

# Geologi og petrografi på Nord-Karmøy

(Geology and petrology on northern Karmøy)

Av Hans-Peter Geis.

## Summary

The author gives a description of rocks and tectonics on the northern and central part of the island of Karmøy, West-Norway, and concludes with an interpretation of the observations and a geologic history of the area.

The following rocks are described, proceeding from the youngest to the oldest, that is from the north to the south:

*Greenschist*, originally tuff, a slaty greenish rock, consisting of oligoclase, quartz, chlorite and biotite.

*Lava greenstone*. The main type is a more massiv greenish rock with albite-oligoclase and actinolite as the main component and quartz, biotite, chlorite, calcite and ore as accessories. There are typical lava structures to be found such as pillows and other proof of lava flow. The megascopic picture of the rock varies, holocrystalline, epidote-rich and quartz-rich types are to be found. Greenschist, quartzite and quartz-keratophyric rocks occur as concordant layers.

*Amphibolite*, a coarse rock, consisting mainly of albite-oligoclase and actinolite, appears lowest in the sequence. The coarse rock is always intercalated with rocks of the lava greenstone type, with the coarse constituent as layers, lumps and veins.

These rocks are intruded by

*epidiorite*, a rock similar to amphibolite but with granitic texture and sharp, discordant contacts,

*trondbjemite*, dikes and lumps of a greyish-white rock consisting mainly of albite and quartz with intersertale texture. Accessories are epidote, actinolite, chlorite, ilmenite, leucosene, pyrite, limonite, biotite.

Concordant deposits of pyrite, sphalerite, chalcopryrite, pyrrhotite and magnetite are interpreted as submarine-exhalative. One deposit is exhausted, another one is mined, both consisting of pyrite with sphalerite and chalcopryrite. The other deposits are of no commercial value.

Youngest is the quarternary till: boulders, sand and clay.

The tectonic processes have given rise to a syncline that in general follows the eastern shore line of Karmøy, with NNW-plunge. West of the syncline the strike is northwesterly with increasing dip angle westover. East of the syncline the strike is northerly. The lineation of the rocks goes parallel with the above mentioned syncline (B-lineation), another one (B') goes oblique to the B-lineation.

There are ruptures that strike N-S with more or less horizontal movements and others with strike NW-SE that are overthrusts. Both of them have to some extent formed the topography.

All of the rocks are metamorphosed in the "greenschist-facies". The following local facies types have been observed from the north to the south:

1. albite/oligoclase - quartz - chlorite - biotite - epidote
2. albite/oligoclase - actinolite - epidote (quartz - biotite - chlorite)
3. same as 2, but coarse crystalline.

It is not difficult to interpret the greenschist and the lava-greenstone as tuff and lava, respectively. The epidiorites are small intrusives. It is more difficult to give an interpretation of the amphibolite. Other places in Norway these rocks are interpreted as intrusions. The author is of the opinion that there is little proof for such an interpretation on Karmøy. He thinks that they are higher metamorphosed lava greenstones and the trondhemite might be a mobilisate in connection herewith.

The age of the rocks is Lower Ordovician.

### I. Overblikk over Karmøy på grunnlag av tidligere publikasjoner

Karmøy i sin helhet er tidligere bare undersøkt en eneste gang. Det var av Reusch, og han skriver om dette i sin bok "Bømmeløen og Karmøen med omgivelser". Reusch påviste denne gang at bergartene på øya stryker i NV-retning. Han inndelte bergartene i

- a) en sone med forskjellige gneisbergarter i SV
- b) i midten et belte med "dioritiske bergarter"
- c) i nordøst på Karmøy og det tilstøtende fastland et område med "grønne, krystallinske skifere" (på fastlandet igjen omgitt av gneis)
- d) på nordspissen av Karmøy "sortaktig og grå lerglimmerskifer"
- e) i sør ligger et "polygent konglomerat" på gneisene.

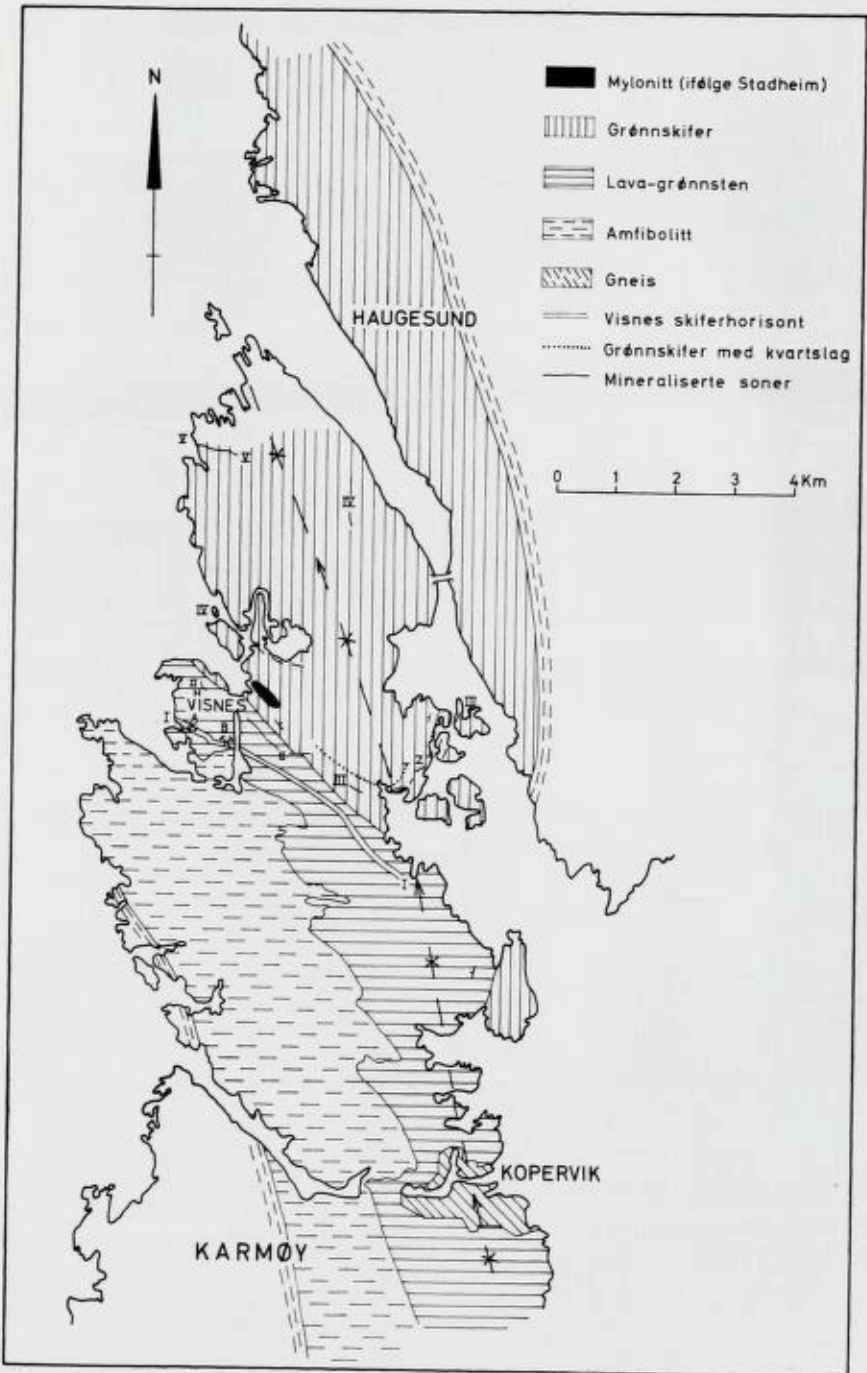
Senere laget Goldschmidt (1922) følgende inndeling i Stavanger-området:

Sedimentbergarter (konglomerat) på Karmøy (muligens Downton)

Avdeling av de grønne skifere (Overordovicium til Silur)

Fylittavdeling (Kambrium og Underordovicium).

"Saussuritgabbroen" på Karmøy har etter hans oppfatning tydelig karakter av en dypbergart.



I konglomeratet som inneholder rullesten av de andre bergarter på Karmøy, fant Isachsen 1939 noen fossiler (Broch, Isachsen, Isberg & Strand 1940). På grunnlag av disse ble konglomeratets alder fastslått til overgrensen for Ordovicium.

Holtedahl (1953) innordner grønnstenene på Vestlandet lavere enn Goldschmidt, nemlig Underordovicium.

Endelig foreligger det et upublisert kart av Stadheim fra NGU's bergarkiv. Han utførte i 1940-årene geologisk kartlegging av et mindre område vest for Visnesvann i målestokk 1 : 5000.

Kolderup (1931) beretter ganske kort om noen observasjoner fra Karmøy, deriblant nevner han en synklinal på østsiden av Karmøy.

## II. Kartleggingen

De mest inngående undersøkelser ble av forfatteren utført i området omkring Visnes og omkring den gamle Sørstokke-gruve S for Kopervik, hvor det ble utført kartlegging på flyfoto i målestokk 1 : 5000.

Grensen mellom lava-grønnsten og amfibolitt ble kartlagt på flyfoto over hele Karmøy, det samme gjelder grensen mellom lava-grønnsten og grønnskifer. I amfibolitt-området ble det utført noen oversiktsbefaringer og dens ligg-grense ble kartlagt i 1 : 50 000. En innleiring på Lande ble kartlagt, en annen i Torvastad (Bjørgene) ikke. Nordgrensen av grønnskiferen ble overtatt etter Reusch (1888).

Fig. 1. Geologisk kart over Nord-Karmøy samt tilstøtende fastland (foregående side).  
*Geological map of northern Karmøy and the nearby mainland.*

grønnskifer	<i>greenschist</i>
lava-grønnsten	<i>lava greenstone</i>
amfibolitt	<i>amphibolite</i>
gneis	<i>gneiss</i>
Visnes skifer	<i>Visnes schist</i>
grønnskifer med kvartstårer	<i>greenschist with quartz veins</i>
mineraliserte soner	<i>mineralised zones</i>
I Visnes malmsone	<i>Visnes ore zone</i>
A. Gamlegruben	<i>Old mine</i>
B. Rødklev grube	<i>Rødklev mine</i>
II malmsone	<i>ore zone</i>
Haugesundsynken — Patmos — Klevensynk	
III malmsone	<i>ore zone</i>
Våge — Bukkøy	
IV malmsone	<i>ore zone</i>
Vikingstad — Storesund	
V Dale malmsone	<i>Dale ore zone</i>
Dale synker	<i>Dale shafts</i>

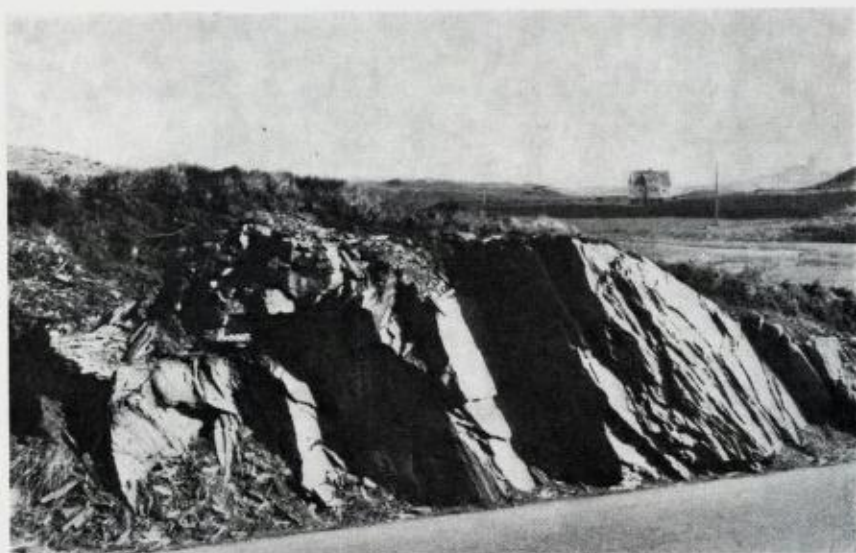


Fig. 2. Frisk veiskjæring i grønnskifer. Riksvei 14 øst for Torvastad.  
*New road cut in greenschist. Highway 14 east of Torvastad.*

Forfatteren vil her takke Metallgesellschaft AG. ved Dipl.Ing. Reddehase samt A/S Vigsnes Kobberværk ved direktør Leiv Løvold for den velvilje de viste under arbeidet og for tillatelsen til å publisere resultatene. Prof Chr. Oftedahl og statsgeolog M. Gustavson takkes for kritisk gjennomsyn av teksten og noen kommentarer.

### III. Bergartsbeskrivelser

Den overveiende del av forfatterens undersøkelser ble utført innenfor de bergartene som Reusch kalte for "dioritisk bergart" og bare i mindre utstrekning i de "grønne, krystallinske skiferes" område. På alle de andre bergartene ble det kun utført oversiktsbefaringer. Den av Kolderup (1931) nevnte glimmerskifer i Torvastad ble således ikke skilt ut. Da undersøkelsene måtte utføres meget nøyaktig i forbindelse med malmletingsoppgaver, var det av oppdragsgiveren på forhånd bestilt flyfotografier i målestokk 1:5000.

Det vesentligste resultat av undersøkelsene er at det ble utført en todeling av Reusch's "dioritiske bergarter", nemlig i

Grønnsten med lava-strukturer (Lava-grønnsten) og  
 Amfibolitt.

En bergart med liknende egenskaper som amfibolitten opptrer tydelig diskordant i lava-grønnstenen. Den ble kalt "epidioritt". Med hensyn til den areal-



Fig. 3. Horisont med konkordante kvartsårer i grønnskifer. Gloppe.  
*Layer with concordant quartz veins in greenschist. Gloppe.*

messige fordeling av bergartstypene henvises til fig. 2 i Geis (1965).

I det følgende skal det gis en beskrivelse av de forskjellige bergarter samt deres innleiringer.

*a) Grønnskifer (Reusch's "grønne, krystallinske skifere").*

Dette er de yngste bergartene i vårt område. De ligger over lava-grønnstenen. Grønnskiferen har en grønngrå farge og er tynnskifrig og tynnplattig (fig. 2). I motsetning til lava-grønnstenen lar den seg kløve og man får glatte og jevne bruddflater. I uforvitrete blotninger er det lett å holde de to grønnstenene fra hverandre. Men dette kan være meget vanskelig hvor bergartene er forvitret eller polert av isen.

Grensen mellom dem er ikke alltid skarp. På Skeie f.e. har man inntrykket av at de vekselagrer slik man ventet det i grenseområdet mellom lava og tuff. Grensen ble i dette tilfelle tegnet hvor vedkommende bergartstype overveier.

Det finnes *kvartsittiske* innleiringer av samme type som de som lenger nede vil bli beskrevet fra lava-grønnstenen. Fra Skeisvoll over Våge til Gloppe går en horisont med *konkordante årer av kvarts* (fig. 3). Den viser meget pent lagenes ombøyning og den flatere aksestilling på østsiden av Karmøy. I dens

## Amfibol og plagioklas i noen slip

Slip nr.	Bergart	Z $\wedge$ c	Amfibol		X' $\wedge$ (010)	Plagioklas	
			størrelse (mm)	% i slip		størrelse (mm)	% i slip
30	lava-grønnsten	17,0	0,04 x 0,5	35	— 9,4 (An 12)	—	50
32	•						
42	•	17,7	0,125	90	— 14,7 (An 5)	—	60
60	•	21,0	0,5 x 0,125	25	— 13,8 (An 6)	—	30
172	•						
91	lava-grønnsten keratofyrisk		ingen		— 14,4 (An 5)	1,5 x 0,5	70
99	epidotisert lava-grønnsten	16,0	< 1	5	— 11,2 (An 10)	0,025 x 0,006	25
29	holokryst. lava-grønnsten	20,3	< 1	30	— 18,4 (An 0)	1,5 x 0,5	60
22	Visneskifer				— 17,7 (An 0)	0,5 x 0,025	80
48	•	17,5	0,025 x 0,125	15	— 18,6 (An 0)	—	50
112	•	20,2	0,007 x 0,1	25			
83	kvartskerato- fyr i lava- grønnsten	16,6	0,05 x 3	5	— 22,6 (An 0)	—	70
71	grønn- skifer		ingen		— 10,6 (An 11)	0,025	60
6	epidioritt	20,6	1,5 x 2,5	25	— 12,4 (An 8)	—	50
36	•	16,2	1,5 — 2,5	70	ikke mulig å identifisere		
11	amfibolitt	12,6	5 x 10	50	— 11,0 (An 11)	—	20
14	•	17,8	5 x 10	60	— 15,3 (An 3)	—	30
34	•	19,8	2 — 2,5	50	— 17,0 (An 0)	—	40
95	trond- hjemitt	10,2	1 x 0,25	5	— 24,9 (An 0)	—	85

forlengelse mot NV er kvartsen mer kompakt anrikt og inneholder mm-tykke pyrittband som tidligere ga anledning til en del skjerpevirkosmhet.

Bortsett fra de nevnte innleiringer viser selve grønnskiferen nord for gården Visnes visse variasjoner. Her opptrer tildels en sterk *epidotisering* som delvis har ført til dannelsen av epidot-biotitt-gneis.

Tynnslipene av grønnskifer viser en fin parallelltekstur med vekslende mengder kvarts og plagioklas (oligoklas 11 An). Bånd av kloritt og biotitt og årer av granoblastisk kvarts og plagioklas gir det hele også en makroskopisk parallellstruktur.



Fig. 4. Lava-grønnsten med putestrukturer. 200 m nord for Visnes havn.  
*Lava greenstone with pillow structures. 200 m N of the harbour of Visnes.*

Epidot-biotitt-gneisen består makroskopisk av biotittlag i en grunnmasse med skitten-gul farge. Under mikroskopet ser man at grunnmassen består av kvarts med fin granoblastisk tekstur, heri er anriktet slirer av epidot og noe fibrig aktinolit.

Grønnskifer av en liknende type som på Karmøy har Strand (1958) beskrevet fra Helgeland.

#### *b) Lava-grønnsten.*

Dette er den bergarten som ble studert mest inngående. Heri ligger Visnes-malmsonen med de mest betydningsfulle malmforekomster på Karmøy. Bergarten dekker den nordøstlige del av Reusch's "dioritisk bergart". Den danner et NV-SO-gående belte av 500-1000 m bredde over størsteparten av Karmøy (se også avsnittet "Tektonikk og metamorfose"). Den har en rettlinjert grense mot grønnskiferen i hengen (NO) og en buktet og meget uklar begrensning mot amfibolitten .

Bergarten er masseformet med ujevne brudd- og avsondringsflater. På forvitret overflate er fargen grålig, på friskt brudd grønngrå. Bergarten er tett, stedvis med anrikninger av små biotitt- eller klorittflak. Også kalkspatårer sees leilighetsvis. Bergarten forvittrer slik at flytestrukturer som i flytende lava blir



synlig. N for Visnes havn kan man i veiskjæringen noen steder se putestrukturer (fig. 4). Putene er imidlertid langstrakt etter hovedfoldningsaksen og er ikke så karakteristisk som f. e. i Lahn-Dill-området i Tyskland.

Ved hjelp av parallellstrukturen som samtidig er skifriheten er det mulig å oppdage foldestrukturer.

Under mikroskopet ser man i det vesentlige en parallelltekstur av plagioklaslister (albitt-oligoklas 5-11 An) og av fibrig aktinolit. Det hele er strødd over av epidotkrystaller. Aksessorisk finnes: kvarts, kloritt, biotitt, kalsitt, erts. Årer av kalsitt eller epidot og kvarts trekker seg gjennom det hele. Såvel biotitt som kloritt er helt frisk og ofte intenst sammenvokset med aktinolit.

Bergartens sammensetning og utseende varierer innenfor temmelig vide grenser. Dette gjelder spesielt for gehalten av aktinolit. Den kan utgjøre hovedmengden, men den kan også forsvinne nesten fullstendig, slik at det oppstår en skifer med *keratofyrisk til kvarts-keratofyrisk* karakter slik den finnes et stykke vest for Rødklevgruven.

Den normale lava-grønnsten kan vise et *mikroskopisk bilde forskjellig* fra det ovenfor beskrevne. En slik variant ble spesielt funnet nord for veien fra Visnesvann til Visnes havn. Det eneste makroskopisk påfallende er små epidotflekker av noen mm diameter. Under mikroskopet viste det seg at bergarten overveiende består av meget finkornet plagioklas (albitt 10 An) og mindre kvarts med granoblastisk tekstur. Det hele er gjennomsett av en masse små epidotkorn. Kloritt og biotitt som tildels er intenst sammenvokset, danner slirer og flekker. Mellom alt skyver seg bittesmå aktinolitfibrer. Disse danner delvis også større slirer. Aksessorisk opptrer: større aktinolitkrystaller, leukoksen, erts, allanitt (etter bestemmelse av Dr. Stam). Plagioklas- og kvartskornene inneholder vanligvis jevnt fordelt bittesmå inneslutninger som ikke har latt seg bestemme. Om aktinolit og plagioklas se også tabell.

Den bergarten N for gamle Visnes gruve, som av Reusch (1888) ble betegnet som "*konglomerat*" hører også til denne type. Den særpreges av store klumper og slirer av epidot med kvarts. Disse står frem når bergarten forvitrer og gir den et visst konglomeratliknende utseende (fig. 5). Ved en sammenlikning med de ekte konglomeratene på Sør-Karmøy og på Bømlo oppdager man snart at det her må dreie seg om noe annet, nemlig en spesiell type epidotisering. Dessuten er også den muligheten tilstede at det dreier seg om et agglomerat.

I en annen varietet er *nesten hele bergarten erstattet med kvarts* i granoblastisk tekstur. Innimellom sitter det små mengder med stråleformet plagioklas. Magnetittkrystaller er strødd over det hele. Forøvrig er både det opprinnelige makro- og mikrobilde bevart. Mandelsten-hulrom er fylt igjen med litt grovere granoblastisk kvarts.



Fig. 5. Utvitrete epidotrike partier i lava-grønnsten. 400 m NO for Visnes havn.  
*Epidote concentrations in lava greenstone which are more resistant to weathering.*  
 400 m NE of the harbour of Visnes.

Videre finnes det slireaktig og gangaktig *holokrystallinske partier* som under mikroskopet består av plagioklas (albitt 0 An) og aktinolitt i intersertal tekstur. Det finnes alle overganger fra en fibrig aktinolitt-kloritt- substans — hvor konturene av en porfyroblast såvidt kan skimtes — til tydelig intersertal-tekstur. Plagioklaskrystallene er som oftest fylt med små epidotkorn. Det er påfallende at plagioklasene i tydelig holokrystallin-intersertale partier inneholder mindre epidot, og her er også ilmenitt anriket. Delvis er denne omvandlet til leukoksen. Leukoksen opptrer også uten synlig sammenheng med ilmenitt. Aksessorisk finnes: kloritt, kalsitt, kvarts.

Det finnes også en rekke *konkordante innleiringer*. Først og fremst må nevnes *tynnskifrige grønne bergarter* (Visnesskifer). I disse ligger gamle Visnes- og Rødklev-gruvens malmleier. Under mikroskopet viser disse bergarter plagioklas (albitt 0 An) og kloritt med parallell til granoblastisk tekstur. Jevnt fordelt over det hele opptrer epidot, mens aktinolitt bare foreligger i meget små mengder. Aksessorisk finner man dessuten kalsitt, kvarts, leukoksen. Omkring de to gruvene er innenfor den samme sone også andre bergarter representert som bare ble observert på liggsiden av malmen. Det er hovedsakelig hvite til lysegrå skifere som består av meget finkornet kvarts samt kloritt i

parallell anordning, dette er gjennomsatt av noen årer med grovere kvartskorn (aksessorisk pyritt, leukoksen, epidot). Innleiringer som likner på lapillituff ble iaktatt. Under mikroskop viste de lapilli-liknende stedene seg å bestå av plagioklas-aggregater som tildels er sterkt kalsittisert og epidotisert.

En annen gruppe av *innleiringer* er meget *kvartsrike* og disse må vel tydes som sedimentære dannelser, muligens delvis kjemiske utfellinger på havbunnen. Det kan ikke sies noe om utgangsproduktene er tilført hydrotermalt eller om de ble anriket i sjøvannet på annen måte. Bergarten kalles vanligvis for "blåkvarts", mens Reusch (1888) kalte den for "kvartsit". Den har blågrå farge og finnes hovedsakelig langs med kysten omkring Visnes; mot SO er den sjeldnere. Da det opptrer en del slike linser omkring malmforekomstene ble de tidligere brukt som "ledehorisonter" under malmletingen. Som tynnslipene viser, er blåkvartsen omkring malmleiene faktisk rene kvartsbergarter, mens en stor del av de utenforliggende er av kvartskeratofyriske sammensetning. Under mikroskop kan man se jevne overganger fra den ene til den andre variant. Det er mulig å stille opp en rekke som begynner med en bergart som bare består av granoblastisk kvarts med antydning paralleltetekstur, overstrødd med noen bittesmå magnetittkrystaller; aksessorisk sees epidot. Rekken fører videre over bergarter som består av finkornet granoblastisk kvarts og plagioklas (Albitt 0 An) med vekslende kloritt- og epidotgehalt og med noen årer av grovere kvarts. Rekken slutter med en bergart av fint sammenfiltret kvartsplagioklas-grunnmasse med isprengt aktinolit, epidot, biotitt og erts (magnetitt og pyritt). Aksessorisk ligger heri titanitt og rutil. Den siste type viser en viss likhet med kvartskeratofyriske ganger sør for Visnes. Disse er imidlertid makroskopisk tette og av hvit farge med noen klorittiske slirer.

I lavagrønnstenens område opptrer grønnsten også *gangaktig*. Både makro- og mikroskopisk er det en stor likhet med de før nevnte grønnstensvarianter. En unntakelse er en lagergang N for Visnes som det var mulig å følge over 600 m lengde. Grunnmassen i denne er fullstendig erstattet med meget finkornet granoblastisk kvarts samt litt epidot og aktinolit. Som innsprengninger opptrer feltspatkrystaller som er delvis fortrent av epidot og granoblastisk kvarts. Konturene av disse er både makro- og mikroskopisk godt synlige.

### c) Epidioritt.

Noen steder ble det observert holokrystallinske bergarter som støtter diskordant mot de omgivende bergarter, man må altså anta at de er av intrusiv opprinnelse. Bergartene ble funnet på følgende steder: V for gamle Visnes-gruve, NV for Rødklev-gruve, 700 m NV for gamle Visnes-gruve og 300 m S for Rødklev-gruve. Sørgransen av epidioritten NV for Rødklev-gruven ble på-



Fig. 6. Slirig-lagig amfibolitt. Kvalavåg.

*Amphibolite, consisting of coarse grained and fine grained layers. Kvalavåg.*

truffet på 40 m- og 150 m-etasje i gruvens Vestkis-parti. Den samme bergart finnes også på etasje 150 og 210 i gruvens Østkis-parti.

Jevn granittisk tekstur, skarpe grenser mot de omgivende bergarter og massiv avsondring er karakteristisk for epidioritten. Dette utgjør også dens forskjell fra amfibolitten (som skal omtales i neste avsnitt). I randsonene foreligger ofte sterk forskifring.

Under mikroskop viser det seg at bergarten har en intersertaltekstur av frisk aktinolitt og fullstendig gjenfylte plagioklaskrystaller (albitt 8 An). Fyllmassen er en uklar blanding av titanitt, epidot, kvarts, kalsitt, aktinolitt-trevler, kloritt, apatitt. Større aktinolittaggregater består i sitt indre delvis av kloritt.

De forskifrete partiene ser under mikroskop prinsipielt like ut. Men det hele er her gjennomsett av fintrevet aktinolittsubstans og aktinolittkrystallene er mer trevlete.

#### *d) Amfibolitt.*

Lava-grønnstenens ligg-grense er ikke skarp, men mot ligger opptrer det flere og flere grovkrystallinske partier i linse- og slireform. I dem ser man med det blotte øye uregelmessige aktinolitt-individer i en hvit, uklar feltspat-



Fig. 7. Brekksjert lava-grønnsten med trondhemittisk kittsubstans. 2 km vest for Kopervik.  
*Brecciated lava greenstone, cemented by trondhemite. 2 km W of Kopervik.*

mellommasse. Aktinolitkrystallenes størrelse varierer mellom noen mm og 3 cm. I hele amfibolitt-området forekommer partier av lava-grønnsten-type i like stor mengde som grovkrystallinske partier. Større arealer med bare grovkrystallinsk amfibolitt finnes ikke. Grensen ble på kartet trukket hvor det ikke bare opptrer enkelte, men mange grovkrystallinske partier. De grovkrystallinske og de tette partier danner for det meste tydelig avgrensede lag som alternerer med hverandre (fig. 6). Men det er heller ikke sjeldent at grovkrystallinske partier gjennomvever de tette i form av slirer og uregelmessige kumper som ser ut som lateralsekresjoner. Enkeltkrystallenes størrelse er over hele området meget variabelt, d.v.s. teksturen kan på hver plass variere mellom meget tett og sterkt grovkrystallinsk uten noen generell økning av kornstørrelsen mot liggen.

Det er denne bergart som av Goldschmidt (1922) ble kalt "Saussuritgabbro". Liknende bergarter opptrer også andre steder i Kaledonidene og omtales under samme navn. På Karmøy syntes jeg imidlertid ikke det var riktig å bruke dette navnet da man med gabbro mener en basisk dypbergart. Mineralsammensetningen viser at det er en intermedier bergart, og jeg tolker den heller ikke som en dypbergart. Det henvises i denne forbindelse til det som er anført nedenfor. Navnet "amfibolitt" passer etter min mening bedre, iallfall er det nøytralt med hensyn til bergartens dannelselse.



Fig. 8. Amfibolaggregater som svever i trondhjemit-substans, har omriss av breksjebruddstykker. 2 km vest for Kopervik.

*Aggregates of amphibole — with contours similar to the brecciated lava greenstone — cemented by trondhjemite. 2 km W of Kopervik.*

Den *grovkrystallinske* amfibolitt i egentlig forstand har en temmelig grov subofittisk tekstur (Tyrrell 1926) i hvilken plagioklas (albitt-oligoklas 0-11 An) og aktinolitt er nesten grafisk sammenvokset. Begge to er tydelig vokset gjennom hverandre og det er ikke mulig å avgjøre aldersforholdet. Aktinolitten viser pleokroisme og er ofte vokset sammen med og fylt med kloritt og kalsitt slik at den ved studium med en nikol ser ut som et enhetlig individ. I aktinolittsubstansen sitter små epidotkorn i mindre antall. Også rester av ilmenitt, som er omgitt av leukoksen, sitter ofte i hornblendene. Feltspatene er vanligvis friske med tydelig tvillinglamellering, men en stor del er også fylt med små mineral-korn. Disse består overveiende av epidot, dernest aktinolitt, fine aktinolitt-trevler, apatitt og rutil. Epidotinneslutningene synes selv å ha inneslutninger som imidlertid ikke kunne bestemmes.

Meget interessante er noen iakttagelser fra *grenseområdet mellom amfibolitt og lava-grønnsten*. For det første finnes her trondhjemitene som skal omtales i neste kapittel. For det andre ble det noen plasser i lava-grønnstenen iaktatt feltspatporfyroblaster i grønngrå grunnmasse. Endelig er — spesielt V for Kopervik — lava-grønnstenen i grenseområdet breksjert (fig. 7) og binde-



Fig. 9. Trondhjemittganger. 350 m sør for Visnes havn.  
*Trondhjemite veins. 350 m S of the harbour of Visnes.*

midlet består av trondhjemittsubstans. Litt lenger borte finner man en bergart med anrikninger av grovkrystallinsk amfibol i trondhjemitt-grunnmasse. Disse anrikninger har formen av slike breksje-bruddstykker (fig. 8).

Mikroskopisk består grunnmassen i *lava-grønnstenen med feltspatporfyroblaster* av aktinolit og feltspatkrystaller som nesten fullstendig er fylt igjen med epidot og aktinolit-trevler i intersertal- eller parallell anordning. Dertil kommer større mengder leukoksen og litt fri epidot. Som innsprengninger sitter heri feltspatporfyroblastene som imidlertid er nesten fullstendig fylt med epidot.

Den *breksjerte lava-grønnsten* består av granoblastisk aktinolit og plagioklas, overstrødd med leukoksen, litt epidot og spor av ?rutit. Bindemiddel er finlamellert, frisk plagioklas med grov granoblastisk tekstur samt noe epidot og litt aktinolit, ilmenitt og leukoksen.

Til slutt skal det nevnes at *grønnsten* av lavatypen tydelig gjennomsetter amfibolitten *gangaktig*, særlig godt sees dette på nasset V for Visnes. Et slip fra en slik gang viser plagioklas med grove tvillinglameller i intersertal anordning, med trevlete aktinolitbiter av blågrønn farge imellom. Det hele er strødd over med epidotkorn og -aggregater. Aksessorisk kommer leukoksen til.

#### e) *Trondhjemitt.*

Som allerede nevnt i det foranstående kapittel, opptrer det i grenseområdet mellom amfibolitt og lava-grønnsten en nesten hvit, sur bergart. Den danner uregelmessige ganger, slirer og klumper fra noen m til 100 m lengde med diskordante grenser og hvis strøkretning er subparallell med de øvrige bergarter (fig. 9). Fargen skyldes forvitringen, på friskt brudd er bergarten av middelsgrå farge.

Allerede med det blotte øye er det mulig å skjelne mellom to typer: en kvartsrik type og en i hvilken man ikke kan se kvarts. Undersøker man bergarten i tynnslip så iakttar man i det vesentlige et intersertalt flettverk av plagioklas (albitt 0 An) i hvilket det sitter kvarts-granoblaster. Ofte har man inntrykk av at de har fortrenget plagioklasen, men på en hel rekke steder foreligger det kvarts og plagioklas med grafisk implikasjonstekstur som altså tyder på samtidig utkrystallisering. Hvor man med det blotte øye ikke kan se kvarts, finner man under mikroskop også vesentlig mindre mengder av dette mineral.

Plagioklasene er alle av lik sammensetning. De ser friske ut, er ofte lamellert og inneholder vekslende mengder med inneslutninger. Disse består hovedsakelig av epidot, dessuten aktinolitnåler og noe kloritt. Også kvartsen er ofte uklar p.g.a. innesluttede epidotkorn. Aksessorisk opptrer følgende mineraler i trondhjemiten: epidot, aktinolit, kloritt, ilmenitt med leukoksen, pyritt med limonitt, biotitt.

#### f) Malmsoner.

Hovedformålet med forfatterens arbeide var en undersøkelse av malmforekomstene. Det skal her gis et kort overblikk (sml. også Geis 1961 og 1965).

Hovedforekomstene er, resp. var, gamle Visnes-gruve og Rødklev-gruve. Begge ligger i den ovenfor nevnte Visnesskifer-horizonten. Gamle Visnes-gruve like ved Visnes havn var i drift fra 1866—1894 og produserte i dette tidsrom ca. 1.364.500 t. råmalm med i gjennomsnitt 1,66 % Cu (Foslie nevner i "Norges svovelkisforekomsetr" et lavere tall som antakelig er en addisjon av tallene i Norges Bergverksdrift; der er imidlertid for tiden 1866—1883 den produserte mengde *salgsprodukt* oppgitt). Gruven ble drevet på seks steiltstående malmstokker og nådde et dyp på 732 m. All drivverdig malm er utdrevet. Ved undersøkelser i de senere år ble det heller ikke funnet ny malm. Beskrivelser foreligger fra Reusch (1884, 1888), Dittmarsch-Flocon (1875), Helland (1871), Knudsen (1885), Vogt (1894, 1910), Foslie (1926).

Rødklev-gruven som ligger ca. 500 m SO for den gamle gruven, har vært i drift siden 1904 med noen avbrytelser i årene 1920—1924. Her opptrer det malm på to sider av Visnesvann-forkastningen, "Vestkisen" og "Østkisen". Vestkisen kan kalles for en linjal med en rekke fortykkelser og forgreninger. Østkisens oppbygning er mer komplisert. En rekke forkastninger har skjøvet den sammen nesten som et trekkspill. Produksjonen i 1959 var 49.970 t råmalm med 23,48 % S og 0,45 % Cu. Gruven har nådd et dyp på 375 m. Vestkisen er beskrevet av Foslie (1926).

Mindre mineraliseringer opptrer på Visnesskifer-sonen øst og vest for gruven.



Utover den nevnte horisonten opptrer følgende mineraliserte soner som er uten økonomisk betydning:

Linderotsynker - Hopkins gruve - Huelva II - Hutte gruve - Kolstø (svovelkis og magnetkis),

Haugesundsynken - Patmos gruve - Kleven synk (svovelkis og magnetkis),

Landanes - Skeisvoll - Våge - Sørvelde - Gloppe - Bukkøy (svovelkis, magnetkis, magnetitt),

Vikingstad - Hauge (magnetitt, svovelkis),

Dale (magnetkis),

Kloststein gruve (svovelkis, kobberkis),

Sørstokk gruve (svovelkis, kobberkis, har produsert tilsammen 7300 t råmalm med 0,5 % Cu),

Gåsvannet - Yttraland (svovelkis, kobberkis).

Forekomstene antas å være dannet submarint-ekshalativt.

#### IV. Kvartæravsetninger

Sen paleosoiske, mesosoiske og tertiære bergarter mangler i arbeidsområdet. Av yngre avsetninger opptrer bare istids- og muligens alluviale dannelser. Istidsavleiringene består av sand med rullesten av forskjellige størrelser, noen steder også leire som danner råmaterialet til et teglverk på Avaldsnes. Rullestenene er overveiende fremmede bergarter. Det dreier seg vel overveiende om bunnmorene. Dens mektighet øker fra vest til øst på Karmøy. Landskapet gjenspeiler dette: vestkysten er bergfull og meget tynt befolket, østkysten derimot flat, med godt jordsmonn og av den grunn tett befolket. Istiden har også gitt fjellknausene og forhøyningene sin nåværende form, det er runde og ovale koller.

Alluviale dannelser er vel stenurene ved noen bratte kanter, og torvmyrene som man gjerne finner i mangelfullt drenerte områder.

#### V. Tektonikk og metamorfose

##### a) Storstilett foldning.

På kartet (fig. 1) er det inntegnet en rekke innleiringer i lava-grønnstenen og i grønnskiferen, som gjenspeiler strøk og fall av lagdelingen. Denne vises meget godt av den allerede av Reusch (1888) konstaterte grense mellom lava-grønnsten og grønnskifer ("dioritisk bergart" og "grønne krystallinske skifere").

På størstedelen av Karmøy er strøketretningen NV-SO med steilt fall (ca. 60° NO) og en steil stupning av foldningsaksene i nordlig retning. Mot østkysten blir foldningsaksenes stupning suksessivt mye flatere. Samtidig bøyer bergartsgrensene seg fra NV-SO over O-V i SV-NO-retning, viser altså det

typiske bilde av en synklinal. Synklinalstrukturen blir allerede nevnt av Kolde-rup (1931). Ombøyningen ble ved hjelp av tektoniske spesialundersøkelser funnet så langt sør som ved Sørstokke-gruve, hvorfra den forløper i NNV-retning mot nordspissen av Karmøy.

Bergartene, spesielt grønnskiferne, er ved østkysten stuet sammen til nesten isoklinale folder. Av den grunn får man her strøkretning ca. N-S. Svakere lokalfoldning forekommer også andre steder. Den er bl. a. antydnet i Visneskiferens forløp, dessuten i mineraliseringssonen Hopkins- - Patmos-gruve - Haugesundsynken og endelig i kvartsittenes forløp vest for den sistnevnte sone.

Den tektoniske oppbygning på fastlandet er likedan som på Øst-Karmøy, d.v.s. strøkretning N-S med en meget svak stupning av foldningsaksene mot N. Liknende strukturforhold som på Vest-Karmøy finnes på Feøy.

#### *b) Småfoldning ("makroskopisches Gefüge")*

Foruten foldene med km- og 100 m-utstrekning finnes også folder av mindre dimensjoner. Det ble iaktatt både steiltstående og flattliggende folder. Særlig lett er dette å se i grønnskiferen like NO for grensen til lava-grønnstenen, men også i Rødklev-gruven. Her er både kontakten mellom malmen og sidebergarten, malmens bånding, innleiringer i malmen og i tynne malm-bånd småfoldet. Lengdeaksene av tynne aktinolitnåler i malmen og dens omgivelser forløper parallelt med de lokalt fremtrende hovedfoldningsaksene.

Allerede Reusch (1888) skriver at malmlinjalenes lengdeutstrekning (i gamle Visnes-gruve) faller sammen med bergartenes strekningsretning. Den østerrikske geolog Dr. F. Karl viste i en spesialundersøkelse (Karl, 1956) at lineasjonene (fine striper) på planstrukturene (lagdeling og skifrihet) i og omkring Rødklev-gruve går parallelt med hovedfoldningsaksene og at det utover dette består visse relasjoner mellom foldningsaksene og malmlinjalenes lengdeakser.

Dr. Karl viste at de nevnte småstrukturene omkring Visnes til ca. 1 km SO for Rødklev-gruve stuper steilt mot NO. Ved Jordan-gruve allerede blir deres stupning flatere og går i retning N til NNV. Disse målingene ble av forfatteren siden ført videre over hele det her omtalte område på Karmøy. Resultatene stemmer godt overens med de under "Storstilet foldning" nevnte observasjoner.

Omkring den gamle Sørstokke-gruve var det overhodet ikke mulig å se lagdelingen eller noe tilsvarende. Av den grunn ble det her utført en liknende undersøkelse som av Dr. Karl på Visnes. Diagrammene av planstrukturene tyder her på en liknende synklinalstruktur som på Nord-Karmøy. Anordningen av mer eller mindre lagergangaktige innleiringer av amfibolitt tyder på det samme. Lineasjonene stuper overveiende i nordlig retning.

Målingene av lineasjonene i amfibolitt-området viser en ganske stor likhet i deres forløp samt en likhet med lineasjonenes forløp omkring Visnes. I en rekke tilfelle ble det også iaktatt at de makroskopiske lengdeakser av hornblendekrystaller forløper parallelt med den lokalt herskende lineasjon. Av dette kan man slutte at lineasjonene i og utenfor amfibolitten ble preget samtidig. Parallelliteten av hornblendenes lengdeakser med lineasjonen tyder også på at dannelsen av lineasjonen og omkrystalliseringen skjedde — iallfall delvis — samtidig.

Men det finnes ikke bare de typiske B-akse-lineasjoner parallelt med foldningsaksenes stupning, men også en B'-lineasjon\*) som i alminnelighet står loddrett på den første, bare sjeldent står de skjevt til hverandre. B'-lineasjonen er vanligvis uten større betydning, bare i Rødklev-gruven synes den å gjøre forholdene enda litt mer komplisert. ac-sprekker står vanligvis ikke helt loddrett på B-lineasjonen resp. foldningsaksene.

Mange steder opptrer det små kvartsganger av noen cm tykkelse og noen dm lengde langs etter hovedstrøkretningen, som selv er foldet. Jeg antar at det er sprekker som er oppstått i de tidligste faser av foldningen og som i det videre forløp av foldningen selv ble foldet.

#### c) Bruddtektonikk.

De første antydninger til bruddtektonikk ble allerede nevnt i forbindelse med de foldete små kvartsganger. Den neste fase representeres vel av dm-tykke kvartsganger som imidlertid er svært sjeldne.

*N-S-gående bruddsoner* oppfattes som de yngste dannelser som — etter kartet å dømme — er av en viss betydning også utenfor Karmøy. Her skal bare nevnes: Karmsund, Grindefjord, Ålfjord. I arbeidsområdet er de representert ved den med sikkerhet påviste Visnesvann-forkastning, Karmsund-forkastningen og den antatte Fiskåvann-forkastning. Det er meget vanskelig å bestemme størrelsen av forskyvningene. For Visnesvann-forkastningens vedkommende var det mulig. Her er østpartiet skjøvet 75-100 m nordover.

*Visnesvann-forkastningen* er morfologisk meget utpreget. Det er en påfallende forsenkningssone med bratte fjellvegger på begge sider. Heri ligger Visnesvannet og 750 m lenger S enda et vann.

Ved *Fiskåvannet* begynner også en forsenkningssone med noen vann, som fortsetter 4 km i sørlig retning. Av likheten med Visnesvann-sonen kan det

---

\*) Ifølge Sander (1948) opptrer det utenom den vanlige B-akse-lineasjon som går parallell med foldningsaksene, på de samme flatene ofte også en lineasjon mer eller mindre loddrett på B. Denne lineasjon kaller han B'.

antas at det her dreier seg om en liknende forkastningssone. P.g.a. overdekning med morene, vann og myr er det imidlertid ikke mulig å påvise dette med sikkerhet.

Sikkert påvist er *Karmsund-forkastningen* ved Bukkøy fyr. Her ser man en sprekk i 1 m bredde som er fylt igjen med limonittiserte bruddstykker av grønnskifer som er kittet sammen av en kaolinliknende substans. Den forløper  $170^{\circ}/70^{\circ}$  V.

Mindre N-S-gående forskyvninger ble observert mellom Rødklev-gruve og gamle Visnes-gruve.

Bortsett fra disse N-S-gående forkastninger kunne det p.g.a. lederhorisontenes og de geologiske grensnes forløp slutes på O-V-forkastninger. Det ser ut til at deres N-partier er sunket ned. De har dessuten bevirket horisontale forskyvninger på 50-200 m. Mer kan det ikke sies om dem. Det dreier seg antakeligvis ikke om tverrsprekker til de flate foldningsaksene ved vestkysten, da de også opptrer i områder med steile akser.

Til slutt skal jeg komme inn på *forkastninger langs etter strøket*. En rekke av dem ble observert i Rødklev-gruvens Østkis-parti. De faller vanligvis noe slakere ( $55^{\circ}$ ) enn lagdelingen ( $65^{\circ}$ ). Etter observasjonene å dømme er de eldre enn Visnesvann-forkastningen. I ethvert tilfelle er hengpartiet forskjøvet nedover i forhold til liggpartiet. Hvilken utbredelse disse forkastningene har i terrenget er det vanskelig å avgjøre. Spesielt på vestkysten finnes det et stort antall små daler og forsenkninger i terrenget som går parallelt med bergartenes strøketretning, men ingen steder finner man entydige beviser (f.e. glidespeil, breksje) for at det er forkastninger. Alderen av disse forkastninger er vanskelig å avgjøre. På den ene siden er det mulig at de er paradeformative (i forhold til foldningen) da de følger bergartenes strøketretning. På den andre siden er det like så godt tenkelig at de er av postdeformativ alder og delvis har benyttet seg av planstrukturene som dannet svakhetssoner.

En pekepinn på det innbyrdes aldersforhold mellom de tre forkastningssystemer får vi av iakttagelser i Rødklev-gruven. Små sprekker viste her denne aldersfølge:

- 1.) NV-SO      2.) O-V      3.) N-S.

#### d) *Metamorfose.*

Som allerede antydnet synes det å være sammenheng mellom tektonikk og metamorfose. Metamorfofen omhandles av den grunn sammen med tektonikken.

Bergartene i det område som ble kartlagt tilhører grønnskiferfasies og kvartsalbitt-epidot-biotitt-subfasies som definert av Turner & Verhoogen (1960). Selv om samtlige bergarter tilhører den samme metamorfe fasies kan man dog

merke en økning av den metamorfe påvirkning fra NO til SV. Av de tidligere beskrivelser fremgår det at de følgende lokalfasies følger hverandre i den nevnte retning:

- 1.) Albitt/oligoklas-kvarts-kloritt-biotitt-epidot.
- 2.) Albitt/oligoklas-aktinolit-epidot-(kvarts-biotitt-kloritt). Finkrystallinsk.
- 3.) Samme mineralsammensetning som 2., men grovkrystallinsk.

Som en variant av 1.) opptrer

- 1 a.) Albitt/oligoklas-kvarts-epidot-biotitt.

Ifølge Barth (1952) opptrer liknende bergarter i Sulitjelma-området, og der oppfattes disse mineral-kombinasjoner å tilhøre samme metamorfosegrad, med intrusivbergarter som utgangsmateriale for 1.) og sedimentbergarter for 1 a.).

Det skal også bemerkes at grensene mellom metamorfosegradene av Vogt (1927) i Sulitjelma ble trukket litt annerledes. Etter ham hører våre lokalfasies 2.) og 3.) til

“epidot-amfibolitt-fasies”,

hvilken av Turner & Verhoogen er opptatt i grønnskifer-fasies.

## VI. Tydning av de petrografisk-geologiske observasjoner

Vi kan anta at grønnskiferen er en metamorf tuff, muligens med noen mindre mellomliggende strømmer av tynnflytende lava, men dette kan vanskelig avgjøres i dag.

Vi har sett at lava-grønnstenen inneholder delvis ganske gode relikstrukturur som tyder på en effusiv dannelse. Innenfor lava-grønnstenen iakttok vi små stokkformete partier av en jevn krystallinsk bergart som ble kalt for “epidioritt” og som har skarpe begrensingslinjer. Ved disse to egenskaper — jevnheten i krystalliniteten og skarpe grenser — skiller den seg tydelig ut fra amfibolitten. Amfibolittens karakteristika er som tidligere beskrevet den vanligvis uskarpe grense mot lava-grønnsten og den slireaktige blanding av tette og forskjellige mer grovkrystallinske partier.

I avsnittet “Metamorfose” så vi at metamorfosegraden øker fra grønnskifer over lava-grønnsten til amfibolitt, som danner tre trinn i arbeidsområdets metamorfose. Gneisområdet på SV-Karmøy danner et fjerde trinn.

Amfibolitten og gneisene på SV-Karmøy støter — som Reusch's kartlegging og egne resultater viser — med en rett grense mot hverandre. Denne grense forløper samtidig subparallel med bergartenes alminnelige strøketretning slik den kommer til uttrykk f. eks. i grensen mellom lava-grønnsten og grønnskifer. Vest for Buasdalsvann (V Sørstokke) ble det foretatt noen målinger som viser at gneisen faller under amfibolitten. Lineasjonsmålingene viste meget god overenstemmelse med målingene ved Sørstokke gruve. Det ser altså ut til

at bergartsgrensene er primære og at det dreier seg om en i det vesentlige konkordant lagfølge hvis alder og metamorfosegrad avtar fra SV til NO.

Bortsett fra amfibolitten er det ikke vanskelig å gi en tydning av bergartene. Dette er i en viss utstrekning allerede skjedd i kapitlet "Bergartsbeskrivelse". Amfibolitten kan imidlertid være oppstått på 2 forskjellige måter. For det første kan det opprinnelig ha vært en basisk intrusivstokk. For det andre kan det være en omkrystallisert effusivbergart. Av Goldschmidt's benevnelse "Saussurit-gabbro" synes det å fremgå at han oppfattet den som en intrusivbergart. Tilsvarende bergarter på Stord ble av Kvale (1937) kalt for "gabbro". Oftedahl (1961) påpeker at man i de fleste kaledonske gabbromassiver i Norge finner liknende forhold som de som her ble beskrevet fra Nord-Karmøy. Han antar at det ble ekstrudert store lavamasser hvis dypeste partier hadde lengre tid å krystallisere og ble grovkrystallinske.

Etter min mening finnes det en hel rekke argumenter som taler imot en intrusiv opprinnelse og imot Oftedahls forklaring. Vi så for det første forskjellen mellom de små epidioritt-stokkene og amfibolitten. Man savner den skarpe grense og en jevn krystallinitet som man ellers er vant til i det indre av et slikt kompleks. At ligg-grensen går parallelt med bergartenes lagdeling er for en intrusivbergart også høyst ualminnelig. I de sentrale deler finner man dessuten bånding og sliring som har en viss likhet med granittiseringen, spesielt slik den opptrer øst for Haugesund, bare med den forskjell at årene og båndene i arbeidsområdet ikke er så skarpt avgrenset fra resten av bergarten. Men det kan ha sin grunn i at granitt-migmatittene tidligere har vært sedimentbergarter med godt utpreget lagdeling, noe som ikke er tilfelle med pillow-lava. Ofte er man fristet til å snakke om en slags injeksjonsmetamorfose. Under mikroskop ser man heller ikke relikstukturer etter basiske dybergarter, men helt overveiende friske, fylte og jevnt oppbyggete plagioklas- og aktinolitkrystaller som er vokset sammen på en slik måte at man må anta en samtidig dannelse. Eskola (1939) nevner som de viktigste kjennetegn på den metamorf-krystalloblastiske tekstur bl. a.:

samtlige mineraler er dannet omtrent samtidig,  
 utvikling av krystallflater er sjelden,  
 parallelltekstur ved at komponentene fortrinnsvis vokser i én retning,  
 sonarbygning av komponentene mangler,  
 innslutningene følger vanligvis ikke sonarbygningen,  
 bergartene er kompakte, ikke amygdaloide e.l.

Nettopp disse kjennetegn finner vi igjen i amfibolitten. Jeg antar av den grunn at amfibolittene er sterkt metamorfoserte lavabergarter av samme eller

liknende type som utgangsproduktet for lava-grønnstenen. En støtte for denne oppfatning finner man hos Harker (1950), som skriver om metamorfose av basiske lava-bergarter: "In most of the examples which have been cited, even in the lowest grades of metamorphism, the original fabric of the igneous rock (gabbro, dolerite or basalt) had been completely broken down".

Hvordan skal vi nå forestille oss gangen i denne metamorfoserings-omkrystallisasjon? En pekepinn gir observasjonene som før er meddelt fra Kopervik: Her fantes innenfor lava-grønnsten-området en breksje av lava-grønnsten med trondhemitt som kittsubstans. I grenseområdet mot amfibolitten finner man på samme sted liknende bilder, bare med den forskjellen at "bruddstykkene" her består av aktinolit og plagioklas i grov subofittisk anordning. I andre prøver fra samme sted ser man at disse strukturene er mer utvisket og etter hvert går over i rent granittiske teksturer.

Det ser ut at vi her har nøkkelen til forklaringen på de trondhemittiske gangene ved amfibolittens henggrense: jeg tyder dem som en slags "migmatitt-front". Ifølge Harker blir det frigjort kvarts ved omvandlingen av augitt til hornblende, og Eskola viser at det blir frigjort  $\text{SiO}_2$  og  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ved omvandling av anortitt til epidot. Forklaringen på opprinnelsen til den høye Na-gehalten i de nå foreliggende plagioklaser byr på visse vanskeligheter. Men dette gjelder i like stor utstrekning for de andre bergarter i arbeidsområdet. Man står overfor de samme problemer når man skal forklare diabasenes spilitisering. Også i dette tilfelle må man anta Na-tilførsel på en eller annen måte (Eskola 1939, jfr. også Geis 1962 a og b).

Utkrystallisasjonen av de grove amfibolittpartiene skjedde sikkert ikke ut av en smelte, men vi kan med Eskola anta en mer eller mindre metasomatisk, intergranular stoffvandring. Den ofte iaktatte anordning av disse partiene langs planstrukturene tyder på at oppløsningene eventuelt har brukt veier som de tektoniske hendelser har forberedt for dem.

Til slutt kan vi nå sammenfatte resultatene og forsøke å tegne et bilde av hendelsesforløpet.

I begynnelsen ble det avsatt mer eller mindre *klastiske avleiringer*. Derpå begynte temmelig abrupt den basiske *initial-vulkanisme*. Den begynte med og besto i sin første fase av submarine *effusjoner* med etter hver effusjon følgende *tuffavleiring*. I sin annen fase besto den vel nesten utelukkende av *tufferupsjoner* — grønnskiferens plattig-lagige karakter tyder iallfall på dette. I forbindelse med denne vulkanisme ble det også sedimentert annet materiale, f. eks. blåkvarts som muligens kan tydes som ekshalasjoner av kiseltsyre. Like-dan tydes forekomstene av svovelkis, magnetkis og magnetitt. Tydningen av de keratofyriske "ganger" er ikke så lette p.g.a. de metamorfe forandringer.

Det kan f. eks. være episodiske sure effusjoner eller — hvis man tyder blåkvartsen som et sediment — metamorfe sedimentbergarter, muligens også "welded tuffs". Endelig er det ikke umulig at det er metamorfe mobilisasjonsprodukter.

Som det tredje ledd opptrer igjen sedimentbergarter, denne gang rene leir-sedimenter som man finner på nordspissen av Karmøy.

Lagfølgen viser en viss likhet med den i Trondheimsfeltet omkring Berkåk. Her ble denne lagfølge observert:

fyllitter  
tynnplattig-skifrig grønnsten  
lava-grønnsten

En stund etter at de nevnte bergartene på Karmøy var kommet på plass fulgte vel først metamorfosen; det ble konstatert at metamorfoseringen i det store og hele opptrer etasjeformet, det vil si at metamorfosegraden avtar parallelt med bergartenes alder. Grensen mellom amfibolitt og lava-grønnsten viser dette ganske godt. Men i amfibolitten er hornblende-krystallene lokalt orientert parallelt med hovedfoldningsretningen. Dette tyder på en samtidig metamorf og tektonisk virksomhet. Antakelig begynte den tektoniske deformasjon i en senere fase av metamorfoseringen.

Vi forsøker så å ordne vårt område inn i det geologiske helhetsbilde: Vi må anta at det fantes en del-geosynklinal i hvilken de grønne bergartene og fyllitten ble avsatt. Del-geosynklinalen ser ut til å strekke seg fra området nord for Stavanger over Karmøy - Bømlo - Stord - Tysnes - Ølve - Varaldsøy inn i Hardangerfjorden. Mot dypet er bergartene sterkere metamorfosert og danner således en naturlig overgang til de enda sterkere metamorfoserte partiene øst og vest for del-geosynklinalen. Ifølge Sørbye (1946, 1954) er også dette kaledonske bergarter. Dette bilde virker for meg mer naturlig enn å anta en tynn, plateformet intrusjon av "saussurittgabbro" som strekker seg fra Karmøy og helt til Hardangerfjorden.

### Litteratur

- Barth, T. F. W.*: Theoretical petrology. New York & London 1952.
- Broch, O. A., Isachsen, F., Isberg, O., Strand, T.*: Bidrag til Skudenes-sedimentenes geologi. — NGU 155. Oslo 1940.
- Distmarsch-Flocon*: Über die geologischen und mineralogischen Verhältnisse von Vignäs auf Karmöe in Norwegen. — Abh. Sitzungsber. Isis in Dresden 1875.
- Eskola, P.*: Die metamorphen Gesteine. In: Barth-Correns-Eskola: Die Entstehung der Gesteine s. 263-407. Berlin 1939.
- Foslie, S.*: Norges svovelkisforekomster. — NGU 127. Oslo 1926.



- Geis, H.-P.*: Frøhorogene Sulfidlagerstätten. — Geol. Rdsch. 50, s. 46-52. Stuttgart 1961 (a).  
 — Strukturelle iakttagelser ved noen norske kisforekomster. — NGT, s. 173-196. Bergen 1961 (b).  
 — Zur Spilitbildung. — Geol. Rdsch. 51, s. 375-384, Stuttgart 1962 (a).  
 — Aus dem Übergang vom Oberbau in den Unterbau. Ein Beispiel aus West-Norwegen. — Geol. Rdsch. 52, s. 184-188. Stuttgart 1962 (b).  
 — 100 Jahre Vigsnes Kobberverk. — Tidsskr. f. Kjemi, Bergvesen, Metall. 8-9 (1965), s. 194-202, Oslo 1965.
- Goldschmidt, V. M.*: Die Injektionsmetamorphose im Stavanger-Gebiete. — Vidsk. Selsk. Skr., I. Mat.-nat. kl. 1920, no. 10. Kristiania 1922.
- Harker, A.*: Metamorphism. 3. ed. London 1950.
- Holland, A.*: Ertsforekomster i Søndhordland og paa Karmøyen. — Nyt Mag. f. Nat. 18, s. 225. Christiania 1871.
- Holte dabl, O.*: Norges geologi, bd. I. — NGU 164. Oslo 1963.
- Karl, F.*: Die Kieslagerstätten von Vigsnes auf Karmøy, Norwegen. Upublisert rapport til Metallgesellschaft (1956).
- Knudsen, E.*: Nogle Bemærkninger om Ertsforekomsten ved Vignæs Grube. — Nyt Mag. f. Nat. 29, s. 306. Christiania 1885.
- Kolderup, N. H.*: Oversikt over den kaledonske fjellkjede på Vestlandet. — Bergens Museums Årbok 1931, mat.vid. rekke nr. 1. Bergen 1931.
- Kvale, A.*: Et kaledonisk intrusiv- og effusivfelt på Stord. — Bergens Museums Årbok 1937, nat.vid. rekke no. 1. Bergen 1937.
- Oftedabl, C.*: On the genesis of the gabbroic rock bodies of the Norwegian Caledonides. — Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala 40, s. 87-94. Uppsala 1961.
- Reusch, H.*: Fjeldbygningen ved Viksnes Kobbergrube paa Karmøyen. — Nyt Mag. f. Nat. 28, Christiania 1884.  
 — Bømmeløen og Karmøyen med omgivelser. — Kristiania 1888.
- Sander, B.*: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, I. — Wien und Innsbruck 1948.
- Strand, T.*: Greenschists from the south-eastern part of Helgeland, Norway, their chemical composition, mineral facies and geologic setting. — NGU 203. s. 112-129. Oslo 1958.
- Sørbye, R. C.*: Geological studies in the north-eastern part of the Haugesund peninsula, Western Norway. — Univ. i Bergen Årbok 1948, nat.vid. rekke no. 6. Bergen 1950.  
 — Kaledonidene i nord-østre Ryfylke og på Haugesundshalvøya. — NGT 33, s. 234-238. Bergen 1954.
- Turner, F. J. & Verhoogen, J.*: Igneous and metamorphic petrology, 2nd. ed. New York 1960.
- Vogt, J. H. L.*: Über die Kieslagerstätten vom Typus Röros, Vignäs und Sulitjelma in Norwegen und Rammelsberg in Deutschland. — Z. pr. Geol. 1894, s. 41-50, 117-134, 173-181.  
 — i Beyschlag-Krusch-Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. I. Bd. Stuttgart 1910.
- Vogt, T.*: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. — NGU 121. Oslo 1927.