



# Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

## Rapportarkivet

|                                                                                             |                               |                             |                                   |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Bergvesenet rapport nr<br><b>BV 3911</b>                                                    | Intern Journal nr             | Internt arkiv nr            | Rapport lokalisering<br>Trondheim | Gradering           |
| Kommer fra ..arkiv                                                                          | Ekstern rapport nr<br>NGU 274 | Oversendt fra               | Fortrolig pga                     | Fortrolig fra dato: |
| Tittel<br>Velfjord. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske gradteigskart I 18 - 1:100.000 |                               |                             |                                   |                     |
| Forfatter<br>Myrland, Rolf                                                                  |                               | Dato<br>1972                | Bedrift<br>NGU                    |                     |
| Kommune<br>Brønnøy                                                                          | Fylke<br>Nordland             | Bergdistrikt<br>Nordlandske | 1: 50 000 kartblad<br>18254       | 1: 250 000 kartblad |
| Fagområde<br>Geologi                                                                        | Dokument type                 | Forekomster                 |                                   |                     |
| Råstofftype                                                                                 | Emneord                       |                             |                                   |                     |
| Sammendrag                                                                                  |                               |                             |                                   |                     |

NGU Nr. 274

# NGU



Norges geologiske  
undersøkelse

Nr. 274

Skrifter 1

Rolf Myrland: Velfjord. Beskrivelse  
til det berggrunnsgeologiske gradteigskart  
I 18—1:100 000

Universitetsforlaget

Universitetsforlaget 1972  
Trondheim · Oslo · Bergen · Tromsø



# NGU Norges geologiske undersøkelse

Geological Survey of Norway

*Norges geologiske undersøkelse* (Geological Survey of Norway), Leiv Eirikssons vei 39, Trondheim. Telephone: national (075) 20166, international +47 75 20166. Postal address: Box 3006, N-7001 Trondheim, Norway.

Director: *Karl Ingevaldson*

Geological division: Director Dr. philos. *Peter Pedget*

Geophysical division: Director *Inge Aalstad*

Chemical division: Director *Aulak Knudheim*

The publications of *Norges geologiske undersøkelse* are issued as consecutively numbered volumes, and are subdivided into two series, *Bulletins* and *Skrifter*.

*Bulletins* comprise scientific contributions to the earth sciences of regional Norwegian, general, or specialist interest.

*Skrifter* comprise papers and reports of specialist or public interest of regional, technical, economic, environmental, and other aspects of applied earth sciences, issued in Norwegian, and with an Abstract in English.

## EDITOR

Statistolog *Tore Torske*, Norges geologiske undersøkelse, P.O. Box 3006, N-7001 Trondheim, Norway.

## PUBLISHER

*Universitetsforlaget*, P.O. Box 307, Blindern, Oslo 3, Norway. American office: P.O. Box 142, Boston, Massachusetts 02113, U.S.A.

## BUSINESS ADDRESS

Communications regarding accepted manuscripts, orders of reprints, subscriptions etc. should be sent to the Publisher.

VED VIDEREPLAN  
AV DENNE BOK  
MA DET GEMT  
UNDERRETTEG

FALCÓNBRIDGE NIKKELVERKETS BIBLIOTEK

Velfjord

Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske  
gradteigskart I 18 - 1:100 000

ROLF MYRLAND

Myrland, R. 1972. Velfjord. Description of the geological map I 18, — 1:100 000, *Norges geol. Under.* 224, 1—30.

The various lithologies are described. These comprise granitic basement rocks of supposed Pre-Cambrian age and Cambro-Silurian supracrustals and intrusives. The intrusives are mostly found within the Bindal and Velfjord massifs. These massifs are younger than the supracrustals, but their mutual age relationship is uncertain.

Tectonically the rocks are situated in 'the high metamorphic nappe-complex' of central and western Hjeltealand.

The supracrustal rocks have undergone at least three phases of Caledonian folding, the 1/2 phase producing the main regional structures. The rocks have mineral assemblages which mostly place them in the almandine amphibolite metamorphic facies.

R. Myrland, Royal Ministry of Industry, Petroleum Division, Akervegt. 42, Oslo Dep., Norway.

## INNHOUD

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Innledning                                          | 2  |
| Topografisk oversikt                                | 2  |
| Tidligere geologiske undersøkelser i området        | 2  |
| Prekambrium                                         | 4  |
| Bortegneis                                          | 4  |
| Kambrosilur                                         | 5  |
| Glimmergneiser med overgang til glimmerskifer       | 5  |
| Kvartsfelspatrike gneiser                           | 6  |
| Kvartsrike gneiser                                  | 6  |
| Glimmerskifer                                       | 6  |
| Kalksilurigneiser                                   | 7  |
| Kalkglimmerskifer og konglomerat                    | 8  |
| Marmer                                              | 9  |
| Amfibolitter og hornblendeskifer                    | 10 |
| Bindalsmassivets bergarter                          | 11 |
| Velfjordmassivene                                   | 15 |
| Ultrabasiske bergarter                              | 18 |
| Gangbergarter yngre enn Bindalsgranitten            | 18 |
| Metamorfose og metasomatose                         | 18 |
| Strukturgeologi                                     | 20 |
| Økonomisk geologi                                   | 23 |
| Etterord                                            | 25 |
| Summary. Description to the geological map Velfjord | 25 |
| Appendix                                            | 27 |
| Litteraturliste                                     | 29 |

9314

## Innledning

### TOPOGRAFISK OVERSIKT

Det geologiske kart Velfjord omfatter hele gradet Velfjord 1:18. Kartet er begrenset av meridianene  $1^{\circ} 30'$  og  $2^{\circ} 30'$  Ø for Oslo og av breddegradene  $65^{\circ} 20' N$  og  $65^{\circ} 40' N$ . Hele kartbladet dekker ca. 1270 km<sup>2</sup>. Kartet omfatter deler av herredene Bindal, Brønnøy,<sup>1</sup> Vevelstad og Grane i sydlvestlige del av Helgeland i Nordland fylke.

En vesentlig del av kartområdet, særlig i de sentrale deler, er fjellområder. De tettere beboede områder er konsentrert i den vestlige og sydlige del. Vei-nettet er derfor utbygd bare i dette området, samt i Eiterdalen.

I den vestlige halvdel av kartet er landmassen oppdelt av en rekke fjorder, hvorav Velfjorden med sine isfjorder er den største. Hit drenerer endel mindre vassdrag fra de sentrale deler av kartområdet. I den østlige del er hoveddreneringsretningen mot øst eller sydøst.

De høyeste fjellområder i den sentrale og østlige del når opp i høyder på over 1200 m med 800–1000 m som det vanligste. Ut mot kysten blir fjellområdene gjerne lavere, unntatt området øst for Vevelstadsundet hvor høyder på ca. 1000 m ikke er uvanlige.

I kyststrokene i Brønnøy er den lave strandflaten et karakteristisk trekk i landskapet. Innenfor strandflatene kan fjellpartier reise seg brått opp til høyder over 500 m. Strandlinjer i fast fjell er meget markerte i disse områdene og er avmerket på kart i J. H. L. Vogts (1900) og Rekstads (1917) arbeider.

### ETDRIKKE GEOLOGISKE UNDERSØKELSER

Vogt (1900), Rekstad og Vogt (i Vogt 1900), Oyen (1896), Hoel (1906, 1907) og Svensson (1959) har undersøkt deler av området med hensyn til strandlinjer, strandflater og morfologi og kvartærgeologi.

J. H. L. Vogt (1897) utførte den tidligste mer omfattende undersøkelse i området. Senere kartla Rekstad (1901, 1910, 1915) deler av området og utga det geologiske generalkart Vega i målestokk 1:250 000 (Rekstad 1917). Velfjordbladet ligger i sin helhet innenfor dette kartets område.

Efter Rekstads arbeid ble det ikke utført mer omfattende geologiske undersøkelser i området før Kollung kartla store områder i sydlige Helgeland og nordlige Namdal (Kollung 1967). Arbeidet ble publisert med kart i målestokk 1:125 000, mens kartleggingen ble utført på kart i målestokk 1:50 000. Kollungs arbeid dekker ca. 2/3 av Velfjordbladet, dvs. områdene øst for Storfjord — Sørfjord — Høngsethyggen. Forfatterens eget arbeid dekker den resterende vestlige del.

To bergartskomplekser kan skilles ut i kartområdet. I den nordvestlige del opptrer rødlig gneisgranittiske bergarter på Fjordholmene og på den sen-

trale — østlige del av Havnøya (som er ca. 10 km lang og for størstedelen ligger innenfor kartblad Mosjøen). Disse bergartene dukker frem i en anti-form (eller dome?) struktur, og er å betrakte som et basalmassiv, muligens av prekambrisk alder (se s. 5). Bergarter av samme type finnes også i en tilsvarende struktur i Torghatten ca. 25 km SSV for Havnøya umiddelbart vest for Velfjordbladet.

De øvrige deler av området dekkes vesentlig av høymetamorfe metasedimenter og intrusive bergarter i det man kan kalle 'det høymetamorfe dekkekompleks'. Dette dekkets skyvegrense har sitt utgående øst for kartområdet (se s. 20.).

Bindalsmassivets granittoide til gabbroide bergarter har stor utbredelse i den sentrale del av kartet. Dette intrusivmassiv, som er ca. 150 km langt og strekker seg fra et stykke nord for Grong til nord for Velfjorden, har form av et langstrakt, uregelmessig legeme med adskillige fototreninger. Massivet sender gjennomsettende granittiske ganger ut i de omgivende suprakrustale og er således klart yngre enn disse.

Radiometriske aldersbestemmelser fra Bindalsmassivet har gitt følgende resultater: a)  $392 \pm 15$  mill. år (biotitt),  $420 \pm 100$  mill. år ('whole rock'), b)  $396 \pm 10$  mill. år (biotitt), c)  $420 \pm 100$  mill. år ('w. r.') — alle med Rb/Sr — metoden. Bestemmelsene er utført ved Z. W. O. Laboratorium voor Isotopen Datering Project in Norway, okt. 1968). Brochi (1964) gjen-gir en alder på 405 mill. år (biotitt) etter K/Ar — metoden. Ingen av disse bestemmelsene er foretatt på materiale fra kartområdet.

Bortsett fra et område syd for Velfjorden dekkes kartområdet, utenom Bindalsmassivet, vesentlig av suprakrustale bergarter. Kollung (1967, s. 6) har lenge syd, hvor prekambrisk bunngneis veksler med kambro-siluriske metasedimenter, skilt mellom en undre og en øvre kambro-siluravdeling. Der er glimmerrike gneiser og kvartsfeltsparrike gneiser stratigrafisk plassert i undre avdeling og kalksilikatgneiser med soner av glimmergneis, amfibolitt og marmor i den øvre avdeling. Suprakrustalene utenom dette område viser både likheter og ulikheter med 'bunngneisområdet'. Bortsett fra at glimmergneisene kan følges nordover, kan det ikke foretas noen stratigrafisk inndeling av suprakrustalene.

Innen kartbladet Velfjord har Kollung (1967) likevel regnet følgende områder til øvre kambro-siluravdeling:

*Velfjord*: Heterogene, finkornete glimmerskifer med kalksilikatbånd.

*Storberja*: Skiftende bånd av finkornet glimmerskifer, amfibolitt og marmor.

*Langskarnsen-Durmalstind* (kartblad Bindal): Kalksilikatgneiser.

*Eiterdalen*: Skiftende bånd av marmor, amfibolitt, jernmalmerende hornblende-skifer og kvartsrik gneis.

Bergartene i øvre kambro-siluravdeling inneholder langt mindre granittisk materiale enn bergartene i undre avdeling (Kollung, op. cit.).

I områdene syd for indre del av Velfjorden opptrer de såkalte Velfjord-

<sup>1</sup> Fra 1964 er herredene Brønnøy, Brønnøysund, Sonna og Velfjord sammenslått til et nytt herred med navnet Brønnøy.



massivene, først beskrevet av J. H. L. Vogt (1887). Disse er tre adskilte massiver med tilnærmet sirkulær form, og med konformitet (i regional målestokk) grenser mot sjøbergartene. De består vesentlig av gabbroide og intermediære bergarter. Vogt antok at massivene var postorogene intrusiver, da det ble funnet kontaktaureoler med mineraler som wollastonitt og grossular. Kollung (1967, s. 69) er imidlertid av den oppfatning at 'Bindalsmassivet, som må regnes for å være synorogent, synes å være yngre enn Velfjordintrusivene'. I så fall kan ikke Velfjordmassivene være postorogene. Dette vil bli behandlet nærmere under beskrivelsen av Velfjordmassivene.

## Prekambrium

### BUNNGNEIS

På Fjordholmen og Havnøya i den nordvestlige del av landområdet opptrer svakt rødlig, massive, stort sett vel folierte, fins- til middelskornete granittiske gneiser. Disse har ofte en svakt utviklet øyestruktur. De fleste øyne er linseformete og består av mineralaggregater, selv om endel er mikroklinkrystaller. Bunngneisen, som tydelig skiller seg fra Bindalsmassivets bergartstyper, har utbredelse videre nordover på kartblad Mosjøen.

Gneisen grenser i vest mot granatrike glimmerskifer. Grensen har steilt vestlig fall, og glimmerskifer er foldet sammen med bunngneisen om akset



Fig. 1. Grense mellom glimmerskifer (mørk) og bunngneis (lys). SV-lige Havnøya. Border between mica schist (dark) and basement gneiss (light). SW Havnøya.

med svakt sydlig fall. Eventuelle primære diskordanser er fullstendig utvisket ved kaledonsk deformasjon (fig. 1). Ved SV-grensen er bunngneisen finkornt, granodiorittisk.

Østgrensen løper i Vevelstadsundet og er dermed ikke blottet. Øst for sundet har kalkskifer og glimmerskifer med kalksilikatbånd østlig fall. På den sydligste av Fjordholmene er fallet sydlig. Bergarten er svakt tektonisert, særlig ved grensene. Vanligste mineralselskap er mikrolin + plagioklas (oligoklas) + kvarts + biotitt + muskovitt + kloritt.

Aldersbestemmelsene (utført ved Z. W. O. Laboratorium voor Isotopen-Geologie, Amsterdam, Proven. 69 NOR 46) etter Rb/Sr metoder er utført på 'whole rock' på en prøve fra Buoya (Fjordholmene). Denne ga  $512 \pm 36$  mill. år som resultat. Dette er en høyst uvanlig alder på norske bergarter, og flere aldersbestemmelser vil bli utført. Dersom datering er korrekt, kunne den tyde på en senkambrisk fase under den kaledonske fjellkjedefolding. En slik fase er påvist i Skottland, men ikke i Norge (Sturt et al. 1967), selv om disse fortatterne antyder at en slik fase kan ha funnet sted også her. Gneisens utseende og strukturelle posisjon antyder snarere en prekambrisk alder (aldersbestemmelser på lignende bergarter i bunngneisen i Nord-Trøndelag har gitt ca. 1700–1800 mill. år).

## Kambro-silur

### GLIMMERGNEISER MED OVERGANG TIL GLIMMERSKIFER

Disse bergarter, av Kollung (1967) plassert i en undre kambro-silurisk avdeling, har størst utbredelse av de sedimentære bergarter i området. Glimmergneisene er heterogene, vel folierte, ofte sterkt foldet og antas å være omvandlede leiresedimenter. De kan være assosiert med tynne, ofte båndinerte amfibolittbånd.

Kollung (op. cit.) har klassifisert dem i tre typer:

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Gneiser               | med kvarts/feltpat årer |
| 2. (Gneis-)glimmerskifer | » » » »                 |
| 3. Glimmerskifer         | med kvartsårer          |

Type 2–3 beskrives fra områder utenfor Velfjordbladet. Gneiser i gruppe 1 er mest utbredt. Gneisene er middels- til finkornte og fører ganske mye feltpat (vesentlig plagioklas). Biotitt er det dominerende glimmermineral, men bergartene er oftest toglimmergneiser. Plagioklasen er gjerne en basisk oligoklas (An 25–30 eller mer).

Gneisene har en båndet struktur med vekslende glimmerrike og glimmerfattige bånd. Båndingen er i det vesentlige metamorf, men sees ved grenser, f. eks. mot marmor, å være (sub)parallel primær lagning. Kvarts/feltpat og kvartslinser opptrer vanlig.

Glimmerskiferne har mindre feltpat (under 20 %) og mer muskovitt enn gneisene, og plagioklasen er surere (An 10–25).

De vanligste mineralblaser er: Kvarts + plagioklas + biotitt + muskovitt ± granat ± sillimanitt.

Mikroclin kan opptrre. Granatporfyroblaster er aksessorisk de fleste steder, men kan opptrre i store mengder i enkelte soner. Sillimanitt er ikke uvanlig som aksessorisk mineral. Staurolitt forekommer vanlig i enkelte områder, mens disthen (kyanitt) er sjelden. Begge opptrrer som porfyroblaster.

#### KVARTS-FELTSPATRIKE GNEISER

Med synkende glimmerinnhold og økende feltspatinnhold går glimmergneise over i kvartsfeltspatrike gneiser (Kollungs (1967) granittisk kvartssilicittisk gneis). Disse er forholdsvis lyse, grålig fargete, finkornete og sterkt båndete gneiser med tydelig planskitthet. De er vanligst assosiert med glimmergneiset og alternerer ofte med disse. Stor utbredelse har gneisene i området mellom Velfjord og Abygd, men bare den nordlige del ligger innenfor kartområdet. Her er amfibolittiske horisonter vanlige. Grønne pyroksenrike bånd og kvartssittiske bånd forekommer.

Plagioklasen er stort sett en sonarhygd oligoklas (An 10–32), mest basisk i Eiteråfjell (An 27–32).

De kvarts-feltspatrike gneiser antas å ha sedimentær opprinnelse (jg.a. sin assosiasjon med og jevne overgang til glimmergneiser. I den østlige del av lartet (fra Eiteråfjell mot Svenningdal) er gneisene oftest mikroklinrike og granittiske som de tilgrensende gneisgranitter i Svenningdal. Om dette skyldes primær forskjell eller en senere stofftilførsel er det i følge Kollung (1967) vanskelig å si noe sikkert om. Bl. a. tyder uskarpe grenset mot Svenningdalsgranitten på granittisering.

#### KVARTSRIKE GNEISER

Disse og følgende bergarter er av Kollung (1967) antatt å tilhøre en yngre kambro-silur avdeling. Bergartene opptrrer vesentlig i Eiteråfjellområdet. De er finkornete, båndete, med mikroklininnhold varierende fra intet til høyt (ca. 30 %). Båndene er dels lyse muskovittrike, dels mørkere med biotitt. Vanlig kvartsinhold er 40–50 %; men på Eiteråfjell er det til dels over 80 %. Gneisene antas å være meta-arfoser.

#### GLIMMERSKIFER

##### *Heterogene glimmerskifer i vest*

I områdene Velfjord, Storbuja og øst for Vevelstadsundet er skiferne sterkt varierende. Særlig karakteristisk er rikelig oppsteden av kalksilikatbånd. Øst for Vevelstadsundet og i langstrakte linser i Bindalsgranitten her, er bergarten tett og tydelig kontaktmetamorf. Vestover går den over i båndet kalkskifer av liknende type som syl for Horn (se s. 8).

Kalksilikatbåndene er dels grønne pyroksenrike, mørke amfibolittiske, epidottrike eller epidot-skapolitttrike. Kalkspat kan være anriket i lyse bånd og marmor opptrrer i tallrike benker. Ofte er det en meget distinkt bånding mel-

lom de pelittiske lag og kalksilikatlagene. Dette kan stedsvis forårsake oppspaltning i heller. Plagioklasens sammensetning varierer fra An 17 til An 50. Glimmerskiferne kan deles i tre hovedtyper:

- Forholdsvis lys, grov toglimmerskifer.  
Paragenese: Kvarts + plagioklas (An 15–25) + biotitt + muskovitt ± granat ± staurolitt.
- Brun, finkornet til tett glimmerskifer.  
Paragenese: Kvarts + plagioklas (An 25) + biotitt ± muskovitt ± kloritt.  
Skiferen er dels biotittrik, dels muskovittrik. Plagioklasinnholdet kan overstige 30 %, men bergarten er likevel skifrig.
- Finkornete mikroklinrike gneiser.  
Paragenese: Mikroklin + plagioklas (An 30–40) + kvarts.

Skiferne er ofte rike på magnetis og svovelkis, og har tildels sterk rustfarge. Type a) og c) opptrrer gjerne som bånd i type b). Kvartslinser er vanlige.

##### *Muskovittrik skifer vest for Gårvann*

Skiferen er assosiert med kalksilikatgneiser og marmor. Mineralsammensetningen er kvarts + plagioklas (An 50–60) + muskovitt + biotitt.

##### *Glimmerskifer mellom Samnes og Horn*

- Toglimmerskifer.  
Disse skiferne er vesentlig av type a) og b) ovenfor. Biotitt, som ofte er hovedglimmeren, kan opptrre som porfyroblaster orientert med basis normalt på båndingen. Granat er vanlig i enkelte soner. Staurolitt opptrrer underordnet eller aksessorisk og disthen (kyanitt) er bare sjelden påvist. Turmalin er et ikke uvanlig aksessorisk mineral. Skiferen grenser i øst mot glimmergneis med diffus overgang.
- Granatrik sericittskifer.  
I en sone fra Eidet sydover til Rødal opptrrer en meget granatrik sericittskifer med noe kloritt. Biotitt opptrrer også. Skiferen ble frem til begynnelsen av 1900-tallet drevet ut til kvernstein i flere brudd (Rekstad 1917).
- Grønn glimmerskifer.  
I området vest og syd for Horn opptrrer grønnfargete krusfoldete skifer. Disse fører relativt mye kloritt. Ellers er muskovitt (sericitt) vanlig. Talk og epidot forekommer, likeledes kan granat og hornblendeporfyroblaster opptrre. Mot toppen av Mofjell går skiferen over i mer vanlig glimmerskifer. Metamorfosegraden synes her å være lavere enn vanlig innenfor kartbladet (overgang til grønnskiferacies?).

## KALKSILIKATGNEISER

Gneisane opptrer i Langslånesen — Måvatind (sistnevnte innenfor kartblad Bindal). De er sterkt båndet med varierende biotitt, hornblende- og pyrokseninnhold. To hovedtyper av gneis kan skilles ut her (Kollung 1967):

- a) Mørke, finkornete (biotitt)hornblende gneiser med lysere feltspatlike bånd.  
Paragenese: Hornblende + biotitt + kvarts + plagioklas (An 30–60) ± biotitt ± mikroklin (± kalkspat) (± skapolitt).<sup>2</sup>
- b) Fin- til middelskornete, båndete (biotitt)hornblende-pyroksen gneiser.  
Paragenese: Hornblende + pyroksen + plagioklas (An 20–45) + ± biotitt ± mikroklin (± epidot) (± skapolitt).

På grensen mellom kalksilikatgneis og vanlig glimmergneis opptrer en basisk glimmergneis rikere på femiske mineraler enn vanlig glimmergneis. Plagioklasens Angehalt er An 35–45. Bergarten er på kartet slått sammen med kalksilikatgneis.

I området syd for Foldaljord i Nord-Trøndelag har Kollung (1967) påvist at kalkglimmerskifer ved økende metamorfose går over i kalksilikatgneis. Begge antas å ha vært mergesedimenter.

## KALKGLIMMERISKIFER OG KONGLOMERAT

Omkring marmoren ved Horn opptrer en båndet kalkskifer, dels som kalk-

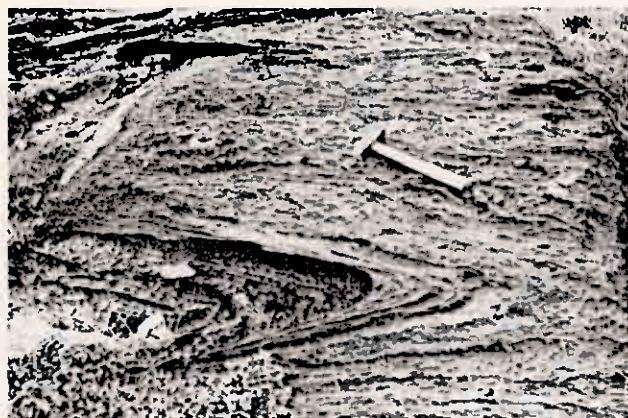


Fig. 2. Følger konglomerat, Stormsoddan S for Sandvik.  
Foldet konglomerat, Stormsoddan S of Sandvik.

<sup>2</sup> Mineralene i parentes opptrer sjelden eller i små mengder.



Fig. 3. Vanlig type båndet marmor, Kjosøy.  
Usual type banded marble, Kjosøy.

glimmerskifer. Rene marmorlag og glimmerskiferlag opptrer også. I denne bergart, som er intens foldet, er det funnet sedimentære strukturer som gradert lagning og kryss-skjelling i liten skala dannet ved bolgers transport-ende virksomhet ('ripple drift lamination'). Bergarten synes i likhet med grunn glimmerskifer i området å være noe svalere metamorfe enn vanlig.

Ved Stormsoddan, ved stranden 2–3 km syd for Sandvik, opptrer et konglomerat i denne serien. Konglomeratet opptrer i flere nivåer. Hvorvidt dette er et primært trekk med flere konglomerathorisonter i en lagpakke, eller om konglomeratet er gjentatt ved folding, er vanskelig å si. At konglomeratet dels er foldet i mindre folder sees av fig. 2.

Bollematerialet består av kalk og kvartsitt og varierer i størrelse fra fint grus opp til ca. 10 cm i diameter. Bollene er deformert. Dette er det eneste konglomeratet som er påvist innenfor kartområdet.

## MARJOR

Marmor av noe ulike typer er vanlig forekommende bergart. Tykkelser opp til 1000 m kan måles i området Veltjord—Tostjord. Bergarten er vesentlig kalkspatmarmor. Dolomitmarmor er sjelden. Tre hovedtyper kan skilles ut:

- a) Fin- til middelskornet, massiv til skifrig marmor med grå eller hvit farge, ofte båndet er vanligst. Fig. 3.
- b) Forholdsvis grov, massiv marmor. Hvit, tildels med grå striper. Vanlig i området mellom Veltjord og Tostjord.
- c) Finkornet, skifrig marmor har størst utbredelse innenfor kartblad Bindal. Fin finkornet (mulig kontakt metamorfe) marmor opptrer nær Veltjordmassivene.

Marmorene er ofte rene. I tillegg til silikatmineraler og lis (magnetit og svovelkis) fører de gjerne organiske materiale som grafitt, i form av støv som gir marmoren grå farge og av flyktige bestanddeler som gir lukt ved slag. Grafitt er vanligst i marmor av type b) i Velfjord–Tosfjord. Ved grensen til Velfjordmassivene og tildels også i marmorlinser i granitter er det organiske materialet drevet ut slik at marmoren er ren og hvit. Vogt (1897) har beskrevet marmor fra Velfjord.

Marmorene kan ofte føre bånd av silikatbergarter som glimmergneis og amfibolitt.

#### AMFIBOLITTER OG HORNBLENDESKIFRE

##### *Amfibolitt*

Amfibolittene er finkornete med moderat utviklet skiftighet. De opptrer i vekslning med:

- a) glimmergneis i smale bånd og slirer,
- b) kvarts-felsparrik gneis med mektigheter (fra smale bånd til brede soner (S for Tosen),
- c) glimmerskifer (+ marmor) i Velfjord og Storborja,
- d) kalksilikatgneis i sydøst (Gåsvann),
- e) marmor.

Amfibolittier assosiert med kalksilikatgneiser kan være pyrokse-rike, forøvrig vanlig amfibolittisk sammensetning med 90–98 % som hornblende + plagioklas (An 15–45 vanligst). På Løya er amfibolitten tildels granatrik. Assosiasjon med sedimentære bergarter indikerer en sedimentær opprinnelse.

##### *Heterogene hornblendeskifer*

Disse skifer opptrer med store mektigheter i Velfjord–Tosenområdet og fortsetter i smalere drag til Åhsyda (Bindal). Skiferne har mer varierende sammensetning og er mer skiftige enn vanlig amfibolitt. Størstedelen har amfibolittisk sammensetning, men i tillegg opptrer kvarts-, pyroksen-, biotitt- og kalkrike skifer. Sistnevnte opptrer tildels i større mengder og har følgende sammensetning: Kalkspat + hornblende ± plagioklas ± biotitt ± pyroksen. Opprinnelsen er usikker. Bergarten har grense til diorittmassivet i Markafjell (kart Bindal) og kan være forbundet med dette (Kollung 1967).

##### *Epidotførende epidot-hornblendeskifer*

I Eiterdalen opptrer tre lange soner med finkornet epidot-hornblendeskifer. Skiferen er grunn/svartstripet på grunn av varierende epidot/hornblende innhold. Skiferen ved Øvretoss har følgende sammensetning: Hornblende + epidot + magnetitt + hematitt + diopsidisk pyroksen + biotitt + kvarts + mikroklin + plagioklas. Bergarten går sydover over i amfibolitt.



Fig. 4. Bruddstykker av glimmerskifer med kalksilikatbånd i porfyrittisk granitt. Andalsvågen.

Fragments of mica schist with calc-silicate bands in porphyritic granite. Andalsvågen.

##### *Diorittisk gneis*

Utenom dioritt i Bindalsmassivet og Velfjordintrusivene opptrer en 30 km lang og 300–1600 m bred diorittisk gneis mellom Storborja og Kolsvik i Bindal. Sterk differensiering av dioritten forekommer og 4 typer fra eldst (A) til yngst er skilt ut intrusivt (Kollung 1967):

- A. Mørk, middelskornet dioritt.
- B. Lys, mer massiv, middelskornet og vel foliert gneis er hovedtypen. Plagioklasen har sammensetning An 30.
- C. Mørk, finkornet er nest viktigste type. Plagioklasens sammensetning er An 20.
- D. Lys, finkornet type.

#### BRINDALSMASSIVETS BERGARTER

Bindalsmassivet er et av de største 'granitt'massiver i den kaledonske fjellkjede. Det har størst utbredelse i den sentrale del av kartet, men bergarter tilhørende massivet opptrer også i Seterfjell, Grønndalsfjell, Lysingfjell–Tommeråsvik og Eiterdalen. Bergartene er for det meste massive eller svakt folierte.

Granittiske til granodiorittiske bergarter er de mest utbredte, men intermedie til basiske bergarter opptrer også. Disse sistnevnte gjennomsettes av granittiske ganger og er derfor de eldste. Fem hovedtyper kan skilles ut:



Fig. 5. Porfyrisk granitt, Grøndalsfjell.  
Porfyrisk granitt, Grøndalsfjell.

#### Jevnkornet granitt/granodioritt

Denne bergart, nedenfor kalt granitt, utgjør hovedmengden av massivet. Granitten er vanligvis lys grålig, men kan være svakt rødlig. Plagioklas (oligoklas) opptrer i like store mengder som mikroklin. Biotitt er det viktigste mørke mineral, men hornblende kan opptre.

Granitten, også den porfyriske, (se nedenfor) fører hånd med skilte bergarter, særlig av glimmergneis. Disse hånd, som synes å ha beholdt sin opprinnelige orientering, opptrer i størst mengde ved grensene. Tydelige bruddstykkenneslutninger kan også opptre. N og S for Andalsvågen opptrer kontaktmetamorf glimmerskifer med kalksilikatbånd inneslutter som lange linsjer hvor opprinnelig orientering er beholdt. Dessuten finnes små, dreiete bruddstykker (fig. 4).

Granitten, også den porfyriske, sender tallrike ganger i alle retninger ut i den skilte sidebergart.

Utenfor selve massivet opptrer lys rødlig granitt med høyt kvartsinnhold i Eiterdalen.

Xenolitter av diorittiske bergarter i granitt forekommer, ofte i økende mengde inn mot grensen mot diorittiske intrusiver.

#### Tormalinisk granitt

I Seterfjell (SV-lige del av kartet) opptrer et mindre granittområde hvor tormalin er anriket. Dette gjør at granitten på vitret overflate kan få opp til ca. 5 cm store utstående knoller, som fører opp til 30 % tormalin. Tormalin-granitten har jevn overgang til jevnkornet granitt.

#### Porfyrisk granitt/granodioritt

Denne bergart har nest størst utbredelse av bergartene i massivet. Den kan være rikere på mørke mineraler og mer kvartsfattig enn den jevnkornete type. Særsilt mørke facies opptrer nord for Storberja og nær diorittområder i Andalsfeltet. Her er plagioklasen noe mer basisk (An 35). Karakteristisk for bergarten er innsprengninger av rektangulære mikroklinkorn, ofte med tvillinger etter Karlsbaderloven. Nord for kartområdet kan innsprengningene bli opp til 10 cm store, ellers er vanlig maksimalstørrelse 5 cm, mens vanligste størrelse er 0.5–2 cm (fig. 5).

Grensene mot jevnkornet granitt er normalt diffuse, men gjennomsette ganger av ikke-porfyrisk granitt er iaktatt, slik at porfyrgranitten ser ut til å være eldst.

Strukturen er varierende. Innsprengningene har i enkelte områder tendens til orientering parallelt foliasjonen i skilte sidebergart. Omkring diorittområdet i Andalsfeltet fører bergarten tallrike senolitter av basisk bergart.

#### Kvartsdioritt

Bergarten opptrer dels som mørkere kvartsdioritt og dels som en yngre(?) *trondhjennitt* i sentrale og sydlige deler av Lysingen. Ellers kan mindre områder opptre innenfor granittene i Bindalsmassivet. Størst utbredelse har bergarten på Bindalsbladet. Trondhjennitten har noe høyere kvartsinnhold (30–35 %) enn mørk kvartsdioritt (ca. 20 %). Plagioklasen (sonarhygd) er noe mer basisk i kvartsdioritten (An 22–35) enn i trondhjennitten (An 18–32). Førstnevnte har grønnligbrun, sistnevnte rødligbrun biotitt.

#### Monzonitt med overgang til monzodioritt

Bergartstypen opptrer i sydøstlige, sentrale del av kartet, nord for Tosbotn. Her er sterk sammenblanding av en monzonittisk bergart og granitt. Monzonitten er eldst. Bergartene er vanligvis helt massive. De er middels mørke, oftest rødlig, sjeldnere grå. Mikroklin : plagioklasforholdet er sterkt varierende. Mikroklinen er perthittisk (vanligst strengperthitt). An-gehalten i plagioklas (antiperthittisk på Sneffjell) varierer fra An 14 til An 26, høyest i monzodioritt. Likeledes fører de mest basiske typer mer mørke mineraler (biotitt, hornblende og sporadisk augitt). Bergarten på Sneffjell er en blandingsbergart med glimmergneis, granitt og kvarts/orende (mindre enn 10 %) monzodioritt.

#### Gabbro og dioritt

Dioritter tilhørende Bindalsmassivet forekommer i større massiver i følgende områder:

Lysingen — Tommeråsøyk  
Andalsfeltet  
Grøttfjell — Kleivfjell

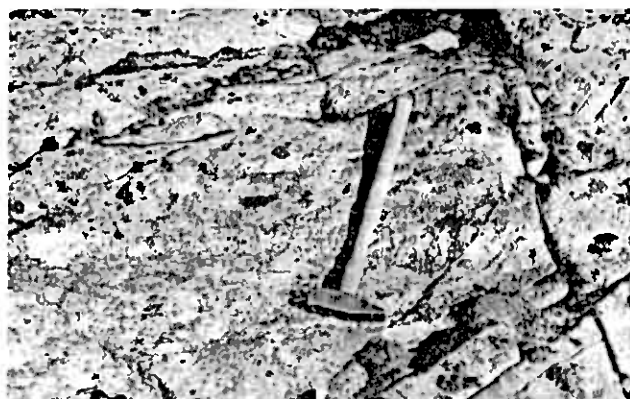


Fig. 6. Vekslede jevnkornet og plagioklas-porfyrisk dioritt. Andalsfeltet.  
Alternating even-grained and plagioclase-porphyritic diorite, Andals area.

Dessuten beskriver Kollung (1967) større og mindre diorittlegemer i granitter på Dyråstjell nord for Storborja, men disse er ikke tegnet inn på kartet. Gjennomsettende porfyr- og granittganger er funnet i alle disse massiver. I tillegg opptrer utenfor Bindalsmassivet dioritt i sterkt overdekkete områder i Eiterdalen. Her er bergarten forholdsvis lys grålig (3/4 består av plagioklas An 35) og har sterk foliasjon.

Diorittene er oftest mørke, grønnligsvarte med hvit plagioklas. Stedvis er feltspaten fiolet. De er oftest fin- til middelskornete, massive bergarter, men svak foliasjon kan iakttas, særlig nær grensene mot skiftige bergarter. Massivet i Grøndalsfjell fører for det meste en lys aktinolitisk (?) amfibol, tildels i aggregater. Plagioklasen er relativt basisk, ca. An 50. Denne bergarten kan være en omvandlet gabbro (uralittgabbro). Klassifikasjon etter katanormene viser at det har vært monzogabbro – (leuko)noritt.

Det basiske massiv i porfyrgranitt NO for ytre del av Velfjord er betegnet *Andalsfeltet*. Karakteristisk er feltets inhomogenitet, som gjør det vanskelig å kartlegge i detalj. Flere basiske og ultrabasiske bergartstyper opptrer:

- a) jevnkornet dioritt (sjeldnere monzodioritt)
- b) plagioklas-porfyrisk dioritt
- c) hornblende-porfyrisk dioritt
- d) dioritt med ovale øyne (ca. 1 cm store) bestående av kvarts (og kalfeltspat)
- e) gabbro
- f) olivingabbro
- g) varierende typer peridotitt



Fig. 7. Grense mellom diorittisk bergart og porfyrgranitt. Andalsfeltet.  
Boundary between dioritic rock and porphyritic granite, Andals area.

a) og b) er de vanligste bergarter. De kan veksle i intim blanding, og definerer av og til en foliasjon (blanding), (fig. 6). Porfyrgranitten sender tallrike ganger inn i Andalsfeltet og er derfor yngre. I porfyrgranittgangene og massiver opptrer basiske inneslutninger, flest og størst nær grensene (fig. 7).

*Massivets opprinnelse og alder.* De ulike bergartstyper i Bindalsmassivet har en utpreget magmatisk reistur. Plagioklasen er vanligvis hypidiomorf og har en tydelig sonering, vanligst med basisk kjerne, men også tildels alternerende. Karlsbadervillinger er vanlige. Innsprengninger av rektangulære mikrokliner har også ofte tvillinger etter Karlsbaderloven.

Bergartene i massivet har skarp grense mot suprakrustalene.

Etter dette konkluderer Kollung (1967) og forfatteren med at massivets bergarter er dannet ved magmatisk differensiasjon. Dersom magmet er dannet ved anatekse, må det ha funnet sted en differensiering senere. Massivets bergarter har oftest en homogen- eller en meget svak parallellstruktur (foliasjon) selv om innesluttede glimmergneislinsler kan være sterkt foliert og foldet. Dessuten kan bergarter med folder av  $P_2$ -alder finnes som inneslutninger i granitten. Dette tyder på en dannelse samtidig med eller sent i foldelase  $P_2$  (syn- til sen  $P_2$ ). Absolutte aldersbestemmelser er oppført i innledningen (s. 3).

#### VELFJORDMASSIVENE

I området fra Velfjord og sydover opptrer tre ovale til sirkulære legemer med sterkt differensierte, intermedie til basiske bergarter. Velfjordhalvøya-Rødheimmassivet og nordlige del av Sausfjell–Fuglvasheimmassivet ligger innenfor kartet. Disse massivene er skilt ved metasedimenter (vesentlig marmer) som opptrer i en Ø-V-lig antiform struktur. Ved bunnen av Sørfjorden er likeledes det nordligste massiv nesten delt i to ved en tilsvarende struktur.

Bergartene er stort sett massiver med hypidionitt/granulære til porfyriske tektoner, Lokalt, f. eks. ved enkelte grøner, kan bergartene være skårige. Fem typer er skilt ut (Kollung, 1967).

#### *Hornblende gabbro*

Denne bergart opptrer ved randen av massivene, spesielt ved Sautsjell—Fuglvarheimmassivet. Selv om den har overgang til monzodioritt er det den mest basiske av bergartene i massivene. Bergartene er finkornete og har høyt innhold (vanligst over 50 %) femiske mineraler som hornblende + biotitt. Normalt er plagioklasen en andesin, men den kan være meget basisk, eks. sonar An 80–55. SiO<sub>2</sub>-innholdet i bergarten er over 50 %.

#### *Hypersthenmonzodioritt*

Bergarten opptrår ca. halvparten av massivenes samlede areal. Den er mottl. middelskornig og har ofte en halvporfyrisk struktur med listeformete plagioklaskorn. Plagioklasen er ofte brunfiolett. Følgende paragenese er typisk: antiperthitt + (meso)perthitt + biotitt + augitt + hypersthen + (hornblende). Antiperthitten har andesin som vertismineral. Bergartens SiO<sub>2</sub>-innhold er 47–56 %. Innholdet av femiske mineraler varierer fra ca. 15 % til 40–50 %. Bergarten er dannet i 'tørre miljø' enn bergartene i de andre gruppene.

#### *Dioritt med overgang til monzodioritt*

Bergarten er middelskornet, vanligvis ikke-porfyrisk, men kan ha opp til 3–4 cm lange plagiokladister (andesin). Den er dels hornblendefattig, dels hornblendefattig. Sistnevnte synes å være yngst av de to varianter. Vanlig innhold av femiske mineraler er 20–40 %. SiO<sub>2</sub>-innhold er som i gruppe 2. Kalifeltspaten er mikroklin og kan i sjeldnere tilfeller forekomme som opp til 10 cm lange innsprengninger.

#### *Kvartsmonzodioritt*

Bergarten, som er grå, finkornet og homogen, opptrer syd for Dyrnessvågen. Plagioklasen er oligoklas An 25–17.

#### *Granittiske til kvartsdiorittiske bergarter*

Disse opptrer dels som små legemer i utkanten av massivene og dels som ganger. Det er flere typer.

- En mørk, finkornet kvartsdioritt ved Hongset er av Kollung (1967) tillagt stor betydning med hensyn til massivenes relative alder. Den har en metamorf mineralsammensetning: kvarts + plagioklas + biotitt + muskovitt + granat + staurolitt + sillimanitt. Kollung (1967) antar at Al-overskuddet skyldes assimilasjon av pelittiske sedimenter, men har

ikke bemerkt at bergarten fører delvis parallellorienterte seneclitter av mer basisk type.

- Finkornet granittisk bergart ved Hommelste. Plagioklas An 5.
- Porfyrisk granitt opptrer ved Hegge og Håkaunet. Ved Håkaunet beskriver Kollung (1967 s. 65) gradvis overgang til gabbroid bergart. Detaljene i en ekskursjon i 1969 mente at grensen var slapp i en vei-skjæring syd for Håkaunet (M. Gustavson, A. Nissen og forfatteren).
- Lys, finkornete granittiske til trondhjemitiske bergarter opptrer ved Sørfjord og Hommelste.

Bergartene har en magmatisk tekstur som tydelig viser at ingen gjennomgripende rekrySTALLISERING har funnet sted. Det er likevel uvisst om noe av amfibolen er sekundær, selv om regelmessig minlende hornblende/biotitt forhold med stigende SiO<sub>2</sub>-innhold skulle tyde på at det vesentlige av hornblendene er primær.

Massivenes alder i forhold til fjellkjedefoldingen er et problem. Vogt (1897) mente at intrusivene er yngre. Kollung (1967 s. 69) mener de er dannet samtidig med foldingen. Egen kartlegging har vist at bergartene i kartområdet har gjennomgått minst tre foldefaser. Spørsmålet er da hvilken relasjon intrusjonene har til disse faser.

Vogt (1897) hadde tre hovedargumenter for postorogen alder:

- Intrusivene viser bare helt lokalt 'tryckmetamorfose'.
- Deres form.
- Kontaktmetamorf marinor med wollastonitt og grossular.

Kollung (1967) har følgende innvendinger til Vogts argumenter:

- Massivet av denne type unngår lett metamorfose. Dersom antagelsen om at kvartsdioritten ved Hongset tilhører intrusivene er riktig, så har bergarten et regionalmetamorf mineralselskap som taler mot postorogen alder.
- Intrusivene skjærer ikke metasedimentene, men disse tilpasser seg alltid strengt intrusivgrensene.
- Wollastonitt og grossular kan også forekomme i regionalmetamorfe bergarter.

Forfatteren har ikke selv undersøkt Vettjordsmassivene, men vil allikevel la dette noen få bemerkninger til Kollungs argumenter:

Det må sies å være usikkert om kvartsdioritten ved Hongset tilhører massivene (se Kollung 1967 s. 64 og 69).

Med hensyn til Kollungs argument 2 motsier Kollung (1967 s. 30 og 57) seg selv ved å si at intrusivene enkelte steder trenger gangformig inn i sedimentene. Riktigst er vel å si at massivene i regional målestokk tilpasser seg



de omliggende metasedimenter, men at de i mindre målestokk kan ha diskordante grenser.

Til argument 3 må tilføyes at mineralene wollastonitt og grossular nok kan dannes regionalmetamorf, men at de i Helgeland hittil bare er påvist ved grensene til Velfjordmassivene og Mosjøengabbroen. Sissnevite ble av Vogt (1897) ansett å være av samme type som Velfjordmassivene. Det er derfor mer sannsynlig at de er dannet ved kontaktmetamorfose.

Hvis det kan påvises at Velfjordmassivene er samtidige med Bindalsmassivets isatiske bergarter, så er Velfjordmassivene sannsynligvis dannet syn- til sentektonisk i foldelase  $P_2$  (se s. 15). Et annet alternativ kan være at Velfjordmassivet er yngre enn Bindalsmassivet. Da Velfjordmassivens relasjoner til foldelasene  $P_2$  og  $P_3$ , samt relasjon til metamorfe prosesser ikke er undersøkt, må spørsmålet om deres relative alder fortsatt stå ubesvart.

#### ULTRABASISKE BERGARTER

Bergartene er vesentlig av to typer; peridotitter og hornblenditter. *Peridotitter* er mest utbredt, ofte som dunitter med olivin og dens omvandlingsprodukter som vesentlige mineraler. Disse bergartene forekommer både i metasedimentene og i Velfjord- og Bindalsmassivene. Karakteristisk er den sterkt rødlig-brune forvitningsfarge.

Føruten flere mindre legemer opptrer et ca. 4 × 1 km stort legeme Ø for Heggefjord i Velfjord.

Mindre legemer finnes bl. a. i Andalsfeltet, på Kjertan, ved Lund, 3 km. S for Royrmark og i Govassdal. Graden av omvandling til serpentinit kan variere mye.

*Hornblenditt* opptrer innenfor kartbladet i Govassdal øst for Tosbørn. Plagioklasinnholdet (An 50) er lavt til akessorisk. Hornblenditen er brun-grønn. Bergarten opptrer sammen med flere små dunittlegemer.

Dessuten opptrer flere mindre forekomster av biotitt-hornblenditt på Dyråsfjell N for Storborja. Disse er ikke avmerket på Kollungs kart. Hornblenditen har varierende farge. Plagioklas med sammensetning An 20 opptrer akessorisk.

#### GANGBERGARTER YNGRE ENN BINDALSGRANITTEN

Fem typer ganger er blant de senest dannede bergarter i feltet. Alle er funnet å være gjennomsettende i forhold til fin- eller middelskornet granitt i Bindalsmassivet.

1. Finkornete granittiske eller aplittiske ganger.
2. Pegmatittiske ganger eller linser.
3. Kvartsganger.
4. Basiske ganger gjennomgått av 1 og 2.
5. Basiske ganger yngre enn 1 og 2 og dermed yngre enn 4.



Fig. 8. Mikroklinsisering av plagioklasinspenning i monzonitt, Kleivfjell, Ca. 150 ×.  
Microclinsisation of a plagioclase phenocryst in monzonite, Kleivfjell, Ca. 150 ×.

#### Metamorfose og metasomatose

*Regionalmetamorfose.* Kartområdet ligger i sin helhet innenfor det høymetamorfte skyvedekket på Helgeland (se Strukturgeologi). Dekket ligger over grønskiferfacies bergarter i underliggende dekket i øst. Mor vest er begrensningen ikke kjent, men i SV er lavmetamorf bergarter funnet på Leka, øyene øst for Leka og Melsteinen lenger nord. Skifrene her fører klorittoid (Prestvik 1971).

Plagioklas med An-gehalt høyere enn 15 % er vanlig. Lågeledes opptrer vanligvis assosiasjonene plagioklas + hornblende og plagioklas + epidot i metasedimentene. Dette er karakteristisk for almandin-amfibolitt facies (Winkler 1967) som, mulig med unntak av området syd for Horn, har utbredelse over hele kartområdet. I området ved Horn er kloritt + sericit (+ epidot) ± talk ± hornblende vanlig assosiasjon i de grønne skifre. Denne antyder en lavere metamorfose, muligens i øvre grønskiferfacies.

I resten av kartområdet opptrer ikke sjelden assosiasjonene staurolitt + granat, staurolitt + kyanitt + granat og sillimanitt + granat. Mineralene staurolitt, kyanitt og sillimanitt er indeksmineraler som definerer tre subfacies i almandin-amfibolitt facies. (Disse er med økende metamorfose: staurolitt-almandin subfacies, kyanitt-almandin-muskovit subfacies og sillimanitt-almandin-ortoklas subfacies). Staurolitt opptrer i størst mengde ute ved kysten, særlig omkring Brønnøysund, ofte sammen med spor av kyanitt. Kollung (1967) regner skifrene ved Langfjorden til staurolittsonen. Soner tilhørende de ulike subfacies kan ikke spesielt skilles ut, men sillimanitt + muskovitt synes å opptre ofte omkring Litterådal.

Kontaktmetamorfose er påvist ved metasedimentenes grense mot Velfjordmassivene. Her er påvist kontaktmineraler som wollastonitt og grossular. Dessuten finnes finkornte kontaktfelter. Økende metamorfose sees også inn mot porfyrisk Bindalsgranitt øst for Vevelstadsundet.

Ved uraltittgabbroen i Grønnfjellsfjell opptrer vest for Rordvikfjell en tett glimmergneis med mineralene fluoritt, biotitt, stannolitt, kyanitt, sillimanitt og granat. Dette mineralselskapet representerer en kjemisk ulikevekt i bergarten. Ulikevekten kan muligens skyldes at kontaktmetamorfose overprenter regionalmetamorfe mineralselskaper, men kan også skyldes andre forhold.

Metamorfiske omvandlinger har ofte funnet sted. Bl. a. kan det påvises K-tilførsel i basiske bergarter, som for eks. dioritt i Bindalsmassivet. Disse er ofte uvanlig biotittrike; samtidig sees eksempler på mikroklinisering av plagioklas (fig. 8).

Granat-diopsid-skarn forekommer på grensen mellom granitt og marmor, ved marmorlinser i granitt eller hvor granitt (og dioritt)-ganger gjennomsetter marmor. Pyroksen-vesuvian-skarn er påvist ved monzodiorittkontakt ved Hegge i Velfjord (Kollung 1967).

### Strukturgeologi

Kollung (1967) har bare en kort omtale av strukturgeologien i området, og det står fremdeles mye igjen å gjøre på dette felt.

Kartområdet ligger i sin helhet innenfor det 'høymetamorfe dekket' i Helgeland. Vest for grunnfjellsinduset i Borgefjell (kartbladene Borgefjell og Hattfjellfjell) ligger dekket over lavmetamorfe bergarter (Gustavson 1971, Foslie og Strand 1956, Strand 1955, Strand 1960). Løser syd viskes metamorfoseforskjellen ved dekkgrensen ut (Oftedal 1956). Utgåendet for skyveplanet er ofte steiltstående. Som oftest er det karakterisert ved mylonitter og/eller breksjerte bergarter (Gustavson og Grønhaug 1960). I Hattfjellfjell ligger det 'høymetamorfe dekket' over det lavmetamorfe 'Hattfjellfjellsdekket' (Strand 1955) og lenger syd over 'Seve-Køli-dekket'. Videre nordover fortsetter dekkgrensen antagelig over Rosvassholmen og nord for Tustervatn (Ramberg 1967). Rødingfjellsdekket (Kollung 1955), som kommer inn på norsk side syd for Hattfjell øst for Rosvatn er foldet, synes å ligge mellom det 'høymetamorfe dekket' og lavmetamorfe bergarter i 'Seve-Køli' og 'Hattfjellfjellsdekket' (Ramberg 1967, u.m.).

Vest for Bindalsmassivet øker metamorfosegraden nordover fra Grong mot Indre Follafjord (Kollung 1967). Nord for Indre Follafjord har Kollung påvist tre lokale skyveplan og dessuten er lokalt skyveplan syd for Austrå, alle med overskyving mot vest. Det kan også iakttas lokal mylonittisering og breksjering ved sjøen vest for Horn innen kartområdet.

I den sentrale — østlige del av kartet er den karakteristiske strekretning for foliasjonen (definert ved parallellordning av glimmer, metamorf bånding og primære sedimentkontakter) ca. N-S. I den vestlige del, derimot, er retningene mer varierende. Suprakrustalene bøyer i regional målestokk kon-

formt om Velfjordmassivene. Vest for disse er strekretningen NO-lig, dreierende NV-lig lenger nord.

Karakteristisk for gneiser og skifer øst og vest for Bindalsmassivet er at de faller inn under massivet. Dette forhold har gitt opphav til betegnelsen 'Nordlandssynklinalen' (Th. Vogt 1922). Således representerer lagstillingen ved massivets grenser sydløst på kartet et er unntak. Burke (1958) benytter betegnelsen 'Nordland synclinorium', som er en tilfattere betegnelse. Bedre ville f. eks. være å betegne strukturen en 'kompleks synform'.

Egne undersøkelser har vist at området har gjennomgått minst tre folde-faser, betegnet  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ .

$F_1$  er den fase som synes å dominere kartbildet og gi de regionale hovedstrukturer. I den vestlige del av kartbladet kan man best studere de tre faser i området i en sektor fra N mot SO med Moyvatn som sentrum, ca. 10 km nord for Brønnøysund. Her er marmor først foldet under fase  $F_1$  (opptrer nå som en fold med vertikale akser, i alle fall i SV).  $F_2$ -fasen har videre foldet marmoren i en antiform, slik at marmoren ligger i en lukket folde-struktur.  $F_3$  har videre foldet de gamle strukturer i åpne folder med østlige akser.

Karakteristisk for folder tilhørende foldetasene  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  er følgende trekk

- $F_1$ : Isoklinale folder, oftest tilnærmet liggende. Karakterisert ved at glimmermineralene er orientert parallelt akseplanene gjennom foldeknærne.
- $F_2$ : Når isoklinale folder karakterisert ved at glimmermineralene bøyer rundt i foldeknærne. Oftest NO-SV-lige akser.
- $F_3$ : Åpne folder, med noe varierende øst-vestlige akser, som folder  $F_1$  og  $F_2$  foldene.

Karakteristisk foldestil i mindre foldestrukturer (fra cm — m's størrelse) for de ulike faser er vist i fig. 9.

Videre skal kort nevnes litt om hovedstrukturene i sydlige Eiterådal. På Kollungs (1967) kart synes sedimentene i Eiterådal å stå diskordant mot glimmergneiser i syd. Dette skyldes en feilaktig interpretasjon gjennom fullstendig overlekkede områder. De tektoniske hovedstrukturer, slik de sees på flyfotos og i felt, løper nemlig rundt Eiterådalbergartene (fig. 10). Det opptrer en synform i SO og SV med en mellomliggende antiform. Den sentrale antiform sees av flyfotos å løpe sammen med antiformstrukturen hvor kalksilatgneiser dukker opp vest for Langskarnesen lenger syd. Den SO-lige synforms akseplan fortsetter sydover Langskarnesen og videre mot Gåsvann. Disse hovedstrukturer synes å være av  $F_2$  alder, fordi glimmer bøyer rundt i foldeknærne i mesoskopiske folder med aksefall mot nord. Syd for Eiterådal er bergartene også svakt foldet i åpne folder ved fase  $F_1$ .

### Økologisk geologi

Nedenstående opplysning om erts- og mineralforekomster er vesentlig hentet



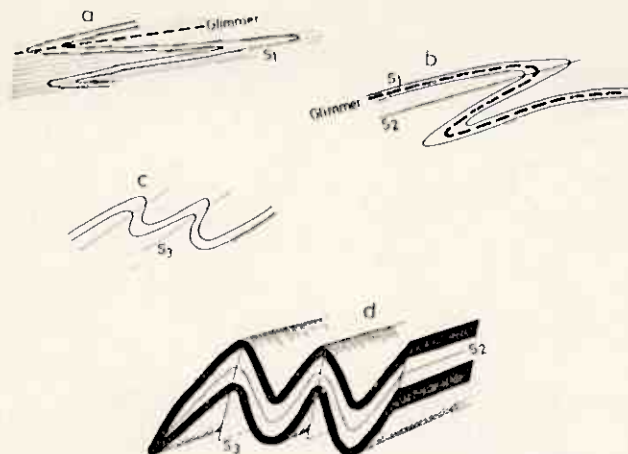


Fig. 9. Karakteristiske folder (1 cm/m størrelse) tilhørende ulike foldelaser. a) Nær isoklinal  $F_1$ -fold. b) Nær isoklinal  $F_2$ -fold. c) Åpen  $F_3$ -fold. d) Eldre fold (eks.  $F_2$ ) foldet ved  $F_3$ .  $S_1$ ,  $S_2$  og  $S_3$  er akseplan i henholdsvis  $F_1$ ,  $F_2$  og  $F_3$  foldet. Typical folds (in cm/m scale) belonging to different phases of folding. a) Near isoclinal  $F_1$ -fold. b) Near isoclinal  $F_2$ -fold. c) Open type  $F_3$ -fold. d) Older fold (ex  $F_2$ ) folded by  $F_3$ .  $S_1$ ,  $S_2$  and  $S_3$  are the axial planes in  $F_1$ ,  $F_2$  and  $F_3$  folds respectively.

fra NGU's bergarkiv, samt Poulsens (1964) og Totgersens (1928) avhandlinger.

#### Jernmalmsforekomster

**Literådalen.** Malmer opptrer i en epidiorhornblendeskifer (s. 10) med overgang til amfibolitt. Ertsmineraler er vesentlig magnetitt + hematitt. Forekomsten synes å være av sedimentær opprinnelse. I følge Stoltz (1908) er der en østre, en midtre og en vestre malmsone som kan følges usammenhengende henholdsvis 9 (til Hellsbakken) 6 og 11 km (til Velfjordskaret) sydover fra Øvrefoss. Forekomsten som ble funnet omkring 1900-tallet er omtalt av Rekstad (1917).

**Brennertind.** I følge Rekstad (1917, s. 63) er det her og i flere av greisområdene nord for enden av Tosfjord i 1915 tatt ut anvendinger på magnetitt. Anvirket til hornblendebergart. Ingen andre opplysninger om forekomstene er funnet.

#### Karaktistiske geologiske

Utsnitt 2. Øst fra Hellsbakken i Velfjordområdet er delvis av

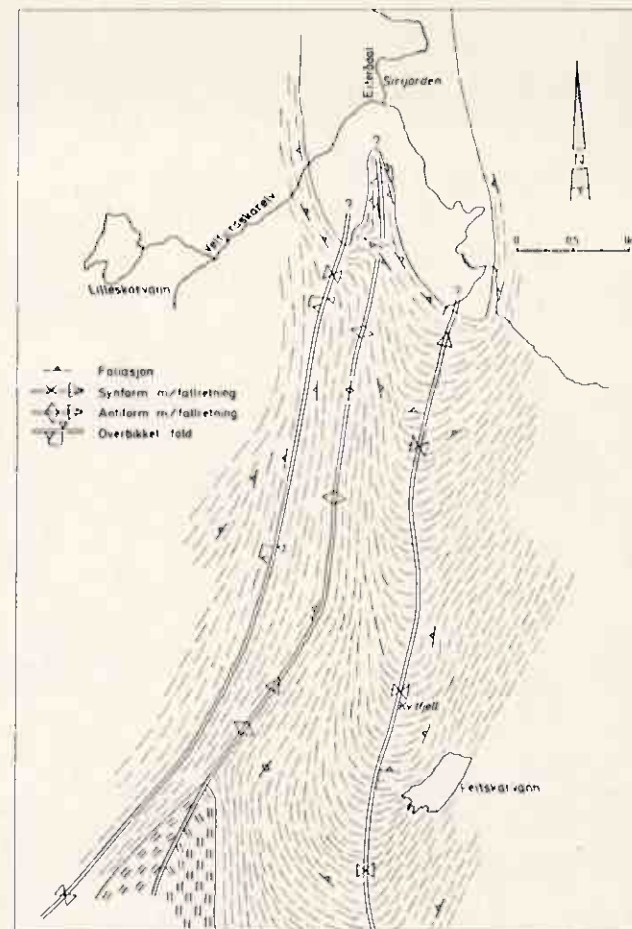


Fig. 10. Strukturelogisk kart over området mellom Literådalen og Langskarnesen. Structural map over the area between Literådalen and Langskarnesen.

ende grad av omvandling til serpentinit. Herfra ble der omkring 1860 sendt en prøvesending til Trondheim (Rekstad 1902, 1917). I følge Rasmussen (1941) ble forekomstene funnet i 1892, og det er anvendinger sju steder

Kromittmalmen opptrer vesentlig som tynne ganger eller (uregelmessige) slirer, men kan også opptrre som impregnasjon.

Det har også vært forsøkt drevet på asbest.

#### Bly-zink forekomster

*Storhaug* (Klausmark). Forekomsten ble funnet i 1904. Ertsmineraler er blyglans, kobberkis, *stovelkis* m. m. (Torgersen 1928). Forekomststørrelse er ikke kjent.

#### Kisforekomster

*Langbærneien*. Forekomsten opptrer ved fjellets sydlige fot (plottet etter kart i NGU's bergarkiv). Ertsmineralene er *magnetkis* og *kobberkis*. Noe *svablen* og *blyglans* opptrer i glimmergneis. Forekomststørrelse er ukjent. *Rugås* sydøst for Sortfjord i Velfjord. Forekomst av *stovelkis* og noe *kobberkis*. Forekomststørrelse er ukjent.

*Store og Lille Esøya*. *Magnetkis* og noe *kobberkis* opptrer i kloritskifer og granatglimmerskifer mellom amfibolitt og en forekomst av aktinolit (strålsten).

#### Molybdenforekomster

*Andalsbatten*. Chr. Ottedahl (1967) har beskrevet forekomsten som ble funnet av Olav J. Andal omkring 1936. Ottedahl beskriver en 8 m lang og 35 cm bred pegmatisk gang med molybden, kvarts, ankerittisk dolomitt, albit, biotitt, muskovitt, talk, turmalin og spor av kloritt. Forekomsten ligger i ultrabasiske til basiske bergarter i det store 'Andalsfeltet' som på alle sider er omgitt av yngre porfyrisk Bindalsgranitt.

I følge rapport (Böckmann 1936) opptrer ganger med molybden-glans og turmalin i minst fire områder knyttet til ultrabasisk bergart, betegnet 'pyroksenit'. Foruten pegmatitt, er molybden-glans også knyttet til 1–5 cm brede gjennomskjærende turmalinførende gangspalter.

På kartet er pegmatittgangen avmerket som den sydligste forekomst. Forekomsten er omtalt av A. Bugge (1963).

#### Gullarsenksforekomster

*Govassdalen*. Alle tidligere kjente gullarsenksforekomster i Bindal ligger lenger syd på begge sider av Tosfjorden (Poulsen 1964). I tillegg har Kollung (1967) plottet en forekomst ved hornblenditten i Govassdalen, men at denne er nærmere beskrevet hverken i avhandling eller i rapport.

#### Nyttbare bergarter og mineraler

*Marmor* er den bergart som har hatt størst økonomisk interesse. Brytning til prydsten har bare funnet sted i Velfjord på forekomster nær Velfjordmarmorene hvor marmoren er ren og hvit. Både dolomitt og kalkspatmarmor

opptrer her. Forekomstene er beskrevet av Vogt (1897) i hans arbeid om «Norsk marmor». For tiden er bare ett brudd i drift (ved Hegge). Bruddene er plottet inn på kartet etter opplysninger i NGU's arkiv.

Velfjordmarmorene er for tiden (1971) gjenstand for kartlegging med tanke på industriell utnyttelse.

*Gabbro*. Ulike typer gabbroide bergarter opptrer i kartområdets vestlige del. Et mindre område i Andalsfeltet like syd for Andalsvågen er under undersøkelse med tanke på prydstensdrift (etter opplysninger fra Olaf J. Andal). Forøvrig kan andre 'gabbroer' ha interesse både til veiformål og mulig prydstensdrift.

*Granitt* har tidligere vært brukt til husbygging. Porfyrisk granitt kan bli et mulig objekt til prydstensdrift, men man må da finne områder hvor bergarten er homogen, med lite sprekker og uten inneslutninger.

*Klebersten* har i eldre tid vært brukt på Esøya. Forekomsten ligger her i ytterkant av amfibolitt og består vesentlig av kloritt. Sten til Tjøtta kirke skal være hentet herfra (Rekstad 1917).

*Asbest* er påvist i serpentittforekomsten øst for Heggefjord.

*Kversten* er drevet ut på klorittholdig granat-sericitt skifer i Kvertinden, Ramtinden, ved Skåren og Eidet. Produksjonen var på topp ved begynnelsen av 1800-tallet og avtok jevnt til den ble avsluttet ved begynnelsen av 1900-tallet. (Rekstad 1917).

#### Etterord

Denne beskrivelse er hovedsakelig bygget på Kollungs avhandling (Kollung 1967).

Kartleggingsarbeidet i marken er utført av S. Kollung i årene 1961–1965 og av forfatteren 1968–1971. Omkostningene ved kartleggingen er dekket av NGU. Kartet og tekstfigurene er tegnet av A. Pedersen, NGU. Samtlige fotos er ved forfatteren.

Statsgeolog M. Gustavson takkes for verdifull kritikk av manuskriptet. Dr. David Roberts takkes for å ha lest korrektur på den engelske del av teksten. Hr. E. Knutsen, Mosheim og fru G. Dahle, Berg takkes for å ha behjelpelig med husom under feltarbeidet.

Studenten Inge Bakke og Oddvar Skarpmo har deltatt som assistenter under deler av feltarbeidet.

#### Summary. Description to the Geological Map, Velfjord

This description of the map Velfjord is based mainly on Kollung's (1967)

paper. Kollung's paper has a summary in English giving more detailed descriptions of most of the rock types occurring in the area.

The Velfjord map area is located in the south western part of Helgeland, Northern Norway. The eastern 2/3 has been mapped by Kollung (1967) and the western part by the author. The different rock types are listed below.

A. Granitic basement rocks of supposed Pre-Cambrian age on the islands Havnøy and Fjordholmene.

B. Rocks of Cambro-Silurian age, mostly supracrustals. These are of the following types:

Mica gneisses (with transition to schists), quartz-feldspathic gneisses, quartz-rich gneisses, mica schists of different types, calc-silicate gneisses, calcareous (mica) schists and conglomerate, marbles, amphibolites and hornblende schists of different types (some may be of magmatic origin) and dioritic gneisses (of eruptive origin).

C. Younger than the supracrustals are igneous rocks belonging to the Bindal massif (consisting of even-grained granite/granodiorite, porphyritic granite/granodiorite, quartz diorite, monzonites (and monzodiorites) gabbroid rocks) and the Velfjord massifs hornblende gabbro, hypersthene monzodiorites, diorite with transition to monzodiorite, quartz monzonite and granite/quartzdioritic rocks). The different rock types are classified according to the Streckeisen (1967) system.

The basic rocks are older than the more acid rocks, proven by the fact that apophyses and dykes of the acid rocks intrude the former.

Ultrabasic rocks of different types are found both within and outside the Bindal and Velfjord massifs. Outside the massifs they occur mostly as serpentinite lenses within the supracrustals.

Age relationships between the Bindal and Velfjord massifs are somewhat uncertain. Vogt (1887) and Kollung (1967) found the Velfjord massifs to be post-tectonic and syn-tectonic, respectively. The chief evidence would seem to be that both massifs have appeared to have imposed a contact metamorphism on the surrounding supracrustals, and that fine-grained hornfels-like rocks are present, as well as in the case of the Velfjord massifs, the minerals wollastonite and grossular. For this reason it seems likely that contact metamorphism has been superimposed on regional metamorphic mineral assemblages and structures after the peak of the regional metamorphism which accompanied the deformation phase  $P_2$ .

D. The youngest rocks in the area are five types of dykes cutting through both eruptives and metasediments. These are fine-grained granitic/aplitic dykes, pegmatitic dykes and lenses, quartz dykes, basic (dioritic) dykes cut by granitic dykes and basic dykes cutting granitic dykes.

Tectonically the rocks in the map area are situated in 'the high metamorphic nappe complex' of central and western Helgeland. This nappe is situated above low metamorphic (greenschist facies) rocks belonging to the 'Seve-Koli Nappe' and the 'Hattfjelldal Nappe' in the east, and the 'Rødingfjell Nappe' in the north-east.

The supracrustal rocks of the area have undergone at least three phases of Caledonian folding, the  $P_2$  phase producing the main regional structures. The basement domes are also of  $P_2$ -age.

**Metamorphism.** The rocks in the map area have mineral assemblages which place them in the almandine-amphibolite facies. Very often the minerals staurolite, (kyanite) and sillimanite occur as index minerals, but distinctive metamorphic zones are not determinable on a regional scale. It does seem, however, as if the supracrustals in the coastal area have undergone a somewhat lower degree of metamorphism (staurolite zone) than those in the central and eastern areas where sillimanite may occur. In the area south of Høen the metamorphism seems to have been that of upper greenschist facies; here, sedimentary structures such as graded bedding and ripple drift lamination may be found.

Contact metamorphism appears to occur towards the porphyritic Bindal granite east of Vævelstadsundet where a calcareous (mica) schist passes into a very fine-grained mica schist with numerous calc-silicate bands. Near the contact to the Velfjord massifs the minerals as wollastonite and grossularite are present as described by Vogt (1887) og Kollung (1967).

Finally a short list of small mines and quarries is included.

#### APPENDIX

For klassifisering av eruptive bergarter er modalanalysene plottet i Streckeisen's (1967) klassifiseringssystem. Diagrammet for den del av dykebergartene som har et  $SiO_2$ -overskudd er gjengitt i fig. 11. Kollung's (1967) betegnelser er, så langt det har vært mulig, omklassifisert etter Streckeisen's system.

For de metamorfe suprakrustalbergarter er følgende bergartsdefinisjoner lagt til grunn (delvis etter retledning for utarbeidelse av NGU's berggrunnskart):

**Amfibolitt.** Regionalmetamorf bergart med hornblende og plagioklas som hovedmineraler.  
**Glimmerfjeller.** Regionalmetamorf fjellbergart med kjev etter sekundær skifringhet og med synlige glimmerflak. Feltspatinnhold vanligst under 20 %. Glimmerinnhold over 50 %.

**Gneis.** Regionalmetamorf feltspatikk (over 20 %) silikatbergart med foliasjon forårsaket av vekslende mellom granoblastisk og lepidolitt til nematoblastiske mineralaggregater i form av mer eller mindre regelmessige bånd, linser, årer eller striper.

Gneisnomenklaturen kan oppstilles etter kriterienees karakterer:

##### 1. Mineralogiske kriterier

- a) Kvalitativt: Hornblendegneis, sillimanitgneis, kalksilikatgneis, toglimmergneis, etc.
- b) Kvantitativt: Granittisk gneis, diorittisk gneis, etc.

##### 2. Strukturelle kriterier

Båndgneis, øyegneis etc.

##### 3. Genetiske kriterier

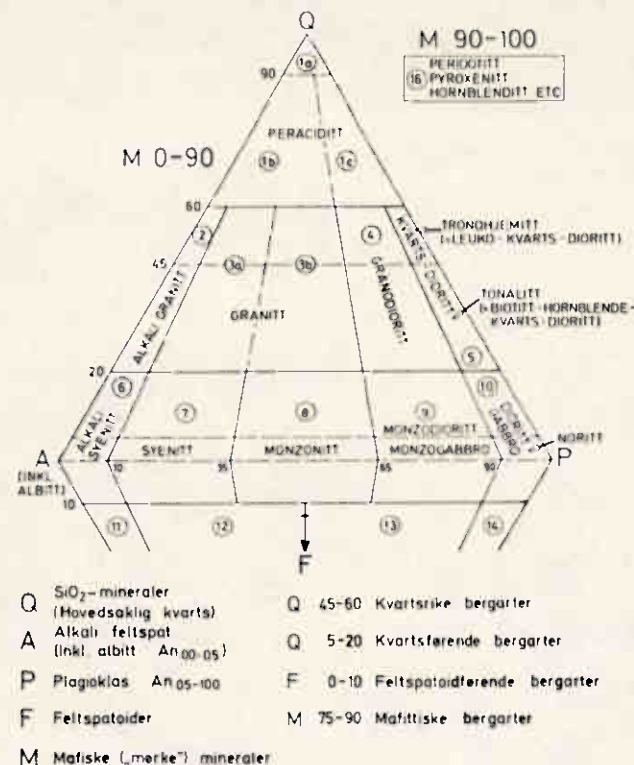


Fig. 11. Klassifisering av dyppergarter med  $\text{SiO}_2$ -overskudd. Etter A. Streckeisen (1962).  
Classification of Plutonic rocks with an excess of  $\text{SiO}_2$ . After A. Streckeisen (1962).

a) Etter opprinnelse/bergart: orthogneis, paragneis, granittgneis etc.  
b) Etter fergningsprosessen karakter: melonittgneis, inksjingsgneis etc.  
*Isotakt-metamorfe*: Regionalmetamorf bergart hvor skifringheten betinges av orientering av bærblende.  
*Kontakt*: Regionalmetamorf bergart med over 80 % kvarts og med granoblastisk tekstur (struktur).  
*Marmor*: Metamorf bergart med kalkspat eller dolomitt (dolomitmarmor) som vesentlig mineral, over 50 % og med granoblastisk struktur.  
*Mylonitt*: Kataklastisk finkornet, tett bergart dannet av mer grovkornet bergart ved nedknusing uten kohesjon.  
*Horofels*: Hard, finkornet kontaktmetamorf bergart med splintreg til mosig bånd.  
*Struktur (eller tekstur) betegnelse*:

*Granoblastisk tekstur*: Kvadrantet representert av Hekfornet, tettpakket krystalliserende mineraler.  
*Lepidoblastisk tekstur*: Parallellfordeling av tåleblende eller fliske mineraler (f. eks. glimmer, floritt).  
*Nematoblastisk tekstur*: Parallellfordeling av stenglige mineraler, eks. amfibol.  
*Porfroblastisk (eller porfyriske tekstur)*: Premiter når et eller flere mineraler utvikles i større korn i en finere kornet grunnmasse.  
*Absolutte kornstørrelser*:  
*Grovkornet*: Hvertallet av korn har diameter mellom 0.5 og 3 mm.  
*Middelskornet*: Hvertallet av korn har diameter mellom 1 og 5 mm.  
*Finkornet*: Hvertallet av korn har diameter under 1 mm.

#### LITTERATURLISTE

- NGU = Norges geologiske undersøkelse  
NGU = Norsk Geologisk Tidsskrift  
GFF = Geologiska föreningens förhandlingar  
SGU = Sveriges geologiska undersökning
- Birkeland, T., 1938. Geological and Petrological Investigation in Northern Trøndelag, Norway. NGU 38, 327-429.  
Bruch, O. A., 1964. Age determinations of Norwegian minerals up to March 1964. NGU 228, 84-113.  
Bjerg, A., 1963. Norges molybdenforekomster. NGU 217, 134 s.  
Bockheim, K. L., 1936. Rapport fra betaring paa Andalssharpen i tiden 13.-19. aug. 1936 med referanse til tidligere rapport av 16. juli 1936. Rapport nr. 3212 i NGU's bergserie. Upubl.  
Jordie, S. og Strand, T., 1936. Namsos med en del av Frostingsfjell. NGU 196, 82 s.  
Gustavson, M., 1971. Borgfjell, Berggrunnsgeologisk gradteigkart 1:100 000. NGU, (under trykking).  
Gustavson, M. og Grønhaug, A., 1960. En geologisk undersøkelse på den nordvestlige del av kariblad Borgfjell. NGU 211, 26-74.  
Hoel, A., 1907. Den marine grense ved Velfjorden. *E. norske Vidensk. selsk. Forh.*, 1906, 15 s.  
Hoel, A., 1907. Kvartiergeologiske undersøgelser i nordre Trondhjems og Nordlands amt. *Arch. f. Math. og Naturv.*, 28, 80 s.  
Kolling, S., 1967. Geologiske undersøkelser i sørlige Helgeland og nordlige Namdal. NGU 254, 95 s.  
Kulling, O., 1935. Beskrivelse til berggrundskarta over Västerbottens län, 2. Den kaledonska fjällkedjans berggrund inom Västerbottens län. *SGU, Ser. Ge.*, 37, 101-295.  
Ofstad, Chr., 1956. Om Gronghulmassonen og Grongfjellens skovveddekket. NGU 193, 57-64.  
Ofstad, Chr., 1967. Note on a molybdenite-dolomite-bearing pegmatite in Velfjord, Nordland, Norway. NGU 247, 147-149.  
Poulsen, A. O., 1964. Norges gruer og malme-forkomster II. Nord-Norge. NGU 204, 101 s.  
Prestrick, T., 1971. Note on chloritoid in the Trondhjem region. NGU (under trykking).  
Ramberg, I., 1967. Kongsfjellområdet geologi, en strukturell undersøkelse i Helgeland, Nord-Norge. NGU 240, 130 s.  
Rasmussen, 1931. Velfjord fremmalme-felt. Rapport nr. 131. NGU's bergserie. Upubl.  
Rekstad, I., 1902. Geologisk kart over traktene omkring Velfjorden med beskrivelse. NGU 34, 40 s.  
Rekstad, I., 1910. Beskrivelse til det geologiske kart over Bindalen og Leka. NGU 53, 37 s.  
Rekstad, I., 1915. Helgelands ytre kyststrand. NGU 75, 53 s.  
Rekstad, I., 1917. Vega. Beskrivelse til det geologiske generalkart. NGU 80, 85 s.  
Stoltz, J., 1908. Rapport over Litteraldalens jernmalme-felter. Rapport nr. 2480. NGU's bergserie. Upubl.  
Strand, T., 1935. Sydøstligste Helgelands geologi. NGU 191, 56-70.

- Strand, T., 1960: The Pre-Devonian rocks and structures in the regional of Caledonian deformation. I Holte Dahl, O. (ed.) *Geology of Norway*. NGU 298, 170—278.
- Sireckeisen, A. L., 1967: Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. *N. Jb. Miner. Abh.* 107, 144—240.
- Sturt, B. A., Miller, J. A. & Fitch, F. J., 1967: The age of alkaline rocks from West Finnmark, Northern Norway, and their bearing on the dating of the Caledonian orogeny. *NGT* 47, 255—273.
- Svensson, H., 1959: Glaciation och morfologi. En glacialgeografisk studie i ett tvärsnitt genom skanderna mellom södra Helgelandskusten och Kultsjödalen. *Med. f. Lunds univ. geogr. inst., avhandlingar XXXVI*, 283 s.
- Torgersen, J. C., 1928: Sink- og blyforekomster på Helgeland. *NGU* 131, 79 s.
- Vogt, J. H. L., 1887: Norsk marmor. *NGU* 22, 364 s.
- Vogt, J. H. L., 1900: Søndre Helgeland. *NGU* 29, 178 s.
- Vogt, TH., 1922: Bidrag til fjellkjedens stratigrafi og tektonikk. *GFF* 44, 714—739.
- Winkler, H. G. F., 1967 *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Revised 2. ed Springer Verlag, Berlin, 237 s.
- Oyen, P. A., 1896: Skillebotn, et bidrag til kundskaben om stranderosion. *Arch. F. Math. og Naturv.*, 18, 36 s.