

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 157.

---

GEOLOGISKE UNDERSØKELSER  
VED KRAGERØ, I HOLLEIA  
OG TROMS

AV  
BRIT HOFSETH

MED 34 FIGURER I TEKSTEN, 2 PLANSJER  
OG GEOLOGISK KART



OSLO 1942  
I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

SI g 31 n

## Innhold.

	Side
Forord av Carl Bugge .....	5
Petrography of the Levang Peninsula .....	7
Dolomittforekomster ved Kragerø .....	47
Arbeider som Brit Hofseth ikke hadde ferdig bearbeidet, angående Holleia og gabbrofeltene i Troms. Petrografisk bearbeidelse av Jens Bugge	58

## Forord.

Denne publikasjon, N. G. U. nr. 157, utgir vi for å få en samlet fremstilling av Brit Hofseths geologiske arbeider. Hun gikk bort temmelig nøyaktig 24 år gammel og hadde således innbefattet sin studietid etter artium, ikke arbeidet lengre enn 4 år som geolog. Hun tok imidlertid meget målbevisst fatt på sin virksomhet og fikk i forhold til den korte tid samlet et betydelig materiale. Hun kom vidt omkring i landet, fikk besøkt Spitsbergen og Østgrønland og hadde store planer for fremtiden. Det var egentlig meningen at arbeidet om Levanghalvøen skulde trykkes i Norsk Geologisk Tidsskrift, men da hennes bane fikk en så hastig slutt, blev det ordnet således at N. G. U. skulde samle hennes etterlatte skrifter og annet materiale i en egen publikasjon. Til dette formål har vi fått bistand av Jens Bugge som har beskrevet Brit Hofseths ubearbeide innsamlinger.

Som andre geolistuderende fikk også Brit Hofseth praktiser ved N. G. U. nemlig under dr. Holmsen med kvartærgeologisk kartlegging og under dr. Arne Bugge med berggrunnskartlegging. Vi blev alle opmerksom på hennes store begavelse for geologisk kartlegging, spesielt at hun hurtig fikk orientert sig i terrenget og med de optredende bergarter. Hun forstod også å få gitt uttrykk for sine iakttagelser i rapporter og karter. Geologisk kartlegging tiltalte henne i høi grad. Det er jo å gå på opdagelsesreise i sitt eget fedreland. Det er riktignok ikke like morsomt å reise alle steder. Hun likte best landskaper som ikke var så altfor tamme. Senja og Lyngen og vel også Sørlandskysten er mere avvekslende og storlagne end de ensformige skogtrakter på Østlandet. Men hun tok like freidig

imot de oppgaver hun fikk, enten hun likte terrenget eller ikke. Efter at jeg grundig har lest gjennem hennes dagbøker forstår jeg at hun har slitt mere enn jeg ante. En kartleggende geologs yrke er interessant men også slitsomt og Brit Hofseth har nok ikke spart sig. Ved hennes bortgang har N. G. U. mistet en dyktig kartleggende geolog som gav de beste løfter for fremtiden. Efter det som foreligger ønsket hun mest av alt å arbeide i arktiske strøk, og hennes siste reise blev også i Nord-Norge.

Ved siden av å være en entusiastisk forsker var Brit Hofseth også en meget charmerende personlighet, så det er en stor skare yngre og eldre venner som beklager hennes plutselige bortgang. Den publikasjon som jeg herved utgir vil bli et minne om hvad et ungt menneske kan greie når tiden benyttet.

Norges Geologiske Undersøkelse 8. november 1941.

*Carl Bugge.*

PETROGRAPHY OF THE  
LEVANG PENINSULA  
(KRAGERØ, NORWAY)  
BY  
**BRIT HOFSETH**

## List of contents.

	Page
Introduction .....	11
Outline of Geology .....	12
The Levang Granite .....	15
Mineral composition .....	15
Chemical composition. Facies .....	18
Foliation and fissures .....	20
Boundaries of the granite .....	21
Inclusions .....	23
The smaller granitic bodies .....	26
The Gneiss .....	27
The normal banded gneiss .....	27
The pegmatites .....	28
Boudinage .....	30
The zone of gneiss around the granite .....	30
Profiles through the gneiss .....	33
Finsbudalen .....	33
Langvarp .....	35
Stabbestad .....	36
The mineral facies of the gneiss .....	37
Metasomatism .....	38
The sillimanite gneiss .....	39
Summary of conclusions .....	43
Literature .....	45

## **Abstract.**

An area within the archean Bamble formation, southern Norway, has been mapped. A description of the rock types occurring in the area is given. The Levang oligoclase granite in the southern part of the mapped area is surrounded by banded gneisses, with quartzites and zones rich in sillimanite.

The gneiss has been reworked in the upper part of the migmatite zone. Its mineral facies is one of a lower temperature than the amphibolite facies, presumably the epidote-amphibolite facies.

The whole complex has much in common with the Swedish leptite formation.

The more complicated geology of the northern part of the area has not been treated. The rocks of this part are only mentioned to give an idea of the geological surroundings of the Levang rocks.

## **Introduction.**

The geology of the Kragerø region (fig. 1) has been studied since the 19th century. Among the first interested in the geology here were Kjerulf and Dahl, 1861, who studied the Valberg gabbro, and the granites and banded gneisses on the Levang peninsula, on a journey along the SW-coast. An Englishman, Robert Forbes, 1857, also made a journey in these parts, and was specially interested in the quartzite-amphibolite-formation and the gabbro at the Valberg peninsula. The apatite deposits have been described by Sjögren, 1882, J. H. L. Vogt, Reusch, and Brøgger. More recently much work has been done on the complicated geology of the Kragerø region, but there are still many unsolved problems. In two great papers on hyperites, 1933 and also on nodular granites 1934, Brøgger has dealt with a part of this area. In his work on the pegmatites of Sørlandet, O. Andersen (1931) has treated some of the pegmatites of the area, mapped by Barth and Marstrander.

Holtedahl and Andersen (1922) have described dolomites here, and O. A. Broch has surveyed the area Kjøllebrønn—Kil—Blankenberg. He considered his map a preliminary sketch, and wanted the mapping to be done over again. The map proved, however, to be very good. My mapping in 1939 was done for The Geological Survey, dr. A. Bugge being the geologist in charge of the field work. Dr. Bugge had made a brief survey of the area in 1922, and one of the analyses was made from material collected by him. In the summer of 1939, Barth and A. Bugge went over parts of the area, and their conclusions have thrown light into many of the problems which seemed insoluble to a beginner. Without the help of professor Barth, I should never have been able to follow these things up.

### Outline of Geology.

The Kragerø region forms a part of the Bamble formation and in many respects it shows great similarity to a more south-westernly part of the same formation, which has been recently thoroughly studied by J. Bugge. This is particularly the case for the southern part of The Kragerø region with its banded gneisses and granites, while the northern part has features that can not be paralleled with rocks examined by J. Bugge. It is the petrology of the Levang peninsula that will be treated in this paper. The northern part of the Kragerø region is merely brought in to show the geological surroundings. A treatment of these parts with their numerous rocks and rock types would demand a more thorough mapping. The rocks of the Kragerø region are metamorphous, and their mode of origin has been much discussed, as has been that of the whole Bamble formation. This especially applies to quartzites, but also to the banded gneisses and the amphibolites in which cases the sedimentary *vz.* the eruptive mode of origin has been debated.

All over the region there is banded gneiss, and the other rocks form zones, lenses, or irregular bodies in this rock, which mainly consists of gneiss, amphibolite, and amphibolitic schist, in all states of chemical and mineralogical transition.



Fig. 1. Southeaster Norway with the mapped area.

The gneiss has zones of granitic composition, bands of quartzite with or without sillimanite, fahl-bands, and bands rich in lime. The strike of the bands is NE—SW like the rest of the Bamble formation.

The large Levang-granite in the southern part of the area forms a longish lens in the strike direction. This lens consists

of a pink granite of more or less marked gneissic structure. 15 km long and 4 km broad, evenly thinning out towards NE. Towards SW it has a long appendix bending back along the side of the granite. In the banded gneiss south and north of this granite there are several smaller granitic bodies of the same type. The banded gneiss north of the Levang granite has a somewhat different character from that to the south. As a rule it contains more mica. Further north it occurs only as single zones in the series of quartzites and amphibolites. These amphibolites partly have a gabbroid character, partly they pass through amphibolitic schists to amphibolitic mica schists. The quartzite is in parts rich in mica, and in some places it passes into granites. The area between Kilsfjorden and Valberg has a complicated geological structure: Amphibolites predominate. On Haugstrand and Valberg in the midst of great amphibolite-massifs occur hyperites that pass into amphibolites by gradation. Towards its selvage the amphibolite becomes schistose.

Between Kalstad and Valberg quartzite alternates with amphibolite, amphibolitic schist and amphibolitic mica schist. In banded gneiss at Blankenberg, extending towards Kragerø in the neighbouring amphibolite, lies the peculiar albitic rock, the Kragerite. In parts it contains rutile.

Between Kammerfoss and Sanssouci there are sheets of dolomite, following the strike direktion of the amphibolite, in some places several meters thick, or as little patches. Dolomite occurs also at Knipen, just north of the Levang granite, and at Risøy and Gumøy, east of the mapped area.

The southern part of Skaatøy consists of the usual banded gneiss, the northern part of gneiss richer in mica with zones of amphibolitic schist. The strike of the gneiss streamlines plastically along the sides of the Levang granite, straightening out towards east into the main strike direction of the Bamble formation. All over the area pegmatites abound. In the southern part of the area there are some diabase dikes.

## The Levang granite.<sup>1</sup>

### Mineral composition.

The Levang granite is a medium to coarse grained, pink, granite, consisting of quartz, microcline, microcline perthite, oligoclase, biotite, hornblende, and some clinzoisite, with apatite, zirkon, sphene, rutile, and iron ore as accessory minerals. In some places garnet. Molybdenite has been found as impregnation. Only biotite, hornblende, clinzoisite, and the accessory minerals show crystal outlines.

*Quartz.* Undulating extinction. The grains have irregular boundaries and fill spaces between other mineral grains. Quartz seems to be a late, probably the latest component crystallized. It has few inclusions. The granite is everywhere rich in quartz, though the quantity varies somewhat.

*Microcline*, showing chequered design, is fresh, and the grains have irregular shapes. Obviously it has crystallized later than the plagioclase which it often includes. Along the contact between the two minerals myrmekite may occur. The chequered microcline may or may not be perthitic. As a rule microcline dominatis over plagioclase, but in certain areas the proportion is reversed.

*Plagioclase* is an oligoclase, usually with composition ca.  $An_{20}$ , but it may vary between  $An_{17}$  and  $An_{80}$ , seldom  $An_{85}$ . The composition of the plagioclase was determined in sections, normal to  $\alpha$  and normal to (001) and (010), and by maximal extinction, usually by two of the methods together. In some cases it was determined with the Federow stage.

A profile through the granite, taken along a road cutting across the eastern part of it, was studied to see whether the variation in the composition of the plagioclase had anything to do with the distance from the boundaries of the granite. No regularity was found. Most of the plagioclase was  $An_{20}$  through the whole profile. The plagioclase of the western part of the massif, however, seemed often to exhibit a more basic composition. In those sections plagioclase usually predominated, as at Eikeland ( $An_{88}$ ) and Marijusteshei ( $An_{80}$ ).

<sup>1</sup> See Plate I at the end of the paper.

But more frequently microcline predominates also in the western part, and the plagioclase has then a composition of  $An_{20}$ . Also in the eastern part there occurs granite rich in a more basic plagioclase. The differently composed parts of the granite cannot be separated on the map. The two types pass into each other, and in the field the whole Levang granite gives a homogenous impression. The plagioclase is seldom completely fresh. It is usually partly saussuritized. Untwinned plagioclase frequently occurs. Thus the granite is rather rich in oligoclase, which is usual for Archean granites e. g: Granite of the Orijärvi region (Eskola 1913), The Smedjebacken region, (Lundquist and Hjelmquist 1937), The Lina granite in the Gällivare ore region (Geijer 1930), and Canadian granites (Haliburton and Bancroft areas) (Adams and Barlow).

*Biotite* is the predominating dark mineral. It is rich in iron with pleochroism:

- $\alpha$  — Yellow
- $\beta$  — Dark brown
- $\gamma$  — Dark brown

Mean index of refraction;  $I_1$ , 676 >  $\beta$  >  $I_2$ , 672. It is usually fresh, but in some places it is a little chloritized. The orientation of the biotite which is easily seen macroscopically, is not so noticeable in thin sections, since comparatively little biotite is present.

*Hornblende* does not appear in all sections. The distribution is uneven. Some sections have numerous large grains, others have tiny flakes. The hornblende is quite fresh. It is dark, in many sections nearly opaque, and strongly pleochroic.

- $\alpha$  — light yellowish green
- $\beta$  — dark grass green
- $\gamma$  — greenish blue black

The optical angle is small and varying but difficult to determine with the Fedorow stage, owing to the dark colour of the minimal. It is decidedly smaller than that of the usual hornblendes. Angles ranging from  $20^\circ$  to  $60^\circ$  have been measured in the mineral.

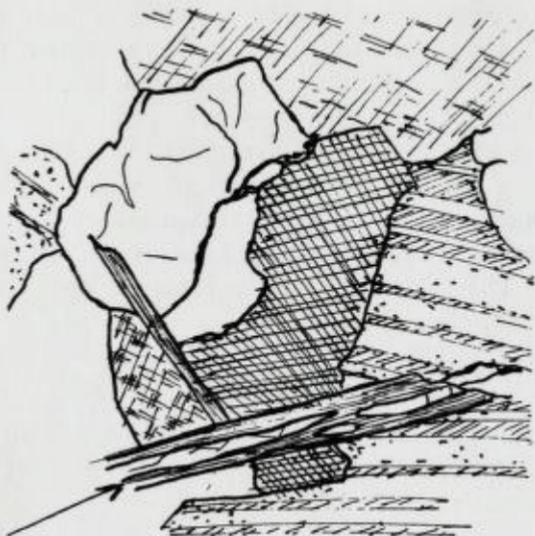


Fig. 2. Clinozoisite along the cleavage planes of biotite.

The indices of refraction  $\beta$  and  $\gamma$  are about equal.

$$1,719 < \beta, \gamma < 1,716 \text{ strong dispersion } \rho > \nu \\ 1,690 < \alpha \lesssim 1,695$$

The extinction angle varies,  $c:\gamma = 9^\circ, 16^\circ, 20^\circ, 22^\circ$ , and  $27^\circ$  were measured in different parts of the granite.

The optical data of this hornblende are similar to those given by Larsen and Berman for hastingsite. Epidote minerals occur in the granite. Clinozoisite is distributed throughout a great part of the granite, but is not found in all sections. Some epidote occurs.

*Clinozoisite* occurs mostly as greater or smaller grains or euhedral crystals in the rock. It also occurs as intergrowth with biotite, where it seems to grow along the cleavage planes. In this way sometimes a stronger-coloured mineral of similar optical properties also occurs, that seems to be epidote. It is not possible to determine it with certainty in those narrow stripes (fig. 2).

Some crystals are metamict, especially in the centre. This is due to a Ce-content that is not great enough to give pure orthite. The crystals are in these cases yellowish, nearly colourless, and should thus be clinozoisitic. It may also be epidote, bleached by the influence of Ce. Both cerepidote and clinozoisite with a core of orthite are found in similar rocks (Orijärvi). Biotite and hornblende are often gathered in small dark patches, and clinozoisite and cerepidote often occur together with them. The clinozoisite, which is biaxial positive, has variable extinction. Refractive index:

$$1,727 > \gamma > 1,722, \text{ strong dispersion } \rho < \nu.$$

It occurs also outside the granite in the gneiss and in hydrothermal veins, partly in large crystals. On one of these the density was determined: 3.37.

When epidote minerals occur in near connection with biotite, it is possible that they are metamorphic after hornblende. The epidote minerals also occur as parts of saussurite.

*Garnet* occurs in certain parts of the granite, sometimes in large crystals. It is almandine, refraction:

$$1,782 < n < 1,801.$$

*The accessory minerals* are evenly distributed. Around the euhedral zirkons situated in biotite the pleochroic haloes are conspicuous.

Sphene is not found in all sections. In some it forms large crystals, in others it lies around iron ore, as leucoxene. It may then be supposed that the ore mineral is ilmenite, while in other cases it may be magnetite. In some sections hematite occurs in thin, red, translucent flakes.

Rutile is common, and was found in many sections.

#### **The chemical composition. Facies.**

For chemical analysis a sample was taken of a normal rock in the middle of the granite. Analyst B. Bruun

		Norm:
SiO <sub>2</sub> . . . . .	68.43	Q . . . . . 24.48
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.55	Or . . . . . 19.54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15.03	Ab . . . . . 31.56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.80	An . . . . . 13.95
FeO . . . . .	3.80	C . . . . . 0.20
MnO . . . . .	0.01	
MgO . . . . .	0.72	sal 89.73
CaO . . . . .	2.90	En . . . . . 1.80
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.70	Fs . . . . . 5.42
K <sub>2</sub> O . . . . .	3.28	Ap . . . . . 0.30
H <sub>2</sub> O + . . . . .	0.63	Il . . . . . 1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.10	Mt . . . . . 1.16
F . . . . . traces		
Cl . . . . . 0.10		fem 9.84
		H <sub>2</sub> O . . . . . 0.63
	100.08	
		100.20

## Niggli:

si . . . . .	302
al . . . . .	39
fm . . . . .	22
c . . . . .	14
alk . . . . .	25
k . . . . .	0.35
mg . . . . .	0.22
qz . . . . .	101

The ACF-values of Eskola are: A=33, C=27 F=40. If the values are plotted in an ACF-diagram of the amphibolite facies (K<sub>2</sub>O-surplus) they fall within the area where plagioclase and biotite, if there is enough water, should be the stable minerals (fig. 3). Almandine also is stable here.

But now epidote-minerals, and some chlorite occur. The plagioclase is usually a little saussuritized. This suggests that the granite was formed at a somewhat lower temperature than that of the amphibolite facies, and approaches epidote-amphibolite-facies. In a subfacies of the latter the usual green hornblende is replaced by a strongly bluish green hornblende (Eskola 1939 mentions barroisite), clinzoisite, and chlorite.

Bluish green hornblende and clinzoisite, and a little chlorite occur in the Levang granite besides biotite, but neither the actinolite-greenstone-facies of Th. Vogt or the prasinite facies of Angel suits the requirements (Eskola 1939). Barth (1929) mentions that the mineral facies of the Archean rocks of South Norway resemble the epidote-amphibolite facies of Becke, i. e. the temperature is lower than in Eskola's amphiobole facies.

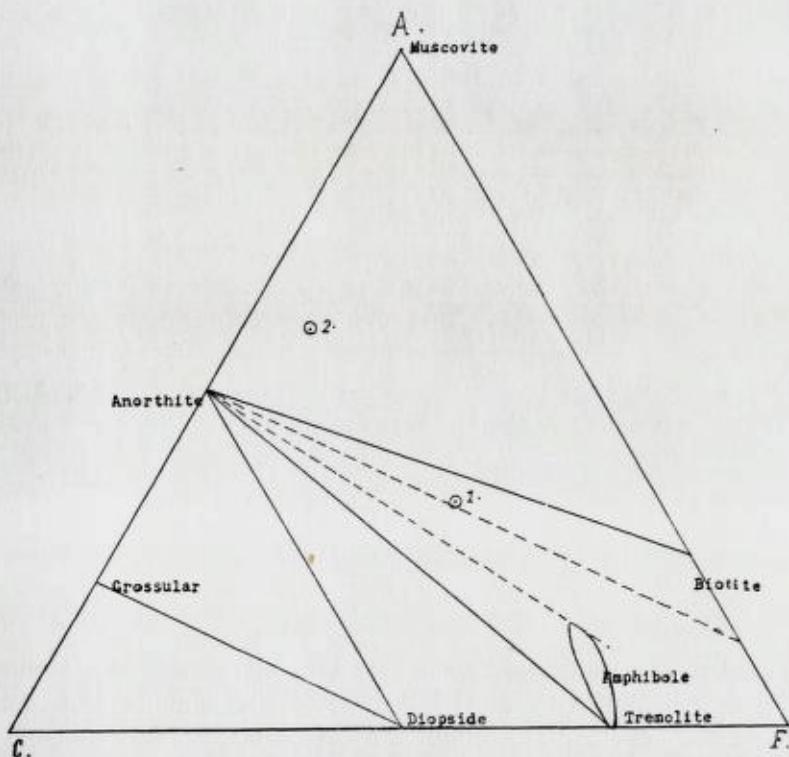


Fig. 3. ACF-diagram for amphibolite-facies. 1. Levang granite. 2. Gneiss.

#### Foliation and fissures.

The Levang granite is foliated along the whole area a little weaker in the centre, but there are also a few small, unfoliated, coarse-grained parts. The rock must be called a gneiss granite. It is here called granite for short.

The structure is clearly seen on the map, on the surface of the rock in the field, in hand specimens, and in thin sections. Quartz and microcline are somewhat stretched in the direction of the structure, but it is the arrangement of the dark minerals in planes, especially the biotite, that makes the structure so conspicuous. Along these planes the rock cleaves most easily. The direction of the planes is always more or less vertical with dips towards the north. The surface of the rock con-

sequently shows a striation whose direction varies a little in the different parts of the granite.

Foliation must have been generated during, possibly after, the original crystallisation of the granite, as a result of regional metamorphism and recrystallization. This vertical foliation suggests an upward movement of the granite. There are other tectonically determined cleavage directions in the granite. The most dominating goes vertically in direction north-south. Another common cleavage is horizontal. Balk (1937) mentions that if an eruptive body has a flat roof, the pressure of the overlying rock, different from the pressure farther down in the batholite, may cause this to split up horizontally, and that differences in temperature during the consolidation also may give such results. These three cleavage directions were found everywhere. There are also other directions. But as they are many and varying, it is difficult to coordinate the cleavage directions that belong together from place to place. No further comments will be offered regarding the directions of the forces that have been at work. The foliation of the granite is always conformable to the boundaries towards the neighbouring rock.

#### **Boundaries of the granite.**

The boundary, which is sharp, runs straightly and evenly around the long, lense-formed body. It marks a visible change in the landscape because of the different resistance towards erosion offered by the granite and by the surrounding rocks. The granite does not send out apophyses into the neighbouring rock, and in a few places only the clear boundary is disturbed by greater pegmatitic dikes, which frequently include fragments of amphibolite from the adjacent rock. The boundary is conformable to the direction of the banded gneiss.

The NE end of the lense extends into the sea. It is possible that the granite at the islands of Rauane is a narrow continuation of it, but it seems more probable that it is a small independent granitic body like several others around the greater Levang granite. In the SW part the boundary has a more complicated course. The queer shape of the curved western termination

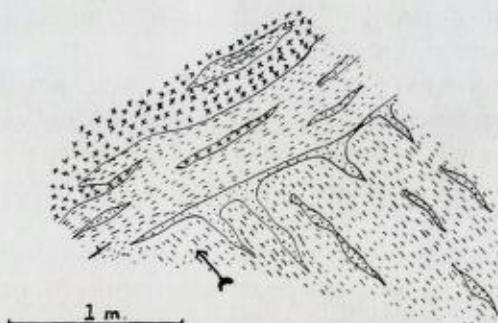


Fig. 4. Boundary between granite and gneiss, in the apex of the angle between the main granite body and the appendix in the southwestern part of the granite area. Here, too, the foliation of the granite follows the boundaries. The gneiss, being strongly folded with the folding axes dipping under the granite, is dissected by small pegmatite veins at the boundary. Only in a narrow zone along the boundary itself the schistosity of the gneiss is conformable to it, as a result of the contact. Here, the granite sends small apophyses along the schistosity planes, and partly includes gneiss, whose schistosity is then conformable to the foliation of the granite.

must be tectonically explained. The arched structure that stands out in the topography west of the Levang granite, has its center in the western end of the granite. The arc conforms to the strike thus making the boundaries of the granite parallel to the strike.

The part of the adjacent rock lying between the appendix and the lense itself, has its schistosity conformable to the boundaries of the granite on both sides. It bends along the appendix. But in the apex of the angle it is different. See fig. 4. There is a similar case east of the farm Leivatn, where the granite also cuts the strike of the surrounding rock the same way. About 200 m east of the boundary the granite lacks foliation. Thus, changes that may have taken place in the direction of the strike in the granite can not be traced directly. At a locality north of Finsbudalen, where the granite penetrates into the gneiss, the amphibolite changes its strike, and the irregular small folds along the boundary are cut by pegmatite. These three localities are the only ones where the boundary of the Levang granite cuts the main strike direction of the gneiss.

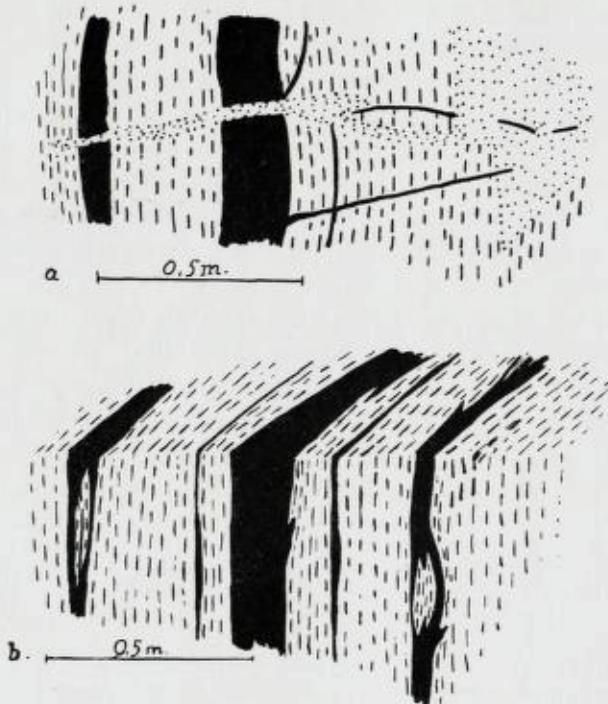


Fig. 5, a and b. Schlieren (black) of amphibolite in the Levang granite, near the boundary at Viborgtjern. Dotted: Pegmatite.

### Inclusions.

The boundaries of the granite are sharp. One can put one's finger on the spot where the granite begins. In some cases the marginal rock may be a little more grey than normally or more finely grained, but in thin sections no great difference can be seen.

Near the boundary schlieren of amphibolite are frequently (fig. 5) encountered. They vary from a few cm to several dm in width. They represent parts of the neighbouring rock, which they often closely resemble. It is more difficult to explain some narrow stripes — 1—0.5 cm wide — of amphibolite, that in some places cross the foliation direction. The schlieren are often cut by small pegmatite veins. In some places pegmatitic bodies

accompany the edge of the dark schlieren. They occur in the outer parts of the granite. Farther towards the centre inclusions of another type occur. These are pieces of amphibolitic schist and amphibolitic micaschist that can be 2—3 km long and several hundred meters wide, but most of them are smaller, ca. 0.5 km long and 50—100 m wide. The schistosity is parallel to the foliation of the granite. The inclusions usually lie in the direction NE—SW, but exceptions exist, for instance at Eidsvann.

The apexes of the longish inclusions often pass by gradation into granite. The granite then sends apophyses into the inclusions, and small fragments of granite rich in amphibole and mica make a transition between the two rocks. In some places there are great feldspar bodies at the end of the inclusion (for instance at Løvdalen, where feldspar is quarried). Along the schistosity planes the boundary is usually sharp.

In one amphibolitic mica schist inclusion a fold is preserved. The axis of folding dips a little towards SW. Elsewhere the schistosity planes are vertical. The great inclusions have everywhere about the same petrographical character. The smaller fragments, especially in the pegmatite, often consist of more massive amphibolite. (Fig. 6).

Besides these inclusions there are parts in the granite rich in small dark patches, representing partly assimilated inclusions. The granite groundmass between the patches often has a colour somewhat different from the normal granite, usually more grey. At one locality (at the road just south of the Løvdalen school) these patches are small grains of about  $\frac{1}{2}$  cm's diameter. They consists of amphibole, biotite, ore minerals and garnet, and around each grain there is a light rim. It looks like an advanced assimilation of an inclusion. Lighter parts in the granite, containing garnet, are also due to inclusions, almost completely assimilated. They look like hazy patches, and the phenomenon resembles the "ghostly remains" referred to by Swedish petrologists.

The effect of a granite magma on the inclusions (Bowen 1928) is a reactive solution and a reactive precipitation. In-

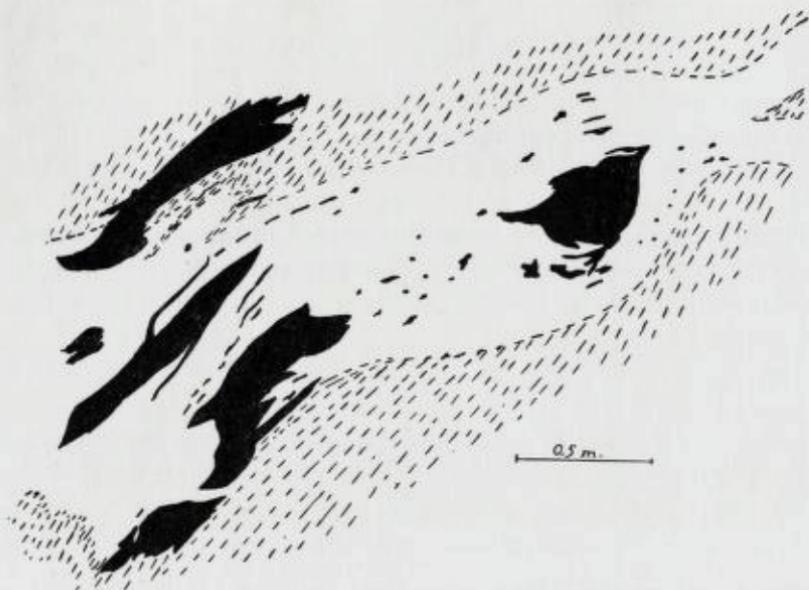


Fig. 6. Amphibolite inclusions (black) in the central part of the Levang granite (striped). White: Pegmatite.

clusions of acid composition are assimilated, and only a few constituents will remain unsolved, for instance an Al-surplus, going into garnets. Basic inclusions, amphibolites for instance, will not be assimilated, but will react more or less completely with the magma and form the minerals which are in equilibrium with the magma at the given moment.

The inclusions of the adjacent rock that will be preserved are the dark ones, and their petrographic homogeneity may be due partly to their reaction with the magma. They mainly consist of hastingsite-like hornblende, common biotite, ore minerals, plagioclase, and quartz. The inclusions are specifically heavier than granite, and may constitute downfallen fragments of a batholith roof, which later took part in the movements of the granite.

### The smaller granitic bodies.

In the gneiss around the Levang granite lie some small granite bodies, supposedly congenetic with the Levang granite.

They are the Mørjeheia granite just north of it, the Umdalen granite, Øysang granite, and Portørgranite south of it. Farther north lies the Tømmeraas granite which perhaps should rather be seen in relation to a granite north of the mapped area. The Marijuteshei granite shows no direct contact with the Levang granite, but still it is most certainly a part of it. The Mørjeheia granite is a red, medium-grained microcline granite, whose mineral composition is much the same as that of the Levang granite. The rock is hypidiomorphic and has a foliation conforming to the strike of the side rock. In the centre the granite is not foliated. The red colour of the rock is due to feldspar, which has a stronger colour here than in the Levang granite.

South of the Levang granite lie the Øysang, Umdalen, and Portør granites with about the same composition. They are microcline granites rich in quartz and poor in mica. The plagioclase is difficult to determine as the small and few grains usually are changed into saussurite or sericite, but it seems to be an oligoclase.

The Marijuteshei granite is mentioned under the Levang granite. It is a granite rich in plagioclase with  $An_{27}-An_{29}$ .

Foliation is also conspicuous in these granites, conformable to the boundary and the strike of the surrounding rock. The Øysang granite is less foliated than the others.

Apart from the Portør granite, which has som dark patches along the border, I have not found inclusions in these granites. The absence of hornblende may have a connection with this. The great similarity between these granites suggests a common origin.

The Tømmeraas granite has quartz, microcline, plagioclase ( $An_{80}$ ), biotite, and muscovite but no hornblende. The biotite has partly been changed into chlorite. It looks as if this has happened while the biotite crystallized, since the green and brown parts follow planes of growth of the crystal. It farther contains clinozoisite, zirkon, apatite, and iron ore. The granite has sharp boundaries, and foliation parallel to them.



Fig. 7. Banded gneiss, Levang peninsula.

### The Gneiss.<sup>1</sup>

The Gneiss on the Levang peninsula is a banded gneiss. It consists of alternating dark and light bands. In the southern part of the peninsula it is of constant type, but nearer the Levang granite its character changes. North of the granite there is banded gneiss along the northern shore of the peninsula at Taatøy, Brattøy, Djupsundholm, at Blankenberg and some places as part of the quartzite-amphibolite formation.

#### The normal banded gneiss

consists of medium grained gneisses, amphibolites, amphibolite schists with some mica, and all transitions between them interwoven with pegmatitic material. The thickness of the bands range from a few cm to several meters (fig. 7). The light bands consists mainly of quartz, plagioclase, (oligoclase or andesine composition) and varying quantities of hornblende, often biotite, and more seldom muscovite. Accessory components are apatite, zirkon, sphene and iron ore. Tourmaline is found

<sup>1</sup> See Plate II at the end of the paper.

in some places. Mineralogically the difference between light and dark bands lies in the different quantity of hornblende and biotite and of light minerals. The boundary between light and dark bands is sharp.

The parallel structure of the gneiss is conspicuously exhibited macroscopically as well as in thin sections. It is parallel to the boundary towards the granite. The structural elements of the gneiss are vertical or have a steep dip towards north, more seldom towards south. Folds in the gneiss occur on the Levang peninsula and at Blankenberg. The strike of the banded gneiss swings around the smaller inclusions of granitic bodies. In a zone from Levang over Bjørkekjærr to Leivann, granitic bands are constituent parts of the gneiss. This zone possibly represents an area of more intense granitization.

The bands possibly represent effusives, tuffs and other deposits, and later intruded basic rocks, corresponding to conditions in the Swedish leptite formation. This banded gneiss differs from the Swedish leptite formation in having very little limestone. Limestone is found however in the more southern part of the Bamble formation, the Arendal area, where J. Bugge (1939) has compared it with the limestone of the leptite formation.

The Swedish leptites are frequently ore bearing, but on the Levang peninsula no ore is encountered. A narrow band containing pyrite, 5—6 m long, in the direction of the bands is all, apart from a fahl-band near the granite, some 200 m long and 1—5 dm wide, in the strike direction.

### The pegmatites

occur mostly as dikes along the bands, and also as pygmy veins in the gneiss. Irregular bodies, partly of considerable size, are also encountered. Pegmatitic material also occurs in numerous small patches everywhere in the gneiss without visible supply channels. The quantity of pegmatite is evenly distributed over a great area and does not increase noticeably near the granite. Some of these pegmatites originated during the migmatization at comparatively low temperature from the pore solution of the gneiss.

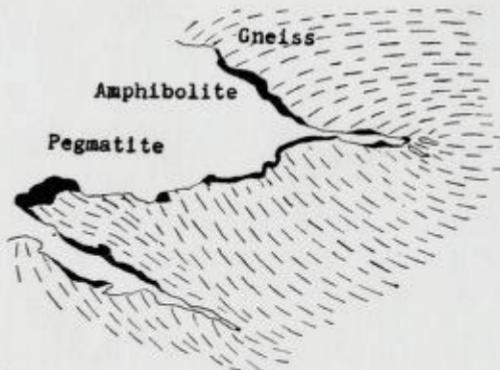


Fig. 8. "Surreitic structure", indicating a lateral secretion of the granitic components from the gneiss, and gathering of the pegmatitic material in veins and patches.

By a molecular interchange the granitic components could migrate in the gneiss and gather in pegmatitic veins and patches. In this way a small part only of the pegmatite was formed for the gneiss does not seem to have been so deep in the zone of migmatization. More pegmatitic material was supplied from the underlying gneisses, whence the ichor slowly rose.

Various structural patterns indicate that a "lateral secretion" has taken place from the adjacent rocks. By molecular interchange the pegmatitic material was removed from the rocks and the dark minerals were arranged in directions resembling power-lines around a magnetic field. "Surreitic structure" Holmquist (1920). Fig. 8.

The greatest pegmatitic bodies probably represent residual solutions squeezed out from the underlying granitic magma of which the Levang granite is a part, and which originated as a magma. It did not necessarily constitute one single magma. There may have been several sources from which the granitic material gathered together. Pegmatites of this type are treated by O. Andersen in his work on feldspar (1931). On the Levang peninsula these pegmatites seem to consist of microcline perthite and quartz. Graphic structure is usual. Biotite occurs in most of them and reduces the economic value.

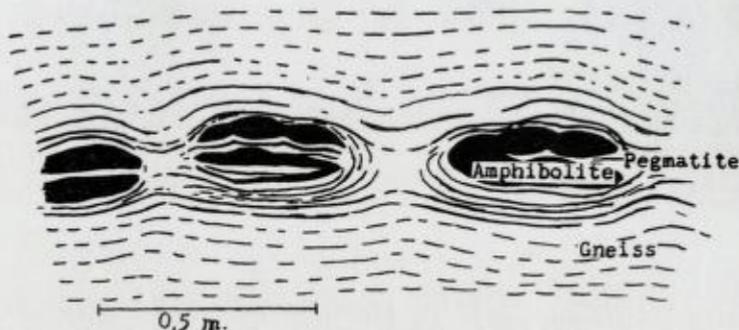


Fig. 9. Boudinage in banded gneiss.

### Boudinage

is a common structure in the gneiss. The amphibolites have been less elastic, so that during stretching they have cracked into fragments, while the light bands have expanded and shaped themselves plastically around the fragments. Between the dark fragments pegmatitic material has leaked in, and also sent apophyses along the sides of the lens-like fragments, a usual phenomenon in areas where the pegmatitic material has been mobile (Wegmann 1932). (Fig. 9.)

### The zone of gneiss around the granite.

In a zone of varying width 300—400 m surrounding the granite, the gneiss is somewhat darker, a little richer in mica and in parts more coarse-grained. Concentric zones of other types of rock are also met with. Outwards from the granite, the arrangement of the several surrounding rock zones is similar over great parts but the order is not quite the same north of and south of the granite. Three profiles have been surveyed from the boundary of the granite and outwards. One profile was taken at Finsbudalen, one at Langvarp, and one at Stabbestad.

I followed the individual zones through the profile and found that they generally kept their distance from the boundary rather constant. Nearest to the boundary there is usually amphibolite or amphibolitic schist with some mica and little

quartz and plagioclase. Next to it come lighter rocks with varying amounts of hornblende and mica causing lighter and darker bands. In a distance of 100 to 200 m from the granite there is on the north side two bands of quartzite. South of the granite quartzite does not occur in this regular way. It appears here in a narrow stripe from the outer part of Stølestranda, to Fiane, and in an oblong body at Hønnebø. In connection with quartzite there is on the north side stripes of granitic composition that often pass into quartzite. In the south



Fig. 10. Amphibolized calcite vein, south of Vafoss.

there are also granitic stripes at a certain distance from the main granite, and at Fiane they can be seen to pass into quartzite. Beyond these stripes there is on the northern side a zone of amphibolite, and biotite schists with greater or smaller porphyroblasts of garnet. On the southern side garnet porphyroblast rocks occur inside the granite-quartzite zones, distributed over a greater width and also quite close to the boundary.

The most remarkable of these rocks is the sillimanite gneiss that accompanies the boundaries of the Levang granite on all sides. It is sillimanite-bearing quartzite and granite, the peculiarly eroded surface of which can easily be followed in the field.

Calcite occurring north of the Levang deserves mentioning, although its mode of origin is very different from the above mentioned calcite. At the railway line, about 2 km south of the Vafoss railway station calcite veins are clearly seen to have been metasomatically altered into amphibolite. Only in the central parts of the vein calcite is preserved. Narrow veins are completely amphibolitized. Fig. 10. Limestone is found at

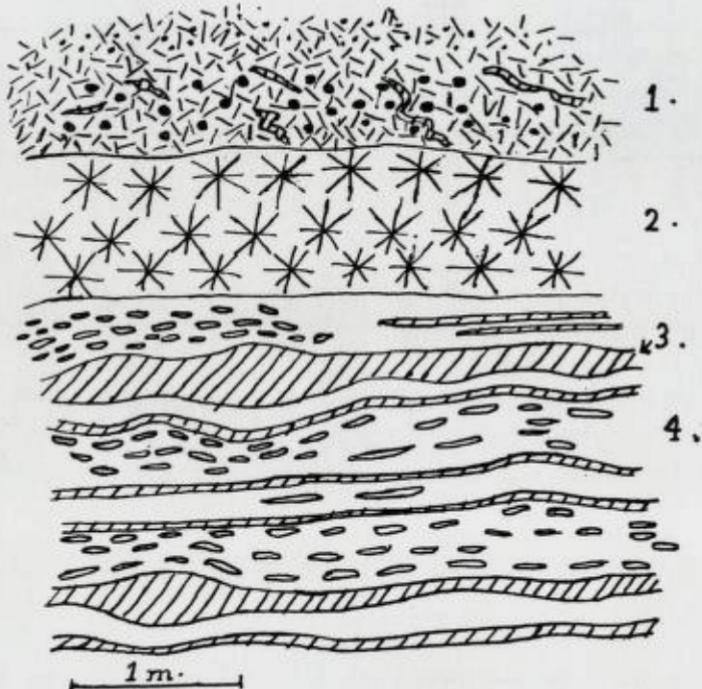


Fig. 11. Anthophyllite- and sillimanite-bearing gneiss on the southern shore of Tåtøy. 1. Amphibolite with garnet porphyroblasts and pegmatite veins. 2. Anthophyllite crystals. 3. Pegmatite. 4. Gneiss with sillimanite nodules.

Stabbestad in a small patch in the sillimanite gneiss. South of the granite another small patch of pure limestone occurs about 1 m long and 0.5 wide. At two places the granitic gneiss itself contains crystals of calcite possibly of primary origin.

Near the boundary there occurs at several places both north and south of the granite, anthophyllite in great crystal masses partly changed into biotite, together with quartz, and in one place cordierite. The anthophyllite rock is also found on Skaatøy, Taatøy and Knipen. Fig. 11.

The part of the gneiss enclosed in the western part of the granite is very homogeneous. It is a delicately folded amphibolite mica schist with slightly varying quantities of light minerals. The rock is quite like the inclusions in the granite and is possibly influenced by the granite ichor in the same way as these.



Fig. 12. Profile, Finsbudalen.

### Profiles through the gneiss.

Finsbudalen. Fig. 12.

1. Granite, here comparatively rich in plagioclase  $An_{25}$  with hastingsitic hornblende. Black: a pegmatite dike.
2. Medium-grained amphibolite gneiss. The predominant component is common hornblende, in parallel orientation. It grows in well formed crystals in a more fine-grained groundmass of quartz and saussuritized plagioclase. Some biotite in greater crystals (pleochroism:  $\alpha$  — yellow,  $\beta$  — brown,  $\gamma$  — brown).
3. Amphibolite with great garnet-porphyroblasts with inclusions of quartz and magnetite. The usual accessory minerals, zirkon, apatite, and iron ores are found throughout the whole profile.
4. Lighter amphibolite-rich gneiss. Crystals of common hornblende (pleochroism  $\alpha$  — yellow,  $\beta$  — grey-green,  $\gamma$  — brownish-green; extinction angle  $c/\gamma = 13^\circ$ ) are sub-parallelly oriented, as in the rest of the profile, in a ground mass richer in quartz and saussuritized plagioclase. There is some diopside and a little chlorite. In connection with the iron ore, some leucoxen.
5. Amphibolite gneiss. Common hornblende, optical angle  $2V = 70^\circ - 80^\circ$ , pleochroism  $\alpha$  = yellowish-green,  $\beta$  — green,  $\gamma$  — brownish-green, extinction angle  $c/\gamma = 11^\circ$ , forms large crystals, partly porphyroblasts. The ground mass is quartz, plagioclase ( $An_{20}$ ), strongly saussuritized. Some grains of chlorite, and biotite (pleochroism  $\alpha$  = yellow,  $\beta$  — greenish brown,  $\gamma$  — greenish brown) a little calcite.
6. Light, gneiss rich in mica with predominant plagioclase ( $An_{28}$ ), a little saussuritized quartz, rather much biotite

- (pleochroism  $\alpha$  — yellow,  $\beta$  — reddish brown, a little muscovite, and chlorite).
7. Next follows a relatively finely grained amphibolite schist, with hastingsitic hornblende. It has a small optical angle, (pleochroism  $\alpha$  — light green,  $\beta$  — greyish green,  $\gamma$  — brownish green), some parts of it are colourless. Extinction angle  $c/\gamma = 24^\circ$ . Refraction  $1.669 < \beta, \gamma < 1.673, 1.660 > \alpha > 1.654$ . Larsen gives  $\beta = 1.670, \alpha = 1.654, c/\beta = 32^\circ$ . The quartz has undulating extinction and the plagioclase is fresh ( $An_{85}$ ).
  8. Light, quartz-rich gneiss with plagioclase ( $An_{80}$ ), common hornblende, faintly pleochroic, grey-green, extinction  $c/\gamma = 9-10^\circ$ , a little less biotite, partly cloritized.
  9. Red granite with sillimanite nodules, ca. 350 m from the boundary. It forms a band of 10—20 m without sharp boundaries. It has quartz and microcline, little plagioclase, myrmekitic structure. Partly cloritized biotite (pleochroism  $\alpha$  — colourless,  $\beta$  — brown,  $\gamma$  — brown). In the groundmass between the nodules no sillimanite needles.
  10. Amphibolite-micaschist with hastingsitic hornblende (pleochroism  $\gamma$  — yellowish green,  $\beta$  — bluish green,  $\alpha$  — dark green, optical angle small, extinction angle  $c/\gamma = 19^\circ$ ). Little and strongly sericitized quartz and plagioclase. The biotite is partly chloritized. There is epidote growing along the cleavages of some of it.
  11. Grey quartzite with sillimanite needles. The quartz has not undulating extinction. A little biotite (pleochroism  $\alpha$  — colourless,  $\beta$  — bluish green,  $\gamma$  — green). There is also muscovite.
  12. Amphibolite gneiss, with large crystals of common hornblende, (pleochroism  $\alpha$  — yellow,  $\beta$  — grass-green,  $\gamma$  — bluish, bluish green, extinction  $c/\gamma = 20^\circ$ ) in a groundmass of small quartz and plagioclase ( $An_{85}$ ). Little biotite, (pleochroism  $\alpha$  — yellow,  $\beta$  — yellowish brown,  $\gamma$  — yellowish brown). There are some small crystals of rutile. In this rock there is a small area of a strange rock that possibly represents former limestone. It consists mainly of epidote and garnet, with some quartz and saussuritized

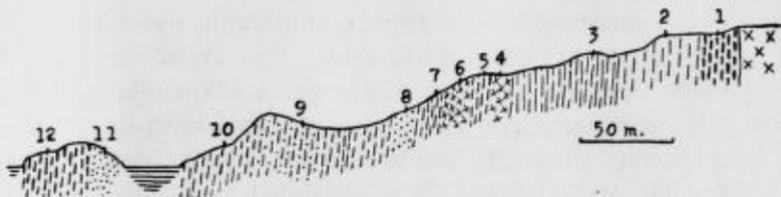


Fig. 13. Profile, Langvarp.

plagioclase, a little calcite, muscovite, sphene, and the usual accessory constituents.

13. Light gneiss with a little sillimanite. After this, light and dark bands alternate. In thin section no important changes can be noticed. But in the field it can be seen that one has now passed into the normal banded gneiss. The plagioclase changes rapidly and irregularly from band to band.

**Langvarp.** Fig. 13.

1. Massive amphibolite gneiss. Common hornblende occurs in fresh crystals, and so does sphene, which is rather abundant. The groundmass of light minerals is thoroughly saussuritized and sericitized.
2. Rather homogenous light gneiss about 40—50 m across. It is rich in comparatively fresh quartz and plagioclase, and has common hornblende and dark biotite with parallel orientation. A little sillimanite sparingly occurs. Apatite and zirkon.
3. A more biotite-rich gneiss with little hornblende, where the quartz and the plagioclase is more saussuritized. Apatite and zirkon.
4. A red, finely grained granite. It has quartz, microcline, and microcline perthite, little and strongly sericitized plagioclase, myrmekitic structure. The biotite has pleochroism  $\alpha$  — yellow,  $\beta$  — greenish brown,  $\gamma$  — brown. There is a little muscovite and chlorite. Apatite and zirkon.
5. A narrow band of quartz-rich gneiss with partly chloritized biotite separates this from
6. a granite that partly has sillimanite nodules, but otherwise is normal, with biotite a little chloritized. This passes

- into a quartz-rich sillimanite granite with some rutile in addition to the other constituents. This granite can be said to be transitional to the next zone: a sillimanite quartzite
8. The sillimanite quartzite carries in addition to quartz and sillimanite in single needles or in bundles only a little sericite and chlorite. It is separated from zone 7 by a narrow septum of a light quartz-plagioclase-gneiss with biotite.
  9. Coarsely grained amphibolitic gneiss with some biotite quartz and plagioclase. Some of it has amphibolite porphyroblasts, some garnet porphyroblasts.
  10. Gneiss rich in white mica,
  11. Sillimanite quartzite, and at the end of the profile an
  12. amphibolite of the same type as that from the outer parts of the Knipen amphibolite opposite it (plagioclase and hornblende).

The plagioclase varies much also in this profile. It ranges between  $An_{25}$  and  $An_{40}$ . The hornblende is always a common hornblende.

The same types are found in the direction of Stabbestad.

#### Stabbestad.

Nearest to the granite there is a dark, massive amphibolite. The plagioclase has an exceptional composition  $An_{55}$ . There is no quartz. The hornblende is hastingsitic, and there is some diopside. Extinction  $c/\gamma = 37^\circ$ .

On the outside of this unusual rock there is a light gneiss with quartz, plagioclase, common hornblende and some biotite. It is followed by a still lighter, rather coarsely grained gneiss. Its quartz has not undulating extinction. Plagioclase, biotite and common hornblende are the other constituents.

Next comes gneiss richer in common hornblende. The plagioclase is  $An_{88}$ .

In some places biotite has epidote along the cleavages. About 100 m from the main granite comes a broad band of granite with sillimanite nodules. It has quartz, microcline, biotite and zirkon. It is red, medium grained and hypidiomorphicous.

Next is a quartzite band that at some places has sillimanite nodules. The quartzite is coarsely grained with small grains of sericitized plagioclase.

In a light gneiss on the outside of the quartzite a small occurrence of crystalline limestone with a rim of skarn is encountered. It carries diopside partly changed into hornblende and chlorite and cordierite.

A band of quartzite follows, before an amphibolite-rich gneiss begins.

Still further out there is a broad zone of amphibolite-biotite schist with large garnet porphyroblasts. The schistosity bends around the garnets, and the last mobile part of the rock, the quartz, has filled out on the sides in the direction of schistosity. The refractive index of the garnet is  $1.782 < n < 1.801$ . The refractive index  $\beta$  of the biotite is  $1.645 < \beta < 1.650$ .

The refractive indices of the hornblende are  $1.680 < \beta < 1.686$  and  $1.660 < \alpha < 1.665$ .

### Mineral facies of the gneiss.

An analysis was made by me of a sample of light granite-like band at Levang school.

Norm:

Sio <sub>2</sub> . . . . .	76.76	Q . . . . .	46.31
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.15	Or . . . . .	14.57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12.89	Ab . . . . .	25.25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.28	An . . . . .	8.08
FeO . . . . .	0.77	C . . . . .	2.35
MnO . . . . .	traces		
MgO . . . . .	0.05		sal 96.56
CaO . . . . .	1.62		
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.00	en . . . . .	0.10
K <sub>2</sub> O . . . . .	2.40	fs . . . . .	0.26
H <sub>2</sub> O + . . . . .	0.74	il . . . . .	0.22
H <sub>2</sub> O ÷ . . . . .	0.13	mt . . . . .	1.86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.01		fem 2.44
CO <sub>2</sub> . . . . .	0.57	H <sub>2</sub> O . . . . .	0.87
	100.37	CO <sub>2</sub> . . . . .	0.57
			100.44

Niggli:

si .....	495.00
al .....	49.00
fm .....	11.00
c .....	11.00
alk .....	29.00
k .....	0.35
mg .....	0.04
si .....	212.00
qz .....	285.00

The mineral composition is quartz, plagioclase of composition  $An_{26}$ , orthoclase, and a little microcline, a little biotite, chlorite, and muscovite, and some grains of calcite and clinozoisite. Accessory minerals are apatite, zirkon, and iron ore. In an ACF-diagram of the amphibolite facies it falls within the field of plagioclase, muscovite, and biotite, the ACF-values being: A-59, C-33, F-8. The presence of clinozoisite and chlorite indicates that the rock is Hable in a facies representing a somewhat lower temperature, like the Levang granite (fig. 3).

### Metasomatoses.

In the neighbourhood of the granite some metasomatic contribution of material has taken place. The more volatile components as a rule have passed on, and are no more found in the rock. The fact that more biotite occurs around the granite than elsewhere in the banded gneiss, would seem to indicate that the gneiss ordinarily contained little water, but that the granite added enough to it for the crystallization of biotite. It seems also reasonable that there has been added some K? and Si. The formation of anthophyllite can be explained through a metasomatic exchange of alkalies for Ca and Mg (Orijärvi Eskola 1913). Bowen mentions (1928) that a Mg surplus hardly can be explained as metasomatically added by volatiles from a magma, since Mg is but little volatile. Eskola (1913) agrees in considering Mg as not originating from the magma, but suggests a derivation from Mg-rich rocks, where Mg has been carried away by volatiles, and redeposited. Adams and Barlow consider anthophyllite as limestone changed by addition of granitic emanations. Brøgger (1933) mentions anthophyllite and gedrite which

occur in garben schist at Skaatøy. He considers this rock as an amphibolite that has lost CaO and alkalies through the influence of the oligoclase granite, and thus has become enriched in Mg. Gedrite occurs in large crystals at Knipen and Hansjøhei.

The amphibolite gabbro at Knipen is partly metasomatically altered to scapolite — hornblendestone. The refractive indices of scapolite:

$1.575 < \gamma < 1.581$ ,  $1.555 < \alpha < 1.558$  give the composition  
 $\text{Mg}_{88} \text{Mn}_{62}$

Thus there has been an addition of Na and Cl presumably from the granite.

### The sillimanite gneiss.

Some of the most remarkable features in the geology of this area are the sillimanite-bearing quartzites and granites along the boundaries of the Levang granite, on the islands in Kilsfjord, and farther east, at Borøy and Skaatøy. The rocks have been thoroughly studied by Brøgger (1934) and are also known from other areas: The Arendal region (J. Bugge) at Snarum (J. Schetelig, according to Brøgger, 1933), and in Holleia (the writer).

Brøgger has published the following analyses of granites with sillimanite nodules from Fiskerodden Bærø (1934):

	Analyst dr. Heidenreich average of the rock	Groundmass	Sillimanite nodule
SiO <sub>2</sub> .....	77.75	77.39	79.25
TiO <sub>2</sub> .....	traces	traces	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	11.83	11.29	14.79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.68	1.33	2.74
FeO.....	0.39	0.39	0.48
MnO.....	traces	traces	traces
MgO.....	1.03	0.97	0.07
CaO.....	0.56	0.59	0.09
Na <sub>2</sub> O.....	0.96	1.61	0.17
K <sub>2</sub> O.....	5.41	6.61	1.86
H <sub>2</sub> O.....	0.69	0.63	0.89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.03	0.03	0.07

He describes the granite as a fine grained, fresh rock. The groundmass consists of about equal amounts of quartz and microcline with less oligoclase, biotite and a little musco-

vite occur, accessories: apatite, magnetite and zirkon, sometimes tourmaline.

The sillimanite nodules have a core of fine grained quartz with sillimanite needles swimming about, often packed together to a felt-like mass. Muscovite also occurs sometimes in small quantities. Muscovite and sillimanite show a weak and imperfect schistose orientation. Tourmaline, magnetite, apatite and zirkon occur in small amounts. Around the core there is a rim mainly consisting of muscovite, less quartz and no sillimanite. The muscovite gathers in comparatively great flakes around the core, which therefore is easily loosened from the matrix.

The granite often passes into quartzite in part very pure. This is clearly seen in a profile at Fiane.

The sillimanite rock here usually has lenticular sillimanite nodules with a silky sheen. (Fig. 14, see also Pl. II, Figs. 3 and 4).

1. Light, biotite-rich sillimanite gneiss with quartz, plagioclase, biotite and magnetite, and streaks of sillimanite needles, that float in the schistosity direction of the gneiss in and between the quartz grains.
2. The gneiss passes into a mica-rich, strongly foliated granite, with quartz, microcline (fresh), biotite and muscovite with sphene, apatite and hematite as accessory minerals. It has sillimanite nodules here and there, but there are no sillimanite needles in the groundmass.
3. The granite passes into a more acid granite, still containing sillimanite nodules. The groundmass consists of quartz, microcline, little and strongly sericitized plagioclase, some biotite and muscovite, apatite and zirkon.
4. This passes into a quartzite that partly has sillimanite either as clear nodules or as shadows in a lighter colour with a silky sheen. The quartzite has a few grains of microcline and strongly sericitized plagioclase and biotite and muscovite. Tourmaline occurs, and zirkon, apatite and hematite.

This quartzite can be followed in a broad stripe eastwards unto the sea. It is mostly a very pure whitish grey quartzite. Some places alongside or within it there are chunks of hydrothermal quartz, white or pale pink. At one place a quartz of

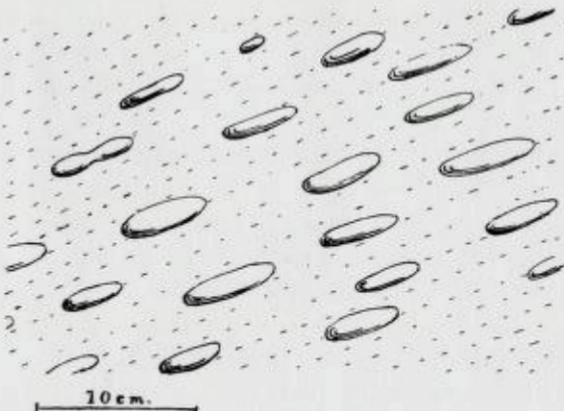


Fig. 14. Sillimanite nodules on a weathered surface.

probably hydrothermal type includes a fragment of amphibolite, about 1 m long. The quartzite is quarried on a large scale on the island of Langholmen. The granitic stripe in the gneiss can be retraced west of Leivann. Between the farms Tallakseng and Myren it has great quantities of sillimanite arranged in sheets. It is a hypidiomorphic, medium to coarse grained, red granite, some places with pegmatitic development. It has equal amounts of quartz and microcline; the microcline is partly changed into sericite. Biotite (with inclusions of hematite) and muscovite occur. Zirkon and apatite are accessory minerals. West of Skarvann there is a great deal of quartzite, granite often occurring in connection with it. Sillimanite nodules occur frequently in both rocks.

Eskola (1932) has explained such pure quartzites as residues after a granite when orogenic movements have squeezed out the lowest melting components. Even if this may have been the origin of the quartzites, the neighbouring granite, that partly passes into it can scarcely be supposed to possess an analogues mode of origin. The granite is more easily explained as formed from subsequently added granitic material. The granite occurs between the quartzite bands and between them and the main granite. The granitic material may have been arrested on its way up by the less penetrable quartzite. One reason for this supposition is the different mode of

occurrence of the sillimanite in the two rocks. While in the quartzite and in the gneiss it forms bands or single crystals, associated with quartz or muscovite, it forms in the granite always nodules, never single crystals in the matrix. The absence of sillimanite in the matrix may be explained as a result of the dissolving effect of the intruding ichor, which would be able to completely dissolve the small disseminated crystals while the larger sillimanite nodules would be preserved.

Sillimanite forms at a rather high degree of metamorphism in rocks of Al-surplus under the conditions of both regional and contact metamorphism. According to Harker (1932) it forms needles and prisms that have a tendency to gather in lenticles or streaks where the crystals have the same orientation. They often form a feltlike dense mass. They are then usually included in quartz or muscovite. This description corresponds to the occurrences of sillimanite in the quartzite on the Levang peninsula. Some authors have tried to explain the Al-surplus as pneumatolytically added material (E. G. Geijer 1930) as  $\text{AlF}_3$ . Harker (1932) however says that under such conditions one should expect to find topaz instead of sillimanite. The Al-surplus also may have been in the rock all the time.

If the quartzite is considered as a metamorphic sandstone the sources of Al may be layers richer in clay. The formation of sillimanite demands a higher degree of metamorphism than the mineral facies of the gneiss would seem to suggest. It is possible therefore that the gneiss with slowly decreasing temperature attained equilibrium at a lower facies, while the rather inert sillimanite remained as an unstable relic.

The association between the granite and sillimanite rocks may be tectonic. The granite might have been arrested on its way up in an anticline against a layer of arenaceous rock with small amounts of argillaceous material.

If this is true all the sillimanite quartzite would belong to the same horizon in the series and the peculiarities of the rock would be due to the chemical composition of this horizon rather than to the influence of the granite.

This explanation is rendered improbable, however, by the fact that similar rocks occur around archean granites also in other places.

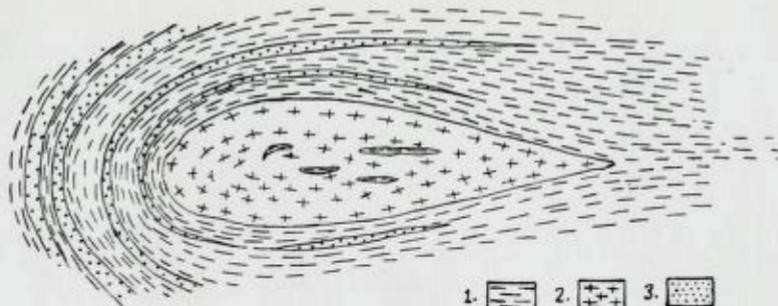


Fig. 15. Section through the Levang granite, parallel to the surface.  
1. Gneiss. 2. Granite. 3. Quartzite.

### Summary of Conclusions.

The banded gneiss with its quartzites possibly represents a supracrustal complex, a sedimentary series deposited at a time of intense volcanic activity. The complex seems to have been intruded by basic rocks, mostly along the sedimentary planes. The different character of the banded gneiss in the south and the quartzite-amphibolite-formation in the north may be due to different conditions during deposition in different epochs. The age relation cannot yet be given, but it seems possible that the quartzite-amphibolite-formation should be the younger. The substratum of the series is not known. In a profile between Rollag and Tinnsjø one can see the Bamble formation overlain by the Telemark formation (Brøgger 1933).

The following hypothesis represents an endeavour to render a possible explanation of the deformation of the series. Orogenic movements made the series fold. Thus parts of it sank into the migmatitic zone, and were more or less remelted. A magma originated. The lowest melting constituents, with granitic composition, were specifically lighter than the overlying rock, and had a tendency to rise into the overlying crust, possibly diapiric (in the sense of Wegmann). The magma became a magma that could fill anticlines during their formation till their walls became steep, as batholithic intrusions. Detached fragments of the walls and downfalling fragments from the roof, formed inclusions. (Fig. 15, 16, and 17).



Fig. 16. Vertical section through the Levang granite.

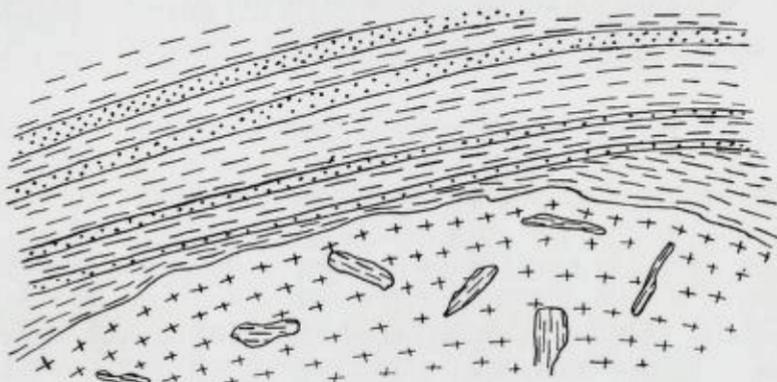


Fig. 17. Vertical section through the Levang granite.

It was a syncinematic intrusion. The granite, though intruding as a true magma, still had no direct connection with the "urmagma".

The gneiss around the intrusion shows signs of having been migmatized.

Metasomatic influence has been of importance; the mother liquor of the granite with its high content of water and volatiles was squeezed into the adjacent rock over great areas by the orogenic movements.

Later some diabas dikes cut through the rocks. Some fissures probably are caused by still later movements. Faults in connection with these have not been encountered.

## Literature.

- ADAMS, F. D. and BARLOW, A. E.: Geology of the Haliburton and Bancroft Areas, Province of Ontario. — Geol. Survey Canada Memoir 6, 1910, pp. 53, 170.
- ANDERSEN, O.: Feldspat II. — Norges Geol. Unders. 1286, 1931, p. 40.
- BALK, R.: Structural Behavior of Igneous Rocks. — Geol. Soc. of America, Memoir 6, 1937.
- BARTH, T. F. W.: Die Temperatur der Anatexis des Urgebirges im südlichsten Norwegen. — Centralblatt f. Mineralogie etc. Abt. A, 1929.
- BOWEN, N. L.: The Evolution of Igneous Rocks. — Princeton 1928.
- BRØGGER, W. C.: On several Archean Rocks from the South Coast of Norway I. — Vid.-Akad. Skr. I, No. 8, 1933.  
— On several Archean Rocks from the South Coast of Norway II. — Vid.-Akad. Skr. I, No. 1, 1934.  
— og REUSCH, H. H.: Norske apatitforekomster. — Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 25, 1880.
- BUGGE, J.: Investigations in the Arendal District. — Norsk geol. tidsskr. 20, 1940.
- DALY, R. A.: Igneous Rocks and their Origin. — New York 1914.
- ECKERMANN, H. von: The Rocks and Contact Minerals of Tennberg. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. 45. H. 6—7, 1923.
- ESKOLA, P.: Petrology of the Orijärvi Region. — Bull. Comm. géol. Finlande. No. 40, 1914.  
— Die Metamorphen Gesteine, in Barth, Correns und Eskola: Die Entstehung der Gestein. — Berlin 1939.
- FORBES, D.: Gæologiske undersøgelser over det metamorfiske Territorium ved Norges Sydkyst. — Nyt Mag. f. Naturv., Bd. 9, 1857.
- GEIJER, P.: Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. — Sveriges Geol. Unders. Ser. C. No. 366, 1930.
- HARKER, A.: Metamorphism. — London 1932.
- HJELMQUIST, S.: Beskrivning til kartbladet Smedjebacken. — Sveriges geol. Unders. Ser. Aa, No. 181, 1937.
- HOLMQUIST, J.: Om pegmatitpalingenes och ptymatisk veckning. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. 42, 1920.
- KJERULF, TH. og DAHLL, T.: Om Jernertsens Forekomst ved Arendal, Næs og Kragerø. — Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 11, 1861.

- LARSEN, E. and BERMAN, H.: The Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals. — U. S. Geol. Survey. Bull. 848, 1934.
- QUENSEL, P.: The Alkaline Rocks of Almunge. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. 12, 1913.
- SJÖGREN, Hj.: Om de norska apatitförekomsterna och om sannolikheten att anträffa apatit i Sverige. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. 6, 1882.
- SUNDIUS, N.: Åtvidabergstraktens geologi och malmfyndigheter. — Sveriges geol. Unders. Ser. C. No. 306, 1921.
- WEGMANN, C. E.: Über Diapirismus. — Bull. Comm. Geol. Finlande. No. 92, 1930.
- Note sur le boudinage. — Bull. Soc. Géol. France (5) 2, 1932.
- Zur Deutung der Migmatite. — Geol. Rundschau 26, 1935.
- VOGT, J. H. L.: Et par bemærkninger om de norske apatitforekomster. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. 6, 1882.

## PLATES

### Plate I

Fig. 1. Granite with myrmekite structure. Levang granite.

Fig. 2. Garnet in the Levang granite. The crystals are often spongy and full of fissures. This appearance is usual if the magma on cooling gives occasion for stress, rendering garnet unstable.

Fig. 3. Clinzoisite in the Levang granite. Core of orthite. The crystal is only in part metamict.

Fig. 4. Gneiss with sillimanite and garnet.

### Plate II

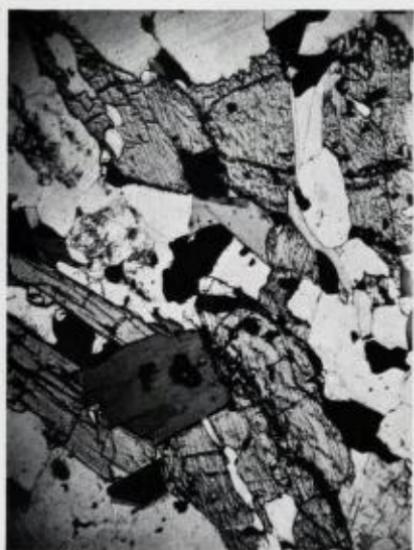
Fig. 1. Amphibolitic gneiss.

Fig. 2. Gneiss.

Fig. 3. Sillimanite needles in muscovite and quartz.

Fig. 4. Sillimanite needles, mainly in quartz.







## Dolomittforekomster ved Kragerø.

AV

BRIT HOFSETH

Dolomittforekomstene ved Kragerø har tidligere delvis vært behandlet av Holtedahl og Andersen: „Om norske Dolomitter“, N. G. U. 1922, og Holtedahl: „Kalkstensforekomster på Sørlandet“, N. G. U. 1917, nr. 81.

Brøgger har behandlet karbonatholdige ganger på Gumøy i sitt arbeide „Hyperites“ 1933.

I 1940 blev der foretatt en reise for Norges Geologiske Undersøkelse i den hensikt å skaffe en oversikt over mengden av dolomitt på forekomstene ved Kragerø.

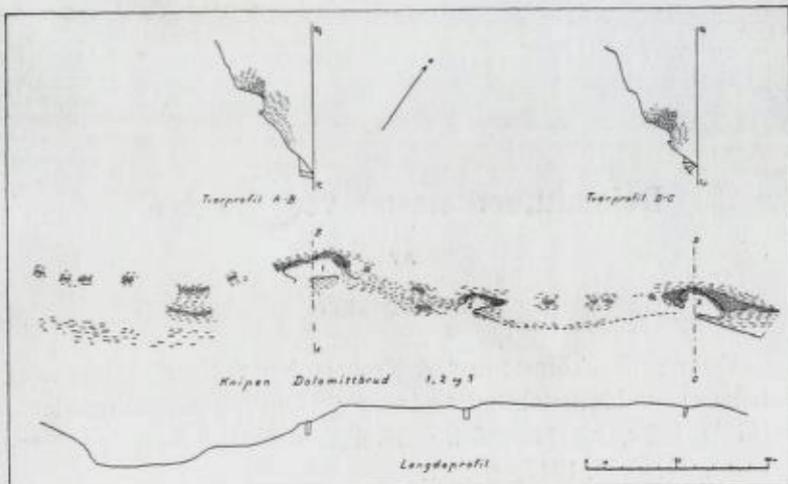
De betydeligste forekomster er Knipen dolomittbrudd i Barlandskilen ved Kjølebrønn, og bruddene ved Kammerfoss. På Gumøy finnes også en større dolomittforekomst, Sveivedokk, foruten noen ganske små. På Risøy finnes også en forekomst.

### Knipen dolomittbrudd

drives av Lunøe, Kragerø. De har vært i full drift sommeren 1940, og produksjonen er skibet til Sauda.

Kartskisser av denne og av de andre forekomster ble gjort ved hjelp av skrittmaeling og nivellerspeil.

De tre bruddene (1, 2 og 3) ligger på rad i en gangformet dolomittmasse, hvis bredde varierer sterkt. Bruddene er lagt i de deler hvor gangen har den største bredde. Mellem dem er gangen smalere, men da bergarten her for en stor del er overdekket, er det ikke mulig å gi nøyaktige opplysninger om grensene i hele gangens lengde. Hvor man, i forbindelse med driften av bruddene, har måttet ta rede på grensene, har man flere steder røsket vekk et tykt jordlag.



I øst kiler gangen ut ikke langt fra bruddene, men i vest kan den følges helt inn i viken ved Barlandskilen. Her er den meget smal, og optrer delvis som flere smale, parallelløpende ganger eller årer.

Dolomitten ligger i en amfibolitt eller hornblendegabbro, som delvis er foliert med samme strøk som dolomittgangen, delvis med gabrostruktur. De to typer går over i hverandre, og langs grensene mot dolomitten finnes begge typer. Hornblendegabroen er en del skapolittisert.

I dolomitten finnes bruddstykker av den omgivende bergart, som viser at dolomitten har vært plastisk.

Det finnes tre typer dolomitt her. Den overveiende er den gule, jernrike dolomitt. I Holtedahls arbeide (1917) finnes analyse av den. Den holder 55,4%  $\text{CaCO}_3$

33,6 „  $\text{MgCO}_3$

10,6 „ sannsynligvis hovedsakelig  
jernkarbonater.

I langt mindre mengde finnes en hvit dolomitt som på grunn av sitt lavere jerninnhold er verdifullere. Arbeidsformannen viste også en grå type som det er lite av.

Inne i dolomitten finnes druserum med kvartskrystaller. Kalkspat finnes i store krystaller på sprekker i dolomitten.



Knipen dolomittbrudd. Brudd 1.



Knipen dolomittbrudd. Brudd 2.



Lasteplass ved Knipen dolomittbrudd.

Bruddene er åpne dagbrudd. De ligger på en bratt heldning ned mot Barlandskilen.

Transporten foregår fra kaier, en nedenfor hvert brudd. Steinen tippes utfor kanten av bruddene, går delvis gjennem trerrenner ned mot kaiene. Noen treplanker demmer op steinen når den skal lagres på hellingen før skibningen.

Brudd 1 er størst. Dolomitten har her mindre amfibolitt-inneslutninger enn i de to andre bruddene.

Brudd 2 har meget inneslutninger av amfibolitt.

Brudd 3 er igjen renere.

Forbindelsen mellom de tre brudd er små gangstier.

Dolomittens store innhold av jernkarbonater bevirker at jorddekket over den er sterkt brunfarvet.

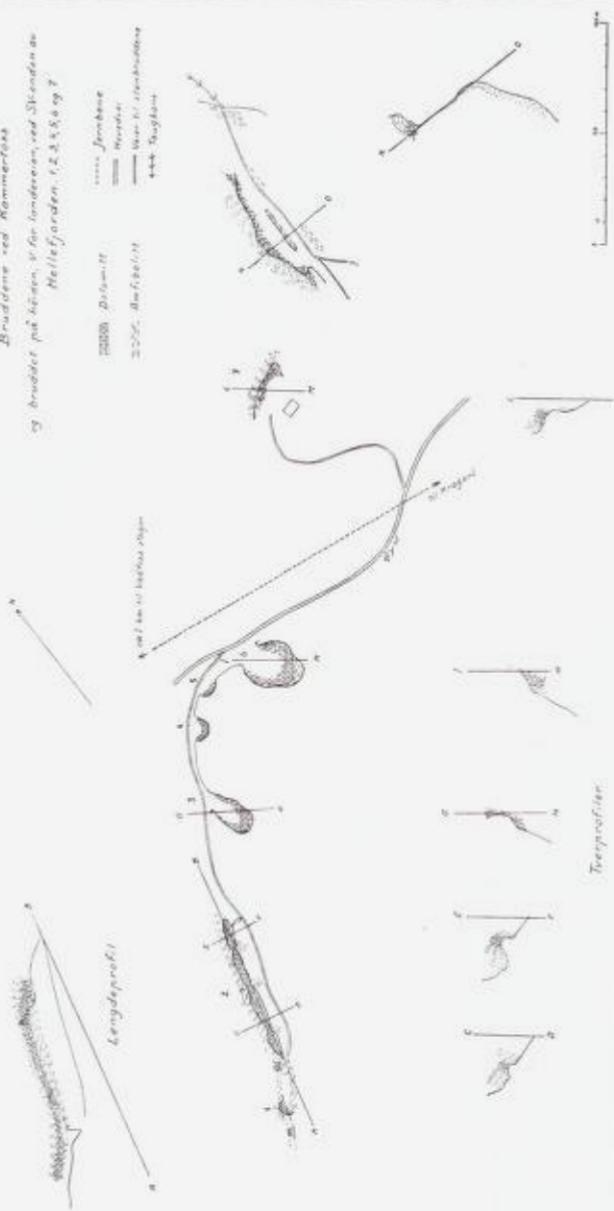
Dolomittgangens bredde varierer sterkt i overflaten, og da sikkert også i dypet. Det er derfor vanskelig å gi mere opplysning om mengden enn kartskissen gir. Det som er lettest å drive ut er for en stor del tatt, men enda kan man utvide bruddene meget i horisontalretningen. I brudd 1 er det videre meningen å skjære et vertikalt snitt loddrett på gangens retning for å kunne ta ut dolomitt i lavere nivåer.

Man kunde regne med at Knipen dolomittbrudds produksjon lenge kan være betydelig. Transportforholdene er også de beste.

### Dolomittbruddene ved Kammerfoss.

SØ for Kammerfoss går en gangformet masse av dolomitt. Den har samme strøk som den omgivende amfibolitt. Ved bruddene ved skjæringen mellom jernbanen og Kammerfossveien kan dolomittmassen lettest iakttas. Selv om der er overdekkete stykker mellom bruddene, kan man av strøk og fall slutte med stor sikkerhet at det må være en sammenhengende masse.

I SV kan den følges på høyden Ø for Kammerfosselven. Her oppe taper man den av synes da berget er overdekket, men den kommer til synes igjen i elveskjæringen lenger vest, der hvor man, etter amfibolittens strøk, kunde vente å finne den hvis det hadde vært sammenheng der.



I NØ taper man den også under jord og vegetasjon. Følger man strøket i amfibolitten kommer man til en dolomittgang på toppen av høiden V for Sanssouci. Selv om denne ikke henger direkte sammen med den i SV, er det allikevel naturlig å anta at den er en del av samme system.

I dolomittbruddene SØ for Kammerfoss ser man inneslutninger av sidebergart, og de oprevne, uregelmessige grenser mot sidebergarten.

Forekomsten ser ut til å være av samme type som ved Knipen.

Inneslutningene av sidebergart ser ut til å være delvis omvandlet, og består her ofte av store bornblendekrystaller, både mørke og lysegrønne.

I forbindelse med inneslutninger finnes en del svovelkis og kobberkis.

Dolomittmassen har ikke så stor bredde som den har noen steder ved Knipen. Den faller også flatere, og de morfologiske forhold gjør det derfor vanskelig å drive noen av bruddene, idet ganske meget av amfibolitten må fjernes. Dette gjelder særlig 2, men også bruddene 1 og 7.

Bruddene 3, 4, 5 og 6 er lettere å drive, da de ligger i flatere terreng, og med et strøk som noenlunde følger overflaten.

Bruddene 1 og 2 blev påbegynt i 1940.

Dolomitten ser etter farven ut til å ha omtrent samme jerninnhold som den fremherskende type ved Knipen.

Bruddene 1, 2, 3, 4, 5 og 6 som eies av fru Stene, Kragerø, var alle i drift høsten 1940, og produksjonen gikk mest til Herøya. I brudd 6 var det ganske meget inneslutninger av sidebergart.

Brudd 7 eies av Lunøe, Kragerø, og var ikke i drift. Også her sees ganske meget inneslutninger.

Foruten vanskeligere brytningsforhold, mindre mektighet av dolomitt, og den muligens større mengde av forurensninger, bidrar transportforholdene til å gjøre driften vanskeligere her enn ved Knipen. Steinen går pr. lastebil til Kragerø, hvor den skibes.

I gangen på høiden vest for Sanssouci er det også et lite dolomittbrudd.

Forekomsten var av samme type som de tidligere nevnte. Også her må overliggende bergart fjernes hvis man skal drive ut større mengder av dolomitt.

Transporten foregår pr. taubane ned til landeveien. Her kan man antagelig skibe fra Hellefjorden. Bruddet var ikke i drift oktober 1940.

### Gumøy.

På Gumøy finnes en del karbonatholdige ganger. Mange av disse er behandlet av Brøgger (1933). De aller fleste av disse er imidlertid uten økonomisk interesse, da de består av pegmatitt, ofte albitrik, eller kvarts, med mørke eller mindre dolomitt som bibestanddel. Det vilde ikke være mulig å skille den fra pegmatitten på en lønnsom måte.

Men der finnes også rene dolomittforekomster. Den største er *Sveivedokk dolomittbrudd. Østre Gumøy*.

Dolomitten forekommer her i parallele ganger av 1—2 m bredde. Vest for bruddene blir gangene borte ved et stykke dyrket mark. Øst for dem fortsetter den ene ca 200 m, men er da meget smal. Et par steder vider den sig ut til 1—1½ meters brede linser, og det har vært prøveskutt der i 1940.

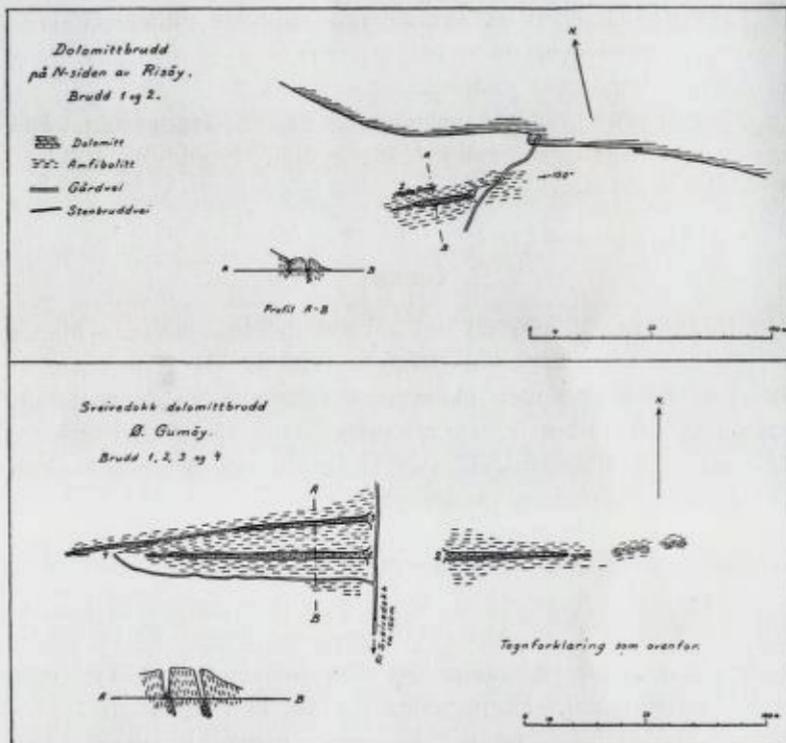
Dolomittgangene ligger i amfibolittisk gneis, og følger strøkretningen.

Dolomitten er gulaktig, antagelig jernrik. Den har lite inneslutninger av sidebergart, og grensene er klare og rette. Bruddet har ikke vært drevet i 1940; det sies at alt er tatt. Men mellom brudd 3 og 4 kan der enda tas ut en del, likeledes øst for brudd 2.

Bruddene eies og har vært drevet av grunneieren.

Dolomitt har vært tatt ut et par steder til på Gumøy, nemlig i Sveivedokkbruddenes strøkretning lengre vest.

Litt er tatt ved gårdsveien mellom Midt Gumøy og Østre Gumøy. Litt, ca. 100 tonn, er tatt på høiden, vest for Midt Gumøy. Dessuten finnes litt dolomitt ved Midt Gumøy, men da det er lite, og forekomsten ligger meget nær husene, vil man ikke drive det.



På nordsiden av Risøy finnes en dolomittforekomst. Den ligger også i amfibolitt. Den er jernrik, men har lite inneslutninger. Det meste av det som var lett tilgjengelig er tatt ut.

Transporten har foregått fra kai ved bruddet. Det blev ikke drevet høsten 1940.

Det eies av Lunøe, Kragerø.

Hvis transportforholdene for den nordlandske dolomitten fortsetter å være like dårlige en tid fremover, vil vel dolomitt stige i pris. Det vil da antagelig kunne lønne sig å drive også de vanskeligere brudd, slik at Kragerø kan dekke behovet for dolomitt under krisen.

Oslo, 18/12 — 1940.

## DAGBOK

FØRT FRA 8. OKTOBER TIL 25. OKTOBER 1940.

Til dagboken hører

*kartskisser av dolomittbruddene ved Knipen, Kammerfoss,  
Sveivedokk og Risøy.*

8/10 1940. Jernbane fra Oslo kl. 8.00 til Kragerø.

Da hotellene var fulle, bilte jeg ut av byen for å finne hus.

9/10. Studerte små karbonatårer ved Kragerø. Tok rutebåt til Kjølebrønn kl. 3.00.

10/10. Gikk ut til den lille karbonatforekomsten ved Aspeflaten. Den er for liten til å ha noen praktisk betydning. Lette etter andre karbonatforekomster på Knipenheia, men fant ingen.

11/10. Gikk ut til Knipen dolomittbrudd. Tegnet en kartskisse av bruddene ved hjelp av et Vredespeil, og opskriving av avstandene.

Der ligger 3 brudd på rad. Forbindelsen mellom dem er små gangstier, og transporten av dolomitten foregår fra kaier, en for hvert brudd. Bruddene ligger i en bratt skrent.

Bruddene er åpne dagbrudd. Steinen helles utfor kanten av bruddet, og går delvis gjennem trerennere ned mot kaiene. På begge sider av disse er lagerplassene. Steinen blir her demmet opp av små trekantter. Lagerplassene kan visst ikke rumme større mengder av stein.

Der har vært full drift og stadig utskipning fra den dype Barlandskilen sommeren 1940.

Avtager av dolomitten var før øieblikket Sauda.

De drives av Lunøe i Kragerø. Det vestligste bruddet er størst. Dolomitten er her helt ren, unntatt i grensesonen mot sidebergarten, en amfibolitt, hvor fragmenter av denne flyter i dolomitten.

Det er, etter arbeidsformannens utsagn, tre forskjellige typer av dolomitt der. Han viste mig dem og hvordan de forekommer. Den almindeligste (helt overveiende) var gul, jernrik.

En annen type var helt hvit. Det var den fineste dolomitten, nesten uten jern. Der fantes enda en type, en grå, men av den fantes bare ganske lite.

Inne i dolomitten fantes druserum foret med kvarts-krystaller.

Kalkspat forekommer inne i dolomitten i store krystaller, på renere utfylte sprekker i bergarten. Det midterste bruddet har en mengde bruddstykker av sidebergarten som forurensninger, det østligste er renere.

Amfibolitten er for det meste sterkt foliert, men en del hornblendegabbro har ikke parallelstruktur. De to typer av hornblendebergart går over i hverandre, og langs grensen mot dolomitt finnes begge typer.

Dolomitten forekommer som en mektig gang hvis bredde varierer sterkt. Bruddene er lagt i den del hvor gangen har den største tykkelse. Mellem dem er gangen for det meste smalere, men da bergarten her for en stor del er overdekket, er det ikke mulig å gi nøyaktige opplysninger om grensene i hele gangens lengde. Hvor man i forbindelse med driftsenheten har måttet ta rede på grensene, har man på flere steder røsket vekk et tykt jordlag. Jordbunden er for øvrig sterkt jernholdig over dolomittgangen, og dette sees tydelig på den brune jernhydroksydfarve.

I øst kiler gangen ut ikke så langt fra bruddene, men i vest kan den følges helt inn i viken i bunnen av Barlandskilen, men er her meget smal. Delvis forekommer den her som to parallellopende ganger, delvis som flere smale parallele årer.

I amfibolitten (hornblendegabbroen) finnes hornblende-pegmatitt.

Et par steder kan i slike pegmatittårer sees en struktur som ligner boudinage.

Gikk tilbake til Bråten.

12/10. Tok rutebåten Kjølebrønn—Kragerø. Meget tid gikk med til å få losji, da der er en unormal mangel på husrum p. g. av besettelsestroppene.

14/10. Gikk forbi Stene dolomittbrudd ved Kammerfoss. Fulgte veien op til Kammerfoss, hvor jeg i 1939 så dolomitt i fast fjell midt i fossen under broen ved tresliperiet.

Nu var vannstanden så høi at man ikke kunde se noe annet enn noen løse blokker med dolomitt i, midt i fossen.

Stabbestenene fra Kammerfoss til Vafoss st. består delvis av dolomitt, og ser ut til å være fra samme sted som blokkene i elven.

Amfibolittstykker, ofte skarpkantede, ligger og flyter i dolomitt. Det er tydelig nok at dolomitten har trengt op og har brutt opp sidebergarten, hvorav den inneslutter bruddstykker. Grensen mot sidebergarten er for øvrig oprettvært og uregelmessig.

Et fenomen som sees ofte er en rand av kalkspat rundt bruddstykken. Den hvite kalkspat stikker ut mot den brunlig gule dolomitt. Denne rand har samme bredde rundt hele grensen, er oftest ca.  $\frac{1}{2}$  cm bred.

I amfibolittbergarten omkring her er der overalt kalkspat-fyllinger i sprekker. Der er også en mengde mørke, uregelmessige kalkspatmasser omkring i bergarten, som ikke fortsetter i noen sprekke. De ligger midt inne i massiv bergart, ofte i større systemer med forbindelse med hverandre, men like ofte som isolerte småklatter.

Langs karbonatflekkene er der som regel en rand av hornblende, som stikker ut som en mørkere kant mot amfibolitten. Disse hornblenderender ser ut til å være en reaksjonsrand, og er antagelig dannet metasomatisk etter karbonatet, med tilførsel av jern.

Der finnes også små masser (eks.:  $2\text{ m} \times \frac{1}{2}\text{ m}$ ) av grovkrystallinsk kalksten. (Syd for den sydligste tunnelen ved Vafoss.) (Ofte store (4–5 cm) krystaller.)

Karbonatmassene i amfiboliten har som regel en kjerne av dolomitt, gulbrun, relativt grovkrystallinsk. Rundt denne ligger kalkspat, som utover grensen mot hornblenderanden. Kalkspatranden er ofte meget smal ( $\frac{1}{2}$  cm) men den finnes alltid mellom dolomitt og hornblenderand, akkurat som der hvor amfibolittbruddstykker flyter i dolomitt.

De store bruddene SØ for Kammerfoss eies av fru Stene, Kragerø (det SV-ligste) og Lunøe, Kragerø (det i NØ).

Fru Stenes brudd drives. (1940.) Dolomitten herfra sendes til Herøya og Sauda, når tonnasje kan skaffes.

Det er flere brudd som alle ligger i samme dolomittgang. Denne fortsetter over høiden ned til Kammerfosselven, og er her smal.

Det er ikke så lett å drive dem da gangen faller inn under amfibolitten slik at meget av denne må fjernes når man skal videre innover i dolomittgangen.

Lunøes brudd på N-siden av jernbanelinjen var ikke i drift i 1940.

Dolomitten er i disse bruddene nokså sterkt forurensset av bruddstykker av den omgivende amfibolitt. Delvis finnes ganske meget svovlkis og kobberkis i forbindelse med disse forurensningene, ofte med ganske store krystaller.

15/10. Gikk op på åsen vest for veien ved Sanssouci. Her ligger også et dolomittbrudd, som blev målt op og tegnet kartskisse av. Dolomitten blir her sendt ned til veien med taubbane. Gikk over åsen i retning mot Stenebruddene. Det var ikke mulig å se noe dolomitt, da bergartene var overdekket for det meste. Men litt N for Lunøes brudd var der skutt ut noe bergart, hvor der fantes litt dolomitt. Den så ut til å ligge i samme gang som Stenebruddene og Lunøes brudd.

Amfibolittens strøk går i samme retning. Gangen har trengt op langs denne retning, kanskje på grunn av at dette også er spalteretning, men mere sannsynlig er det at dolomittens fremtrengning og amfibolittens parallelstruktur er fra samme tid, og at retningen er for begges vedkommende bestemt av de krefter som virket på det tidspunkt.

Gikk over Berg til Kalstadkilen for å se nærmere på skiftningen mellom kvartsitt og gneis. Tilbake til Sanssouci.

16/10. Bil til Kragerø. Rutebåt til V. Gumøy, og fant losji der.

17/10. Gikk til Rønningen på Nord Gumøy. Fikk låne en kogg og kom slik over til Langøy. Gikk op til de gamle grubene. Malmen forekommer som en gang, men later til å være tatt ut nesten alt sammen. Kalkspat forekommer i forbindelse med malmen.

Gikk videre til Kjørebonn. Her finnes en albittgang som drives. Så etter en gang som etter Brøgger skulle gå tvers over bukten ved Kjørebonn. Den er så smal at det er vanskelig å finne den, ca. 2 dm bred (feldspat). Prøvde å følge den sydover, men det var ikke mulig å finne denne av Brøgger avsatte lange gang.

På sydsiden av Langøy var der noen pegmatitter som var store nok til å drives. Men der syntes ikke å være en så regelmessig forbindelse mellom dem som Brøggers kart antydet. En nærmere kartlegging av dem var det ikke anledning til på dette tidspunkt.

Gikk op på V. Gumøy-knuten. Den bestod av hyperit, lenger syd av en annen gabbrobergart (se prøve). (Ødegårdit),

18/10. Regn. Gikk til Veggere og tok robåt til midt Gumøy. Mellom midt Gumøy og østre Gumøy fantes dolomitt. Der var tatt ut en del.

Gikk videre til bruddene ved Sveivedokk. De har også vært drevet av eieren av gården like syd for bruddene. I 1940 har de ikke vært i drift. Der er en del igjen.

Dolomitten forekommer i to parallelle ganger av 1—2 meters bredde. I vest blir gangene borte i et stykke dyrket mark. I øst fortsetter de et par hundre meter, idet den ene finnes igjen øst for et lite jorde; først har den der samme bredde, men smalner sterkt av lenger øst. Også her har der vært drevet ut en del på det bredeste, og også i den smalere del av gangen har der vært skutt ut litt på flere steder.

Dolomitten er her gulaktig og antagelig forholdsvis jernrik. Grensene mot dolomitten er temmelig ren, og der er lite bruddstykker av sidebergart i dolomiten.

Gikk veien tilbake til V. Gumøy.

19/10. Tok båt til Kragerø. Gikk til Langetangen over Kalstadkilen. Kartla kvartsittmasser der. Det er ikke så meget som jeg tidligere fikk inntrykk av. Kvartsitten ligger som benker i gneisens retning. Et sted dekker kvartsitten et større område, men det kan skyldes at kvartsitten, som den omgivende gneis, er foldet, og på den måten kan en hel del av den komme i overflatens plan på enkelte steder.

Gikk til Kragerø og tok båt til V. Gumøy.

21/10. Gikk over Ø. Gumøy til Reveåsens sydside. Her fantes små ganger av dolomitt og kvarts over et ganske stort område innerst i viken S for Reveåsen. Overalt var de to mineraler vokset sammen på en slik måte at de vanskelig kan adskilles, og forekomsten kan sikkert ikke få noen økonomisk betydning.

Gikk til midt Gumøy, hvor der finnes en liten dolomittforekomst like ved husene. Den er for liten til å få noen økonomisk betydning. Eierne vil heller ikke skyte der fordi de frykter for at det kan skade bygningene.

På høiden SV for Midtgumøy er der tatt ut ca. 100 tonn av en liten dolomittforekomst litt SV for toppen. Der er ikke mer igjen nu. Gikk op til Rønningen. Ca. 250 m vest for Rønningen gård, ved sjøen, ligger en pegmatittforekomst som har en del dolomitt. Men det er ikke meget, og det vilde heller ikke være mulig å skille den fra pegmatitten.

Ved gården Kjærra finnes en liten klatt dolomitt, vest for husene. Heller ikke stor nok til å ha økonomisk betydning.

I et drag vestover finnes ganske små klatter av dolomitt, alltid i forbindelse med og sammenvokset med kvarts, også uten økonomisk betydning.

SSØ for Rønningen et feldspatbrudd, men ikke noe dolomitt å se, selv om Brøgger antyder en karbonatforekomst.

22/10. En motorbåt hentet mig til Halsen, ved Fossingfjorden.

Gikk fra Halsen til Valsund. Gneis, nokså mørk. Rodde fra Valsund til Dyviken. Gikk derfra til Soppekilen. Gneis hele veien, en del pegmatitt, ganske store ganger. Et sted (ved gårdsveien litt NØ for Soppekilen) litt pegmatitt med skriftstruktur. Like ved Soppekilens NØ-vik, en forekomst av pegmatittisk eller hydrotermal kvarts, meget ren. Der har vært brukt ganske meget av den. Glimmer finnes på samme forekomst. Ganske store blad, op til 1 dm i diameter, men der var lite av den.

Rodde til Bortø. Der er kvartsitt på hele halvøya, undtagen et par smale stripene av amfibolitisk gneis. Kvartsitten er som regel litt biotitholdig. Den er for det meste hvit, men enkelte steder litt rødlilla over ganske store områder (eks. Tangen). Gikk olover mot Skarbu, og tilbake til Halsen over Bortø og Dyviken.

23/10. Rodde til Risøy. Så på dolomittbruddet som ligger i en smal (ca.  $1\frac{1}{2}$  m) dolomittgang i mørk amfibolittgneis.

Rodde tilbake til Halsen. Gikk langs fjorden til hovedveien fra Helle. Mørk gneis med en del kvartsårer. Gikk

veien til Skarbu. Mørk gneis hele veien. Mellem Helle og Skarbu litt granitt, ellers gneis. Tilbake til Halsen.

24/10. Båt til Kragerø. Buss til Esa. Gikk over en kvartsitt ved Esa gård. Det er en meget ren kvartsitt av betydelig størrelse ( $\frac{1}{2}$  km  $\times$  70—100 m). Gikk ned til sjøen for å se på skibningsforholdene, som skulde være bra.

Gikk så østover for å se på noen høider av hårdere bergarter. De viste sig å bestå av mørk gneis med mange ganger av pegmatitt, 30—40 m brede. De skjærer gjennem bergarten i strøkretningen, og danner høiere knauser enn gneisen.

Buss tilbake til Kragerø.

25/10. Jernbane Kragerø—Oslo.

**Arbeider som Brit Hofseth  
ikke hadde ferdig bearbeidet, angående Holleia  
og gabbrofeltene i Troms.**

**PETROGRAFISK BEARBEIDELSE**

AV JENS BUGGE

**I. Holleia.**

Norges Geologiske Undersøkelse har gradavdelingskartet „Tyrstrand“ på sitt kartleggingsprogram, og efter opdrag av Direktøren for N. G. U. begynte Brit Hofseth ifjor en systematisk kartlegging av grunnfjellsbergartene vest for Tyrifjorden.

Bortsett fra to N—S gående rombeporfyrganger av Oslofeltalder, tilhører alle bergartene Kongsberg-Bamleformasjonen. Denne formasjonen er temmelig detaljert kartlagt i sønnenforliggende strøk; men på denne del av kartbladet „Tyrstrand“ og lengre nordover er det tidligere bare utført spredte arbeider, vesentlig i forbindelse med de mange forekomster av nikkelmalmer i dette distrikt. Blandt de viktigste av disse arbeider kan nevnes:

T. LASSEN: Om Nikkelforekomster paa Ringeriget. Nyt. Mag. 21, 1876 ss. 271—278.

FR. MÜLLER: Nogle Nikkelforekomster paa Ringeriget. Nyt. Mag. 26, 1881 ss. 34—43.

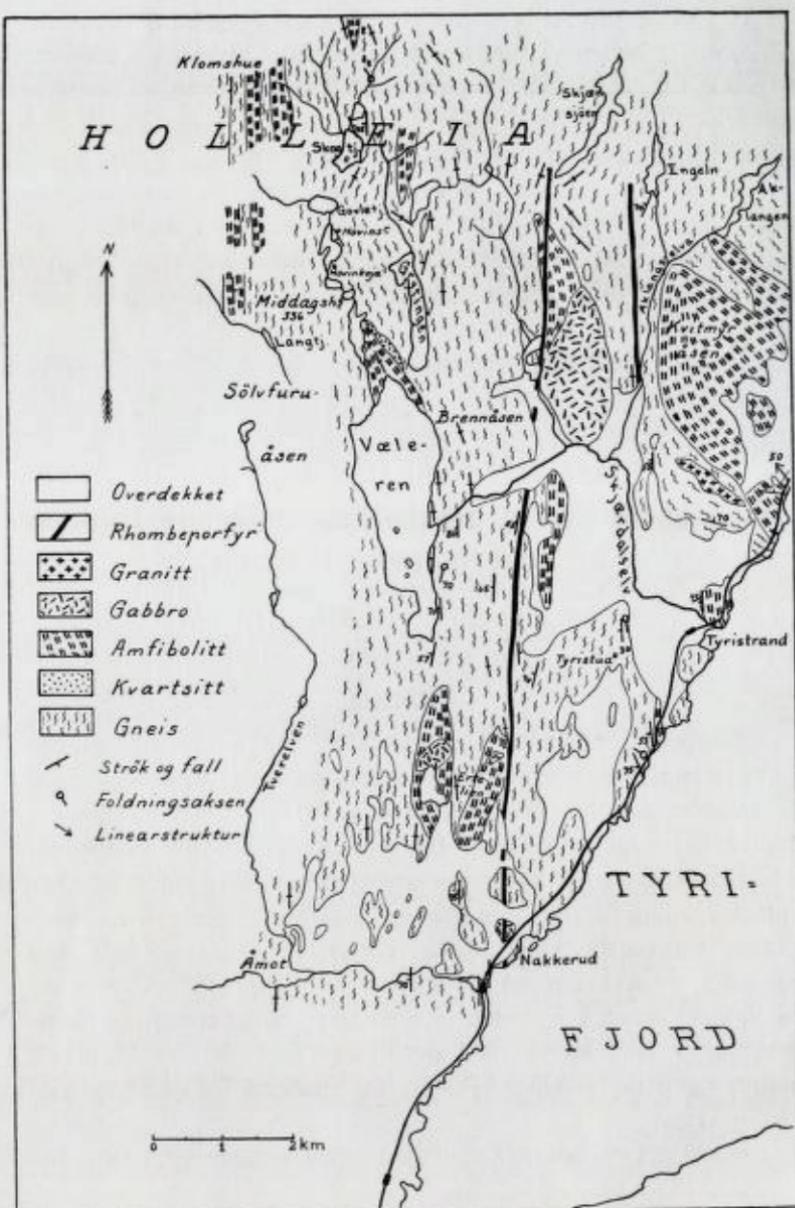


Fig. 1.

- A. HELLAND: Das Vorkommen der Kobalt- und Nickelerze in Norwegen. Arch. f. Math. etc. 4, 1879.  
O. LANG: Beitrag zur Kenntnis norwegischer Gabbros. Z. Deutsch. geol. Ges. 31, 1879.  
J. H. L. VOGT: Magm. Erzvork., II, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1893 (samme forf. har behandlet Ni-forekomstene i en rekke andre avhandlinger også).  
W. C. BRØGGER: Rombeporfyrgangene og de dem ledsagende forkastninger i Oslofeltet. N. G. U. nr. 139, 1933.

Kartet fig. 1 fremstiller et forminsket utsnitt av gradavdelingskartet og viser det område som blev ferdig kartlagt ifjor. Det er en direkte kopi etter det farvelagte originalkart. Strøk og fall, foldningsakser m.m. er overført på kartet etter de målinger som er notert i dagboken. Den geologiske beskrivelse av feltet følger i form av dagbokoptegnelser.

### Dagbokoptegnelser av Brit Hofseth under reiser i Holleia, Krøderen

for Norges Geologiske Undersøkelse,

7. august—27. august  
12. september—25. september 1940.

Onsdag 7/8.

Avreist med jernbane Oslo—Tyrstrand kl. 14<sup>35</sup>.

Bil fra Tyrstrand til Tyristua.

Torsdag 8/8.

Gikk over Kauserud og Grytingvollen til Hovinseter. Hele veien gneis med nordlig strøk. Gneisen er relativt grovkornet. Amfibolittfragmenter flyter omkring i den, og hele strukturen antyder at vi befinner oss i migmatittsonen. Litt ovenfor Kauserud støtte jeg på rombeporfyrgangen.

Fredag 9/8.

Undersøkte åsen vest for Tyristua. På toppen var det gabbro. Like øst for denne en hård kvartsittlignende bergart; eller gneis.

Lørdag 10/8.

Voldsomt regnvær. Gikk litt sydover til Haug. For det meste overdekket.

Mandag 12/8.

Flyttet fra Tyrstrand til Hovinkoia og måtte da bære hele bagasjen op. Hovinkoia ligger nær Hovinseter, ved sydøstsiden av Sætertjern.

Tirsdag 13/8.

Gikk over Hovinseter forbi Øytjern og Breienseter til Hagaseter; gneis hele veien, for det meste relativt mørk. Strøket er meget uregelmessig og antyder at det kan finnes større massiver av andre bergarter i nærheten.

Gikk nedover stien mot Heieren, for det meste gneis. Nærmere Heieren har bergartene tildels et annet, mere båndet utseende. Det var bl. a. enkelte lyse, relativt finkornige, granitt-lignende bånd, og andre mørke, amfibolittiske. Like nord for sagen ved Heieren er det en breccielignende bergart og like nedenfor rombeporfyr. Brecciebergarten er muligens en rand-sone av rombeporfyren. Også ved Kauserud har rombeporfyren inneslutninger av mørk amfibolitt ved grensen, hvor den forøvrig ikke har romber som er synlig på overflaten. Ovenfor Heieren viser den en utvikling med blærerum.

Gikk over den sydligste Heierengården og Gørrud til Kauserud og derfra stien tilbake til Hovinkoia.

Onsdag 14/8.

Gikk sydover fra Hovinkoia langs østsiden av Lysingen.

På det høieste av åsen øst for vannet er det kvartsitt; sydvest for denne amfibolitt. Amfibolitten er granatførende. Man finner både store granater og aggregater av mindre granater i striper eller slirer. Langs nordvestsiden av Væleren er det amfibolitt. Et sted er det en brecciert sone på et par meter, med kantede amfibolittbruddstykker omgitt av kvarts. I endel hulrum sitter det pene kvartskrystaller påvokset veggene. Det er også enkelte kalkspatfylte sprekker.

Lenger syd langs Væleren er det granittisk gneis med amfibolittslirer, eller med store amfibolittbruddstykker som flyter

i den lysere gneis. (Kan bare sees langs vannet, hvor vannstanden er lavere enn vanlig.) Den granittiske gneis er et par steder pent foldet. Pegmatitt, delvis i ptygmatiske foldede årer er allmindelig.

Ved nordenden av Væleren fant jeg en liten rullesten av serpentin.

Torsdag 15/8.

Over Hovinseter langs stien mot Veme, forbi Skogtjern, Baksjø, Ask og så vestover til Langdalsgruben; gneis hele veien. Omkring Langdalsvn er det amfibolitt. Gikk over dalen til Klomshue hvor det vesentlig er amfibolitt. På toppen av Klomshue noe gneis, men videre vestover igjen amfibolitt, gjerne granatførende.

Fredag 16/8.

Gikk fra Hovinkoia forbi Hovinseter og tok veien som går nord og øst for Grytingen ned til Ullerentj. Ved Ullerentj. fant jeg rombeporfrygangan.

På sydsiden av Ullerentj. er det en eiendommelig gabbro som i farve varierer fra meget mørk grønn til lys grønn- og violettflekket. Den er middekkornet, men har også finkornige varieteter. Den viser ikke gneisstruktur. Den utgjør høyden mellom Gørrud og Heieren. Det er relativt lite vegetasjon på den og den forvirrer på en karakteristisk måte.

Gikk fra Heieren ned til Tyristua.

Lørdag 17/8.

Fulgte veien fra Tyristua til Skamarka. Amfibolitt ved gården, men ellers gneis overalt.

Fulgte en sti nordvestover og fant Rp.-gangen. Gikk videre i gneis op på Pjaakerudåsen, nokså langt nordover, men tok så av mot SØ da det var så uveisomt. Fant Rp.-gangen på veien ned mot Pjaaka. Her nede er det en høiderygg med amfibolitt. Gikk så nordover forbi Pjaakerud og Grinda til Vælertangen. Her er det en liten vertikal forkastning som stryker N  $80^{\circ}$  V. Den følges av en 2 dm bred brecciesone som inneholder uordnede skarpkantede gneisbruddstykker. Derfra langs Væleren og videre sydover. Tilbake over Skamarka.

Mandag 19/8.

Gikk fra Tyristua over Hovin, Nyhus, Heieren op til Skjærsjøen. Videre blåmerket turistløype forbi sydenden av Engeln og Aklangen. Her var gneisen meget mørk og tildels amfibolittisk. Mellem Skjærsjøen og Engeln traff jeg igjen Rp.-gangen.

Tirsdag 20/8.

Fulgte veien fra Tyristrand mot Hønefoss, og tok av op mot Bekk. Det var gneis hele veien, ved Bekk meget mørk og amfibolittisk.

På sydsiden av Hovinås er det granitt med svakt utviklet foliation.

På Hovinås og helt op på Kvitmyrås var det meget amfibolitt. Den viser linearstruktur og gir inntrykk av å være en eruptiv som er trengt op i denne retning i mer eller mindre sterknet form.

Gikk ned til hovedveien nedenfor Breien. Amfibolitt til forbi Maarerud. Den viser antydning av kulestruktur.

Torsdag 22/8.

Over Hovinseter til Øytjern hvor det er litt amfibolitt. Likeledes er det amfibolitt i høiden øst for Skogtjern. Langs dette tilbake til Hovinkoia.

Fredag 23/8.

Øsregn og uvær hele dagen. Gikk ned til Tyristrand.

Lørdag 24/8.

Gikk op til Ullerentjern og op på Løkåsen. Gabbroen hadde der mer amfibolittaktig karakter og bør avsettes som sådan. Fant Rp NE for Ullerntjern. Tilbake til Tyristua.

Mandag 26/8.

Gikk hovedveien til Nakkerud. Traff et stykke syd for Bråten på Rp.-gangen. Øst for den er det breccielignende bergart svarende til den jeg fant ved Heieren.

Gikk op til Aasterudtjern og så på Nikkelgrubene. Malmen forekommer her i gabbro (beskrevet av J. H. L. Vogt) i mot-

setning til forholdet ved Langdalsgrubene, hvor den også forekommer i gneis.

Gikk nordover til Skamarka. Fant brecciebergarten, men ikke Rp.-gangen som antagelig er overdekket her.

Tirsdag 27/8.

Gikk ned til Tyrifjord øst for Tyristua og langs jernbanen. Det var amfibolitter og hornblenderike gneiser.

Reiste til Oslo kl. 2<sup>17</sup>.

Torsdag 12/9.

Reiste til Tyristrand kl. 13 og gikk op til Hovinkoia.

Fredag 13/9.

Kraftig regnvær. Nede ved Hovinkoia er det sterkt skrukket og foldet gneis med ganske meget pegmatitt. Like V for hytten, på østsiden av elven, fant vi et ganske lite område med gabbro. Et lite felt av samme gabbro også på den andre siden av elven. De er for små til å avsettes på kartet.

På høyden V for Hovinkoia er det hornblendegneis, tildels relativt grovkornet og granatrik. Det var også en ca. 20 m bred sone med mørk amfibolitt.

Lørdag 14/9.

Gikk nordover forbi Skogseter op på åsen S for Gruveåsen. Det strekker sig en ca. 20 m bred sone av rød, finkornet aplittisk gneis fra østsiden av Skogseter helt op på denne åsen. Den ser ut til å være et ledd i gneisen, som ofte er foldet.

Gikk til Langdalsgruben. Den ligger på østsiden av Langdalsvann. Gabbroen sees i dagen ca. 25 m V for grubeåpningen. (Fr. Müller angir at i gruben ser man den først 5—10 m under dagen.) Gruben er drevet i en bøining som svarer til grensen mellom skifer og gabbro. Magnetkisen forekommer som impregnasjon i gabbroen og de nærmest liggende deler av gneisen. Den så her ut til å ligge dels i gneisens strøkretning og dels i opknusningssoner. På grunn av regnværet var det vanskelig å studere strukturen i gruben nærmere. I malmhallen så vi stuffer med kobberkis, svovlkis og fine nåler av sort turmalin på kvartsfyllite sprekker.

Vi så en mindre grube litt N for Langdalsgruben. Den lå også i gneis. Regnværet vanskeligjorde videre undersøkelser. Tilbake over vassdraget fra Langdalsvannet.

Mandag 16/9.

Hovinkoia—Veme. Strøket er noenlunde N—S til Askseter. Derfra og østover er det en del foldning, og man får inntrykk av at strøket går nesten E—V. Videre nordover til Hjelmerudseter er det igjen N—S, likeledes på toppen av Røysås.

Her oppe finnes en slire av *sillimanittgneis* med sterkt pressede flatttrykte knoller. Av og til er knollene ganske små. Tog Veme—Lofthus.

Tirsdag 17/9.

Tog fra Lofthus til Bornås. Fulgte den blåmerkede stien mot Klomshue. Strøket er hele tiden omtrent N—S, og bergartene er tydelig foldet. Pegmatittganger har flere steder bevirket lokal strøkforandring av gneisen. Ved Hovinkoia er det en ganske liten presset pegmatittgang, men i alm. er de helt upresset.

Gneisen er hele veien op mot Soknadalføret meget granatrik. Ofte optrer granatene som store porfyroblaster. Forkastninger blev ikke funnet i dette område.

Gikk over Lutevolden til Hovinkoia.

Onsdag 18/9.

Gikk op til Baksjø og derfra til Tysklandsgrubene. Det var lite malm å se. Gneisen omkring var pent foldet. Fr. Müller beskriver dem som Søndre Skaugs gruber, øvre og nedre. Han bringer også tegning og nærmere beskrivelse av dem. Av T. Lassen kalles de Tydske Grubene. Den nordenforliggende grube (Skaugs- eller Luttegruben) lyktes det ikke å finne. Det nordsydgående høidedrag disse gruber ligger langs, består av gneis, bortsett fra en stripe av amfibolitt. Tilbake til Hovinkoia.

Torsdag 19/9.

Fulgte jernbanelinjen til Nakkerud. Ved Nakkerud st. er det gabbro. Ved stranden fikk vi et pent snitt gjennem gabbroen og forskjellige gneiser.

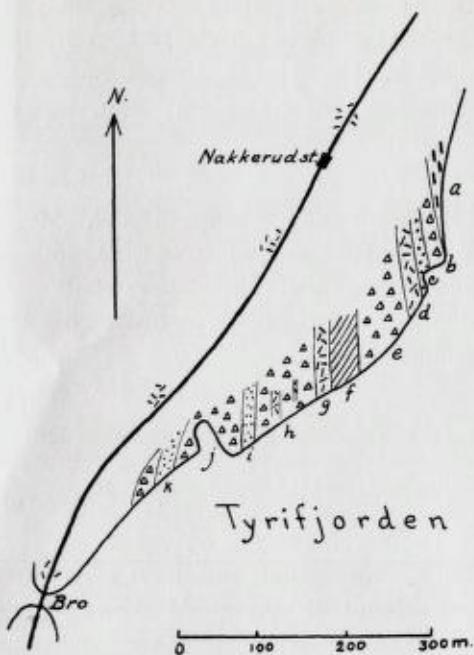


Fig. 2.

Bokstavene på figur 2 refererer sig til innsamlede prøver.  
Fra N mot S har vi:

- a. — Amfibolittisk stripe.
- b. — Eruptivbreccie med mørke bruddstykker av amfibolitt i lys mellemmasse.
- c. — Mørk porfyrisk bergart med lyse innsprengninger.
- d. — Gabbro.
- e. — Bred stripe av eruptivbreccie.
- f. — Rombeporfyrgang, ca. 45 m bred.
- g. — Smal gabbrostripe.
- h. — Eruptivbreccie, bred sone.
- i. — Lys porfyr.
- j. — Eruptivbreccie.
- k. — Mørk porfyrbreccie.

Det later til at brecciebergarten virkelig står i forbindelse med de N—S gående sprekker hvor rombeporfyrgangen har trengt op.

Ved jernbanebroen lenger syd står det frisk gabbro.  
Tog tilbake til Tyrstrand.

Lørdag 21/9.

Gikk langs linjen fra Tyrstrand til Ask. Mest amfibolitt og amfibolittiske gneiser. I amfibolitt ved Haga er det en stor grovkornet pegmatittgang med feltspatkristaller op til 2 dm i diameter. Spalteflatene i gneisen er småfoldet og kruset; viser av og til glidestriper.

Søndag 22/9.

Gikk til Ertelien og beså gruben og gabbroen.

Mandag 23/9.

Gikk landeveien til Nakkerud og videre til Tverelva som jeg fulgte til Solum. Gneis hele veien. Derpå ruten Åmot—Kolkinn—Tajet—Karlsrud—Kolkinn—Vesetrud—Berg—Bjørkerud—Nakkerud. Kartla grensen mellom gneisene og løsavleiringene.

Tirsdag 24/9.

Gikk over Skamarka til Ertelien og gikk opp grensene for gabbroen. (Selve gabbroen og grubene er beskrevet og kartlagt av T. Lassen og J. H. L. Vogt.) De omgivende gneiser er av svært amfibolittisk karakter. I vest inneholder de en del pegmatittganger, ca. 1.5 m brede. I høiden på nordsiden er det ren amfibolitt og i høidene SV og SE for Aasterudvn. amfibolittiske gneiser.

Det samme forhold finner vi på Sprettåsen øst for Ertelien. På toppen er det også her en liten gabbrokuppe.

Onsdag 25/9.

Tyristua—Ullerentjern—Stoktjern—Tyristua.

Tog til Oslo.

De strøk- og fallobservasjoner som var notert i dagboken er alle inntegnet på kartet. I dagboken var også adskillige tegninger som kan sees i originalen som opbevares i N.G.U.

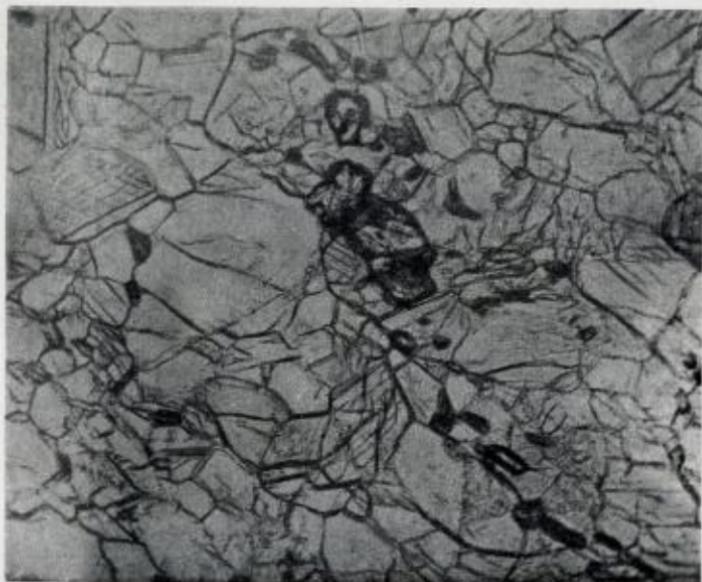


Fig. 3. Hornblendit med korund. E. for Ullerntjern.  
× nic. forst. 55 ganger.

## PETROGRAFI

### A. Holleias Gabbrobergarter.

Disse bergarter, som er dannet ved differentiasjon av et felles stammagma, omfatter en rekke ledd. Selv innen et lite felt som f. eks. Erteligabbroen finner man bergarter som i sammensetning rekker fra peridotiter over olivingabbro helt til oligoklaspegmatitter. (For dette felts vedkommende er de tidligere beskrevet av J. H. L. Vogt.)

#### 1. Hornblendit (fig. 3).

Blandt det innsamlede materiale fra gabbroen øst for Ullern-tjern er det en mørk grønn, finkornet bergart som vesentlig består av monoklin hornblende.

Den har hypidiomorfstruktur, med kornstørrelse 0.1–0.3 mm.

Monoklin hornblende. Ved vanlig preparattykkelse er den farveløs, i tykkere snitt pleochroitisk med  $\gamma$  blågrøn,  $\beta$  grønn,  $\alpha$  gulgrønn; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ . Aksevinkelen om  $b_x \gamma$  er ca.  $85^\circ$ ;

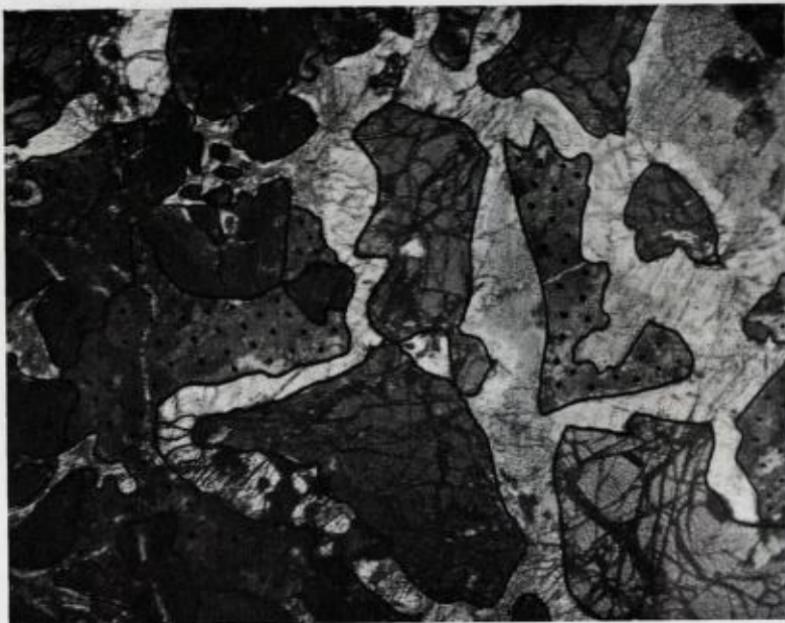


Fig. 4. Olivingabbro. Tysklandsgruben.  $\times$  nic. forst. 25 ganger.

De opsprukne mineraler er oliven; de prikkede: pyroksen-spinell symplektit; de sterkt pigmenterte feitspatlister er samlet i klumpformige aggregater. Den lyse mellemmasse er en krystall av pyroksen, monoklin i de centrale deler og rombisk på grensen mot oliven.

Under den store oliven i midten ser man almindelig corona som innerst består av fibrig enstatit og ytterst av symplektit.

$c : \gamma = 17.5^\circ$ ;  $\beta$  ca. 1.640. Begge de optiske akser viser svak dispersjon  $\rho > u$ .

Mineralet må således være en pargasit.

Rombisk hornblende. Den er for en vesentlig del omdannet til antigorit eller bastit og kan ikke bestemmes med sikkerhet. Den langprismatiske krystallform, rette utslukning og karakteristiske tverrspaltning tyder på anthofyllit.

Korund. Spredt rundt i bergarten er det en del små korn av et sterkt lysbrytende mineral med lav dobbeltbrytning. Det er enakset negativt. Enkelte korn viser hexagonalt tverrsnitt. Kornstørrelse 0.05—0.1 mm. Undersøkelsene tyder på at mineralet må være korund. Det vil senere bli nærmere undersøkt.



Fig. 5. Olivinnorritt.  $\times$  nic. forst. 55 ganger.  
I centrum olivin omgitt av corona som innerst består av enstatit  
og ytterst av pyroksen-spinell symplektit.

### 2. Hornblendeperidotit (Schillerfels).

I samme felt er det en prøve som sterkt ligner den som er beskrevet fra Ertelien av J. H. L. Vogt. Den ser ut til vesentlig å bestå av grønn hornblende som er poikilitisk gjennemvokset med sterkt serpentinisert olivin.

### 3. Olivinhyperit.

Den normale type fører både monoklin og rombisk pyroksen og har den karakteristiske ofitstruktur som er særegen for alle hyperitene i det sydnorske grunnfjell. Av og til optrer det ene av pyroksemineralene i overveiende mengde i forhold til det annet, og hvis dessuten feltspaten optrer i mere isometriske korn kommer vi over til normale olivingabbrøer og olivinnoritter.

*Tysklandsgruben.* Her optrer en tung middelkornet bergart, med ofitisk struktur.

Olivin utgjør anslagsvis 25 %. Den er helt frisk og optrer i regelmessig, langstrakte korn uten krystallbegrensning. Den er meget nær optisk nøytral, svarende til ca. 13 % FeO.

Pyroksen danner store sammenhengende flak mellom olivin- og feldspatkornene. Individene er sammensatt av rombisk og monoklin pyroksen, som går absolutt jevnt over i hverandre med bibehold av spalteretninger. De centrale deler består gjerne av diallag, mens enstatit danner sammenhengende kapper rundt olivinkornene. De må ikke forveksles med vanlige coronaer, hvor pyroksenene er mørke eller mindre finfibrig og radialstrålig ordnet rundt olivinkornene. Disse tilhører derimot samme krystallindivid og slukker i samme stilling over større områder (fig. 4).

De to pyroksener er lett å skille fra hverandre ved at de slukker i forskjellig stilling. Den monokline pyroksen har større dobbeltbrytning, viser ofte polysyntetisk tvillingdannelse og spaltbarhet etter (100) og har små opake interposisjoner ordnet i rekker parallelt dette plan,  $c:\gamma$  ca.  $43^\circ$ . Enstatit er optisk positiv med  $2V$  ca.  $80^\circ$ .

Hornblende. Pyroksenene går av og til med bibehold av spaltbarhet jevnt over i en lys brun hornblende. Hvor denne danner litt større individer sees svak hornblendespaltbarhet. Almindeligst optrer den på grensen mot plagioklas.

Plagioklas optrer i listeformige til isometriske korn. De er tildels kryssvis anordnet, men viser en tilbøielighet til å samle seg i grupper eller klumper hvor individene ligger med forskjellig orientering (se fig. 4). De er så sterkt pigmentert at de nesten er opake, og det er derfor vanskelig å bestemme sammensetningen nøyaktig. For meget nærliggende bergarter fåes utsl.  $\perp PM$ ,  $\alpha': 010\ 35-38^\circ \circ: 62-68\% An$ .

Hvor oliven grenser mot plagioklas har den en vanlig corona (fig. 5), som innerst består av enstatit i fibrige individer og ytterst av symplektit av spinell og pyroksen eller hornblende. Spinell optrer i korn på 0.001–0.01 mm. De viser av og til en svak dobbeltbrytning som tyder på at det også kan være korund tilstede. — Også pyroksenindividene viser ofte en slik rand mot plagioklas. (Forholdene ligner meget de som er beskrevet fra Seiland av T. F. W. Barth N. Vid. Akad. Skr. I, 1927.)



Fig. 6. Hyperit. Sprettåsen.  $\times$  nic. forst. 55 ganger.

Hos en og samme olivin kan man på den ene siden finne et ensartet enstatitkorn og på den annen vanlig corona. TH. VOGT har beskrevet lignende ting fra Sulitjelmafeltet og antar at dannelsen må stå i forbindelse med senmagmatiske og eftermagmatiske prosesser. Også her må vi anta at de store inhomogene pyroksener må være dannet ved reaksjoner mellom senmagmatiske opløsninger og tidligere utkristalliserte mineraler, mens coronaene er dannet ved reaksjoner i fast fase på et litt senere tidspunkt.

#### 4. Hyperit.

*Sprettåsen.* Det er en middels grovkornet bergart med utpreget oftisk struktur (fig. 6).

Plagioklas utgjør ca. 50 % av bergarten. Kornene er listeformede og 0.5—4 mm lange. De er bestemt loddrett (010) i kombinert karlsbad-albitvillinger. Utsl.vinkelen  $+31^\circ$  og  $+26^\circ$

$\circ : \text{ca. } 66 \text{ An}$ . Et sonarbygget korn bestemt  $\perp \text{PM}$  har utsl.  
 $\alpha' : 010 = 36^\circ \rightarrow 25^\circ \circ : 66\% - 45\% \text{ An}$ .

Monoklin pyroksen optrer i store korn, som danner en mesostasis for de kryssvis anordnede feltspatlister. De viser diallagspaltbarhet og har små opake interposisjoner ordnet i rekker parallel denne retning;  $c : \gamma \text{ ca. } 43^\circ$ ;  $+ 2V \text{ ca. } 55^\circ$ .

Rombisk pyroksen danner i almindelighet aggregater av små uorienterte korn, og er antagelig dannet av olivin. Ofte er de omgitt av en corona som innerst består av små spindelformede individer av samme mineral og ytterst mot plagioklas av en symplektit av spinell og pyroksen eller hornblende. Grunnmassen i symplektiten har et svakt grønnskjær som kan tyde på at det er aktinolit.

Av og til finner man granat i den ytre corona istedenfor symplektit. Det kan tyde på at olivenen har vært noe jernrikere enn i de bergarter som tidligere er beskrevet. Efter W. C. BRØGGER representerer granaten også et noe videregående stadium i coronadannelsen.

##### 5. Hornblendenorit.

###### Høide 369 V. for Middagshøgda.

Bergarten er middelkornet og har en hypidiomorf struktur. Plagioklas og rombisk pyroksen utgjør hovedbestanddelene og optrer i forholdsvis isometriske korn på 1–5 mm diameter.

Plagioklas bestemt ved utsl.  $\perp \text{PM}$ ,  $\alpha' : 010 = + 34^\circ$   
 $\circ : \text{ca. } 60\% \text{ An}$ .

Hypersten. Aksevinkel om  $b, \alpha$  er ca.  $75^\circ$ ; pleochroisme:  $\gamma$  blågrønn,  $\beta$  grønn,  $\alpha$  rødlig, abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ . Av og til viser den smale lameller som slukker skjevt og antagelig er monoklin pyroksen.

Diallag er tilstede i underordnet mengde. Den har polarysyntetisk tvillingdannelse og spaltbarhet etter (100).

Hornblende. Aksevinkel om  $b, \alpha$  er ca.  $85^\circ$ ;  $c : \gamma = 11^\circ$ ; pleochroisme:  $\gamma$  skiddenbrunlig grønn,  $\beta$  brun,  $\alpha$  gulbrun, abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ .

Diallagkornene er alltid noe uralitisert langs kanten, og pyroksenspaltbarheten fortsetter tildels inn i hornblenden. Denne

optrer ikke orientert sammenvokset med hypersten men ligger rundt den i mindre korn, som ofte har god krystallbegrensning.

#### 6. Kvartsnorit.

*Ertelien.* Det er en frisk, middelkornet bergart med doleritisk struktur (T. Krokström, Bull. of the Geol. Instit. of Upsala Vol. XXIV).

Hypersten optrer i kortprismatiske tykke korn eller i mere uregelmessige langstrakte prismaer. Aksevinkelen om  $b_x \alpha$  er ca.  $70^\circ$ , og den har pleochroisme som for hornblendenoriten.

Den er begynt å krystallisere før plagioklas, men for en vesentlig del har de krystallisert samtidig.

Plagioklas bestemt ved utsl.  $\perp PM, \alpha'$ :  $010=30^\circ \beta: ca. 53\% An$ .

Kvarts utgjør 8—10 %. Den er det yngste mineral og fyller mellemrummene mellom de øvrige. Plagioklaskornene er noe resorbert på grensen mot den.

#### 7. Saussuritgabbro.

##### V. stien syd for Sætertjern.

Bergarten er middelkornet og har en blastodoleritisk struktur. Pyroksen-kornene er subidiomorfe og fyller mellemrummene mellom feltspatlistene. Disse ligger i almindelighet kryssvis, men viser av og til antydning av parallelstruktur.

Plagioklas er for det meste omdannet til en grynet masse som består av glimmer, sur plagioklas og kalkspat, hvor de enkelte mineraler ikke lar sig bestemme nøiaktig. Den oprinnelige krystallform er bibeholdt.

Pyroksen-kornene er 0.2—0.4 mm i diameter. Aksevinkel om  $b_x \gamma$  ca.  $60^\circ$  og  $c:\gamma$  ca.  $45^\circ$ .

Brun hornblende optrer i underordnet mengde, i alm. som en uralitisk rand rundt en kjerne av pyroksen. Pleochroisme  $\gamma$  skiddenbrun,  $\beta$  lys brun,  $\alpha$  gulbrun, abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ .

Klorit fyller sprekker og mellemrum mellom feltspat-kornene. Både pyroksen og hornblende er ofte omdannet til finfibrige kloritmasser som har meget lav dobbeltbrytning.

I preparatet ser man enkelte små aggregater som består av kalkspat og kvarts. Sannsynligvis representerer de blære-  
rumfylninger.

#### 8. Amfibolit.

De mere perifere deler av gabbrofeltene er i alm. omkrystallisert (delvis også størknet) under forhold som svarer til amfibolittfacies, mens mineralsammensetningen i de centrale deler svarer til gabrofacies. Hornblendegabbrøen inntar en mellomstilling.

#### Høieste topp N for Erteligabbrøen.

Bergarten er middelkornet og har en nematoblastisk struktur, dog med antydning av en blastofitisk struktur. Hovedbestanddelene, plagioklas og hornblende, optrer i omtrent like stor mengde.

Plagioklas. Bestemt ved utsl.  $\perp$  PM,  $\alpha'$ : 010 = + 24°; optisk positiv  $\beta$ : 45° An.

Hornblende. Pleochroisme:  $\gamma$  skidden grønnbrun,  $\beta$  brun,  $\alpha$  gulbrun, abs.  $\gamma > \alpha > \beta$ ;  $c : \gamma = 14^\circ$ .

Diallag. Det finns en del relikte korn av sterkt uralitisert diallag.

Granat. Optrer i langstrakte, poikiloblastiske masser på 1–3 mm. De er noe kloritisert langs uregelmessige sprekker.

Blandt det innsamlede materiale er det også en prøve av en mørk finkornet bergart fra den amfibolittiskegneis vest for Erteligabbrøen.

Mineralsammensetningen er:

Hypersten. Aksevinkel om  $b_x \alpha$  ca. 80°, svak pleochroisme, kornstørrelse 0.1–0.3 mm.

Plagioklas. Bestemt ved utsl.  $\perp$  PM,  $\alpha'$ : 010 = + 28°  $\beta$ : ca. 50% An.

Kornstørrelse 0.1–0.4 mm.

Hornblende.  $\gamma$  skiddenbrun,  $\beta$  lys brun,  $\alpha$  gulbrun. Abs.  $\gamma > \beta > \alpha$   $c : \gamma = 17^\circ$ .

Kvarts. I små isometriske korn.

Granat, i sammenhengende bånd av tilnærmet idiomorfe korn.

Hypersten danner et nesten sammenhengende nettverk av små korn, men viser en tydelig linearstruktur også. Hornblende og granat danner begge mm-tynne sammenhengende bånd og slirer i samme retning og gir bergarten en markert nematoblastisk struktur. Det synes nærliggende å tyde bergarten som en finkornet grensefacies av gabbroen.

Under navn av diallaggranulit har Amund Helland (Arch. f. Math. etc. 4, 1879) beskrevet en bergart fra Ertelifeltet som synes å ligne denne svært meget.

### B. Dioriter.

Hvor utbredt dioritiske bergarter er i Holleiafeltet, er det vanskelig å si noe bestemt om; men efter de innsamlede prøver ser de ut til å være forholdsvis sjeldne.

Fra amfibolitområdet ved Kvitmyråsen er det blandt amfibolitene en prøve av kvartsdiorit. Bergarten er finkornet og har en hypidiomorf struktur med antydning av mørtelstruktur.

Plagioklas optrer i små isometriske korn. De er bestemt ved Federowbord  $\perp PM$ ,  $\alpha':010 = +31^\circ$ ; optisk positiv  $\gamma$ : ca. 54 % An. Tvillinglammellene er ofte bøiet.

Grønn hornblende. Den er hypidiomorf med svak linearstruktur.  $\gamma$  ren grønn,  $\beta$  brunliggrønn,  $\alpha$  gulgrønn; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ .

Kvarts optrer i isometriske korn i omtrent samme mengde som plagioklas.

### C. Granitt.

Større massiver av granitt er ikke påvist i Holleiafeltet. Det største ligger på sydsiden av Hovinåsen (dagbok 20/8). De øvrige er av så små dimensjoner at de ikke er avsatt på kartet; men mindre granittiske og pegmatitiske slirer og bånd finner man i veksel medgneisen, som også av og til har granittisk sammensetning.

Granitt, mellom Hagasæter og øverste Heierengård.

Det er en grå, middelkornet bergart med granittisk kornig struktur.

Mikroklin optrer i store isometriske korn. Tildels er den mikropertittisk (årepertit) og viser tydelig mikroklingitter. Den omslutter ofte, poikilitisk, runde korn av kvarts og plagioklas.

Sur plagioklas. Den er sterkt sericitisert og ofte helt omdannet til et sericitaggregat i de centrale deler.

Kvarts i isometriske korn 0.5—2 mm i diameter.

I underordnet mengde finner man rødbrun biotit og grønn klorit. Zirkon og ertsmineraler optrer helt accessorisk.

*Granittaplit.* Øst for Skogseter (se dagbok 14/9).

Det er en lysrød finkornet bergart med allotriomorf kornig til svak parallel struktur. Mikroklin og kvarts utgjør hovedbestanddelen og optrer i isometriske korn, 0.1—0.3 mm store. Plagioklas er tilstede i underordnet mengde. Den er bestemt  $\perp$  PM ved uts.  $\alpha':010 = -7^\circ$ . Optisk positiv;  $\sigma$ :ca. 15% An. Klorit, zirkon og ertsmineraler utgjør tilsammen 2—3%.

#### D. Gneisbergarter.

I denne gruppe inngår en rekke bergarter av høist vari-erende sammensetning. Amfiboliter, dioritiske og granittiske gneiser, kvartsitter m. m. optrer i sterk veksel. Grå granat-førende gneiser synes å være svært almindelig. Meget interessant er funnet av sillimanitførende bergarter på toppen av Røysås, som ligger ca. 4 km nord for Hagasæter. (Det omtales av Brit Hofseth i „Geol. Investigations in the Levang Peninsula“, N. G. U., dette nr.). Disse gneiser svarer helt til båndgneisene og migmatittene i de sønnenforliggende strøk av Kongsberg—Bamleformasjonen, og har som disse vært utsatt for metasomatiske prosesser og deformasjoner svarende til migmatitten (se bl. a. dagbok for 8/8).

*Granatførende plagioklasgneis.* Åsen på østsiden av Grytingen.

Det er en grå, middelkornet bergart med utpreget gneis-struktur.

*Monoklin pyroksen.*  $c:\gamma = 40^\circ$ ; + 2V ca.  $60^\circ$ .

Grønn hornblende. Pleochroisme:  $\gamma$  mørk grønn,  $\beta$  grønn,  $\alpha$  lys brun, abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ .  $c:\gamma = 15^\circ$ .

Rødbrun biotit. Pleochroisme:  $\gamma = \beta =$  rødbrun,  $\alpha =$  lys gulbrun.

Disse mineraler, som optrer i omtrent like stor mengde, gir bergarten en tydelig linearstruktur og de ligger dessuten tilnærmet på subparallelle flater med ca. 1 mm avstand.

Granat, optrer som uregelmessige, poikiloblastiske korn 1—2 mm store.

Kvarts er almindelig i små isometriske korn.

Bergarten befinner sig i amfibolittfacies. Pyroksen må være tilstede som instabil relikt, da det skulde være nok  $(Fe, Mg)O$  tilstede i biotit til å omdanne den til hornblende.

*Granatførende plagioklasgneis* ved veien Nord for Jonsrud.

Det er en grå middelkornet bergart med tydelig gneisstruktur. Den er metamorfosert i epidot amfibolittfacies. Grønn hornblende er ved siden av plagioklas og kvarts tilstede i størst mengde.  $c:\gamma = 14^\circ$ ; pleocroisme som den forrige.

Plagioklas. Bestemt ved Federowbord  $\perp PM$ ,  $\alpha':010 = -11.5^\circ$   
 $\circ:ca. 11\% An.$

Kvarts. Uregelmessige, tilnærmet isometriske korn.

Granat. Uregelmessige, poikiloblastiske korn 0.5—3 mm store. Kalkspat og epidot forekommer i mindre mengde i små uregelmessige korn.

Accessorisk finner man små runde korn av titanit.

*Plagioklas-Mikrolin Gneis*. Litt øst for rombeporfyrgangen ved Kolbjørnsrud.

Det er en lys, finkornet til tett bergart. Mineralsammensetningen er (etter avtagende mengde): Kvarts, mikroklín, plagioklas, rødbrun biotit, granat.

Plagioklaskornene er ofte omdannet til en grynet masse av glimmermineraler og sur plagioklas.

I preparatet sees en rekke små subparallelle kvartslinser 1—3 mm lange. Kvartskornene griper uregelmessig inn i hverandre og slukker i forskjellige retninger.

## II. Gabbrofeltene i Troms.

Under en studiereise Brit Hofseth foretok til Troms i april 1941, fikk hun i oppdrag av Direktøren for N.G.U. å undersøke en del av gabbrofeltene i dette fylke.

Sneforholdene tillot ikke en mere detaljert undersøkelse så tidlig på året; men hun foretok, med Tromsø som utgangspunkt, en del rekognoseringstreiser.

Mellem 6. og 9. april besøkte hun Lyngsfjellenes gabbrofelt. Reisen foregikk med skøite til Lyngskjosen og derfra med bil over til Lyngseid, hvor hun bodde.

Mandag 14. april reiste hun fra Tromsø til Hamn i Senja, for å befare nikkelgrubene og gabbrofeltene der.

Det materiale som ble samlet opbevares i N.G.U.'s samlinger.

De første mere inngående geologiske undersøkelser i Troms ble gjort av Karl Pettersen i 1870—80-årene. Han har også besøkt de fleste større gabbrofelter og hans observasjoner, som er samlet i en serie avhandlinger, danner et verdifullt grunnlag for videre undersøkelser. Endel av hans materiale, deriblant også fra Lyngen- og Senjagabbroene er mikroskopisk bearbeidet av Amund Helland (1878).

I senere år har Th. Vogt levert viktige bidrag til forståelse av den geologiske og tektoniske bygning i Nordland og Troms, og har bl. a. foretatt en detaljert undersøkelse av Vaddasgabbroen (ca. 40 km øst for ytre del av Lyngsfjord).

### Litteratur.

- KARL PETTERSEN: Geologiske Undersøgelser i Troms Amt.  
Trondh. Vid.selsk. Skr. 1868.  
— Über das Vorkommen des Serpentins und Olivinfels  
im nördlichen Norwegen. Neues Jahrb. f. Min. 1876.  
— Det nordlige Norges gabbrofelter. Tromsø Mus. Årsh. I.  
1878.



Norges Geologiske  
Undersökelse

FORTEGNELSE  
OVER  
PUBLIKASJONER  
OG KARTER

— o () o —

OSLO 1942

# Norges Geologiske Undersøkelse

har utgitt i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. i Oslo:

1. Årbok for 1891. Kr. 1.50.
2. *Homan*. Tekst til kartbladet Selbu. 1890. Kr. 1.00.
3. *J. H. L. Vogt*. Salten og Ranen. 1891. Utsolgt.
4. *Reusch* m. fl. Det nordlige Norges geologi. Utsolgt.
5. *Stangeland*. Torvmyrer, „Sarpsborg“; 1 kart. 1892. Kr. 1.00.
6. *J. H. L. Vogt*. Dannelsen av jernmalmforekomster. 1892. Utsolgt.
7. *J. H. L. Vogt*. Nikkelforekomster og nikkelproduksjon. 1892. Utsolgt.
8. *Stangeland*. Torvmyrer, „Nannestad“; 1892. Kr. 1.50.
9. *Helland*. Jordbunden i Norge. 1893. Utsolgt.
10. *Helland*. Tagskiffer, heller og vekstene. 1893. Kr. 3.00.
11. *W. C. Brøgger*. Lagfolgen på Hardangervidda. 1893. Kr. 2.50.
12. *Rüber*. Norges granitindustri. 1893. Kr. 1.00.
13. *Bjørlykke*. Tekst til kartbladet Gausdal. 1893. Kr. 1.00.
14. Årbok for 1892 og 93. 1894. (Innhold: *Reusch*, Strandflaten; *Reusch*, Mellem Bygdin og Bang. *Reusch*, Isdammene innsjøer. *Bjørlykke*, Holjeildskvarts. *Friis*, Feltspat og glimmer. *Helland*, Dybder i innsjøer; *Helland*, Lerfaldet i Værdalen. *Ryan*, Torvprøver.) Kr. 2.50.
15. *J. H. L. Vogt*. Dunderlandsdalsens jernmalmfelt. 1894. Kr. 2.00.
16. *Helland*. Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt. 1894. Kr. 3.00.
17. *J. H. L. Vogt*. Nissedalens jernmalmforekomst. 1895. Kr. 1.25.
18. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. I. 1895. Utsolgt.
19. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. Utsolgt.
20. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. I. 1896. Kr. 1.50.
21. Årbok for 1894 og 95. 1896. (Reusch, Referater av geologisk litteratur vedkommende Norge 1890–95.) Kr. 2.00.
22. *J. H. L. Vogt*. Norsk marmor. 1897. Kr. 5.00.
23. *Helland*. Lofoten og Vesterålen. 1897. Kr. 2.50.
24. *Stangeland*. Torvmyrer i Norge. II. 1897. Kr. 2.50.
25. *Bjørlykke*. Kristiania by. 1898. Kr. 2.50.
26. Norges Geologiske Undersøkelses utstilling i Bergen 1898. Utg. av *Bjørlykke*. Kr. 0.50.
27. *Friis*. Jordboringer i Værdalen o.s.v. 1898. Kr. 1.00.
28. Årbok for 1896 til 99. (Innhold: *Hansen*, Skandinaviens stigning. *Helland*, Strandlinjernes fald. *Rekstad*, Foldalen. *Rekstad*, Forandringer hos bræer. *Dal*, Varangerfjord.) Kr. 2.00.
29. *J. H. L. Vogt*. Søndre Helgeland. 1900. Kr. 2.50.
30. *Münster*. Tekst til kartbladet Lillehammer. 1901. Kr. 1.00.
31. *W. C. Brøgger*. Om de senglaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet. 1900–1901 Kr. 10.00.
32. Årbok for 1900. (Innhold: 9 avhandlinger om *Reusch* om geologiske forhold i Værdalen, Stjordalen, Valdres, Lister, ved Lysefjorden, Fjellekjøfjord, Bergen og Trondhjem. Norges daler og fjeld.) Kr. 3.00.
33. Årbok for 1901. (Innhold: *Reusch*, Referater 1896–1900.) Kr. 2.00.
34. Årbok for 1902. (Innhold: *Kier*, Etage 5 i Askja. *Reusch*, *Rekstad* og *Bjørlykke*, Fra Hardanger-vidden. *Rekstad*, Bræer i Sogn og Nordfjord. *Rekstad*, Velfjorden.) Kr. 2.50.
35. *Schiatz*. Den sydvestlige Del av Sparagmit-Kvartsfeltet. 1902. Kr. 3.00.
36. Årbok for 1903. (Innhold: *Friis*, Andøen. *Reusch*, Det indre av Finnmarken. *Kaldhol*, Suldalsfjeldene. *Rekstad*, Heifjeldssrokret Haukeli–Hemsedal. *Rekstad*, Skoggrænsen.) Kr. 3.50.
37. Årbok for 1904. (Innhold: *Holmboe*, Skjælbanker. *Bjørlykke*, Brumunddalen. *Hansen*, Mjøs-økelen. *Rekstad*, Kartbladet Donna. *Kier*, Brumunddalen. *Rekstad*, Jotunfjeldene. *Reusch*, Eggedal.) Kr. 3.50.
38. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. III. 1904. Kr. 2.50.
39. *Bjørlykke*. Det centrale Norges fjeldbygning. 1905. Kr. 10.00.
40. *Reusch*. Kartbladet Voss. 1905. Kr. 2.00.
41. *W. C. Brøgger*. Øksjer av Nesttvtypen. 1905. Kr. 4.00.
42. *A. W. Brøgger*. Øksjer av Nesttvtypen. 1905. Kr. 2.00.
43. Årbok for 1905. (Innhold: *Bjørlykke*, Selsmyrene og Leslevandene; *Bjørlykke*, Ra'erne. *J. H. L. Vogt*, Eruptivfeltet. *J. H. L. Vogt*, Andøens jursfelt. *Rekstad*, Folgefonnaen. Indre Sogn. *C. Bugge*, Kalksten i Romsdals amt.) Kr. 3.50.
44. Årbok for 1906. (Reusch, Referater 1901–1905.) Kr. 2.50.
45. Årbok for 1907. (Innhold: *Rekstad*, Folgefonnahalven. *C. Bugge*, Bergverksdriften 1901–1905. Stenindustri. *Reusch*, Skredet i Læren 1905. *Holtedahl*, Alunskiferfeltet ved Øieren.) Kr. 3.00.
46. *J. H. L. Vogt*. De gamle norske jernverk. 1908. Kr. 1.50.
47. *Reusch*. Tekst med geol. kart Jostedalshraen–Ringerike. 1908. Kr. 2.50.
48. *Bjørlykke*. Jæderens geologi. 1908. Kr. 2.50.
49. Årbok for 1908. (Innhold: *Reusch*, Den Geologiske Undersøkelses opgaver. *Goldschmidt*, Proflet Ringsaker–Brottum. *Holmsen*, Børgefjeld. *Rekstad*, Fra Sondhordland (Etne m.m.). *Kaldhol*, Den nordøstlige del av Ryfylke. *Rekstad*, Kvartær, Nordmør.) Kr. 4.50.
50. *Reusch*. Norges geologi. 1910. Utsolgt.
51. *J. H. L. Vogt*. Norges Jernmalmforekomster. 1910. Kr. 4.00.
- 52a. *Grimnes*. Jæderens jordbund. 1910. Kr. 1.50. 52b. *Grimnes*. Kart over jæderen med angivelse av høideforholdene og jordbundens art. 1:50 000. Kr. 2.50.
53. Årbok for 1909. (Innhold: *Rekstad*, Stroket mellom Sognefjord, Eksingedal og Vossestrand; *Rekstad*, Bindalen og Leka. *Werenskiold*, Øst-Tellemarken. *Goldschmidt*, Tonsåsen. *Oxaal*, Børgefjeld. *Th. Vogt*, Langeoen.) Kr. 4.00.
54. *Hansen*. Fra istiderne. Vest-raet. 1910. Kr. 3.50.
55. *Danielsen*. Bidrag til Sarlandets kvartergeologi. 1910. Kr. 2.00.
56. *C. Bugge*. Kartbladet Rennebu. 1910. Kr. 2.50.
57. Årbok for 1910. (Innhold: *Werenskiold*, Fra Numedal. *Høel*, Okstindene. *Rekstad*, Ytre del av Saltenfjord. *Reusch*, De formodede strandlinjer i Øvre Gudbrandsdalen.) Kr. 3.50.
58. *Werenskiold*. Fornebolandet og Snæsen i Østre Bærum. 1911. Kr. 2.00.
59. Årbok for 1911. (Innhold: *Oxaal*, Indre Helgeland. *Rekstad*, Hardanger. *Carstens*, Mo prestegjeld, Marstrander, Svartisen.) Kr. 3.50.

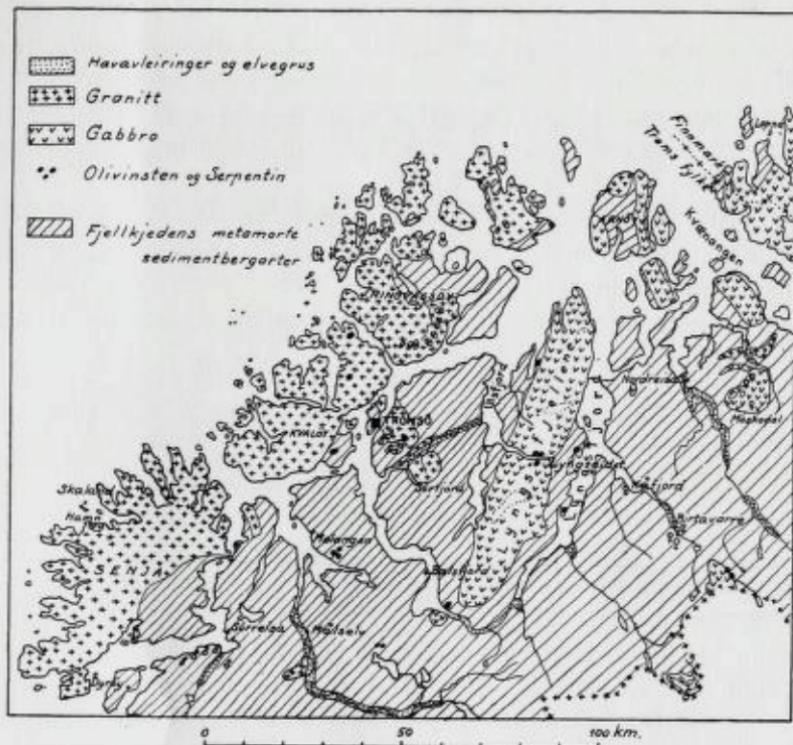


Fig. 7.

- AMUND HELLAND: Mikroskopisk Undersøgelse av endel bergarter i det nordlige Norge. Tromsø Mus. Årsh. I, 1878.  
— Om Kobolt- og Nikkelertsenes forekomst i Norge. Arch. f. Math. etc. 4, 1879.
- TH. VOGT: Bidrag til fjellkjedens stratigrafi og tektonikk. Geol. Fören. Förh. 44, h. 6—7; 1922.  
— Sulitelmafeltets geologi og petrografi. N.G.U. 121, 1927.

#### A. Lyngsfeltet.

Lyngsfeltets gabbro strekker sig over hele Lyngshalvøen, fra Lyngstuen i nord til bunnen av Balsfjord i syd. Den er av kaledonsk alder. Lengden er ca. 85 km og bredden gjennemsnittlig 10—14 km. Helland og Pettersen karakteriserer den

vanlige bergart som saussurittgabbro og skriver at den viser et forholdsvis ensartet petrografisk preg over store områder. Bare utover mot Lyngstuen er den mere frisk og umetamorf. Den inneholder også en del serpentiniserte peridotitkupper.

De siste undersøkelsene ved Lyngseid stemmer godt overens med disse observasjoner.

Alle prøvene er tatt i nærheten av Lyngseid. Mikroskopisk kan man skille mellom flere temmelig avvikende typer. Således har man forholdsvis grove saussurittgabbreroer, mere finkornige amfibolitter og hornblendeskifre og dessuten forskjellige typer av peridotit.

#### *Serpentinisert dunit.*

Bergarten viser en langt fremskreden serpentinisering. Olivinkornene har oprinnelig vært 1—3 mm i diameter, men er nu gjennemsatt på kryss og tvers av fibrig nettverk av chrysotil og på den måte opdelt i mindre fragmenter. De er meget nært optisk nøytrale.

Chrysotil. Den er svakt grønnfarvet.  $\gamma'$  svinger i lengderetningen. Den er for finfibrig til å bestemmes nøiaktig, men ser ut til å være optisk positiv. Hvor fibrene danner særlig dette aggregater synker dobbeltbrytningen på grunn av kompensasjon nesten til null.

Accessorisk optrer det en del korn av kromit (op til 0.3 mm i diameter), ofte gjennemsatt av smale serpentinårer. I polerslip ser man at kornene ofte er omgitt av en ca. 0.05 mm bred rand av magnetit, som også gjennemsetter dem langs tynne sprekker. I preparatet sees også en smal forskifringssone hvor det er en del forrevne magnetitkorn.

#### *Wehrlit (fig. 8).*

Det er en mørk, tung middelkornig bergart, med hypidiomorf struktur.

Diallag optrer i størst mengde. Den er farveløs i tynnslip, viser spaltbarhet parallel (100) og har også en del mindre interposisjoner parallel dette plan;  $+2V$  er ca.  $55^\circ$ ;  $c:\gamma = 43^\circ$ .

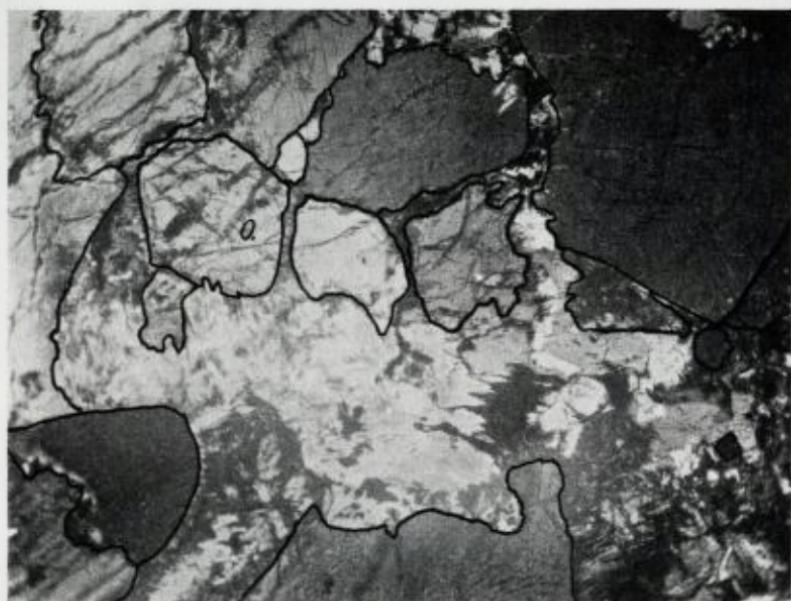


Fig. 8. Wehrlit, Lyngseid.  $\times$  nic. forst. 55 ganger.

Bergarten består vesentlig av oliven (o) og diallag. Mellemmassen består av clinozoisit, serpentin og hornblende.

Olivin optrer i mindre mengde. Den er optisk nøytral eller svakt positiv, og optrer dels med nesten idiomorf krystallbegrensning og dels i mere uregelmessig langstrakte korn.

Mellem disse mineraler optrer av og til en grynet saussuritmasse, som vesentlig består av farveløs klorit, zoisit og en nesten farveløs hornblende. Antagelig er den dannet på bekostning av plagioklas.

Accessorisk sees noen korn av spinell.

#### *Saussuritgabbro.*

Bergarten kan nærmest karakteriseres som flasergabbro og har et temmelig grovt, grønn- og hvitflekket, tildels sliret utseende. Mineralsammensetningen svarer til aktinolit-grønnskiferfacies.

Hornblende. Den er vesentlig samlet i små slirer og bånd. Pleochroisme:  $\gamma$  blågrønn,  $\beta$  blass grønn,  $\alpha$  gulbrun; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ ;  $-2V$  ca.  $85^\circ$ ; aksedispersjon  $\nu > \rho$  for begge akser;

$c:\gamma = 16^\circ$  og  $\beta$  ca. 1.640, hvilket omtrent svarer til en aktinolittisk hornblende.

*Saussurit.* Plagioklasen er fullstendig omdannet til en grynet, tildels nesten opak saussuritmasse, som består av aktinolit, klorit, farveløs glimmer og antagelig clinozoosit. Kornene av det siste mineral er så små at de ikke kan bestemmes sikkert, men det høie relieff tyder på clinozoosit. Albit har jeg ikke kunnet påvise.

#### *Kvarts-hornblende gneis.*

Det er en lys grå, middelkornet bergart. Den er en del opsprukket og gjennemsatt av tynne kvartsårer, og viser under mikroskopet et temmelig forskifret, blastomylonitisk utseende.

Den består av hornblende, kvarts, albit og en grynet saussuritmasse.

Hornblende sees allerede i mikroskopet som 0.5–10 mm store porfyroblaster. Pleochroisme:  $\gamma$  lys grønnbrun,  $\beta$  lys brun,  $\alpha$  lys gulbrun; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ .  $c:\gamma$  ca.  $16^\circ$ ; — 2V meget stor.

Kvarts optrer i langstrakte bånd og linser. Kornene griper uregelmessig inn i hverandre og viser undulerende utsrukning.

Plagioklaskornene er sterkt saussuritisert, men har ofte en klar rand av albit, som også optrer i selvstendige korn. Utsl.  $\perp PM$ ,  $\alpha':010 = -15^\circ$   $\circ:6\%$  An. I saussuritmassen sees klorit, muskovit, clinozoosit, albit. Aggregatene kan tildels være temmelig store, og i håndstykket ser man en mengde innsprengninger av feltspatlignende, op til 1 cm store uttrukne linser, som nu består av saussurit.

Efter utseendet er det sannsynlig at bergarten skriver sig fra de aller nærmeste skiferhorisonter under gabbroen.

#### B. Senja.

I det store granittiske eruptivområde på Senja er det også en del mindre gabbrofelter. Best kjent er feltet ved Hamn, hvor det i 1880–90-årene var ganske stor drift på nikkel (i alt utdrevet 109 000 tonn malm med ca. 0.75 % Ni). Feltet ligger ved Bergsfjorden på vestsiden av øen. ( $69^\circ 25' N.$  Br.;  $6^\circ 29' E.$  L.). Bergarten er muligens av kaledonsk alder.



Fig. 9. Norit. Hamn i Senja.  $\times$  nic. forst. ca. 50 ganger.

Den eneste petrografiske beskrivelse er gitt av Amund Helland (1878, 1879) som beskriver olivinnoritter, „gabbrodioritter“ og „hornblendeførende enstatit-peridotiter“.

De prøver som blev samlet under reisen i år er alle fra Hamn.

#### *Norit (fig. 9).*

Det er en middelkornet bergart med hypidiomorf struktur.

Hypersten er ved siden av plagioklas det viktigste mineral. Den optrer i isometriske korn, som ofte viser krystallbegrensning mot plagioklas. Pleochroisme:  $\gamma$  blågrønn,  $\beta$  svakt grønn,  $\alpha$  rødlig; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ . —  $2V$  ca.  $85^\circ$ .

Plagioklas, i isometriske korn med 2–6 mm diameter. Den er optisk positiv med stor aksevinkel; utsl.  $\perp \gamma$ ,  $\alpha : 010 = -29^\circ$ ;  $\beta : \text{ca. } 58\%$  An.

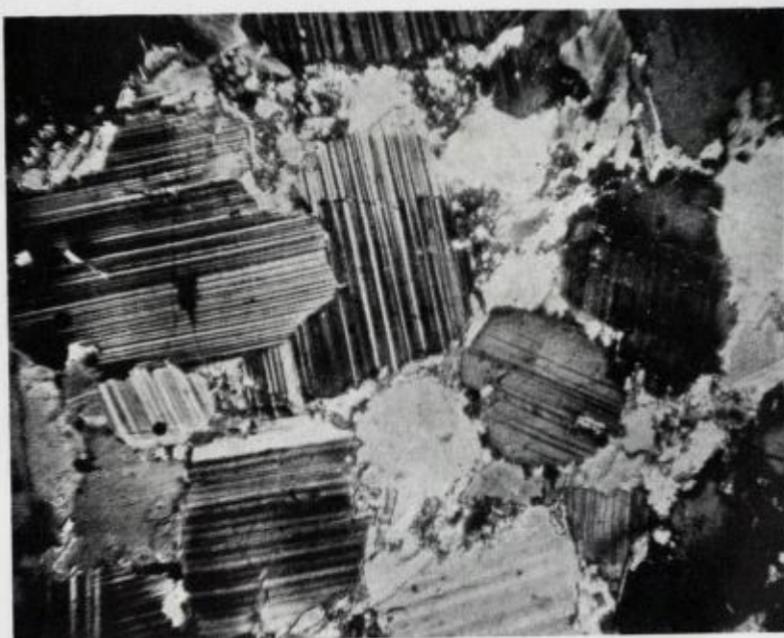


Fig. 10. Andesinfels. Hamn i Senja.  $\times$  nic. forst. ca. 50 ganger.

Hornblende danner i alm. en smal uralittisk rand rundt hyperstenkornene. Av og til optrer den i små korn med krystallbegrensning. Pleochroisme:  $\gamma$  blågrønn,  $\beta$  brungrønn,  $\alpha$  lys brun; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ . —  $2V$  meget stor;  $c: \gamma = 15^\circ$ .

Biotit optrer i underordnet mengde sammen med hornblende. —  $2V$  ca.  $0^\circ$ . Pleochroisme  $\gamma = \beta =$  brun,  $\alpha$  lys gulbrun.

#### *Uralitgabbro.*

Det er en middels- til grovkornet bergart med blastofitisk struktur.

Plagioklas, optrer i listeformede, kryssvis anordnede korn. Listene er bøjet og brukket og de større korn er omgitt og gjennemsatt på sprekker av små opbrukkede korn (typisk mørtelstruktur). Utsl.  $\perp$  PM,  $\alpha': 010 = +22^\circ \circ : \text{ca. } 40\% \text{ An.}$

Feltspatlistene er en del saussuritisert og fulle av små korn av clinozoisit, og dessuten noe hornblende og muskovit.

Hornblende optrer i poikiloblastiske korn av varierende størrelse, ofte med små myrmekitaktige inneslutninger av kvarts og albit. Pleochroisme:  $\gamma$  grønn,  $\beta$  brun,  $\alpha$  lys gulbrun; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ . optisk negativ,  $c:\gamma$  ca.  $15^\circ$ .

Diallag finner man bare som enkelte relikte, uralitiserte korn. Utsl.  $\perp \beta$ ,  $c:\gamma$   $42^\circ$ .

Biotit, i underordnet mengde. Pleochroisme:  $\gamma = \beta =$  rødbrun,  $\alpha$  lys gulbrun.

Skapolit optrer i underordnet mengde, særlig langs spalter og sprekker i plagioklaskornene. Den er enakset negativ.

Granat i en del 0.3—0.5 mm store poikiloblastiske korn. Dessuten er det et par korn av magnetkis.

#### *Andesinfels* (fig. 10).

Bergarten er lys grå, middelkornet med hypidiomorf struktur.

Plagioklas optrer i overveiende mengde, i isometriske korn. Den er optisk positiv; utsl.  $\perp PM$ ,  $\alpha' : 010 = + 25^\circ$   $\circ : ca. 45\% An$ .

I betraktelig mindre mengde, særlig langs grensen mellem plagioklaskornene finner man mindre korn av hornblende og biotit.

Hornblende. Pleochroisme:  $\gamma$  blågrønn,  $\beta$  grønn,  $\alpha$  brunlig; abs.  $\gamma > \beta > \alpha$ . Aksevinkel om  $b_x \alpha$  nesten  $90^\circ$ .  $c:\gamma$  ca.  $17^\circ$ .

Biotit, i 0.1—0.3 mm store korn; pleochroisme  $\gamma = \beta =$  brunlig grønn,  $\alpha$  = lys gulbrun.

Skapolit. Plagioklasen er en del skapolitisert, og skapoliten forekommer i uregelmessige korn, særlig langs sprekker og spalter i plagioklaskornene.

Hvorvidt bergarten representerer en gang eller et anortotisk parti i gabbroen er vanskelig å si med sikkerhet.

---

---



Norges Geologiske  
Undersøkelse

FORTEGNELSE  
OVER  
PUBLIKASJONER  
OG KARTER

— — — — —

OSLO 1942

# Norges Geologiske Undersøkelse

har utgitt i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. i Oslo:

1. Årbok for 1891. Kr. 1.50.
2. *Homan*. Tekst til kartbladet Selbu. 1890. Kr. 1.00.
3. J. H. L. Vogt. Salten og Ranen. 1891. Utsolgt.
4. *Reusch* m. fl. Det nordlige Norges geologi. Utsolgt.
5. *Stangeland*. Torvmyrer, "Sarpsborg". I kart. 1892. Kr. 1.00.
6. J. H. L. Vogt. Dannelsen av jernmalmforekomster. 1892. Utsolgt.
7. J. H. L. Vogt. Nikkelforekomster og nikkelproduksjon. 1892. Utsolgt.
8. *Stangeland*. Torvmyrer, "Nannestad". 1892. Kr. 1.50.
9. *Helland*. Jordbunden i Norge. 1893. Utsolgt.
10. *Helland*. Tagskiffer, heller og vekstene. 1893. Kr. 2.00.
11. W. C. Brøgger. Lagfolgen paa Hardangervidda. 1893. Kr. 2.50.
12. *Riber*. Norges granitindustri. 1893. Kr. 1.00.
13. *Bjørlykke*. Tekst til kartbladet Gausdal. 1893. Kr. 1.00.
14. Årbok for 1892 og 93. 1894. (Innhold: *Reusch*, Strandflaten; *Reusch*, Mellom Bygdin og Bang. *Reusch*, Isdæmmede Innsjøer. *Bjørlykke*, Høfeldskvarts. *Friis*, Feitspat og glimmer. *Helland*, Dybder i innsjøer. *Helland*, Lerfaldet i Værdalen. *Ryan*, Torvprøver.) Kr. 2.50.
15. J. H. L. Vogt. Dunderlandsdalens jernmalmfelt. 1894. Kr. 2.00.
16. *Helland*. Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt. 1894. Kr. 3.00.
17. J. H. L. Vogt. Nissedalens jernmalmforekomst. 1895. Kr. 1.25.
18. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. I 1895. Utsolgt.
19. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. Utsolgt.
20. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. I. 1896. Kr. 1.50.
21. Årbok for 1894 og 95. 1896. (*Reusch*, Referater av geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95.) Kr. 2.00.
22. J. H. L. Vogt. Norsk marmor. 1897. Kr. 5.00.
23. *Helland*. Lofoten og Vestersalen. 1897. Kr. 2.50.
24. *Stangeland*. Torvmyrer i Norge. II. 1897. Kr. 2.50.
25. *Bjørlykke*. Kristiania by. 1898. Kr. 2.50.
26. Norges Geologiske Undersøkelses utstilling i Bergen 1898. Utg. av *Bjørlykke*. Kr. 0.50.
27. *Friis*. Jordboringer i Værdalen o.s.v. 1898. Kr. 1.00.
28. Årbok for 1896 til 99. (Innhold: *Hansen*, Skandinavias stigning. *Helland*, Strandlinernes fald. *Rekstad*, Foldalen. *Rekstad*, Forandringer hos bræer. *Dal*, Varangerfjord.) Kr. 2.00.
29. J. H. L. Vogt. Søndre Helgeland. 1900. Kr. 2.50.
30. *Münster*. Tekst til kartbladet Lillehammer. 1901. Kr. 1.00.
31. W. C. Brøgger. Om de senglaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet. 1900—1901 Kr. 10.00.
32. Årbok for 1900. (Innhold: 9 avhandlinger av *Reusch* om geologiske forhold i Værdalen, Stjordalen, Valdres, Lister, ved Lysefjorden, Fjelkefjord, Bergen og Trondhjem. Norges daler og fjeld. Kr. 3.00.
33. Årbok for 1901. (Innhold: *Reusch*, Referater 1896—1900.) Kr. 2.00.
34. Årbok for 1902. (Innhold: *Kier*, Etage 5 i Asker. *Reusch*, *Rekstad* og *Bjørlykke*, Fra Hardangervidda. *Rekstad*, Bræer i Sogn og Nordfjord. *Rekstad*, Velfjorden.) Kr. 2.50.
35. *Schiatz*, Den sydøstlige del av Sparagmit-Kvartsfeltet. 1902. Kr. 3.00.
36. Årbok for 1903. (Innhold: *Friis*, Andsæ. *Reusch*, Det indre av Finnmarken. *Kaldhol*, Suldsfjeldene. *Rekstad*, Heifeldsstrekken Haukeli—Hemsedal. *Rekstad*, Skoggrænsen.) Kr. 3.50.
37. Årbok for 1904. (Innhold: *Holmboe*, Skjelbaker. *Bjørlykke*, Brumunddalens Hansen, Mjøsøkelen. *Rekstad*, Kartblader Donna. *Kier*, Brumunddalens *Rekstad*, Jotunfjeldene. *Reusch*, Eggedal.) Kr. 3.50.
38. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. III. 1904. Kr. 2.50.
39. *Bjørlykke*. Det centrale Norges fjeldbygning. 1905. Kr. 10.00.
40. *Reusch*. Kartbladet Voss. 1905. Kr. 2.00.
41. W. C. Brøgger. Strandlinjens beliggenhet under stenalderen. 1905. Kr. 4.00.
42. A. W. Brøgger. Øksjer på Nesttvetttypen. 1905. Kr. 2.00.
43. Årbok for 1905. (Innhold: *Bjørlykke*, Selsmyrene og Lesjevandene; *Bjørlykke*, Raerne. J. H. L. Vogt, Eruptivfelter. J. H. L. Vogt, Andøens jurafelt. *Rekstad*, Folgefonnaen. Indre Sogn. C. Bugge, Kalksten i Romsdals amt.) Kr. 3.50.
44. Årbok for 1906. (*Reusch*, Referater 1901—1905.) Kr. 2.50.
45. Årbok for 1907. (Innhold: *Rekstad*, Folgefonnahalveoen. C. Bugge, Bergverksdriften 1901—1905 Stenindustri. *Reusch*, Skredet i Loen 1905. *Holtedahl*, Alunskiferfeltet ved Øreren.) Kr. 3.00.
46. J. H. L. Vogt. De gamle norske jernvarer. 1908. Kr. 1.50.
47. *Reusch*. Tekst med geol. kart Jostedalsbreen—Ringerike. 1908. Kr. 2.50.
48. *Bjørlykke*. Jæderens geologi. 1908. Kr. 2.50.
49. Årbok for 1908. (Innhold: *Reusch*, Den Geologiske Undersøkelses opgaver. Goldschmidt, Prostet Ringsaker—Brottum. *Holmsen*, Børgefeld. *Rekstad*, Fra Sondhordland (Etna m.m.). *Kaldhol*, Den nordøstlige del av Ryfylke. *Rekstad*, Kværtær, Nordmar.) Kr. 4.50.
50. *Reusch*. Norges geologi. 1910. Utsolgt.
51. J. H. L. Vogt. Norges jernmalmforekomster. 1910. Kr. 4.00.
- 52a. *Grimnes*. Jæderens jordbund. 1910. Kr. 1.50. 52b. *Grimnes*. Kart over Jæderen med angivelse av heideforholdene og jordbundens art. 1:50 000. Kr. 2.50.
53. Årbok for 1909. (Innhold: *Rekstad*, Stroket mellom Sognefjord, Eksingedal og Vossestrand; *Rekstad*, Bindalen og Leka. *Werenkiold*, Øst-Telemarken. Goldschmidt, Tonssasen. Oxalaal, Børgefeld. Th. Vogt, Langen.) Kr. 4.00.
54. *Hansen*. Fra istiderne. Vest-raet. 1910. Kr. 3.50.
55. *Danielsen*. Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi. 1910. Kr. 2.00.
56. C. Bugge. Kartbladet Rennebu. 1910. Kr. 2.50.
57. Årbok for 1910. (Innhold: *Werenkiold*, Fra Numedal. Hoel, Okstinderne. *Rekstad*, Ytre del av Saltenfjord. *Reusch*, De formode strandlinjer i Øvre Gudbrandsdalen.) Kr. 3.50.
58. *Werenkiold*. Fornebolandet og Snarøen i Østre Bærum. 1911. Kr. 2.00.
59. Årbok for 1911. (Innhold: Oxalaal, Indre Helgeland. *Rekstad*, Hardanger. Carstens, Mo prestegjeld, Marstrander, Svartisen.) Kr. 3.50.

60. Werenskiold. Kartbladet Søndre Fron. 1911. Kr. 3.00.
61. Årbok for 1912. (Innhold: Holmsen, Hattefjeldalen. Bugge, Trondhjemsfeltet. Rekstad, Bjelladalen; Rekstad, Øerne utenfor Saltenfjord; Rekstad, Mytilusfauna i Småselene. Oxala, Eksport av sten 1870—1911.) Kr. 3.50.
62. Rekstad. Bildrag til Nørde Helgelandes geologi. 1912. Kr. 3.00.
63. Holtedahl. Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet. 1912. Kr. 2.50.
64. Reusch. Tekst med geol. oversigtskart over Sendbordland og Ryfylke. 1913. Kr. 2.50.
65. Bjørlykke. Norges kvartærgeologi. En oversikt. 1913. Utsolgt.
66. Werenskiold. Tekst med geol. oversigtskart Sætersdalen—Ringerike. 1912. Kr. 2.50.
67. Rekstad. Fjeldstrøket mellom Saltalen og Dunderlandsdalen. 1913. Kr. 2.50.
68. Årbok for 1913. (Innhold: Oxala, Hvit granit. Schiøtz, Iskskillet, Fæmund. Reusch, Tryssil. Fossile, Ramsey titanomafelt.) Kr. 3.00.
69. Årbok for 1914. (Innhold: Rekstad, Lyster og Beverdalen. Oxala, Kalkstenhuler i Ranen. Rekstad, Kalkstenhuler i Ranen. Rekstad, Kalksten fra Nordland. Reusch, Hitterens og Småsens geologi. Holtedahl, Fossiler fra Småsen.) Kr. 3.00.
70. Fem avhandlinger. (Innhold: Reusch, Norges Geologiske Undersøkelse. Werenskiold, Det sydlige Norge. Th. Vogt, Nordland. J. H. L. Vogt, Bergverksdrift. Oxala, Stenindustri.) 1914. Kr. 1.00.
71. Kolderup. Kartbladet Egersund. 1914. Kr. 2.50.
72. J. H. L. Vogt. Gronggruberne og Nordlandsbanen. 1915. Kr. 2.00.
73. Holmsen. Brædemte sjøer i Nørde Østerdalen. 1915. Kr. 4.00.
74. Holmsen. Tekst med geol. oversigtskart Østerdalen—Fæmundsstrøket. 1915. Kr. 2.50.
75. Årbok for 1915. (Innhold: Holtedahl, Ingtagelser over fjeldbygningen omkring Randsfjordens nordende. Holtedahl, Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Aften i Finnmarken. Rekstad, Kvartær tidsregning. Reusch, Den formodede littorinassenkning i Norge. Rekstad, Helgelandes ytre kyststrand. J. H. L. Vogt, Om manganiit sjømaln i Storsjøen, Nørde Odsalen.) Kr. 4.00.
76. Oxala. Norsk granit. 1916. Kr. 4.00.
77. Goldschmidt. Konglomeraterne inden høifeldskvartsen. 1916. Kr. 2.00.
78. Holmgreen. Natursten. 1916. Kr. 1.50.
79. Årbok for 1916. (Innhold: Holmsen, Rendalens brøsje; Holmsen, Sørfolden—Riksgrænsen. Rekstad, Kyststrekningen mellom Bodø og Folden. Reusch, Litt om Jutulhuget.) Kr. 3.50.
80. Rekstad. Vega. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1917. Kr. 3.00.
81. Årbok for 1917. (Innhold: Reusch, Seterne i Østerdalen. Holtedahl, Kalkstensforekomster på Sørlandet. Holmsen, Sulitjelmaatrakten. Rekstad, Fauske—Junkerdalen. Kr. 3.50.
82. C. Bugge. Kongsgjellets geologi. [Karter og plancher i konvolut.] 1917. Kr. 12.00.
83. Årbok for 1918 og 19. (Innhold: Holmsen, Gudbrandsdalens brøsje. Carstens, Geologiske undersøkelser i Trondhjemse omegn. Reusch, Nogen kvartærgeologiske lakttagelser fra det Romsdalske) Rekstad, Geologiske lakttagelser fra strekningen Folla—Tysfjord. Holmsen, Nordfjellas omgivelser. Kr. 3.50.
84. Holtedahl. Bidrag til Finmarksens geologi. 1918. Kr. 4.00.
85. J. H. L. Vogt. Jernmalm og Jernverk. 1918. Kr. 3.50.
86. Oxala. Dunderlandsdalen. 1919. Kr. 3.00.
87. Årbok for 1920 og 21. (Innhold: Holtedahl, Kalksten og dolomit i de østlandske dalfører. A. Bugge. Nikkelgruber i Bamle. Fossile, Raana noritfelt. Rekstad, Et fund av skjellførende leir i Lærenskog. Falck-Muus, Brynestensindustrien i Telemarken. Reusch, Huler dannet ved forvirring. Rosentlund, Fløs gruber.) Kr. 5.00.
88. Rekstad. Kartbladet Eidsberg. 1921. Kr. 2.00.
89. Holtedahl. Kartbladet Engerdalen. 1921. Kr. 2.50.
90. Holmsen. Torvmyrernes lagdeling i det sydlige Norges lavland. 1922. Kr. 6.00.
91. Rekstad. Kvartære avleiringer i Østfold. 1922. Kr. 1.00.
92. Rekstad. Grunnvatnet. 1922. Kr. 1.00.
93. J. H. L. Vogt. Tryktunneller og geologi. Med et avsnitt: Fredrik Vogt: Spændinger i fjeldet ved tryktunneller. 1922. Kr. 2.00.
94. Granlie. Strandlinjer, moræner og skjelforekomster i den sydlige del av Troms fylke. 1922. Kr. 1.00.
95. A. Bugge. Et forsøk paa inndeling av det syd-norske grundfjeld. 1922. Kr. 0.75.
96. Rekstad. Norges henning etter istiden. 1922. Kr. 1.25.
97. Holtedahl og Schetelig. Kartbladet Gran. 1923. Kr. 2.50.
98. Årbok for 1922. Kr. 2.00.
99. Holmsen. Vore myrs plantedekke og torvarter. 1923. Kr. 5.00. Innbundet kr. 6.50.
100. Rekstad. Hans Reusch. Nekrolog og bibliografi. 1923. Kr. 1.00.
101. Andersen: Hidfaste oksyders fysiske kemi. Statens Raastofkomite, publ. nr. 1. 1922. Kr. 1.50. Plancher og tabeller til nr. 101 kan kjøpes særskilt i piano. Kr. 1.00.
102. Holtedahl og Andersen: Om norske dolomiter. S. R. K. publ. nr. 2. Kr. 1.00.
103. Andersen: En forekomst av røn kvarts i Kroddshøred. S. R. K. publ. nr. 3. Kr. 0.75.
104. Bull: Elektrisk metalsmelting. S. R. K. publ. nr. 4. 1922. Kr. 0.75.
105. Lindeman: Torv. S. R. K. publ. nr. 5. 1922. Kr. 0.75.
106. C. Bugge og Fossile: Norsk arsenalmal og arsenikfremstilling. S. R. K. publ. nr. 6. 1922. Kr. 1.00.
107. Goldschmidt: Om fremstilling av bariumlegeringer. S. R. K. publ. nr. 7. Kr. 1.00.
108. Goldschmidt og Johnson: Glimmermineralernes betydning som kalikilde for planterne. S. R. K. publ. nr. 8. 1922. Kr. 2.00.
109. Johnson: Om tilgodegjørelsen av kalifeltpatens kalihold. S. R. K. publ. nr. 9. 1922. Kr. 2.00.
110. C. Bugge: Statens apatitdrift i rationeringstiden. S. R. K. publ. nr. 10. 1922. Kr. 1.00.
111. Gram: Undersøkelser over bituminose kul fra Spitsbergen. S. R. K. publ. nr. 11. 1922. Kr. 1.00.
112. Gram: Den kem. sammensetning av Spitsbergen—Bjørnevukul. S. R. K. publ. nr. 12. 1923. Kr. 1.00.
113. Radland: Oljefremstilling av Kingsbay-kul og kul og skifer fra Andøen. S. R. K. publ. nr. 13. 1924. Kr. 1.00.
114. Hansteen Crammer: Om vegetationsforsk med glimmerminerale biotit og sericit som kalikilde. S. R. K. publ. nr. 14. 1922. Kr. 1.50.
115. v. Krogh: Undersøkelser over norske lerer. I. S. R. K. publ. nr. 15. 1923. Kr. 1.00.
116. Dietrichson: Undersøkelser over norske lerer. II. S. R. K. publ. nr. 16. 1923. Kr. 2.00.
117. Guettler og Bull: Kart oversikt over kobberets indflydelse paa jern og staal. S. R. K. Publ. nr. 17. 1923. Kr. 1.00.
118. Bull: Praver med en hærdeovn for kulfoststaal. S. R. K. publ. nr. 18. 1923. Kr. 1.00.
119. v. Krogh: Undersøkelser over norske lerer. III. S. R. K. publ. nr. 19. 1923. Kr. 1.75.
120. Dietrichson: Undersøkelser over norske lerer. IV. S. R. K. publ. nr. 20. 1924. Kr. 2.00.

121. Th. Vogt: Sulitelmefeltets geologi og petrografi. 1927. Kr. 14.00.  
 122. Årbok for 1923. Kr. 2.00.  
 123. Holmsen: Hvordan Norges jord blev til. 1924. Utsolgt.  
 124. Røkstad: Hatfjeldalen. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1924. Kr. 2.00.  
 125. Røkstad: Træna. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1925. Kr. 2.00.  
 126. Foslie: Syd-Norges gruber og malmforekomster. 1925. Kr. 5.00.  
 127. Foslie: Norges svovelkisforekomster. 1926. Kr. 3.00.  
 128 a. Andersen: Feltspat. I. 1926. Kr. 3.00.  
 128 b. Andersen og Barth: Feltspat II og III. 1931. Kr. 3.00.  
 129. Aasgaard: Gruber og skjær i kisdraget Øvre Guddal-Tydal. 1927. Kr. 4.00.  
 130. Arne Bugge: En forkastning i det syd-norske grunnfjell. 1928. Kr. 3.00.  
 131. Tørgersen: Sink- og blyforekomster på Helgeland. 1928. Kr. 2.00.  
 132. Holmsen: Lefaldene ved Kokstad. Gretnes og Braa. 1929. Kr. 1.50.  
 133. Årbok for femårsperioden 1924–1928. Innhold: Direktorens og statsgeologenes beretning om arbeidet. *Falk-Maus*: Femårsberetning fra bibliotekaren. C. Bugge: Meddelelser om geologiske undersøkelser i Hallingdal og Valdres. *Falk-Maus*: Norske bergverksarkivalia II. A. Bugge: Oversikt over inndelingen av det sydnorske grunnfjell samt om fahlbåndene i Kongsberg ertsdistrikt. 1929. Kr. 3.00.  
 134. Røkstad: Salta. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1929. Kr. 3.00.  
 135. Holmsen: Grundvandet i våre leravsetninger. 1930. Kr. 3.00.  
 136. Holmsen: Rana. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1932. Kr. 4.00.  
 137. Foslie og Johnson Host: Platina i sulfidisk nikkelmalm. 1932. Kr. 2.50.  
 138. Brøgger: Essexitrekvens erupsjoner, den eldste vulkanske virksomhet i Oslofeltet. 1933. Kr. 3.00.  
 139. Brøgger: Om rombeprøyfyrangene og de dem ledssagende forkastninger i Oslofeltet. 1933. Kr. 1.50.  
 140. Holmsen: Lefall i årene 1930–1932. 1934. Kr. 1.50.  
 141. Olaf Anton Broch: Feltspat. IV. 1934. Kr. 3.00.  
 142. Tørgersen: Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. 1935. Kr. 2.00.  
 143. Arne Bugge: Flesberg og Eiker. Beskrivelse til de geologiske gradavdelingskarter F. 35 Ø og F. 35 V. De løse avleiringer ved A. Samuelsen. 1937. Kr. 4.00.  
 144. Holmsen: Nordre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1935. Kr. 2.50.  
 145. Wolmer Marlow: Foldal. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1935. Kr. 4.00.  
 146. Arne Bugge: Kongsberg-Bambleformasjonen. 1936. Kr. 3.00.  
 147. Falk-Maus: Aursund (under utarbeidelse).  
 148. Holmsen: Søndre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1937. Kr. 2.50.  
 149. Foslie: Tysfjords geologi. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart Tysfjord. 1941. Kr. 12.00.  
 150. Foslie: Hellmombotn og Linnajavrre. 1942. Kr. 6.00.  
 151. Holmsen: Våre leravsetninger som byggegrunn. 1938. Kr. 3.00.  
 152. Trygve Strand: Nordre Etnehalvøya. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart. 1938. Kr. 3.00.  
 153. Carl Bugge: Hemmedal og Gol. Beskrivelse til de geologiske gradteigskarter E 32 V og E 32 Ø. 1939. Kr. 4.00.  
 154. Harald Bjørlykke: Feltspat V. De sjeldne mineraler på de norske granittiske pegmatittganger. 1939. Kr. 3.00.  
 155. Olaf Anton Broch, Fridtjov Isachsen, Orvar Istberg, Trygve Strand: Bidrag til Skudenesholmenes geologi. 1940. Kr. 1.50.  
 156. K. O. Bjørlykke: Utsyn over Norges jord og jordsmønn. Med oversiktskarter av jordbunnsforholdene i Norge i to blader: Sør-Norge og Nord-Norge. 1:2000000. 1940. Kr. 8.00.  
 157. Brit Hofseth: Geologiske undersøkelser ved Kragerø, i Holleia og Troms. 1942. Kr. 3.00.

### Statens Råstoffkomités publikasjoner.

Av Statens Råstoffkomités publikasjoner er utkommet nr. 1–26, hvorav nr. 1–20 er utgitt i ovennevnte serie som N. G. U. nr. 101–120. Nr. 21–26 fås foruten i bokhandelen også i *Teknisk Ukeblads ekspedisjon*, Oslo.

### Smaaskrifter.

- Av denne serie, er utkommet:
- Nr. 1. Andersen: Norges Geologiske Undersøkelse, dens oppgaver og virksomhet. 1922. Gratis.
  - \* 2. Falk-Maus: Avhandlinger og karter utgit av N. G. U., systematisk ordnet. 1922. Gratis.
  - \* 3. Holmsen: Erfaringer om jordskaden ved indsjøreguleringer. 1927. Kr. 0.50.
  - \* 4. Holmsen: Grunnvannbrønner. 1940. Kr. 0.50.

### Karter

Følgende farvetrykte geologiske karter er til salgs ved Norges Geografiske Oppmåling:  
*Rektangel- og gradavdelingskarter*, kr. 1.00: Dunderlandsdalen, Eidsberg, Gausdal, Gjøvik, Gran, Hamar, Haus, Hønefoss, Kongsvinger, Kristiania, Lillehammer, Melhus, Meraker, Moss, Rennebu, Sarpsborg, Selbu, Skjern, Søndre Fron, Terningen, Tysfjord, Tønsberg med Larvik, Voss, Flesberg, Eiker, Foldal, Nordre Femund, Aursund, Søndre Femund, Hellmombotn, Linnajavrre, Nordre Etnehalvøya, Hemmedal, Gol.

*Utsolgt*: Åmot, Nannestad, Eidsvoll, Bergen, Rindal, Stenkjer, Levanger, Stjørdal, Trondhjem. *Av Oslofeltets serie* er utkommet: Gran, Hønefoss, Nannestad, Flesberg, Kristiania, Fet, Kongsvinger, Moss, Tønsberg med Larvik, samt oversiktskart.

*Forskellige geologiske karter*: Generalkartene: Hatfjeldal, Rana, Salta, Træna, Vega (kr. 2.00). Oversiktskart over det sydlige Norge (utsolgt) og oversiktskart over det nordlige Norge (kr. 3.00).

# NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

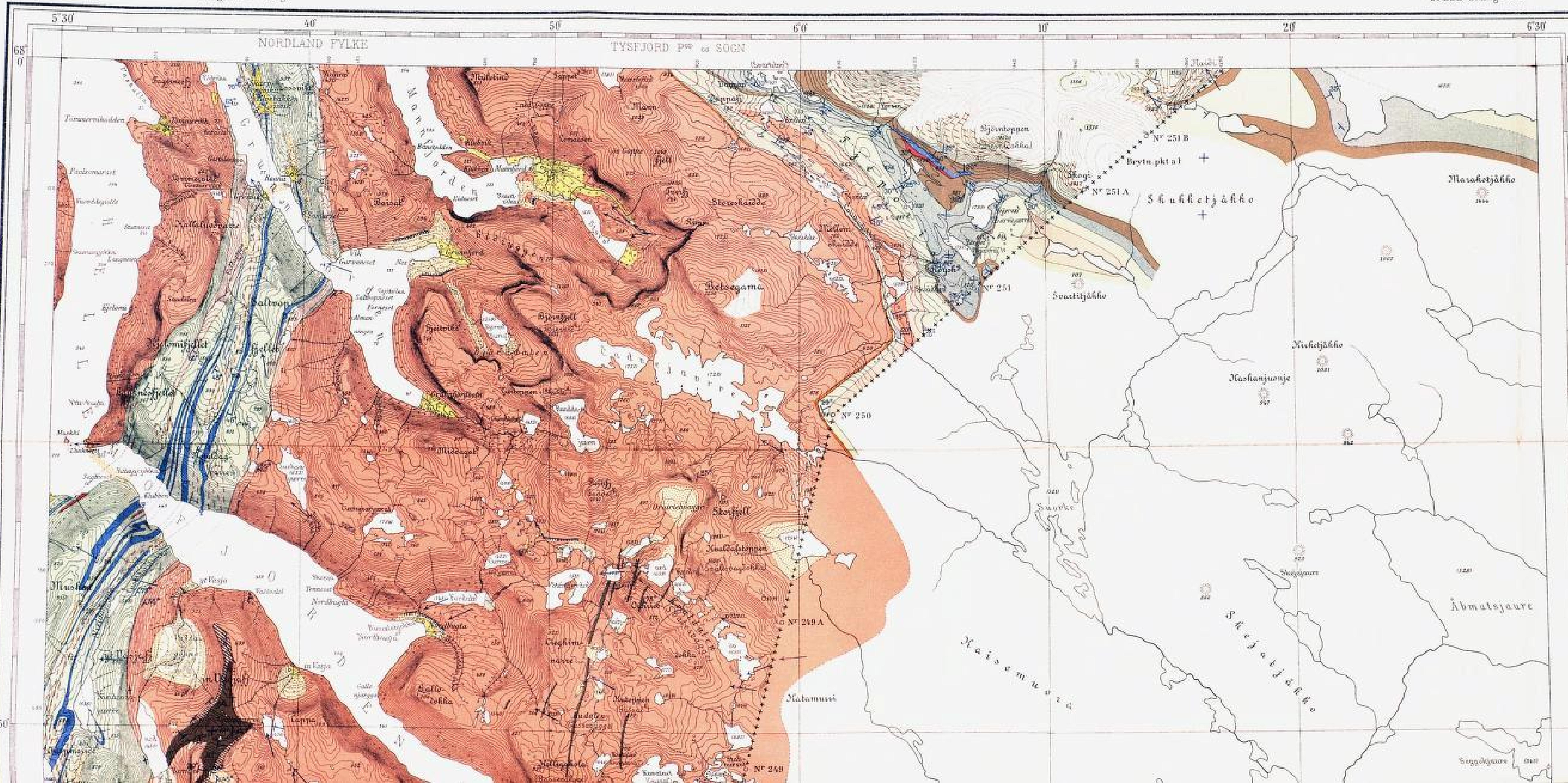
Geologisk Kart

## HELLEMOBOTN

Oslo 1936.

Topografisk kart over Kongeriket Norge

Gradavdeling M 11



### Farve- og tegnforklaring

#### Kvartær (Quaternary)

- Hav-avleiringer (Marine deposits)
- Elve- og issjøavleiringer (River- and ice-dammed lake deposits)
- Bre-avleiringer (Morainic drift)
- Endemorener (End-moraines)

#### Metamorfe sedimenter. Kambro-silur

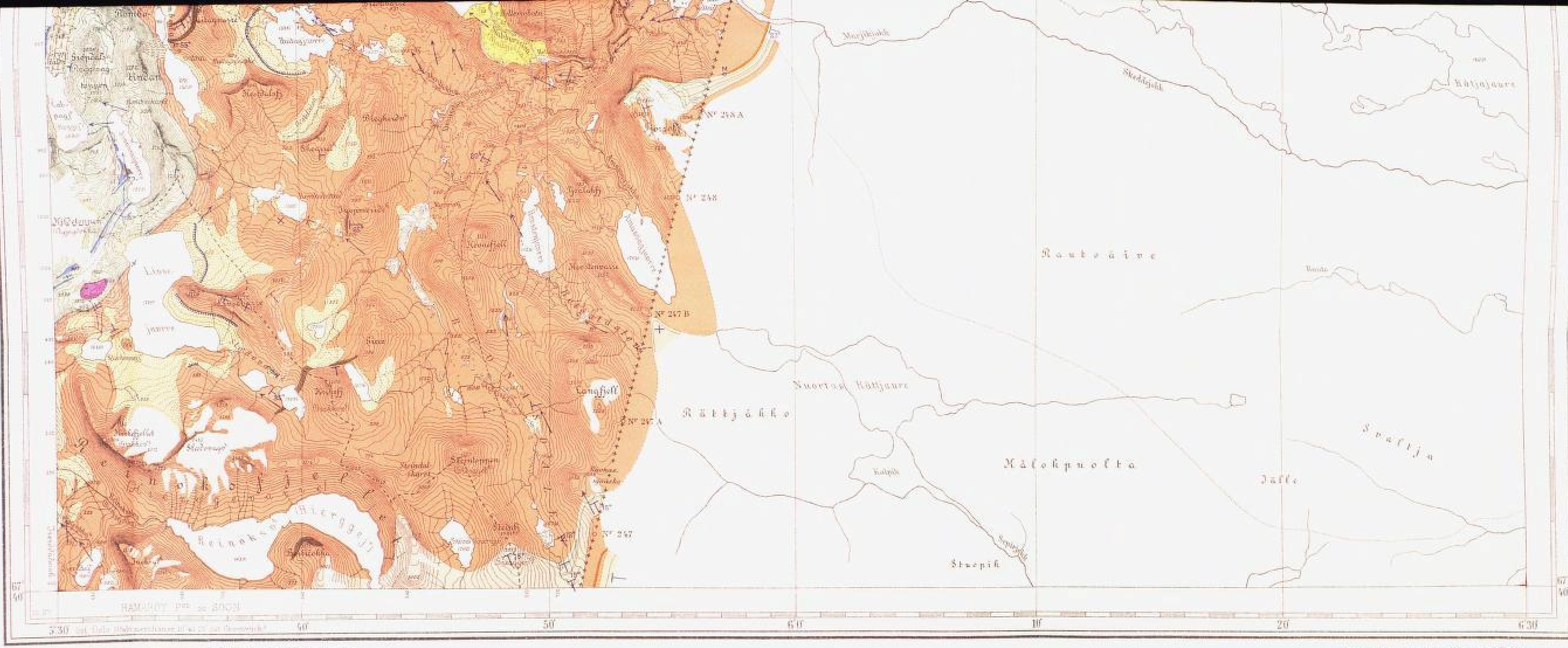
- Kalkmarmor (Calcite marble)
- Glimmerskifer og -gneis (Mica schist and -gneiss)
- Kalkglimmerskifer (Calcareous mica schist)
- Kvartsitt (Quartzite)

#### Fjellkjedens intrusiver

- Kaledonian intrusives
- Peridotitt- og serpentinkupper (Peridotite- and serpentine bosses)
- Amfibolitt (Amphibolite)
- Granittintrusjoner i skifer (Granite intrusions in mica schist)
- Natron-granitt, grå, kataklastisk (Soda-granite, grey, cataclastic)

#### Bunnmassivets eruptiver. Kalrike

- (Bottom batholith, rich in potash)
- Mikroklingranitt (Tysfjordgranit), grov, grå, mørke-flamme (Mylonitic granit, coarse-grained, grey, dark-flamed)



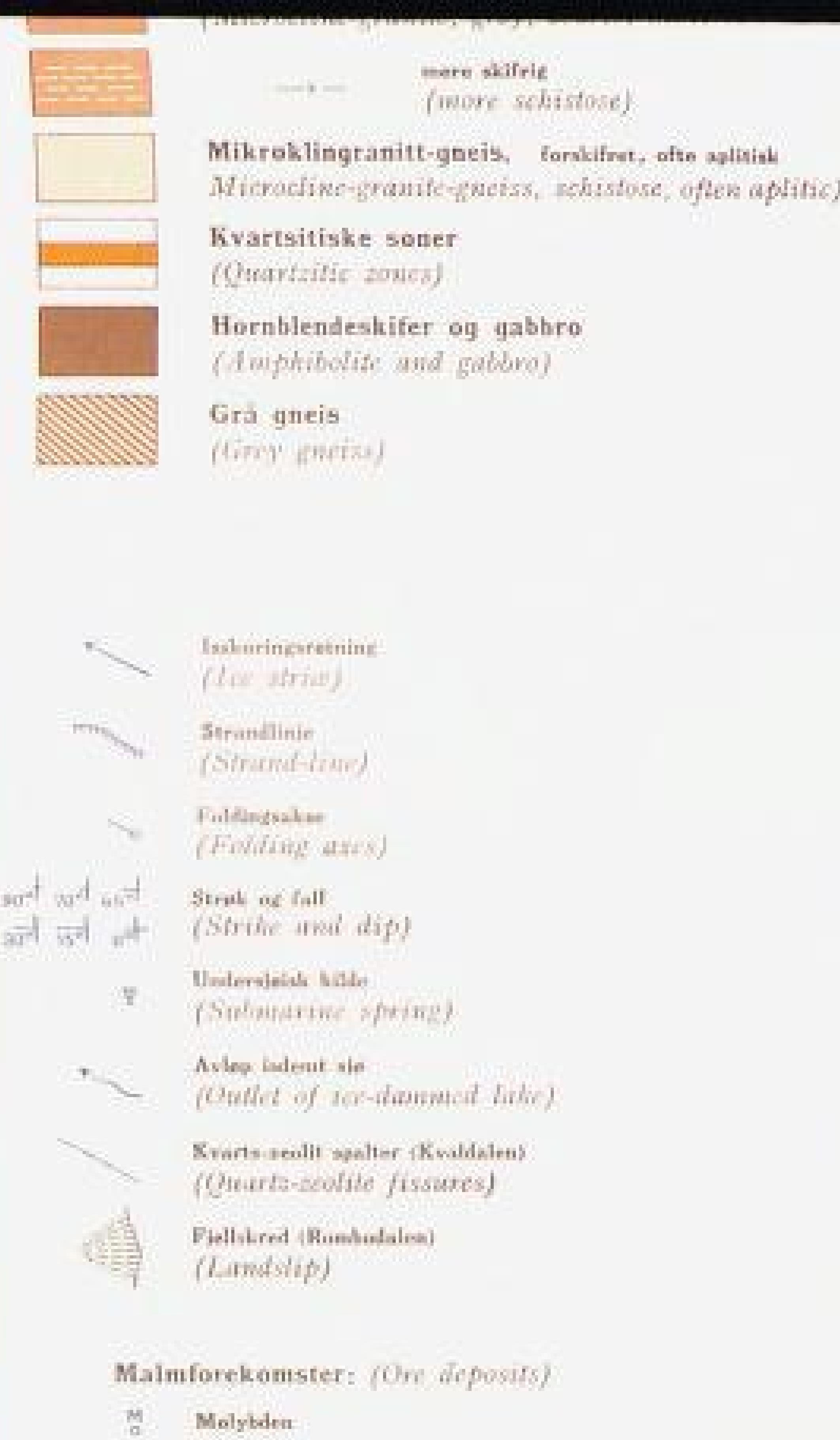
Utarbeidet på grunnlag av gradueringskart M. II Hellembotn.  
Litografert og trykt i Norges geografiske Oppmåling 1937.

Maalestok 1:100000

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
1000 m  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
10 km  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
geografisk mil

Høydeintervall 30 m. Hunder og dybder i meter. Hødestal på vann, myr og vasdrag i parentes.

Geologisk kartlagt av Steinar Foslie.  
Tekst N. G. U. nr. 150.

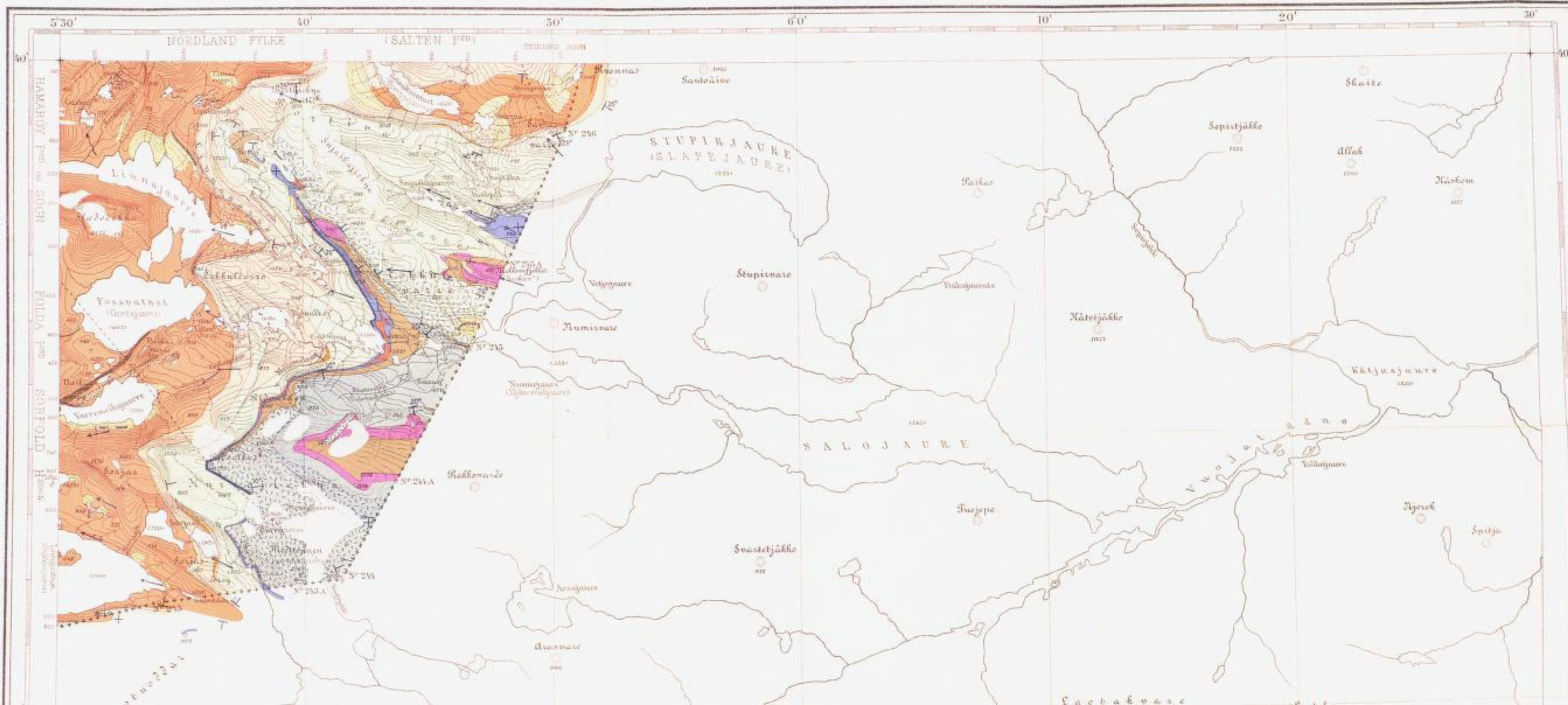


NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geologisk Kart  
**LINNAJAVRRE**

Oslo 1936.

Gradavstilling M 12

Topografisk kart over norgeskysten Norge



**Farve- og tegnforklaring**

**Kvartær (Quaternary)**

- Elve-avleiringer (River-deposits)
- Bre-avleiringer (Morainic drift)

**Metamorse sedimenter. Kambro-silur**

(Metamorphic sediments; cambro-silurian)

Kalkmarmor  
(Calcite marble)

Dolomittmarmor  
(Dolomite marble)

Glimmerskifer og -gneis  
(Mica-schist and -gneiss)

med hornblendepor  
(with amphibole por.)

Kalkglimmerskifer  
(Calcareous mica-schist)

Garbenskifer kalkrik (rich in Ca)  
kalkfattig (poor in Ca)

**Fjellkjedens intrusiver**

(Haledonian intrusives)

Peridotitt- og serpentinkupper  
(Peridotite- and serpentine bosses)

Amfibolitt  
(Amphibolite)

Natron-granitt, grå, kalsklastisk  
(Soda-granite, grey, kataclastic)



Utarbeidet på grunnlag av grunndelingskart M. 1:2 Linnajavtre,  
Litografert og trykt i Norges geografiske Opnaaling 1937.

Ole meridian ligger 10° til 20° øst Greenwich meridian

Maalestok 1:100000

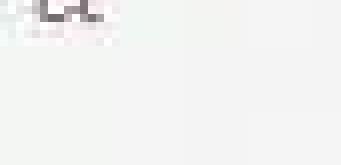
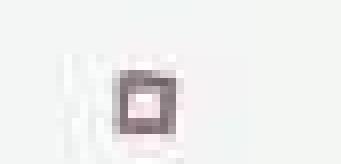



10000  
1000  
100  
10  
1  
100  
1000  
10000  
Geografisk km  
Autop. 30 m

Geologisk kartlagt av Steinar Foslie,  
Tekst N. G. U. nr. 150.



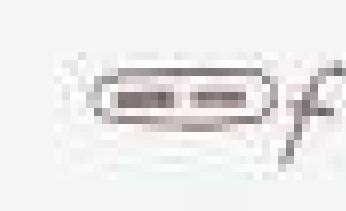
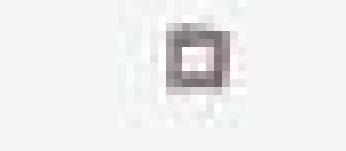
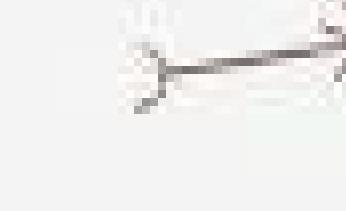


- Quartzite with streaks of omphacite  
 — " — with streaks of granite  
 — " — with sillimanite  
 Limestone and dolomite  
 Diabase  
 Fahl-band (Nybu)  
 Iron mine  
 Molybdenite  
 Fissures  
 Foliation  
 Axes of folds  
 Strike and dip



Geologisk kart over Levanghalvoen og omgivelser.

Vest og syd for Kilsfjorden er kartleggingen utført av Brit Holseth. Det øvrige er utført av W. C. Brogger m. fl.

-  — " — with streaks of granite
-  — " — with sillimanite
-  Limestone and dolomite
-  d Diabase
-  f Fahl-band (Nybu)
-  Iron mine
-  Molybdenite
-  Fissures
-  Foliation
-  Axes of folds
-  Strike and dip



E.M.

Geologisk kart over Levanghalvøen og omgivelser.

Vest og syd for Kilsfjorden er kartleggingen utført av Brit Hofseth. Det øvrige er utført av W. C. Bregger m. fl.

Målestokk 1 : 50 000.