

# Tafjord - Grotli-området og grensen mellom det eldre prekambriske kompleks og den senprekambrisk - eokambriske lagrekke\*

I. HERNES

Geologisk Museum, Universitetet i Bergen, 5000 Bergen

I undersøkelsene av gneisområdene mellom Trondheim og Bergen har i de senere år to problemer stått sterkt i forgrunnen, på den ene side muligheten av å skille ut en senprekambrisk – eokambrisk eugeosynklinal lagrekke (Hernes 1965, 1967), på den annen side muligheten av å skille ut et eldre, mer eller mindre kaledonisert, prekambrisk kompleks (Bryhni 1966).

I forbindelse med det pågående arbeid med å klarlegge disse spørsmål, har et tredje problem blitt stadig mere aktuelt, nemlig å fastlegge grensen mellom det eldre prekambriske kompleks og den senprekambrisk – eokambriske lagrekke. Dette tredje problem er nylig blitt aktualisert ved to artikler trykt i dette tidsskrift, om Tafjord-området av Brueckner et al. (1968) og om Grotli-området av Strand (1969). Det vil i det følgende bli gitt en kommentar til diskusjonen av dette problem i de to artikler.

Tafjord-området og Grotli-området grenser mot hverandre, og bergartssoner og grenser kan følges fra det ene område til det andre. Det er derfor naturlig å betrakte de to områder under ett. Den nevnte artikkel av Brueckner et al. er videre en meget viktig referanse i Strands artikkel.

Brueckner et al. (1968) viser på et kart (Fig. 1, s. 128) utbredelsen av «Possible Precambrian basement» i Mørefeltet. Kartet viser en tydelig overensstemmelse med utbredelsen av det prekambriske «Jostedal complex» på et kart publisert av Bryhni (1966, Fig. 2, s. 10), og synes å være en revidert utgave av den nordlige del av dette kart.

Strand (1969) er av en tilsvarende oppfatning som Bryhni og Brueckner et al. m.h.t. utbredelsen av det prekambriske kompleks. På et kart (Fig. 1, s. 342) er vist utbredelsen av gneiser som antas å høre til dette kompleks i Grotli-området, og det refereres videre til Bryhnis kart m.h.t. utbredelsen av Jostedal-komplekset (s. 356).

Nordøstgrensen for et større prekambrisk område går iflg. de her refererte undersøkelser fra nord for Geiranger via Tafjord til Grotli. Dette område grenser til en yngre lagrekke, «sequence of supracrustal rocks of possible Eocambrian and Early Paleozoic origin» (Brueckner et al. 1968, s. 128). Strand (1969) hevder en tilsvarende oppfatning.

---

\* Publication No. 21 in the Norwegian Geotraverse Project.

Hverken Brueckner et al. eller Strand kommer i sine artikler nærmere inn på oppbygningen av det utskilte eldre prekambriske kompleks i Geiranger – Tafjord – Grotli-området. For vurderingen av deres resultater er det av vesentlig betydning å ha kjennskap til den geologiske karakter av dette område. Vi vil derfor i det flg. se nærmere på undersøkelser som er utført innen det aktuelle område.

Iflg. O'Hara og Mercy (1963) er Geiranger–Tafjord–Grotli-området bygget opp av en lagrekke som stiger fra Geiranger mot Tafjord og Grotli. Lagrekken er delt inn i 4 grupper, og utbredelsen av gruppene er vist på et oversiktskart (Text-fig. 4, s. 260). På et mere detaljert kart over området Tafjord – Grotli er vist den nærmere beliggenhet av grensen mellom de to øverste grupper, gruppene 3 og 4 (Text-fig. 3, s. 259).

Forf. har foretatt rekognoserende undersøkelser innen Geiranger–Tafjord–Grotli-området. Iflg. disse undersøkelser har vi her en lagrekke som kan korreleres med den av forf. utskilte senprekambrisk-eokambriske lagrekke i Mørefeltet, og slik at O'Hara og Mercy's grupper 1 og 2 svarer til den øvre del av Freigruppen, gruppe 3 til Raudsandgruppen, og gruppe 4 til Tingvollgruppen i Møre-gneissuiten (Hernes 1967, s. 559-60).

En sammenligning av de her refererte undersøkelser med det utskilte eldre prekambriske kompleks i Geiranger–Tafjord–Grotli-området gir flere interessante opplysninger. For det første viser beliggenhet og forløp av nordøstgrensen for det prekambriske kompleks en meget stor overensstemmelse med grensen mellom O'Hara og Mercy's to øverste grupper. Iflg. forfatterens korrelering svarer dette til grensen mellom Raudsandgruppen og Tingvollgruppen.

Dette vil videre si at det utskilte prekambriske kompleks av O'Hara og Mercy er delt inn i 3 grupper, iflg. forf. svarende til øvre del av Freigruppen og Raudsandgruppen.

De opplysninger som er gitt om det eldre kompleks av Brueckner et al. (1968, s. 128) og av Strand (1969, s. 343) refererer til grenseområdet, og synes således å være begrenset til O'Hara og Mercy's gruppe 3, av forf. korrelert med Raudsandgruppen.

Noen nærmere opplysninger om oppbygningen av det eldre prekambriske kompleks er ikke gitt, men både Brueckner et al. (s. 127) og spesielt Strand (s. 356) refererer til Bryhni (1966). Iflg. Bryhni (s. 10-11) består Jostedalkomplekset av „Migmatite, granite, two-feldspar gneiss, augen gneiss in west“. Komplekset inneholder ikke ultrabasitter, eklogitter og anorthositter, inneslutninger som derimot er typiske for det overliggende heterogene kompleks. Iflg. Strand (1969, s. 355-6) gjelder dette også for Grotliområdet.

Denne beskrivelse av det eldre kompleks er i bra overensstemmelse med O'Hara og Mercy's gruppe 3, korrelert med Raudsandgruppen, altså med forholdene i grenseområdet. Som ovenfor nevnt er det til dette område Brueckner et al. og Strand refererer. Ser vi derimot på de dypereliggende og mere sentrale strøk av det eldre kompleks, svarende til O'Hara og

Mercy's grupper 2 og 1, korrelert med øvre del av Freigruppen, er det vanskelig å se noen overensstemmelse mellom beskrivelsene.

Dette er spesielt iøynefallende m.h.t. de basiske inneslutninger. Iflg. O'Hara og Mercy's beskrivelse av gruppe 2 er «Small bodies of eclogite relatively frequent». Men heller ikke gneisene er i overensstemmelse med beskrivelsen av det eldre kompleks. Et viktig trekk er deres biotittinnhold.

En karakteristisk bergart er iflg. forfatterens undersøkelser en forholdsvis finkornet kvarts – plagioklas – biotitt-gneis med en vel utviklet planstruktur. Den er til dels kalifeltspatførende, og videre opptrer amfibol ved siden av biotitt.

En prøve av denne gneistype tatt ved Djupvasshytta mellom Geiranger og Grotli, viser flg. modalsammensetning, 1000 punkter: Kvarts 34%, plagioklas (An<sub>31-36</sub>) 30%, biotitt 33%, ambifol 2% og epidot 1%. Videre forekommer titanitt, apatitt og erts.

Dette er en bergart som svarer til en av hovedgneistypene i Freigruppen, den såkaldte hellegneis (Hernes 1956, s. 8). Et karakteristisk område er fjellpartiet nord for Fannefjorden – Tingvoll. En prøve fra nord for Tingvoll er her tatt med til sammenligning. Den er nærmere undersøkt av Råheim (1968), og viser flg. modalsammensetning, 1000 punkter: Kvarts 35%, plagioklas (An<sub>32-37</sub>) 30%, biotitt 23%, amfibol 2%, kalkspat 7%, granat 2% og erts 1%. Videre forekommer epidot, skapolitt og apatitt. Kalkspaten oppfattes som sekundær, vesentlig dannet på bekostning av amfibol.

Prøven fra Djupvasshytta viser praktisk talt samme fordeling mellom kvarts – plagioklas – mørke mineraler som denne prøve. Hellegneisen er en bergart av sedimentær opprinnelse, og den kan best karakteriseres som en omdannet gråvake, i overensstemmelse med den eugeosynklinale karakter av Møre-gneissuiten.

Iflg. den her foretatte undersøkelse viser bare en ytre randsone av det utskilte prekambriske kompleks i Geiranger – Tafjord – Grotli-området en karakter som kan sies å svare til den gitte beskrivelse. I de dypereliggende og mere sentrale deler avviker komplekset betydelig fra beskrivelsen, og det opptrer bergarter som svarer til typiske freigruppebergarter. Disse forhold viser at det eldre kompleks ikke bare er betydelig mere sammensatt enn beskrevet, men at det også synes å være grunnlag for en oppdeling av komplekset i grupper, som utført av O'Hara og Mercy (1963), og for en korrelering med Møre-gneissuiten, som utført av forf. (Hernes 1967).

Etter denne diskusjon av det utskilte prekambriske kompleks i Geiranger – Tafjord – Grotli-området, vil vi se nærmere på forholdet mellom dette kompleks og den yngre suprakrustale lagrekke, basert på den geologiske oppbygning av Grotli-området.

I Grotli-området består den yngre lagrekke, Grotli-komplekset, iflg. Strand (1969) av 3 enheter: Metasammitter, gneis med amfibolitt og glimmergneis. Av spesiell interesse er her enhet nr. 2, Grotli-gneisen.

Grotli-gneisen kan summarisk karakteriseres som en middelskornet, grå gneis, med en granodiorittisk til kvartsdiorittisk sammensetning. Biotitt er det dominerende mørke mineral, men det sees også en del hornblende.

Mens Grotli-gneisen tidligere ikke ble inkludert i lagrekken, men oppfattet som et underlag for denne (Strand 1966), blir den nå tolket som en del av lagrekken og med primære grenser mot de to øvrige enheter. I overensstemmelse med denne tolkning blir Grotli-gneisen ansett å være av vulkansk opprinnelse, men til dels med et tillegg av sedimentært materiale.

Som tidligere nevnt viser beliggenhet og forløp av grensen mellom det prekambriske kompleks og den yngre lagrekke en meget stor overensstemmelse med grensen mellom O'Hara og Mercy's to øverste grupper. Det vil igjen si at den yngre lagrekke svarer til O'Hara og Mercy's gruppe 4 (O'Hara og Mercy 1963), av forf. korrelert med Tingvollgruppen (Hernes 1967).

Beskrivelsen av den yngre lagrekke i Grotli-området er i bra overensstemmelse med O'Hara og Mercy's gruppe 4 og med Tingvollgruppen. Dette gjelder både selve lagrekken og de basiske inneslutninger i denne. Forfatteren har spesielt behandlet anorthositenes opptreden i denne gruppe (Hernes 1968).

Grotli-gneisen, som er spesielt nevnt ovenfor, antas å svare til den homogene grå gneis i Møre-gneissuiten (Hernes 1965). Ved siden av Raudsandgruppen opptreer den grå gneis spesielt i den undre del av Tingvollgruppen, og den er en av de viktigste gneistyper i lagrekken.

Modalsammensetningen til to prøver av grå gneis er her tatt med til sammenligning. Den ene prøve er fra Kristiansund, og viser flg. modalsammensetning, 1000 punkter (Råheim 1968): Kvarts 23%, plagioklas ( $An_{16}$ ) 45%, kalifeltspat 26%, biotitt 4%, epidot 1% og erts 1%. Videre forekommer muskovitt, kloritt, zirkon, titanitt og apatitt.

Den andre prøven av grå gneis er tatt nord for Raudsand, altså fra gneisens typeområde. Det er en prøve som nå blir nærmere undersøkt i forbindelse med Det norske geotraversprosjekt. Den viser flg. modalsammensetning, 1000 punkter: Kvarts 27%, plagioklas ( $An_{16}$ ) 40%, kalifeltspat 22%, biotitt 7%, epidot 3% og erts 1%. Videre forekommer kloritt, amfibol, titanitt og apatitt.

Ser vi bort fra en mindre gruppe meget amfibolrike gneiser, viser Grotli-gneisen iflg. Strand (1969, fig. 5, s. 346) en fordeling mellom kvarts – plagioklas – kalifeltspat – mørke mineraler, som grupperer seg omkring de refererte prøver av grå gneis.

Strands nye tolkning av Grotli-gneisen som en del av lagrekken, og som vesentlig dannet av vulkansk materiale (Strand 1969, s. 347), er videre i overensstemmelse med forfatterens resultater m.h.t. den grå gneis (Hernes 1965, s. 77). Tilsvarende synspunkter er videre hevdet av Geis (1965, s. 44), og av Råheim (1968, s. 142).

Det synes således å være grunnlag for en parallellisering av Grotli-gneisen med den homogene grå gneis i Møre-gneissuiten. Med bakgrunn i den tidligere gitte diskusjon av det utskilte prekambriske kompleks, er denne parallellisering av vesentlig betydning for vurderingen av forholdet mellom det eldre kompleks og den yngre lagrekke.

Som nevnt opptrer den grå gneis ikke bare i Tingvoll-gruppen, men er i første rekke karakteristisk for Raudsandgruppen. Dette vil videre si at må antas å være bygget opp av Grotli-gneis. Dette reiser flg. spørsmål: Hvilken forskjell er det mellom Grotli-gneisen og den eldre «Basement gneiss»? (Jfr. kart, fig. 1, s. 342 i Strand 1969).

Strand (1969, s. 358) berører dette spørsmål: «At Grotli, the old basement gneisses contain veins of granite and pegmatite, not present in the younger gneisses to the east of them, as previously reported. Going east from Grotli, granitic and pegmatitic veins appear in gneisses, continuous with and indistinguishable from the Grotli gneisses.\* Thus the presence of granitic and pegmatitic veins cannot be taken as an exclusive criterion of the old basement rocks.»

M.h.t. den refererte forskjell i opptreden av granittiske og pegmatittiske årer kan kort bemerkes at en mindre temperaturforskjell eller også en mindre variasjon i kjemisk sammensetning alene er tilstrekkelig til å fremkalle en slik forskjell (Winkler 1967). Den eldre gneis ligger under Grotli-gneisen, og den må antas å være mindre oppblandet av sedimentært materiale enn Grotli-gneisen.

At det ikke synes å være noen vesentlig forskjell mellom Grotli-gneisen og den eldre gneis er i overensstemmelse med Strands tidligere tolkning av Grotli-gneisen som et underlag for lagrekken, uten å skille ut noen fra Grotli-gneisen eldre «Basement gneiss» i vest (Strand 1966). Her kan videre tilføyes at Brueckner i en nylig publisert avhandling betegner den nordlige fortsettelse av Strands «Basement gneiss» som Grotli-gneis (Brueckner 1969).

Det synes således å være grunnlag for en parallellisering ikke bare av Grotli-gneisen, men også av gneisen i randsonen i det eldre kompleks, med den homogene grå gneis i Møre-gneissuiten. Iflg. denne parallellisering representerer grensen mellom det eldre kompleks og den yngre lagrekke i Grotli-området en overgang fra en lagrekke bygget opp vesentlig av vulkanitter, til en fortsettelse av lagrekken hvor sedimentært materiale gjør seg stadig sterkere gjeldende på bekostning av det vulkanske materiale. Grensen bærer altså bud om en utdøende vulkanisme.

Det er ovenfor foretatt en undersøkelse av det utskilte prekambriske kompleks, med en flg. vurdering av forholdet mellom dette kompleks og den yngre lagrekke i Geiranger – Tafjord – Grotli-området (Brueckner

---

\* Iflg. undersøkelser sommeren 1969 er det også i området øst for Grotli ikke en kontinuerlig overgang, men en grense (personlig meddelelse fra professor Strand).

et al. 1968; Strand 1969). Iflg. denne undersøkelse kan man ikke se bort fra den tolkning at området er bygget opp av en lagrekke som stiger fra Geiranger mot Tafjord og Grotli (O'Hara og Mercy 1963), og at denne lagrekke med grupper kan korreleres med Møre-gneissuiten (Hernes 1967).

Iflg. denne korrelering med Møre-gneissuiten svarer grensen mellom det eldre kompleks og den yngre lagrekke til grensen mellom Raudsandgruppen og Tingvollgruppen. Det innledningsvis stilte problem, nemlig å fastlegge grensen mellom det eldre prekambriske kompleks og den senprekambrisk – eokambriske lagrekke, blir for Geiranger – Tafjord – Grotli-området iflg. den her foretatte undersøkelse, i første rekke en vurdering av om grensen mellom Raudsandgruppen og Tingvollgruppen kan oppfattes som en slik grense.

Interessant i denne forbindelse er det forhold at Strand også tidligere har hevdet at den overgang som svarer til grensen mellom Raudsandgruppen og Tingvollgruppen representerer et skille mellom et prekambrisk kompleks og en yngre lagrekke (Strand 1949). Strand refererer bl.a. til Raudsandområdet (s. 8).

Den geologiske kartlegning av Raudsandområdet har dog vist at de homogene gneiser ikke bare opptrer i Raudsandgruppen, men også i Tingvollgruppen. I Undre Tingvollgruppe er gneisene overveiende homogene gneiser, og i Øvre Tingvollgruppe sees partier med homogene gneiser (Hernes 1965, s. 75). Undre Tingvollgruppe representerer en utpreget overgangsgruppe mellom Raudsandgruppen og Øvre Tingvollgruppe. De geologiske forhold viser at overgangen fra Raudsandgruppen til Tingvollgruppen representerer en kontinuerlig lagrekke, uten noe brudd av den karakter som et skille mellom et prekambrisk kompleks og en yngre lagrekke ville betinge. Den geologiske oppbygning av Raudsandområdet gir således ingen støtte for den tolkning at vi i Geiranger – Tafjord – Grotli-området har et eldre prekambrisk kompleks.

Etter denne i første rekke regionalgeologisk funderte diskusjon, vil forf. til slutt kort kommentere den av Brueckner et al. (1968) utførte Rb – Sr whole – rock bestemmelse av syv prøver av den eldre gneis i Tafjordområdet. Prøvene gå en isokron-alder av  $1.00 \times 10^9$  år. Både Brueckner et al. (1968) og Strand (1969) tar dette resultat som en støtte for at vi har et eldre prekambrisk kompleks i Geiranger – Tafjord – Grotli-området.

Med bakgrunn i den ovenfor gitte kritiske kommentar m.h.t. eksistensen av et slikt eldre prekambrisk kompleks, er det av betydelig interesse at Brueckner et al. ikke utelukker andre tolkninger: «The isotopic and stratigraphic data do not rule out the possibility that the analyzed rocks are Eocambrian arkoses, derived from  $1.00 \times 10^9$  year old rocks, or that the rocks are much older than  $1.00 \times 10^9$  years and were subjected to Rb or Sr redistribution during Caledonian or precaledonian orogenies, but these alternatives are considered less likely» (Brueckner et al. 1968, s. 130).

Iflg. Brueckner et al. er det således en mulighet for at de analyserte prøver er fra en senprekambrisk – eokambrisk lagrekke. Noen nærmere

opplysninger om gneistype, mineralinnhold og lokalitet m.h.t. de syv analyserte prøver er ikke gitt, men de synes å være tatt forholdsvis nær grensen mot den yngre lagrekke. (Jfr. kart, fig. 1, s. 128 i Brueckner et al. 1968). Forf. vil spesielt henlede oppmerksomheten på den homogene røde gneis i Raudsandgruppen, en bergart som ihvertfall til dels må antas å være en omdannet arkose (Hernes 1965, s. 77; Råheim 1968, s. 141).

Helt til slutt tør det være riktig å fremheve at den absolutte alder av Møre-gneissuiten, og spesielt av dens lavere del, er et meget vanskelig problem. Den antatte senprekambrisk – eokambriske alder av suiten er for det første basert på overgangsf forholdene mellom Møre-gneissuiten og Trondheim-skifersuiten. Noe vesentlig brudd synes her ikke å være tilstede (Hernes 1965, s. 79-80). Videre er den antatte alder basert på en korrelering av den eugeosynklinale Møre-gneissuite med den miogeosynklinale Hedmark-sparagmittsuite (Hernes 1967, s. 561-2).

I den lavere del av Møre-gneissuiten danner overgangen fra Freigruppen til Raudsandgruppen et kritisk punkt i lagrekken (Hernes 1965, s. 80). Grenseområdet mellom de to grupper er til dels sterkt tektonisert, og grensen ble først oppfattet som tektonisk. På grunnlag av nyere undersøkelser over et større område blir grensen i dag oppfattet som en primær grense.

Hvor langt tilbake i senprekambrisk tid Møre-gneissuiten strekker seg, har vi i dag ikke grunnlag til å avgjøre. Forf. har antydnet 800 mill. år (Hernes 1965, Tab. 1, s. 71). Det oppfattes som en minimumsalder, i første rekke basert på den antagelse at lagrekken er yngre enn de prekambriske områder i øst. På den annen side kan man ikke se bort fra den mulighet at lagrekken strekker seg betydelig lengre tilbake i senprekambrisk tid. I den forbindelse er det naturlig å fremheve lagrekkens meget betydelige mektighet (Hernes 1967, s. 562).

11. februar 1970.

#### LITTERATUR

- Brueckner, H. K. 1969: Timing of ultramafic intrusion in the core zone of the Caledonides of Southern Norway. *Amer. Jour. Sci.* 267, 1195-1212.
- Brueckner, H. K., Wheeler, R. L. & Armstrong, R. L. 1968: Rb-Sr isochron for older gneisses of the Tafjord area. *Norsk Geol. Tidsskr.* 48, 127-131.
- Bryhni, I. 1966: Reconnaissance studies of gneisses, ultrabasites, eclogites and anorthosites in outer Nordfjord, Western Norway. *Norges Geol. Unders.* 241, 68 s.
- Geis, H.-P. 1965: Eisen-Titanlagerstätten bei Raudsand, Westnorwegen. *Norges Geol. Unders.* 234, 15-52.
- Hernes, I. 1956: Geologisk oversikt over Molde-Kristiansunds-området. *Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1955, Nr. 5.
- Hernes, I. 1965: Die kaledonische Schichtenfolge in Mittelnorwegen. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1965, 69-84.
- Hernes, I. 1967: The late Pre-Cambrian stratigraphic sequence in the Scandinavian mountain chain. *Geol. Mag.* 104, 557-563.
- Hernes, I. 1968: Zum Alter der Anorthosite der norwegischen Gebirgskette. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1968, 664-675.

- O'Hara, M. J. & Mercy, E. L. P. 1963: Petrology and petrogenesis of some garnetiferous peridotites. *Trans. R. Soc. Edinb.* 65, 251-314.
- Råheim, A. 1968: Geologisk undersøkelse av Kristiansundsøyene og Frei. Hovedfagsoppg. Universitetet i Bergen, upublisert.
- Strand, T. 1949: On the gneisses from a part of the North-Western gneiss area of Southern Norway. *Norges Geol. Unders.* 173, 45 s.
- Strand, T. 1966: Geological investigations around Grotli, central S. Norway. *Norsk Geol. Tidsskr.* 46, 259-260.
- Strand, T. 1969: Geology of the Grotli area. *Norsk Geol. Tidsskr.* 49, 341-360.
- Winkler, H. G. F. 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine 2. Auflage. Springer-Verlag, 238 s.