



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

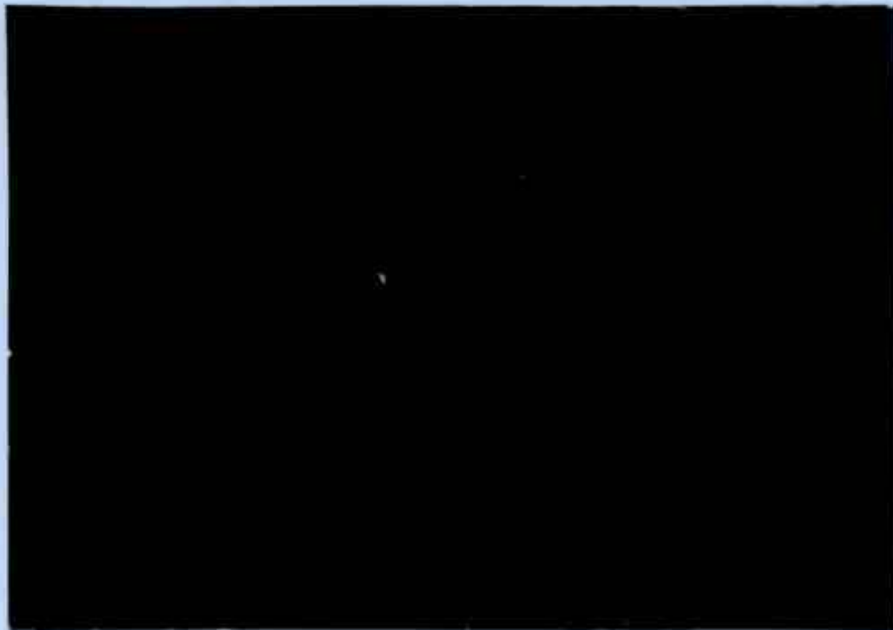
Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 3770	Intern Journal nr 436/80 VB	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr NGU 1717/3	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Jern- og titanforekomster tilknyttet gabbroide, amfibolittiske og eklogittiske bergarter i Sunnfjord, Sogn og Fjordane				
Forfatter Korneliussen, Are		Dato 06.06 1980	Bedrift NGU	
Kommune Naustdal, Førde, Askvoll, Fjaler, Hyllestad, Høyanger	Fylke Sogn og Fjordane	Bergdistrikt Vestlandske	1: 50 000 kartblad 11171 12173 11172 12174 11173 11182 11174 12182 12171 12183	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype Malm/metall Industrimineral	Emneord Fe Ti Rutil			
Sammendrag				

BV3770

Jun. 436/80 VB

24/9-80



NGU

VESTLANDSPROGRAMMET

NGU-rapport 1717/3

Jern og titan forekomster
tilknyttet gabbroide, amfibolittiske
og eklogittiske bergarter
i Sunnfjord, Sogn og Fjordane
1980



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15860

Postboks 3000
7001 Trondheim

Postgiront. 5168232
Bankgiront. 0633.05.70014

Rapport nr. 1717/3		Åpen/ ~~Fortrolig tll.~~
Tittel: Jern og titanforekomster tilknyttet gabbroide, amfibolittiske og eklogittiske bergarter i Sunnfjord, Sogn og Fjordane.		
Oppdragsgiver: Norges geologiske undersøkelse		Forfatter: Statsgeolog Are Korneliussen
Forekomstens navn og koordinater:		Kommune: Naustdal, Førde, Askvoll, Fjaler, Hyllestad, Høyanger
Fylke: Sogn og Fjordane	Kartbladnr. og -navn (1:50 000): 1117 I-IV 1118 II 1217 I, III, IV 1218 II, III	
Utført: 1978-79	Sidetall: 39 Tekstbilag: 8 Kartbilag: 4	
Prosjektnummer og -navn: 1717, Jern og titan på Vestlandet		
Prosjektleder: førstestatsgeolog Ingvar Lindahl		
Sammendrag: I forbindelse med gabbroide, granat-amfibolittiske og eklogitt-amfibolittiske bergarter innen prekambriske kvarts-feltspatiske gneiser i Sunnfjord opptrer forekomster av magnetitt/ilmenitt og rutil/ilmenitt. Magnetitt (vanadiumholdig)/ilmenitt opptrer som disseminasjon i gabbro, og som disseminasjon og massivmalm i klorittiserte partier i granat- og eklogitt-amfibolitt. De respektive forekomster er enten små eller lavgehaltige og vurderes som mindre lovende. Rutil opptrer som disseminasjon sammen med ilmenitt i granat- og eklogitt-amfibolitt og er et økonomisk sett atskillig mere attraktivt mineral. Det er påvist forekomster av betydelig størrelse, men med forholdsvis lave gjennomsnittsgehalter (2-3% TiO_2, hovedsakelig som rutil). Enkelte partier innen disse forekomster inneholder imidlertid rutilgehalter av økonomisk interessant størrelsesorden (minst 4-5% rutil), men de korresponderende forekomststørrelser og gjennomsnittsgehalter er ukjent. Det gjenstår å foreta en detaljert prøvetaking og vurdering av de mest interessante mineraliseringer.		
Nøkkelord	Berggrunn	Rutil
	Malmgeologi	
	Fe - Ti malm	

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	side	4
2.	TITANMINERALER	"	4
3.	GENERELL GEOLOGI	"	5
3.1.	Tidligere arbeider	"	5
3.2.	Generell geologi	"	7
3.3.	De granat-amfibolittiske og eklogitt-amfibolittiske bergarter	"	9
4.	JERN OG TITAN FOREKOMSTER	"	13
4.1.	Rutil og ilmenitt i granat- og eklogitt-amfibolittiske bergarter	"	13
4.2.	Magnetitt og ilmenitt i klorittiserte partier i granat- og eklogitt-amfibolittiske bergarter	"	15
4.3.	Magnetitt og ilmenitt i gabbro	"	27
5.	MALMGRENSE	"	31
6.	ØKONOMISK VURDERING	"	31
7.	SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	"	34
8.	LITTERATUROVERSIKT	"	36

BILAG

1. Oppredningsresultater, magnetitt/ilmenitt forekomster (Geis 1967).
2. Magnetitt/ilmenitt forekomster. Oversikt over mineralogi, forekomststørrelse og gehalter.
3. Hoved- og sporelement (Y, Rb, Ni, V) analyser.
 - 3.1. Gabbro, Mølmesdal (20 anal.)
 - 3.2. Granat-/eklogitt-amfibolitt, Furevikområdet (15 anal.)
 - 3.3. " " " , Sellevoll-Ramsgrøheia, 12 anal.
 - 3.4. " " " , Naustdal (6 anal.)

- 3.5. Granat-/eklogitt-amfibolitt, Vevring (8 anal.)
- 3.6. Granat-amfibolitt, Sellevoll (8 anal.)
- 3.7. Granat-/eklogitt-amfibolitt, Gjølangerområdet (21 anal.)
- 3.8. Granat-amfibolitt, Sjørdal (8 anal.)
- 3.9. Granat-/eklogitt-amfibolitt, Førdefjordområdet (23 anal.)
4. Sporelementanalyser (Nb, Zr, Y, Sr, Rb, Zn, Cu, Ni, Cr, Ba).
5. Oversikt over bergartstype og prøvelokalitet for endel hoved- og sporelementanalyser (1978-prøvetaking).
6. TiO_2 -analyser. Rutil- og ilmenittbundet TiO_2 .
7. Mikrosondeanalyser på silikatminerale i eklogitt-amfibolitt, hovedelementer.

TEGNINGER

- 1717/2-1 Geologisk oversiktskart. M 1:250 000.
- 2 Geologisk kart over Førdefjordområdet. M 1:50 000.
 - 3 Geologisk kart over området Folkestad-Gjølanger-Flekk. M 1:50 000.
 - 4 Geologisk kart over området Espeland-Løvik. M 1:50 000.

1. INNLEDNING

Som en videreføring av rekognoserende undersøkelser med henblikk på rutilmineraliseringer i granat-amfibolittiske og eklogitt-amfibolittiske bergarter i Sunnfjord 1978 (Korneliussen 1979), er det i løpet av sommeren 1979 blitt utført videre kartlegging og prøvetaking. Feltarbeidet er utført av statsgeolog Are Korneliussen, NGU.

Undersøkelsene har vært med henblikk på å lage en oversikt over rutilforekomster i Sunnfjord samt vurdere mulighetene for økonomisk utnyttelse. I tillegg er forekomster av magnetitt/ilmenitt som i enkelte tilfeller er nært tilknyttet rutilførende bergarter blitt gjenstand for en viss oppmerksomhet.

Undersøkelsene har vært i samråd med Elkem-Spigerverket A/S som tidligere har drevet undersøkelser både på magnetitt/ilmenitt (1950-årene) og rutil (1970-72) innen de samme områder.

2. TITANMINERALER

Titan er et av de vanligste elementer i jordskorpa og forekommer som hovedbestanddel av mineralene ilmenitt (FeTiO_3), rutil (TiO_2), anatas (TiO_2), brookitt (TiO_2), leukoxen (titanrikt omvandlingsprodukt fra ilmenitt), perovskitt (CaTiO_3) og titanitt (CaTiSiO_5). Av disse har ilmenitt, leukoxen, rutil og anatas økonomisk betydning som mineralprodukter.

Hovedanvendelsen for titan er som pigmentstoff i maling, plast og papir som tar omtrent 90% av verdensproduksjonen. Av de 2 viktigste titanmineralene ilmenitt og rutil blir rutil utelukkende produsert fra placerforekomster, mens ilmenitt i betydelig grad også utvinnes

fra forekomster i fast fjell. Norge er i denne forbindelse en av verdens største ilmenittprodusenter (A/S Titania).

Verdens titanreserver er betydelige. I første rekke gjelder dette ilmenitt, mens reservene av de titanrikere mineralene rutil og anatas blir ansett som mere begrensede (Wessel 1975, Lynd & Lefond 1975). Det er imidlertid muligheter for funn av nye store forekomster (SOU 1977:75).

På grunn av prosesstekniske og forurensningsmessige vanskeligheter for titanproduksjon fra ilmenitt, er det idag en økende etterspørsel etter de titanrikere råstoffene rutil og anatas. Rutilprisene viser i øyeblikket en stigende tendens og det er grunn til å forvente en fortsatt økning.

3. GENERELL GEOLOGI

De aktuelle områder dekkes av det geologiske kartblad Måløy - 1:250 000 (Sigmond Kildal 1970). Tegning 1-4 gir en nærmere avgrensning av de områder hvor undersøkelsene er utført samtidig som de geologiske hovedtrekk framgår.

3.1. Tidligere arbeider

Publikasjoner av direkte relevans for denne undersøkelsen har i første rekke vært Kolderups (1928) oversikt over bergartene i kyststrøkene mellom Nordfjord og Sognefjord, en mineralogisk/kjemisk beskrivelse av en større eklogitt-amfibolitt-forekomst ved Naustdal av Binns (1967) og Sigmond Kildals (1970) geologiske kartblad Måløy (1:250 000). Kolderup nevner en del lokaliteter av rutilførende eklogittiske og granat-amfibolittiske bergarter ved

Førdefjorden og syd for Dalsfjorden og omtaler enkelte magnetitt/ilmenitt-forekomster innen de samme områder. Den samme eklogitt-amfibolitt-forekomsten som blir beskrevet av Binns blir forøvrig nevnt av Eskola (1921), og det er i første rekke denne forekomsten som i 1970-72 ble undersøkt med henblikk på rutil av Elkem-Spiger-verket A/S.

Kolderup og Rosenquist (1950) beskriver en granat-amfibolittisk bergart ved Gjøllanger som inneholder usedvanlige store granatkrystaller ($\frac{1}{2}$ -1 m). Denne bergart og liknende granat-amfibolittiske og eklogitt-amfibolittiske bergarter i det samme området er rutilførende og inneholder i tillegg enkelte magnetitt/ilmenitt-forekomster.

Kolderup (1960) diskuterer dannelsen av eklogittiske bergarter i gneis i Sunnfjord såvel som på Vestlandet forøvrig og er inne på tanken om at disse bergarter kan være metamorft omvandlede gabbroer eller basalter (kaledonsk).

Skjerlie (1969) gjør et forsøk på å korrelere prekambriske og kambro-siluriske bergarter i Askvoll-Gaular området med tilsvarende bergarter som ligger under Jotundekket ved Leikanger.

Aldersdateringer (Rb/Sr) av de prekambriske bergarter i Sunnfjord er foretatt av Brueckner (1972) og Skjerlie og Pringle (1978). For gneiser i Gaular framkommer kaledonske (på biotitt) såvel som prekambriske aldre (hele bergarten) i to grupperinger 11-1200 og 1600 millioner år.

Skjerlie og Pringle (1978) foretar en tektonisk inndeling av gneisbergartene i Gaular og foreslår at 2 øvre gneiskomplekser "Vevring-komplekset" og "Holsen gneis" utgjør et skyvedekke "Sunnfjorddekket" som er skjøvet over det eldre "Basalgneiskomplekset (Jostedalskomplekset)" i prekambrisk tid.

Foruten Kolderup (1928, 1960), Kolderup og Rosenquist (1950) og Binns (1967) har ikke de granat- og eklogitt-amfibolittiske bergarter i Sunnfjord vært gjenstand for annet enn rent sporadiske undersøkelser. Etter hva undertegnede kjenner til, gir ingen av de publiserte geologiske arbeider om eklogittiske bergarter i Sunnfjord og på Vestlandet forøvrig, noen særskilt omtale av rutil/ilmenitt mineraliseringer.

De publiserte eklogitt-arbeider på Vestlandet konsentrerer seg om generelle petrografiske og kjemiske forhold, ofte med det formål å belyse bergartenes dannelse. 2 hovedoppfatninger gjør seg her gjeldende; (1) eklogittene er mantelmateriale som er skjøvet på plass til sine nåværende posisjoner som stive legemer (O'Hara et al. 1971, Lappin 1974), og (2) eklogittene er metamorft omvandlede basiske bergarter (Bryhni & Grimstad 1970, Griffin og Heier 1973, Bryhni et al. 1977). En annen mulighet som er foreslått er at granatførende ultrabasiske bergarter og eklogittiske inneslutninger i disse representerer mantelmateriale, mens de øvrige eklogittiske bergarter er dannet metamorft (Bryhni et al. 1969, Carswell 1974).

3.2. Generell geologi

Jern- og titanforekomstene (magnetitt, ilmenitt og rutil) i Sunnfjord opptrer tilknyttet metamorfe basiske bergarter varierende fra metagabbro til granat-amfibolitt og eklogitt-amfibolitt. Disse bergarter som blir oppfattet å være av prekambrisk alder (se nedenfor) er tilknyttet større enheter av paragneiser og amfibolitter. Disse gneiser som består overveiende av kvarts, plagioklas og biotitt og som tildels kan være granatførende og/eller hornblendeførende, inneholder soner og områder med kvartsitt, glimmerskifer, grønnskifer og metaanorthositt. Enkelte linser av ultramafiske bergarter (serpentinitt, pyroksenitt) og innslag av gneisgranittiske bergarter forekommer.

Disse bergarter blir oppfattet å tilhøre det såkalte Fjordane-komplekset (Bryhni, 1966) i motsetning til Basalgneiskomplekset (Jostedalskomplekset) som består overveiende av granittiske gneiser. Grenseområdet mellom disse 2 komplekser kan være gradvis eller forholdsvis skarpt definert med en opptil 200 m mektig mylonittsone.

Skjerlie og Pringle (1978) har foreslått at de bergartsenheter som ligger over Basalgneiskomplekset tilhører et prekambrisk skyvedekke "Sunnfjorddekket" som i Gaular-Holsen området er blitt skilt ut i en øvre enhet (Vevringkomplekset) og en nedre enhet (Holsen gneis). Denne store overskyvning er etterfulgt av en kompleks foldetektonitt.

Enkelte granat-amfibolittiske til eklogitt-amfibolittiske bergarter som på nordsiden av Førdefjorden forekommer innenfor områder som blir oppfattet å bestå av Basalgneiskompleksets bergarter kan være innfoldede deler av Fjordanekomplekset. Dette spørsmål er ikke avklart.

Alt i alt er det av Skjerlie (1969) i Gaularområdet med sikkerhet påvist 3 foldefaser; ØSØ-VNV (eldst), NØ-SV og Ø-V (yngst), og med en mulig fjerde foldefase.

Gneis fra Basalgneiskomplekset i Gaular er Rb/Sr aldersdatert til 1625 ± 75 millioner år (Skjerlie & Pringle 1978) hvor også en kaledonsk påvirkning er observert (392 millioner år, på biotitt), Brueckner (1972) oppgir en Rb/Sr alder 1625 ± 100 millioner år for en gneis ved Holsenvatn som ifølge Skjerlies og Pringles kartlegging tilhører Holsen gneisen. I tillegg oppgir Brueckner en Rb/Sr alder på 1150 millioner år for gneiser i Nordfjord som i følge Skjerlie og Pringle kan parallelliseres med Vevringkomplekset.

En prekambrisk opprinnelse for de gneisbergarter som omgir granat-/amfibolitt bergartene i Førdefjord området skulle være udiskutabel. Det er grunn til å anta at dette også gjelder de tilsvarende

gneisbergarter syd for Dalsfjorden.

Aldersdateringer på eklogitter/granat-amfibolittiske bergarter i Sunnfjord foreligger ikke. For Vestlandet forøvrig er det ifølge Krog (1977) påvist prekambriske såvel som kaledonske aldre for eklogitter (K/Ar - 1750-1850 mill. år og K/Ar - 980-1170 mill. år såvel som K/Ar, Rb/Sr og U/Pb - kaledonske aldre). En kaledonsk metamorf påvirkning for Sunnfjord granat-/eklogitt-amfibolitter er sannsynlig.

3.3. De granat-amfibolittiske og eklogitt-amfibolittiske bergarter

Granat-amfibolittiske til eklogitt-amfibolittiske bergarter forekommer som deformerte linser og soner fra dm-størrelser til 3-4 km i tildels biotittrike gneiser. Disse bergarter blir i Førdefjord og Gaularområdet som tidligere nevnt oppfattet å tilhøre Vevringkomplekset.

Enkelte eklogittkropper i Naustdal-Førde-området ligger innenfor større enheter av Basalgneiskompleksets gneisbergarter, og kan tenkes å representere innfoldede deler av Vevringkomplekset eller er primære innslag i Basalgneiskomplekset.

Eklogitt-amfibolittkroppene er ofte kompleks deformerte, som uregelmessige linser eller som innfingringer i de omkringliggende gneiser. Selve eklogitt-amfibolitt bergartene er imidlertid vanligvis forholdsvis massive, både de primære og de omvandlede varianter (se nedenfor).

I endel tilfeller forekommer en bånding som kjennetegnes ved anrikninger av granat, klinopyroksen eller amfibol. Slike båndinger er i cm-dm skala og ser i stor grad ut til å være sammenfallende med foliasjonen i de omkringliggende gneiser som vanligvis

er Ø/V-lig, men lokalt med store variasjoner. Det er på denne bakgrunn nærliggende å sette eklogittdannelsen i forbindelse med metamorfe/tektoniske begivenheter.

I andre tilfeller forekommer en gradvis overgang fra amfibolitt til granat-amfibolitt og eklogitt-amfibolitt hvor alle bergartsvarianter er massive, hvor det i visse partier har forekommet en dannelse av granat eventuelt også pyroksen (omfasitt). Dette indikerer en metamorf dannelse.

De 3 hovedmineralene granat, amfibol og pyroksen ser i frisk eklogittbergart ut til å være dannet i mineralogisk/kjemisk likevekt med hverandre. Ingen observasjoner tyder på at amfibolen er dannet fra granat eller pyroksen og må ansees å være en primær bestanddel av bergarten.

Retrograd omvandling av frisk granat-amfibolitt og eklogitt-amfibolitt forekommer langs mm-cm mektige sprekker og i mere uregelmessige større partier. Omvandlingen er vanligvis mest utpreget nær randen av eklogittkroppene, men kan også vise en uregelmessig opptreden i de mere sentrale deler. Ved retrogradering omvandles den primære amfibol, klinopyroksen og granat til en vanlig hornblende og rutil til ilmenitt.

Totalt er følgende mineraler observert (vanlig mengde i parentes):

Amfibol (30-60%). I uomvandlet granat- og eklogitt-amfibolitt er amfibolen en mellomting mellom glaukofan og vanlig hornblende kalt barrositt (Binns 1967). De utførte mikrosondeanalyser indikerer forholdsvis stor variasjon i den kjemiske sammensetningen (bilag 7).

Granat (20-50%). Ved mikrosondeanalyse (bilag 7) er granater funnet å være en mellomting mellom almandin, pyrop og grossular.

Pyroksen (under 20%) er en klinopyroksen av omfasittisk type.

Glimmer (under 10%)

Zoisitt (under 10%). Granat- og eklogitt-amfibolitter syd for Dalsfjorden er utpreget zoisittholdige, mens zoisitt i de tilsvarende bergarter i Førdefjordsområdet vanligvis opptrer som aksessorisk mineral.

Apatitt (aksessorisk)

Albitt (aksessorisk)

Kyanitt (aksessorisk). Kyanitt er kun påvist i eklogitt-amfibolitter i Sellevoll-området.

Rutil (1-3%)

Ilmenitt (aksessorisk)

Pyritt (aksessorisk)

Magnetkis (aksessorisk)

Variasjoner i kjemisk sammensetning er betydelig, også innen en og samme forekomst. Dette gjelder hovedelementer såvel som sporelementer. Fig. 1 viser variasjonen for enkelte forekomstområder plottet i AMF trekantdiagram. Spredningen er stor og de respektive forekomstområder lar seg ikke gruppere i særskilte områder i diagrammet.

Forøvrig er det ved hjelp av EDB foretatt en rekke plotninger av forskjellige elementkombinasjoner i trekantdiagrammer og i elementkombinasjoner (scattergram) både av hovedelementer og sporelementer, uten at klare korrelasjoner har framkommet, med unntak av Ti og Fe som viser en positiv korrelasjon på 0,83.

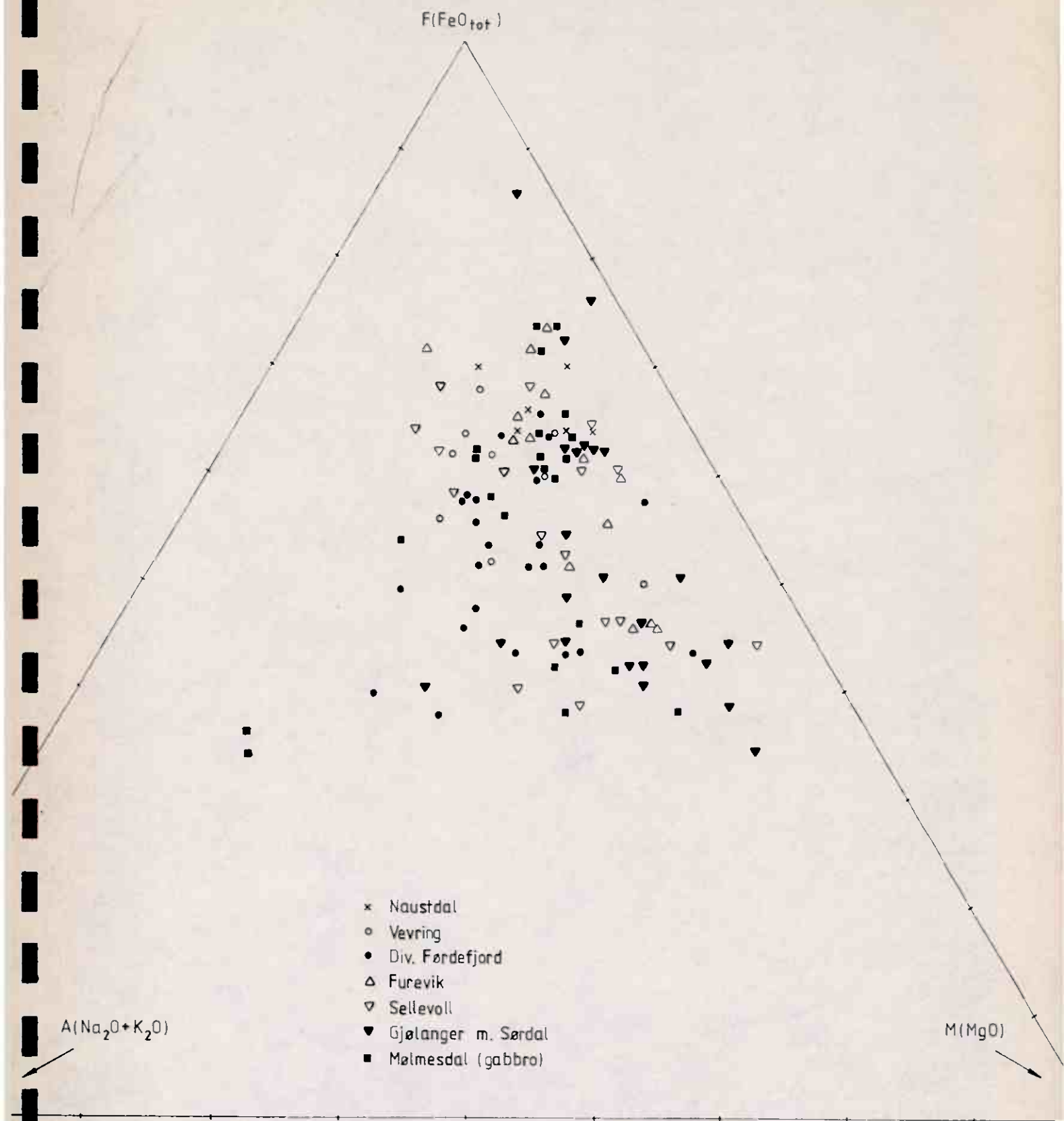


FIG.1 Variasjonen i kjemisk sammensetning for granat- og eklogitt-amfibolittiske og gabbroide (Mølmesdal) bergarter for endel forekomster i Sunnfjord.

4. JERN OG TITAN FOREKOMSTER

Det opptrer 3 typer av forekomster:

1. Rutil og ilmenitt mineraliseringer tilknyttet granat-amfibolittiske til eklogitt-amfibolittiske bergarter. Disse forekomster er vanlige i Førdefjordområdet og på sydsiden av Dalsfjorden i et område fra Folkestad i vest til Flekke i øst (tegn. 2 og 3).
2. Magnetitt og ilmenitt mineraliseringer tilknyttet klorittiserte partier i granat-amfibolittiske til eklogitt-amfibolittiske bergarter syd for Dalsfjorden mellom Folkestad og Flekke (teg. 3). Vertsbergartene inneholder i ikke-klorittiserte partier rutil/ilmenitt mineraliseringer av type 1.
3. Magnetitt og ilmenitt mineraliseringer i gabbroide bergarter i Løland-Mølmesdal-Råsberg området (tegn. 4).

4.1. Rutil og ilmenitt i granat- og eklogitt-amfibolittiske bergarter

Granat-amfibolittiske og eklogitt-amfibolittiske bergarter ved Førdefjorden og syd for Dalsfjorden er rutil- og ilmenittførende, og forekommer som deformerte soner og linser i størrelser fra noen få dm til 3-4 km. De omkringliggende bergarter er kvarts-plagioklas biotitt gneiser (stort sett forholdsvis finkornige) som i enkelte områder inneholder amfibolittiske soner. Innslag av amfibolitt i gneisene er utpreget først og fremst i Gjølanger området (tegn. 3).

I uomvandlet granat-amfibolitt og eklogitt-amfibolitt forekommer ilmenitt vanligvis som mindre uregelmessige inneslutninger i rutil i aksessoriske mengder. Store variasjoner i rutil/ilmenitt-forholdet kan imidlertid forekomme uten at dette ser ut til å ha noen direkte sammenheng med retrogradering av bergarten.

Ved retrogradert metamorfose av primær granat-amfibolitt/eklogitt-amfibolitt omvandles den primære amfibol, pyroksen og tildels også granat mot en sekundær hornblende og rutil omvandles til ilmenitt.

Rutil/ilmenitt-mineraliseringene opptrer som en uregelmessig impregnasjon. Enkelte granat- og eklogitt-amfibolitter virker rikere på rutil/ilmenitt enn andre forekomster. Gehaltene varierer sterkt innen samme forekomst. Forenklet kan rutil/ilmenitt-anrikningene inndeles i 3 typer:

1. Uregelmessige anrikninger i cm-dm størrelse
2. Langstrakte soner i 10 m-utstrekning parallell en eventuell lagning i bergarten.
3. "Sky" av rutil/ilmenitt av opptil 2-300 m utstrekning.

Innen type 2 og 3 forekommer anrikninger av type 1. Vanlige gehalter i granat-/eklogitt-amfibolitt-kroppene er i størrelsesorden 1-3% TiO_2 (hovedsakelig som rutil), mens de anrikede partier inneholder 3-5% TiO_2 . Jfr. kap 5 for nærmere omtale av forekomststørrelser og gehalter.

Fig. 2 viser variasjonen i titangehalt langs et prøvetakingsprofil på tvers av Naustdal eklogitten. Tatt i betraktning at rutil/ilmenitt-mineraliseringenes gehalt er vanskelig å anslå visuelt i felt, vil en bedømmelse av gjennomsnittsgehalter kreve velfunderte prøvetakingsopplegg med et stort antall analyserte prøver.

Fig. 3 er en framstilling av analyseresultatene på bakgrunn av sporadiske og forholdsvis tilfeldige prøver fra en rekke forekomster, såvel som prøver fra utvalgte rike partier.

Fig. 4 viser innholdet av rutil- og ilmenittbundet titan for utvalgte titanrike partier i forekomstene Sellevoll, Fureviknipa og Kyrkjehøgda.

Fig. 5 viser en sammenlikning av 3 prøveserier for Kyrkjehøgda rutilforekomst.

Titanet i de aktuelle bergarter er hovedsakelig bundet til rutil og ilmenitt. Fig. 6 gir et inntrykk av titaninnholdet i silikat-mineralene på bakgrunn av mikrosondeanalyser.

En får av disse figurer et visst inntrykk av hvilke variasjoner i gehalter som er vanlig samt hvilke forekomster som ser ut til å ligge høyt i titaninnhold og/eller inneholder markante rutil/ilmenitt-anrikninger.

På bakgrunn av dette materialet vurderes forekomstene Naustdal, Kyrkjehøgda og Fureviknipa å være mest lovende.

Naustdalforekomsten er delvis nedbygd av et boligfelt og er av den grunn et noe mindre interessant undersøkelsesobjekt selv om økonomisk interessante rutilgehalter forekommer.

For Kyrkjehøgdas vedkommende er det påviste partiet med rikere mineraliseringer i 10 m størrelse, mens det rutil/ilmenitt-anrikede området i Fureviknipa har utgående i størrelsesorden 100-200 m. Av fig. 4 framgår det at Kyrkjehøgda virker mere rutilholdig enn Fureviknipa, og blir, når den skjønære beliggenheten tas i betraktning, vurdert å være den mest interessante rutilforekomsten.

4.2. Magnetitt og ilmenitt i klorittiserte partier i granat- og eklogitt-amfibolittiske bergarter

I forbindelse med klorittiserte partier i granat-amfibolittiske og eklogitt-amfibolittiske bergarter syd for Dalsfjorden mellom Folkestad og Flekke, opptrer en rekke forekomster av magnetitt/ilmenitt. Mineraliseringene er som uregelmessig impregnasjon og slirer, linser og smale soner av massiv malm, og viser en tendens til å være rikest i sterkt klorittiserte og skifrige partier i vertsbergarten hvor det avgjort har forekommet skjærbevegelser.

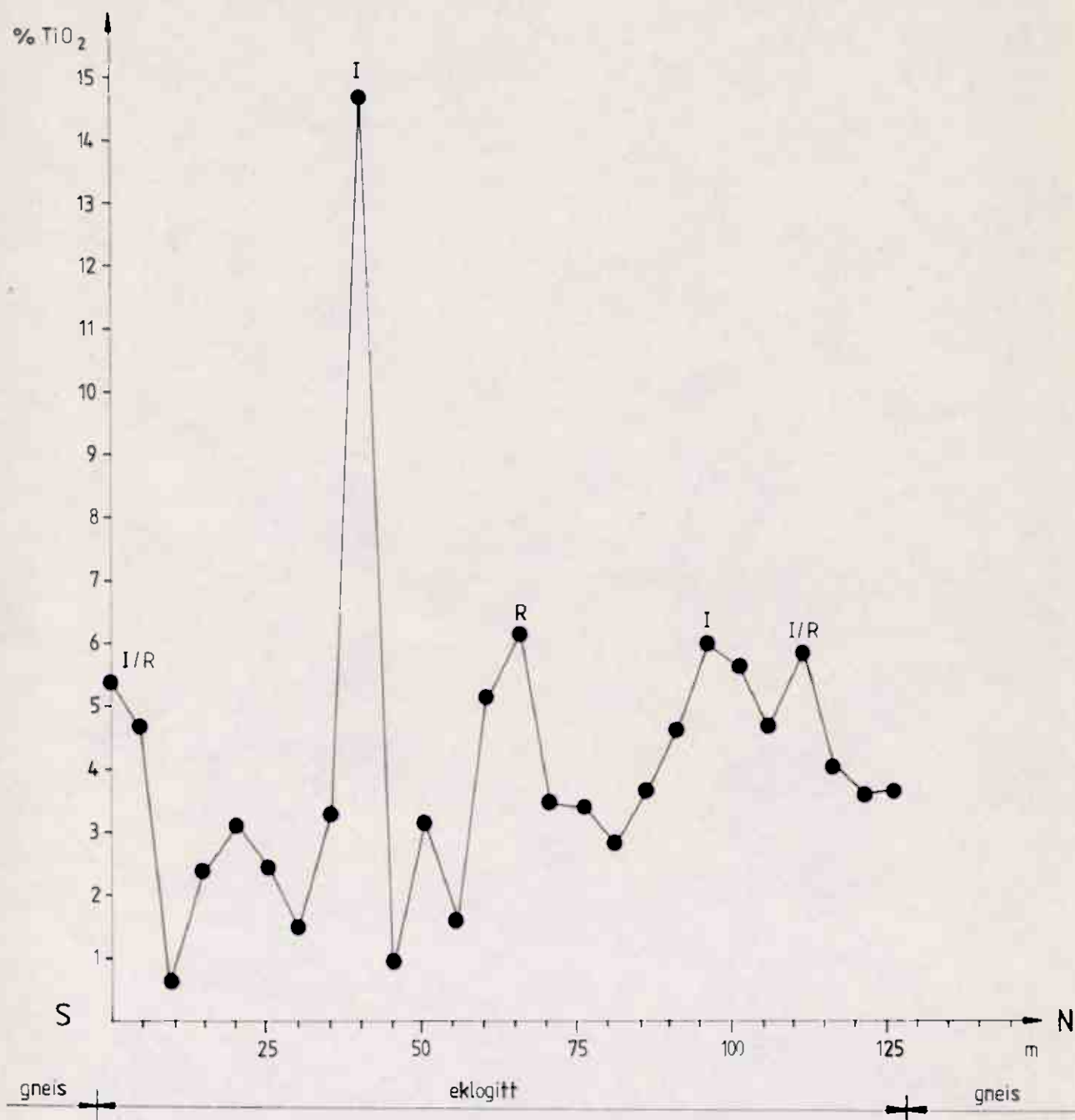


FIG. 2. Variasjonen i TiO_2 -innhold langs et prøvetakingsprofil i en veiskjæring i Naustdal eklogitten ved broen over Nausta like ved Naustdal sentrum. Prøvene er av $\frac{1}{2}$ kg-størrelse og er analysert på totalt oksydbundet titan (Korneliussen 1979, bilag 1 pr. 162-188). Rutil-ilmenitt mengdeforholdet er vurdert på bakgrunn av slipstudier.

R: hovedsakelig rutil
 I: hovedsakelig ilmenitt
 I/R: omtrent like store mengder ilmenitt og rutil

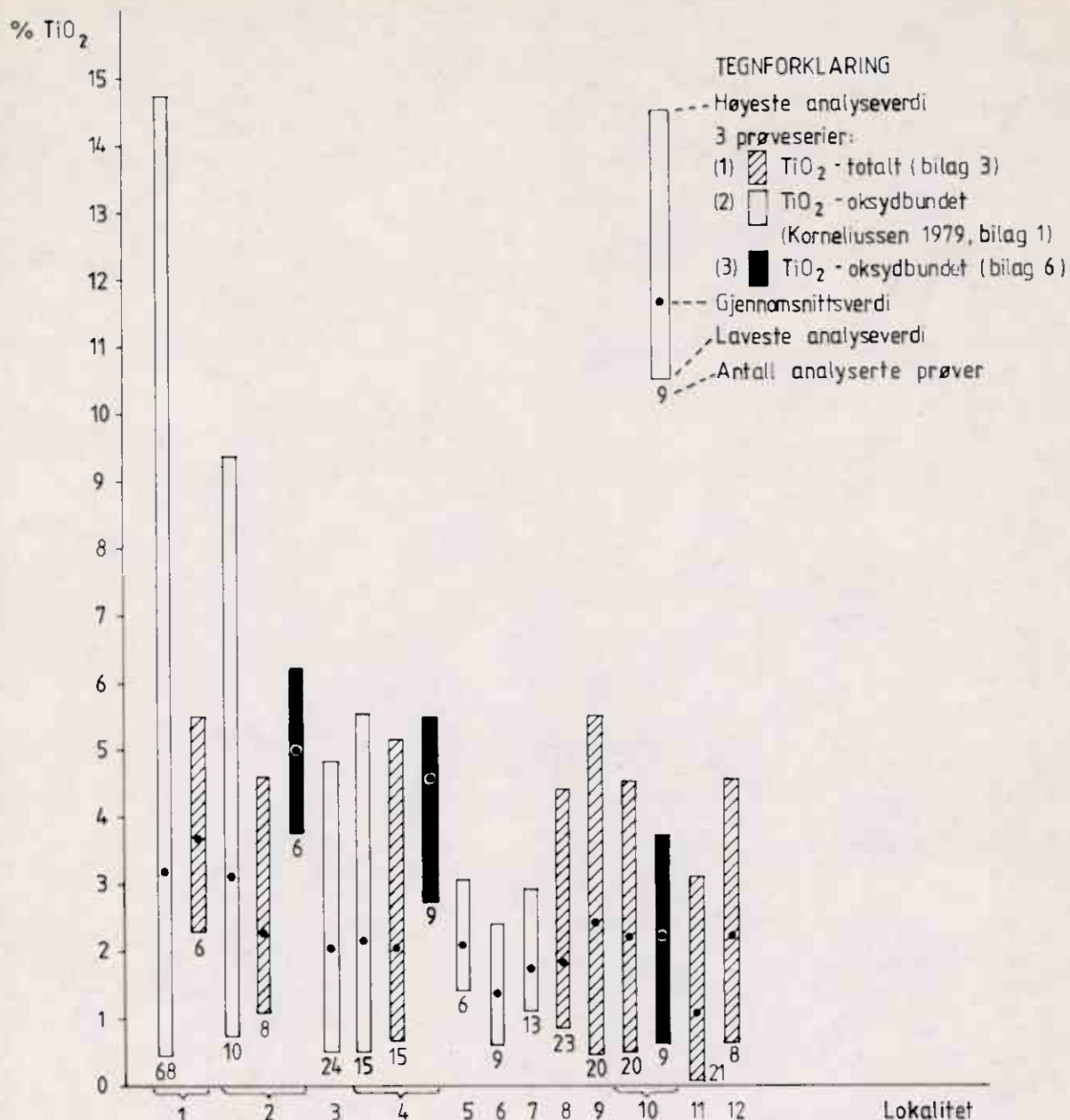


FIG.3. TiO_2 -innhold i gabbroide og granat- til eklogitt-amfibolittiske bergarter.

Prøvematerialet fra lokalitet 9 er gabbro. Det øvrige prøvematerialet er granat- og eklogitt-amfibolitt.

Lokaliteter:

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1. Naustdal eklogitt | 7. Skitnevatnet |
| 2. Kyrkjehøgda (Vevring) | 8. Div.lok. i Førdefjordområdet |
| 3. Kvamen | 9. Mølmesdal |
| 4. Fureviknipa | 10. Sellevoll-Ramsgrønova |
| 5. Fauske | 11. Div. lok. i Gjølangerområdet |
| 6. Langevatn | 12. Sørødal |

Tegnforklaring:

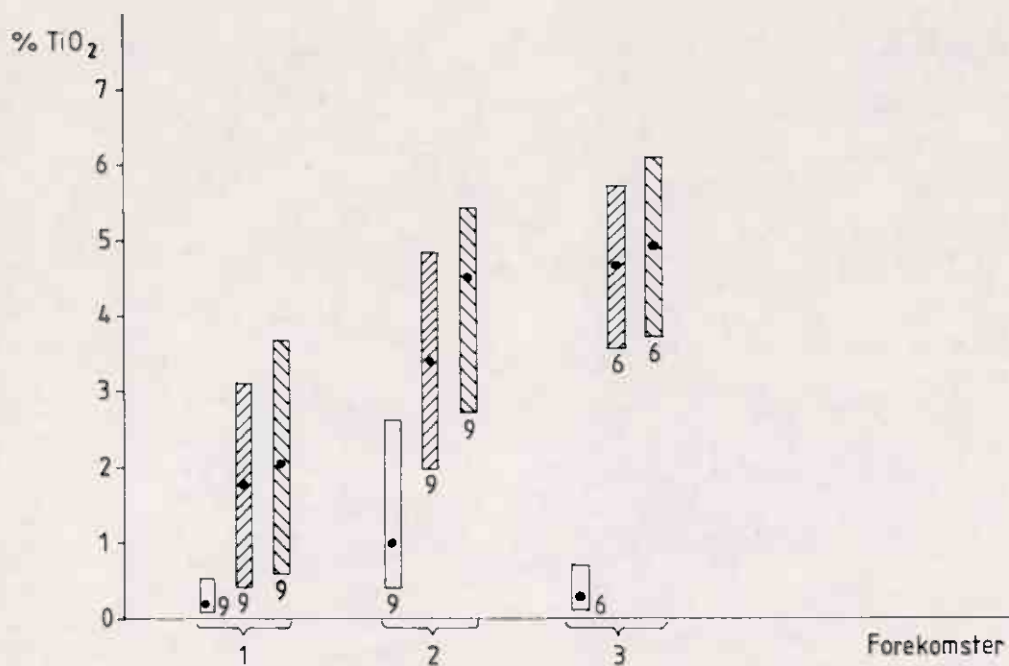
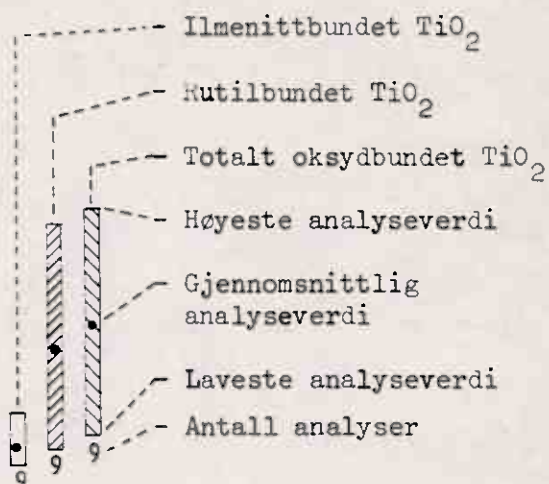
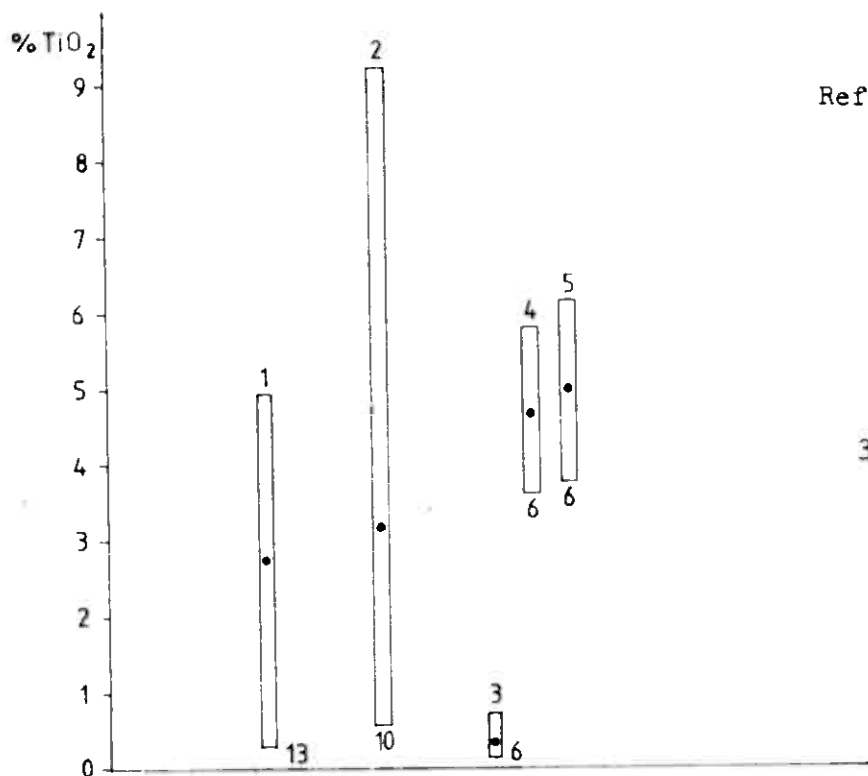
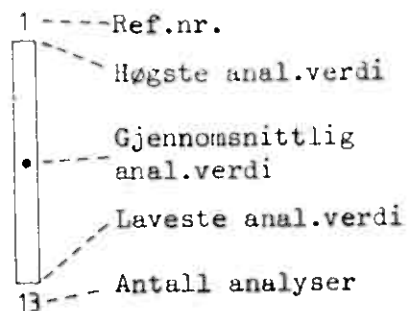


FIG.4. Rutil- og ilmenittbundet titan fra 3 utvalgte forekomster. Partier som på visuelt grunnlag i feltet er blitt vurdert å være forholdsvis rutil/ilmenittrike, er prøvetatt. Analyseresultatene (bilag 6) er ikke representative for de respektive forekomster, men gir likevel en pekepinn på hvilke gehalter som kan forekomme.

Lokaliteter:

1. Sellevoll
2. Fureviknipa
3. Kyrkjehøgda (Vevring)

Tegnforklaring:



Ref.nr.:

1. TiO₂-oksydbundet
Prøver tatt med 40 m mellomrom gjennom vei-tunnel (ES-analyser 1970-72)
2. TiO₂-oksydbundet.
Forholdsvis tilfeldige prøver (ES-analyser 1978, bilag 1)
- 3-5. Ilmenittbundet (3), rutilbundet (4) og totalt oksydbundet TiO₂ (5) (ES-analyser 1979, bilag 5)

FIG.5. Sammenlikning av 3 prøvetakingsserier for Kyrkjehøgda (Vevring) rutilforekomst. De 6 prøvene under ref. 3-5 er fra et utvalgt rutil(/ilmenitt) rikt parti i forekomsten i motsetning til prøvene under ref. 1 og 2 som er forholdsvis tilfeldige i forhold til rutilanrikningene.

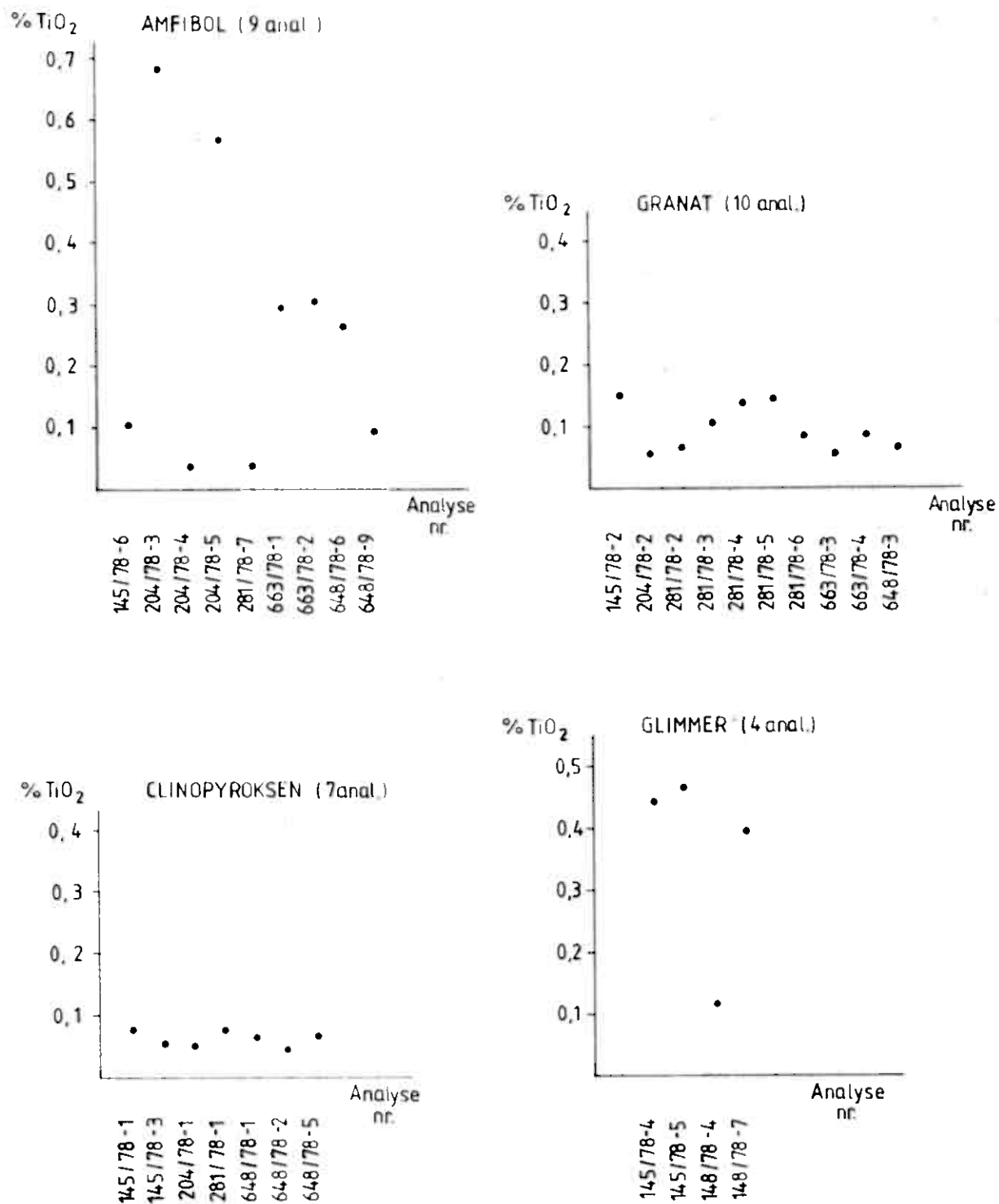


FIG. 6. Titaninnhold i silikatmineraler i granat- og eklogitt-amfibolitt. Analysene som er utført på mikrosonde gir et inntrykk av hvilke gehalter som forekommer. Titaninnholdet ser ut til å være gjennomgående forholdsvis lavt, men med store variasjoner for amfibol og glimmer. Jfr. bilag 7 for de fullstendige analyseresultater.

Mektighetene av de mineraliserte partier/soner kan komme opp i 250 m (Flekk), men er vanligvis i 1-10 m. Gjennomsnittsgehalter over de større mektigheter ligger i størrelsesorden 10-15% magnetitt/ilmenitt og lavere (omtrentlig feltbedømmelse), men kan i mindre partier og soner (dm-1 m mektigheter) nå vesentlig høyere. Massive linser og soner forekommer i opptil 1 m mektigheter i Sjørdal.

Tidligere arbeider

Forekomstene er beskrevet av Stadheim (1928a-g), Hafsten (1906), Logan Lobley (1902), Kolderup (1928) og Geis (1967). Beskrivelsen til Geis (1967) er av interesse i og med at det presenteres endel analysedata, resultater av oppredningsforsøk og resultater fra en diamantboreundersøkelse i 1956 for forekomstene Sjørdal og Gjølder.

4.2.1. Folkestad (tegn. 3)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: III 17

Kartblad: 1117 IV

Koordinater: UTM 887977

Kommune: Hyllestad

Stedsbeskrivelse

7-800 m SØ for bebyggelsen ved Folkestad og omtrent 250 m o.h. I den øvre del av en liten bekkedal er det foretatt litt røskearbeider.

Geologi

Forekomsten som er tilknyttet en omtrent 10 m lang linse av granat-amfibolitt, består av uregelmessig impregnasjon og slirer i opp-til 2-3 dm mektighet av magnetitt/ilmenitt og i tillegg noe hematitt.

Geis (1967) oppgir følgende analyseresultater for malmen:

1. 44,25% Fe, 12,62% TiO_2 , 0,29% V, 0,78% Cr
2. 43,83% Fe, 8,02% TiO_2 , 0,36% V, 1,54% Cr

Konklusjon

Forekomsten er ubetydelig

4.2.2. Sellevoll (tegn. 3)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: III 18

Kartblad: 1117 I

Koordinater UTM: 907985

Kommune: Hyllestad

Stedsbeskrivelse

I et lite dalsøkk 2-300 m NV for den nordvestligste av Sellevoll gårdene er et skjerp.

Geologi

Malmen består av uregelmessig impregnasjon og små slirer, linser og bånd av massiv malm i opptil 1 dm mektighet, og er tilknyttet en klorittisert forskifret Ø-V gående sone i granat-amfibolitt. En rekke steder i den samme granat-amfibolitt-kroppen (tildels eklogitt-amfibolittisk) som forøvrig også er rutilførende, forekommer mindre impregnasjoner og sliredannelser av magnetitt/ilmenitt.

Geis (1967) oppgir følgende analyseresultater for malmen:

1. 45,46% Fe, 12,75% TiO_2 , 0,27% V, 0,97% Cr
2. 33,33% Fe, 9,47% TiO_2 , 0,28% V, 1,02% Cr

3. 36,51% Fe, 9,98% TiO_2 , 0,28% V, 0,64% Cr
4. 51,39% Fe, 8,21% TiO_2 , 0,32% V, 1,54% Cr
5. 37,50% Fe, 9,73% TiO_2 , 0,27% V, 0,62% Cr

Konklusjon

Forekomsten er ubetydelig.

4.2.3. Sørdal (tegn. 3)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: III 20

Kartblad: 1117 I

Koordinater UTM: 974016

Kommune: Fjaler

Stedsbeskrivelse

Forekomsten ligger ved SV-enden av Sørdalsvatnet hvor det er en liten gruve.

Geologi

Malmen består av uregelmessige impregnasjoner og slirer, linser og bånd av massiv magnetitt/ilmenitt malm. Mektigheten av de massive partier kan maksimalt komme opp i 1 m. Mineraliseringene er tilknyttet klorittiserte og tildels sterkt forskifrede partier og soner i den sydlige del av en omtrent 1 km stor granat-amfibolitt kropp (stedvis omfasittholdig).

Det mineraliserte området hvor gruva ligger er omtrent 20-50 m mektig (Geis 1967) og kan følges 2-300 m vestover fra gruva og omtrent 100 m mot øst. Rausand gruber foretok her diamantboringer i 1956 (Geis 1967). Det ble da boret 4 profiler med en innbyrdes avstand på 150 m, tilsammen noe over 1000 m borhull fordelt på 7 hull. Ifølge Geis (1967) var mektighetene for den attraktive malmen i størrelsesorden 5-6 m i de 2 midtre profiler, mens det forøvrig bare var påvist fattige impregnasjoner.

Det er på bakgrunn av disse boreresultater og feltobservasjoner av undertegnede sannsynlig at rikmalmreservene (30-40% magnetitt/ilmenitt) kan være i størrelsesorden noen på 100 000 tonn. Forekomststørrelsen kan, når en tar med de fattige impregnasjoner (10-15% magnetitt/ilmenitt og lavere), være på flere millioner tonn, men vil neppe kunne bli av økonomisk interesse.

Analyseresultater fra magnetitt-konsentrater framstilt fra bor-kjernemateriale (Geis 1967):

Fe	:	64,7%
TiO ₂	:	1,4%
V	:	0,19-0,75%, gjennomsnitt 0,54%
Cr	:	0,12-2,37%, gjennomsnitt 1,0 %

Konklusjon

Diamantboreresultatene fra 1956 og feltobservasjoner i dagen tyder på at forekomststørrelsen av utnyttbar oksydmalm (30-40% magnetitt/ilmenitt) er noen få 100 000 tonn. De omkringliggende fattige impregnasjoner er sannsynligvis for fattige til å ha interesse. Forekomsten er derfor lite lovende.

4.2.4. Gjøllanger (tegn. 3)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: IIT 21

Kartblad: 1117 I

Koordinater UTM: 978036

Kommune: Fjaler

Stedsbeskrivelse

Omtrent 20 m fra sjøen 150-200 m SØ for gården Solvik er det sprengt en liten skjæring.

Geologi

Forekomsten består av fattig magnetitt/ilmenitt-impregnasjon og små slirer og bånd i opptil 1 dm mektighet av massiv malm. Skjerpet er tilknyttet en steiltstående Ø-V-gående klorittskifersone i granat-amfibolittisk til eklogitt-amfibolittisk bergart hvor det forekommer smale bånd av massivmalm i opptil 2-3 dm mektighet. Den mineraliserte sonen som det er skjerpet på er 1,5 m mektig. Gjennomsnittsgelalten over denne mektigheten er i størrelsesorden 20-30% magnetitt/ilmenitt.

Tilsammen forekommer magnetitt/ilmenitt-mineraliseringer over en samlet mektighet av omtrent 100 m nordvestover langs stranda fra skjerpet, med uregelmessige impregnasjoner og enkelte bånd og slirer av massivmalm i opptil noen cm mektighet. Gjennomsnittsgelalten av magnetitt/ilmenitt blir meget lav, sannsynligvis godt under 10%.

Rausand gruber boret i 1956 et borhull gjennom malmsonen under skjerpet på skrå fra SØ mot NV og ifølge Geis (1967) var den påviste mektighet 10 m med overveiende fattig mineralisering.

Konklusjon

Det mineraliserte området er av betydelig størrelse, men består stort sett av meget fattige impregnasjoner. Opptil 2-3 dm mektige soner av massivmalm ved skjerpet er ubetydelige og forekomsten som helhet vurderes å være uten økonomisk interesse.

4.2.5. Flekke (tegn. 3)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: III 22

Kartblad: 1117 I

Koordinater UTM: 055035

Kommune: Fjaler

Stedsbeskrivelse

I forbindelse med NV-SØ-gående sone eller område med klorittskiifer, amfibolitt og granat-amfibolitt mellom Flekke sentrum og Ledinga forekommer det i en rekke veiskjæringer magnetittimpregnasjoner.

Geologi

Mineraliseringen består av svak og uregelmessig impregnasjon og små slirer av magnetitt som fortrinnsvis opptrer i sterkt klorittiserte og forskifrede soner/partier i amfibolitt/granat-amfibolitt. Mineralisering kan også forekomme i svakt klorittisert amfibolitt/granat-amfibolitt. Ilmenitt-innholdet er ubetydelig. Strøket er NV/SØ med varierende fall mot NØ. Det mineraliserte området kan følges omtrent 1 km fra Flekke sentrum mot NV. Sonen er på bakgrunn av magnetometriske undersøkelser av Geis (1967) vurdert til å være 200-250 m mektig. 600 m NV for Flekke forekommer serpentinit i klorittskiifer.

Magnetittdannelsen (ubetydelig ilmenitt-innhold) ser ut til å være tilknyttet en tektonisk begivenhet som har medført retro-gradering og klorittdannelse i den opprinnelige amfibolittiske/granat-amfibolittiske bergart.

Konklusjon

Forekomsten er meget fattig og er uten økonomisk interesse.

4.3. Magnetitt og ilmenitt i gabbro

I Espeland-Lavik området (tegn. 4) forekommer olivinholdige hornblende-gabbroer med impregnasjon av magnetitt og ilmenitt. Gabbroene er tildels deformerte og foldet sammen med de omkringliggende biotittgneiser, men kan også inneholde udeformerte partier.

Forekomstene Mølmesdal og Råsberg er tilknyttet forholdsvis udeformerte partier i et gabbromassiv og er en jevn men svak impregnasjon av magnetitt/ilmenitt. Løland forekomsten(e) består av rikere impregnasjoner i en mere amfibolittisk og mer deformert bergart i utkanten av en gabbro.

Tidligere arbeider

Forekomstene blir omtalt av Hafsten (1906), Stadheim (1928h-j, 1940), Kolderup (1928), Haber (1940), Skjerlie (1957) og Geis (1967). De eldste av disse beskrivelsene er svært ufullstendige og av liten interesse i dag. Skjerlie gir en kortfattet geologisk beskrivelse av Løland forekomstene og de omkringliggende bergarter, mens Geis for de samme forekomster henviser til en magnetometerundersøkelse i 1949, og gir resultater av oppredningsforsøk.

4.3.1. Løland (tegn. 4)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: III 16

Kartblad: 1117 II

Koordinater UTM: 055862 (I), 064856 (II)

Kommune: Hyllestad

Stedsbeskrivelse

- I. Ytre Løland. Liten synk på sydsiden av veien syd for Espe-landsvatnet.
- II. Indre Løland. Liten røsk 2-300 m syd for Løland bro omtrent 1 km SØ for lokalitet I.

I området mellom I og II skal det visstnok forekomme flere mindre røsker som i dag er helt igjengrodd.

Geologi

Forekomstene består av disseminert magnetitt/ilmenitt med gehalter i størrelsesorden 20-40% tilknyttet en presset og hovedsakelig amfibolittisk metagabbro. Mektighetene er omtrent 10 m eller noe mindre. Begge forekomstene ser ut til å ligge langs det samme nivå i gabbro/amfibolittkomplekset, med NV-SØ gående strøk og steilt og noe varierende fall. Vanadiuminnholdet i magnetitt er 0,35-0,37% (bilag 1).

Ytre Løland

Ifølge Geis viser magnetometermålingene at forekomsten har en lengdeutstrekning på 30-40 m og forekomsten er avgjort ubetydelig.

Indre Løland

Ifølge Geis (1967) viser magnetometermålinger at forekomsten kan ha en utstrekning på 150-200 m og 10-25 m mektighet under overdekningen. Dette er ikke bekreftet ved røskearbeider.

Forekomsten Blåfjell som i NGUs Bergarkiv har reg.nr. III 17 og som skal finnes omtrent ved UTM 083865 er ikke funnet. Det forekommer imidlertid i dette området hyppige innslag av amfibolittiske til gabbroide bergarter med økonomisk ubetydelige magnetitt/ilmenitt impregnasjoner og den registrerte forekomst har sannsynligvis sin bakgrunn i en av disse.

Konklusjon

Forekomstene virker ubetydelige.

4.3.2. Mølmesdal (tegn. 4)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: III 590

Kartblad: 1217 III

Koordinat UTM: 133838

Kommune: Høyanger

Stedsbeskrivelse

På østsiden av bekken øverst i Mølmesdal skal det visstnok være røsket etter jern-titan malm. Røsken som sannsynligvis er gjen-grodd er ikke funnet.

Geologi

Forekomsten består av svak magnetitt/ilmenitt impregnasjon (5-15%) innen det samme gabbromassivet som forekomsten Råsberg. På grunn av myroverdekning er utstrekningen noe uklar men det synes som om det mineraliserte området har en lengdeutstrekning på minst 1 km med bredde 3-400 m.

På det flymagnetiske kart 1117 III (M 1:50 000) tilkjennegis forekomsten ved en kraftig magnetisk anomali som strekker seg mot Råsberg 3 km mot øst. Dette indikerer at forekomsten Mølmesdal og Råsberg er deler av samme forekomst.

Konklusjon

Forekomsten er av betydelig størrelse, men virker lavgehaltig. I og med at overdekningsgraden er betydelig og at det er mulighet for rikere partier under overdekningen, kan det vanskelig gis noen klar økonomisk/geologisk konklusjon. Mere detaljerte magnetiske målinger bør utføres.

4.3.3. Råsberg (tegn. 4)

Reg.nr. i Bergarkivet NGU: III 14

Kartblad: 1217 III

Koordinater UTM: 162837

Kommune: Høyanger

Stedsangivelse

Fra 5-600 m vest for gården Råsberg og vestover mot Mølmesdal forekommer magnetitt/ilmenitt impregnasjoner i gabbro.

Geologi

Malmen er en noe ujevn og forholdsvis fattig impregnasjon av magnetitt/ilmenitt (5-15%) i en massiv til svakt presset hornblende-gabbro. Gabbromassivet strekker seg fra Råsberg i øst til Mølmesdal og Løland i vest og er ved Råsberg og Mølmesdal markert impregnert av magnetitt/ilmenitt. Det mineraliserte området har lengdestrekning minst 1 km og er opptil 3-400 m bredt.

Noe rikere partier med anslagsvis 15-20% magnetitt/ilmenitt kan forekomme. Området er kraftig myroverdekket. Det mineraliserte området utgjør en tydelig anomali på det flymagnetiske kart 1117 III (M 1:50 000).

Konklusjon

Forekomsten er i likhet med Mølmesdal av betydelig størrelse, men virker lavgehaltig. Det kan vanskelig gis noen klar økonomisk konklusjon.

5. MALMGENESE

De 3 forekomsttyper kan ansees å være dannet under forskjellige forhold og gjenspeiler det komplekse i de aktuelle områders geologiske historie.

Karakteristiske trekk ved forekomsttypene og dannelsesmessige aspekter i den forbindelse kan oppsummeres som følger:

Type 1. Rutil/ilmenitt mineraliseringer tilknyttet granat-amfibolittiske til eklogitt-amfibolittiske bergarter. Rutil/ilmenittkornene forekommer som selvstendige korn og som inneslutninger i

de primære silikatmineraler. Det er sannsynlig at disse bergarter er dannet ved progressiv metamorfose av gabbroer og/eller basalter, i motsetning til en opprinnelse fra eklogittisk mantelmateriale (jfr. kap. 3.3.).

Type 2. Magnetitt/ilmenitt mineraliseringer tilknyttet klorittiserte og ofte forskifrede partier i granat-/eklogitt-amfibolittiske bergarter syd for Dalsfjorden er dannet i forbindelse med retrograd metamorfose av vertsbergarten i partier hvor det har foregått skjærbevegelser og hvor vannholdige løsninger har strømmet.

Type 3. Magnetitt/ilmenitt mineraliseringer i gabbroide bergarter i Løland-Mølmesdal-Råsberg området er i motsetning til type 1 og 2 en primær magmatisk dannelselse. En retrograd metamorfose (amfibolittisering) som i enkelte partier er ganske utbredt, ser ikke ut til å ha påvirket jern/titan-oksydene.

6. ØKONOMISK VURDERING

Magnetitt/ilmenitt forekomster (type 2 og 3)

Med unntak av forekomstene Mølmesdal og Råsberg hvor kjennskapet er for utilstrekkelig til å trekke en klar konklusjon, ser samtlige av de øvrige forekomster ut til å være av ubetydelig størrelse eller altfor fattige til å være av økonomisk interesse.

Detaljerte studier for å vurdere de økonomiske muligheter er ikke foretatt fordi disse forekomster i utgangspunktet er blitt betraktet som lite interessante i forhold til rutil/ilmenitt forekomstene.

Rutil/ilmenitt forekomster (type 1)

Enkelte forekomster av rutilførende granat- og eklogitt-amfibolittiske bergarter er av betydelig størrelse med gjennomsnittsgehalter av titan i størrelsesorden 1-3% TiO_2 . Rikere partier i dm-størrelse kan ha gehalter på opptil 8-10% TiO_2 , mens partier i 10 m-størrelse ser ut til å kunne inneholde opptil 6-7% TiO_2 og partier i 100 m-størrelse opptil 4-5% TiO_2 . Fig. 2-5 gir et omtrentlig inntrykk av gehalter og variasjoner som finnes.

En drivbar forekomst bør i dagens situasjon inneholde minst 5-6% rutil og med størrelse 10-20 millioner tonn. Det er i denne forbindelse relevant å foreta en sammenlikning med en italiens rutilførende eklogitt-amfibolitt forekomst som er på 150 millioner tonn med gjennomsnittlig 4,8% rutil (6% totalt TiO_2), og som i dag ligger på grensen til å kunne utnyttes (Mancini et al. 1979).

Som nevnt under kap 4.1. inneholder Kyrkjehøgda rutilforekomst et påvist rutilanriket parti med lengdeutstrekning i 10-m størrelse (omtrentlig feltbedømmelse). 6 prøver fra dette mineraliserte partiet inneholder fra 3,6 til 5,7% rutil (fig. 4).

Fureviknipa rutilforekomst har et rutilanriket parti med lengdeutstrekning 100-200 m med rutilinnhold fra 2,0 til 4,8% (fig. 4).

Det gjenstår å foreta en detaljert prøvetaking av disse forekomstene for å få et bedre kjennskap til forekomsstørrelse og gjennomsnittsgehalter av rutil. I tillegg bør det utføres oppredningsforsøk.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

I forbindelse med gabbroide og granat-amfibolittiske til eklogitt-amfibolittiske bergarter i Sunnfjord forekommer 3 typer av jern/titan-oksyd mineraliseringer; (1) magnetitt/ilmenitt i gabbro/metagabbro, (2) magnetitt/ilmenitt i klorittiserte partier i granat- og eklogitt-amfibolitt, og (3) rutil/ilmenitt i granat- og eklogitt-amfibolitt.

Av mineralene magnetitt, ilmenitt og rutil er i første rekke rutil av økonomisk interesse og de 2 magnetitt/ilmenitt forekomsttypene vurderes som mindre lovende. For forekomsttype 3 (rutil/ilmenitt) har det derfor vært prioritert å finne fram til de områder og forekomster hvor rutilinnholdet er høyest, mens de ilmenittrike partier (i forhold til rutil) er av mindre interesse.

I øyeblikket vurderes forekomstene Kyrkjehøgda, Fureviknipa og Naustdal som de mest lovende, og det er for alle disse forekomster påvist rutilgehalter av økonomisk interessant størrelsesorden (4-5% rutil og høyere). En sitter imidlertid ikke inne med tilstrekkelige opplysninger til å vurdere forekomststørrelser og gjennomsnittsgehalter av rutil.

Det er ønskelig å utføre en systematisk prøvetaking i overflaten av de mest lovende forekomster i den omfang blotningsgraden tillater det for å oppnå en mere detaljert kunnskap om rutilmineraliseringenens opptreden og gehalter. I tillegg bør det utføres oppredningsforsøk for å undersøke hvilke rutilkonsentrater som kan produseres samt hvor stor andel av rutillet i bergarten som kan utnyttes.

Det vil dernest være relevant å vurdere hvorvidt det bør utføres diamantboringer.

Fra et geologisk/vitenskapelig såvel som fra et økonomisk synspunkt er det ønskelig å oppnå en bedre forståelse av de faktorer som er avgjørende for rutil/ilmenitt forholdet. Dette varierer uten at en alltid har vært istand til å se det i sammenheng med bergartstype og omvandlingsgrad.

Trondheim, 6. juni 1980

Are Korneliussen

Are Korneliussen
vit.ass.

8. LITTERATUROVERSIKT

- Akella, J. & Boyd, P.R. 1972: Partitioning of Ti and Al between pyroxenes, garnets and oxides. Yb. Carnegie Instn. Wash. 71, 378-84.
- Banno, S., 1970: Classification of eclogites in terms of physical conditions of their origin. Phys. Earth Planet. Interiors 3, 405-421.
- Bartle, W.W., 1978: Mineral sands markets - The impact of Richards Bay. Third Industrial Minerals International Congress, Paris 1978.
- Binns, R.A. 1967: Barroisite-bearing eclogite from Naustdal, Sogn og Fjordane, Norway. J. Petrol. 8, 349-71.
- Bistre, M. og Schneider, H.-J., 1979: Einsatz möglichkeiten der tragbaren Isotop-Röntgenfluoreszenzanalyse (IRDA) in der Bergbaupraxis. Ertzmetall, Bd. 32, 99-103.
- Blake, M.C. og Morgan, B.A., 1976: Rutile and sphene in blueschist and related high-pressure-facies rocks. Geology and resources of titanium. US Geol. Survey Prof. Paper 959-C.
- Bollingberg, H.J. & Bryhni, I., 1972: Minor element zonation in an eclogite garnet. Contr. Mineral. Petrol. 36, 113-122.
- Brueckner, H.K., 1972: Interpretation of Rb-Sr ages from the precambrium and paleozoic rocks of southern Norway. Am. J. Sci. 272, 334-358.
- Bryhni, I., 1966: Reconnaissance studies of gneisses, ultramafites, eclogites and anorthosites in outer Nordfjord, western Norway. Norges geol. Unders. 241, 1-67.
- Bryhni, I., Bollingberg, H.J. & Graff, P.-R., 1969: Eclogites in quartzofeldspathic gneisses of Nordfjord, west Norway. Norsk Geol. Tidsskr. 49, 193-225.
- Bryhni, I., Green, D.H., Heier, K.S. & Fyfe, W.S. 1970: On the occurrence of eclogite in western Norway. Contr. Mineral. Petrol. 26, 12-19.
- Bryhni, I. & Griffin, W.L., 1971: Zoning in eclogite garnets from Nordfjord, west Norway. Contr. Mineral. Petrol. 32, 112-125.
- Bryhni, I. & Grimstad, E., 1970: Supracrustal and infracrustal rocks in the gneiss region of the Caledonides west of Breimsvatn. Norges geol. Unders. 266, 105-140.

- Bryhni, I., Krogh, E. og Griffin, W.L., 1977: Crustal derivation of norwegian eclogites: a review. N.Jb.Mineral.Abstr. 130, 1-2, 49-68.
- Coope, B., 1978: TiO_2 pigment. Signs of a marked improvement? Ind. Min. 132, 39-53.
- Dahl, T., 1864: Beskrivelse af jernmalmforekomsten ved gaarden Hellevik i Ytre Holmedal prestegjæld (Dalsfjorden) i Nordre Bergenhus Amt. NGU Ba.rapp. 974, 25 s.
- Dobertsov, N.L. og Sobolev, N.V., 1970: Eclogites from metamorphic complexes of the USSR. Phys. Earth Planet. Interiors 3, 462-470.
- Dooley, G.J., 1975: Titanium production: ilmenite, rutile. J.Metals 27, 3, 8-16.
- Eskola, P., 1921: On the eclogites of Norway. Skr. Norske Vidensk.-Akad. Oslo, Kl. I, 8, 1-113.
- Force, E.R., 1976: Titanium contents and titanium partitioning in rocks. Geology and resources of titanium. US Geol. Survey Prof. Paper 959-A.
- Force, E.R., 1976: Metamorphic source rocks of titanium placer deposits - A geochemical cycle. Geology and resources of titanium. US Geol. Survey Prof. Paper 959-B.
- Force, E.R., 1976: Titanium minerals in deposits of other minerals. Geology and resources of titanium. US Geol. Survey Prof. Paper 959-F.
- Geis, H.P., 1967: Oversikt over Norges jern-titan forekomster. Intern Elkem-Spigerverket rapport.
- Gallagher, M.J., 1967: Determination of molybdenum, iron and titanium in ores and rocks by portable radio isotope X-ray fluorescence analyser. Trans. Inst. Min. Metall. Sec. B 76, 155-164.
- Green, D.H. & Ringwood, A.E., 1967: An experimental investigation of the gabbro to eclogite transformation and its petrological applications. Geochim. Cosmochim. Acta 31, 767-833.
- Green, D. 1972: A comparison of recent experimental data on the gabbro-garnet granulite- eclogite transition. J.Geol. 80, 277-288.

- Griffin, W.L. & Råheim, A., 1973: Convergent metamorphism of eclogites and dolerites, Kristiansund area, Norway. *Lithos* 6, 21-40.
- Haber, D., 1940: Zwischenbericht über die Titaneisenvorkommen bei Leirvik am Sognefjord nordl. Bergen. NGU Ba.rapp. 810, 2 s.
- Hernes, I., 1954: Eclogite-amphibolite on the Molde peninsula, southern Norway. *Norsk Geol. Tidsskr.* 4, 163-184.
- Hafsten, F. 1906a: Løland-Lavikdalen in Ytre Sogn. NGU Ba.rapp. 1493, 3 s.
- Hafsten, F. 1906b: Sellevoll-Sørdalen-Gjøllanger. NGU Ba.rapp. 1494, 3 s.
- Johns, D.R., 1976: The changing markets for rutile, ilmenite and zircon. Second Industrial Minerals' International Congress, Munich 1976, 149-155.
- Kolderup, N.H., 1928: Fjellbygningen i kyststrøket mellom Nordfjord og Sognefjord. *Bergens Mus. Årb.* 1928. *Naturvitensk. r.* 7, 1-222.
- Kolderup, N.H., 1960: Origin of Norwegian eclogites in gneiss. *Norsk Geol. Tidsskr.* 40, 73-76.
- Kolderup, N.H. og Rosenqvist, I.Th., 1952: Gigant garnet crystals from Gjøllanger, western Norway. *Univ. Bergen. Årb.* 1950. *Naturvitensk. r.* 6, 1-10.
- Krogh, E.J., 1977: Evidence of precambrian continent-continent collision in western Norway. *Nature* 267, 17-19.
- Lappin, M.A. 1974: Eclogites from the Sunndal - Grubse ultramafic mass, Almklov-dalen, Norway and the T.P. history of the Almklov-dalen mass. *J. Petrol.* 15, 567-601.
- Lappin, M.A. & Smith, D.C., 1978: Mantle-equilibrated orthopyroxene eclogite pods from the basal gneisses in the Selje district, west Norway. *J. Petrol.* 19, 3, 530-584.
- Logan Lobley, J., 1903: Mining claims in western Norway inspected during the month of June 1903. NGU Ba.rapp. 1490, 7 s.
- Lynd, L.E. og Lefond, S.J., 1975: Titanium minerals. *Industrial minerals and rocks*, 4 utg. 1149-1208. Am. Inst. of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc.

- Mancini, A., Mancini, R. & Martinotti, G., 1979: Valorisation of new titanium resource: titaniferous eclogites. 10th World Mining Congress, Istanbul, Turkey, IV 15, 1-19.
- Mercy, E.L.P. og O'Hara, M.J., 1965: Chemistry of some garnet-bearing rocks from south norwegian peridotites, Norsk Geol. Tidsskr. 45, 323-32.
- Mottana, A. og Bocchio, R., 1975: Superferric eclogites of the Voltri Group (Penninic Belt, Appennines). Contr. Mineral. Petrol. 49, 201-210.
- Mottana, A. & Edgar, A.D., 1969: The significance of amphibole compositions in the genesis of eclogites. Lithos 3, 37-39.
- Mysen, B., 1972: Five clinopyroxenes in the Hareidland eclogite. Contr. Mineral. Petrol. 34, 315-325.
- Mysen, B.O. & Heier, K.S., 1972: Petrogenesis of eclogites in high grade metamorphic gneisses, exemplified by the Hareidland eclogite, western Norway. Contr. Mineral. Petrol. 36, 73-94.
- Pollak, D., 1941: Aktenvermerk über Titan eisenerzvorkommen Gjøllanger. NGU Ba.rapp. 811, 2s.
- Rumble, D., 1976: Oxide minerals in metamorphic rocks. Oxide minerals, R1-R20. Mineral Soc. Am. Short Course Note 3.
- Råheim, A. & Green, D.H., 1975: P, T paths of natural eclogites during metamorphism - a record of subduction. Lithos 8, 317-328.
- Sigmond Kildal, E.S. 1970: Geologisk kart over Norge, berggrunns-kart. Måløy 1:250 000, norsk utgave, Norges geol. Unders.
- Sissner, J., 1978: Titan - framtidens metall ? (1) og (2). Ingeniørnytt nr. 43 og 65.
- Skjerlie, F.J., 1957: Løland titan-jern forekomster ved Leirvik i Hyllestad, Sogn. NGU Ba.rapp. 2807, 4 s.
- Skjerlie, F.J., 1969: The pre-devonian rocks in the Askvoll-Gaular area and adjacent districts, western Norway. Norges geol. Unders. 258, 325-359.
- Skjerlie, F.J. & Pringle, I.R., 1978: A Rb/Sr whole-rock isochrone date from the lowermost gneiss complex of the Gaular area, west Norway and its regional implications. Norsk Geol. Tidsskr. 58, 259-265.

- Smith, L. (udat.): Hellevik vanadin-titan-magnetjernfelt. NGU Ba.rapp. 2321, 3 s.
- SOU 1977:75: Industrimineral. Titanmineral. Delbetenkande av mineralpolitiska utredningen, 455-468.
- Stadheim, J. 1928a: Titanjernforekomstene mellom Dalsfjord og Sognefjord. NGU Ba.rapp. 975, 14 s.
- Stadheim, J. 1928b: Flekke. NGU Ba.rapp. 2636, 1 s.
- Stadheim, J. 1928c: Hellevikåsen. NGU Ba.rapp. 2637, 1 s.
- Stadheim, J. 1928d: Lia. NGU Ba.rapp. 2638, 2 s.
- Stadheim, J. 1928e: Gjølanger. NGU Ba.rapp. 2639, 1 s.
- Stadheim, J. 1928f: Sjørdalsgruben. NGU Ba. rapp. 2769, 4 s.
- Stadheim, J. 1928g: Sellevoll jernfelter. NGU Ba.rapp. 2770, 2 s.
- Stadheim, J. 1928h: Løland ytre. NGU Ba.rapp. 2772, 8 s.
- Stadheim, J. 1928i: Løland indre. NGU Ba.rapp. 2773, 12 s.
- Stadheim, J. 1928j: Råsberg. NGU Ba.rapp. 2774, 3 s.
- Stadheim, J. 1940: Forekomst av titanholdig magnetitt ved Ytre Løland i Sogn. NGU Ba.rapp. 623, 6 s.
- Taylor, H.A. og Boderick, G.A.: Vanadium. US Bureau of Mines Bulletin 667. Mineral facts and problems. 1201-1211.
- Wessel, F.W., 1975: Titanium. Mineral facts and problems. US Bureau of Mines Bulletine 667, s. 1143-1160.
- Yamada, S., 1974: Ilmenite beneficiation and its implications for titanium dioxide manufacture. First International Minerals' International Congress, London 1974, 128-138.

Oppredningsresultater, magnetitt/ilmenitt forekomster

Etter Geis (1967)

Lokalitet	Kap.	Pr.nr.	Råmalm/magnetittkonsentrat (+ 200 mesh)				Påsetn.	Merknad
			% Fe	% TiO ₂	% V	% Cr		
Løland	4.3.1.	1	37.27/65.7	9.00/1.48	0.18/0.35		1:2.66	Indre Løland
		2	35.89/63.5	8.25/1.02	0.18/0.37		1:2.80	" "
		3	43.18/63.9	9.90/3.54	0.20/0.35		1:2.05	" "
		4	- /68.84	10.5/1.34	- /0.36	-/0.177	1:2.19	" "
Sordalen	4.2.3.	1	- /64.7	- /1.4	- /0.54	-/1.0		Gj.sn.fra 325 m borkjerne
					(0.19-0.75)	(0.12-2,37)		Laveste-høgste verdi i kons.
Gjølanger	4.2.4.	1	/63.85	- / -	- /0.53	-/1.25	1:6.65	
		2	/67.10		- /0.18	-/0.64	1:4.47	
		3	/64.30		- /0.47	-/0.59	1:9.17	
		4	/63.80		- /0.39	-/1.70	1:3.15	
Flekke	4.2.5.	1	/70.06	0.3/0.66	- /0.036	-/0.02	1:6.26	

Magnetitt/ilmenitt forekomster

Mineralogi, forekomststørrelse og gehalter

Forekomst	Kap.	Oksymineraler (1)				Forekomststørrelse (oksydgehalt) (2)	% V i mt	% Cr i mt	Merknad
		Mt	Ilm	Hem	R				
Folkestad	3.2.1	**	*	*		ubet. (20-30%)			
Sellevoll	3.2.2	**	*			" "			
Sørdalen	3.2.3	**	*	P	P	under ½ mill.t (20-30%)	0.19-0.75 (gj.sn.0,54)	0.12-2.37 (gj.sn.1.0)	Anal.fra borkjernematr. (Geis 1967)
Gjølanger	3.2.4	**	*	P	P	ubet.(20-30%	0.18-0.53	0.64-1.70	Anal.fra borkjernematr. (Geis 1967)
Flekke	3.2.5	**				flere mill.tonn (10-15% ?)	0.036	0.02	Anal.etter Geis (1967)
Løland	3.3.1	**	*			ubet.(30-40%)	0.35-0.37	0.177	-----"-----
Molmesdal	3.3.2	**	*			flere mill.tonn (10-15% ?)			
Råsberg	3.3.3	**	*			flere mill.tonn (10-15% ?)			

(1) Mt: magnetitt
Ilm: ilmenitt
Hem: hematitt
R: rutil

(2) Omtrentlig anslag

** : hovedmineral
* : underordnet mineral
P : påvist

Hoved- og sporelement (Y, Rb, Ni, V) analyser

Analyser ved NGU spektrografisk lab (oppdrag 166/78).

For Y, Rb, Ni og V analysene er benyttet de samme prøvepilller som for hovedelementene.

Fe-totalt er beregnet som Fe_2O_3

Gabbro, Mølmesdal (tegn. 4)

Granat- og eklogitt-amfibolitt opptrer i gradvise overganger avhengig av omfasittinnholdet og lar seg ofte ikke skille ved håndstykketraktning. Av denne grunn blir betegnelsen granat-/eklogitt-amfibolitt benyttet for prøvematerialet i bilagene 3.2-3.5, 3.7 og 3.9.

Prøve (anal.nr.)	618/78(10)	623/78(11)	624/78(12)	682/78(24)	600/78(99)	604/78(101)	605/78(102)	612/78(104)
SiO_2 (%)	47.45	47.88	48.23	37.87	34.08	55.43	44.27	43.12
Al_2O_3 (%)	18.54	21.58	14.34	12.60	12.10	18.82	18.20	16.72
Fe_2O_3 (%)	10.02	7.85	16.90	25.24	32.06	6.75	13.79	14.49
TiO_2 (%)	.46	.44	2.76	4.49	5.48	.67	1.54	1.55
MgO (%)	11.25	7.32	5.05	6.49	7.90	2.70	5.12	5.98
CaO (%)	9.20	9.03	7.54	9.62	3.45	5.64	10.14	10.99
Na_2O (%)	2.7	3.7	2.7	2.0	1.5	4.3	3.3	3.3
K_2O (%)	.34	.56	1.53	.43	.53	3.91	.82	.91
MnO (%)	.10	.07	.19	.16	.16	.10	.15	.16
P_2O_5 (%)	.11	.11	.54	.15	.06	.47	1.17	1.92
Y (ppm)	7	<5	54	13	<5	16	18	28
Rb (ppm)	<5	13	35	<5	<5	39	6	10
Ni (ppm)	285	179	69	49	257	31	16	13
V (ppm)	87	75	292	1000	1100	122	314	334

	614/78(105)	615/78(106)	616/78(107)	620/78(108)	621/78(109)	622/78(110)	625/78(112)	627/78(113)
	46.59	41.58	48.80	44.30	49.38	43.91	45.87	44.25
	16.93	12.06	14.53	13.16	19.58	15.99	14.53	14.10
	11.82	17.53	13.33	19.09	8.81	15.29	17.40	20.03
	1.21	4.61	3.19	3.16	.68	1.63	2.82	3.08
	8.47	6.43	4.25	6.74	6.72	6.35	6.77	7.48
	9.47	10.03	6.44	10.28	8.72	11.72	8.57	10.52
	3.1	2.5	3.5	2.4	3.4	2.2	2.6	2.4
	.98	.77	2.76	.68	.59	.58	.76	.36
	.14	.28	.30	.20	.09	.14	.17	.18
	.74	3.28	1.66	.14	.11	.69	.23	.11
	20	68	70	17	<5	12	21	12
	11	<5	25	<5	<5	6	9	<5
	141	<5	<5	22	93	120	131	123
	214	394	179	585	102	391	410	558

	650/78(140)	681/78(141)	685/78(142)	684/78(143)		Lokalitetsangivelser	
						Prøve nr.	UTM Koord.
	37.09	41.60	44.04	47.56		618/78	133838
	12.27	12.54	13.32	20.18		623/78	133835
	26.09	20.89	18.32	9.69		624/78	130834
	4.61	3.58	2.99	.55		682/78	162838
	6.45	7.17	7.29	8.58		600/78	057861
	9.80	11.30	11.86	8.89		604/78	072858
	1.8	1.9	2.5	3.0		605/78	107836
	.31	.35	.41	.43		612/78	119845
	.18	.17	.16	.10		614/78	131842
	.12	.12	.31	.09		615/78	132839
	15	13	17	<5		616/78	133838
	<5	<5	<5	<5		620/78	"
	30	39	36	169		621/78	"
	1100	645	527	91		622/78	"
						625/78	130834
						627/78	125833
						650/78	973993
						681/78	162838
						684/78	160836
						685/78	162834

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-/eklogitt -amfibolitt, Furevikområdet. (tegn. 2)

Prøve (anal.nr.)	146/78(28)	148/78(29)	149/78(30)	375/78(41)	378/78(42)	383/78(43)	455/78(44)	444/78(45)
SiO ₂ (%)	45.51	50.29	47.69	50.57	44.88	58.70	44.58	35.74
Al ₂ O ₃ (%)	16.90	14.11	14.12	14.25	16.63	14.54	16.92	13.44
Fe ₂ O ₃ (%)	14.49	17.60	17.45	17.48	16.76	14.20	19.90	23.54
TiO ₂ (%)	1.41	3.07	2.95	1.68	1.58	1.62	1.56	5.18
MgO (%)	7.86	4.27	5.52	5.00	8.07	1.94	4.56	5.53
CaO (%)	10.28	8.82	9.21	8.88	9.55	5.97	8.74	10.89
Na ₂ O (%)	2.2	2.0	2.8	2.7	1.7	1.6	3.4	1.9
K ₂ O (%)	.19	.03	.21	.35	.32	1.32	.50	.13
MnO (%)	.18	.39	.23	.19	.23	.21	.27	.29
P ₂ O ₅ (%)	.12	.47	.37	.17	.05	.46	0.07	2.91
Y (ppm)	26	82	62	53	29	76	92	47
Rb (ppm)	<5	<5	<5	<5	10	33	11	<5
Ni (ppm)	125	15	70	36	95	38	33	24
V (ppm)	237	358	371	274	402	108	388	372

Prøve (anal.nr.)	451/78(46)	250/78(65)	252/78(66)	253/78(67)	291/78(73)	341/78(74)	342/78(75)	
	46.70	46.39	48.50	49.40	38.44	50.42	48.82	
	17.35	17.12	16.73	17.05	13.58	15.17	16.73	
	16.03	15.16	10.58	10.21	19.25	11.30	10.71	
	1.81	1.59	.75	.67	4.83	1.05	.90	
	5.22	6.29	8.99	8.62	5.86	6.43	8.69	
	9.51	9.85	10.57	10.12	11.37	8.90	10.33	
	2.7	1.7	2.2	2.0	2.0	2.2	2.3	
	.36	.45	.23	.27	.39	1.05	.65	
	.17	.19	.14	.13	.27	.15	.13	
	.06	.34	.04	0.05	3.02	.11	.08	
	18	27	13	11	42	33	13	
	7	<5	7	<5	<5	27	23	
	13	44	175	168	20	75	142	
	338	276	188	164	418	207	199	

Lokalitetsangivelse	
Prøve nr.	UTM-koord.
146/78	227178
148/78	"
149/78	"
375/78	092193
378/78	"
383/78	075082
455/78	267191
444/78	274186
451/78	265182
250/78	257201
252/78	259202
253/78	259203
291/78	293196
341/78	227180
342/78	"

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-/eklogitt-amfibolitt, Sellevoll- Ramsgrøheia (tegn. 3)

Prøve (anal.nr.)	597/78(8)	644/78(15)	648/78(16)	675/78(20)	363/78(76)	366/78(77)	598/78(98)	645/78(117)
SiO ₂ (%)	49.57	47.90	43.32	50.61	51.87	48.49	46.61	41.65
Al ₂ O ₃ (%)	18.08	14.37	16.60	20.17	15.33	15.83	14.84	16.46
Fe ₂ O ₃ "	13.73	15.35	16.28	6.23	15.37	13.69	16.47	18.72
TiO ₂ "	2.31	1.55	1.89	.54	1.67	1.80	2.66	4.02
MgO "	4.30	7.48	7.29	6.15	3.79	7.50	5.68	7.76
CaO "	8.90	10.03	9.10	12.14	6.66	11.39	7.89	9.10
Na ₂ O "	3.3	4.2	2.6	2.8	3.5	3.4	2.9	1.8
K ₂ O "	1.17	.06	.22	.51	1.02	.04	1.24	.21
MnO "	.15	.19	.20	.08	.20	.14	.18	.18
P ₂ O ₅ "	.42	.33	.10	.03	.25	.03	.45	.02
Y (ppm)	39	60	31	12	38	21	46	16
Rb "	27	<5	<5	14	28	<5	25	<5
Ni "	63	144	133	190	12	83	93	137
V "	233	203	256	151	242	446	320	364

	670/78(135)	671/78(136)	673/78(137)	674/78(138)	Lokalitetsangivelse	
					Prøve nr.	UTM-koord.
	55.73	40.49	48.77	54.66	397/78	183195
	13.46	13.84	12.46	13.20	644/78	910985
	14.43	19.62	13.63	15.25	648/78	906985
	2.28	4.55	.46	2.45	675/78	948967
	3.02	5.71	14.60	2.89	363/78	940963
	5.91	10.67	9.09	7.39	366/78	"
	3.0	2.6	1.2	2.1	598/78	885014
	1.31	.23	.19	1.33	645/78	910986
	.18	.25	.17	.14	670/78	948967
	.52	.23	.02	.54	671/78	"
	39	54	17	47	673/78	"
	55	6	<5	55	674/78	"
	16	50	271	<5		
	246	699	145	242		

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-/eklogitt-amfibolitt, Naustdal (tegn. 2)

Prøve (anal.nr.)	168/78(31)	173/78(32)	182/78(33)	174/78(56)	181/78(57)	438/78(86)	Lokalitetsbeskrivelse	
							Prøve nr.	UTM-koord.
SiO ₂ (%)	44.01	43.33	36.67	42.92	41.74	42.14	168/78	256250
Al ₂ O ₃ (%)	19.07	15.03	13.88	14.24	15.36	18.33	173/78	"
Fe ₂ O ₃ (%)	15.05	18.46	18.91	19.90	19.52	17.25	182/78	"
TiO ₂ (%)	2.25	3.44	5.44	3.17	4.13	3.67	174/78	"
MgO (%)	4.97	7.26	5.66	7.20	5.92	3.72	181/78	"
CaO	10.16	9.95	12.17	10.14	10.24	9.63	438/78	267248
Na ₂ O (%)	2.4	1.6	2.6	2.2	1.5	2.4		
K ₂ O (%)	.44	.21	.41	.31	.13	.48		
MnO (%)	.14	.20	.28	.22	.20	.17		
P ₂ O ₅ (%)	.12	.03	3.49	.03	.51	1.08		
Y (ppm)	5	8	40	21	12	30		
Rb (ppm)	6	<5	7	<5	<5	7		
Ni (ppm)	103	82	36	14	35	21		
V (ppm)	502	541	425	566	510	439		

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-/eklogitt-amfibolitt, Vevring (tegn. 2)

Prøve (anal.nr)	262/78(36)	267/78(37)	271/78(38)	277/78(39)	263/78(69)	279/78(70)	468/78(88)	469/78(89)
SiO ₂ (%)	49.89	48.58	46.40	44.90	48.48	50.85	51.80	48.05
Al ₂ O ₃ (%)	12.85	16.51	14.67	14.08	12.40	16.79	14.50	15.08
Fe ₂ O ₃ (%)	17.89	11.35	18.82	19.97	17.59	12.80	14.91	15.67
TiO ₂ (%)	2.39	1.01	2.05	4.55	2.38	1.58	2.35	2.32
MgO (%)	5.65	8.11	6.63	4.64	6.82	4.14	3.86	4.27
CaO (%)	7.29	10.81	9.53	7.08	6.96	8.00	8.25	8.93
Na ₂ O (%)	4.0	1.9	2.5	2.8	2.7	3.7	3.5	3.4
K ₂ O (%)	.11	.21	.03	.96	.67	1.20	.79	.57
MnO (%)	.20	.14	.19	.16	.21	.14	.16	.19
P ₂ O ₅ (%)	.41	.09	.27	1.47	.35	.08	.37	.52
Y (ppm)	70	23	25	30	44	30	68	64
Rb (ppm)	<5	<5	<5	15	24	35	14	8
Ni (ppm)	84	109	65	83	125	33	24	32
V (ppm)	307	217	501	439	340	339	355	293

Lokalitetsangivelse

Prøve nr.	UTM-koord.
262/78	068229
267/78	078229
271/78	102234
277/78	104231
263/78	068229
279/78	102231
468/78	075232
469/78	075233

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-amfibolitt, Sellevoll (tegn. 3)

Prøve (anal.nr.)	588/78(4)	640/78(13)	641/78(14)	581/78(91)	585/78(93)	586/78(94)	587/78(95)	646/78(118)
SiO ₂ (%)	42.88	46.05	44.15	49.97	47.21	46.55	49.24	36.64
Al ₂ O ₃ (%)	17.58	16.93	15.43	16.29	20.62	17.98	20.11	12.97
Fe ₂ O ₃ (%)	15.24	11.52	17.52	11.19	8.79	12.36	8.00	25.52
TiO ₂ (%)	2.53	.83	3.16	.82	.71	.31	.45	3.12
MgO (%)	7.41	10.49	7.58	8.39	6.53	9.85	6.29	6.95
CaO (%)	11.49	9.11	8.70	10.01	9.85	6.87	7.59	11.41
Na ₂ O (%)	1.5	2.5	2.5	2.7	2.8	3.3	4.4	.3
K ₂ O (%)	.15	.36	.11	.58	1.02	.22	.29	.06
MnO (%)	.22	.09	.20	.14	.09	.13	.06	.57
P ₂ O ₅ (%)	.03	.06	.04	.08	.07	.02	.01	2.85
Y (ppm)	<5	<5	9	24	<5	6	<5	205
Rb (ppm)	<5	9	<5	15	22	<5	<5	<5
Ni (ppm)	162	200	74	136	134	212	103	68
V (ppm)	376	159	580	190	167	74	90	126

Lokalitetsangivelse

Prøve nr.	UTM-koord.
588/78	907985
640/78	909986
641/78	"
581/78	905985
585/78	907985
586/78	"
587/78	"
646/78	909986

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-/eklogitt-amfibolitt, Gjøllangerområdet (tegn. 3)

Prøve nr. (anal.nr.)	677/78(22)	678/78(23)	692/78(25)	401/78(78)	402/78(79)	403/78(80)	406/78(81)	412/78(83)
SiO ₂ (%)	44.40	46.39	47.88	45.77	45.98	45.92	41.90	51.03
Al ₂ O ₃ (%)	17.53	8.86	9.69	20.07	17.68	19.82	13.53	10.62
Fe ₂ O ₃ (%)	13.29	10.94	10.99	9.91	9.32	9.67	17.84	11.82
TiO ₂ (%)	2.14	.34	.34	.09	.13	.10	2.88	.69
MgO (%)	6.90	18.69	18.35	8.97	13.52	11.96	7.62	11.92
CaO (%)	11.15	12.21	12.04	9.24	8.42	8.08	10.13	11.41
Na ₂ O (%)	3.0	.5	.5	3.0	2.0	2.1	2.0	1.6
K ₂ O (%)	.09	.08	.09	.21	.17	.16	.02	.80
MnO (%)	.13	.13	.15	.10	.11	.09	.16	.22
P ₂ O ₅ (%)	1.07	.03	.02	.03	.02	.02	.02	.16
Y (ppm)	60	16	14	<5	7	<5	10	54
Rb (ppm)	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	27
Ni (ppm)	47	395	366	207	343	285	1900	165
V (ppm)	264	131	130	13	28	16	696	146

	413/78(84)	649/78(119)	650/78(120)	652/78(121)	653/78(122)	655/78(123)	656/78(124)	657/78(125)
	46.50	47.03	50.05	51.95	51.87	57.88	51.23	44.78
	14.08	21.99	17.25	17.50	15.55	17.26	17.61	15.35
	13.71	7.21	10.18	8.68	9.09	6.71	9.93	18.10
	.20	.34	1.09	.84	.76	.66	.72	2.69
	10.31	7.11	6.69	6.60	8.54	4.05	6.52	7.26
	13.85	11.51	8.06	9.53	9.67	7.35	10.34	10.16
	1.7	2.3	4.1	3.3	2.8	4.5	2.7	2.9
	.04	.20	1.18	.17	.13	.18	.73	.02
	.37	.07	.14	.11	.11	.08	.13	.16
	.09	.06	.07	.19	.18	.19	.10	.02
	25	<5	34	12	19	10	34	8
	<5	<5	37	<5	<5	<5	7	<5
	152	150	101	118	145	57	43	146
	74	71	202	166	164	123	166	747

	658/78(126)	659/78(127)	660/78(128)	679/78(139)	690/78(144)		Lokalitetsangivelse	
							Prøve nr.	UTM-koord.
	41.74	44.99	45.23	47.89	48.00		677/78	000031
	13.91	15.00	14.83	9.53	9.57		678/78	"
	17.58	18.46	17.33	11.35	11.45		692/78	000032
	2.69	3.07	2.52	.37	.38		401/78	985005
	7.42	8.04	7.24	18.08	18.52		402/78	"
	10.10	10.12	10.53	11.52	12.26		403/78	"
	2.3	2.1	2.5	.4	.8		406/78	979036
	.02	.02	.02	.15	.18		412/78	982031
	.14	.16	.16	.15	.15		413/78	986032
	.03	.02	.02	.03	.03		649/78	973993
	<5	13	9	<5	15		650/78	"
	<5	<5	<5	<5	<5		652/78	970000
	184	147	100	318	343		653/78	"
	700	726	727	124	138		655/78	"
							656/78	962027
							657/78	979035
							658/78	"
							659/78	"
							660/78	000031
							679/78	000032
							690/78	

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-amfibolitt, Sørådal (tegn. 3)

Prøve nr. (anal.nr.)	663/78(18)	669/78(19)	661/78(129)	662/78(130)	664/78(131)	665/78(132)	666/78(133)	667/78(134)
SiO ₂ (%)	42.28	46.09	47.24	38.49	44.94	38.39	34.45	43.30
Al ₂ O ₃ (%)	19.55	19.87	14.99	15.84	19.34	18.56	19.83	1.56
Fe ₂ O ₃ (%)	16.61	11.57	15.22	23.42	13.46	26.88	30.56	24.74
TiO ₂ (%)	2.91	.62	2.91	4.48	.93	.55	2.46	2.72
MgO (%)	5.46	9.53	6.02	6.81	8.89	6.90	3.74	17.69
CaO (%)	9.23	8.05	10.44	7.66	7.88	7.32	7.88	8.39
Na ₂ O (%)	2.4	2.6	3.1	1.5	3.0	.8	.8	<0.1
K ₂ O (%)	.30	.22	<0.01	.18	.31	.14	.04	<0.01
MnO (%)	.23	.09	.14	.25	.11	.41	.26	.31
P ₂ O ₅ (%)	.04	.05	.09	.12	.04	.45	.03	.11
Y (ppm)	<5	<5	11	50	5	26	<5	58
Rb (ppm)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Ni (ppm)	93	254	83	149	194	158	75	363
V (ppm)	510	136	492	791	154	167	459	327

Lokalitetsbeskrivelse	
Prøve nr.	UTM-koord.
663/78	972019
669/78	969023
661/78	972019
662/78	"
664/78	"
665/78	"
666/78	"
667/78	"

Hoved- og sporelementanalyser

Granat-/eklogitt-amfibolitt, Førdefjordområdet (tegn. 2)

Prøve nr. (anal.nr.)	220/78(1)	134/78(27)	191/78(34)	240/78(35)	288/78(40)	124/78(47)	130/78(48)	131/78(49)
SiO ₂ (%)	46.39	41.02	50.15	49.09	47.96	45.88	46.90	53.01
Al ₂ O ₃ (%)	15.46	15.06	11.31	16.24	15.90	14.73	15.91	15.82
Fe ₂ O ₃ (%)	14.61	19.62	12.30	12.78	10.99	16.60	15.36	9.62
TiO ₂ (%)	2.16	2.24	.96	1.25	1.17	1.80	1.67	.83
MgO (%)	7.09	6.60	11.98	6.95	8.76	5.43	6.64	4.95
CaO (%)	9.90	10.76	10.93	9.65	10.24	8.70	4.93	7.46
Na ₂ O (%)	3.5	2.5	2.3	3.3	3.5	3.3	5.2	5.3
K ₂ O (%)	.48	.34	.12	.77	.81	1.83	.47	2.33
MnO (%)	.18	.24	.18	.16	.14	.27	.22	.15
P ₂ O ₅ (%)	.29	2.15	.07	.11	.16	.55	.54	.36
Y (ppm)	66	22	37	34	22	40	37	17
Rb (ppm)	5	<5	<5	23	27	54	5	46
Ni (ppm)	128	27	146	105	184	69	96	55
V (ppm)	267	314	243	226	201	309	285	201

	133/78(50)	135/78(51)	142/78(52)	153/78(53)	155/78(54)	157/78(55)	211/78(58)	219/78(59)
	45.93	40.98	49.38	47.51	44.85	41.17	47.50	48.32
	16.02	13.70	15.75	14.12	11.96	15.66	16.76	16.96
	15.03	20.06	11.19	16.40	19.78	19.91	13.66	11.46
	1.72	2.62	1.05	.94	4.38	4.13	1.37	1.38
	5.09	6.22	7.61	9.15	8.00	7.18	7.16	8.26
	8.69	9.21	9.45	8.92	4.98	7.64	6.25	9.85
	3.7	3.0	4.0	1.5	2.8	2.1	3.6	3.4
	1.31	1.09	1.38	.29	1.29	1.04	1.00	.97
	.25	.25	.15	.14	.14	.20	.19	.14
	1.56	2.61	.18	.04	.28	.50	.07	.19
	34	40	22	10	18	36	44	28
	30	23	57	<5	28	27	22	14
	25	12	84	56	192	110	93	145
	258	343	223	356	508	445	210	219

226/78(60)	229/78(61)	233/78(62)	237/78(63)	245/78(64)	283/78(71)	286/78(72)	Lokalitetsangivelse	
							Prove nr.	UTM-koord.
49.97	47.92	47.34	49.64	51.39	45.26	45.52	220/78	182198
15.87	14.72	16.10	16.10	15.15	16.28	16.51	134/78	"
11.53	15.07	14.31	11.28	9.17	11.91	15.22	191/78	194255
1.16	1.65	1.41	1.17	.87	1.85	3.44	240/78	234230
5.97	5.62	6.27	5.88	6.52	4.27	5.36	288/78	271263
8.46	7.44	8.40	7.99	8.01	7.51	7.01	124/78	305217
3.7	3.6	3.5	3.4	4.8	4.6	3.0	130/78	298223
1.64	1.52	1.55	2.39	2.38	1.69	1.66	131/78	"
.19	.19	.19	.14	.09	.15	.16	133/78	292225
.41	.53	.36	.78	.15	.49	.68	135/78	297223
22	41	26	19	21	30	22	142/78	282230
43	52	43	60	52	57	59	153/78	218239
54	95	93	56	222	43	68	155/78	282231
248	302	278	205	269	211	323	157/78	278233
							211/78	181232
							219/78	182198
							226/78	210217
							229/78	211217
							233/78	"
							237/78	216219
							245/78	235231
							283/78	284273
							286/78	275269

Sporelementanalyser (Nb,Zr,Y,Sr,Rb,Zn,Cu,Ni,Cr,Ba)

Analyser ved NGU Spektrografisk lab. (oppdrag. 111/79)

Samtlige av disse prøver er også analysert på hovedelementer (bilag 5).

Jfr. bilag 6 for oversikt over bergartstype og prøvelokalitet.

Prøve nr. (anal.nr.)	452(1)	618(2)	624(3)	663(4)	669(5)	675(6)	134(7)	146(8)	148(9)	149(10)	168(11)	455(12)	444(13)
Nb (ppm)	11	< 5	10	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<10	< 5
Zr "	49	26	342	17	15	24	25	96	235	223	27	105	33
Y "	30	8	53	9	< 5	12	28	31	80	56	12	85	48
Sr "	484	702	256	668	208	251	313	152	38	54	405	78	264
Rb "	26	< 5	36	9	< 5	15	5	6	< 5	6	10	17	< 5
Zn "	132	63	160	111	84	41	171	111	273	114	85	168	135
Cu "	17	71	36	49	33	16	42	60	22	81	27	14	11
Ni "	7	255	45	87	231	70	21	117	16	55	49	24	9
Cr "	8	381	99	148	489	373	24	110	24	153	161	27	69
Ba "	269	346	771	237	112	141	423	44	<10	42	135	200	<10

Prøve nr. (anal.nr.)	451(14)	250(15)	252(16)	253(17)	291(18)	341(19)	342(20)	612(21)	620(22)	622(23)	670(24)	671(25)	673(26)
Nb (ppm)	< 5	< 5	< 5	< 5	6	< 5	< 5	6	< 5	< 5	< 5	6	< 5
Zr "	44	122	37	49	20	84	57	45	47	28	220	160	26
Y "	15	29	16	18	34	28	21	28	20	21	44	52	17
Sr "	341	215	272	242	191	135	175	1800	522	1600	129	113	39
Rb "	10	9	6	7	8	29	24	13	7	7	55	10	6
Zn "	108	98	92	83	120	103	85	142	138	115	139	120	86
Cu "	34	75	77	97	12	44	53	17	25	317	12	69	15
Ni "	5	47	183	170	15	82	138	17	27	72	12	49	283
Cr "	33	41	295	294	< 5	165	313	< 5	< 5	33	6	25	785
Ba "	123	227	61	60	36	236	125	1100	596	757	450	<10	31

Oversikt over bergartstype og prøvelokalitet
for endel hoved- og sporelementanalyserte prøver.

(1) gnt-amf: granat-amfibolitt
ekl-amf: eklogitt-amfibolitt
amf : amfibolitt

Prøve nr.	Henvisning bilag	Bergart ⁽¹⁾	UTM koordinat	Kartblad	LOKALITET - OMRÅDE				
					Ramsgrøheia	Sørdal	Furevik	Naustdal	Molmesdal
618	3.1.,6	gabbro	133 838	1217 III					*
624	"	"	130 834	"					*
663	3.8.,6	gnt-amf	972 019	1117 I		*			
669	"	"	969 023	"		*			
675	3.3.,6	ekl-amf	949 972	"	*				
134	3.9.,6	ekl-amf	297 223	1218 III				*	
146	3.2.,6	ekl-amf	227 178	1217 IV			*		
148	"	"	"	"			*		
149	"	"	"	"			*		
168	3.4.,6	amf	256 250	1218 III				*	
455	3.2.,6	ekl-amf	267 184	1217 IV			*		
444	"	"	274 186	"			*		
451	"	"	267 183	"			*		
250	"	ekl-amf	257 201	"			*		
252	"	"	259 202	"			*		
253	"	gnt-amf	259 203	"			*		
291	"	amf	293 196	"			*		
341	"	ekl-amf	228 180	"			*		
342	"	"	228 180	"			*		
612	1.1.,6	gabbro	119 845	1217 III					*
620	"	"	133 838	"					*
622	"	"	"	"					*
670	3.3.,6	ekl-amf	949 972	1117-I	*				
671	"	"	"	"	*				
673	"	"	"	"	*				

TiO₂-analyser 1979-prøvetakingRutil- og ilmenittbundet TiO₂

Analysene er utført ved Elkem Spigerverket, Oslo.

(I) HCl-løselig etter avryking med HF (ilmenitt - TiO₂).

(II) HCl-uløselig etter avryking med HF (rutil - TiO₂)

Prøve nr.	Lokalitet	UTM koordinat	Kartblad	%TiO ₂ (I) ilmenitt	% TiO ₂ (II) rutil	% TiO ₂ (I)+(II)	Merknad
373/79	Sellevoll	929 983	1117 I	0.20	2.81	3.01	På bakgrunn av mineralogiske undersøkelser av referanseprøver (modal-analyse) ser analysemetoden ut til å gi gode resultater for sterkt rutil-dominerte prøver, mens nøyaktigheten ser ut til å minke for økende ilmenitt-innhold.
374/79	"	"	"	0.20	2.03	2.23	
275/79	"	"	"	0.19	2.54	2.73	
376/79	"	"	"	0.27	2.24	2.51	
377/79	"	"	"	0.20	1.87	2.07	
379/79	"	"	"	0.15	2.04	2.19	
381/79	"	934 985	"	0.57	3.14	3.71	
387/79	"	932 978	"	0.28	0.57	0.85	
388/79	"	"	"	0.20	0.43	0.63	
442/79	Fauske	242 188	1217 IV	0.52	3.41	3.93	
444/79	"	"	"	0.20	0.84	1.04	Fordi kun sterkt rutil-dominerte mineraliseringer er av økonomisk interesse, vurderes analysemetoden som tilfredsstillende i denne undersøkelsen.
462/79	Fureviknipa	273 188	"	0.58	4.41	4.99	
463/79	"	"	"	0.63	4.84	5.47	
465/79	"	"	"	2.67	2.00	4.67	
466/79	"	"	"	1.07	3.71	4.78	
467/79	"	272 190	"	1.48	3.97	5.45	
469/79	"	"	"	0.63	3.18	3.81	
470/79	"	"	"	1.75	3.44	5.19	
475/79	"	"	"	0.54	2.24	2.78	
476/79	"	"	"	0.47	3.87	4.34	
534/79	Vevring	105 232	1117 I	0.30	4.38	4.68	lok.: rutilrik prøve fra tipp ved vestre tunnelåpning.
526/79	"	"	"	0.17	4.04	4.21	
529/79	"	"	"	0.15	3.61	3.76	
539/79	"	"	"	0.37	5.78	6.15	
533/79	"	"	"	0.72	4.68	5.40	
534/79	"	"	"	0.27	5.34	5.61	
710/79	Gjøllanger	975 038	"	0.17	1.94	2.11	
747/79	Vevring	se merknad	"	0.27	4.24	4.51	

Mikrosondeanalyser på silikatmineraler i eklogitt-amfibolitt, hovedelementer

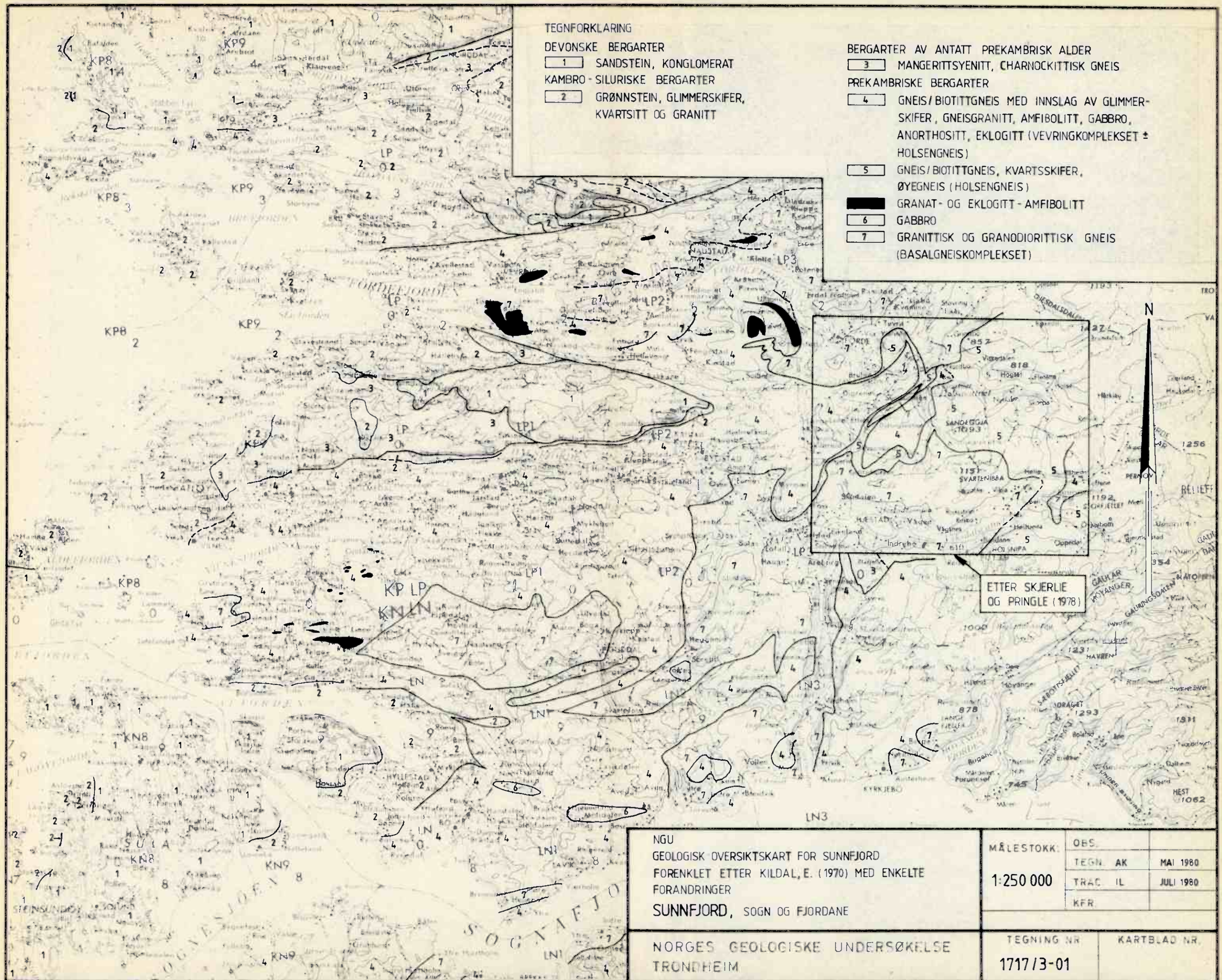
Fe-totalt som FeO

Mineral	Glimmer	Glimmer	Glimmer	Glimmer	Amfibol	Amfibol	Amfibol	Amfibol
Analyse nr.	145/78-4	145/78-5	648/78-4	648/78-7	145/78-6	204/78-3	204/78-4	204/78-5
Slip nr.	145/78	145/78	648/78	648/78	145/78	204/78	204/78	204/78
Lokalitet	Fauske	Fauske	Sellevoll	Sellevoll	Fauske	Skitnevatnet	Skitnevatnet	Skitnevatnet
SiO ₂ (%)	47,38	49,92	40,58	50,50	56,59	40,44	53,74	42,66
TiO ₂ (%)	,44	,46	,11	,39	,11	,68	,04	,57
Al ₂ O ₃ (%)	28,26	27,75	35,49	25,18	9,37	13,97	11,66	14,29
FeO (%)	2,82	2,96	,41	1,86	7,16	15,72	4,76	16,00
MnO (%)	,03	,02	,00	,00	,02	,05	,02	,03
MgO (%)	2,88	3,05	,14	3,02	6,68	8,87	7,43	8,60
CaO (%)	,01	,03	,26	,01	12,31	8,23	12,19	8,27
Na ₂ O (%)	,47	,47	7,15	,92	7,75	4,81	7,85	4,89
K ₂ O (%)	2,55	2,86	,77	8,10	,00	,03	,02	,01

Mineral	Amfibol	Amfibol	Amfibol	Amfibol	Pyroksen	Pyroksen	Pyroksen	Pyroksen
Analyse nr.	281/78-7	663/78-1	663/78-2	648/78-6	145/78-1	145/78-3	204/78-1	281/78-1
Slip nr.	281/78	663/78	663/78	648/78	145/78	145/78	204/78	281/78
Lokalitet	Kyrkjehøgda	Sørdal	Sørdal	Sellevoll	Fauske	Fauske	Skitnevatnet	Skitnevatnet
SiO ₂ (%)	50,16	42,67	40,32	47,90	51,19	53,22	51,30	47,64
TiO ₂ (%)	,04	,30	,31	,26	,08	,06	,05	,08
Al ₂ O ₃ (%)	9,44	13,50	12,69	10,47	9,72	9,51	11,10	9,01
FeO (%)	8,05	10,59	11,63	8,67	7,27	6,97	5,10	8,10
MnO (%)	,04	,03	,07	,03	,03	,05	,00	,01
MgO (%)	6,66	12,49	11,40	13,36	6,98	6,70	7,50	7,41
CaO (%)	11,54	7,31	7,53	7,89	11,82	11,95	11,96	12,92
Na ₂ O (%)	8,04	4,03	3,82	4,10	7,83	7,66	7,90	7,09
K ₂ O (%)	,01	,40	,39	,25	,00	,00	,01	,02

Mineral	Pyroksen	Pyroksen	Pyroksen	Granat	Granat	Granat	Granat	Granat
Analyse nr.	648/78-1	648/78-2	648/67-5	145/78-2	204/78-2	281/78-2	281/78-2	281/78-4
Slip nr.	648/78	648/78	648/78	145/78	204/78	281/78	281/78	281/78
Lokalitet	Sellevoll	Sellevoll	Sellevoll	Fauske	Skitnevatnet	Kyrkjehøgda	Kyrkjehøgda	Kyrkjehøgda
SiO ₂ (%)	47,44	52,17	36,99	36,94	33,64	37,19	37,87	38,44
TiO ₂ (%)	,07	,04	,07	,14	,05	,06	,10	,14
Al ₂ O ₃ (%)	9,76	8,69	9,37	20,71	21,97	20,66	20,14	19,33
FeO (%)	4,47	4,66	4,29	26,78	30,12	26,19	26,73	26,24
MnO (%)	,01	,04	,00	1,13	,00	,51	,38	,41
MgO (%)	7,86	8,39	7,79	3,57	3,57	3,38	3,35	3,41
CaO (%)	13,00	14,03	13,79	8,22	6,98	10,61	10,51	10,44
Na ₂ O (%)	7,27	6,47	6,78	,06	,03	,02	,03	,03
K ₂ O (%)	,00	,04	,03	,00	,00	,01	,00	,00

Mineral	Granat	Granat	Granat	Granat	Granat
Analyser	281/78-5	281/78-6	663/78-3	663/78-4	648/78-3
Slip nr.	281/78	281/78	663/78	663/78	648/78
Lokalitet	Kyrkjehøgda	Kyrkjehøgda	Sørdal	Sørdal	Sellevoll
SiO ₂ (%)	37,69	40,46	35,29	35,84	36,99
TiO ₂ (%)	,15	,08	,05	,09	,07
Al ₂ O ₃ (%)	18,97	18,49	19,62	19,24	19,75
FeO (%)	26,22	25,99	25,99	27,34	23,64
MnO (%)	,45	,41	,43	,38	,71
MgO (%)	3,63	3,51	5,32	4,04	5,31
CaO (%)	10,50	9,99	7,38	7,97	9,33
Na ₂ O (%)	,08	,02	,04	,04	,04
K ₂ O (%)	,00	,02	,01	,00	,01



TEGNFORKLARING

DEVONSKJE BERGARTER

1 SANDSTEIN, KONGLOMERAT

KAMBRO-SILURISKE BERGARTER

2 GRØNNSTEIN, GLIMMERSKIFER, KVARTSITT OG GRANITT

BERGARTER AV ANTATT PREKAMBRISK ALDER

3 MANGERITTSYENITT, CHARNOCKITTISK GNEIS

PREKAMBRISKE BERGARTER

4 GNEIS/BIOTITGNEIS MED INNSLAG AV GLIMMER-SKIFER, GNEISGRANITT, AMFIBOLITT, GABBRO, ANORTHOSITT, EKLOGITT (VEVRINGKOMPLEKSET + HOLSENGNEIS)

5 GNEIS/BIOTITGNEIS, KVARTSSKIFER, ØYEGNEIS (HOLSENGNEIS)

6 GRANAT- OG EKLOGITT-AMFIBOLITT

7 GABBRO

8 GRANITISK OG GRANODIORITISK GNEIS (BASALGNEISKOMPLEKSET)

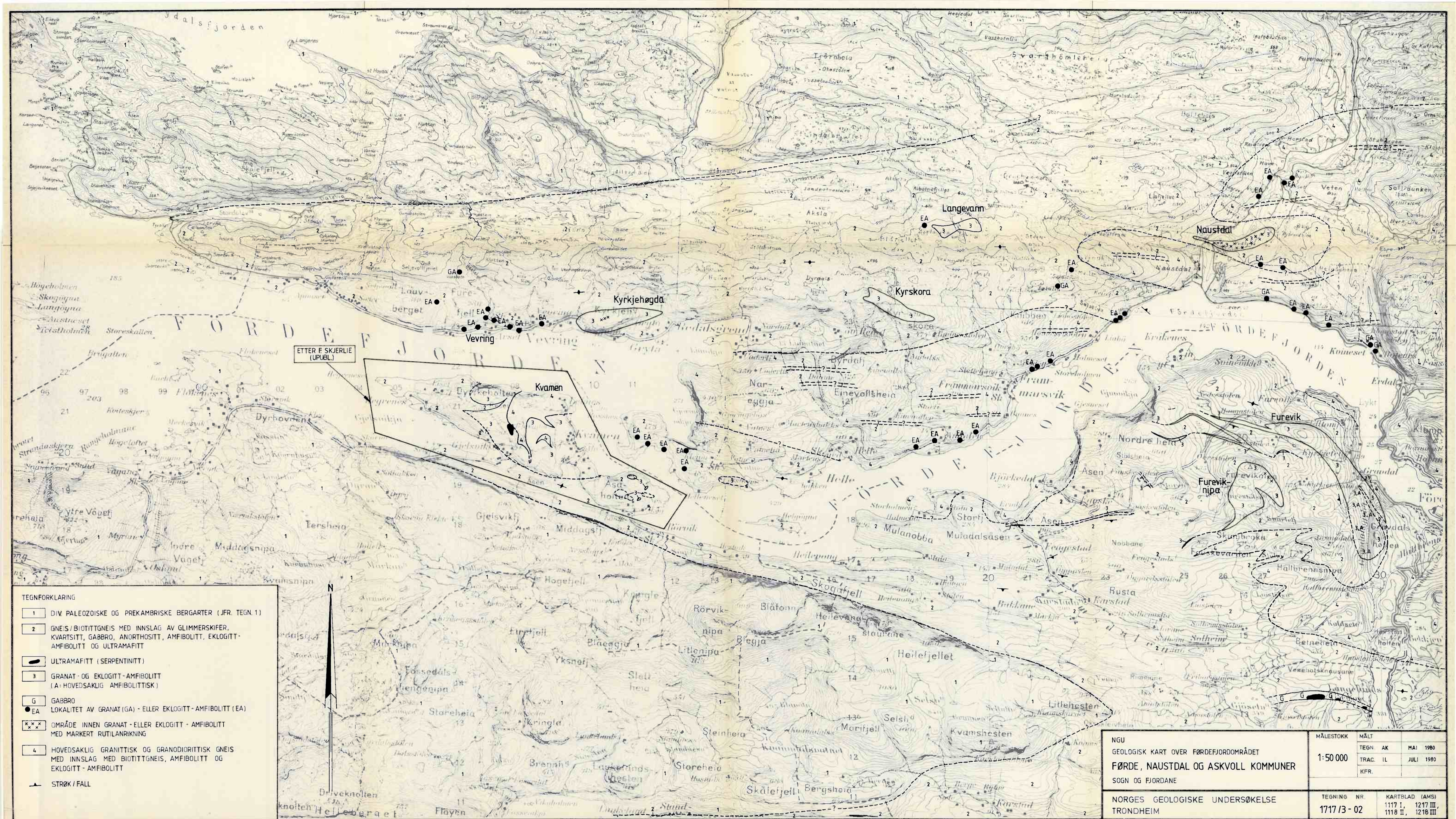
NGU
GEOLOGISK OVERSIKTSKART FOR SUNNFJORD
FORENKLET ETTER KILDAL, E. (1970) MED ENKELTE
FORANDRINGER
SUNNFJORD, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:
1:250 000

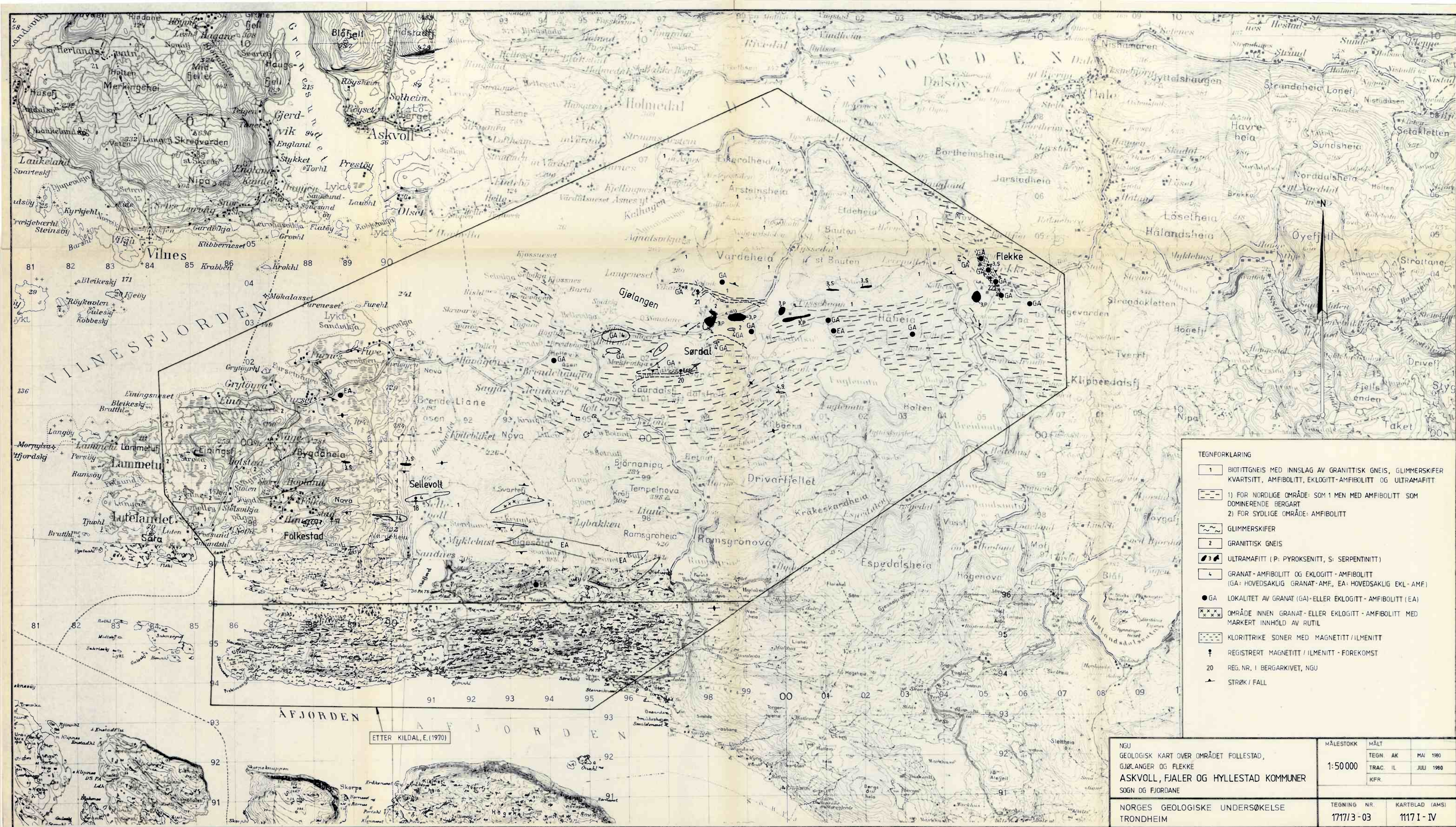
OBS.	
TEGN	AK
TRAC	IL
KFR	
MAI 1980	JULI 1980

TEGNING NR. 1717/3-01
KARTBLAD NR.



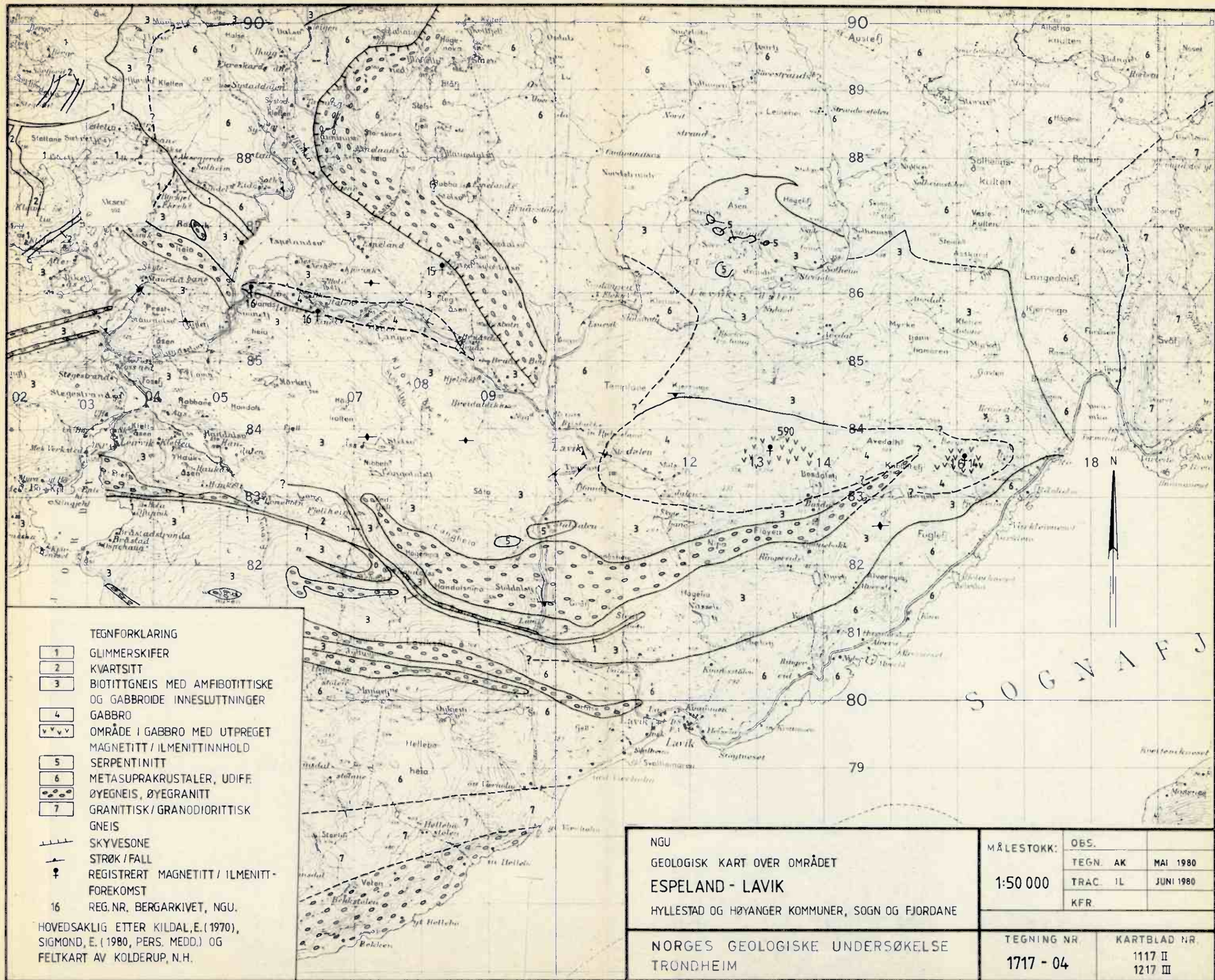
- TEGNFORKLARING
- 1 DIV PALEOZOISKE OG PREKAMBRISKE BERGARTER (JFR. TEGN. 1)
 - 2 GNEIS/BIOTITTGNEIS MED INNSLAG AV GLIMMERSKIFER, KVARTSITT, GABBRO, ANORTHOSITT, AMFIBOLITT, EKLOGITT-AMFIBOLITT OG ULTRAMAFITT
 - 3 ULTRAMAFITT (SERPENTINITT)
 - 4 GRANAT- OG EKLOGITT-AMFIBOLITT (A: HOVEDSAKLIG AMFIBOLITTISK)
 - G GABBRO
 - EA LOKALITET AV GRANAT (GA) - ELLER EKLOGITT-AMFIBOLITT (EA)
 - XXX OMRÅDE INNEN GRANAT-ELLER EKLOGITT-AMFIBOLITT MED MARKERT RUTILANRIKNING
 - 4 HOVEDSAKLIG GRANITISK OG GRANODIORITISK GNEIS MED INNSLAG MED BIOTITTGNEIS, AMFIBOLITT OG EKLOGITT-AMFIBOLITT
 - STRØK/FALL

NGU GEOLOGISK KART OVER FØRDEFJORDOMRÅDET FØRDE, NAUSTDAL OG ASKVOLL KOMMUNER SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK		MÅLT
	1:50 000		TEGN. AK
			TRAC. IL
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.		KARTBLAD (AMS)
	1717/3 - 02		1117 I, 1217 III, 1118 II, 1218 III



- TEGNFORKLARING
- 1 BIOTITTGNEIS MED INNSLAG AV GRANITISK GNEIS, GLIMMERKIFER KVARTSITT, AMFIBOLITT, EKLOGITT-AMFIBOLITT OG ULTRAMAFITT
 - 1) FOR NORDLIGE OMRÅDE: SOM 1 MEN MED AMFIBOLITT SOM DOMINERENDE BERGART
2) FOR SYDLIGE OMRÅDE: AMFIBOLITT
 - GLIMMERKIFER
 - 2 GRANITISK GNEIS
 - 3/4 ULTRAMAFITT (P: PYROXENITT, S: SERPENTINITT)
 - 4 GRANAT-AMFIBOLITT OG EKLOGITT-AMFIBOLITT (GA: HOVEDSAKLIG GRANAT-AMF, EA: HOVEDSAKLIG EKL-AMF)
 - GA LOKALITET AV GRANAT (GA)-ELLER EKLOGITT-AMFIBOLITT (EA)
 - OMRÅDE INNEN GRANAT-ELLER EKLOGITT-AMFIBOLITT MED MARKERT INNHOLD AV RUTIL
 - KLORITTRIKE SONER MED MAGNETITT/ILMENITT
 - REGISTRERT MAGNETITT/ILMENITT-FOREKOMST
 - 20 REG. NR. I BERGARKIVET, NGU
 - STRØK / FALL

NGU GEOLOGISK KART OVER OMRÅDET FOLLESTAD, GJØLANGER OG FLEKKE ASKVOLL, FJALER OG HYLLESTAD KOMMUNER SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT
	1:50 000	TEGN. AK MAI 1980 TRAC. IL JULI 1980 KFR
	TEGNING NR. 1717/3-03	KARTBLAD (AMS) 11171-IV



TEGNFORKLARING

- 1 GLIMMERSKIFER
- 2 KVARTSITT
- 3 BIOTITTGNEIS MED AMFIBOTITTISKE OG GABBROIDE INNESLUTNINGER
- 4 GABBRO
- 5 OMRÅDE I GABBRO MED UTPREGET MAGNETITT / ILMENITTINNOLD
- 6 SERPENTINITT
- 7 METASUPRAKRUSTALER, UDIFF. ØYEGNEIS, ØYEGRANITT
- 8 GRANITISK / GRANODIORITISK GNEIS
- 9 SKYVESONE
- 10 STRØK / FALL
- 11 REGISTRERT MAGNETITT / ILMENITT-FOREKOMST
- 12 REG.NR. BERGARKIVET, NGU.

HOVEDSAKLIG ETTER KILDAL, E. (1970), SIGMOND, E. (1980, PERS. MEDD.) OG FELTKART AV KOLDERUP, N.H.

NGU

GEOLOGISK KART OVER OMRÅDET

ESPELAND - LAVIK

HYLLESTAD OG HØYANGER KOMMUNER, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:

1:50 000

OBS.

TEGN. AK MAI 1980

TRAC. IL JUNI 1980

KFR.

TEGNING NR.

1717 - 04

KARTBLAD NR.

1117 II

1217 III