

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

BERGGRUNDSGEOLOGISKA OCH GEOFYSISKA KARTBLAD

SKALA 1:50 000

Serie Af · Nr 118

GÖRAN STÅLHÖS

BESKRIVNING TILL
BERGGRUNDSKARTAN
ENKÖPING SV

DESCRIPTION TO THE MAP OF SOLID ROCKS
ENKÖPING SV



STOCKHOLM 1976

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

BERGGRUNDSGEOLOGISKA OCH GEOFYSISKA KARTBLAD

SKALA 1: 50 000

Serie Af · Nr 118

GÖRAN STÅLHÖS

BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTAN

ENKÖPING SV

DESCRIPTION TO THE MAP OF SOLID ROCKS

ENKÖPING SV

STOCKHOLM 1976

ISBN 91-7158-099-9

C DAVIDSONS BOKTRYCKERI AB, VÄXJÖ 1976

INNEHÅLL

Summary: Solid rocks of the map-sheet Enköping SV	4
Inledning	7
Bergarter av sedimentärt ursprung	10
Fältspatkvartsit, glimmerskiffer, biotit-plagioklasskiffer, skarnkvartsit och skarnglimmerskiffer	10
Sedimentbergarternas petrografi och kemi	12
Bergarter av vulkaniskt ursprung	20
Leptit, porfyr, porfyrit och metabasit	20
Synorogena intrusivbergarter	22
Djupgrönstenar (kvartsdiorit, diorit, gabbro och anortosit)	23
Granitoider (tonalit, granodiorit och granit)	27
Intraorogena gånger	33
Yngre pegmatiter och graniter	36
Metamorfos	37
Vecktektonik	39
Spricktektonik och diabaser	41
Den flygmagnetiska kartans huvuddrag	42
Bergarternas praktiska egenskaper och användning	42
Litteratur	45

SUMMARY

Solid rocks of the map-sheet Enköping SV

The centre of the present map area is situated about 70 km to the WNW of Stockholm, the capital of Sweden. The actual bedrock forms part of the old Svecokarelian orogenic belt with its principal extension in central and northern Sweden as well as in southern and central Finland. The age of the Svecokarelian orogenic activity seems to fall within the interval 2 100—1 800 million years.

The dominating supracrustal rocks of the area are metasediments mostly built up of interbedded layers of meta-arenite (plagioclase quartzite) and meta-argillite (mica schist). Well-preserved sedimentary structures such as graded bedding, cross-bedding (Figs. 1 and 2) and load casts are met with now and then in these rocks. The bedding planes have been strongly folded and cross-folded. The rocks are thus often dominated by a penetrative schistosity. Formation of veined gneisses has taken place locally in those parts of the metasediments which are abundantly intruded by pegmatites.

Volcanic supracrustal rocks are rare. These display for the most part intercalated beds of porphyry and porphyrite, a few tens of meters thick, in the metasediments. Alkali-rich leptites and unspecified metabasites are also believed to be metavolcanics.

During the main phase of folding, synorogenic (=synkinematic) dry intrusives of different composition were introduced into the Svecokarelian geosyncline (gabbros, diorites, quartz diorites, tonalites and granodiorites—granites). These rocks, forming about 50 % of the rock floor within the map area, are now more or less schistose (planar and/or linear). In this respect they differ from the serorogenic (=late kinematic) granites and associated pegmatites. The latter granitoids were probably formed in connection with the culmination of the regional metamorphism during wet conditions by mobilization of deeply buried segments of metasediments of the basement still containing potential water.

After the consolidation of the synorogenic intrusives, but before the formation of the serorogenic granites, joints and fissures opened and became filled with basaltic magma. The dike rocks formed during this intraorogenic stage appear now as fine-grained amphibolites with a more or less pronounced lineation. The size of the dikes is usually between 1 and 10 meters.

A few doleritic dikes (Db) are younger than the Svecokarelian rocks of the area and are probably of Subjotnian or Jotnian age.

A short description of the different rocks, their relationships and behaviour will now be given. Planimetric and chemical analyses are summarized in Diagrams 1—4 and Tables 1—5. The recommendations of Streckeisen 1967 have with few exceptions been followed for the nomenclature of the igneous rocks.

Two types of mica schists have been observed within the metasediments of the map area, viz. muscovite-biotite mica schist (Diagram 2) and biotite-plagioclase schist. The muscovite-biotite mica schist is usually intercalated with meta-

arenitic layers (plagioclase quartzites; see Diagram 1), whereas the biotite-plagioclase schists, appearing only locally, have a more compact, undifferentiated appearance. Minerals such as andalusite, sillimanite (mostly fibrolite) and almandine (rare) in the metasediments indicates metamorphic conditions somewhere between andalusite-cordierite-muscovite subfacies and sillimanite-cordierite-muscovite-almandine subfacies of the Abukuma low pressure metamorphism (Winkler 1967, p. 118—119). The stability of muscovite in the presence of quartz within the region is another very good indication of the metamorphic state. According to a later paper by Winkler (1970, p. 239) the reaction: muscovite + quartz \rightleftharpoons potassic feldspar + sillimanite/andalusite + water represents a very significant borderline between areas of "medium stage" metamorphism (muscovite still left) and areas of "high stage" metamorphism (no muscovite). In this sense the present map area is dominated by "medium stage" metamorphism. Only in the aureoles of the pegmatites may "high stage" metamorphism have existed locally with formation of potassic feldspar and sillimanite at the cost of muscovite. Thus potassic feldspar, occurring sporadically, is probably not a primary constituent of the sediments (mostly lacking in well-preserved metasediments, or a minor constituent). In areas characterized by "high stage" metamorphism, for instance the whole adjacent Stockholm region, potassic feldspar is always present and has been formed at the expense of muscovite in rocks of meta-argillitic composition (Stålhös 1969). On the whole, only two possibilities remain to explain the contents of potassic feldspar in the metasediments of the regions mentioned. These are: 1. a metasomatic addition of potassic solutions or bodily intrusion of granitic material and, 2. an internal decomposition of mica (muscovite and biotite) in the presence of quartz during the metamorphism. The rather moderate metamorphic conditions of the Enköping area with local formation of veined gneisses around pegmatites favour the first alternative. In the veined gneisses of the highly metamorphosed Stockholm region, on the contrary, alternative 2 may prevail.

Finally, the chemical compositions of plagioclase quartzites and mica schists are shown in Table 1.

Locally skarn-bearing quartzites appear among the metasediments as light-coloured, thin layers (1/2—1 dm across). Originally these rocks may have been quartz-rich, marly sediments which were later metamorphosed to fine- and even-grained, granoblastic quartzites rich in Ca-bearing minerals such as Ca-rich plagioclase, diopside, Ca-rich garnet and hornblende. Secondary retrograde reactions probably gave origin to considerable amounts of epidote—clinozoisite.

Skarn-bearing mica schists containing Ca-rich plagioclase and tiny crystals of hornblende as well as quartz and mica occur as thin layers in the area about 5 km to the southeast of Enköping.

The mineralogical compositions of different types of metavolcanics such as plagioclase porphyrites, porphyries and some kinds of leptite are summarized in Table 2. Most of these rocks are quartz-andesitic. Rhyodacites, dacites and trachytes are, however, also represented. Garnet-biotite metabasites more or less connected with the porphyrites are frequently found as thin beds (1—10 m

across) in the metasediments. The garnet content, usually 5—15 vol.-%, probably depends on a high Fe/Mg-quotient in the rock.

As mentioned before, synorogenic intrusives make up a considerable part of the bed-rock within the map area. Basic members of this suite are gabbros, diorites and quartz diorites. Early differentiates such as olivine-pyroxene gabbro and anorthosite have also been noted generally in connection with compositional banding. The mineralogical and chemical compositions of the rocks may be seen in Diagram 3 and Table 3a respectively.

Members of intermediate composition, such as tonalites and granodiorites entirely dominate the synorogenic intrusives. These rocks are more or less schistose and usually called gneiss-granites according to Swedish nomenclature. (For mineralogical and chemical compositions see Diagram 4 and Table 4 respectively.)

The tonalites are medium-grained rocks with plagioclase as the dominating feldspar. Hornblende and biotite occur in varying proportions (Fig. 3). The granodiorites are more or less porphyritic rocks (Fig. 4) with the following composition: quartz > plagioclase > potassic feldspar \geq biotite > hornblende. A considerable assimilative capacity may be ascribed to the synorogenic intrusions. A high content of almandine in certain areas probably originates from metasediments which have been largely assimilated. The intrusive character of the rocks is further confirmed by the existence of intrusive breccias.

The chemical and mineralogical compositions of intraorogenic dikes are summarized in Tables 3b and 5 respectively. Among the basic members there are dacites, quartz andesites and basalts. Locally acid porphyric rhyodacites have also been noted. The chemical compositions within this suite of dikes are very similar to corresponding analyses of intraorogenic dikes from the classic Herräng field in eastern Uppland (Magnusson 1940).

Young cross-cutting undeformed serorogenic granites are rare in the map area. Associated pegmatites are much more common. The composition of the medium- to fine-grained grey or reddish granites are approximately as follows: quartz \approx microcline \approx plagioclase \gg biotite. Garnet may locally be a minor constituent. The pegmatites are red or whitish grey. The composition of a red pegmatite is as follows: microcline perthite \geq quartz > albite \gg muscovite. A grey pegmatite has given the following composition: albite > quartz \gg muscovite. In spite of the two muscovite-bearing examples mentioned, biotite is no doubt the predominating type of mica in the pegmatites. Occasional inferior constituents are garnet and tourmaline.

According to the evidence of adjacent regions at least two main deformations caused by pressure from different directions seem to have taken place within the area. During the first deformation the strata were probably overturned more or less isoclinally in a westerly direction. During this phase of deformation there may have been an important interaction between the pressure directed east—west and a vertical pressure due to doming up and/or intrusion of the synorogenic granitoids in the form of a huge batholith probably divided into different diapirs (Stephansson 1974). A later north—south compression super-

imposed onto those parts of the axial planes dipping to the east (Stålhös 1969, p. 18) probably caused the present rather dominant easterly dip of lineations and fold axes of the area. Of course other directions of the linear elements must be expected in those areas dominated by the vertically directed pressure.

Zones of fracture as well as breccias (B) and mylonites (M) originated by Postsvecokarelian tectonic movements are shown in a separate map also containing lineations, fold axes, foliations and bedding planes as well as doleritic dikes.

Furthermore, a map of the magnetic total intensity of the area has been prepared.

Inledning

Mittpunkten på kartbladet Enköping SV är belägen norr om Mälaren, ca 70 km VNV om Stockholm. Kartbladsområdet kännetecknas av en mycket lugn topografi med någon enstaka höjd kring 60 m längst i nordväst, medan huvuddelen av området sällan överskrider 35-metersnivån. De skogklädda, vanligen något högre belägna partierna av landskapet upptar arealmässigt uppskattningsvis samma yta som de öppna, skogfria, av bördig åkermark dominerade områdena.

Om man bortser från ett fåtal unga genombrytande diabasgångar utgör berggrunden inom kartbladsområdet en del av den svekofenniska, alternativt svekokarelska orogenzon, vilken dominerar berggrunden inom östra, mellersta och norra Sverige samt stora delar av Finland. Den orogena utvecklingen inom denna zon torde ligga mellan 2 100 (\pm 100) och 1 800 (\pm 50) milj. år.

Ytbergarter, mestadels av sedimentursprung (blå i kartan), jämte kvantitativt helt underordnade, vulkanogena bildningar (gula) såsom leptiter, porfyrit (P) och ospecifierade metabasiter (gröna) upptar tillsammans mindre än 40 % av kartarealen. Något större andel av kartområdet, ca 55 %, upptas av synorogena djupintrusiv yngre än ytbergarterna. Dessa intrusiv, vilka trängde in i ytbergarterna i samband med veckningen, omfattar både tonaliter och granodioriter — graniter (bruna), vanligtvis mer eller mindre förskiffrade, samt, ehuru sparsamt, gabbror, dioriter och kvartsdioriter (gröna med svarta prickar). Återstoden av berggrunden, omkring 5 %, utgörs av yngre serorogena, massformiga graniter och pegmatiter (röda) bildade efter veckningen och därför fria från deformationsstrukturer. I tidsmässigt avseende belägna mellan de äldre och yngre

intrusiven uppträder en ur tektonisk synpunkt väl definierad svit av intra-orogena basiska gångruptiv.

Den äldsta regionala karteringen inom kartbladsområdet ägde rum mellan åren 1862 och 1864 i samband med tillkomsten av kombinerade jordarts- och berggrundskartor i skalan 1:50 000 i Sveriges geologiska undersöknings regi. Det nykarterade kartbladet Enköping SV ligger helt inom ramen för fyra av de äldre kartbladen nämligen Enköping (ca 50 %), Ångsö (ca 40 %), Skultuna (> 5 %) och Västerås (ca 5 %). En yngre upplaga av kartbladet Västerås, fortfarande baserad på det gamla topografiska underlaget, har också varit tillgänglig (P. H. Lundegårdh 1954).

En bättre överblick över de geologiska förhållandena än nu nämnda kartblad ger den av A. E. Törnebohm utgivna, heltäckande berggrundskartan över Mellersta Sveriges Bergslag i skala 1:250 000, som även inbegriper det aktuella kartbladet (blad nr 5). Kartverket med tillhörande beskrivningar tillkom under åren 1876—82 och baserar sig dels på nyssnämnda äldsta kombinerade blad och dels på sex års kompletterande fältstudier under Törnebohms ledning. Trots att den Törnebohmska kartan är så gammal, stämmer den i sina huvuddrag förvånansvärt väl med den nu presenterade.

Berggrundskartan Enköping SV åtföljs av en tektonisk karta samt en karta över den magnetiska totalintensiteten upprättad på grundval av flygmätningar. Sistnämnda karta indicerar i huvudsak halten av ferromagnetiska mineral sådana som magnetit och magnetkis i berggrunden. Om ett eller båda av nu nämnda mineral är knutna till bestämda bergartsformationer, kan dessa identifieras och avgränsas från sin omgivning med hjälp av de magnetiska anomalernas fördelning, något som är särskilt värdefullt i jordtäckta områden (se s. 42).

Hällfrekvensen är mycket låg inom stora delar av kartbladet. Där hållar finns, speciellt i skogsområdena, är dessa i betydande utsträckning täckta med mossor, en omständighet som lokalt försvårat utarbetandet av mera detaljerade gränser de olika bergartsleden emellan. Kartans kvalitet har emellertid inte blivit påtagligt lidande härav. Berggrunden inom området är nämligen mycket enhetlig över stora ytor, varför frekvensen av gränslinjer är förhållandevis låg. Utbredningen av vissa pegmatitmassiv inom kartområdets södra delar torde vara osäkrast, liksom fördelningen mellan tonalit — granodiorit, sedimentgnejs och gabbro — diorit väster om en linje mellan Björksta och Tortuna kyrkor.

Berggrunden inom kartbladet liknar till identitet den inom det angrän-

sande, nyligen utgivna kartbladet Enköping SO (Stålhös 1974). Även de längre mot öster anslutna kartbladen Uppsala SV och SO har mycket gemensamt med det här behandlade kartbladet (Stålhös 1972, s. 1—165). Tillsammans utgör hela nämnda region en ur metamorf, tektonisk och berggrundsmässig synpunkt tämligen likartat uppbyggd randzon mellan det av synorogena djupintrusiv dominerade centrala Uppland och det väsentligen av ytbergarter uppbyggda östra Södermanland med Södertörn (G. Stålhös 1969, s. 1—190). I den följande kortfattade redogörelsen för berggrunden inom kartbladet Enköping SV kommer i huvudsak att hänvisas till den mera ingående behandlingen av olika för regionen karakteriserande bergarter och företeelser, så som dessa omtalas i beskrivningarna till nys anförda kartblad.

De planimetriska analyser, som åskådliggörs i diagrammen 1—4, har huvudsakligen utförts av Birgitta Bygghammar (djupgrönstenar och meta-sediment), Stellan Ahlin (tonaliter — granodioriter) och Lars Persson (metasediment). Behjälpliga vid karteringsarbetet har varit geologerna Rolf Larsson, Karl Axel Malmsten, Per Olof Ehlin och Anne Laantee.

De kemiska bergartsanalyserna i tabellerna 1, 3 a, b och 4 har utförts vid SGU:s laboratorium enligt gängse rutin (jfr metodikkapitlet i kartbladsbeskrivningen Uppsala SV och SO; Stålhös 1972, s. 7).

I flera fall har bergarternas mineralogiska sammansättning räknats fram ur de kemiska analyserna via en s. k. ekvivalentnorm. Denna har under beteckningen (E) införts jämsides med de planimetriskt beräknade mineralsammansättningarna i diagrammen 1, 2 och 4. Den procentuella ekvivalentnormfördelningen kan nämligen approximativt jämföras med bergarternas modala sammansättning uttryckt i vol.-% (se Stålhös 1972, s. 7).

Bergartsnomenklaturen följer Streckeisen (1967) för vulkaniska bergarter, medan de av IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks (1973) givna rekommendationerna tillämpas beträffande djupbergarterna. Till skillnad från tidigare, då Streckeisens nomenklatur tillämpades även för djupbergarterna (jfr kartbladen Enköping SO och Uppsala SV och SO), får i det följande de till granitoiderna hörande kvartsdioriterna beteckningen tonalit. I konsekvens härmed kommer istället benämningen kvartsdiorit att ersätta förutvarande kvartsförande diorit och sålunda inlämnas bland djupgrönstenarna.

Ortsnamn i beskrivningen åtföljs av en siffer-bokstavskombination, som anger inom vilket ekonomiskt kartblad orten ligger enligt koordinatsystemet i kartans kant.

Geologiska termer förklaras inte närmare i texten, utan läsaren hänvisas till geologiska läroböcker sådana som Lundegårdh (1970, 1974) och Loberg (1973).

Bergarter av sedimentärt ursprung

Fältspatkvartsit, glimmerskiffer, biotit-plagioklasskiffer, skarnkvartsit och skarnglimmerskiffer

Bergarter, som utgör derivat av normala vittringssediment, upptar ca 40 % av kartbladets areal. Ljusgrå till grå fältspatkvartsiter och mer eller mindre förgnejsade glimmerskiffer i växellagring dominerar nästan helt. De förra



Fig. 1. "Graded bedding" i en fältspatkvartsit med växlande glimmerhalt (mörkare skikt = högre glimmerhalt). Uppåt i lagerföljden är till höger i bilden. — 500 m V om Strömsta (0c), ca 3.5 km V om Enköpings-Näs k:a.

Graded bedding in feldspar quartzite with varying contents of mica. Top of the sequence to the right.



Fig. 2. Strömskiktning (diagonalskiktning) i fältspatkvartsit. Uppåt i lagerföljden i riktning mot bildens övre del. — Grop-Norrby, ca 4 km O om Sparrsätra k:a.

Cross-bedding in feldspar quartzite.

torde i allmänhet utgöra minst tre fjärdedelar av sedimentbergarternas totala mängd, främst i områdets norra och mellersta delar (kort strecköverbeteckning). I söder däremot, på Ängsön, mellan Teda och Svinnegarns kyrkor samt sydost om Enköping kan glimmerskifferinslaget lokalt uppgå till 30 à 40 % (överbeteckning med långa streck). De båda leden växellagrar i allmänhet med skikt alltifrån centimeterskala upp till halvmeterbreda bankar med gradvis avtagande kornstorlek från fältspatkvartsiter i botten till de på ursprungligt lermaterial allt rikare, finkorniga glimmerskiffrarna i högre lägen. Detta slag av s. k. "graded bedding" påträffas endast undantagsvis så välbevarat att upp- och nedbestämningar i lagerföljden kunnat utföras, t. ex. söder och väster om Svinnegarn k:a (1d; fig. 1). I andra fall har förekomsten av strömskiktning ('cross-bedding', fig. 2) eller primära sedimentationsstrukturer såsom "load casts" (ca 1 km söder om Svinnegarn k:a) möjliggjort upp- och nedbestämningar. Detta till trots har inga entydiga slutsatser beträffande den generella regionala stratigrafien inom området kunnat dras, då tektoniken är alltför komplicerad med snabbt växlande

lagerställningar. Bäst bevarade och förhållandevis mest småkorniga är sedimentbergarterna i områdena söder och norr om Enköping (blå strecköverbeteckning; se berggrundskartans teckenförklaring). Den starkaste omvandlingen tycks däremot ha drabbat sedimentbergarterna inom de pegmatitrika zonerna, där särskilt de glimmerrikare skikten i pegmatiternas närhet har förgrovats under samtidigt upptagande av kvarts-fältspatådror, varvid ådergnejser uppstått, ofta kännetecknade av en intensiv plastisk småveckning. Fältspatkvartsiterna är i detta avseende betydligt mer motståndskraftiga. Veckning liksom ådring är inom nämnda led mindre framträdande, varför enbart en viss kornförgrovnig här kan avslöja en högre grad av omvandling (jfr G. Stålhös 1972, s. 24—25).

Förutom nu nämnda sedimentbergarter uppträder i ringa omfattning en mörk biotit-plagioklasskiffer i ett mycket vagt avgränsat stråk i trakten av Tjursåker (3e) norr om Enköping.

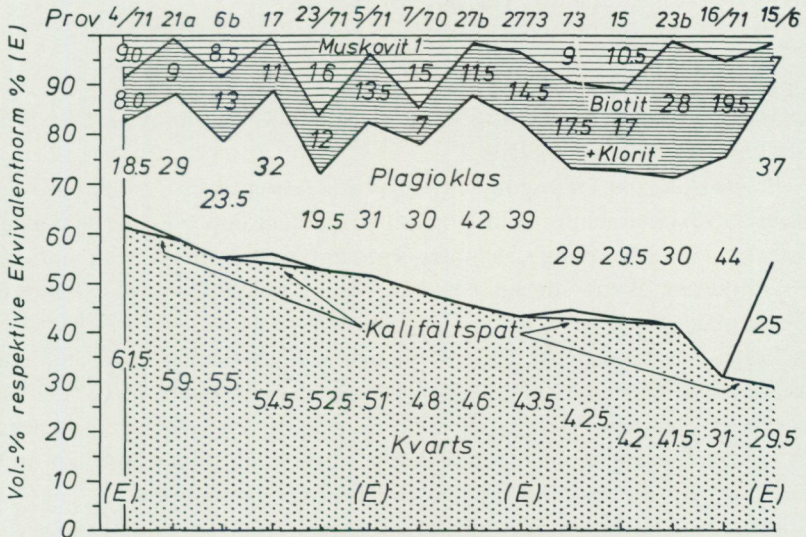
Slutligen förekommer lokalt mycket underordnat tektoniskt avslitna decimeter- till halvmeterbreda skikt av skarnkvartsiter (KV i kartan), samt skarnglimmerskiffrar, som genetiskt står de lerrika sedimenten nära.

Sedimentbergarternas petrografi och kemi

Fältspatkvartsit eller snarare plagioklaskvartsit utgör som nämnts den i särklass viktigaste komponenten bland områdets sedimentbergarter. Variationen i mineralogisk sammansättning och kornstorlek hos olika plagioklaskvartsiter framgår översiktligt av diagram 1. Kvarts, i allmänhet mellan 40 och 60 vol.-%, dominerar över plagioklas (20—40 vol.-%). En gulbrun biotit i mängder mellan 10 och 25 vol.-% finns ständigt representerad, till skillnad från muskovit (0—15 vol.-%). Kalifältspat tillkommer lokat i små mängder, främst som sprickfyllnader. Ett undantag utgör prov 15/6 med hela 25 vol.-% av nämnda mineral. Kalifältspaten förekommer i detta fall dels i ett flertal sprickor inom slipprovet och dels som oregelbundna individ såväl direkt anslutna till sprickorna som mera självständiga. Då berggrunden i det aktuella området är mycket rik på pegmatiter, ligger det nära till hands anta att kalifältspatiseringen har ett samband med de senare (se Stålhös 1972, s. 27). Kvarthalten i bergarten har samtidigt sjunkit till en för plagioklaskvartsiter onormalt låg nivå (diagram 1, t. h.). Bland övriga mineral inom plagioklaskvartsiterna märks främst klorit sekundär efter biotit, apatit, zirkon, turmalin, sillimanit (fibrolit) och opakmineral. De senare utgörs väsentligen av svavelkis och magnetit-

DIAGRAM 1

Mineralfördelningen i plagioklaskvartsiter och samhöriga gnejser
Mineral composition of plagioclase quartzites and associated gneisses



An i %	15	-	-	-	-	10	20	-	20	20	-	20-50	-	20
Apatit	0.3	<0.1	+	+	-	0.2	0.5	<0.1	0.2	-	0.4	0.3	+	0.2
Zirkon	+	<0.1	+	+	+	+	+	<0.1	+	0.2	<0.1	<0.1	+	+
Turmalin	+	<0.1	-	-	+	-	0.5	-	-	-	0.2	-	+	-
Opakmineral	0.3	-	0.5	+	0.1	-	1.0	0.3	0.4	1.3	<0.1	<0.1	2.4	-
Muskovit	8.4	0.9	8.0	0.3	15.9	4.0	13.0	0.8	2.4	5.6	10.1	<0.1	1.9	1.4
Klorit	7.6	1.8	-	1.2	+	0.5	4.1	0.3	0.8	-	3.5	0.2	-	2.7
Kalifältspat	3.0	-	-	2.0	+	0.2	0.3	<0.1	-	2.0	1.1	+	0.9	25.0
Fibrolit	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1.5	-	-	0.2A	-
A=Andalusit	0.1=Kalcit													
Kornstorl.	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.3	0.4	0.1-0.2	0.2-0.4	0.2							
Grain size	0.4-0.6	0.2-0.3	0.1-0.2	0.1-0.2	0.3-0.5	0.2-0.3	0.2-0.5							
N=	595	549	552	590	540	592	592	367	533	611	567	597	538	533
Kem.=	Kem.					Kem.			Kem.					Kem.
Kemisk analys														

¹Muskovit + övriga mineral

4/71. S. Rekasta (3e), 6 km OSO om Sparrsätra k:a. Kem. anal. 66179/15712.

21 a. 150 m NV om Kolarberg, ca 3 km SSO om Enköpings-Näs k:a (0d).

6 b. Gånsta (2e), ca 4 km SO om Enköping C.

17. Kvarnstugan, ca 500 m S om Svinnegarn k:a.

23/71. Vägskärning vid Karlslund, ca 1.7 km NV om Tortuna k:a.

5/71. Tjursåker (3e), 5.5 km O om Sparrsätra k:a. Kem. anal. 66199/15713.

7/70. Gånsta (2e), ca 4 km SO om Enköping C.

27 b. 750 m VNV om Grop-Norrby (4d; vägskärning), ca 3.5 km ONO om Sparrsätra k:a.

2773. Lådö (4d), NO om Sparsåtra k:a. Kem. anal. 66810/15670.
 73. 250 m S om Nytorp (1b), ca 4 km SO om Kungsåra k:a.
 15. N om Pålbo (1d), ca 3 km SO om Teda k:a.
 23 b. 300 m SO om Valla (vägskärning), ca 1 km O om Enköpings-Näs k:a.
 16/71. S om Lövtugan, ca 2 km NNV om Bred k:a.
 15/6. 600 m VNV om Bjuggsta (2b), ca 2 km N om Kungsåra k:a. Kem. anal. 66105/15563.

kis samt, mera osäkert, grafit och/eller magnetit. I form av sprickfyllnader tillkommer epidot och kalcit.

Plagioklasen är en oligoklas (An_{10} — An_{20}) men har i ett fall (prov 23b) skiktvis växlande halter från An_{20} till An_{50} , sannolikt till följd av växlande primär kalkinblandning i sedimentet. Som ofta är fallet har en stark muskovitbildning skett i de anortitrikare och följaktligen också aluminiumrikare plagioklaserna.

Lokalt iaktas 0.5 till 2 cm stora ovala, ljusa fläckar utgörande ca en tredjedel till hälften av plagioklaskvartsitens volym (prov 7/70). Fläckarna består av plagioklas omkristalliserad till poikiloblaster med inneslutningar av övriga mineral, främst kvarts. Även muskoviten bildar ej sällan upp till 5 mm stora, sent kristalliserade, övertvärande porfyroblaster.

Prov 16/71 i diagram 1 innehåller några andalusitpoikiloblaster jämte enstaka korn av granat. En viss tveksamhet råder i detta fall om bergartens ursprung, då den dels innehåller några plagioklasindivid, 1 à 2 mm stora och eventuellt utgörande strökorn, dels är tämligen fattig på kvarts. Utseendet på bergarten, dess omgivning och opakmineralen, som till övervägande del tycks vara grafit, talar dock för ett sedimentärt ursprung.

I det fall där strömskiktning noterats i plagioklaskvartsiten (prov 27 b) utgörs de makroskopiskt framträdande skiktytorna (fig. 2) av brun biotit jämte, något anrikat i förhållande till den övriga delen av slipet, zirkon, apatit och svavelkis. Till skillnad från de andra mineralen uppvisar zirkonen i detta fall vanligtvis mycket välrundade korn.

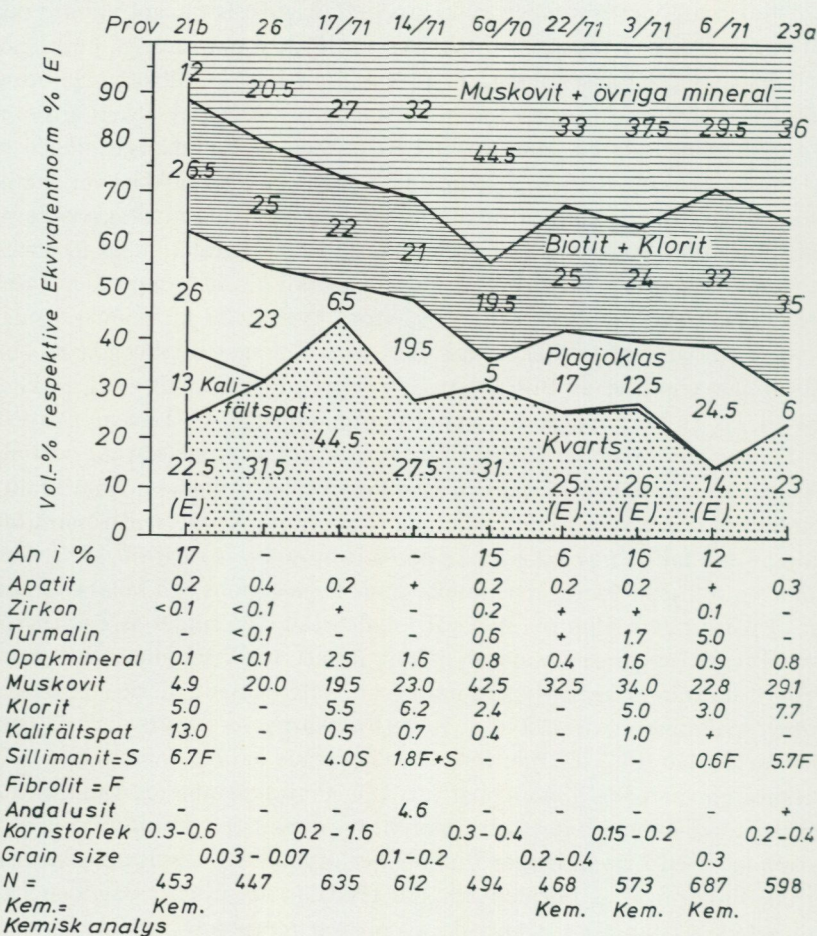
Kornstorlekarna inom de bäst bevarade plagioklaskvartsiterna kan nå ned till 0.1—0.2 mm, som i trakten av Lådö (4d; prov 2773). Starkare rekristalliserade led har i allmänhet en korndiameter mellan 0.2 och 0.5 mm. Någon distinkt gräns mellan vad som i berggrundskartans teckenförklaring betecknats som välbevarad respektive förgnejsad plagioklaskvartsit förekommer inte. Bergarternas textur är i båda fallen granoblastiskt kristallin. Det är främst kvartsfältspatådrorna inom de pegmatitrika zonerna som förlänar metasedimenten ett gnejsigt utseende och nedsätter bergarternas klyvbarhet utmed lagrings- och/eller skiffrihetsplanen.

Variationer i mineralogisk sammansättning och kornstorlekar inom glimmerskiffrarna framgår av diagram 2. Muskovit och biotit förekommer rikligt i samtliga fall och bildar tillsammans ca hälften av bergartens volym. Återstoden utgörs väsentligen av kvarts och plagioklas i något mindre omfattning. Liksom i fältspatkvartsiterna torde den sparsamt uppträdande kalifältspaten ha ett sekundärt ursprung. Den i friskt tillstånd gulbruna biotiten är delvis kloritiserad och övertväras ej sällan av rekristalliserad muskovit. Plagioklasen är ofta sericitiserad och till sammansättningen en sur oligoklas (An_6 — An_{17}). I likhet med fallet hos plagioklaskvartsiterna bildar muskoviten tämligen ofta upp till 5 mm eller undantagsvis centimeterstora porfyroblaster eller poikiloblaster med inneslutningar av övriga mineral (proverna 6/71 och 23a). Sillimanit (s i kartan) uppträder i flertalet glimmerskiffrar, dock sällan i så stora kvantiteter att man ser mineralet i fält. Minaeralet förekommer dels som aggregat uppbyggda av små nålformiga kristaller av fibrolittyp, dels, ehuru mera sällan, som enskilda kristaller. I en kvartsådrad inhomogen glimmergnejs från Lövsugan (prov 17/71) har grovkristallin sillimanit iakttagits som centimeterstora porfyroblaster. Andalusit (a i kartan) iaktas lokalt makroskopiskt, framförallt i området ca 5 km sydost om Enköping. I slipprov har mineralet påträffats endast i två fall, varav ett från Lådö (4d; prov 14/71) i form av upp till 5 mm stora kristallaggregat genomvävande främst biotit och kvarts. Granat har ej påträffats i slipprov men väl lokalt i fält, företrädesvis på Ängsön (0c). Bland övriga småmineral märks främst turmalin med varierande pleokroism från färglös—ljusgrön till grön, vidare apatit, zirkon, grafit och andra opakmineral, främst kis. Kornstorlekarna av kvarts och fältspat varierar mellan 0.1—0.2 mm för bättre bevarade led och 0.3—0.6 mm för starkare omvandlade glimmerskiffrar. För glimrarna noteras vanligen betydligt större dimensioner, och generellt tycks gälla att kornförgrovnings i samband med omvandlingar i allmänhet drabbat de ursprungligen mera lerrika finkorniga sedimenten i högre grad än de primärt något grövre, moiga leden. Starkast förgnejsade av proven representerade i diagram 2 är nr 21 b och nr 17/71. Den höga kvartshalten i sistnämnda prov kan tillskrivas en mycket oregelbundet uppträdande kvartsådring. Prov 21b åter har en betydande halt av kalifältspat i form av poikiloblaster med rikligt inneslutna sillimanitnålar och jämsides därmed lågt innehåll av muskovit. Till skillnad från en tidigare redovisad plagioklaskvartsit, där kalifältspatiseringen antas ha kunnat ske med utgångspunkt från ett flertal sprickgenomgångar i bergarten, kan nämnda fältspat i detta fall åtminstone

DIAGRAM 2

Mineralfördelningen i muskovit-biotitglimmerskiffer

Mineral composition of muscovite-biotite mica schists



- 21 b. Glimmergnejs. — 150 m NV om Kolarberg, ca 3 km SSO om Enköpings-Näs k:a (0d). Kem. anal. 66024/15691.
26. Glimmerskiffer. — Vägskäl vid Lådö (4d), ca 1.5 km NO om Sparsätra k:a.
- 17/71. Kvartsådrad inhomogen glimmergnejs. — S om Lövtugan, ca 2 km NNV om Bred k:a.
- 14/71. Glimmerskiffer. — Vägskäl vid Lådö (4d), ca 1.5 km NO om Sparsätra k:a.
- 6a/70. Glimmerskiffer. — Gånsta (2e), ca 4 km SO om Enköping C.
- 22/71. Glimmerskiffer. — Vägskärning vid Karlslund, ca 1.7 km NV om Tortuna k:a. Kem. anal. 66194/15512.

- 3/71. Glimmerskiffer. — S. Rekasta (3e), 6 km OSO om Sparrsätra k:a. Kem. anal. 66179/15712.
- 6/71. Glimmerskiffer. Tjursåker (3e), 5.5 km O om Sparrsätra k:a. Kem. anal. 66199/15713.
- 23 a. Glimmerskiffer. — 300 m SO om Valla (vägskärning), ca 1 km O om Enköpings-Näs k:a.

delvis ha bildats genom reaktionen: muskovit + kvarts \rightleftharpoons kalifältspat + sillimanit + vatten. Tillfogas bör att prov 21b härstammar från ett större parti av sedimentgnejs inneslutet i den stora pegmatitkroppen SSO om Hjulsta (0d).

Ett tredje led bland sedimentbergarterna utgör tidigare nämnda och sparsamt företrädade, mörka biotit-plagioklasskiffrar, som endast påträffats i området VSV om Rutenlund (3e), ca 5 km söder om Härnevi k:a. Främst fyra ting skiljer dessa bergarter från nyss omtalade glimmerskiffrar, nämligen förekomsten av biotit som enda glimmermineral, rikedomerna på plagioklas, den relativt höga anortithalten i detta mineral samt den lokala närvaron av granat och cordierit i riklig mängd (se Stålhös 1972, diagram 1, och 1974, tabell 1). I det aktuella fallet har bergarten följande sammansättning: kvarts \approx plagioklas (andesin) \approx brun biotit. Av småmineral tillkommer titanit, apatit, svavelkis, zirkon och turmalin. Kornstorleken ligger kring 0.1 mm. Varken granat eller cordierit har påträffats, till skillnad från området längre mot öster (kartbladen Enköping SO och Uppsala SV). Det är främst de höga halterna av och förhållandet mellan Fe och Mg i biotit-plagioklasskiffrarna, som lokalt skapar gynnsamma betingelser för uppkomsten av granat (Fe) och cordierit (Mg). En utförlig redogörelse för biotit-plagioklasskiffrarna kan erhållas under motsvarande kapitel inom beskrivningarna till ovan nämnda kartblad.

Som tidigare nämnts, förekommer mycket lokalt decimeterbreda skikt av ljus skarnkvartsit (KV i kartan, t. ex. OSO om Enköpings-Näs k:a). Bergarten ifråga har en ganska varierande sammansättning men karakteriseras främst av kvarts och olika kalciumrika mineral sådana som anortit, diopsid, grossular samt sekundärt klinozoisit och hornblände. Bergarten torde vara att uppfatta som ett ursprungligen kvartsrikt sediment med ett växlande inslag av karbonater. För en utförlig behandling av skarnkvartsiterna, deras detaljklassificering, metamorfos och genes hänvisas till Uppsalabeskrivningen (Stålhös 1972, s. 73—78) samt, vad avser mera närliggande förekomster, till beskrivningen Enköping SO (Stålhös 1974, s. 26—27).

Skarnglimmerskiffrar, som också nämnts ovan, har endast påträffats

i form av decimeter—meterbreda inlagringar i normala glimmerskiffrar i området ca 5 km sydost om Enköping, bl. a. invid vägen ca 750 m sydväst om Rickeby (2e), vid Uppmyrby samt ca 500 m väster om samma gård (inga speciella beteckningar i kartan). Bergarten kännetecknas makroskopiskt av regellöst anordnade hornbländeprismor från någon upp till ett tiotal millimeter långa. Anortitrik plagioklas, hornblände och kvarts dominerar de renare skarnskikten, medan ett växlande inslag av biotit och muskovit, härrörande från omgivande glimmerskiffrar, givit upphov till blandade skikt. En mera ingående redogörelse för skarnglimmerskiffrarna, vilkas ursprung torde kunna härledas till en växlande grad av karbonat-inblandning i ursprungligen lerrika sediment, kan erhållas i Uppsala-beskrivningen (Stålhös 1972, s. 73—78).

Inalles åtta kemiska analyser av plagioklaskvartsiter och muskovitbiotit-glimmerskiffrar redovisas i tabell 1, som även ger halterna av spårelementen krom, nickel, vanadin och bor. I tabellens nedre del kan vidare utläsas de ur den viktsprocentuella sammansättningen beräknade Niggli-talen k (kali-natron förhållandet), mg (magnesium-järn förhållandet) samt t (det relativa aluminiumöverskottet). Det absoluta aluminiumöverskottet beräknat på basis av katjonrelationen $[Al-(K+Na+2Ca)]$ framgår dessutom. Det låga värdet på Niggli-talet k (ca 0.30) visar att plagioklaskvartsiterna som väntat är natronbetonade. Endast det kalifältspatiserade provet 15/6 uppvisar ett högre k -värde (ca 0.50). Glimmerskiffrarna, däremot, är samtliga kalibetonade (höga k -värden ca 0.60), i överensstämmelse med deras rika innehåll av kaliförande glimmer. Magnesium-järnförhållandet är lågt och likartat för båda sedimenttyperna (mg ca 0.40), för övrigt ett generellt drag hos metasedimenten i Mälardalen och östra Södermanland (Stålhös 1969, tabell 1, samt 1975, s. 19 och tabell 1). Såväl det relativa (t) som absoluta aluminiumöverskottet (uttryckt i katjonprocent) är betydligt lägre i plagioklaskvartsiterna än i glimmerskiffrarna, vilket antyder ett avsevärt högre primärt inslag av lera i de senare. Halterna av krom och nickel är något lägre i plagioklaskvartsiterna än i glimmerskiffrarna. Medelkvoten Cr/Ni, däremot, är något högre i de förra (ca 3.6/1) än i de senare (ca 3.4/1), vilket kan tyda på en successiv anrikning av nickel visavi krom i riktning mot finkornigare led. En utförligare behandling av fördelningen mellan krom och nickel inom metasediment och vissa andra bergartsled framgår för övrigt av beskrivningen till kartbladet Enköping SO (Stålhös 1974, s. 24—26 och fig. 4). Borhaltarna är mycket varierande men speciellt höga, som väntat i de turmalinrika proven 3/71 och 6/71. Detta i förening

TABELL 1

Kemiska analyser av muskovit-biotitglimmerskiffrar och plagioklaskvartsiter (vikt-%)
Chemical analyses of muscovite-biotite mica schists and plagioclase quartzites

Spec. No ¹	Plagioklaskvartsit				Muskovit-biotitglimmerskiffer			
	4/71	5/71	2773	15/6	21b	22/71	3/71	6/71
Lab. nr	010-9621	010-9622	010-9620	010-9619	010-9623	010-9624	010-9625	010-9626
SiO ₂	81.0	77.9	74.1	71.8	59.0	59.0	56.3	52.0
TiO ₂	0.41	0.46	0.50	0.19	0.72	0.60	0.63	0.85
Al ₂ O ₃	9.2	10.5	12.7	14.9	19.7	21.1	21.7	23.1
Fe ₂ O ₃	0.1	0.1	0.2	0.1	0.6	1.4	2.0	1.6
FeO	2.4	2.6	2.9	1.6	5.6	4.4	4.8	6.8
MnO	0.03	0.05	0.04	0.05	0.08	0.03	0.07	0.11
CaO	0.8	0.7	1.6	1.5	0.9	0.3	0.5	0.6
MgO	1.0	1.2	1.2	0.56	2.5	2.1	2.4	3.5
Na ₂ O	1.8	3.0	3.4	3.3	2.3	1.7	1.1	2.5
K ₂ O	1.4	1.9	1.7	4.8	4.7	5.1	6.0	5.3
H ₂ O > 105°C	1.1	0.9	0.9	0.5	2.9	3.1	3.2	2.7
H ₂ O < 105°C	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.3	0.4	0.5	0.3
P ₂ O ₅	0.11	0.13	0.15	0.18	0.13	0.11	0.12	0.07
CO ₂	0.01	0.06	<0.01	0.03	0.01	0.01	0.07	0.02
F	0.03	0.02	0.04	0.04	0.12	0.08	0.09	0.42
S	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	0.09	<0.02
BaO	0.05	0.08	0.05	0.06	0.11	0.07	0.14	0.07
Summa ²	99.54	99.58	99.55	99.60	99.61	99.56	99.62	99.72
ppm								
Krom	60	65	60	20	100	115	140	170
Cr/Ni	4/1	3.3/1	3/1	4/1	3.3/1	3.8/1	2.8/1	3.8/1
Nickel	15	20	20	5	30	30	50	45
Vanadin	75	80	85	25	125	190	195	180
Bor	55	25	<10	<10	35	145	>900	>3200
Niggli-tal								
k	0.33	0.29	0.24	0.48	0.57	0.66	0.78	0.58
mg	0.41	0.43	0.40	0.36	0.41	0.39	0.39	0.42
t	15	8	8	5	20	28	27	22
Al-överskott	4	3	3	2	11	14	14	13
Al-(K+Na+2Ca)								
(Katjon-%)								

¹Beträffande lokaler se diagram 1 och 2.
For localities see Diagrams 1 and 2.

²Summan korrigerad för O vad gäller F och S.

med en hög fluorhalt i sistnämnda prov (ingår i muskovit), liktydigt med en riklig tillgång av lättflyktiga mineralisatorer, har sannolikt bidragit till den framträdande porfyroblastbildning hos muskoviten, som utmärker detta prov (se ovan).

En mera fullständig bild av de inbördes kemiska relationerna vad gäller huvudelementen i nu beskrivna sedimentbergarter kan slutligen erhållas inom ramen för kapitlet "sedimentbergarternas kemiska egenskaper" i beskrivningen till kartbladet Uppsala SV, SO (Stålhös 1972, s. 37—48). Där redovisas ett stort antal kemiska analyser, såväl tabellariskt som i ett flertal grafiska sammanställningar. Jämförelser med likartade led inom den högmetamorfa Stockholmsregionen görs även (jfr Stålhös 1969).

Bergarter av vulkaniskt ursprung

Leptit, porfyr, porfyrit och metabasit

De i detta avsnitt behandlade bergarterna upptar endast några tiotal promille av kartans totala yta. Den mineralogiska sammansättningen av några hithörande bergarter framgår ur tabell 2.

I trakten av Sevala k:a (4a) når en mindre flik av leptit in över kartgränsen. Bergarten är rödlätt till färgen och har en starkt alkalin prägel med över 70 vol.-% mikroklin + albit (tabell 2, prov 30/71). Leptiten i fråga, som sannolikt utgör en sydlig utlöpare till det stora leptit-kalkstensområdet i Salatrakten, antyder på grund av sin sammansättning närmast ett vulkaniskt ursprung och motsvarar enligt Streckeisens nomenklatur en metaalkalitrakyt. Övriga i tabell 2 anförda porfyrisk och porfyritiska led bildar i allmänhet konforma lager inom sedimentgnejserna av något eller några tiotal meters bredd (P i kartan). Endast i en del mindre förekomster, t. ex. 1.5 km sydost om Svinnegarn k:a (1d) och i trakten sydost om Enköping, intar plagioklasporfyriter arealer stora nog att återges på kartan. Porfyreerna och porfyriterna har grå till mörkgrå färg och tolkas samtliga på grund av struktur (strökorn) och/eller mineralogisk sammansättning (höga halter av fältspat) som vulkaniska derivat (enl. Streckeisen metadacit, metaryodacit, metakvartsandesit; se tabell 2). Kornstorlekarna i grundmassan varierar från 0.1—0.2 mm upp till 0.2—0.4 mm. Strökornen är mestadels mellan 1 och 4 mm och kraftigt sericitiserade. De uppträder såväl i form av något enstaka individ inom slipprovets ram som i riklig mängd, motsvarande 10 till 25 % av bergartens volym (proverna 18/71, 11, 9

TABELL 2

Mineralsammansättningen inom olika metavulkaniter: leptiter, porfyrier och porfyriter (vol.-%)

Mineral composition of different metavolcanics (leptite, porphyries, porphyrites)

	Röd leptit	Plag.-kvarts-porfyr	Ljus leptit	Plag.-porfyr	Plag.-porfyr	Grå leptit	Plag.-porfyr	Plag.-porfyr	Plag.-porfyr
Prov nr	30/71	10	8a	15	18/71	3166	11	9	28
Kvarts	14.2	35.5	31.2	28.0	34.0	26.6	28.0	19.0	19.0
Mikroklin	34.2	17.5	29.0	21.5	+	1.4	—	—	—
Plagioklas	36.6	39.0	30.3	39.5	53.0	51.7	47.0	49.0	56.0
An %	(≈10)	(≈20)	(≈20)	(≈25)	(≈40)	(≈35)	(≈55)	(≈45)	(≈55)
Biotit	—	7.0	1.2	11.0	5.0	6.3	22.0	28.5	22
Klorit	8.3	1.0	5.2	—	6.0	10.2	—	—	—
Epidot	4.5	+	1.9	—	1.0	—	—	—	—
Prehnit	+	—	—	—	1.0	—	—	0.5	—
Apatit	+	+	+	+	+	0.5	+	1.0	1.0
Malm	0.5	—	1.2	—	+	0.5	3.0	0.5	2.0
Titanit	0.2	—	—	—	—	—	—	1.5	—
Zirkon	—	+	—	+	+	+	—	—	+
Muskovit	1.5	—	+	—	—	0.2	—	—	—
Granat	—	—	—	—	—	2.5	—	—	—
Kornstorlek	0.15—0.3	—	0.1—0.2	—	0.1—0.2	—	0.1—0.2	—	0.1—0.2
Grain size	—	0.1—0.2	—	0.2—0.4	—	0.2—0.4	—	0.1—0.2	—
Strökorn	—	1—4	—	3	1.5	—	1—3	2—4	1.5—5
Phenocrysts	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- 30/71. Metaalkalitrakyt. — 1 km VNV om Sevalle k:a (4a).
 10. Metadacit. — 1.2 km VNV om Uppmyrby (2e), ca 3.5 km SSO om Enköping k:a.
 8a. Metaryodacit. — 750 m V om Klista (2e), ca 2.5 km S om Enköping k:a.
 15. Metadacit. — Spelbo, ca 2 km S om Vappa säteri (2d), SV om Enköping.
 18/71. Metakvartsandesit. — Kålbo, 2 km V om Bred k:a (3b).
 3166. Metakvartsandesit. — 500 m O om Eklunda, ca 1.5 km NNO om Bred k:a.
 11. Metakvartsandesit. — Prinsbo (1e), ca 4.5 km S om Enköping k:a.
 9. Metakvartsandesit. — 200 m V om Klista (2e), ca 2.5 km S om Enköping k:a.
 28. Metakvartsandesit. — 200 m V om Uppmyrby, ca 4 km SSO om Enköping k:a.

och 28). Starkt fältuppdelade strökorn av kvarts förekommer också i ett prov av plagioklasporfyr (prov 10). En del av plagioklasströkornen i prov 11 har en poikilitisk textur med inneslutningar av grundmassan och kan av denna anledning förmodas ha bildats sekundärt. Porfyerna för genomgående mikroklin och har en sur plagioklassammansättning (An_{10-25}), medan porfyriterna saknar mikroklin och innehåller en basisk plagioklas (An_{35-55}). De mörka mineralen består väsentligen av biotit och/eller klorit.

De i underrubriken nämnda metabasiterna infattar dels små ospecifiserade grönstenskroppar, sannolikt till stor del besläktade med djupgrönstenarna (s. 23), dels tunna basiska inlagringar i sedimentbergarterna eller skivformade inneslutningar av samma slag i djupruptiven (gröna streck på kartan). Bland de tunna lagren märks främst finkorniga, mörkgrå granat-biotitmetabasiter (t. ex. på Koholmen; 0e) med följande ungefärliga mineralsammansättning: plagioklas (An_{45}) \cong kvarts $>$ biotit $>$ granat \cong \pm hornblände. Granaten, en almandin med ett inslag av grossular om 15 à 20 mol.-%, bildar ofta centimeterstora, jämnt fördelade individ och utgör mellan 5 och 15 vol.-% av bergarten. Det är främst en hög halt av järn i förhållande till magnesium som befrämjat granatbildningen på bekostnad av hornblände. Bergarten, som tidigare beskrivits ingående (Stålhös 1974, s. 35—38 samt tabell 3b och diagram 4), torde vara genetiskt nära samhörig med nyss beskrivna plagioklasporfyriter.

Förutom nu nämnda metabasiter förekommer också sådana av ordinär amfibolitisk typ med ett dominerande inslag av hornblände vid sidan av plagioklas.

Synorogena intrusivbergarter

Något över hälften av kartbladsarealen upptas av tonaliter, granodioriter och, underordnat, graniter. Dessa granitoider är samtliga mer eller mindre förskiffrade och kallas ofta något oegentligt med ett gemensamt namn gnejsgraniter. De bildar en direkt fortsättning på, och den södra marginalen av, ett vidsträckt område med förhållandevis massformiga bergarter av nu nämnda slag inom det centrala Uppland (Lundegårdh 1956 m. fl.). Söderut i riktning mot Södermanland ökar inslaget av ytbergarter för att till sist överväga. Som följd härav torde den tektoniska kompetensen inom berggrunden i stort sett avta från norr mot söder, även om lokala avvikelser från denna regel kan förekomma. Djupgrönstenar associerade med men äldre än gnejsgraniterna förekommer också, om än i tämligen begränsade

kvantiteter, främst inom kartbladets mellersta delar. Dessa bergarter innefattar såväl kvartsdioriter, dioriter, gabbror som anortositer och är till skillnad från gnejsgraniterna endast obetydligt förskiffrade eller nära nog massformiga till följd av en betydande tektonisk kompetens.

Djupgrönstenar (kvartsdiorit, diorit, gabbro och anortosit)

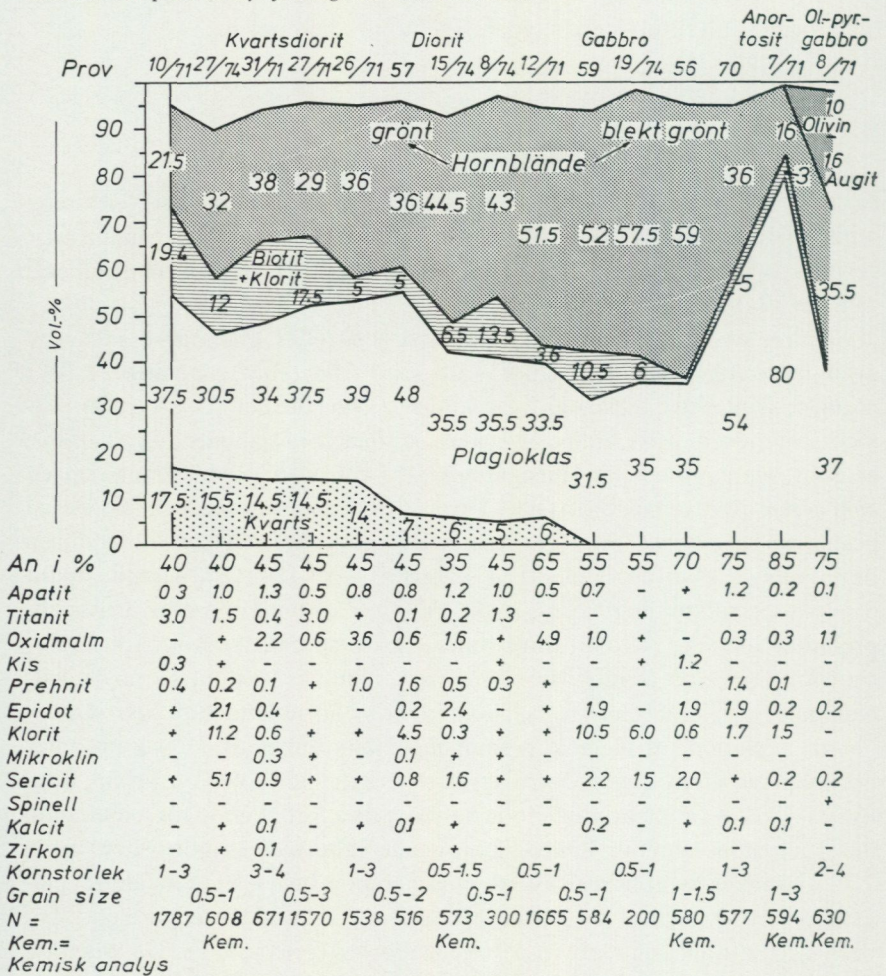
Ett ca 15 km långt stråk av djupgrönstenar kan följas i ost-västlig riktning norr om Björksta k:a (2b). Stråket är uppspaltat: breccierat och gångformigt genomsatt av grå, ofta ögonförande gnejsgraniter, t. ex. vid Hallstaberg, ca 2 km VNV om Björksta k:a.

Femton stycken slumpmässigt valda och därefter planimetrerade prov av djupgrönstenarna inom detta stråk visar (diagram 3) att åtta av dem närmast skall betecknas som kvartsdioriter och dioriter (D i kartan) (alt. kvartsförande dioriter enligt Streckeisen), fem som gabbror (G i kartan), en som ljus gabbro eller leucogabbro (alt. anortosit; A i kartan) och en som olivin-pyroxengabbro (OG i kartan). Kvartsdioriterna och dioriterna består av plagioklas ($An_{<50}$) \cong kraftigt grönt hornblände \gg rödbrun biotit (delvis kloritomvandlad) \cong kvarts (5—15 vol.-%). Titanit, apatit och oxider tillkommer accessoriskt. Viktiga sekundärmineral är sericit, prehnit och epidot. Granat förekommer också sporadiskt. Gabbron skiljer sig från dioriterna främst i tre avseenden, nämligen genom en högre kalciumhalt i plagioklasen ($An_{>50}$), högre halt av hornblände (alt. pyroxen + olivin) i relation till plagioklas samt lägre biotitinhåll. Dessutom antar hornbländet inom gabbrobergarterna efterhand allt blekare gröna färgtoner, vilket tyder på en sjunkande halt av järn i förhållande till magnesium inom nämnda mineral. Leucogabbbron eller alternativt anortositen (prov 7/71) kännetecknas främst av ett dominerande inslag av kalciumrik plagioklas (An_{85}), medan olivin och pyroxen utgör karaktärsmaterialen i den nära nog ultrabasiska olivin-pyroxengabbbron (prov 8/71). De tidigaste utskiljningarna eller differentiaten från den basiska modernmagma, som givit upphov till det aktuella massivet, representeras av olivin-pyroxengabbbron och anortositen. Båda dessa led har endast påträffats inom massivets östligaste delar, där en vacker bandartad uppdelning kunnat iakttas mellan ljusa anortositiska skikt och mörka skikt av olivin-pyroxengabbro, sannolikt bildade genom gravitativ differentiation. Den omtalade eruptiva lagringen (markerad medelst vanliga lagringstecken i kartan) stupar från

DIAGRAM 3

Mineralfördelningen inom synorogena djupgrönstenar

Mineral composition of synorogenic basic intrusives



- 10/71. Kvartsdiorit. — Järnvägsskäring 1.5 km V om Lundby stn (3c). Kem. anal. 66106/15625.
- 27/74. Kvartsdiorit. — 250 m SO om Ytterby, ca 2 km ONO om Björksta k:a.
- 31/71. Kvartsdiorit. — 3 km SO till SSO om Bred k:a.
- 27/71. Kvartsdiorit. — 47 km SO om Bred k:a.
- 26/71. Kvartsdiorit. — S om Bodamark, 5.5 km NV om Tillinge k:a.
57. Diorit. — SO om Ramsta, ca 3 km V om Björksta k:a.
- 15/74. Diorit. — 100 m N om L. Översta, ca 2.7 km VNV om Björksta k:a. Kem. anal. 66163/15554.

- 8/74. Diorit. — 250 m V om Kärsta, ca 1.4 km SV om Bred k:a (3b).
 12/71. Gabbro. — Järnvägsskärning O om Lundby stn (3c).
 59. Gabbro. — Höjd 1 km ONO om Kolmsta, 3 km V om Björksta k:a.
 19/74. Gabbro. — 2 km SV om Tortuna k:a (300 m V och 100 m N om Sör-Hälla)
 56. Gabbro. — 400 m VNV om Finntorpet, 2.7 km VSV om Björksta k:a. Kem. anal. 66142/15552.
 70. Gabbro. — Höjd N om St. Järstena, ca 3.5 km NNV om Tillinge k:a.
 7/71. Leucogabbro (anortosit). — L. Järstena, 3 km NNV om Tillinge k:a. Kem. anal. 66159/15657.
 8/71. Olivin-pyroxen-hornbländegabbro. — 1.5 km O om Lundby stn (3c). Kem. anal. 66155/15654.

30° till 50° mot norr respektive öster. Den ytmässiga fördelningen mellan gabbro och diorit inom massivet är i stort sett oklar (bokstavsbezeichnung D resp. G utsatt endast där slipprov tagits), men gabbro tycks likväl överväga i öster och väster, där massivet sannolikt är mäktigast, medan de centrala något tunnare delarna domineras av diorit. Det är främst inom de sistnämnda bergarterna som led påträffas, vilka ytligt sett liknar porfyriter med små strökorn av plagioklas i en relativt finkornig grundmassa med korn mellan 0.5 och 1 mm (se exempelvis proven 27/74 och 12/71, diagram 3). Detta är särskilt fallet utmed massivets norra och södra delar, norr och nordväst om Lundby stn samt söder om järnvägen i stråket över Rabo — Nyhem (2c). Den plagioklasporfyritiska utbildningsformen av djupgrönstenarna hör här sannolikt samman med en begränsad men likväl påtaglig kylningseffekt i kontakten mellan den heta magman och det, trots djupläget, betydligt svalare sidoberget. Kornstorlekarna i dioritgabbrobergarterna är eljest mellan en och fyra mm (diagram 3). Ställvis påträffas grövre, ofta hornbländitiska bergarter, t. ex. söder om Bodamark ca 2 km väster om Lundby stn (2c). Bergarten här består till ca 50 % av centimeterstora hornbländekrystaller (kraftigt gröna) med rikliga inneslutningar av kvarts, prehnitförande rödbrun biotit och oxider. Kvartsen utgör totalt ca 20 vol.-%. Sericitomvandlad plagioklas (< 10 %), klorit och epidot tillkommer. Enstaka större granater har också iakttagits. Exempel på andra grovkorniga bergarter utgör gabbropegmatiter i form av sliror och körtlar inom gabbbron vid L. Järstena, ca 1 km nordost om Lundby stn.

Bäst bevarade, dvs. minst sekundäromvandlade, är de ultrabasisiska leden. I olivin-pyroxengabbbron är följaktligen plagioklasen nästan fri från sericit. Endast en lätt koronabildning av hornblände förekommer i gränsen mellan olivinkornen och omgivande plagioklas. Inte i någon bergart utom den nu nämnda uppträder pyroxen eller olivin — inte ens som relikta partier inom hornbländet. Den starkaste omvandlingen visar de finkorniga

TABELL 3 a och b

Kemiska analyser av a: djupgrönstenar (kvartsdiorit, diorit, gabbro och anortosit) samt b: intraorogena gångar (porfyr, porfyritisk amfibolit)

Chemical analyses of a: synorogenic basic intrusives (quartz diorite, diorite, gabbro and anortosite, and b: intraorogenic dikes (porphyry, porphyritic amphibolite)

	3 a: Djupgrönstenar (vikt-%)					3 b: Intraorogena gångar (vikt-%)		
	Kvarts-diorit	Diorit	Gabbro	Anorto-sit	Ol.-pyr. gabbro	Plag. porfyr	Porfyr. amfib.	Porfyr. amfib.
Spec. No ¹	10/71	15/74	56	7/71	8/71	2	4	21/71
Lab. nr	010-9614	010-9615	010-9616	010-9617	010-9618	010-9611	010-9613	010-9612
SiO ₂	53.0	48.5	46.8	46.0	45.5	72.0	59.3	50.4
TiO ₂	1.6	2.1	0.51	0.44	0.58	0.37	1.0	1.1
Al ₂ O ₃	16.5	15.6	15.8	29.1	13.5	13.1	15.3	17.2
Fe ₂ O ₃	1.7	1.7	1.3	0.2	1.6	0.5	1.0	1.1
FeO	9.8	10.5	8.4	2.5	8.6	2.9	7.1	9.1
MnO	0.20	0.21	0.19	0.06	0.18	0.06	0.13	0.19
CaO	6.7	8.5	12.6	16.0	14.0	1.8	6.0	9.0
MgO	2.3	4.9	9.1	2.4	13.0	0.47	3.0	5.1
Na ₂ O	2.4	2.9	1.0	1.4	0.7	3.0	2.4	2.8
K ₂ O	2.4	1.3	0.6	0.2	0.1	3.7	2.4	1.6
H ₂ O > 105°C	2.4	2.5	2.6	0.9	1.4	1.1	1.5	1.7
H ₂ O < 105°C	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
P ₂ O ₅	0.39	0.45	0.04	0.07	0.06	0.11	0.22	0.16
CO ₂	0.02	0.06	0.17	0.06	0.11	0.11	0.02	0.03
F	0.10	0.11	0.02	0.01	0.01	0.09	0.08	0.07
S	0.04	0.08	0.30	0.02	0.16	<0.02	0.03	<0.02
BaO	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01	0.13	0.07	0.02
Summa ²	99.66	99.55	99.40	99.45	99.52	99.60	99.60	99.62
ppm								
Krom	15	45	190	245	1 400	20	50	75
Nickel	<5	<5	10	10	40	<5	<5	<5
Vanadin	300	330	415	95	215	40	190	300
Niggli-tal								
c	21	23	29	41	29	11	24	21
mg	0.26	0.41	0.62	0.60	0.69	0.19	0.46	0.39
alk	11	9	3	3	1	28	9	13
k	0.39	0.22	0.28	0.1	0.1	0.44	0.39	0.27

¹Beträffande lokaler se diagram 3 (tab. 3a) och tabell 5 (tab.3b).

For localities see Diagram 3 and Table 5.

²Summan korrigerad för O vad gäller F och S.

leden med kraftig sericitomvandling av plagioklasen, klorit- och prehnitbildning i biotiten samt tydlig rekristallisation inom hornbländet.

Kemiska analyser av samtliga led från nu beskrivna stråk av djupgrönstenar framgår ur tabell 3a. Värdena antyder att de olika bergarterna från olivin-pyroxengabbro till kvartsdiorit uppkommit ur en basaltisk magma genom en normal differentiationsprocess. De tidigast utskilda och sedermera stelnade bergarterna (jfr olivin-pyroxengabbro) visar höga kvoter av magnesium i relation till järn (*mg*), höga kalciumhalter (*c*) men lågt innehåll av alkali (*alk*). De s. k. Niggi-talen *c*, *mg* och *alk* framgår av tabell 3a, nederst. Spårelementen krom och nickel är tydligt anrikade i de tidigaste differentiaten.

Ytterligare några förekomster av djupgrönstenar skall nämnas. Ett slipprov från massivet nära kartkanten på södra Ängsö (500 m SSV om Rysbo) antyder en bergart närmast motsvarande en medelkornig (1—2 mm), kvartsförande diorit. Texturen är hypidiomorf, och varken plagioklasen (An_{50}) eller biotiten är påtagligt omvandlade. Massivet 2 km söder om Kärro k:a (0a) visar däremot kraftig sekundäromvandling med sericitomvandlad plagioklas (An_{55}), prehnitbildning i biotiten samt en anmärkningsvärt hög halt av titanit. Bergarten är här närmast en medelkornig gabbro. I östra delen av ett långsträckt massiv, ca 1 km öster om Ängsö slott, anstår en grovkornig, svart, peridotitisk hornbländit. Blekt cummingtonitisk hornblände i centimeterstora poikiloblaster upptar ca 85 % av bergartens volym. Frisk olivin jämte gul serpentinomvandlad sådan bildar huvuddelen av återstående mineral. Opakmineralinväxningar förekommer rikligt inom hornbländet. I vägskälet vid Korsbacken (4e) slutligen, förekommer en vacker bandning med strykning $N30^{\circ}V$ inom ett litet massiv. Banden kan vara halvmeterbreda och består av grövre och finkornigare, hornbländerika skikt.

Granitoider

(tonalit, granodiorit och granit)

Grå hornbländeförande gnejsgraniter med tonalitisk eller undantagsvis granodioritisk sammansättning (brunt med gröna prickar i kartbilden) dominerar i kartområdets norra och mellersta delar samt längst i sydväst (fig. 3). Grovt porfyrisk, ljusgrå granodioriter—graniter, s. k. Arnögraniter, utgör den andra huvudtypen av granitoider i området (fig. 4). Dessa påträffas främst i ett stort sammanhängande massiv i sydost samt

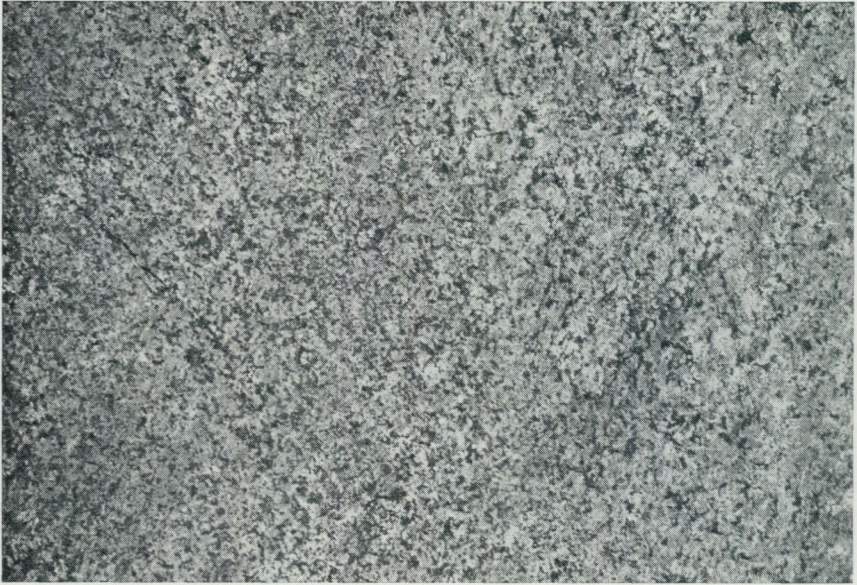


Fig. 3. Grå hornbländeförande tonalit.
Grey synorogenic tonalite.



Fig. 4. Grovporfyrisk, ljusgrå granodiorit av Arnötyp. — O om Sandvik, ca 5 km
O om Enköpings-Näs k:a (0e).
Coarse porphyritic granodiorite of synorogenic age.

mera vagt avgränsade inom området öster och norr om Kärrobo k:a (0ab). Ögonförande gnejsgraniter av något annorlunda slag finns i begränsad utsträckning runt grönstensmassiven i kartans mellersta del. Mera jämnkorniga grå granodioritiska till granitiska led (brunt utan överbeteckning) förekommer slutligen kring Kärrobo k:a och norr om Irsta k:a (2a).

Den mineralogiska och kemiska sammansättningen av de olika gnejsgraniterna framgår översiktligt av diagram 4 och tabell 4. De tonalitiska gnejsgraniterna är medelkorniga och består huvudsakligen av följande mineral: plagioklas (An_{35-40}) > kvarts \geq biotit (gulbrun—brun) > hornblände (gulgrön — grön) > \pm kalifältspat. I de granodioritiska varieteterna är halten av kalifältspat betydligt högre samtidigt som hornblände avtar i mängd eller försvinner. Plagioklasen visar ej sällan en bevarad tydlig zonerings och är kraftigt sericitiserad: en omvandling som börjar i kornets centrala delar. Bland accessoriska beståndsdelar märks främst titanit, apatit och opakmineral. Sekundärmineral är klorit (efter biotit), sericit, epidot och prehnit. Granat förekommer lokalt som spridda kristaller (se kartan). En relativt väl bevarad hypidiomorf textur präglar huvuddelen av nu omtalade gnejsgraniter. Parallellstrukturen är vanligen så svag att den knappast märks inom ramen för ett slipprov. En viss fältuppdelning inom kvartsen är ofta det enda tecknet på att bergarten blivit deformerad. Graden av förskifring kan dock växla från område till område. Prov 19/71 (diagram 4) visar sålunda en genomgripande granulering inom såväl kvarts som fältspat med en samtidigt markerad parallellanordning av biotit och hornblände. Linsformade relikta partier med bevarad hypidiomorf textur kvarstår dock lokalt inom bergarten. En mycket kraftig sekundärmineralisering utmärker prov 1/71. Plagioklasen är här helt avkalkad (An_{0-10}) och sericitiserad, med utskilda små partier av kalifältspat. Epidot—klinozoisit förekommer rikligt som omvandlingsprodukt av både plagioklas och hornblände. Biotiten är helt kloritomvandlad. Bergarten är svagt rödtonad till följd av en lätt hämatitimpregnation.

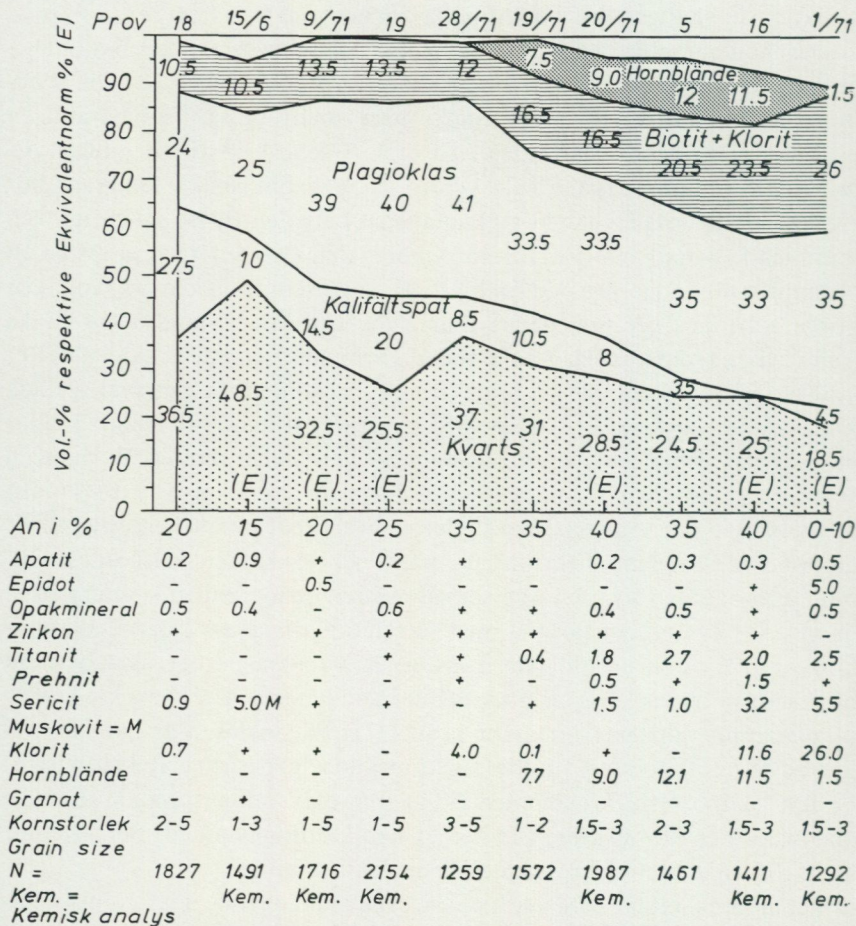
Tonaliterna bildar inte bara stora sammanhängande massiv utan påträffas också i form av smala konforma lager och gångar i sedimentbergarterna. Lagren och gångarna kan i mäktighet växla från någon meter upp mot ett 50-tal meter och är särskilt vanliga i området söder om Enköping. Även brottstycken av såväl basiska bergarter som sedimentgnejsjer påträffas ofta inom tonaliterna.

De grovporfyriska vitgrå s. k. Arnögraniterna (jfr Törnebohm 1881) är enligt definitionen mer eller mindre porfyriska, kvartsrika biotitgraniter

DIAGRAM 4

Mineralfördelningen inom synorogena granitoider (tonaliter, granodioriter och graniter)

Mineral composition of synorogenic intrusives, viz. tonalites, granodiorites and granites.



18. Vitgrå, något porfyrisk granit av Arnöttyp. — Sycklinge (1e), ca 6 km ONO om Enköpings-Näs k:a.
- 15/6. Gråvit granatförande granodiorit. — 400 m SSO om Tillbergstorp (2a), ca 4 km N om Irsta k:a. Kem. anal. 66126/15509.
- 9/71. Grå porfyrisk granodiorit. — 1.5 km SV om Sparrsätra k:a (3c). Kem. anal. 66190/15646.
19. Gråvit grovporfyrisk granodiorit av Arnöttyp. — Sandvik (0e), ca 5 km O om Enköpings-Näs k:a. Kem. anal. 66051/15732.
- 28/71. Porfyrisk rödgrå granodiorit. — N om Rabo (3c), 5 km VNV om Tillinge k:a.

- 19/71. Grå hornbländeförande granodiorit. — SO om Sätra (4c), 3 km NO om Bred k:a.
- 20/71. Grå granodiorit—tonalit. — 6 km NV om Bred k:a. Kem. anal. 66229/15547.
5. Grå tonalit. — 1 km N om Ytter-Gånsta (2e), ca 3 km SO om Enköping C. 66131/15685.
16. Grå tonalit. — Hovedsta (2d), 1.3 km O om Tillinge k:a. Kem. anal. 66131/15685.
- 1/71. Sekundärt rödfärgad tonalit. — 2.5 km ONO om Härnevi k:a. Kem. anal. 66248/15737.

med sporadiskt inslag av hornblände. Inom det nu karterade området är bergarten ur kemisk och mineralogisk synpunkt närmast granodioritisk med lokala övergångar till granit (t. ex. prov 18, diagram 4). Mineralbeståndet är följande: plagioklas (An_{15-25}) > kvarts > kalifältspat \cong biotit. Accessoriskt tillkommer främst apatit, opakmineral och zirkon. Porfyrströkornen bildar ofta anmärkningsvärt stora, regellöst¹ anordnade, rektangulära individ av mikroklinpertit i form av karlsbadtvillingar (fig. 4). Kantlängderna är mestadels 1 à 2 cm respektive 3 à 4 cm, men även större kristaller uppträder. Bergarten har en mycket väl bibehållen hypidiomorf stelningsstruktur och företer vanligen i fält en knappt mätbar förskiffring. I den smalare utlöparen av massivet från sydost på Märsön (0d) förekommer dock en välutvecklad linjärstruktur. Spridda välvgränsade brottstycken av sedimentgnejs har iakttagits lokalt inom Arnögraniterna. Distinkt överskärande pegmatitgångar är dessutom tämligen vanliga. De tidigare nämnda ögonförande gnejsgraniter, som mer eller mindre kontinuerligt omger de stora grönstensmassiven, skiljer sig föga till utseendet och uppträdande från Arnögraniterna. Ögonen är mindre, ofta deformerade, samt sämre avgränsade från sin omgivning. Bergarten, vars mineralsammansättning framgår av diagram 4 (proven 9/71 och 28/71), är oskarpt avgränsad från omgivande jämnkorniga granodioriter och tonaliter. Djupgrönsternarna i området breccieras för övrigt eller genomsätts gångformigt av nu nämnda bergart.

Ytterligare en varietet av gnejsgranit, nämnd redan i det föregående, är en jämnkornig, grå eller ljusgrå granodiorit till granit, som sannolikt knyter an till Arnögraniten och bildar en icke ögonförande del av denna. Bergarten uppträder främst inom kartområdets sydvästra del samt norr om Irsta k:a och kan på sistnämnda ställe närmast beskrivas som en jämnkornig, kvartsrik, något granatförande granodiorit (prov 15/6 diagram 4

¹ Parallellanordnade rektangulära ögon markerar möjligen förekomsten av en primär flytstruktur i trakten väster om Eknäs (0e).

TABELL 4

Kemiska analyser av synorogena granitoider (tonalit och granodiorit – granit) (vikt-%)
Chemical analyses of synorogenic intrusives (tonalite and granodiorite – granite)

Spec. No ¹	Jämknornig Porfyr. Grovporfyrisk					
	← Granodiorit →			← Tonalit →		
	15/6	9/71	19	20/71	16	1/71
Lab. nr	010-9628	010-9631	010-9630	010-9627	010-9632	010-9629
SiO ₂	76.9	70.3	67.4	64.2	59.5	55.2
TiO ₂	0.41	0.41	0.43	0.71	0.94	1.1
Al ₂ O ₃	10.8	14.6	16.3	15.1	16.3	16.9
Fe ₂ O ₃	0.2	0.5	0.3	0.9	1.0	1.7
FeO	2.5	3.3	3.0	5.0	6.0	6.9
MnO	0.04	0.06	0.06	0.10	0.12	0.16
CaO	0.8	1.8	2.2	4.4	5.3	3.7
MgO	1.1	0.63	0.92	2.2	3.3	4.2
Na ₂ O	2.3	3.3	3.2	2.2	2.0	3.7
K ₂ O	3.0	3.8	4.7	3.1	2.3	1.5
H ₂ O > 105°C	1.1	0.6	0.7	1.3	2.3	3.8
H ₂ O < 105°C	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.11	0.14	0.15	0.17
CO ₂	0.07	<0.01	0.02	0.01	0.02	0.19
F	0.04	0.07	0.07	0.07	0.09	0.07
S	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.03	<0.02
BaO	0.10	0.10	0.11	0.08	0.07	0.03
Summa ²	99.65	99.64	99.70	99.60	99.59	99.60
ppm						
Krom	60	20	20	55	75	115
Nickel	15	<5	5	<5	10	15
Vanadin	95	70	60	170	260	300
Strontium	90	90	145	155	190	90
Niggli-tal						
<i>k</i>	0.46	0.43	0.49	0.48	0.43	0.21
<i>mg</i>	0.41	0.22	0.32	0.39	0.45	0.46
<i>t</i>	9	5	5	0	2	4

¹Beträffande lokaler se diagram 4
For localities see Diagram 4

²Summan korrigerad för O vad gäller
 F och S.

och tabell 4). Ett visst inslag av muskovit jämsides med granaten kan sannolikt förklara det förhållandevis höga aluminiumöverskottet i denna bergart (t i tabell 4).

De kemiska analyserna i tabell 4 har ordnats efter fallande SiO_2 -halter och omfattar totalt tre granodioriter och lika många tonaliter.

De beräknade Niggli-talen k , mg , och t (se s. 18) framgår av tabellens nedre del, liksom halterna av spårelementen krom, nickel, vanadin och strontium.

Alkalikvoten k antyder en tilltagande natronbetoning hos bergarterna i riktning mot mera basiska led. De högsta mg -värdena är likaledes knutna till de senare. Spårelementen, slutligen, visar i huvudsak högre halter inom tonaliterna än i de surare granodioriterna.

För ytterligare belysning av gnejsgraniternas egenskaper, variationer i sammansättning och kemi hänvisas till den utförliga, principiella behandlingen av motsvarande bergarter i beskrivningarna till kartbladen Uppsala SV, SO och kartan över Stockholmstraktens berggrund (Stålhös, 1972, s. 88—112 och 1969 s. 118—134).

Intraorogena gångar

Efter de äldsta (synorogena) granitoidernas stelning men före bildningen av de yngre (serorogena) graniterna och pegmatiterna uppkom sprickor inom stora delar av den svekofenniska berggrunden. Så skedde även inom kartbladet Enköpings SV, där sedermera, liksom inom övriga områden, de uppkomna sprickorna i huvudsak fyllts ut med basiska smältor. Merparten av på detta sätt bildade gångar, som anförts i kartan, är mellan en och tio meter breda och har nordvästlig eller NNV-lig utsträckning. Gångar under metern är väl så vanliga men har oftast icke utskilts på kartan.

Enligt tidigare kända fakta uppträder gångarna såväl diskordant mot som konkordant med tidigare existerande lagring och/eller förskiffring inom berggrunden (Magnusson 1940, Stålhös 1969, s. 134—144, och 1972, s. 112—117). Samtidigt är de själva i stor utsträckning tektoniserade på så sätt att deras stänglighet tycks sammanfalla med motsvarande strukturelement i den omgivande berggrunden. Det förhållandet att gångarna intruderats mellan tvenne mer eller mindre åtskilda deformationsfaser inom berggrunden är ett belägg för deras intraorogena karaktär.

Det är svårt att inom kartbladsområdet finna stöd för vad som nu sagts

på grund av de ofta nog svagt utvecklade strukturelementen inom området. Gångarna kan ej sällan följas från några tiotal meter upp till ett par hundra meter (t. ex. gången 1.5 km nordväst om Enköpings k:a) men har då vanligen förskjutits i sidled vid upprepade tillfällen. Samtidigt som gångarna genomsätts av pegmatit kan man också iaktta hur det pegmatitiska materialet lokalt bromsats upp emot dem och brett ut sig i sidled (t. ex. väster om begravningsplatsen ca 1 km nordväst om Enköpings k:a). Flera amfibolitgångar uppträder mer eller mindre i anslutning till det stora pegmatitområdet öster om Hjulsta (0d) och ger i några fall intryck av att vara yngre än pegmatiterna och skära över dessa. Mycket talar dock för att så inte är fallet. I stället får man anta att det pegmatitiska materialet här åtminstone delvis trängt in utan att helt kunna rubba eller utplåna de tidigare existerande amfibolitgångarna.

Gångbergarternas mineralogiska och kemiska sammansättning framgår av några valda exempel i tabellerna 5 och 3b. Bergarterna är genomgående kraftigt rekristalliserade och amfibolitomvandlade. Enda kvarstående primära strukturelement utgör starkt vittrade strökorn (0.5—2 mm) av plagioklas i vissa porfyritiska varieteter. Grundmassan i dessa led, liksom kornstorleken i övriga undersökta prov, varierar mellan 0.05 och 0.4 mm. Bland surare led märks plagioklasporfyritiska metaryodaciter (prov 2) med kvarts, sur plagioklas och mikroklin som huvudkomponenter. Bergarter med sammansättningar varierande från metadacit till metakvartsandesit och metabasalt bildar återstoden bland de mörka, ofta lätt porfyritiska gångarna. Mineralfördelningen inom dessa är följande: plagioklas (An_{10-40}) > hornblände \cong kvarts \leq biotit. Accessoriska beståndsdelar är främst titanit, apatit och svavelkis (se tabell 5). I några enstaka fall har granat observerats, t. ex. i en halvmeterbred gång invid Nybyholm (0d). Gångar med strökorn av både plagioklas och hornblände förekommer lokalt (prov 13). Hornbländet består i detta fall av upp till 5 mm stora aggregat, vilka sannolikt utgör granulerade och rekristalliserade ursprungliga strökorn.

Tre kemiska analyser av gångar med sur, intermediär och basisk sammansättning återges i tabell 3b (proverna 2, 4 och 21/71). Dessa påminner starkt om analyser av gångporfyryr och gånggrönstenar inom Herrängsfältet i norra Uppland, det område där de s. k. intraorogena gångarna för första gången togs upp till utförlig behandling (Magnusson 1940; se analyserna i tabellerna 5, 8 och 9). Samtliga Niggli-tal för jämförbara analyser är nästan identiska (dock något högre k -tal i Enköping), ett förhållande

som kan bero på en tillfällighet men likaväl tyda på en gemensam magmatisk trend inom båda nämnda områden. Halterna av spårelementen krom och vanadin ökar med tilltagande basicitet hos gångarna medan nickelhalterna är oförändrat låga.

De intraorogena gångarna har tidigare behandlats tämligen ingående i ovan citerade arbeten från Uppsala- och Stockholmsområdena, dit läsaren

TABELL 5

Mineralsammansättningen inom sex olika intraorogena gångar (vol-%)
Mineral composition of six different dikes of intraorogenic age

Prov nr	Plag- porfyr	Meta- dacit	Metakvarts- andesit	Porfyritiska amfiboliter		
	2	1	12	4	13	21/71
Kvarts	34.4	21.5	18.0	18.8	18.0	1.3
Mikroclin	19.0	12.0	4.5	6.5	2.0	+
Plagioklas	34.0	39.0	48.5	37.5	42.0	44.0
An %	(≈15)	(>10)	(>10)	(≈40)	(>40)	(≈35)
Biotit	8.0	+	15.5	13.9	17.5	9.0
Klorit	—	27.0	+	—	—	—
Hornblände	4.0	+	12.5	22.5	20.0	45.0
Titanit	0.3	0.5	1.0	0.6	0.5	0.5
Apatit	0.3	+	+	0.2	+	0.2
Kis	—	+	+	+	+	—
Epidot	+	+	+	—	—	—
Kalcit	—	+	—	—	—	—
Prehnit	—	—	+	—	—	—
Muskovit	—	—	+	—	—	—
Kornstorlek <i>Grain size</i>	0.1—0.2	0.2—0.4	0.2—0.4	0.1—0.2	0.1—0.2	0.05—0.1
Strömkorn <i>Phenocrysts</i>	0.5—1.5	—	—	1—2	1—2	0.6
	Kem. anal. Ekv. norm ¹			Kem. anal. Ekv. norm ¹		Kem. anal. Ekv. norm ¹

¹Mineralfördelningen inom proven 2, 4 och 21/71 är beräknad ur respektive kemiska analyser. Den erhållna ekvivalentnormen (%) kan approximativt jämföras med mineralsammansättning uttryckta i volymprocent.

2. Plagioklasporfyr (metaryodacit). — 250 m SO om Bergvreten (2e), ca 1.5 km SO om Enköping C. (Kem. anal. i tab. 3b). 66133/15735.
1. Metadacit — 1 km S om Åkersberg (2e), ca 3 km OSO om Enköping k:a.
12. Metakvartsandesit, 6 m bred gång. — Höjd 750 m NV om Enköping k:a.
4. Porfyritisk amfibolit (metakvartsandesit). — 600 m O om Viksberg (2e), 2.2 km SO om Enköping C. (Kem. anal. i tab 3b). 66128/15739.
13. Porfyritisk amfibolit (metakvartsandesit), 5—10 m bred gång. — O om Enögla (2e), 1.7 km VNV om Enköping C.
- 21/71. Svagt porfyritisk amfibolit (metabasalt). — 500 m OSO om Rosendal (4a), ca 6 km NV om Bred k:a. (Kem. anal. i tab 3b). 66230/15552.

hänvisas om ytterligare information erfordras. Gångarnas beteende och egenskaper inom nämnda områden torde väl kunna tillämpas även inom kartbladet Enköping SV.

Yngre pegmatiter och graniter

Serorogena bergarter, främst pegmatiter men underordnat även graniter, upptar endast några fåtal procent av kartbladets areal i form av avgränsade massiv i synnerhet koncentrerade till sedimentbergarternas utbredningsområden. Kring dessa massiv bildar gångsvärmar av pegmatit, granit och aplit aureoler, vilka tagna tillsammans intar en ej obetydlig volym. I pegmatiternas närhet är speciellt de glimmerrikare delarna av metasedimenten kraftigt åderförgnejsade. En viss fältspatisering och kornförgrovnig tycks också ha skett, om än oregelbundet, inom metasedimenten i pegmatiternas och/eller graniternas närhet (t. ex. i trakten av Bjuggsta; prov 15/6, diagram 2, samt norr om granitmassivet i nordost).

De röda grova pegmatiterna består ofta av mikroklinpertit, kvarts, albit, biotit och/eller muskovit i nämnd ordning. I den grova grå eller vita pegmatiten kan sammansättningen vara albit, kvarts, biotit och/eller muskovit. Anmärkningsvärt nog tycks mikroklin saknas här, åtminstone lokalt. Bland småmineral noteras främst granat och svart turmalin. Det senare mineralet har iakttagits på ett tiotal ställen främst i området 5 km sydost om Enköping (Gånsta, Uppmyrby och Källgården). Vid Gånsta påträffas upp till 2 dm stora kristaller i en stor vit muskovitförande pegmatit. Vidare har turmalin iakttagits i en vägsränning ca 2 km nordväst om Tortuna k:a (3a) i en halv-meterbred pegmatitgång invid Viggeby (3d) samt i pegmatiter 500 m sydväst om Husby säteri (1d) och vid Hållingbo norr om Svinnegarn k:a. Granat förekommer oftare om än mycket sparsamt, främst på norra Ängsön och i området sydväst om Enköpings-Näs k:a. I pegmatitgången vid Ryssby på södra Ängsön — en för mineraloger välkänd lokal — förekommer rikligt med stora, vackert kristalliserade granater enligt den gamla kartbladsbeskrivningen Ängsö. Relikta s-tytor kan ofta spåras i pegmatiterna, där dessa gränisar mot eller innesluter partier av omgivande berggrund. I dessa fall torde en marginell pegmatitisering *in situ* ha skett av sidoberget. I vissa pegmatiter kan man tala om en förskiffring, sannolikt av postorogen ålder, t. ex. på norra Ängsön.

500—700 m väster om Uppmyrby (1e) innehåller pegmatiterna ofta

breda partier av ren kvarts. En meterbred kvartsgång antecknades vidare 300 m sydväst om Klista (2e).

Ett par exempel på de sparsamt förekommande yngre graniterna skall omnämnas helt kort. I stenbrottet ca 2 km norr om Tortuna k:a uppträder decimeterbreda överskärande gångar av gråvit finkornig granit (0.5—1.5 mm) i en tonalitisk gnejsgranit. Bergarten är en tämligen normal representant för de yngre graniterna och består till ungefär lika delar av kvarts, plagioklas och mikroklin jämte 5 à 10 vol.-% biotit (brun—brunsvart). Plagioklasen har sammansättningen An_{20} och är kraftigt sericitiserad. Den andra graniten är rödlätt, finkornig (< 1 mm) och sammankopplad med röd grov pegmatit i det lilla massivet ca 2.5 km öster om Teda k:a (1c). Proportionerna mellan huvudmineralen är som ovan, medan biotiten här ersätts av ca 5 vol.-% muskovit. Därtill skall fogas ca 1 vol.-% rundade granatkorn. Till skillnad från föregående granit är plagioklasen en ren albit. Förekomsten av muskovit och albit tyder på att denna bergart är yngst bland graniterna och har bildats ur samma sura restlösningar som pegmatiterna.

För ytterligare information om de yngre graniterna och deras egenskaper hänvisas till nyligen utförda undersökningar inom angränsande områden (Stålhös 1969, s. 161—171, och 1972, s. 117—128).

Metamorfof

En detaljerad utredning av metamorfofen inom det ca 25 km österut belägna kartbladet Uppsala SV gav anledning till att där särskilja tre till tiden skilda kulminerande metamorfa faser (Stålhös 1972, s. 128—138). Den första av dessa ansågs knuten till de äldsta (synorogena) intrusiven och deras omedelbara omgivning.

Den andra metamorfofen, samhörig med och orsaken till den inom Stockholmstrakten (Stålhös 1969, s. 171—177) och centrala Södermanland (Magnusson 1936, Lundegårdh 1959 m. fl.) vitt utbredda ådergnejsomvandlingen (serorogen), antogs vara av regional karaktär. Denna omvandling, som med avtagande styrka gjort sig gällande norrut in på kartbladet Uppsala SV, utgjorde enligt min mening kulminationen av den svekofeniska metamorfofen.

En tredje metamorfof slutligen, i sistnämnda område antogs vara direkt knuten till de yngre graniternas och pegmatiternas omedelbara omgivning.

I stort sett samma mönster för metamorfofen torde gå igen inom det ur

tektonisk och petrografisk synpunkt närbesläktade Enköpingsområdet (se även Stålhös 1974, s. 54—61), även om de olika metamorfa faserna här ej kunnat hållas isär.

Villkoren för metamorfosen, eller enklare uttryckt mineralomvandlingarna i regionen, kan bäst studeras inom ramen för sedimentbergarterna, vilka samtliga präglas av ett visst aluminiumöverskott, särskilt då glimmer-skiffarna (s. 18). Förekomsten av olika aluminiumrika mineral sådana som andalusit, fibrolit-sillimanit, muskovit och granat inom sistnämnda bergarter ger nämligen antydningar om de betingelser vad avser tryck och temperatur, som varit rådande inom området. Andalusiten t. ex. ger oss en minimitemperatur för omvandlingarna inom området kring 500°C tämligen oberoende av det existerande trycket (Winkler 1967, s. 180). Närvaron av granat (almandin) tyder på att trycket inom regionen ej varit alltför lågt (sannolikt $2\text{kbP}_{\text{H}_2\text{O}}$; jfr Hirschberg och Winkler 1968, s. 30). Beträffande betingelserna för omvandlingen av mineralet andalusit till sillimanit råder stor oenighet mellan olika forskare. Så kan t. ex. vid ett förmodat tryck kring 2 kb de tänkbara omvandlingstemperaturerna variera från 650 till 750°C . I de fall inom kartområdet, då gränslinjen andalusit—sillimanit överskridits, torde detta vanligen ha skett med minsta möjliga marginal. Sillimaniten bildar nämligen sällan välutvecklade kristaller utan uppträder mestadels i form av nålformiga aggregat, s. k. fibrolit.

En generell förekomst av primär muskovit inom kartbladsområdet tyder på att temperaturen vid omvandlingarna varit något lägre här än inom den i söder angränsande, av ådergnejser dominerade regionen mellan Strängnäs och Stockholm, där all muskovit förbrukats enligt följande reaktion: muskovit + kvarts \pm biotit (hög temp. \rightarrow) \rightleftharpoons kalifältspat + sillimanit/andalusit \pm cordierit \pm almandin + vatten. Då denna reaktion för muskovitens sönderdelning äger rum inom temperaturintervallet 620 — 640°C vid ett beräknat tryck mellan 2 och 3 kilobar (Winkler 1967, s. 180), erhåller vi en övre gräns för omvandlingstemperaturen inom kartbladsområdet. Att som tidigare antytts (s. 17) muskoviten sannolikt reagerat med kvarts till kalifältspat och sillimanit inom kontaktzonen runt vissa pegmatiter måste tillskrivas en lokal temperaturstegring, här eventuellt kopplad med ett lägre förhärskande tryck under denna sena metamorfos. En samtidigt uppkommen kvarts—fältspatådring kan i detta fall dels vara av injektionstyp, dels tillskrivas en intern materialutsöndring. En mera regionalt betonad, ehuru betydligt svagare utvecklad serrogen åderbildning har sannolikt föregått den nu nämnda ådergnejsbildningen knuten till de yngre eruptiven.

Under den svekofenniska regionalomvandlingens avtagande skede ägde till sist en kraftig sekundärmineralisering rum med bl. a. sericitisering inom plagioklaserna, prehnitbildning och kloritisering av biotit.

Regionalomvandlingen har inte enbart drabbat de aluminiumrika sedimentbergarterna utan även gnejsgraniterna, grönstenar av skilda slag samt skarnbergarter. Inom gnejsgraniterna och djupgrönstenarna förekommer sålunda mycket lokalt almandingranat. I vissa lagerformade granat—biotitmetabasiter (s. 22) kan granathalten nå upp mot 15 vol.-%. Granatbildningen torde i flertalet fall vara betingad av en hög Fe/Mg-kvot i bergarten i förening med ett mindre överskott av aluminium.

Inom de kalkbetonade skarnbergarterna, som är mycket sparsamt företrädda, uppträder granat med stort inslag av grossular, hornblände samt tämligen anortitrik plagioklas. Vanliga sekundärmineral inom dessa led är klinzoisit och kalcit.

Vecktektonik

Tolkningen av tektoniken inom kartbladet Enköping SV går i allt väsentligt tillbaka på tidigare erfarenheter av den tektoniska utvecklingen inom de angränsande Uppsala- och Stockholmsregionerna (Stålhös 1972, s. 139—146, och 1969, s. 144—161). Inom sistnämnda områden antogs en äldre, synorogen veckning ha ägt rum utmed nord-sydligt orienterade axlar. Samtidigt härmed torde i betydande omfattning isoklinala överstjälpningar ha skett i västlig riktning med utbildning av generellt mot öster stupande axialplan som följd. En senare plastisk tvärveckning under nord-sydligt tryck gav av allt att döma slutligen upphov till de mer eller mindre ständigt mot öster stupande stängligheter och veckaxlar, som återfinns inom nämnda områden och som även utmärker hela Mälardalen.

Vissa förändringar i detta enkla tektoniska mönster inträffar, när man från Mälardalen i söder, huvudsakligen uppbyggd av inkompetenta ytbergarter, rör sig mot den mera kompetenta, av synorogena granitoider bestående, uppländska batoliten i norr. De östligt stupande veckaxlarna upphör successivt att dominera och ersätts av mera brantstående axlar med växlande och även västligt riktade stupningar (se Stålhös 1972, fig. 41 c och d). Det äldre, från öster mot väster riktade trycket, med åtföljande isoklinala överstjälpningar, har följaktligen inte gjort sig gällande med samma konsekvens inom dessa nordliga belägna områden. Möjligen har interfererande

vertikala rörelser i samband med granitoidernas platstagande modifierat eller brutit sönder det tidigare anlagda, eller alternativt under utveckling varande, regionala mönstret.

Ytterst litet av vad som sagts ovan om den regionala tektoniken kan verifieras entydigt inom kartbladet Enköping SV. Orsakerna härtill är flera, och främst bland dem märks svårigheten att utföra tillräckligt många fullständiga, tillförlitliga och jämnt fördelade strukturobservationer på grund av ogynnsamma blottningsförhållanden. Strukturelementen är ofta mycket svagt utvecklade, speciellt inom granitoiderna, samtidigt som de glest utströdda och merendels flata hållarna inom sedimentgnejsområdena försvårat eller omöjliggjort observationer av linjeärstrukturer. Så mycket framgår emellertid att östligt riktade stupningar överväger bland de senare. Det är kanske främst inom kartans nordligare delar, i trakterna av Tortuna och Sparrsätra kyrkor, som västligt stupande linjeärstrukturer mätts in.

Regionens mest iögonfallande strukturdrag är för övrigt en öst-västligt orienterad förskiffring och med denna sammanfallande bergartsgränser mellan djupgrönstenar, gnejsgraniter och sedimentbergarter. Uppkomsten av förskiffringen måste tillskrivas den sena (serorogena) plastiska veckningen mellan nord och syd. I samband med denna har granitoiderna sannolikt pressats upp i antiklinala ryggar, medan sedimentbergarterna och djupgrönstenarna företrädesvis kommit att lokaliseras till och bevaras i mellanliggande, trågformade synklinala partier. Förmodat äldre, nord-sydligt orienterade storstrukturer kan ej med säkerhet påvisas inom kartområdet. Möjligen kan de nordligt till nordnordvästligt orienterade loberna av djupgrönsten norr om Lundby stn (3c) vara rester av en dylik äldre tektonik. Likaså förekommer också tendenser till nord-sydliga strukturdrag i området sydost om Enköping.

Mellan den äldre veckningen och den därefter följande tvärveckningen intruderades den svit av huvudsakligen basiska, s. k. intraorogena gångar, som tidigare beskrivits (s. 33). Gångarna har, om ej alltid påvisbart, en i samband med tvärveckningen påpräglad stänglighet, som vanligtvis överensstämmer med den i omgivande berggrund.

Skiffriheten inom sedimentbergarterna är i allmänhet parallell med de i samband med den första veckningen och efterföljande tvärveckning transponerade lagringsplanen. I veckomböjningarna, särskilt i de glimmerrika leden, har ofta utbildats en gentemot lagringen snett överskärande axialplanförskiffring, inte minst i trakten sydost om Enköping. En allmänt förekommande, mycket snabb växling av lagerställningarna inom kart-

bladsområdet gör att de få upp- och nedbestämningar, som utförts i "graded bedding", strömsskiktning och andra primärstrukturer (se fig. 1 och 2), endast har lokalt intresse och ej kunnat utnyttjas som stratigrafiska kriterier i större sammanhang.

Spricktekonik och diabaser

En redovisning av spricksystemen inom kartbladet Enköping SV framgår av den tektoniska kartan i skala 1:50 000, där även diabasgångar och krossbergarter, t. ex. breccior och myloniter, märkts ut. Såväl den topografiska kartan i skala 1:50 000 som flygfotobilder¹ (höghöjdsbilder i skala 1:65 000) har kommit till användning vid utarbetandet av denna karta.

De uthålligaste sprickorna inom kartbladet grupperar sig kring riktningarna NNV och NV samt i ett enda fall kring O—V. Dessa sprickriktningar är regionalt sett de mest framträdande inom Mälar—Stockholmsregionen och kan i vissa fall följas mitlids mot SSO, exempelvis i förlängningen av Gran- och Oxfjärdarna samt Svinnegarnsviken. Den ost-västliga spricka, som tonar ut norr om Härnevi k:a (4c), utgör den västliga förlängningen av en framträdande ca 40 km lång sprickzon med fortsättning österut genom Lårstaviken. Nordostliga riktningar är sparsamt representerade och enbart i form av kortare sprickor.

Inga krossbergarter av betydelse har påträffats inom kartbladsområdet (mylonit = M; breccia = B). En förklaring härtill kan vara den låga hållfrekvensen just där sådana bergarter förväntats uppträda, dvs. inom de breda dalstråk där flertalet rörelsezoner sannolikt är belägna.

Direkta kriterier på att några större förskjutningar ägt rum utmed vissa sprickplan mellan skilda berggrundsblock har inte kunnat erhållas.

Några få nordvästligt orienterade, ca meterbreda diabasgångar har iakttagits öster om Tillinge k:a samt norr om Ängsö slott (0b). Av den magnetiska kartan kan man dra den slutsatsen, att större diabasgångar knappast torde förekomma inom kartbladsområdet, då sådana vanligen ger sig tillkänna som smala långsträckta, magnetiska anomalier. Ett undantag finns möjligen sydost om Enköping.

Till sist skall nämnas att kartbladsområdets system av sprickor i väsentlig

¹Underlaget till sprickkartan har väsentligen utarbetats av geolog Carl-Fredrik Müllern.

utsträckning torde stå i direkt samband med den nordsydliga sammanpressningen under sensvekokennisk tid och torde ha utbildats under det skede, då den plastiska veckningen övergick i ruptuell deformation.

Den flygmagnetiska kartans huvuddrag

Samtliga huvudbergarter inom kartområdet kännetecknas av en låg magnetisk bakgrunds nivå, som i riktning mot sydväst uppvisar en successiv regional stegring tämligen oberoende av bergarternas fördelning inom området. Sålunda ger samma typ av tonalitisk gnejsgranit i nordost en betydligt lägre magnetisk anomali än motsvarande bergart i sydväst. Generellt sett ger djupbergarterna inom området, dvs. både grönstenar och granitoider, en mycket lugn magnetisk anomalibild. Sedimentgnejserna däremot, visar ett mera oroligt mönster i det att nästan alla magnetiska anomalier av betydelse är belägna inom deras utbredningsområden. Anomalierna bildar mestadels långsträckta konfigurationer, vilka sannolikt utgör mer eller mindre kraftigt veckade horisonter med förhöjd halt av ferromagnetiska mineral.

En skarp avgränsad, skivformad kropp med från omgivningen avvikande magnetiska egenskaper ger en magnetisk anomalibild, som kan användas för beräkning av kroppens stupning. Sådana stupningsmätningar har gjorts från den flygmagnetiska kartan och införts med speciell symbol i den tektoniska kartan. Dessa stupningar kan ofta skilja sig från de fältgeologiskt observerade lager- och/eller skiffrihetsstupningarna, ett förhållande som här ej närmare skall utredas. I föreliggande fall torde de magnetiska stupningarna närmast böra jämföras med lagerstupningar.

Bergarternas praktiska egenskaper och användning

Stenindustriell verksamhet av betydelse pågår för närvarande endast ca 2 km norr om Tortuna k:a, där makadamtillverkning äger rum. Ett äldre, numera nedlagt stenbrott i fältspatkvartsit och glimmerskiffer strax öster om Häpplinge (area 100×100 m) tjänade här till en början som råvarubas men befanns efterhand vara obrukbart på grund av att mängden glimmerskiffer ökade. För några år sedan öppnades därför ett nytt brott, beläget ca 1 km längre österut, i en tämligen massformig, hornbländeförande

tonalit sparsamt genomsatt av yngre granitgångar. Årsproduktionen av makadam med god kvalitet från detta brott är f. n. ca 40 000 m³ och levereras huvudsakligen till SJ.

Ur bergteknisk synpunkt kan kartbladsområdet i grova drag indelas i tvenne zoner, nämligen:

1. Områden dominerade av gnejsgraniter (bruna) och djupgrönstenar (gröna).
2. Områden dominerade av sedimentbergarter (blå) med inslag av pegmatit (röd).

Bergarterna inom delområde 1 är genomgående homogena. De växlar strukturellt mellan massformiga och lätt skiffrika eller stängliga led. Gångformiga inslag av pegmatit förekommer lokalt mycket sparsamt, och bland övriga inhomogeniteter torde endast mycket sparsamt uppträdande inneslutningar av sedimentgnejs vara värda att nämnas. Berggrunden i området torde på det hela taget vara väl ägnad för all slags byggnadsgeologisk verksamhet (tunnlar och andra bergrum för skilda syften, fyllnadsmaterial, lokala stentäkter för makadamtillverkning).

Bergarterna inom delområde 2, dvs. i huvudsak sedimentgnejsar, är vanligtvis lagrade i skikt med tjocklekar från några cm upp mot en halv meter. Skikten utgörs mestadels av fin- och jämnkornig, mer eller mindre förgnejsad fältspatkvartsit växellagrande med glimmerskiffer och/eller glimmergnejs. Enstaka basiska, mörkgrå till svarta skikt av amfibolit ingår även. Rikaste inslaget av glimmerskiffer, lokalt utgörande något mindre än hälften av sedimentbergarterna, förekommer i området sydost om Enköping samt på Ängsön (0c). För övrigt dominerar fältspatkvartsiter. Inom bättre bevarade områden, främst där pegmatiter saknas, är de mestadels finkorniga bergarterna endast sparsamt ådrade med kvarts och fältspat. I pegmatitrika områden däremot, blir bergarterna lätt något förgrovade och lokalt kraftigt åderförgnejsade, vilket inte minst gäller de glimmerskiffrika leden.

Ur flertalet synpunkter är de relativt heterogena bergarterna inom delområde 2 byggnadsgeologiskt och bergmekaniskt avsevärt sämre än bergarterna inom delområde 1. Viss uppbomning och avspjälkning parallellt med skiktytorna i samband med anläggning av bergrum och tunnlar torde kunna inträffa, särskilt inom icke ådrade led, där sammanhållningen mellan skikten vanligtvis är sämre (jfr Lundegårdh 1963). Betingelserna för

sprängningar i dessa bergarter kan också vara sämre. Vidare ägnar sig de glimmerrika leden mindre väl för användning som fyllnadsmaterial, och berggrunden i dess helhet är knappast lämpad för stenindustriell verksamhet.

En förhållandevis dålig intern sammanhållning utmärker de grovkristalina pegmatiterna i den mån sådana finns inom sedimentbergarterna. Detta beror främst på de rikligt förekommande avlossningsytorna mellan de grova kristaller, som uppbygger bergarten ifråga. Pegmatiterna rösar följaktligen vid sprängning (Lundegårdh 1963), och ras från taken i bergrum och tunnlar kan lätt inträffa i dessa bergarter. Tyvärr tycks pegmatiterna också vara ointressanta som råvara för brytning av kvarts och/eller fältspat. De båda mineralen är nämligen alltför intimt blandade för att kunna tillgööras utan kostsam skrädning.

LITTERATUR

SGU = Sveriges geologiska undersökning

Följande äldre kartor ur SGU, serie Aa, täcker kartbladet Enköping SV nämligen: Aa 7 Enköping (1863), Aa 10 Ängsö (1864), Aa 3 Skultuna (1862) och Aa 1 Västerås (1862). Av det sistnämnda bladet finns som Aa 196 en nyare upplaga utgiven 1954 (se Lundegårdh nedan).

- HIRSCHBERG, A., och WINKLER, HELMUT, G. F., 1968: Stabilitätsbeziehungen zwischen Chlorit, Cordierit und Almandin bei der Metamorphose. — *Contr. Mineral. and Petrol.* 18, s. 17–42.
- IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, 1973: Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks Recommendations. — *N. Jb. Miner. Mh.* 1973, H4, 149–164.
- LOBERG, B., 1973: Geologiska material och Sveriges berggrund. — P. A. Norstedt & Söners förlag.
- LUNDEGÅRDH, P. H., 1954: Beskrivning till kartbladet Västerås (2:a uppl.; berggrunden). — SGU Aa 196.
- 1956: Petrology of the Uppsala region, eastern Sweden. — SGU C 544.
- 1959: Beskrivning till kartbladet Eskilstuna (berggrunden). — SGU Aa 200.
- 1963: Projektering av rum och tunnlar i berg. — SGU C 590.
- 1970: Stenar i färg. Sjätte upplagan. Stockholm. — Almqvist & Wiksell.
- 1974: Berg och jord i Sverige (inledning och urberget). Fjärde upplagan. Stockholm. — Almqvist & Wiksell.
- MAGNUSSON, N. H., 1936: Berggrunden inom Kantorps malmtrakt. — SGU 401.
- 1940: Herrängsfältet och dess järnmalmer. — SGU C 431.
- STEPHANSSON, O., 1974: Granitdiapirism i mellansvenska svekofenniderna. — Uppsala Universitet, Geologiska Institutionen, *Miner.-Petr.avd.*
- STRECKEISEN, A. L., 1967: Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. — *N. Jb. Miner. Abh.* 107, s. 144–240.
- STÅLHÖS, G., 1969: Beskrivning till Stockholmstraktens berggrund. — SGU Ba 24.
- 1972: Beskrivning till berggrundskartbladen Uppsala SV och SO. — SGU Af 105–106.
- 1974: Beskrivning till berggrundskartan Enköping SO. — SGU Af 110.
- TÖRNEBOHM, A. E., 1881: Beskrifning till blad n:o 5 af geol. öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag. — Jernkontoret.
- WINKLER, G. F., 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine. — Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- 1970: Abolition of Metamorphic Facies, Introduction of the four Divisions of Metamorphic Stage, and of a Classification based on Isograds in Common Rocks. — *N. Jb. Miner. Abh.* 5, 1970, s. 189–248.

PRISKLASS B

Distribueras genom
LiberKartor
162 89 VÄLLINGBY

Växjö 1976 C Davidsons Boktryckeri AB

Printed in Sweden

ISBN 91-7158-099-9