expected.

The (sub)graywackes exhibit rather variable *si*-values. The total composition, however, most often lies in the interval between graywackes and subgraywackes (point 8 and 9 in the figure text). In order to stress this fact, the prefix (sub)- is consistently put in brackets.

The analysis values of gray, granitic gneisses show the same general trend as those of the Stockholm granites (cp. diagram 2 and 12), which means increasing *al*, *alk* and decreasing *fm* in the direction of higher *si*-values. Thus the granitization of the granitic gneisses seems to be almost completed.

In his work (1947) on femic leptites and veined gneisses, Sundius tried to prove that so-called "femic leptites", especially those occurring in the Utö area, were the origin of the veined garnet gneisses of Södermanland. His opinion is based on the fact that small relicts of femic leptites are also met with everywhere in the veined gneisses. These leptites, according to Sundius, were the dominant rocks in the whole gneiss area before the metamorphism. He supposed that a great metasomatic exchange caused these femic leptites to turn into garnet gneisses.

From the descriptions of Sundius it is quite clear that most¹ of these femic leptites² are identical with the dark, meta-arenitic (sub)graywackes of the "Årsta formation", represented as interbedded layers all over the veined-gneiss area. These (sub)graywackes also have their counterpart in the oligoclase gneisses of the Larsbo series (diagram 3) in Bergslagen. A rather low metamorphic and well preserved series of interbedded meta-argillites and meta-arenitic (sub)graywackes is further met with on Utö. These meta-arenites have exactly the same composition as the above-mentioned in the veined-gneiss area (cf. diagram 4 and p. 63—64). The conclusion to be drawn from this fact is that the garnet gneisses with their interbedded (sub)graywackes constitute the high metamorphic equivalents of the meta-argillites—and the (sub)graywackes, respectively, on Utö. The rather restricted metasomatic exchange, earlier dealt with, passing from argillites to garnet gneisses,

¹ In the Stockholm archipelago Sundius also includes metavolcanics from the leptite-hällefint series in the femic leptites, which, according to the author, cannot be justified.

² The designation »femic leptite», unfortunately used by Sundius in this connection, has been rather confusing. The word leptite ought to be restricted to metavolcanic rocks appearing in the leptite-hällefint series.

thus left the (sub)graywackes almost intact. Also in the graywacke areas to the north the interbedded (sub)graywackes generally seem to have escaped extensive metasomatic exchange while the surrounding graywackes, which are not too rich in quartz, have been more thoroughly attacked by the granitizing agents. Seen in conjunction with these facts, I can see no support for Sundius' view on the origin of the garnet gneisses.

At the end of the Late-Svecofennian migmatization period, the young, mostly palingenic Stockholm granite was formed. In spite of a somewhat varying macroscopic appearance, this granite has a very constant mineralogical and chemical composition (cf. diagram 8, 10, Tab. 6, and appendix). The homogeneous character of the Stockholm granites as regards their content of K_2O , Na_2O , and CaO (mol. %) is further demonstrated in diagram 11.

The Stockholm granite proper is a gray, even-grained, medium — fine-grained potassium-rich rock. In the large granite massif to the north a grayish-red porphyritic rock with medium-grained matrix dominates. The young granites are richly associated with pegmatites several of these being well known for their content of rare earths and an abundance of rare minerals as for instance Ytterby on Resarö. At least four generations of granites and pegmatites have been noted in the area as is exemplified by Figs. 22 and 23. The brecciating behaviour of the granite is further visualized in Fig. 20.

The areas in which the Stockholm granites occur seem on the whole to be coincident with those of graywacke-gneisses. This is most convincingly illustrated on the map-sheet NW, but also to a certain extent in the western and northern parts of Pl. 1. On the other hand, the Stockholm granites are rather sparse in the meta-argillitic areas to the south. This fact has led the author to the conclusion that big parts of the granites mentioned should be considered as graywacke derivatives. As has already been dealt with briefly (cf. Tab. 6), a moderate gain of K (and Si) and a simultaneous loss of Al, Mg, Fe, (and H_2O) have caused the original graywackes to pass into Stockholm granites. The material exchange mentioned could be explained as a process of homogenization taking place across a zone of chemical discontinuity, which exists between the lepite-hälleflint series rich in alkali and Si, and the sediment series rich in Al, Mg, Fe, and H_2O .

The Late-Svecofennian regional migmatization in the Kantorp area according to Magnusson (1936) involved a metasomatic gain of Al_2O_3 , $FeO+Fe_2O_3$, MgO , and H_2O and an equivalent loss of SiO_2 , Na_2O , K_2O , and CaO . This apparent contradiction as regards ionic exchange deduced for the sediments of the Stockholm area, can be explained by the fact that the study of Magnusson is founded on material which mostly belongs to the leptite-hälleflint series, whereas the present investigation exclusively deals with the sediments of the Stockholm area. This means, that a certain ionic gain in one of the series very approximatively causes a corresponding loss in the other series situated on the opposite side of the chemical zone of discontinuity.

The graywackes of the Stockholm region which suffered the above-mentioned ionic exchange, easily gave rise to granitic rocks (the Stockholm granite). This was mostly not the case with the meta-argillites, the chemical composition of which diverged too much from that of normal granites. However, in small areas, a rather unusual rock is found, namely a porphyritic meta-argillite with granitic appearance (Pl. 1). This is believed to represent an intermediate stage in the transformation of meta-argillites into Stockholm granites. This rock is fairly homogeneous and shows a plastic intrusive behaviour against more competent quartzitic layers in the sedimentary gneiss (paragneiss) as well as against the early orogenic gneiss-granites (Figs. 24 and 25). The chemical composition of the rock (cf. appendix, 1z—3z) is visualized in Tab. 6, column 5, and diagram 3.

According to diagram 12 the chemical mean composition suggests a more distinctly sedimentogeneous origin for the Stockholm granite (rich in *al*) than for the equivalent granites (rich in *alk*) of the Bergslagen area (Magnusson, 1938). This probably indicates an increasing contribution to the young granites of material from the volcanics of the leptite-hällefliint series in the direction of Bergslagen.

Finally, a gray, schistose Stockholm granite especially quoted in Pl. 1 should be mentioned (Fig. 17). This granite occurs exclusively in a broad zone, described by Holmquist (1921 a) and characterized by strong post-orogenic movements. The zone mentioned is situated on either side of the east-west fault line in the southern part of Pl. 1. The mineralogical and chemical composition of the rock is shown in diagram 9 and Tab. 6, column 11, respectively. Whether the difference in chemical composition between the rock mentioned and the Stockholm granite proper is a primary or secondary feature as a whole, could not be decided (cf. Tab. 6, columns 11 and 7). However, a strong secondary alteration occurs in the schistose rock giving rise to sericite, chlorite, and epidote. Furthermore some sort of pneumatolytic action seems to have been at work indicated by the minerals scapolite (dipyre) and fluorite. The mineral grains, especially those of quartz and biotite, are strongly crushed and granulated. By means of petrofabric analyses B. Loberg (1959) has pointed out a marked orientation of the last-named minerals owing to a late-tectonic pressure acting in a north-south direction.

Litteraturhänvisningar

References

- GFF = Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar.
 SGU = Sveriges Geol. Undersökning (Geol. Survey of Sweden).
 BGIU = Bull. of the Geol. Inst. of the University of Uppsala.
- ASKLUND, B., 1921: Några urbergstektoniska problem från Östergötland. — GFF 43.
 — 1923: Beskrivning till kartbladet Torönsborg (berggrunden). — SGU, Aa 153.
 — 1928: Beskrivning till kartbladet Gusum (berggrunden). — SGU, Aa 159.
 — 1931: W. Ramsays Geologiens grunder, del II, 3:e upplagan.
 — 1938: Hauptzüge der Tektonik und Stratigraphie der mittleren Kaledoniden in Schweden. — SGU, C 417.
 — 1947: Gatsten och kantsten. — SGU, C 479.
- BACKLUND, H. G., 1937: Die Umgrenzung der Svekofenniden. — BGIU 27.
- BEYER, M., 1954: Berggrunden inom leptitområdet mellan Harg och Hargshamn i norra Uppland. — GFF 76.
- BROTZEN, O., 1959: Outline of mineralization in zoned granitic pegmatites. A qualitative and comparative study. — GFF 81.
- BRÖGGER, W. C. och BÄCKSTRÖM, H., 1887: Om förekomsten af »klotgranit» i Vasastaden, Stockholm. — GFF 9.
- EDELMAN, N. 1949: Structural history of the eastern part of the Gullkrona basin, SW-Finland. — Bull. géol. Finl. 148.
 — 1960: The Gullkrona region, SW Finland. — Bull. géol. Finl. 187.
- V. ENGELHARDT, W. 1961: Zum Chemismus der Porenlösung der Sedimente. — BGIU 40.
- ERDMANN, A., 1868: Bidrag till kännedom om Sveriges kvartära bildningar. — SGU, C 1.
- ERDMANN, E., 1871: Några ord till upplysning om bladet »Rydboholm». — SGU, Aa 44.
- ESKOLA, P., 1915: Om sambandet mellan kemisk och mineralogisk sammansättning hos Orijärvi-traktens metamorfa bergarter. — Bull. géol. Finl. 44.
 — 1954: A proposal for the presentation of rock analyses in ionic percentage. — Ann. Acad. Scient. Fenn., ser. A 38.
- FREDRIKSSON, K., 1959: A sediment core from the Mindanao trough. — Rep. Swed. Deep-Sea Exped. VI, no 4.
- FRIES, J. O., WAHLQVIST, A. H. och TÖRNEBOHM, A. E., 1863: Några ord till upplysning om bladet »Stockholm». — SGU, Aa 6.
- FROMM, E., 1943: Två nya förekomster av fläckgranit väster om Stockholm. — GFF 65.
- GAVELIN, S., 1958: Utös geologi. — Exkursionsguide. VII Nordiska geologmötet.
 — 1960: On the relations between kinetometamorphism and metasomatism in granitization. — GFF 82.
 — och LUNDEGÅRDH, P. H., 1960: Development of gneisses and granites in Southern Sweden. — Guide books, Intern. Geol. Congress Norden 1960.
- GEIJER, P., 1908: Ein Vorkommen von »Fleckengranit» (»granite tacheté» Lacroix) in Stockholm. — BGIU 8.
 — 1913: Zur Petrographie des Stockholm-Granites. — GFF 35.
 — 1936: Norbergs berggrund och malmfyndigheter. — SGU, Ca 24.
 — och MAGNUSSON, N. H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. — SGU, Ca 35.
- GOLDSCHMIDT, V. M., 1937: The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks. — Chem. Soc. Journ., s. 655—73.
- HIETANEN, ANNA, 1943: Über das Grundgebirge des Kalantigebietes im südwestlichen Finnland. — Bull. géol. Finl. 130.
- HJELMQVIST, S., 1938: Über Sedimentgesteine in der Leptitformation Mittelschwedens. Die sogenannte »Larsboserie». — SGU, C 413.
- 1946: Beskrivning till kartbladet Avesta (berggrunden). — SGU, Aa 188.
- HOLMQUIST, P. J., 1906: Studien über die Granite von Schweden. — BGIU 7.
 — 1907: Ådergneisbildning och magmatisk assimilation. — GFF 29.
 — 1910 a: The Archæan geology of the coast-regions of Stockholm. — GFF 32.
 — 1910 b: Om den sörmländska granatgneisens petrografi och geologi. — GFF 32.
 — 1916: Swedish Archæan structures and their meaning. — BGIU 15.
 — 1921 a: Stockholmstraktens berggrundstektonik. — GFF 43.
 — 1921 b: Typen und Nomenklatur der Adergesteine. — GFF 43.
 — 1932: Den arkeiska lagerföljden och tektoniken inom Södertörns kustområde. — GFF 54.

- HUMMEL, D., 1875: Om Sveriges lagrade urberg jemförda med sydvestra Europas. — SGU, C 15.
- HÖGBOM, A. G., 1910: Precambrian geology of Sweden. — BGIU 10.
- JOHANSSON, H., 1906 — 1907: Till frågan om de mellansvenska järnmalmernas bildningssätt. — GFF 28, 29.
- 1910: Die eisenerzführende Formation in der Gegend von Grängesberg. — GFF 32.
- KRANCK, E. H., 1931: Se Wegmann.
- KRETZ, R., 1959: Chemical study of garnet, biotite, and hornblende from gneisses of southwestern Quebec, with emphasis on distribution of elements in coexisting minerals. — Journ. Geol. 67.
- LACY, E. D., 1960: Melts of granitic composition, their structure, properties and behaviour. — Intern. Geol. Congress, Report of the Twenty-First Session Norden 1960. Part XIV.
- LARSSON, W., 1932: Chemical analyses of Swedish rocks. — BGIU 24.
- LEAKE, B. E., 1958: Composition of pelites from Connemara, Co. Galway, Ireland. — Geol. Mag. XCIV.
- LINDROTH, G. T., 1920: Om vulkaniska tuffbreccior uti leptitformationen inom Garpenbergsområdet. — GFF 42.
- LOBERG, B., 1959: Petrofabrics of some varieties of Stockholm granite and associated wall rocks. — Stockholm Contributions in Geol. III: 5.
- LUNDEGÅRDH, P. H., 1946: Rock composition and development in Central Roslagen, Sweden. — KVA, Arkiv för kemi, mineralogi och geologi 23 A, no 9.
- 1947: Den ultrabasisiska gabbroen i Roslagen. — SGU, C 484.
- 1949 a: Aspects to the geochemistry of chromium, cobalt, nickel and zinc. — SGU, C 513.
- 1949 b: Beskrivning till kartbladet Untra (berggrunden). — SGU, Aa 191.
- 1954: Beskrivning till kartbladet Västerås (berggrunden). — SGU, Aa 196.
- 1956: Beskrivning till kartbladet Uppsala (berggrunden). — SGU, Aa 199.
- 1957: Synpunkter på mellersta Norrlands urbergsstratigrafi. — GFF 79.
- 1959: Beskrivning till kartbladet Eskilstuna (berggrunden). — SGU, Aa 200.
- 1960 a: On the development of gneisses and granites in the Eskilstuna region to the west o, Stockholm. — GFF 82.
- 1960 b: The miogeosynclinal rocks of Eastern Central Sweden. — SGU, C 570.
- 1960 c: Se Gavelin.
- MAGNUSSON, N. H., 1932: Om metamorfosen i det mellansvenska urberget. — GFF 54.
- 1936: Berggrunden inom Kantorps malmtrakt. — SGU, C 401.
- 1937: Die Granitisationstheorie und deren Anwendung für svionische Granite und Gneise Mittelschwedens. — GFF 59.
- 1938: Die Genesis der svionischen Granite. — GFF 60.
- 1940 a: Ljusnarsbergs malmtrakt. — SGU, Ca 30.
- 1940 b: Herrängsfältet och dess järnmalm. — SGU, C 431.
- 1944: Se Geijer.
- 1957: Sveriges Geologi (berggrunden).
- m. fl., 1958: Karta över Sveriges berggrund i tre blad. — SGU, Ba 16.
- 1960 a: The Swedish Precambrian outside the Caledonian Mountain Chain. Description to accompany the map of the Pre-Quaternary rocks of Sweden. — SGU, Ba 16.
- 1960 b: Age determinations of Swedish Precambrian rocks. — GFF 82.
- NIGGLI, P., 1936: Molekularnormen zu Gesteinsberechnung. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. XVI.
- 1946: Die leukogranitischen, trondhjemitischen und leukosyenitgranitischen Magmen und die Anatexis. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. 26.
- PARRAS, K., 1946: On the coarse-grained garnet-cordierite gneisses of South and South-west Finland. — Bull. géol. Finl. 138.
- PETTIJOHN, F. J., 1949: Sedimentary rocks. Harper & Bros., New York.
- RAMBERG, H., 1952: The origin of metamorphic and metasomatic rocks. — The university of Chicago press.
- SANDER, B., 1948: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. 1. Teil: Allgemeine Gefügekunde und Arbeiten im Bereich Handstück bis Profil. — Springer-Verlag, Wien und Innsbruck.
- SEDERHOLM, J. J., 1907: Om granit och gneis. — Bull. géol. Finl. 23.
- 1932: On the geology of Fennoscandia. — Bull. géol. Finl. 98.
- SEN, SISIR K., 1959: Potassium content of natural plagioclases and the origin of antiperthites. — Journ. Geol. 67.
- SHAW, D. M., 1956: Geochemistry of pelitic rocks. Part III: Major elements and general geochemistry. — Bull. Geol. Soc. Amer. 67.
- SIMONEN, A., 1953: Stratigraphy and sedimentation of the Svecofennidic, early Archean supracrustal rocks in southwestern Finland. — Bull. géol. Finl. 160.
- SUND, R. B., 1957: Nyare undersökningar inom nordöstra Upplands berggrund. — SGU, C 552.
- SUNDIUS, N., 1916: Grythyttfältets geologi. — GFF 38.

- 1923: Do. — SGU, C 312.
- 1930: Om Stockholmstraktens berggrund. — Ymer 50.
- 1939: Berggrunden inom sydöstra delen av Stockholms skärgård. — SGU, C 419.
- 1947: Femisk leptit och slirgnejs. — SGU, C 488.
- 1948: Beskrivning till berggrundskarta över Stockholmstrakten. — SGU, Ba 13.
- TRÖGER, W. E., 1956: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil I.
- TÖRNEBOHM, A. E., 1863: Se Fries.
- 1873: Några anteckningar om Sveriges urterritorium. — GFF 1.
- 1878: Om urformationens geognosi inom Mellersta Sverige. — GFF 4.
- 1880—82: Geologisk öfversigtskarta öfver mellersta Sveriges Bergslag.
- 1883: Öfverblick öfver Mellersta Sveriges urformation. — GFF 6.
- WAHL, W., 1936: Om granitgrupperna och bergskedjeveckningarna i Sverige och Finland. — GFF 58.
- WAHLQVIST, A. D., 1863: Se Fries.
- WEGMANN, C. E., 1929: Note sur la dépression axiale d'Åland. — Bull. géol. Finl. 87.
- och KRANCK, E. H., 1931: Beiträge zur Kenntnis der Svecofenniden in Finnland. — Bull. géol. Finl. 89.
- WINCHELL, A. N., 1959: Elements of optical mineralogy. Part II.

Analysbilaga

List of new analyses

Spektrografiska analyser (*Spectrographical analyses*):

	Antal Number	Sida Page
Skiffergnejs (granatgnejs) <i>Meta-argillite (garnet gneiss)</i>	4	120
Grå, ögonförande skiffergnejs (granitgnejs) <i>Gray, porphyritic meta-argillite (granitic gneiss)</i>	3	122
Grå, granitoid gnejs <i>Gray, granitic gneiss</i>	6	123
Grå, förskiffrad Stockholmsgranit (generalprov) <i>Gray, schistose Stockholm granite (general sample)</i>	1	126
Gråröd, medelk. — småporf., yngre granit <i>Grayish red medium-grained — porphyritic, young granite</i>	11	127
Röd, finkornig, yngre granit <i>Red, fine-grained, young granite</i>	3	132

Kemiska analyser (*Chemical analyses*):

Mörka metaareniter <i>Dark meta-arenites</i>	generalprov general sample	1	134
Ljusa, skarnförande metaareniter <i>Light, skarn-bearing meta-arenites</i>	»	1	135
Grå, medel — fink. Stockholmsgranit <i>Gray, medium—fine-grained Stockholm granite</i>	»	1	136
Gråröd, medelk. — småporf., yngre granit <i>Grayish red, medium-grained — porphyritic, young granite</i>	»	1	137

Semikvantitativa spårelementanalyser (*Semi-quantitative geochemical analyses*):

Grå, ögonförande skiffergnejs (granitgnejs) <i>Gray, porphyritic meta-argillite (granitic gneiss)</i>	1	122
Grå, granitoid gnejs <i>Gray, granitic gneiss</i>	2	124
Grå, förskiffrad Stockholmsgranit <i>Gray, schistose Stockholm granite</i>	1	126
Gråröd, medelk. — småporf., yngre granit <i>Grayish red, medium-grained — porphyritic, young granite</i>	1	132
Röd, fink., yngre granit <i>Red, fine-grained granite</i>	1	133

Bergart: Grå granatådergnejs
 Rock: Gray, veined garnet gneiss

Spec. nr 12088 88

Lokal: V om Kvarnsjön, 1.5 km SSO Gustavsberg, Farstalandet, Värmdö
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggglivärden	
SiO ₂	61.0	1 016	58.5	117.0	<i>al</i>	34
TiO ₂	0.5	6	0.3	0.6	<i>fm</i>	42
Al ₂ O ₃	16.0	314	18.0	27.0	<i>c</i>	4
Fe ₂ O ₃ } FeO }	9.1	114	6.6	9.3	<i>alk</i>	20
MgO	3.4	84	4.8	4.8	<i>si</i>	217
CaO	1.2	21	1.2	1.2	<i>ti</i>	1
Na ₂ O	2.1	68	3.9	2.0	<i>k</i>	0.63
K ₂ O	5.5	117	6.7	3.4	<i>mg</i>	0.42
Glödgn.-förl.	1.3	—	—	—	<i>qz</i>	37
<i>Loss by ignition</i>						
Σ	100.1	1 740	100.0	165.3 O/100 katjoner		
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 51.4/29.8/18.8				

Bergart: Grå granatådergnejs
 Rock: Gray, veined garnet gneiss

Spec. nr 12089 89

Lokal: Mörtnäs, 2.5 km OSO Gustavsberg, Farstalandet, Värmdö
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggglivärden	
SiO ₂	66.1	1 101	64.5	129.0	<i>al</i>	36
TiO ₂	0.6	8	0.5	1.0	<i>fm</i>	39
Al ₂ O ₃	13.8	271	15.9	23.9	<i>c</i>	4
Fe ₂ O ₃ } FeO }	7.4	93	5.5	8.3	<i>alk</i>	21
MgO	2.3	57	3.3	3.3	<i>si</i>	290
CaO	0.8	14	0.8	0.8	<i>ti</i>	2
Na ₂ O	1.0	32	1.9	1.0	<i>k</i>	0.80
K ₂ O	6.1	130	7.6	3.8	<i>mg</i>	0.38
Glödgn.förl.	0.8	—	—	—	<i>qz</i>	106
<i>Loss by ignition</i>						
Σ	98.9	170.6	100.0	171.1 O/100 katjoner		
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 68.1/16.9/15.0				

Bergart: Grå granatådergnejs
 Rock: Gray, veined garnet gneiss

Spec. nr 12090 90

Lokal: Skola c:a 1 km OSO Skurusundsbron, Värmdö
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	63.0	1 049	62.7	125.4	<i>al</i> 37
TiO ₂	0.7	9	0.5	1.0	<i>fn</i> 44
Al ₂ O ₃	15.0	294	17.6	26.4	<i>c</i> 2
Fe ₂ O ₃ } FeO }	9.0	113	6.8	10.2	<i>alk</i> 17
MgO	2.5	62	3.7	3.7	<i>si</i> 263
CaO	0.4	7	0.4	0.4	<i>ti</i> 3
Na ₂ O	0.9	29	1.7	0.9	<i>k</i> 0.79
K ₂ O	5.2	110	6.6	3.3	<i>mg</i> 0.35
Glödgn.förl.	4.6	—	—	—	<i>qz</i> 95
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	101.3	1 673	100.0	171.3 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 71.9/18.9/9.2	

Bergart: Svartgrå, finkornig skiffergnejs
 Rock: Blackish gray, fine-grained meta-argillite

Spec. nr 12091 91

Lokal: Lugnet, c:a 1,1 km NNO Gustavsbergs k:a, Värmdö
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	65.1	1 084	61.2	122.4	<i>al</i> 38
TiO ₂	0.4	5	0.3	0.6	<i>fn</i> 32
Al ₂ O ₃	16.0	314	17.8	26.7	<i>c</i> 4
Fe ₂ O ₃ } FeO }	7.2	90	5.1	7.7	<i>alk</i> 26
MgO	1.8	45	2.5	2.5	<i>si</i> 260
CaO	1.0	18	1.0	1.0	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.4	77	4.4	2.2	<i>k</i> 0.64
K ₂ O	6.4	136	7.7	3.8	<i>mg</i> 0.33
Glödgn.förl.	1.0	—	—	—	<i>qz</i> 56
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	101.3	1 769	100.0	166.9 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 54.6/31.1/14.3	

Bergart: Ögonförande skiffergnejs (granitgnejs)

Spec. nr 11135 1 z

Rock: *Porphyritic meta-argillite*

Lokal: Kärrtorp, 1,2 km S Björkhagens stn

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	72.2	1 202	68.5	137.0	<i>al</i> 42
TiO ₂	0.4	5	0.3	0.6	<i>fm</i> 31
Al ₂ O ₃	14.4	283	16.1	24.2	<i>c</i> 6
Fe ₂ O ₃ } FeO }	5.1	64	3.6	5.4	<i>alk</i> 21
MgO	1.6	40	2.3	2.3	<i>si</i> 358
CaO	1.0	18	1.0	1.0	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.3	74	4.2	2.1	<i>k</i> 0.49
K ₂ O	3.3	70	4.0	2.0	<i>mg</i> 0.38
Glödn.förl.	1.0	—	—	—	<i>qz</i> 174
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	101.3	1 756	100.0	174.6 O/100 katjoner	
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 38.9/41.3/19.8			
			<i>ppm</i>		<i>ppm</i>
			Cr 100	V 100	
			Co —	Pb 10	
			Ni 10	Mn 100	
			Cu 10	Ti 100—1 000	

Bergart: Ögonförande skiffergnejs (granitgnejs)

Spec. nr 11136 2 z

Rock: *Porphyritic meta-argillite*

Lokal: Kärrtorp, 1,5 km SSO Björkhagens stn

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	72.0	1 199	68.3	136.6	<i>al</i> 41
TiO ₂	0.4	5	0.3	0.6	<i>fm</i> 30
Al ₂ O ₃	14.0	275	15.7	23.6	<i>c</i> 6
Fe ₂ O ₃ } FeO }	4.9	61	3.5	5.3	<i>alk</i> 23
MgO	1.7	42	2.4	2.4	<i>si</i> 357
CaO	1.0	18	1.0	1.0	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.3	74	4.2	2.1	<i>k</i> 0.52
K ₂ O	3.8	81	4.6	2.3	<i>mg</i> 0.41
Glödn.förl.	1.0	—	—	—	<i>qz</i> 165
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	101.1	1 755	100.0	173.9 O/100 katjoner	
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 42.3/39.0/18.7			

Bergart: Ögonförande skiffergnejs (granitgnejs)

Spec. nr 11137 3 z

Rock: *Porphyritic meta-argillite*

Lokal: C:a 1 km SSV Björkhagens stn, nära skola i Kärrtorp

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % <i>Weight %</i>	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggglivärden
SiO ₂	73.0	1 215	68.6	137.2	<i>al</i> 41
TiO ₂	0.4	5	0.3	0.6	<i>fm</i> 32
Al ₂ O ₃	14.2	279	15.8	23.7	<i>c</i> 5
Fe ₂ O ₃ }	5.6	70	4.0	6.0	<i>alk</i> 22
FeO }					
MgO	1.5	37	2.1	2.1	<i>si</i> 359
CaO	1.0	18	1.0	1.0	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.2	71	4.0	2.0	<i>k</i> 0.51
K ₂ O	3.5	74	4.2	2.1	<i>mg</i> 0.35
Glödgn.förl.	1.2	—	—	—	<i>qz</i> 171
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	102.6	1 769	100.0	174.7 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 41.1/39.2/19.7	

Bergart: Grå, medelk. gnejs

Spec. nr 11120 1 e

Rock: *Gray, medium-gr. gneiss*

Lokal: 400 m NO jvg. × motorväg, SV Lahäll

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % <i>Weight %</i>	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggglivärden
SiO ₂	69.0	1 149	66.5	133.0	<i>al</i> 42
TiO ₂	0.7	9	0.5	1.0	<i>fm</i> 25
Al ₂ O ₃	14.6	286	16.6	24.9	<i>c</i> 9
Fe ₂ O ₃ }	4.8	60	3.5	5.3	<i>alk</i> 24
FeO }					
MgO	1.1	27	1.6	1.6	<i>si</i> 336
CaO	1.6	29	1.7	1.7	<i>ti</i> 3
Na ₂ O	2.3	74	4.3	2.2	<i>k</i> 0.55
K ₂ O	4.3	91	5.3	2.7	<i>mg</i> 0.31
Glödgn.förl.	0.8	—	—	—	<i>qz</i> 140
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	99.2	1 725	100.0	172.4 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 41.0/33.4/25.6	

Bergart: Grå, medelk. gnejs
 Rock: Gray, medium-gr. gneiss

Spec. nr 11121 2 e

Lokal: Lahäll
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	71.5	1 190	69.2	138.4	<i>al</i> 51
TiO ₂	0.3	4	0.2	0.4	<i>fm</i> 14
Al ₂ O ₃	15.2	298	17.3	26.0	<i>c</i> 6
Fe ₂ O ₃ }	2.4	30	1.7	2.6	<i>alk</i> 29
FeO }					
MgO	0.5	12	0.7	0.7	<i>si</i> 405
CaO	1.0	18	1.0	1.0	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.3	74	4.3	2.2	<i>k</i> 0.56
K ₂ O	4.5	96	5.6	2.8	<i>mg</i> 0.29
Glödn.förl.	0.5	—	—	—	<i>qz</i> 189
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	98.2	1 722	100.0	174.1 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 46.6/36.1/17.3	
			<i>ppm</i>		<i>ppm</i>
			Cr 10	V	100
			Co —	Pb	10
			Ni 10	Mn	100
			Cu 100	Ti	100—1 000

Bergart: Grå, medelk. gnejs
 Rock: Gray, medium-gr. gneiss

Spec. nr 11122 3 e

Lokal: Bergshamra
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	71.8	1 195	68.0	136.0	<i>al</i> 46
TiO ₂	0.3	4	0.2	0.4	<i>fm</i> 18
Al ₂ O ₃	14.8	290	16.5	24.8	<i>c</i> 6
Fe ₂ O ₃ }	2.9	36	2.1	3.2	<i>alk</i> 30
FeO }					
MgO	0.8	20	1.1	1.1	<i>si</i> 377
CaO	1.2	21	1.2	1.2	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.9	94	5.4	2.7	<i>k</i> 0.51
K ₂ O	4.5	96	5.5	2.7	<i>mg</i> 0.36
Glödn.förl.	1.0	—	—	—	<i>qz</i> 157
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	100.2	1 756	100.0	172.1 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 41.2/40.3/18.5	

Bergart: Grå, medelk. — fink. gnejs

Spec. nr 11123 4 e

Rock: Gray, medium — fine-gr. gneiss

Lokal: Skola vid infarten till Saltsjöbaden

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Nigglivärden
SiO ₂	71.8	1 195	67.2	134.4	<i>al</i> 47
TiO ₂	0.6	8	0.4	0.8	<i>fm</i> 18
Al ₂ O ₃	15.6	306	17.2	25.8	<i>c</i> 9
Fe ₂ O ₃ \	3.2	40	2.2	3.1	<i>alk</i> 26
FeO /					
MgO	0.8	20	1.1	1.1	<i>si</i> 357
CaO	1.8	32	1.8	1.8	<i>ti</i> 2
Na ₂ O	2.4	77	4.3	2.2	<i>k</i> 0.58
K ₂ O	4.9	104	5.8	2.9	<i>mg</i> 0.33
Glödgn.förl.	0.4	—	—	—	<i>qz</i> 153
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	101.5	1 782	100.0	172.1 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 42.3/31.5/26.2	

Bergart: Grå, medelk. gnejs

Spec. nr 11124 5 e

Rock: Gray, medium-gr. gneiss

Lokal: 500 m V Igelboda hpl, 1 km NV Neglinge

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Nigglivärden
SiO ₂	68.2	1 136	64.0	128.0	<i>al</i> 39
TiO ₂	0.8	10	0.6	1.2	<i>fm</i> 28
Al ₂ O ₃	15.4	302	17.0	25.5	<i>c</i> 9
Fe ₂ O ₃ \	5.5	69	3.9	5.9	<i>alk</i> 24
FeO /					
MgO	1.6	40	2.3	2.3	<i>si</i> 293
CaO	2.0	36	2.0	2.0	<i>ti</i> 3
Na ₂ O	2.9	94	5.2	2.6	<i>k</i> 0.49
K ₂ O	4.2	89	5.0	2.5	<i>mg</i> 0.37
Glödgn.förl.	1.0	—	—	—	<i>qz</i> 97
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	101.6	1 776	100.0	170.0 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 35.1/36.8/28.1	

Bergart: Grå, medelk. gnejs

Spec. nr 11125 6 e

Rock: Gray, medium-gr. gneiss

Lokal: Björkhagen stn, Stockholm

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	71.2	1 185	67.1	134.2	<i>al</i> 45
TiO ₂	0.6	8	0.5	1.0	<i>fm</i> 19
Al ₂ O ₃	15.2	298	16.9	25.4	<i>c</i> 8
Fe ₂ O ₃ } FeO }	3.6	45	2.6	3.9	<i>alk</i> 28
MgO	0.7	17	1.0	1.0	<i>si</i> 360
CaO	1.4	25	1.4	1.4	<i>ti</i> 3
Na ₂ O	2.8	90	5.1	2.6	<i>k</i> 0.52
K ₂ O	4.5	96	5.4	2.7	<i>mg</i> 0.27 <i>qz</i> 172
Σ	100.0	1 764	100.0	172.2 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 40.5/38.3/21.2	
			<i>ppm</i>		<i>ppm</i>
			Cr 10	V	100
			Co —	Pb	10
			Ni 10	Mn	100
			Cu 100	Ti	100—1 000

Bergart: Grå, förskiffrad Stockholmsgranit

Spec. nr 11134 x

Rock: Gray, schistose Stockholm granite

Lokal: Generalprov från massivet kring kommunalhuset i Nacka

Locality: General sample from the centre of Nacka city

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960

Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	68.0	1 132	64.4	128.8	<i>al</i> 39
TiO ₂	0.6	8	0.5	1.0	<i>fm</i> 24
Al ₂ O ₃	15.0	294	16.7	25.1	<i>c</i> 11
Fe ₂ O ₃ } FeO }	5.4	68	3.9	5.9	<i>alk</i> 26
MgO	0.9	22	1.3	1.3	<i>si</i> 303
CaO	2.3	41	2.3	2.3	<i>ti</i> 2
Na ₂ O	2.3	74	4.2	2.1	<i>k</i> 0.61
K ₂ O	5.5	117	6.7	3.4	<i>mg</i> 0.24 <i>qz</i> 99
Glödgn.förl. <i>Loss by ignition</i>	0.4	—	—	—	
Σ	100.4	1 756	100.0	169.9 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 42.8/27.2/30.0	
			<i>ppm</i>		<i>ppm</i>
			Cr 10	V	100
			Co —	Pb	10
			Ni 10	Mn	1 000—10 000
			Cu 10	Ti	100—1 000

Bergart: Röd, medelk. — småporf. granit
 Rock: Red, medium-grained — porphyritic granite

Spec. nr 11182 1 a

Lokal: Edsberg, Sollentuna, Sthlm NV
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggglivärden
SiO ₂	73.2	1 219	68.8	137.6	al 45
TiO ₂	0.2	3	0.2	0.4	fm 19
Al ₂ O ₃	14.4	283	16.0	24.0	c 6
Fe ₂ O ₃ } FeO }	3.2	40	2.3	3.5	alk 30
MgO	0.8	20	1.1	1.1	si 389
CaO	1.0	18	1.0	1.0	ti 1
Na ₂ O	2.9	94	5.3	2.7	k 0.50
K ₂ O	4.9	93	5.3	2.7	mg 0.33
Glödgn.förl. Loss by ignition	0.9	—	—	—	qz 169
Σ	101.5	1 770	100.0	173.0 O/100 katjoner	
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 42.0/42.0/16.0			

Bergart: Gråröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: Grayish red, medium-grained — porphyritic granite

Spec. nr 11183 2 a

Lokal: 500 m S sydspetsen av Rösjön vid nybyggda vägen Edsberg—Danderyd, Sthlm NV
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggglivärden
SiO ₂	72.4	1 205	69.1	138.2	al 45
TiO ₂	0.2	3	0.2	0.4	fm 16
Al ₂ O ₃	13.8	271	15.5	23.3	c 7
Fe ₂ O ₃ } FeO }	3.2	40	2.3	3.5	alk 32
MgO	0.4	10	0.6	0.6	si 395
CaO	1.3	23	1.3	1.3	ti 1
Na ₂ O	2.9	94	5.4	2.7	k 0.51
K ₂ O	4.6	98	5.6	2.8	mg 0.20
Glödgn.förl. Loss by ignition	0.2	—	—	—	qz 167
Σ	99.0	1 744	100.0	172.8 O/100 katjoner	
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 41.1/39.3/19.6			

Bergart: Gråröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: *Grayish red, medium-grained — porphyritic granite*
 Lokal: Norrtäljevägen V Norskogen, Näsby Park
 Locality

Spec. nr 11184 3 a

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	72.1	1 200	68.7	137.4	<i>al</i> 45
TiO ₂	0.3	4	0.2	0.4	<i>fm</i> 19
Al ₂ O ₃	14.4	283	16.2	24.3	<i>c</i> 7
Fe ₂ O ₃ \	3.4	43	2.5	3.8	<i>alk</i> 29
FeO /					
MgO	0.6	15	0.9	0.9	<i>si</i> 385
CaO	1.3	23	1.3	1.3	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.3	74	4.2	2.1	<i>k</i> 0.58
K ₂ O	4.9	104	6.0	3.0	<i>mg</i> 0.26
Glödgn.förl.	0.6	—	—	—	<i>qz</i> 169
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	99.9	1 746	100.0	173.2 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 46.3/33.0/20.7	

Bergart: Gråröd — röd, medelk. — småporf. granit
 Rock: *Grayish red — red, medium-gr. — porphyritic granite*
 Lokal: 500 m SV Viggbyholms station
 Locality

Spec. nr 11185 4 a

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	72.1	1 200	69.3	138.6	<i>al</i> 45
TiO ₂	0.3	4	0.2	0.4	<i>fm</i> 18
Al ₂ O ₃	13.9	273	15.8	23.7	<i>c</i> 8
Fe ₂ O ₃ \	3.1	39	2.3	3.5	<i>alk</i> 29
FeO /					
MgO	0.6	15	0.9	0.9	<i>si</i> 397
CaO	1.3	23	1.3	1.3	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.3	74	4.3	2.2	<i>k</i> 0.58
K ₂ O	4.8	102	5.9	3.0	<i>mg</i> 0.28
Glödgn.förl.	0.6	—	—	—	<i>qz</i> 181
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	99.0	1 730	100.0	173.6 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 45.8/33.3/20.9	

Bergart: Rödgrå, medelk. — småporf. granit
 Rock: *Reddish gray, medium-grained — porphyritic granite*

Spec. nr 11186 5 a

Lokal: Utmed Norrtäljevägen mitt emellan Viggbyholm och Hägernäs
Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	71.3	1 187	68.1	136.2	<i>al</i> 45
TiO ₂	0.3	4	0.2	0.4	<i>fm</i> 18
Al ₂ O ₃	14.6	284	16.3	24.5	<i>c</i> 8
Fe ₂ O ₃	3.3	41	2.3	3.5	<i>alk</i> 29
FeO					
MgO	0.6	15	0.9	0.9	<i>si</i> 373
CaO	1.5	27	1.5	1.5	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.4	77	4.4	2.2	<i>k</i> 0.59
K ₂ O	5.2	110	6.3	3.2	<i>mg</i> 0.27
Glödgn.förl.	0.4	—	—	—	<i>qz</i> 157
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	99.6	1 745	100.0	172.4 O/100 katjoner	
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 45.8/32.1/22.1			

Bergart: Gråröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: *Grayish red, medium-gr. — porphyritic granite*

Spec. nr 11187 6 a

Lokal: S Hägernäs hpl vid Norrtäljevägen
Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	71.3	1 187	67.8	135.6	<i>al</i> 46
TiO ₂	0.2	3	0.2	0.4	<i>fm</i> 18
Al ₂ O ₃	15.2	298	17.0	25.5	<i>c</i> 9
Fe ₂ O ₃	3.2	40	2.3	3.5	<i>alk</i> 27
FeO					
MgO	0.7	17	1.0	1.0	<i>si</i> 367
CaO	1.6	29	1.7	1.7	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.3	74	4.2	2.1	<i>k</i> 0.58
K ₂ O	4.8	102	5.8	2.9	<i>mg</i> 0.30
Glödgn.förl.	0.7	—	—	—	<i>qz</i> 159
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	100.0	1 750	100.0	172.7 O/100 katjoner	
		Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 43.7/31.8/24.5			

Bergart: Gråröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: Grayish red, medium-gr. — porphyritic granite

Spec. nr 11188 7 a

Lokal: Norrtäljevägen c:a 1 km S om vägskälet mot Vaxholm vid Ullna
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	72.4	1 205	68.1	136.2	al 44
TiO ₂	0.4	5	0.3	0.6	fm 18
Al ₂ O ₃	14.6	286	16.2	24.3	c 12
Fe ₂ O ₃ \	3.6	45	2.5	3.8	alk 26
FeO /					
MgO	0.6	15	0.8	0.8	si 366
CaO	2.2	39	2.2	2.2	ti 2
Na ₂ O	2.4	77	4.4	2.2	k 0.56
K ₂ O	4.6	98	5.5	2.8	mg 0.25
Glödgn.förl.	0.7	—	—	—	qz 162
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	101.5	1 770	100.0	172.9 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 38.5/30.5/31.0	

Bergart: Gråröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: Grayish red, medium-gr. — porphyritic granite

Spec. nr 11189 8 a

Lokal: Norrtäljevägen c:a 500 m S om vägskälet vid Ullna
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	72.4	1 205	68.5	137.0	al 44
TiO ₂	0.3	4	0.2	0.4	fm 19
Al ₂ O ₃	14.1	277	15.7	23.6	c 8
Fe ₂ O ₃ \	3.5	44	2.5	3.8	alk 29
FeO /					
MgO	0.6	15	0.9	0.9	si 378
CaO	1.5	27	1.5	1.5	ti 1
Na ₂ O	2.4	77	4.4	2.2	k 0.59
K ₂ O	5.2	110	6.3	3.2	mg 0.25
Glödgn.förl.	0.7	—	—	—	qz 162
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	100.7	1 759	100.0	172.6 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 45.8/32.1/22.1	

Bergart: Gråröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: *Grayish red, medium-gr. — porphyritic granite*

Spec. nr 11190 9 a

Lokal: 500 m N vägskalet vid Ullna på Norrtäljevägen
Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
Spectral analysis

	Vikt % <i>Weight %</i>	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	72.0	1 199	68.2	136.4	<i>al</i> 47
TiO ₂	0.2	3	0.2	0.4	<i>fm</i> 18
Al ₂ O ₃	15.0	294	16.7	25.1	<i>c</i> 6
Fe ₂ O ₃ }	3.3	41	2.3	3.5	<i>alk</i> 29
FeO }					
MgO	0.6	15	0.9	0.9	<i>si</i> 379
CaO	1.1	20	1.1	1.1	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.4	77	4.4	2.2	<i>k</i> 0.59
K ₂ O	5.2	110	6.2	3.1	<i>mg</i> 0.27
Glödgn.förl.	0.8	—	—	—	<i>qz</i> 163
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	100.6	1 759	100.0	172.7 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 48.6/34.1/17.3	

Bergart: Gråröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: *Grayish red, medium-gr. — porphyritic granite*

Spec. nr 11191 10 a

Lokal: Sågarviken O om Ullnasjön, Norrtäljevägen
Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
Spectral analysis

	Vikt % <i>Weight %</i>	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	74.0	1 232	70.2	140.4	<i>al</i> 48
TiO ₂	0.1	1	0.1	0.2	<i>fm</i> 13
Al ₂ O ₃	14.0	275	15.7	23.6	<i>c</i> 6
Fe ₂ O ₃ }	2.3	29	1.7	2.6	<i>alk</i> 33
FeO }					
MgO	0.3	7	0.4	0.4	<i>si</i> 428
CaO	1.0	18	1.0	1.0	<i>ti</i> 0
Na ₂ O	2.8	90	5.1	2.6	<i>k</i> 0.53
K ₂ O	4.8	102	5.8	2.9	<i>mg</i> 0.19
Glödgn.förl.	0.4	—	—	—	<i>qz</i> 196
<i>Loss by ignition</i>					
Σ	99.7	1 754	100.0	173.7 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 44.7/39.6/15.7	

Bergart: Gråröd, medelkornig granit
 Rock: *Grayish red, medium-grained granite*

Spec. nr 11192 11 a

Lokal: Ormgården vid avtagsv. till Åkersberga, NO om Ullnasjön
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	74.0	1 232	69.6	139.2	<i>al</i> 47
TiO ₂	0.2	3	0.2	0.4	<i>fm</i> 14
Al ₂ O ₃	14.5	284	16.0	24.0	<i>c</i> 7
Fe ₂ O ₃ } FeO }	2.9	36	2.0	3.0	<i>alk</i> 32
MgO	0.2	5	0.3	0.3	<i>si</i> 412
CaO	1.1	20	1.1	1.1	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.9	94	5.3	2.7	<i>k</i> 0.51
K ₂ O	4.6	98	5.5	2.8	<i>mg</i> 0.12
Glödgn.förl. <i>Loss by ignition</i>	0.5	—	—	—	<i>qz</i> 184
Σ	100.9	1 772	100.0	173.5 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 42.4/40.6/17.0	
				ppm	ppm
				Cr 10	V 100
				Co —	Pb 10
				Ni 10	Mn 100
				Cu —	Ti 100

Bergart: Röd, finkornig granit
 Rock: *Red, fine-grained granite*

Spec. nr 11126 1 b

Lokal: 500 m SSV Viggbyholms station
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilvärden
SiO ₂	73.2	1 219	69.0	138.0	<i>al</i> 43
TiO ₂	0.2	3	0.2	0.4	<i>fm</i> 16
Al ₂ O ₃	13.4	263	14.9	22.4	<i>c</i> 5
Fe ₂ O ₃ } FeO }	2.9	36	2.0	3.0	<i>alk</i> 36
MgO	0.5	12	0.7	0.7	<i>si</i> 400
CaO	0.8	14	0.8	0.8	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	3.2	103	5.8	2.9	<i>k</i> 0.53
K ₂ O	5.5	117	6.6	3.3	<i>mg</i> 0.25
Glödgn.förl. <i>Loss by ignition</i>	1.9	—	—	—	<i>qz</i> 156
Σ	101.6	1 767	100.0	171.5 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 47.0/41.5/11.5	

Bergart: Röd, finkornig granit
 Rock: Red, fine-grained granite

Spec. nr 11127 2b

Lokal: Gränsen mellan kartbladet Stockholm NV och NO utmed nya vägen Danderyd—
 Edsberg

Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	73.4	1 222	69.0	138.0	<i>al</i> 43
TiO ₂	0.2	3	0.2	0.4	<i>fm</i> 17
Al ₂ O ₃	13.5	265	15.0	22.5	<i>c</i> 5
Fe ₂ O ₃ } FeO }	2.8	35	2.0	3.0	<i>alk</i> 35
MgO	0.7	17	1.0	1.0	<i>si</i> 398
CaO	0.9	16	0.9	0.9	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.9	94	5.3	2.7	<i>k</i> 0.56
K ₂ O	5.5	117	6.6	3.3	<i>mg</i> 0.33
Glödgn.förl. Loss by ignition	0.5	—	—	—	<i>qz</i> 158
Σ	100.4	1 769	100.0	171.8 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 48.2/38.6/13.2	
			<i>ppm</i>		<i>ppm</i>
			Cr 10	V	100
			Co —	Pb	10
			Ni 10	Mn	100
			Cu 10	Ti	100—1 000

Bergart: Röd, fink. granit
 Rock: Red, fine-grained granite

Spec. nr 11128 3 b

Lokal: Edsberg, Sollentuna, Sthlm NV
 Locality

Spektralanalys utförd av SGU:s geokem. lab. 1960
 Spectral analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 1 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	73.0	1 215	68.3	136.6	<i>al</i> 42
TiO ₂	0.3	4	0.2	0.4	<i>fm</i> 19
Al ₂ O ₃	13.8	271	15.2	22.8	<i>c</i> 6
Fe ₂ O ₃ } FeO }	3.6	45	2.5	3.8	<i>alk</i> 33
MgO	0.6	15	0.8	0.8	<i>si</i> 381
CaO	1.0	18	1.0	1.0	<i>ti</i> 1
Na ₂ O	2.9	94	5.3	2.7	<i>k</i> 0.56
K ₂ O	5.6	119	6.7	3.4	<i>mg</i> 0.25
Glödgn.förl. Loss by ignition	0.8	—	—	—	<i>qz</i> 149
Σ	101.6	1 781	100.0	171.5 O/100 katjoner	
				Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 47.9/37.7/14.4	

Bergart: Mörkt gråblå metaarenit (oligoklasgnejs)

Spec. nr 2876 1g—7g

Rock: Dark grayish blue meta-arenite

Lokal: 22 prov från 7 olika lokaler inom Årsta-Björkhagenområdet

Locality: General sample, Årsta-Björkhagen area

Kemisk analys utförd av A. Aaremäe 1960

Chemical analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 10 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	73.43	12 220	71.32	142.64	<i>al</i> 36
TiO ₂	0.55	69	0.40	0.80	<i>fn</i> 37
Al ₂ O ₃	11.85	2 325	13.57	20.35	<i>c</i> 13
Fe ₂ O ₃	0.68	85	0.50	0.75	<i>alk</i> 14
FeO	4.35	605	3.53	3.53	
MnO	0.06	9	0.05	0.05	<i>si</i> 380
MgO	1.95	484	2.82	2.82	<i>ti</i> 2
CaO	2.36	421	2.46	2.46	<i>k</i> 0.38
BaO	0.05	3	0.02	0.02	<i>mg</i> 0,40
Na ₂ O	1.71	552	3.22	1.61	<i>qz</i> 224
K ₂ O	1.64	348	2.03	1.01	
P ₂ O ₅	0.09	13	0.08	0.20	
H ₂ O	1.09	(605)	(3.53)	176.24 O	
H ₂ O < 110°	0.09	—	—	7.06 OH	
S	0.06	(19)	(0.11)	0.11 S	
F	0.02	(11)	(0.06)	0.06 F	
				Avgår 3.67 O	
Avgår O för F o. S	Σ 99.98 — 0.03	17 134	100.00	179.80 anjoner/100 kat- joner	
	99.95	Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 20.0/31.7/48.3			

Bergart: Ljus, skarnförande metaarenit

Spec. nr 2872 1h—4h

Rock: Light, skarn-bearing meta-arenite

Lokal: Generalprov (General sample) från 2 olika lokaler i Björkhagen och dito 2 i Johanneshov, utgörande 21 bitar ur 17 olika lager eller brottstycken

Locality

Kemisk analys utförd av A. Aaremäe 1960

Chemical analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 10 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	74.34	12 378	72.96	145.92	<i>al</i> 37
TiO ₂	0.35	44	0.26	0.52	<i>fm</i> 21
Al ₂ O ₃	11.86	2 320	13.68	20.52	<i>c</i> 37
Fe ₂ O ₃	0.97	121	0.71	1.07	<i>alk</i> 5
FeO	2.12	295	1.74	1.74	
MnO	0.14	20	0.12	0.12	<i>si</i> 393
MgO	0.94	233	1.37	1.37	<i>ti</i> 1
CaO	6.48	1 156	6.81	6.81	<i>k</i> 0.63
BaO	< 0.01	—	—	—	<i>mg</i> 0.34
Na ₂ O	0.34	110	0.65	0.32	<i>qz</i> 273
K ₂ O	0.94	200	1.18	0.59	
P ₂ O ₅	0.11	15	0.09	0.22	
CO ₂	0.32	73	0.43	0.86	
H ₂ O	1.09	(605)	(3.57)		
H ₂ O <110°	0.09	—	—		
F	0.09	(47)	(0.28)	180.06 O	
S	0.03	(9)	(0.05)	7.14 OH	
				0.28 F	
				0.05 S	
				Avgår 3.76 O	
Σ	100.21	16 965	100.00	183.77 anjoner/100 katjoner	
Avgår O för F o. S	—0.05				
	100.16				
					Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 7.6/4.2/88.2

Bergart: Grå, medelk. — fink. Stockholmsgranit

Spec. nr 2875 1 F—12 F

Rock: Gray, medium — fine-grained Stockholm granite

Lokal: Generalprov $\left\{ \begin{array}{l} 8 \text{ prov i området från Djurgården till Bergshamra} \\ 2 \text{ prov i området kring Solna} \\ 2 \text{ prov i området Fisksätra—Saltsjöbaden} \end{array} \right.$

Locality

General sample from Stockholm with surroundings

Kemisk analys utförd av A. Aaremäe 1960

Chemical analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 10 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	70.61	11 750	67.28	134.56	<i>al</i> 42
TiO ₂	0.41	51	0.29	0.58	<i>fm</i> 19
Al ₂ O ₃	14.16	2 780	15.92	23.88	<i>c</i> 9
Fe ₂ O ₃	0.61	76	0.44	0.66	<i>alk</i> 30
FeO	2.77	386	2.21	2.21	
MnO	0.04	6	0.03	0.03	<i>si</i> 356
MgO	0.68	169	0.97	0.97	<i>ti</i> 1
CaO	1.54	275	1.57	1.57	<i>k</i> 0.59
BaO	0.03	2	0.01	0.01	<i>mg</i> 0.27
Na ₂ O	2.52	810	4.64	2.32	<i>qz</i> 136
K ₂ O	5.42	1 150	6.58	3.29	
P ₂ O ₅	0.07	10	0.06	0.15	
H ₂ O	1.12	(622)	(3.56)	170.23 O	
H ₂ O <110	0.08	—	—	7.12 OH	
S	0.05	(16)	(0.09)	0.09 S	
F	0.12	(63)	(0.36)	0.36 F	
				Avgår 3.83 O	
Σ	100.23	17 465	100.0	173.97 anjoner/100	
Avgår O för F o. S .	— 0.08			katjoner	
	100.15			Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 45.8/32.3/21.9	

Bergart: Gräröd, medelk. — småporf. granit
 Rock: *Grayish red, medium-gr. — porphyritic granite*

Spec. nr 2870 1 a—11 a

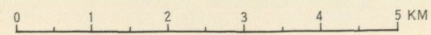
Lokal: Generalprov från Stockholmsområdet
 Locality: *General sample from the Stockholm area*

Kemisk analys utförd av A. Aaremäe 1960
 Chemical analysis

	Vikt % Weight %	Katjonprop. × 10 000	Katjon %	O i oxiderna	Niggilivärden
SiO ₂	71.92	11 970	68.49	136.98	<i>al</i> 44
TiO ₂	0.29	36	0.21	0.42	<i>fm</i> 17
Al ₂ O ₃	13.97	2 740	15.67	23.50	<i>c</i> 8
Fe ₂ O ₃	0.53	66	0.38	0.57	<i>alk</i> 31
FeO	2.31	320	1.83	1.83	
MnO	0.03	4	0.02	0.02	<i>si</i> 385
MgO	0.48	119	0.68	0.68	<i>ti</i> 1
CaO	1.48	264	1.51	1.51	<i>k</i> 0.57
BaO	0.03	2	0.01	0.01	<i>mg</i> 0.24
Na ₂ O	2.62	845	4.83	2.41	<i>qz</i> 161
K ₂ O	5.21	1 103	6.31	3.16	
P ₂ O ₅	0.06	8	0.05	0.13	
H ₂ O	0.97	(538)	(3.08)	171.22 O	
S	< 0.01	(3)	(0.02)	6.16 OH	
F	0.14	(74)	(0.42)	0.02 S	
H ₂ O < 110°	0.08			0.42 F	
				Avgår 3.31 O	
Σ	100.12	17 477	100.0	174.51 anjoner/100	
Avgår O för F	— 0.06			katjoner	
	100.06			Mol % K ₂ O/Na ₂ O/CaO = 44.2/34.6/21.2	

**BERGGRUNDEN INOM
KARTBLADET STOCKHOLM NO**
PETROLOGICAL MAP OF THE AREA STOCKHOLM NE
G. STÅLHÖS 1961

SKALA 1:100 000



SGU Ser. Aa 501

PL 1

Planstruktur (skiktning, skiffrihet) Stratification, schistosity

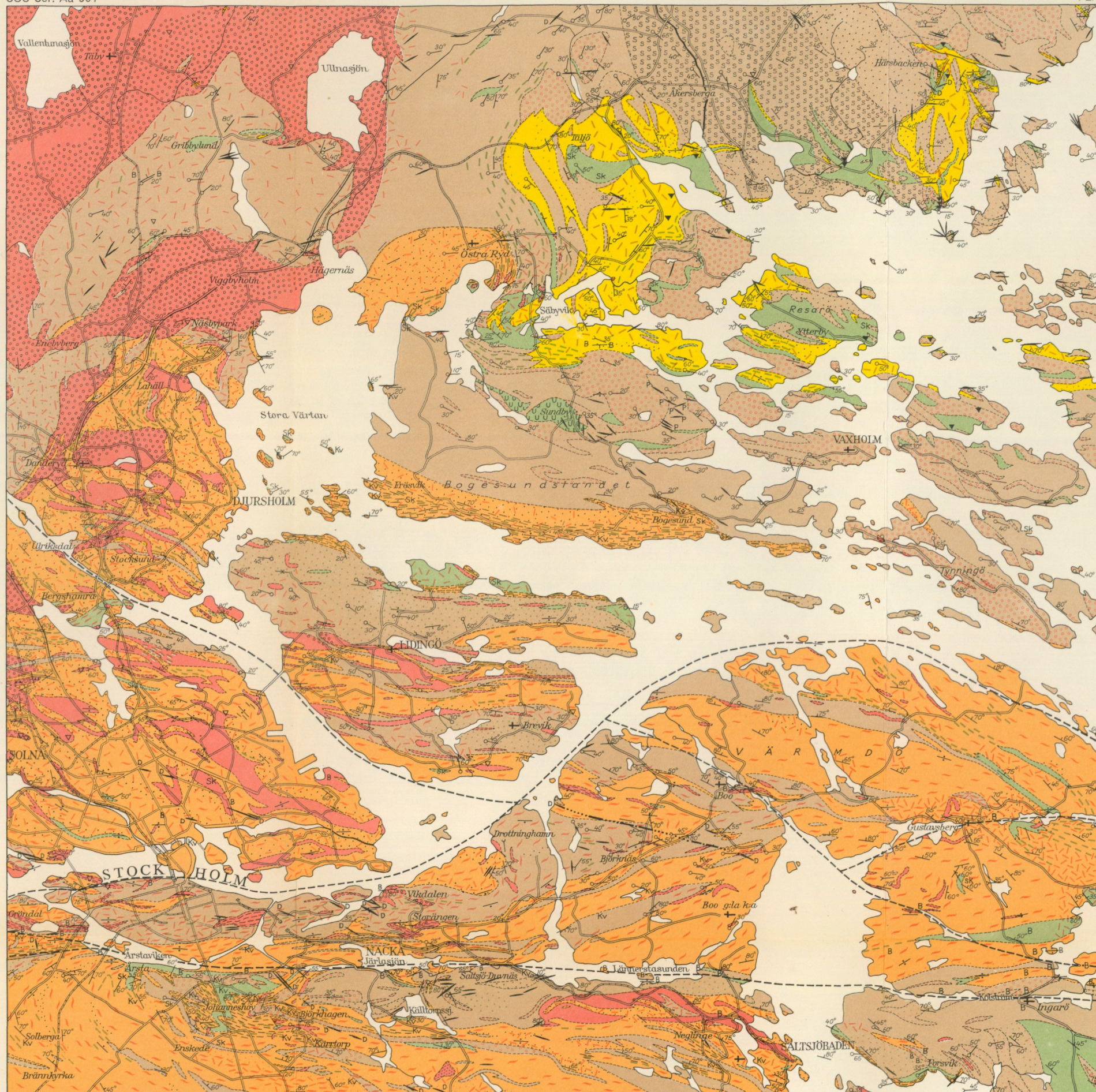
- Stupning med känt gradtal
Dip with known degree
- Stupning 80–90° av i punkten angiven riktning
Steep dip
- Lodrät stupning
Vertical dip
- Obekant eller starkt växlande stupning
Dip, unknown or variable

Lineärstruktur (stänglighet) Lineation

- Strecket anger stänglighetens riktning, gradtalet dess stupning
Dip with known degree
- Horisontell stänglighet
Horizontal lineation

Veckaxlar Foldaxes

- Strecket anger veckaxelns riktning, gradtalet dess stupning
Dip with known degree
- Horisontell veckaxel
Horizontal foldaxes
- Stenbrott
Quarry
- Fältspatbrott
Quarry for feldspar



- Förkastningszon. Breccia och mylonit
Fault zone. Breccia and mylonite
- Diabas
Dolerite
- Inneslutna brottstycken av äldre bergarter
Inclusions and fragments of older rocks
- Granit, aplit och pegmatit, gångsvärmar och små massiv
Granite, aplit and pegmatite, swarms of dikes and small masses
- Pegmatit
Pegmatite
- Yngre granit, jämnkornig och förskiffrad
Young granite, even-grained and schistose
- Yngre granit, jämnkornig
Young granite, even-grained
- Yngre granit, porfyrisk
Young, porphyritic granite
- Ädror och sliror av fältspat och kvarts
Veins and schlieren of feldspar and quartz
- Gångar av amfibolit och porfyrit (p)
Dikes of amphibole and porphyritic amphibole (p)
- Ultrabasic gabbro
Ultrabasic gabbro
- Gneissgranit (sur och intermediär) som små massiv
Gneissgranite (acid-intermediate), small masses
- Gneissgranit, kvartssyenitisk
Gneissgranite, quartz-syenitic
- Gneissgranit, röd, sur
Gneissgranite, red, acid
- Gneissgranit, småporfyrisk, halvsur, grårod - röd
Gneissgranite, semiacid, somewhat porphyritic, grayish-red - red
- Gneissgranit, ögonförande
Porphyritic gneissgranite
- Gneissgranit, grå, plagioklasdominant
Granodiorite
- Gneissgranit, basisk (kvartsdiorit)
Tonalite
- Metabasit, större brottstycken och skivor
Large inclusions of metabasite
- Gabbro, diorit, amfibolit och annan metabasit (skillersten = sk)
Gabbro, diorite, amphibole and other sorts of metabasite (pyroxenite = sk)
- Skiffergnejs, ögonförande, granitisk
Porphyritic granitic metaargillite
- Sedimentgnejs, ouppdelad eller väsentligen av skifferursprung
Sedimentary gneiss, undivided or mostly of metaargillitic origin
- Sedimentgnejs, delvis ursprungligen gråvackebetonad
Sedimentary gneiss, partly metagraywacke
- Sedimentgnejs med inslag av metaarenitiska led och kvartsit (kv)
Sedimentary gneiss including metaarenitic and quartzitic (kv) layers
- Leptitgnejs, gnejs av leptitursprung, röd, sur
Leptite gneiss, gneiss of leptitic origin, red, acid
- Leptitgnejs, gnejs av leptitursprung, grå, intermediär
Leptite gneiss, gneiss of leptitic origin, gray, intermediate
- Leptitgnejs, gnejs av leptitursprung, mörkgrå, basisk
Leptite gneiss, gneiss of leptitic origin, dark gray, basic

KARTANS OMFATTNING = TOPOGR. KARTAN 10 I NO

- » 41 ÖDMAN, O. H., Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. English summary: Description to map of the Pre-Cambrian rocks of the Norrbotten County, N. Sweden, excl. the Caledonian mountain range. Karta i skala 1 : 400 000. 1957. Beskrivning med karta. (Text with map) 45,00
 Karta i två blad (Map in two sheets) 20,00

Meddelanden i stencil

- N:o 4 STÅLHÖS, G., Bidrag till kännedomen om den radioaktiva strålningens fördelning inom den svenska berggrunden. Summary: Contribution to the knowledge of the distribution of the radioactivity in the bedrock of Sweden. 1960. 3,00

21. International Geological Congress — Excursions in Sweden

Excursion nr	Guide-book	Price	Excursion nr	Guide-book	Price
C 15	a	5.00	A 25-C 20	g	6.00
A 20	b	6.00	A 26-C 21	h	6.00
A 21-C 18	c	2.00	A 27-C 22	i	5.00
A 22-C 17	d	8.00	A 28-C 23	j	4.00
A 23-C 16	e	6.00	A 32-C 26	k	5.00
A 24-C 19	f	6.00	C 27	l	4.00
Complete set					63.00

Pris 15 kronor

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Vasagatan 16, Stockholm 1