

28007

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 179

OVERSIKT OVER BERGARTENE  
I SUNNMØRE OG TILGRENSENDE  
DELER AV NORDFJORD

AV

**TØRE GJELSVIK**

MED GEOLOGISK OVERSIKTSKART  
AV TØRE GJELSVIK OG CHR. C. GLEDITSCH,  
17 TEKSTFIGURER OG SUMMARY

— ( ) —

**OSLO 1951**

I KOMMISSJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.



## Innholdsfortegnelse.

	Side
Forord .....	5
Innledning .....	7
Tidligere undersøkelser .....	9
Petrografisk beskrivelse .....	10
Utbredelse av de forskjellige bergarter .....	24
Strukturer .....	26
Mineralske råstoffer .....	30
Foreløbige betraktninger om gneisenes genese .....	34
Summary in English .....	37
Litteraturfortegnelse .....	45

## Forord.

Da jeg tok til med geologiske undersøkelser i Sunnmøre i 1941, var ikke hensikten å lage et geologisk kart. Landet var var som kjent i krig med og okkupert av Tyskland, og jeg hadde bruk for et påskudd til hyppige reiser til Ålesundkanten, hvor den illegale Englandsfarten hadde sitt sentrum på den tiden. Under den slags forhold kunne det naturligvis ikke bli tale om systematiske geologiske undersøkelser, men jeg fant området også geologisk så interessant at undersøkelsene ble fortsatt. Da jeg etter hvert ble forhindret fra å foreta så langvarige og hyppige reiser som ønskelig, ble Chr. C. Gleditsch fra 1943 en ivrig og energisk medarbeider. I 1944 og 1945 var også Johanne Hødal med.

Den geologiske interesse jeg har hatt for området har videre vært av mer petrografisk enn egentlig regional-geologisk art, og har særlig knyttet seg til en interessant gabbrostamme som opptrer innenfor Ålesund. Da imidlertid området geologisk sett har vært svært lite undersøkt, og det utgjør en stor del av den tidligere kalte »Romsdalske grunnfjellstavle« hvis alder nå er så omstridt, og da særlig medarbeiderne ved en energisk innsats etter hvert fikk samlet meget materiale, fant jeg det naturlig å forsøke å samle iakttagelsene i et geologisk kart. I og med at Chr. C. Gleditsch har utført det meste av feltarbeidet, er det naturlig at han også står som medansvarlig for kartet.

Jeg vil gjerne nytte dette høve til å takke mine medarbeidere for det store arbeidet som de under vanskelige forhold har utført i Sunnmøre, og for den forståelse de viste i krigsårene da ledelsen av undersøkelsene av gode grunner ikke kunne svare til den energiske innsats fra medarbeidernes side.

Arbeidet har i første rekke blitt finansiert av »Width Endresens fond til fremme av Sunnmøres næringsliv«. Jeg er styret

for dette fond meget takknemlig for den interesse det på denne måte har vist for den geologiske utforskning av Sunnmøre. I årene 1947—48 fikk jeg stipendier av fondet »Nationalgaven til Chr. Michelsen«. Uten disse ville jeg ikke ha vært i stand til å holde fram med undersøkelsene, og neppe fått tid til å fullføre bearbeidelsen av det innsamlete materiale. Videre må jeg få takke professor Tom. F. W. Barth for den interesse han hele tiden har vist for alle sider av vårt virke i Sunnmøre. Professor Barth har ved et par leiligheter deltatt i ekskursjoner i feltet, og har forøvrig på enhver måte støttet undersøkelsene. Bearbeidelsen av materialet har blitt utført ved Universitetets Mineralogiske Institutt på Blindern og Mineralogisk-Geologisk Museum på Tøyen. Norges Geologiske Undersøkelse ved direktør C. Bugge har elskverdiggst påtatt seg utgivelsen av kartet med beskrivelse.

Fru Marit Sommerfeldt har rentegnet kartet.

Professor T. F. W. Barth og cand. real. Chr. C. Gleditsch har lest gjennom manuskriptet til denne beskrivelse og gitt verdifull kritikk, men er naturligvis ikke ansvarlig for de oppfatninger som jeg har gitt uttrykk for.

Til slutt vil jeg få lov å takke alle venner og kjenninger i Sunnmøre for all hjelp under arbeidet i distriktet. Uten forkleinelse for andre må jeg særlig få nevne disponent Arne Birkevold og redaktør Magne Flem i Ålesund.

**Abstract.** The paper describes the rocks within a large gneiss-area in Sunnmøre district, on the north-west coast of Southern Norway, between Bergen and Trondheim.

Besides the dominating granitic gneisses the rocks consist of remnants of different supracrustal rocks, like quartzites, shists, limestones and basaltic lavas. Relatively small bodies of different mafic and ultramafic rocks have been intruded. All the rocks, the supracrustals most thoroughly, have been metamorphosed and replaced (mainly by granitizing agents) in connection with orogenic movements.

The author presumably considers the region being a central zone in the Calidonides of Norway.

## **Innledning.**

Kartet omfatter Sunnmøre og en stripe av Nordfjord, nemlig området nord for fjorden av samme navn, samt mesteparten av Stadlandet. Det begrenses i nordvest av Norskehavet, i syd av Nordfjorden, og i øst og nordøst tilnærmet av en linje fra Stryn over Videseter, Djupvasshytta, Tafjord, Vestnes og Misund. I alt omfatter det ca. 7500 km<sup>2</sup>, dvs. 7—8 vanlige norske rektangel- eller gradteigskart. Mesteparten er oppfylt av et kupert fjellplatå i 1000—1500 m høyde over havet. Dype, smale fjorder og daler skjærer seg inn og danner stupbratte fjord- og fjellsider. Mot kysten senker platået seg til omtrent den halve høyde, og på øyene og de ytre fjordbygder er strandflaten til dels godt utviklet. Kartet omfatter ikke løsavleiringer, bare fast fjell.

Mangelen på gode veier og kommunikasjonsmidler, sammen med det sterkt kupert fjellområde, hvor topper når opp mot 2000 m o. h., samt et vått og surt klima, gjør geologiske undersøkelser meget besværlige. Vanskelighetene blir ytterligere skjerpet av mangelen på tidsmessige topografiske karter. Det

eneste kart som finnes er amtskartet i målestokk 1 : 200 000, eller forstørrelser av dette, målestokk 1 : 100 000. Amtskartet er fra 1884, og så vel dette som forstørrelsen kan langt fra tilfredsstillende dagens krav, og er på flere steder direkte misvisende.

Med de forutsetninger som våre undersøkelser i Sunnmøre har hatt, og de svære og vanskelig tilgjengelige områder som det dreier seg om, kunne det ikke være tale om å foreta noen *detaljert* kartlegning. Det kan forøvrig ikke komme på tale før det blir laget moderne topografiske karter i tilstrekkelig stor målestokk. Det geologiske kart som nedenfor skal beskrives, er å oppfatte som *et skjematisk oversiktskart som gir de viktigste regionale data vi hittil har samlet*. Vi har funnet det riktig å sende det ut nå under denne forutsetning, da det er tvilsomt om de eventuelle fortsatte undersøkelser kan omfatte vesentlig mer av den generelle geologi. Vi håper kartet kan være til hjelp for andre geologer som måtte ønske å ta fatt på noen av de mange petrografiske og geologiske problemer som området byr på. For navn som ikke er medtatt på det geologiske kart, henvises til amtskartet.

Den alt overveiende del av Sunnmøres bergarter kan puttes i den store sekk som heter gneis. Mesteparten er middels kornete kvarts-biotitt-feltspat-gneiser, ofte også hornblendeførende, karakterisert av tallrike årer, slirer, øyne eller mindre bånd av grovkornet granittisk sammensetning (gruppene 1, 2, 3). I visse områder kan en skille ut mer finkornige, ofte finbåndete gneiser eller skiferlignende bergarter, men med ikke lite grovkornet gneis innimellom. Der de finkornige utgjør en god del, ikke nødvendigvis den største, er de blitt skilt ut som gruppene 4 og 5. (Forskjellen mellom 1 og 2, respektive 4 og 5, stikker i karakteren av de basiske linser eller bånd som finnes i bergartene i varierende, men helt underordnet mengde). Forfatteren har i kartbeskrivelsen i størst mulig grad søkt å unngå å blande inn genetiske betraktninger eller begreper, men det bør her nevnes at en rekke lokaliteter helt overbevisende demonstrerer at *granittisering* har funnet sted overalt, men i større eller mindre grad. Dette har resultert i utviskning eller tilsløringer av de primære grenser. Dette har i høy grad vanskeliggjort en klar inndeling og avgrensning av bergartsgruppene. De enkelte gren-

ser er dessuten ofte basert på mer eller mindre tilfeldige profiler langs veier, strender, daler eller fjelloverganger. Etter hvert som nye snitt blir gjort, vil grensene kunne korrigeres eller avsettes med større nøyaktighet. Det som her er sagt om utstrekning og grenseforhold gjelder også for gruppene 6, 8 og 9, selv om disse grupper er mer klart avgrenset og mer sammenhengende. Tiden har imidlertid ikke tillatt oss å forfølge dem i strøkretningen eller legge et tilstrekkelig antall profiler gjennom hvert drag. Når det gjelder gruppene 7, 10, 11 og 12, henholdsvis kalkstein, olivinstein, gabbro og anorthositt er målestokken ofte blitt overdrevet for at de skal kunne komme tilstrekkelig klart fram. Særlig for de tre siste grupper vil fremtidige undersøkelser ganske sikkert bringe for dagen nye forekomster som vil fortjene sin plass på kartet. Dette gjelder kanskje først og fremst for anorthositt, som ikke skiller seg så godt ut av gneisene på avstand. Hva gabbro angår, må en være klar over at den finnes i større og hyppigere grad i området nord for Storfjorden, enn sønnenfor, men i nord vil det være et svært arbeid å skille ut de enkelte felter. En har derfor gitt de relativt gabbrorike gneiser egen benevnelse. En viser forøvrig til det som er sagt om dette i kartbeskrivelsen. Tiden har heller ikke tillatt oss å studere foldningsakser, strekningsretninger, sprekkesystemer og andre struktursystemer i ønskelig grad.

### **Tidligere undersøkelser.**

Den geologiske undersøkelse av Sunnmøre begynte for alvor i 1870—1880-årene. Før den tid hadde det bare vært sporadiske besøk av geologer. I disse årene reiste H. Reusch ganske meget der, og J. H. L. Vogt studerte særlig olivinsteinene. I 1904 besøkte C. Bugge området og undersøkte kalksteinforekomstene. I 1920 besøkte P. Eskola noen lokaliteter i Søre Sunnmøre, og i 1934 fant C. Bugge grønnskifrene i Romsdalsfjorden. Fortegnelse over de avhandlinger som ble resultatet av disse undersøkelser finnes på s. 45.

Det av disse arbeider som har hatt størst interesse for regional-geologiske undersøkelser er Reusch's arbeide: »Grundfjeldet i søndre Søndmør og en del av Nordfjord« (1877). Han

har der sammenfattet resultatene av sine undersøkelser i et geologisk kart — det eneste som hittil har eksistert. Det omfatter den sydlige del av vårt kart.

Under utarbeidelsen av vårt kart har vi plasert olivinsteinen i Vanylven, Norddal og Hornindal etter Vogt (1883) og Reusch (1883), samt kalksteinen på Svinøy og ved Magerholm, og grønnskiferen på øyene i Romsdalsfjorden etter Bugge.

Sammenligner en Reusch's kart av 1877 med den tilsvarende del av vårt, vil en ikke finne mange likhetspunkter. Hans grupper »gneis med tydelig, respektiv utydelig, lagning«, svarer petrografisk sett nokså nær til våre grupper »varierte, finkornige gneiser« og »grovkornete åregneiser« (4, 5 og 1, 2). Reusch's gneisgranitt må også være en del av våre åregneiser, men såvidt forfatteren kan forstå av beskrivelsen, er den nærmest å oppfatte som øyegneis. Bortsett fra at vi har vanskelig for å forstå enkelte av de grenser som Reusch trekker opp, er vår vesentlige innvending mot hans kart at en av det må få inntrykk av at gneissgranitten er gjennomsettende. Dette fremgår klart av kartet nederst på side 33 i det ovenfor nevnte kalksteinsarbeide av C. Bugge (1905), hvor han gjør bruk av Reusch's kart. Reusch's makroskopiske beskrivelse av bergartene er fremrakende, og en sitter etter lesningen av hans arbeider igjen med det inntrykk at flere av uoverensstemmelsene mellom hans og vårt kart skyldes at definisjoner og genetiske teorier vedrørende gneis og granitt har endret seg atskillig siden den tid hans kart ble utarbeidet.

### **Petrografisk beskrivelse.**

*Gruppe 1 og 2: Grovkornige åregneiser, hovedsakelig varierte åregneiser med inklusjoner av gabbro og olivingabbro (1) eller av dunitt, serpentin, anorthositt, amfibolitt og eklogitt (2).*

Disse er oftest utviklet som båndete eller årete gneiser. De mørke drag består av biotitt, ofte også hornblende, sur plagioklas (ofte  $an_{20}$ ), kvarts, samt underordnede mengder av mikroklin. De lyse årer består overveiende av kvarts og mikroklin, med mindre mengder sur plagioklas. Ikke sjelden opptrer





Fig. 1. Lys åre med porphyroblastisk hornblende. (Porphyroblasts of amphibole in granitic veins.) Engesetskaret, Hareidlandet.  
Chr. C. Gleditsch.

hornblende i store porfyroblaster med utpreget poikilitisk tekstur (fig. 1). Som aksessoriske mineraler opptrer: titanitt, epidot, orthitt, kloritt, apatitt, jernoksyder. Av og til opptrer muskovitt sammen med, eller i stedet for biotitt. Granat forekommer av og til i spredte krystaller.

De lyse drag kan ha opptil 2 m mektighet, og lengder på atskillige ti-tall meter, kanskje opptil 100—200 meter. Men som oftest er det årer på noen få cm's bredde og dm's lengde. Ikke sjelden er det slirer og øyne. I regelen er de middels- til grovkornete, av og til mer pegmatittisk grovkornete, eller, sjeldnere, finkornete. En kan se alle slags overganger fra grovkornet pegmatitt gjennom øyegneiser til finkornet granitt eller aplitt (fig. 2). Den siste kategori kan være vanskelig å skille fra feltspatførende kvartsitt.

Vanlig grovkornet pegmatitt i *store* gjennomsettende ganger finnes det lite av i Sunnmøre. De som er, forekommer i gabbro eller i basiske gneiser. I gneisen opptrer pegmatitten gjerne i små partier, enten i form av lagerganger, slirer, stok-

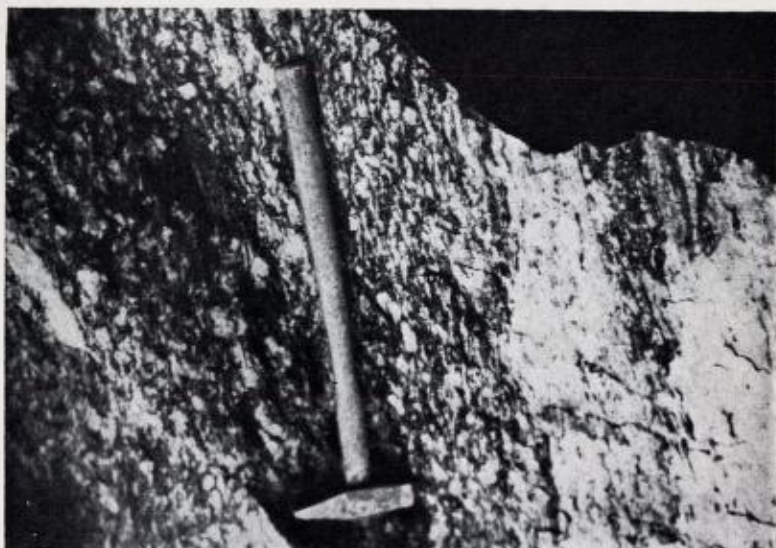


Fig. 2. Pegmatitt (til høyre) med jevn overgang til øyegneis.  
(Transition zone between pegmatite (right) and augengneiss.)  
Dalsnibba, Geiranger. T. Gjelsvik.

ker, eller små gjennomsettende ganger (fig. 3). Pegmatittens mineralsammensetning er: Kvarts, mikroklin, plagioklas, glimmer (2) samt av og til hornblende, granat eller turmalin. Sjeldne mineraler er virkelig sjeldne, beryll er observert en gang. De vanlige kismineraler, svovelkis og kobberkis, finnes også aksessorisk.

Gjennomsettende kvartsganger kan sine steder være ganske hyppige, forekommer ofte i forbindelse med sparagmittiske eller kvartsittiske bergarter, men finnes også f. eks. i øyegneiser.

Større partier granitt, eller helt retningsløs granitt, forekommer ikke i Sunnmøre, så langt vi har kunnet konstatere, bortsett fra små gjennomsettende ganger, analogt pegmatitt. Enkelte steder forekommer et par m tykke lagerganger av trondhjemittisk utseende, unntagelsesvis kan tykkelsen være opp til 5—10 meter. I disse største finnes partier av vanlig pegmatittisk karakter. Der kan også opptre 10—20 m tykke benker av forholdsvis jevn, grovkornet granittisk eller diorittisk gneiss, men dog alltid planfoliert. Som konkordante slirer, linser, eller mindre gjennomsettende ganger forekommer en mikroklin-



Fig. 3. Konkordante (til høyre) og transgressive pegmatittganger. (Concordant (right) and transgressive pegmatites.) Breivik, Gurskøy, T. Gjelsvik.

kvarts-kloritt-epidot-gneis eller -granitt. Den kan ofte være flintaktig, mylonittisk. Den synes å være et av de siste ledd i gneisens dannelsesprosess. Det aller siste er en serie sprekke-mineraler med idiomorfe krystaller: kvarts, kalkspat, muskovitt, epidot, flusspat, kloritt og svovelkis.

Ikke få steder kan det sees at den grovkornete gneisen inneholder relikter av ymse slag. Hyppigst av finbåndete, finkornete gneiser. Sine steder er utviklet ren migmatitt.

Som konkordante slirer i gneisen finnes forskjellige basiske bergarter, gabbro, olivinstein, amfibolitt, eklogitt og anorthositt. Størrelsen er varierende, fra nevestore til flere km lange. Gabbroene opptre sine steder i så store og mange linser at de utgjør en god del av gneiskomplekset, ellers gjør de basiske bergarter kvantitativt ikke så meget av seg. En nærmere beskrivelse av de forskjellige varianter av disse bergarter vil bli gitt senere. Det pointeres at noen annen forskjell på gneisgruppene 1 og 2, resp. 4 og 5 enn arten av de alminneligste basiske innleiringer, kan ikke sees.



Fig. 4. Øyegneis. (Augengneiss.) Brattvåg.  
T. Gjelsvik.

### Gruppe 3: Øyegneiser.

Øyegneiser er meget utbredt på Sunnmøre, oftest i forbindelse med åregneiser, ofte også som overgangssone mellom finkornige og grovkornige gneiser. Fig. 6 er tatt i en slik overgangssone. I enkelte finkornige kvartsbiotitt-skifre finnes en særegen form for øyegneis, med mindre og mer spredte øyne (fig. 5). Forskjellige steder kan øyegneiser sees å være utviklet også i basiske linser, amfibolitt og anorthositt. Oftest dreier det seg om bare smale bånd og slirer i andre gneistyper. På kartet er bare avsatt de soner hvor dragene er ganske mektige og kan følges over lengere distanse i strøkretningen. I Nordfjord er det forøvrig vesentlig større drag av øyegneiser, de nordligste av disse er kommet med på kartet.

Mineralsammensetningen i øynene er i regelen: kvarts, mikroklin, sur plagioklas og biotitt i underordnet mengde. Myrmekitt alminnelig. Mineralsammensetningen er m. a. o. den samme som i de lyse årer i åregneisen. Fig. 6 viser en mellomting mellom en øyegneis og en åregneis.



Fig. 5. Begynnende øyegneisdannelse i basisk gneis. (Augengneiss in statu nascendi. Matrix is a finegrained melanocratic gneiss.)  
Korsfurnes. Velsvik. Chr. C. Gleditsch.



*Gruppe 4 og 5: Varierte gneiser med hyppige finkornige drag.  
Basiske inklusjoner henholdsvis som i gruppene 1 og 2.*

Enkelte steder, mest typisk i de ytterste distrikter på Sunnmøre, inneholder gneisen så mange og store finkornige drag at en kan skille den ut som egen gruppe. Det dreier seg om biotitt- og til dels hornblenderike, grå gneiser, dels om finbåndete, vekslende kvartsitt- og biotittiske bånd. (Fig. 7) fra grensesonen mellom et finkornet, finbåndet drag og grovkornet gneis. De biotittrike viser seg under mikroskopet også å holde atskillig kvarts og en god del sur plagioklas, sjeldnere kalifeltspat. Som nevnt inneholder gruppene også atskillig grovkornete drag, særlig lyse bånd. Ofte kan en se at tynne, middelsgrovkornete, granittiske årer opptrer innimellom, og parallelt med finkornete bånd (fig. 8). Når de førstnevnte blir tallrike utviskes den opprinnelige finkornige bånding og en får en båndet åregneis.

Basiske linser av samme karakter som i de grovkornige åregneiser opptrer også, og på samme måte, i de varierte finkornige gneiser.



Fig. 6. Øyegneis på overgang til åregneis. (Augengneiss in transition to veingneiss.) Rjånes. Ørsta. Chr. C. Gleditsch.

Følger en de varierte finkornete gneiser i strøkretningen kommer en før eller senere over i vanlige grovkornete åregneiser.

*Gruppe 6: Kalksilikatgneiser, vesentlig hornblende-, diopsid- og granatgneiser.*

Langs etter kalkdragene, eller i disses strøkretning, finnes relativt meget bredere drag av forskjellige kalksilikatgneiser. De hovedmineraler som opptrer er følgende: hornblende, diopsid, plagioklas ( $an_{20-30}$  i regelen, men også mer basisk), kvarts, biotitt, epidot, kalsitt og granat. De mest utbredte typer er: plagioklas-hornblende, eller diopsid-plagioklas-gneiser, men ellers er mengdeforholdet mellom de ovennevnte mineraler sterkt veksellende. Granatførende gneiser er også alminnelige. Som aksessoriske mineraler, enkelte dog unntagelsesvis også som hovedmineraler, opptrer: titanitt, epidot, apatitt, mikroklin, skapolitt, turmalin, rutil, kloritt, talk, svovelkis, magnetkis, kobberkis, jern-titan-oksyder. En del steder er ertsmineralene konsentrert i små linser.

Kontaktsonen til kalksteinen utgjøres ofte av diopsid og plagioklas, i andre tilfelle av granatgneis eller hornblende-plagioklasgneis.



Fig. 7. Inneslutning av finkornet, finbåndet gneiss i grovkornet gneiss.  
(Finegrained, banded gneiss enclosed in coarse, granitic gneiss.)  
Dyrkorn. T. Gjelsvik.

Kalksilikatgneisene opptrer ofte sammen med finkornige gneiser eller skifre. Grensen mot de grove åregneiser er ikke skarp, årer og ganger av grovkornet granittisk sammensetning opptrer ofte i kalksilikatgneisene.

#### *Gruppe 7: Kalkstein og marmor.*

Kalksteinsdragene i Sunnmøre er i regelen ganske smale, bare noen få meter tykke, og lagstillingen er ofte steil. Heller ikke i lengden er de særlig konsistente, de kiler seg ut, men kommer igjen i strøkretningen gjentagne ganger. Kalksteinen er i regelen grovkrystallinsk, middels og finkornige drag er sjeldnere. Strukturen er i regelen for løs til at den egner seg godt som marmor til bygningsstein. Imidlertid er den i regelen ren og kalkrik, og egner seg derfor godt til kjemisk bruk. Etter 4 analyser som C. Bugge (1905) anfører i det tidligere nevnte arbeid om kalksteinene i »Romsdals Amt«, s. 2, har jeg laget følgende oppstilling:



Fig. 8. Konkordante årer av grovkornet granittisk sammensetning i finbåndet gneis, av samme karakter som inneslutningen i fig. 7. De førstnevnte representert av de bredeste og lyseste bånd. (Broad, white coarsegrained veins injected into a finegrained banded gneiss, like the inclusions in Fig. 7.) Bremanger, Nordfjord. T. Gjelsvik.

(I kolonne 1 er middelverdien regnet ut, i kolonne 2 den største avvikelse).

	1	2
CaO .....	54,75	—1,05
MgO .....	0,42	—0,15
FeO .....	0,15	—0,15
P .....	0,003	—0,003
S .....	0,007	+0,021
Uopløst .....	1,30	+1,45
Dette gir:		
CaCO <sub>3</sub> .....	97,78	—1,87
MgCO <sub>3</sub> .....	0,88	—0,31
FeCO <sub>3</sub> .....	0,24	—0,24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,006	—0,006
S .....	0,007	+0,021
Uopløst .....	1,30	+1,45
Sum .....	100,21	





Fig. 9. Sterkt skifrig, finkornet, finbåndet gneis, eller helleberg. (Shistose, finegrained, banded gneiss (flagstone)). Måløystraumen, Leikong, Gurskøy. T. Gjelsvik.

Ifølge C. Bugge (1905) opptrer følgende mineraler som hyppigste forurensninger i kalkstein: kvarts, skapolitt, muskovitt, oligoklas og apatitt. Derneft: granat, pyroksen, hornblende og biotitt. Mer ujevnt fordelt, av og til i betydelig mengde finnes svovelkis og grafitt. Som »sekundære produkter« oppgir han kloritt og talk.

*Gruppe 8: Hellegneiser, kvartsitt, sparagmitt, glimmerskifer, leptitt og lignende bergarter.*

Denne gruppe omfatter som man ser en rekke forskjellige bergarter, og det bør være en av de første oppgaver av kartleggende art å få gjennomført en oppdeling av den. Stort sett dreier det seg om de samme finkornige bergarter som finnes i gruppene 4 og 5, men de er mer homogene, er ikke splittet opp (annet enn i grensene eller mer sporadisk) av grovkornete granittiske årer.

Hellegneisene er i regelen finkornige, finbåndete kvartsdominerte bergarter, ofte med feltspat, i de fleste tilfelle overveier mikroklin, i noen oligoklas. Glimmermineraler er gjerne



Fig. 10. Grønnskifer. (Green shist.) Hildre Brygge, Haram.  
T. Gjelsvik.

konsentrert i mørkere striper, og det er naturligvis langs disse at bergartene har sin utpregete spaltbarhet. (Fig. 9). Andre typer er ikke så utpreget stripete, mindre kvartsrike men fremdeles finkornige og skifrige. De holder mer biotitt og hornblende, ved siden av kvarts og mindre mengder oligoklas. Disse står i en mellomstilling mellom kvartsittene (hellegneisene) og mer typiske glimmerskifre, hvor muskovitt, biotitt, og til dels granat kommer sterkere inn. Atter andre mindre stripete typer er lyse, og holder et kvarts-mikroklin-mengdeforhold som passer for sparagmitt.

Under atskillig tvil er de relativt finkornige skiferlignende bergarter som opptre langs sydsiden av Romsdalsfjorden sammen med grønnsteinen, henført til denne gruppe. Det er grålige eller grønnlige fyllittlignende skifre, vekslende med tynne kvartsittlag. Mikroskopisk sees de fyllittlignende skifre å holde en god del kalk og kalksilikater, en prøve holder således følgende mineralselskap: Hornblende (mest), epidot, kalsitt, kvarts og oligoklas. Det ville således kanskje være naturlig å henføre

dem til kalksilikatgneisene, men de er makroskopisk sett så anderledes at jeg under tvil regner dem med i gruppe 8. Karakteristisk nok er det i dette drag forsøkt å bryte skifer i litt større målestokk enn ellers i området.

#### *Gruppe 9: Grønnstein eller grønnskifer.*

Ved Hildre brygge, ytterst på syd-siden ved utløpet av Romsdalsfjorden, går grønnskiferen som C. Bugge (1934) fant på Moldeøyene og Tautra, i land. (Fig. 10). Den veksler her med en lysere, fet type, og med de kalkførende skifre, som er nevnt ovenfor. Under mikroskopet viser grønnskiferen seg å bestå av en prismatisk, eller stenglig, grønn hornblende, samt en sur plagioklas. Hornblenden opptar ca. 90 % av bergarten, plagioklasen mesteparten av resten. Aksessorisk opptre epidot og kalsitt, den siste på tverrsprekker i hornblenden. Den lysere fete type består nesten 100 % av tremolitt, bortsett fra at den lokalt, på tvers av skifriheten, er fortrent av kalsitt.

#### *Gruppe 10: Olivinstein (dunitt).*

Sunnmøres olivinstener vil være kjent fra beskrivelser av J. H. L. Vogt (1883) og H. Reusch (1883). De ligger som større og mindre linser konformt med gneisen. Enkelte er friske, andre er atskillig serpentinisert. De fleste er forholdsvis rene, bortsett fra sekundære mineraler som serpentin, glimmer og talk, mens andre holder enstatitt, granat, diopsid, hornblende og andre femiske mineraler som sannsynligvis er primære, i vekslende mengde, men alltid underordnet olivin.

Under vårt arbeid har vi ikke hittil lagt særlig vekt på et spesialstudium av olivinstenen, bortsett fra at vi har avsatt på kartet de ganske mange nye forekomster som er iaktatt. Dog skal her bemerkes, at foruten de vanlige olivinstener, hvis olivin er en forsteritt ( $\text{Fo}_{90}\text{Fa}_{10}$ ) finnes der en gruppe, hvor olivinen er nær  $\text{Fo}_{70}\text{Fa}_{30}$ . Den sistnevnte opptre i forbindelse med de olivingabbroer som omtales nærmere nedenunder, og er dennes olivinrikeste variant. Den holder også plagioklas som primært mineral.

### *Gruppe 11: Gabbro.*

I den nordlige del av Sunnmøre finnes tallrike linser av en karakteristisk olivinførende gabbro. Grensen mot gneisen er skarp. Nær grensen blir imidlertid gabbroen, som ellers har en typisk diabasstruktur uten antydning til retningsstruktur, planfoliert parallelt grensen, idet der utvikles biotitt og hornblende på bekostning av de primære femiske mineraler.

De primære hovedmineraler er: andesin, olivin ( $\text{Fo}_{50}\text{Fa}_{50}$ ) mon. pyroksen, romb. pyroksen. Aksessoriske mineraler: apatitt, ilmenitt, magnetitt. Et typisk trekk ved teksturen er coronadannelser mellom de primære mineraler. En alminnelig corona-ring består av granat, og denne granatisering av gabbroen er somme steder drevet så vidt at bergarten ligner en eklogitt.

De primære hovedmineralers mengdeforhold varierer sterkt i de forskjellige linser og en har alle overganger mellom følgende hovedbergartstyper: troktolitt, gabbro, noritt, hyperitt. Enkelte troktolitter er så olivinrike at de kan karakteriseres som olivinsteiner, som ovenfor nevnt. Av de aksessoriske mineraler opptrer ilmenitt og magnetitt av og til i ganske store mengder, og på samme måter som de øvrige hovedmineraler, og danner cumberlanditt. Atter andre steder er de samme mineraler konsentrert i rene malmslirer, enkelte så store at de er drivverdige.

De enkelte gabbrolinser er i regelen bare noen få 100 m lange og 10-tall brede, den største som er iaktatt er ca. 1 km lang. Den minste  $4 \times 1$  meter.

Et par steder forekommer andre gabbrotyper, som til dels er olivinførende, men som har en ganske annen tekstur. På Kvamsøy finnes en gabbro som holder hornblende og pyroksen, hvor hornblende poikilittisk omslutter tallrike mindre pyroksener. En lignende type finnes på grensen mellom Ørskog og Tresfjord, men der er det inneslutninger av olivin i hornblende. De sistnevnte typer må nærmest klassifiseres som peridotitter.

### *Gruppe 12: Anorthositt.*

Anorthositt opptrer på lignende måte i gneisen som olivin-stein og gabbro: i linseform konformt med gneisens skifrihet og foliasjon. Størrelsen er svært varierende, men de er omtrent av samme størrelsesorden som olivingabbroene.

Enkelte linser kan være hvite og rene, andre kan holde mer femiske mineraler. Pyroksen er det alminneligste primære bi-mineral. Biotitt, hornblende og granat er i regelen sekundære. Plagioklasen er i regelen en labrador,  $An_{50-60}$ .

Ved Fiskå i Vanylven forekommer magnetitt og ilmenitt-malm i forbindelse med anorthositten, som der er større og mer grovkrystallinsk enn vanlig.

I tillegg til gruppene skal her dessuten omtales amfibolitter og eklogitter, som inngår i gneisene på samme måte som gabbro og anorthositt.

#### *Amfibolitt.*

Amfibolitt forekommer utbredt i gneisene i små linser, gjennomgående mindre enn f. eks. gabbro. Det er mange varianter, og å beskrive dem nærmere vil være en stor oppgave. Grønne typer er meget utbredt. Noen svarte typer som gjerne forekommer i forbindelse med kalksilikatgneisene er også ganske meget utbredt. De er ofte rene hornblenditter. Granat er en hyppig bestanddel, og noen ligner makroskopisk meget på eklogitt.

#### *Eklogitt.*

P. Eskola har i sitt arbeide (1921) gitt en fremrakende mineralogisk beskrivelse av visse eklogittyper. Hovedmineraler er grønn pyroksen (omphacitt) og rød granat (tilhørende blandingsrekken pyrop-almandin-grossular, med høy gehalt av førstnevnte). Hyppige mineraler er også hornblende og biotitt, men disse skyldes ofte diaforetisk metamorfose. Eklogittene forekommer i linser konforme med de omgivende gneiser, oftest ikke store. De største som er observert er noen få hundre m lange, men de fleste er sannsynligvis under 10 m. Etter feltiakttagelsene å dømme, synes det å være en nokså jevn overgang til forskjellige andre granatførende bergarter. På den ene side til de granatførende (olivin)gabbroer, på den annen side til granat-rike kalksilikatgneiser. Videre forekommer en type som slirer og bånd i olivinstein. Vi skal senere komme til utbredelsen av de forskjellige bergarter, men det skal her nevnes at eklogitt er en hyppig opptredende basisk innleiring i gneisen over meste-parten av Sunnmøre.

### Utbredelse av de forskjellige bergarter.

Det fremgår av kartet at den grovkornete åregneisen er mest utbredt i de indre strøk, mens den varierte, finkornige gneisen, hellegneiser, kalkstein og kalksilikatgneisen er mer utbredt i de ytre fjordbygder og på øyene enn inne i landet. Dette kan nok til en viss grad komme av at gneisen i de ytre strøk er mer detaljert undersøkt. Terrangforhold og kommunikasjoner er jo vesentlig bedre der. Det viser seg da også at når en går de indre gneisstrøk mer etter i sømmene, finner en atskillige rester av finkornige, skifrige bergarter. Men det er på den annen side ikke tvil om at gneisen i de indre strøk, kanskje særlig omkring den indre del av Hjørundfjord, er rikere på grovkornet granittisk materiale. Ikke bare de finkornige gneisbergarter forsvinner østover, men også kalksteins- og kalksilikatgneisdragene. (Jeg er ikke i tvil om at det finnes mer av i hvert fall kalksilikatgneisen i de indre strøk, men det vil være nødvendig med ganske inngående undersøkelser for å finne de forskjellige drag). Enkelte kalkdrag i de ytre strøk kan følges over atskillig distanse, f. eks. dragene Svinøy—Sandsøy—Gurskøy (Vik i Gurskefjord, Seljeset, Jøsåk), eller Ristøy—Vågsøy—Gurskøy (Breivik, Saude)—Ørsta (Digernes, Ryste).

Bare ett drag, nemlig: Sykkylven (Blakstad, Årnes, Lys-hol)—Vidhamar (ved Storfjorden) er det lykkes å finne igjen i de indre fjellstrøk, nemlig ved Puskensetrene i Stordal.

Foruten de her nevnte kalkdrag finnes det følgende: I Ulsteinvik, Hatløy—Osneset. I Borgund: Langevåg—Humbleren—Blindheim—Magerholm, og Lerstad—Lillestøylen—Vasstrand. Bygdefolk har også oppgitt at der er funnet kalkstein ved Taftesund på Ellingsøy, og på Dyrøy like ved, men dette er ikke blitt verifisert.

En vil også se at hellegneisene ligger i mer eller mindre sammenhengende drag i den samme øst—vestlige retning. F.eks. Valldal—Skreinakken—Uksneset (Stranda).

De olivinførende gabbrolinser forekommer, iallfall i primær tilstand, omtrent utelukkende nord for en øst—vestlinje langs Storfjorden inn til Stordal. Deres nordgrense er ikke sikker, men så langt nord som til Romsdalsfjorden er de alminnelige. Hvor-

vidt de finnes på de nordligste av Nord-øyane i Sunnmøre, eller på øyene i Romsdalsfjorden, er ikke konstatert med sikkerhet. Noen mørke linser synes å kunne være noe omvandlede derivater av olivingabbroene. Sønnefor den nevnte sydgrense finnes der nok noen spredte linser som med sikkerhet kan henføres til olivingabbrostammen. Således et par i Tafjord-distriktet, i forbindelse med titan-jernmalmer. Da som nevnt olivingabbroene blir omvandlet til granatrike bergarter, anser jeg det heller ikke usannsynlig at noen av eklogittene i Søre Sunnmøre opprinnelig kan ha tilhørt denne gruppe.

Anorthositt er ikke iaktatt innenfor det område som olivingabbroene er alminnelige i. I Tafjord-distriktet forekommer anorthositt vel så hyppig som olivingabbro. De største av anorthosittene forekommer i Søre Sunnmøre: Fiskå, Vanylven; Skyrfjell, Sande (skyr = melk!); Steinsvik, Dalsfjord. I det hele tatt synes anorthositt å tilta i mengde sydover, og på sydsiden av Nordfjord (utenfor kartet) er de meget hyppige.

#### Olivinstein.

Allerede J. H. L. Vogt (1883) gjorde oppmerksom på at olivinsteinene i Sunnmøre var konsentrert i visse (2) soner, og han sluttet at det dreiet seg om ett nivå, som var foldet. Som en vil se av kartet, er det atskillig mer enn 2 soner, nemlig (regnet nordfra):

1. Flemsøy—Fjørtoft—Otterøy.
2. Flisnes (Borgund)—Sykkylven—Stordal.
3. Gurskevik—Jøsåk (Gurskøy)—Lianeset (Ørsta).
4. Larsnes—Breivik (Gurskøy)—Follestad (Ørsta)—Sæbø—Urke (Norangsfjord).
5. Eidså (Syvdefjord)—Bjørke (Voldafjord)—Sætre (Hjørundfjord).
6. Almeklovdal (Vanylven)—Steinsvik (Dalsfjord)—Bjørkedal—Hornindal. (Den østligste del av denne var Vogts ene sone). Dessuten kommer Vogts annen:
7. Skreinakken—Ytterdal—Norddal—Tafjord, som sannsynligvis er en fortsettelse av sone 3 eller 4.

Ikke alle soner er like godt utviklet, men tendensen synes nokså klar. At det er så mange flere soner enn de Vogt kjente til, forandrer ikke grunnlaget for hans konklusjon: at det sannsynligvis dreier seg om *en* foldet horisont. Som det vil bli påvist under neste avsnitt om strukturene i området, er det skjellig grunn til å anta at bergartene i Sunnmøre er sterkt foldet etter øst—vestlige akser, og at de stadige gjentakelser av sonene skyldes dette forhold. Det vil imidlertid kreve mer inngående arbeid å *bevise* at det dreier seg bare om ett og samme nivå. Som det vil sees av kartet følger de fleste av sonene langs kysten kalksteinsdragene, inne i landet synes de å følge en hellegneis- eller sparagmittsone. (Dette fremgår bedre av forholdene øst for kartet). Dette er momenter som taler for at Vogts teori kan være riktig. Jeg vil i denne sammenheng minne om Vegstenshorisonten i Trondhjemsfeltet.

Utenfor disse soner, eller drag, forekommer olivinsteinen meget sjelden. Særlig vil jeg peke på mangelen på olivinstein innenfor olivingabroens *sikre* sone. Ett drag går imidlertid i nordkanten og ett like i syd. En av olivinsteinene i dette sydlige drag, i Stordal, tilhører imidlertid som før nevnt olivingabbrostammen.

#### Eklogitt.

De »ekte« eklogitter, som bare holder omphacitt og pyroprik granat, synes å være særlig konsentrert i et område rundt Stadlandet mellom Nordfjord i syd, og en linje Ulsteinvik—Voldafjord i nord—øst. Men i hele Sunnmøre finnes eklogittlignende bergarter, de færreste og minst typiske dog innenfor olivingabroens område. En del av dem som forekommer der, kan påvises å være metamorfe derivater av olivingabbrostammen.

#### Strukturer.

Bergartene i Sunnmøre er, som det vil ha fremgått av det foregående, helt overveiende gneis- og skiferbergarter. Strøket er, bortsett fra noen få avvikelser, ensformig øst—vest. (Jeg ser her bort fra de tallrike *lokale* avvikelser, fremkalt av småfoldninger). Selv de eruptivbergarter som ikke har noen plan-skifrig struktur bortsett kanskje fra en smal grensesone, har en





Fig. 11. Fold omkring basisk slire i gneisen. (Mafic lense inclosed in a fold in the coarsegrained gneiss.) Rjånes, Ørsta. Chr. C. Gleditsch.

utpreget orientert linseform med lengste akse i øst—vestlig retning. Den sekundære planskiffrighet som ofte er utviklet i deres grensesone, er også konform med gneisens planskiffrighet. Det bør dog nevnes, at de basiske linser ofte lager mindre uregelmessigheter i gneisenes lagstillinger, slik at den blir småfoldet og skrukket (fig. 11). Fallet i bergartene varierer meget. Nord for Storfjorden er det overveiende steile lagstillinger, bortsett fra syn- og antiklinalsonene som da i regelen er smale. Sønnenfor er lagstillingen mer flat.

De største avvikelser fra det øst—vestlige strøk finnes i området Stadt—Vanylven, og i Geiranger—Tafjord. Det sistnevnte sted dreier strøket til nord—syd, og dette holder seg østover til Grotli utenfor kartets østgrense. Sparagmittdraget i Valldal henger etter all sannsynlighet kontinuerlig sammen med et sparagmitt-drag som går over Grotli—Viksvatn. Derved kommer en buestructur av regional betydning.

Foldestrukturer i stort som i smått, er overmåte alminnelige i Sunnmøre. Over Harøy synes å gå en antiklinal. En stor synklinal går i Romsdalfjorden mellom Otterøy og fastlandet



Fig. 12. Stor antiklinal ved Remme, Brattvåg. (The great anticline at Remme, Brattvåg.) T. Gjelsvik.

i syd, formodentlig med en nokså horisontal akse i strøkretningen. I denne synklinal ligger grønnskiferen fra Moldeøyene over Tautra til Hildre sannsynligvis som det øverste lag. Litt nord for linjen Havnsund—Vatne går en antiklinal av samme størrelsesorden (fig. 12). Den neste synklinal av samme størrelsesorden som kan påvises går over Langevåg—Spjelkavik—Sjøholt. Denne er tydelig mer isoklinalt sammenklemmt ute ved kysten mot vest, det ser endog ut til at den ene flate synklinal over Sjøholt—Skodje blir klemmt sammen til to isoklinale synklinaler + en antiklinal i vest. (Det bør her innskytes at en ikke uten videre kan avgjøre spørsmålet: synklinal—antiklinal, på basis av fallet, da det ofte er overfoldninger. Spørsmålet om de større strukturer kompliseres også av de basiske linser, særlig gabbroene. En kan ofte se steile lagstillinger i den flate antiklinal i Sjøholt, men de er nesten unntagelsesvis forårsaket av olivingabbrolinsene). Videre sydover har det ennå ikke lyktes oss å klarlegge foldningsstrukturene i tilstrekkelig detalj. Der går en sikker synklinal over Ulsteinvik, og en tversover midten av Sunnylvsfjorden. Så vel den vekslende lagstilling, som de



Fig. 13. Småfoldet gneis. (Minor folds.) Velleseier, Sykkylven.  
T. Gjelsvik.

stadig gjentatte kalksteins- og hellegneisdrag i Søre Sunnmøre tyder avgjort på at de samme synklinaler og antyklinaler i stor målestokk er utviklet på lignende måte som nordenfor, om enn ikke så isoklinalt.

Foruten de basiske linser bidrar tallrike småfoldninger (fig. 13) også til å forvirre lagstillingen. Over hele Sunnmøre er det utviklet et system med akse-retning nokså parallelt strøket, i regelen med et østlig fall på ca.  $20^\circ$ . Denne retning holder seg også i de indre områder der strøket dreier nord—syd. Denne retning er som oftest samtidig en utpreget strekningsretning. Et annet system, som har hovedretning ca.  $N 20^\circ O$ , altså nær fallets, er også utviklet mange steder. Flere steder kan en se begge foldesystemer utviklet, særlig ute ved kysten. I den ytterste kystsone er det i det hele tatt stor variasjon i akseretningen for småfoldningene, og det er mulig dette er årsak til de uregelmessige-strøkretninger som ofte er utviklet her. Det har dessverre ikke vært mulig for oss å ta så mange observasjoner av småfoldningenes akseretninger som hadde vært ønskelig på den tid vi har hatt til rådighet, men de er påført kartet i den utstrekning vi har sikre data.

Ofta kan en se at åre- eller båndgneisen er blitt plastisk deformert — småkrøllet — etter samme akseretning som småfoldene. (Fig. 14.)



Fig. 14. Plastisk deformert gneis. (Plastic flow structures in gneiss.)  
Sognskarsbreen, Sundalen, Stryn. O. Brøholdt.

Diskordante strukturer i liten målestokk kan sees mange steder. Det kan dreie seg om små forkastninger, sjelden over en m, i regelen bare cm eller dm (fig. 15). Eller det kan være diskordante inneslutninger i gneisen (fig. 16). Likeledes er boudinage-strukturer mange steder godt utviklet (fig. 17). Så vel småforkastningene som boudinage-strukturene er oftest yngre enn dannelsen av de granittiske årer eller kvartsårer.

Diskordante strukturer i større målestokk har vi hittil ikke kunnet påvise i Sunnmøre.

### **Mineralske råstoffer.**

Her medtas ikke fysiske eller kjemiske forvittringsprodukter.

#### **Malm.**

De malmtyper som forekommer i Sunnmøre, kan inndeles i følgende grupper:

- a. Jern- og titanmalm.
- b. Kobber- (sink-, bly-) malm.
- c. Nikkel—magnetkis malm.

Av disse har bare den første gruppe økonomisk betydning.

- a. Til denne hører de fleste gruver og skjerp i Sunnmøre.

De som foreløpig kan sies å ha praktisk betydning ligger i Veta-



Fig. 15. Små forkastninger i båndet gneis. (Minor faults in banded gneiss.) Dryna, Vatne. Chr. C. Gleditsch.



fjell mellom Solnørdaal og Sjøholt i Ørskog herred. Dette fjellet har et par store og flere mindre gabbrolinser tilhørende olivin-gabbrostammen, og malmforrådet er ganske betydelig. Det drives for tiden diamantboringer og andre undersøkelser for å bringe klarhet over reservene. Malmen tilhører samme gruppe vanadium-førende titan-jernmalm som f. t. drives ved Rausand gruver i Nordmøre.

Forskjellige steder i Tafjorddistriktet har det vært drift (forsøksdrift) på noen forekomster av samme slag, knyttet til samme gabbrotype. De største ligger opp for Øyen gård. Så langt forfatteren har kunnet bringe på det rene ved en kort befaring er hverken malmen eller gabbroen den forekommer sammen med særlig stor, og i betraktning av de tungvinte transportforhold vil lønnsom drift neppe kunne komme på tale.

Ved Fiskå i Vanylven forekommer titan-jernmalm sammen med anorthositt. Her var det drift i årene 1731—81, i tilknytning til et smelteverk i Bolsøy.

Noen av de mindre (titan-) jernmalmskjerp i Sunnmøre har muligens tilknytning til kalksilikatgneisene (skarntypus).

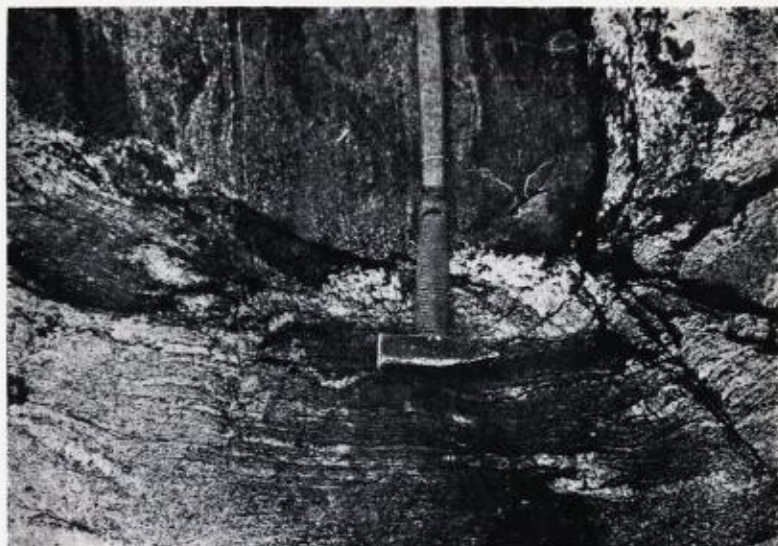


Fig. 16. Båndet eklogitt, diskordant innesluttet i gneiss. (Banded eclogite, discordantly inclosed in gneiss.) Sunde, Eikøy, T. Gjelsvik.

b. Kobbergruppen.

Her dreier det seg bare om små forekomster av skarntypus, liggende i kalksilikatgneisdragene. Ingen av de hittil oppdagete har fått økonomisk betydning. Det største er Løkedal skjerp i Ramstaddalen, Sykkylven herred.

c. Nikkel-magnetkis.

Et par mindre skjerp er kjent i nærheten av Gausland nord for Geirangerfjord.

**Stein- og mineralindustri.**

*Kalkstein.*

Det har lenge vært drift på kalkstein, mest til kjemisk bruk, i Sunnmøre. Det er atskillig forekomster igjen, men da forekomstene er tynne og i regelen steiltstående, vil driften sannsynligvis bli dyr. Transportforholdene er imidlertid i regelen greie, da mange av forekomstene ligger like ved sjøen.

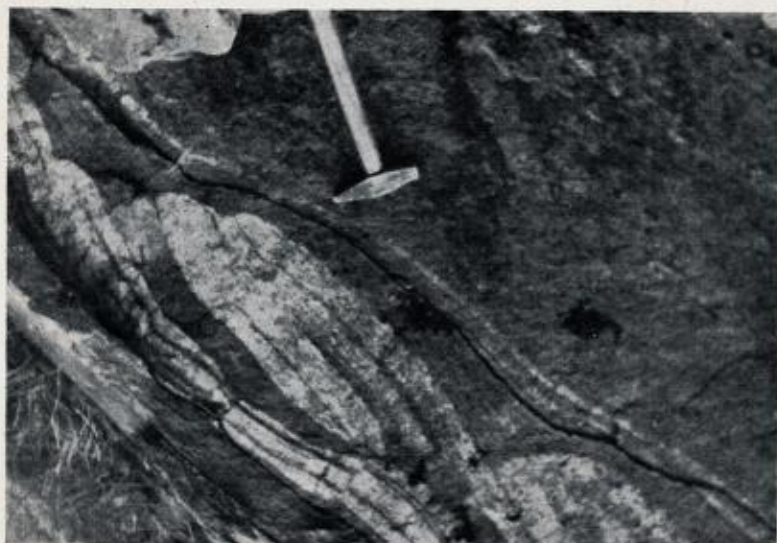


Fig. 17. Boudinage-strukturer i gneisen. (Boudinage-structures in gneiss.)  
Gusdalsvatn, Vanylven. Chr. C. Gleditsch.

#### *Olivinstein.*

Staten driver et olivinsteinsbrudd i Almeklovdalen i Vanylven. Steinen brukes til støperisand i jernstøperier, for å forhindre silikose blant formerne. Det kan imidlertid godt tenkes at olivinsteinen også vil kunne få annen anvendelse med tiden. En god del brudd vil kunne anlegges like ved sjøen.

#### *Pegmatitt.*

Det er få pegmatitter i Sunnmøre som er store nok til at de egner seg for drift. Det har vært forsøkt drift et par steder, uten særlig hell.

Sjeldne mineraler er bare funnet i noen få pegmatitt-forekomster og i ubetydelige mengder. Således er der funnet litt molybden i Skodje.

#### *Bygningsstein.*

Bygningsstein til annet enn lokal bruk kan ikke påregnes i Sunnmøre. Granitt til gatestein finnes ikke. Det har vært forsøkt litt hellebrudd langs sydkysten av Romsdalsfjorden. Der-

imot kan atskillige av bergartene i Sunnmøre egne seg godt til prydstein. Det gjelder både enkelte gneistyper som øyegneis, foldet åregneis, og eklogitt. Men det forutsetter redskaper til å skjære steinen, da disse bergarter ikke har de ønskete kløvningsretninger.

Olivingabbroene blir somme steder brutt til gravmonumenter. De kan gi en vakker glans, men er svært seige og vanskelige å hugge til. En må også være på vakt mot fine sleppesoner, som det kan være atskillig av. Det største brudd er Vaksvik (Viset).

### Gneis-bergartenes genesis.

Hensikten med dette arbeide er, som nevnt, bare å gi en beskrivelse til kartet, og jeg har derfor i det foregående i størst mulig grad søkt å unngå å bruke ord og vendinger med genetisk innhold. Da jeg imidlertid ikke vet om jeg vil få anledning til å ta opp det kompliserte spørsmål om gneisens genesis på bred basis, vil det kanskje være av interesse om jeg avslutter med noen betraktninger om dette spørsmål.

Jeg vil forutsette at disse betraktninger vesentlig er bygget på feltiakttagelser.

Følgende kjennsgjerner er av betydning for spørsmålet om dannelsesmåten for dette gneiskompleks:

1. Det er tallrike rester av suprakrustalbergarter, vesentlig sedimenter som kvartsitter, sparagmitter, kalksteiner, glimmerskifre o. lign. På sydsiden av Romsdalfjorden og på øyene i den forekommer en grønnstein eller -skifer som neppe kan være annet enn omvandlet basalt. Selv om det for opprinnelsen til de enkelte ledd av denne serie kunne være flere alternativer, kan den felles opptreden av dem neppe forklares på annen tilfredsstillende måte enn at de er rester av et suprakrustalkompleks.

2. I gneiskomplekset finnes også mange linser av gabbroid eller peridotittisk karakter. Om enkelte kan det med sikkerhet sies at de er eruptive intrusiver (den olivinførende gabbrostammen, f. eks.)

3. Mineralsammensetningen av gneisene, særlig kalksilikatgneisene, viser at metamorfosen har vært svært uniform over hele området.



4. Bergartenes strukturer viser at de har vært utsatt for intense foldinger. I den nordlige del av Sunnmøre viser de gjentatte syn- og antiklinaler at gneisen består av foldete lagpakker. Også i det sørlige er dette tilfelle, selv om det der gjenstår å klarlegge det i tilstrekkelig detalj.

Bortsett fra småforkastninger, som synes å være av relativ sen dato, gir strukturene inntrykk av at bergartene under foldeprosessen har befunnet seg i så stort dyp at de har reagert plastisk på de svære krefter som har vært i virksomhet.

5. Store områder av *massive* granittiske eller diorittiske bergarter er hittil ikke funnet. Derimot er det så mange lokaliteter spredt over området som overbevisende demonstrerer at de har vært utsatt for en vidtgående granittisering, at en trygt kan si at denne har hatt en regional karakter. Særlig instruktiv i denne henseende er utviklingen av øyegneis i forskjellige bergarter, først og fremst i de finkornige skiferbergarter, men også i f. eks. amfibolittiske og anorthosittiske linser. Også olivin-gabbrostammen er noe berørt av granittiseringen, idet den er gjennomført av lignende granittiske og pegmatittiske ganger som de som opptrer i gneisen. Flere steder kan en se spor etter mer enn en granittiseringsfase. Den siste av dem som har hatt stor utbredelse og gjennomgripende karakter er de fleste — men ikke alle — steder en kalifeltspat-kvartsmetasomatose.

6. De fleste bergarter viser tegn til å ha gjennomgått en tilbakeskridende metamorfose i sluttfasen.

På basis av disse fakta, synes følgende utviklingshistorie for området å være sannsynlig: Et geosynklinalområde, med kvartstittiske, sparagmittiske, kalkrike og fyllittiske lag, samt basalter, er blitt foldet ned i stort dyp, sammenfoldet og metamorfosert, og deretter utsatt for en gjennomgripende granittisering. På et visst tidspunkt under orogenesisen, før granittiseringen var helt opphørt, er det også blitt intrudert forskjellige basiske bergarter. Til slutt er lagene blitt hevet og den siste del av metamorfosen har skjedd under avtagende temperatur og dynamisk trykk.

For *aldersspørsmålet* for lagene, og for tidspunktet for orogenesisen, har følgende opplysninger interesse, i tillegg til de som er nevnt under punktene 1—6 foran:

7. Det kan neppe være tvil om at de grønne skifre i Romsdalsfjorden, og de dermed sammenhengende kvartsittiske, amfibolittiske og fyllittiske skifre, er en fortsettelse av Surndalsfliken — den nedfoldede synklinal av Trondheimsfeltet — som ligger ikke langt unna i strøkretningen.

8. Et snitt gjennom disse bergarter sydover mot Brattvåg viser en jevn granittiseringsovergang — små spredte øyne av granittisk sammensetning begynner å vise seg i skifrene, og etter hvert vokser disse i størrelse og antall, til bergarten er blitt en granittisk gneis.

9. Ikke noe sted har vi kunnet finne spor av basalkonglomerat — eller noe annet konglomerat.

10. Det er overveiende sannsynlig at det sparagmittiske lag som finnes i Valldal—Stranda-strøket, så godt som kontinuerlig henger sammen med sparagmittiske lag i nordre Gudbrandsdal. Jeg har fulgt dette laget omtrent hele veien, det gjenstår bare mindre strekninger.

Disse ting, sammenholdt bl. a. med de strukturelle forhold, særlig de store foldningsfenomener, gjør at forfatteren ikke kan undgå den konklusjon at området er en del av den kaledonske folding, sannsynligvis en meget sentral sone i denne. Etter min mening er det overveiende omvandlete lag tilhørende eokambrium samt Rørosgruppen, som er bevart av den dype erosjonen. Bare i den sannsynligvis dypeste synklinal i området — den i Romsdalsfjorden — er høyere lag (basaltene i Bymark- eller Støren-gruppen) bevart. Hvorvidt opprinnelig grunnfjell inngår i gneiskomplekset, er det vanskelig å ha noen mening om. Den hittil konstaterte mangel på basalkonglomerater kunne tyde på at det ikke var tilfelle, men det er ikke avgjørende. Basaltlagene behøver jo ikke alle steder være konglomerater, og eventuelle sådanne kan også være omdannet til det ukjennelige. Det deltar tydeligvis sparagmittiske lag i foldningen, og den sterke plastiske foldningskarakter som lagene har gjør det endog sannsynlig at *tidligere* grunnfjell deltar i dem og kommer opp i antiklinalområder somme steder. Men det har da neppe meget av sin opprinnelige karakter tilbake, og kan neppe nå betegnes som pre-kambrium innenfor kartets område.

## Summary.

### Petrographic description.

The rocks within the mapped area have been divided into 12 groups, which are listed in the legend on the map.

1. *Variated coarsegrained gneisses, mainly veingneisses, with inclusions of gabbro and olivinegabbro.*

This group comprises gneisses of different types, the most common being a rock consisting of alternating grey bands and white veins, often in a variable pattern (Figs. 8, 11, and 14.) The grey bands have usually medium coarse grain size, and consist of quartz, feldspar (mostly oligoclase) biotite and amphibole. The white veins are more coarse-grained, and the mineral composition is quartz, feldspar (mostly microcline) with minor amounts of biotite. Sometimes conspicuous porphyroblasts of amphibole are quite abundant in the white veins (Fig. 1).

In the area occupied by this gneiss group occur quite a number of lenses of some akin gabbroic rocks: troctolites, olivinegabbros, norites, hyperites and ordinary gabbros. They all exhibit a characteristic ophitic or diabase texture.

2. *Variated coarsegrained gneisses, mainly veingneisses, with inclusions of amphibolite and eclogite.*

The gneisses themselves are of the same kind as those mentioned above, the main types of the mafic inclusions, however, are different. Besides bodies of the rocks listed in the groups 10, 11 and 12, there are abundant small bodies of amphibolite and eclogite. All these mafic rock types are described separately below. (The area occupied by the aggregate bodies of mafic inclusions in any of the gneiss groups does not exceed a few per cent of the gneiss area.)

3. *Augengneisses. (The big areas only).*

Augengneisses are common rocks in the whole gneiss area, only the large bands have been indicated on the map. The mineralogical composition of these rocks is usually very close to the gneisses described above, the petrographic appearance, however, is different, because of the characteristic eye-pattern of the granitic material. (Figs. 4 and 5.) Fig. 6 demonstrates a transition type between augengneiss and veingneiss

4. *Variated gneisses with frequent bands of finegrained ones. Inclusions of gabbro and olivinegabbro.*

This group consists of gneisses of the types described under 1 and 2 above, enclosing and intersecting areas of various size of finegrained gneisses as those mentioned in group 8 below. In other words a transition group between 1, 2 and 8. The mafic inclusions are the same as in group 1.

5. *Variated gneisses with frequent bands of finegrained ones. Most abundant mafic inclusions amphibolite and eclogite.*

As indicated in the group title these rocks bear the same relation to group 4 as group 2 to 1, the difference being the petrographic character of the mafic inclusions.

6. *Lime-silicate gneisses.*

The minerals in this group are mainly quartz, oligoclase, amphibole, diopside, biotite, garnet and epidote. These minerals are combined in a great variety of ways and relations, giving rise to quite a number of different rock types. The most common ones are amphibolites, diopside- or garnet-gneisses. They all are situated in more or less broad bands along the limestone-zones or in their continuation.

7. *Crystalline limestone.*

Narrow bands of crystalline limestone with consistent east-west strike occur many places in the coastal area. They disappear eastwards. The rocks are very pure limestones, as seen

by the mean of 4 analyses (given by C. Bugge, 1905) to be found in the table on p. 18 in the present paper. Column 1 represents the mean values, column 2 the greatest deviations from these.

The same minerals as those listed in group 6 above occur as impurities in the limestone or along its border.

8. *Flagstone-gneisses, quartzites, arcoses, mica-shists, (mainly leptitic or pelitic shists or gneisses).*

Here is a great variety of rocks, often in a transition state between shists and gneisses. Most of them are finegrained types. The mineral composition, however, is like the other gneisstypes.

9. *Greenshists.*

Greenshists occur on the islands outside Molde in the Romsdal Fiord (C. Bugge 1934) and on the south coast at the mouth of the same fiord. The mineral composition is almost exclusively amphibole. The greenshists are accompanied by different limesilicate-rich shists, which the present writer hesitatingly has included in group 8.

10. *Dunite, serpentine, peridotite.*

The dunites of Sunnmøre are well known from the papers of J. H. L. Vogt (1883) and H. Reusch (1883) etc. The dunite-bodies described by those authors were relatively large, some of them some miles long. A great number of smaller bodies have been located by the present writer and his collaborators.

Some of the dunites contain other mafic minerals, mostly pyroxene, a few to such an extent that they ought to be called peridotite. Almost every one has been serpentinized and some of them completely converted to serpentines.

J. H. L. Vogt (1883) stated that the dunites of Sunnmøre and Nordfjord were arranged in two horizons. As can be seen on the present map there are more of them. But this probably does not invalidate his conclusion that the dunites here are concentrated in one horizon, which has been folded later.

### 11. *Gabbro.*

On the northern part of the map, inside the areas occupied by the groups 1 and 4, there occur swarms of laccoliths of different mafic and ultramafic rocks, belonging to the same rock-tribe: gabbro, norite, hyperite, olivine-gabbro and troctolite. The most olivinerich types may be taken for dunites, but they have a large amount of plagioclase. As mentioned above they all show the typical ophitic or diabase texture. During the regional metamorphism some of these gabbroic rocks have been altered to eclogite-like rocks.

In the southern part of the map area bodies of other gabbro-types occur. Some of them also contain olivine.

### 12. *Anorthosite.*

Relatively small lenses of anorthosite occur, mostly in the southern areas. The plagioclase is mostly labradorite. Some of them are almost free from other minerals. Other bodies, however, contain considerable amounts of femic minerals, like amphibole and pyroxene.

In addition to the description of the groups, a few words about the amphibolitic and eclogitic lenses, occurring mostly in the groups 2 and 5, are necessary.

#### *Amphibolite.*

Amphibolites of many different types occur as more or less elongated lenses in the gneiss. Green types are common, and in connection with the limesilicate-gneisses black hornblendites are not unusual. Besides amphibole, plagioclase, mica and garnet are common constituents.

#### *Eclogite.*

Eclogite occurs in the same way as amphibolite, as small lenses conformably imbedded in the gneisses. Besides the "pure" eclogite, consisting of omphacite and pyroperich garnet, many other types are to be found. There seem to be gradational types between "pure" eclogite on one side, and lime-silicategneisses, amphibolites and gabbros on the other side. Eclogites of these gradational types are to be found in most of the mapped area. The "pure" type, however, seems to be concentrated in the coastal area around the Stad peninsula.

### Structures.

Most of the rocks in Sunnmøre have gneissose or shistose structures. Even most of the dunites and anorthosites are banded and shistose. Massive rocks are rare, except for the olivine-gabbros (group 11) and some small pegmatitic or granitic dikes. The rocks of the olivinegabbro tribe, however, have also developed shistose borderzones.

The rocks, also, have been extensively folded. Small folds (Figs. 11 and 13) and great folds (Fig. 12) as well have been developed. There are two systems of the smaller folds: one with an axis dipping east, another with an axis striking north—south. Of greater geologic importance are the great folds. The northern half of the map area consists of a system of synclines and anticlines, steeply folded after an east—west striking axis. The folds are partly overturned. This is probably also the case in the southern half of the area, as indicated by the repeated zones of limestone, quartzite and dunite, and by the dip of the layers. The folds here, however, are a little less steep. A few synclines and anticlines have been exactly located in this area but more work is needed before the necessary details are uncovered.

In many places the gneisses can be seen having yielded in a very plastic way to the strongly deforming forces (Fig. 14). Discordant structures of major importance have not been found yet. In some places, however, small faults (Fig. 15) boudinages (Fig. 17) and other discordant structures of a minor scale (Fig. 16) can be seen.

### The genesis of the gneisses.

The intention of the author, when writing this paper, has mostly been to give a plain description of the rocks within the mapped area. It may, however, be of some interest that a few words be added expressing the author's opinion about the genesis of the rocks, especially the gneisses. His opinion is mostly based on field experience, and must be regarded only as preliminary.

The following statements are, in the author's opinion, of major importance, from a genetic viewpoint:

1. In the gneiss area, there are abundant remnants of supracrustal rocks, many of which are of sedimentary origin,

such as arcoses, quartzites, micaschists and limestones; and also lavas (the green shists of the islands and the outermost south coast of the Romsdal fjord can safely be regarded as metamorphosed basalt). It may be possible to explain the origin of some of these rocks in other ways, but in the author's opinion there is no other reasonable explanation to be given of the *common* occurrence of all these rock types.

2. Within the gneiss area, there are also abundant lenses, (laccoliths) of mafic and ultramafic rocks, some of which can safely be assigned an igneous origin.

3. The mineral facies of the rocks, especially the lime-silicate-gneisses, indicate that very uniform PT-conditions have prevailed during the metamorphism of the rocks within the whole area.

4. The structures of the rocks indicate in a decisive manner that intense orogenetic movements have taken place. The gneisses are extensively folded on a major and a minor scale as well. In the northern part of the area, distinct synclines and anticlines can be traced, showing that the gneisses here are folded stacks of layers. In the judgement of the author this is also the case in the southern part. Here, however, the major syn- and anticlines have not yet been worked out in the necessary details.

5. No big bodies of massive granitic or dioritic rocks have been found until now. However, in many places, scattered over the whole area, convincing examples of granitization can be seen. It can safely be said that this process has been a major rock-forming process on a regional scale. The best evidence of granitization is given by the development of augengneisses in parent rocks of different origin. Most of them are finegrained shists or gneisses, most likely of sedimentary origin, but some are amphibolitic or even anorthositic lenses. Even rocks belonging to the olivine-gabbro tribe are hit by granitization, being cut by several granitic and pegmatitic dikes of the same kind occurring in the gneisses.

In several places traces can be seen of more than one wave of granitization. The last of the more widespread ones has in most (but not all) places, been a potash-silica metasomatism.

6. Most of the rocks exhibit some marks of retrograde metamorphism.



According to the facts mentioned above, the following evolution seems reasonable to the present writer: A geosyncline area, consisting of quartzites, arcoses, shists, limestones, with old gneisses at the base, has been folded deeply down and thoroughly metamorphosed. At certain stages granitization took place, and before this ceased, intrusions of different igneous rocks, mainly ultrabasic and basic types, took place.

After the highgrade metamorphic and metasomatic developments, a shorter period of retrograde metamorphism occurred, probably connected to some uplift of the downfolded rocks.

No attempt has yet been made by the author to settle the age question of the rocks and the orogenic movements mentioned above. The rocks have formerly been assigned to the precambrian areas of Norway, but in the later years a theory assigning the orogenic movements to the caledonian period, has been put forward, by Backlund, Wegmann, Holtedahl etc. More investigations in the field are necessary before decisive conclusions concerning the age problem can be made, but a few hints can be given, even at this stage of the investigations.

For the age problem following statements, in addition to those mentioned above, might be of interest:

7. There can not be much doubt about the syncline, consisting of greenschists, amphibolites, shists, etc., in the Romsdal fiord being the extension of the Surnadal syncline in the paleozoic Trondheim region. There is, however, no continuous connection, but the relatively short discontinuance may easily be assigned to later tectonic movements.

This statement is in accordance with the views put forward by C. Bugge (1934).

8. A section through this syncline and southwards into the gneisses at Brattvåg, (situated at the bay Samsfjord south of the mouth of the Romsdal Fiord) shows convincingly that granitization of the rocks in the syncline has taken place. At first small and scattered eyes and veins of granitic material start growing, they grow larger and get more numerous, and finally the amphibolitic shists are converted to coarse augengneisses and other granitic gneisses. (See Fig. 4.)

9. Not a single occurrence of basal conglomerate or any other conglomerate has been discovered until now.

10. It is most probable that the sparagmite (i. e. a characteristic feldspatbearing quartzite) occurring at Valldal in the inner Storfjord area, can be traced continuously to the eocambrian sparagmites of Northern Gudbrandsdal. The author has successfully traced it most of the way, only a few small areas are still to be examined.

These statements, combined with the observed structural phenomena, especially the major folds, force the author to believe that the rocks belong to the caledonian folding zones, probably to a very central one. In the author's opinion, it is probably mostly metamorphosed eocambrian and cambrian rocks which can be seen now, the higher horizons having been removed by the great erosion in recent times. The highest horizon left is probably the basalt layer of lower ordovician (Bymark- or Støren group) in the syncline of the Romsdal Fiord.

Whether originally precambrian rocks are included in the now uncovered gneiss-area in Sunnmøre or not, is difficult to decide. The fact that no trace of a basal conglomerate has been found until now, may indicate a negative answer to the question. But the basal layers were not necessarily been conglomeratic in every place, and the intense metamorphic and metasomatic developments may have obliterated possible traces of former conglomerates. Moreover, the structures of the rocks, as mentioned before, indicate that the rocks have yielded in a very plastic way during the orogenesis. The manner the sparagmite horizons occur in the rock complexes, makes it most likely, too, that the originally precambrian basal layers have participated in the folding processes, and are uncovered in some anticlines. They have, however, probably been mobilized all through during the caledonian orogenesis, and have lost their original structures and petrographic appearance. Therefore it would probably be wrong to classify them as precambrian rocks in their present state.

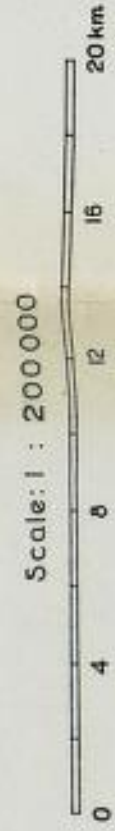
### Litteraturfortegnelse.

1877. Hans H. Reusch. »Grundfjeldet i søndre Søndmør og en del af Nordfjord.« Vid. Selsk. Forh. 1877. Christiania 1878.
1883. J. H. L. Vogt. »Olivinstenen i indre og søndre Søndmør.« Nyt Mag. for Naturvidensk. Bind 27. Christiania 1883.
1883. Hans H. Reusch. »Nye oplysninger om olivinstenen i Almeklov-dalen og Sundalen på Søndmøre.« Vid. Selsk. Forh. 1883. Christiania 1884.
1905. C. Bugge. »Kalksten og marmor i Romsdals amt.« N. G. U.'s Aarboeg for 1905. No. 43. Kristiania 1905.
1921. Pentti Eskola. »On the eclogites of Norway.« Videnskapsselsk. skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse 1921, nr. 8. Kristiania 1921.
1934. C. Bugge. »Grønne trondhemsskifre på øyene ved Molde.« N. G. U. nr. 14. Oslo 1935.

Trykt april 1951.

Geological Map of Sunnmøre and parts of Nordfjord, West Norway.

by  
Tore Gjelsvik and Chr. C. Gleditsch



Legend

- 1 Coarsegrained, granodioritic gneisses, mainly vein-gneisses with inclusions of gabbro and allinegabbro
- 2 Coarsegrained, granodioritic gneisses, mainly vein-gneisses, with inclusions of amphibolite, eclogite (and also dunite, serpentine, anorthosite)
- 3 Granitic augengneisses.
- 4 Granodioritic gneisses with frequent bands of finegrained gneisses. Mafic inclusions like group 1.
- 5 Granodioritic gneisses with frequent bands of finegrained gneisses. Mafic inclusions like group 2.
- 6 Limesilicate gneisses, mainly amphibole-dioptase- or garnet-bearing gneisses.
- 7 Crystalline limestone.
- 8 Flagstone gneisses, quartzite, leptite, arkose (sparagmite) micashists, and similar, mainly finegrained rocks.
- 9 Greenshists.
- 10 Dunite, saxonite and serpentine.
- 11 Gabbro and peridotite.
- 12 Anorthosite.

Symbols

- Strike and dip of schistosity planes.
- Minor fold axis (dipping E)
- " (horizontal)
- ⊥ Titanium iron ore.



