

VESTLANDSPROGRAMMET

NGU-rapport nr. 1560/32

Samarbeidet NGU - I/S ANORTAL

Jotundekkets anorthositter:
Geologi, mineralogi og geokjemi

1982

BIND 1



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr.	1560/32	Åpen/ For trykk
Tittel:	Jotundekkets anorthositter: Geologi, mineralogi og geokjemi	
Sted:	Sogn og Fjordane - Hordaland	
Oppdragsgiver:	NGU - I/S ANORTAL	
Utført i tidsrommet:	Feltarbeid: 1977-80 Rapport febr. 1982	Antall sider : 164
Antall bilag:	24 tekstbilag	Antall tegninger: 19 kartbilag
Saksbearbeider(e):	Statsgeolog Henning Qvale	
Ansvarshavende:	Statsgeolog Henri Barkey	
Sammendrag:	<p>Arbeidets formål har vært å kartlegge Jotundekkets anorthosittiske bergarter for påvisning av forekomster av anorthositt som kan egne seg som råstoff for Al-produksjon. I denne avsluttende rapporten er samlet resultater av undersøkelsene utført av NGU og andre siden 1975.</p> <p>Arbeidet har medført omfattende feltundersøkelser, røntgenfluorescensanalyser for hoved- og sporelementer, og mineralanalyser ved hjelp av mikrosonde.</p> <p>Undersøkelsene har medført en nytolkning av tektonostratigrafien i de kaledonske dekkeområdene mellom Hardanger og Sogn. Jotundekkets anorthosittiske bergarter er skilt i 8 forskjellige typer som sannsynligvis representerer minst 4 generasjoner av intrusjoner, som har gjennomgått granulittfacies metamorfose i en eller to faser og omfattende deformasjon, sannsynligvis i Sveconorvegisk tid. Kaledonsk deformasjon er mest fremtredende nær dekkesålen.</p> <p>Av anorthositttypene er det særlig de grovkornete granulære som har økonomisk interesse siden de domineres av den mest basiske plagioklas og har lavt innhold av mørke mineraler. Interessante forekomster av disse typene er påvist ved Kinsedal, Luster, Kolarbotn i Aurland, Grodgjuvet, Såtebu og Kaldafjell-feltet i Voss og Hylland-feltet ved Gudvangen i Aurland kommune. Syreløselig Al_2O_3 utgjør mellom 22 og 27% vekt% i alle forekomstene, hvorav de to sistnevnte er de største, hver med reserver på minst 100 mill. tonn.</p>	
Koordinatreferanse (UTM):		
Nøkkelord	Anorthositt	Regionalgeologi
	Industrimineral	Petrografi
	Aluminiumsråstoff	Mineralogi

Rettelser/Errata til NGU-rapport 1560/32

- s. 43, linje 1. 6.4.10 Aldersdateringer
- s. 73, " 7. "neulanditt" skal være: heulanditt
- s. 77, " 5. skal være: Ringens diameter er ca. 3 mm
- s. 78, " 4. skal være: Prøve 1B-79-29. Motivets lengste side er ca. 3 mm.
- s. 81, " 6 nedenfra skal være: E: Samtlige 972 analyser.
- s.153, " 7 skal være: M 1:50 000.
- " 8. Flg. referanse mangler:
Bryhni, I., K. Brastad & V.W. Jacobsen 1973: Jotundekket og
dets underlag i Sogn. (Et regionalgeologisk studium med særlig
hensyn til de anorthosittiske bergarter). NGU-rapport 1560/28,
73 s.

INNHOOLD BIND 1

	side
SAMMENDRAG	2
FORORD	5
1 INNLEDNING	6
1.1 Prosjektets bakgrunn og formål	6
1.2 Kilder	7
1.3 Anorthositts løselighet i syre	8
2 KLASSIFIKASJON AV ANORTHOSITTISKE BERGARTER	11
3 KLASSIFIKASJON AV ANORTHOSITT-FOREKOMSTER	12
4 ANORTHOSITTISKE BERGARTER, GLOBAL DISTRIBUTUSJON	16
5 ANORTHOSITTISKE BERGARTER I NORGE	23
6 JOTUNDEKKET	28
6.1 Lokalisering	28
6.2 Tidligere regionalgeologiske arbeider	28
6.3 Regional geologi	29
6.4 Tektonostratigrafi	30
6.4.1 Grunnfjellet	30
6.4.2 Autoktone sedimenter	33
6.4.3 Fyllitt	33
6.4.4 Undre Bergsdalsdekke	34
6.4.5 "Øvre Bergsdalsdekke"	35
6.4.6 Jotundekket	37
6.4.7 Jotundekkets tykkelse	37
6.4.8 Undre flak	39
6.4.9 Øvre flak	41
6.4.10 Aldersdateringen	43
7 JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER	44
7.1 Feltforhold og petrografi	44
7.1.1 Introduksjon	44
7.1.2 Massive gabbroide bergarter	46
7.1.3 Anorthosittiske bergarter	48
7.1.4 Andre intrusive bergarter	65
7.1.5 Deformasjon og "sekundær" omvandling	69
7.2 Mineralogi	74
7.2.1 Mineralsammensetning	74
7.2.2 Plagioklas	74
7.2.3 Epidot/clinozoisitt	86
7.2.4 Orthitt	87
7.2.5 Granat	88
7.2.6 Clinopyroksen	88
7.2.7 Amfibol	93
7.2.8 Orthopyroksen	97
7.2.9 Olivin	98
7.2.10 Spinell	99
7.2.11 Rutil, ilmenitt og titanitt	101
7.2.12 Korund	102
7.2.13 Skapolitt	103

forts.

INNHOLD, FORTS.	Side
7.2.14 Chloritt	105
7.2.15 Serpentin	106
7.2.16 Biotitt	106
7.2.17 Muskovitt	108
7.2.18 Margaritt	109
7.2.19 Kvarts og kalkspat	110
7.3 Krystallasjonsrekkefølge og betingelser	111
7.3.1 Innledning	111
7.3.2 Magmatisk stadium	111
7.3.3 Koronadannelse	113
7.3.4 Høy grads metamorfose	114
7.3.5 Trykk- og temperaturforhold under størkning og rekrySTALLISASJON	118
7.4 Kjemi	124
7.4.1 Hovedelementer	124
7.4.2 Sporelementer	126
7.4.3 Normativ sammensetning	127
7.4.4 Petrogenetiske tolkninger på grunnlag av geokjemiske indikatorer	129
7.5 Regionale variasjoner	134
7.5.1 Innledning	134
7.5.2 Bergartstyper	134
7.5.3 Modal sammensetning	136
7.5.4 Normativ sammensetning	137
7.5.5 Hovedelementer	139
8 MALMGEOLOGISKE ASPEKTER	141
8.1 Generelt	141
8.2 Provins I. Offerdal - Kinsedal	141
8.3 Provins II. Kaupanger - Sogndal	144
8.4 Provins III. Aurlandsfjorden - Bleia - Lærdal	144
8.5 Provins IV. Fresvik - Dyrdal	145
8.6 Provins V. Gudvangen - Mjølfjell	145
9 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	147
REFERANSER	151

Kartbilag: BIND 2

1560/32 - 01-19.

APPENDIKS A - K i separat bind.

FORORD

Denne rapport er et resultat av et omfattende samarbeid som er basert på en samarbeidsavtale mellom I/S ANORTAL og NGU. Samarbeidet har vært koordinert av en styringsgruppe bestående av representanter fra I/S ANORTAL, NGU og IFE.

Data som benyttes i denne rapporten er hentet fra mange kilder. Prøvematerialet er samlet inn av bl.a. I/S ANORTAL's personale, NGU's medarbeidere og engasjert personale, eller er stilt til disposisjon fra Mineralogisk-Geologisk Museums samlinger. Det analytiske arbeidet er utført ved ELKEM's Forskningsavdeling ved Fiskå i Kristiansand, ved IFE og ved NGU's Kjemiske Avdeling, samt ved Mineralogisk-Geologisk Museum. Metodeutvikling og forsøksvirksomhet er utført ved IFE, ved NGU og Mineralogisk-Geologisk Museum. De petrografiske dataene er skaffet tilveie av Mineralogisk-Geologisk Museum og NGU.

Oslo, 8. februar 1982


Henning Qvale

1 INNLEDNING

1.1 Prosjektets bakgrunn og formål

Anorthositt er en plagioklas-dominert bergart som pga. sitt høye aluminiumsinnhold lenge har tiltrukket seg oppmerksomhet som mulig råstoffkilde for vår aluminiumsindustri. Allerede like etter århundreskiftet ble de første undersøkelser startet i regi av Elektrokjemisk, etterhvert i samarbeid med A/S Norsk Hydro, med prof. V.M. Goldschmidt som konsulent. Under disse undersøkelsene som varte fra 1909 til 1921 ble det fastslått at plagioklas er betinget løselig i uorganiske syrer, og det ble påvist flere interessante forekomster i Indre Sogn. Senere, i perioden 1941-45, og siden 1973, er arbeidet tatt opp igjen av henholdsvis A/S Norsk Hydro og I/S ANORTAL.

I/S ANORTAL er opprettet av ELKEM A/S og A/S Årdal og Sunndal Verk i fellesskap. Arbeidet med prosessutvikling og -kjemi er i stor grad utført ved Institutt for Energiteknikk (IFE). NGU kom inn i samarbeidet i 1977 på ressursiden for å definere kvalitetskriterier for anorthositt i relasjon til ekstraksjonsprosessen og å utarbeid en regional oversikt over forekomstene. NGUs innsats for å løse disse problemer har særlig vært konsentrert om kjemi, mineralogi og regionalgeologisk kartlegging. Det vil fra NGUs side bli presentert tre rapporter som summerer opp resultatene av arbeidet etter følgende program:

- 1) Kjemisk Avdelings virksomhet (Graff 1981)
- 2) Anorthositts løselighet i syre (Qvale 1982)
- 3) Denne rapport, som gir beskrivelse av geologiske, mineralogiske og kjemiske forhold for anorthosittene i Sogn og forsøker å se disse i en regional sammenheng.

Rapporten er organisert i to deler. Teksten og de fleste figurene er samlet i hovedbindet, mens tabellarisk presentasjon av data, en serie kjemiske diagrammer (figurene 68 - 80) foreligger i Appendiks i separat bind.

1.2 Kilder

Materialet benyttet i denne rapporten er hentet fra en rekke kilder:

- Opplysninger fra de tidligere arbeider foreligger hovedsakelig i form av konfidensielle rapporter fra Elkems og Norsk Hydros arkiver.
- Feltdata og prøvematerialet er samlet inn av ANORTAL v/ G. Foslie, I. Ottesen og J.E. Wanvik og av NGU v/ I. Bryhni, O. Lutro og forfatteren, med assistanse fra blant andre K. Brastad, V. Fjerdingsstad, H. Henriksen, V.W. Jacobsen og O. Malm.
- Våtkjemiske kjemiske analyser (løselighet, Fe^{II}-bestemmelser) er utført ved ELKEMs Forskningsavd., Fiskaa, v/ A.G. Forwald og K.Å. Mykland, ved IFE v/ N. Gjelsvik og ved NGUs Kjemiske avd. v/ P.R. Graff og J.R. Røste.
- Røntgenfluorescens analyser er utført ved Fiskaa v/ Forwald og Mykland (hovedelementer) og NGU v/ G. Faye (hoved og sporelementer).
- Mineralogiske og petrografiske undersøkelser er utført av NGU v/ forfatterens forgjenger V.W. Jacobsen og forfatteren selv, med assistanse av E. Endre, V. Fjerdingsstad, P. Hagelia, K.I. Olsen og E. Rasmussen.
- Teknisk bistand er ydet av E. Bjørneby, A. Hemming og M. Ranheim (tegning), B. Elgvad og P. Aas (foto), I. Holm Langaard (maskinskriving) og O. Steinlein, S. Halvorsen, R.T. Ottesen og M. Reitan (EDB).

1.3 Anorthositts løselighet i syre

Da dette emnet til dels omfatter opplysninger som foreløpig er konfidensielle og det blir behandlet utførlig i egen rapport (Qvale 1982), vil det her bare bli gitt et kort resymé av de viktigste forhold.

Hovedmineralet i anorthositt er plagioklas $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Al,Si})\text{Si}_2\text{O}_8$, som ideelt sett utgjør en kontinuerlig blandingsrekke der $\text{Na}+\text{Si}$ i albitt byttes ut med $\text{Ca}+\text{Al}$ i anorthitt. Innholdet av anorthitt endeledet (An) i mol% av anorthitt + albitt (Ab) + orthoklas (Or, med K i stedet for Na) brukes som mål for sammensetningen (fig. 1a).

Ekstraksjon av aluminium baserer seg på at plagioklas delvis går i oppløsning når den utsettes for kokende sterke uorganiske syrer som HCl, HNO_3 og H_2SO_4 . Ved behandlingen går de fleste kationer i oppløsning, mens silika (SiO_4^{4-}) blir igjen som et filtrerbart residuum stabilisert av H^+ fra syren. Dette gjelder for høye An-innhold, over ca. 60 %. Plagioklas med $\text{An}_{<40}$ løses tilsvarende meget dårlig, mens sammensetninger mellom de to verdier gir delvis løselighet m.h.p. de samme kationer. Det fremkommer dermed en løselighetskurve, fig. 1b. Den er i det aktuelle prosjektet bestemt empirisk for HCl, som har vært foretrukket av økonomiske og prosesstekniske årsaker. Det er imidlertid ikke noe som tyder på at løselighetskurvene for f.eks. HNO_3 eller H_2SO_4 vil være vesentlig forskjellige fra denne.

Anorthosittens kvalitet som Al-råstoff vil følgelig være styrt av An-innholdet i plagioklasen: Både innholdet av Al i plagioklasen og løseligheten øker med økende An-innhold. Men ønsket om å holde nede mengden av forurensende elementer, som Fe og Mg, gjør at også løseligheten av de andre mineralene i bergarten spiller en vesentlig rolle for kvaliteten. Generelt

er det funnet at om et silikat i det hele tatt påvirkes av syren, vil, på samme måte som for plagioklas, silika forbli uberørt mens de andre kationer går i løsning. Mer spesielt har vi funnet at av de vanligste underordnete mineraler i anorthositt, løses skapolitt, chloritt, biotitt, margaritt, olivin og orthopyroksen meget lett; amfiboler, clinopyroksen og epidot-mineraler løses ujevnt og noe tregere; mens granat, muskovitt og spinell og andre oksyder kan betraktes som uløselige.

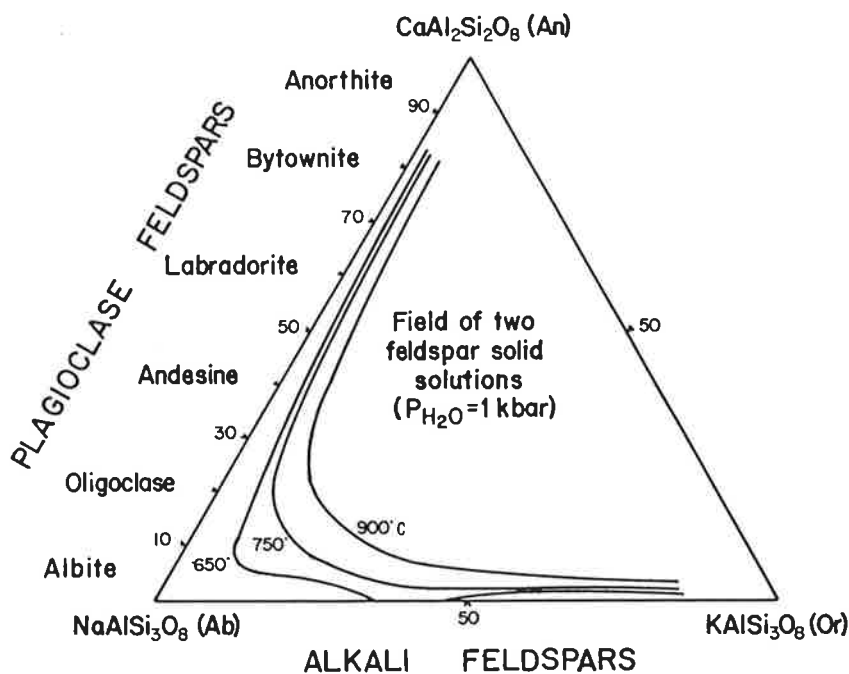


Fig. R-1. The feldspar An-Ab-Or ternary as experimentally determined by Seck (1971). Higher pressures P_{H_2O} have the effect of moving the solid-solution field boundaries closer to the binary joins. Nomenclature of individual plagioclase feldspars by composition range is indicated.

Fig. 1a. Feltspat nomenklatur i systemet An-Ab-Or. (Fig. R-1, Ribbe 1975).

Er det f.eks. ønskelig å redusere mengden av Mg i løsning, er det derfor særlig biotitt, chloritt, olivin og orthopyroksen som bør unngås, mens opptreden av granat eller spinell vil ha minimal innflytelse til tross for kanskje betydelig Mg-innhold.

Ved vurdering og kartlegging av råstoffet har det derfor vært lagt vekt på å få detaljert kunnskap om petrografiske og mineralogiske forhold i anorthositene, og dette vil prege den videre framstilling i denne rapporten.

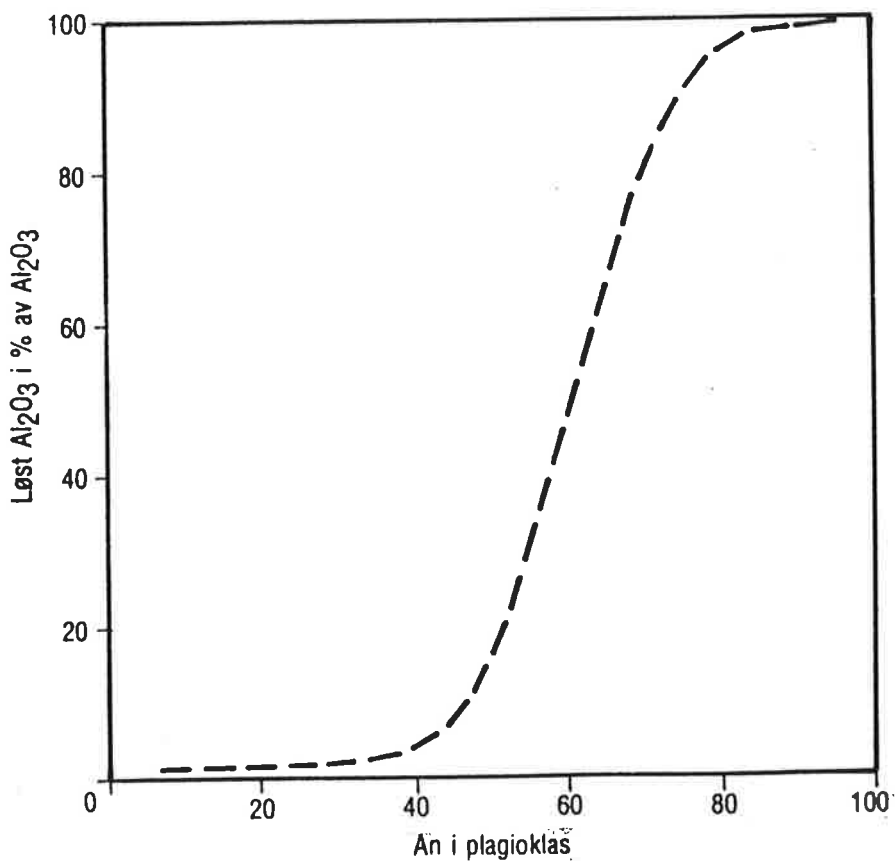


Fig. 1b. Løselighet av plagioklas som funksjon av normativt An-innhold.

2 KLASSEFIKASJON AV ANORTHOSITTISKE BERGARTER

I diskusjonen av anorthosittiske bergarter har det vært benyttet mange forskjellige klassifikasjonssystemer. Det er nå særlig to som er aktuelle. Buddington (1939) og I.U.G.S. (bl.a. 1973) som ikke skiller seg fra hverandre på stort annet enn navnsettingen. (I.U.G.S.-systemet er foreslått av en internasjonalt oppnevnt komité under ledelse av prof. A.L. Streckeisen, og refereres ofte til i hans navn). I tabell 1 er de to systemer sammenlignet for bergarter som består av plagioklas + mørke mineraler:

Tabell 1.

Innhold av mørke min.	Buddington 1939	I.U.G.S. 1973
0-10%	Anorthositt	Anorthositt
10-22%	Gabbro-anorthositt	Leuko-gabbroider
22½-35%	Anorthositt-gabbro	Gabbroider
35-65%	Gabbroider	Meta-gabbroider
65-90%	Mafiske gabbroider (65-77½%)	
90-100%	-	Ultramafitt

Ut fra ønsket om standardisering av geologisk nomenklatur er det siste alternativet absolutt å foretrekke, og det vil derfor bli fulgt her. "Anorthosittiske bergarter" vil imidlertid bli opprettholdt som en uformell betegnelse på anorthositter og de beslektede plagioklasdominerte bergarter med mindre enn 35 % mørke mineraler, til diskusjons- og feltbruk.

En rekke beslektede bergarter vil bli omtalt. Nomenklaturen for disse vil følge I.U.G.S. 1973 som det henvises til for nærmere detaljer.

3 KLASSIFIKASJON AV ANORTHOSITT-FOREKOMSTER

Det er i de senere år publisert en rekke forslag til klassifisering av anorthositt-forekomster, uten at noen av dem synes å være helt vellykket, og jeg vil derfor bruke noen linjer på å forsøke å rydde opp i forvirringen.

Anderson 1969 skiller mellom:

- 1) Massive plutoner i høymetamorfe områder (eks. Nord-Amerika, Egersund, Øst-Sibir).
- 2) Lag, boudiner eller tektoniske linser i Al-rike skifre og gneiser og/eller kalksilikat-bergarter (eks. Boehls Butte, Idaho).
- 3a) Lag og uregelmessige masser i lagdelte gabbroide intrusjoner (eks. Stillwater og Bushveld).
- 3b) Metamorfoserte og deformerte ekvivalenter til 3a (Skotland, Madagaskar, Fischenæsset).
- 4) De som ikke faller inn i de andre gruppene.

Kommentarer: Skille mellom typene 1 og 3b er vanskelig å gjennomføre i deformerte områder, hvor grenseforhold og mektigheter i den opprinnelige intrusjon er utvasket.

Bruken av type 2 hadde vært grei, om den ikke hadde vært knyttet til en forekomst som det er knyttet en svært spesiell dannelses-teori til (Boehls Butte, Hietanen 1969, metasomatisk omvandling av kalkstein). Typen er derfor basert på kontroversielle genetiske kriterier, og vanskelig å anvende på andre forekomster.

Stanton (1972) og Turner & Verhoogen 1960 skiller hovedsakelig mellom:

- 1) Lag i lagdelte basiske intrusjoner, karakterisert ved basisk plagioklas (bytownitt),
og
- 2) store intrusjoner i metamorfe områder med plagioklas sammensetning svarende til An_{35-60} .

Kommentar: Er for streng v.h.a. plagioklassammensetning, og en rekke forekomster faller derfor helt eller delvis utenfor. Det samme gjelder skille mellom lagdelt og ikke lagdelte bergarter, et skille som ofte blir subjektivt avhengig av de enkelte lags tykkelse, observatørens tolkning, og av hvor omfattende undersøkelsene har vært. Siden den ellers er generelt formulert vil jeg bygge på den i det følgende forslag.

1. Massive anorthositter. Med eller uten:

- a) intern lagdeling i lokal skala
- b) genese knyttet til ofte assosierte massive mafiske komplekser og sene mafiske og/eller sure intrusiver
- c) kontakt-aureoler i omgivende bergarter
- d) hurtigavkjølte grensesoner (chilled margin)
- e) spor etter postmagmatisk deformasjon (skiffrighet, lagning, granulering, rekrystallisering)

Karakteristisk for denne typen er videre:

- f) anrikning av Fe-Ti oksyder
- g) majoriteten av forekomstene domineres av intermediær plagioklas (An_{40-60})
- h) prekambrisk, fortrinnsvis proterozoisk alder på omgivende bergarter.

De største forekomstene av denne type ligger innenfor et belte av proterozoiske metamorfe bergarter i de Nord-amerikanske Fennoscandiske og Østsibiriske prekambriske skjold (fig. 2). Utenfor disse områdene finnes et stort antall forekomster i områder påvirket av omfattende deformasjon omtrent samtidig, for mellom 1600 og 2000 mill. år siden. Omgivende bergarter viser en meget stor variasjon i sammensetning og opprinnelse, men generelt karakteriseres de ved å være metamorfosert under høy temperatur/låvt trykk-betingelser (Bridgwater & Windley 1973), alternativt også middels høye trykk foreslått senere i denne rapport for forekomstene i Jotundekket.

De massive anorthositter er nært knyttet til posttektoniske noritter, gabbroer, kvartssyenitter og (rapakivi-)granitter.

Dette er så ofte tilfelle at det neppe er noen tilfeldighet. Men likevel er det sterkt omdiskutert i hvilken grad de er genetisk knyttet til hverandre, et problem diskutert av Isachsen (1969).

2. Tilsvarende 1, men opptrer som xenolitter i doleritter. Pkt. 1 a, e, f og g gjelder også for disse. Ingen foretrukket alder på omgivende bergarter.
3. Anorthosittiske lag i lagdelte gabbroide intrusjoner. Pkt. 1b, c, d, e gjelder også for disse forekomstene. De karakteriseres ved regional komposisjonell bånding i både grov og fin skala. Anorthosittbåndenes tykkelse varierer sterkt fra tynne årer til over 2000 m tykke soner.

Karakteristisk er ellers

- Prekambrisk alder (både proterozoisk og arkaeisk)
- An-innhold mellom 45 og 100. Generelt øker An-verdiene med alderen og graden av bånding (Romey 1968, Windley 1973).
- Vanligvis enten assosiert med Fe-Ti-oksyd eller chromitt-konsentrasjon, men begge sammen forekommer også.

4. Anorthositt-ganger, dannet ved partiell oppsmelting av gabbroer in situ. An-innholdet i plagioklas vil være variabelt (Kjent sammensetning An_{78-90}). Små dimensjoner sammenlignet med de forannevnte. Eneste kjente forekomst i Norge er av kaledonsk opprinnelse.
5. Anorthositt-ganger. Uregelmessige, som oftest tynne, tildels pegmatittiske årer i metamorfe bergarter. Plagioklas-sammensetning vil variere. Norske forekomster er av kaledonsk alder, andre er ikke kjent.
6. Lag, boudiner eller tektoniske linser assosiert med skifre, gneiser og/eller kalk-silikatbergarter. Bergarten er vanligvis massiv og homogen uten komposisjonell bånding av magmatisk opprinnelse, men relikte magnetiske mineral-

selskap kan observeres. Forgneising og forskifring er meget vanlig. Plagioklasens sammensetning er svært variabel; hele spekteret mellom albitt og anorthitt er representert, ofte innen samme forekomst. Forekomstene er utelukkende prekambriske.

Forekomstene har mange likhetstrekk med massive anorthositter av type 1, men opptrer særlig innen orogene områder der evt. genetisk slektskap til omgivende bergarter kan være vanskelig å påvise pga. f.eks. tektonisering internt og eksternt. Følgelig vil det innen denne gruppe finnes forekomster av vidt forskjellig opprinnelse (i alle fall iflg. de respektive forfattere) som f.eks. metasomatisk omvandling av kalkstein, magmatiske plagioklas kumulater etc.

4 ANORTHOSITTISKE BERGARTER, GLOBAL DISTRIBUTJON

I dette kapitlet gis en oversikt over anorthosittiske bergarter i global målestokk, med særlig referanse til geologisk miljøalder og plagioklassammensetning. Det er tatt utgangspunkt i en dengang ajourført oversikt av Anderson (1969). Nyere data er tatt med der dette syntes nødvendig, men det er ikke gjennomført noen komplett gjennomgåelse av nyere anorthosittlitteratur.

Maksimalt An-innhold i plagioklasen fra de forskjellige forekomster er indikert i kartbilag 1, med data stort sett fra Anderson 1969. Disse verdiene er imidlertid sjelden representative for hele forekomsten, og det er meget få som inneholder vesenglige mengder av $An_{>60}$ -plagioklas, og de blir derfor kort beskrevet nedenfor. For de forekomster som det ikke er indikert plagioklas-sammensetning for er det sannsynlig at data finnes i litteratur publisert siden 1969. For eksempel har Bogatikov (1978) samlet tilgjengelig data på anorthosittiske bergarter i Sovjet.

Norske forekomster er ikke tatt med da de blir beskrevet i større detalj i senere kapitler.

Med referanse til klassifikasjonsforslaget (Kap. 3) er forekomsttypen angitt i parentes. Nummereringen refererer seg til fig. 2.

1. Bell River Complex, Quebec (3). Intruderer Keewatin vulkanitter, og intruderer av kvartsdioritt. Xenolitter med An_{80} i sentrum og ellers labrador An_{60} , i stor grad saussurittisert til An_{10} . Ren anorthositt har utgående 10 x 13 miles. (Freeman 1939, Windley 1973).
2. Chibougamau, Quebec (1). Serie av intrusiver: Ultrabasitt, pyroksenitt, gabbro, anorthositt, dioritt og kvartsdioritt i Keewatin vulkanitter. An_{65-68} , men ofte sterkt saussurittisert eller gjennomskåret av mikroskopiske andesin-årer (An_{31}). 200 km². (Mawdsley & Norman 1935, Anderson 1969).

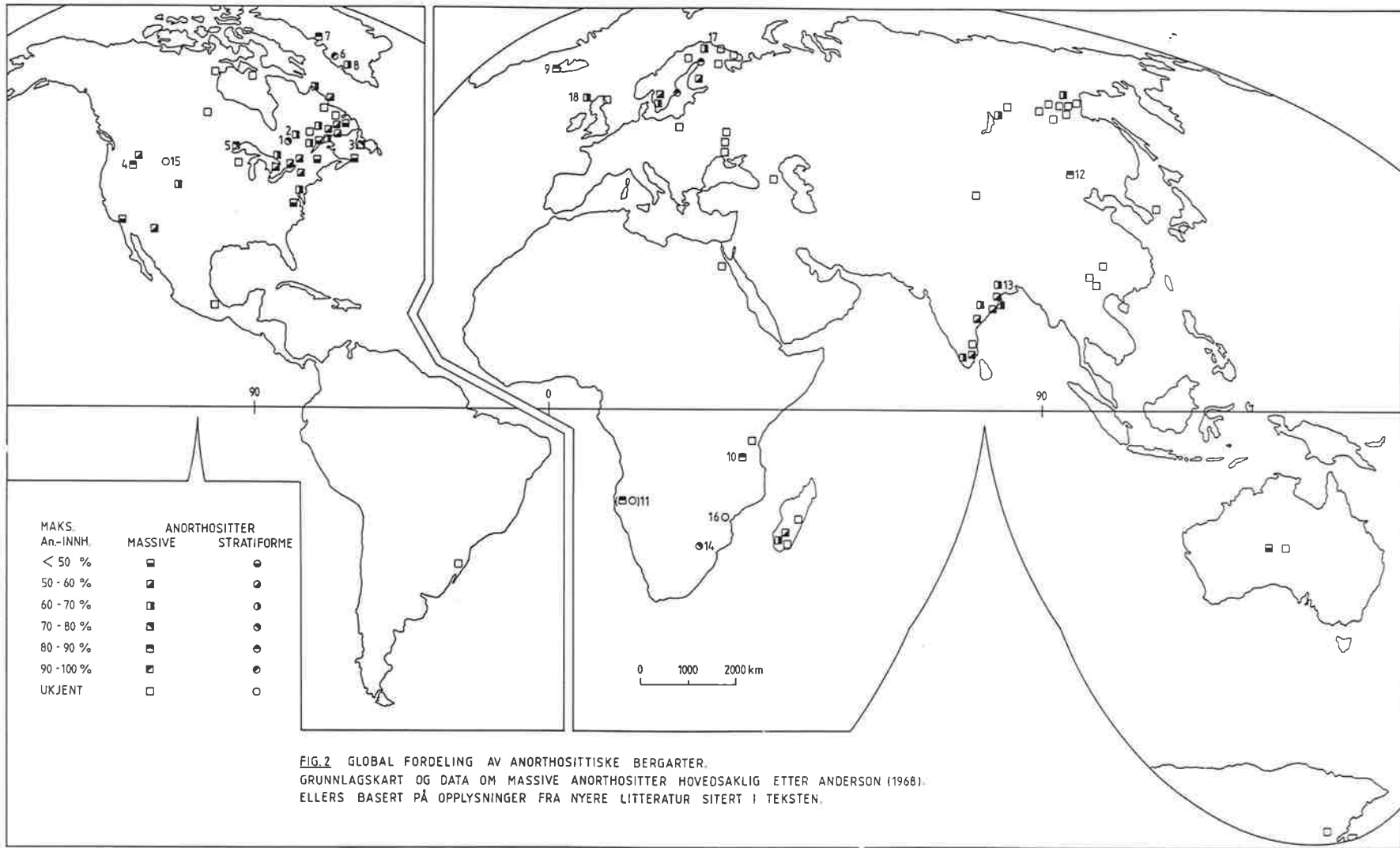


FIG. 2 GLOBAL FORDELING AV ANORTHOSITTISKE BERGARTER.
 GRUNNLAGSKART OG DATA OM MASSIVE ANORTHOSITTER HOVEDSAKLIG ETTER ANDERSON (1968).
 ELLERS BASERT PÅ OPPLYSNINGER FRA NYERE LITTERATUR SITERT I TEKSTEN.

3. Steel Mountains, Newfoundland (1). Fire typer anorthositt: Lys gråhvit, mørk lilla, brun gabbroid og pegmatittisk, på mange måter analogt til forekomstene i Sogn, men dominert av $An_{ca.50}$ (Baird 1954).
4. Boehls Butte, Idaho (6). Lag og linser i en granat-glimmer-skifer. To typer plagioklas, finkornet An_{80-83} og grovkornet An_{40-45} , den siste dominerende. Homogen, sjelden mindre enn 90 % plagioklas 120 km^2 . (Hietanen 1969, Anderson 1969).
- 5a. NE Minnesota (2). Opp til 400 m "brede" inneslutninger i gabbroide intrusjoner (Duluth; Logan Sills). Komposisjonell bånding forekommer. Plagioklas utgjør 97-98 % av bergarten. An_{65-85} med maksimum An_{70-73} . Ubetydelig sonering (Phinney 1969).
- 5b. Duluth, Minnesota (1 eller 2). Linser i troctolitt i Duluth Complex. Fra noen få cm til ca. 400 m "diameter". Mer enn 95 % plagioklas. An_{60-68} . (Phinney 1969).
6. Fiskeneset, Grønland (3). Flak av anorthosittiske bergarter i Arkaeiske kvartsfeltspatiske gneiser. Flakene er vanligvis mindre enn 500 m tykke, men kan følges kontinuerlig over avstander opp til 25 km. Anorthosittsonen maks 130 m tykk opptrer i lagdelt veksling med lencogabbro, gabbro og ultramafiske bergarter. Anorthositten er selv finlaminert. An-innholdet anorthosittene ligger mellom 82 og 88, mens uvanlig høye verdier er funnet i gabbro opp til An_{98} (Windley et al. 1973, Myers & Platt 1977).
7. Søndre Strømfjord. Grønland (1). Dekker toppen av fjellet Qaqortorssuaq (= "den store hvite") med et anslått volum på $3-4 \text{ km}^3$. Vekslende jevnkornig og granulert tekstur; hvit farge; med plagioklas av sammensetning: kjerne An_{75-80} - kant An_{60-65} eller invers sonering $An_{55} - An_{75-80}$ (Ellitsgaard-Rasmussen & Mouritzen 1954).

Vi har undersøkt 2 prøver fra denne forekomsten (Qvale 1979b). De viste et "primært" metamorft mineral-

- selskap Plag + skap + ep +/- amf +/- musk med sekundær dannelse av muskovitt, chloritt og i noen grad epidot, på samme måte som en meget vanlig type fra Gudvangen - Mjølfjell (se kap. 7). Mikrosonde analyser viste An-innhold mellom 79 og 89 i plagioklas som utgjorde mer enn 93 % av bergarten. Aluminiumsinnholdet i prøvene er tilsvarende høyt: 34,5-35 % Al_2O_3 .
8. Gardar, Grønland (2). "Flere tusen m^2 " store inneslutninger i gabbroide og trachydolerittiske ganger, ca. 1200 mill. år gamle. An_{61-40} (Bridgwater 1967).
 9. Breiðafjörður, Island (2). Opptil $0,3 km^2$ store inneslutninger i tertiære doleritter. Plagioklas utgjør 80-99 % av bergarten; An_{70-82} og $Al_2O_3 = 28-31 \%$. (Kristmannsdóttir 1971, Griffin et al. 1974).
 10. Liganga, Tanzania (1). Del av gabbro/noritt/anorthositt-kompleks. Anorthositten er homogen, assosiert med ilmenittårer og lencogabbro. Dominert av labrador/bytonitt, An_{58-83} , gjennomsnitt An_{66} . Sterk saussurittisering $Al_2O_3 = 25-29 \%$ (Wright 1963).
 11. Angola (1 & 3). Kunene Basic Complex i syd er best studert pga. god blotningsgrad. Areal ca. $2500 km^2$. To enheter:
 - Underliggende massiv anorthositt, foliert langs kantene; blek hvit; variabel kornstørrelse. Plagioklas-innhold 90-100 % av An_{60-80} med svak normal sonering. Varierende saussurittiseringsgrad har gitt epidot + skapolitt.
 - Overliggende lagdelt olivin-anorthositt - tractolitt med 70-95 % plagioklas.Komplekset omgis av prekambriske granittiske gneiser og metasedimenter og skjæres av granitter, aplitter og pegmatitter (Simpson & Otta 1960).
 12. Luan-p'ing, China (1). Pl + Opx + Cpx + Ilm + Mgt, med An_{80} . $400 km^2$. Ytterligere detaljer er foreløpig ikke kjent, men forekomsten ser interessant ut pga. høyt An-innhold i plagioklas (Anderson 1969)

13. Bengal, India (1). An_{60-65} . 300 km². (Anderson 1969). Det er sannsynligvis samme forekomst som vi har hatt en prøve fra, for undersøkelse av løselighet. Lokalitet "Nandanpur, Bankura, West Bengal". Mikrosondeanalyser viste An_{60-63} ; $Al_2O_3 = 28,8 \%$. Oppløsningen gikk tregere enn normalt, men råstoffet ansees interessant (Gjelsvik 1980).
14. Bushveld, Sør-Afrika (3). Lagi Lower, Main og Upper Zone i veksling, grov og fin, med pyroksenittiske, norittiske og gabbroide lag. Plagioklas-sammensetning tilsvarende An_{70-75} i Lower Zone, An_{62-72} i Main Zone og An_{45-60} i Upper Zone. Intrusjonen er kjent for sine tildels enorme forekomster av platinoider, chromitt, Fe-Ni-Cu-sulfider og Fe-Ti-oksyder (Willemsse 1969).
15. Stillwater, Montana (3)
og
16. Great Dike, Rhodesia (3) er som anorthositt-forekomster sammenlignbare med Bushveld.
17. Angeli, Finland (1). I Finland finnes en rekke forekomster av anorthosittiske bergarter knyttet til forskjellige geologiske miljøer av Prekambrisk alder (fig. 2) (Sotka 1980). Den største, Angeli, som dekker et areal på ca. 200 km², har en alder på ca. 1950 mill. år, og opptrer sammen med grønnstener og granulitter i Lappland. Denne forekomsten, sammen med tre andre mindre forekomster i det samme området, er også de reneste med jevnt plagioklas-innhold mellom 85 og 98%. Angeli-forekomstens plagioklas har sammensetning mellom An_{65} og An_{75} og er meget liten grad saussurittisert. Derimot er invers sonering opp til An_{95} registrert langs korn grenser. Al_2O_3 -innholdet oppgis til gjennomsnitt 28.5%.

18. South Harris, Ytre Hebridene (1). Massive anorthositter med ca. 90% plagioklas av sammensetning $An_{ca.70}$. Forekomsten er partielt saussurittisert, men holder ellers nær 30% Al_2O_3 . Jensen 1977 oppgir "reserver" (=totalt?) til 250 mill. tonn.

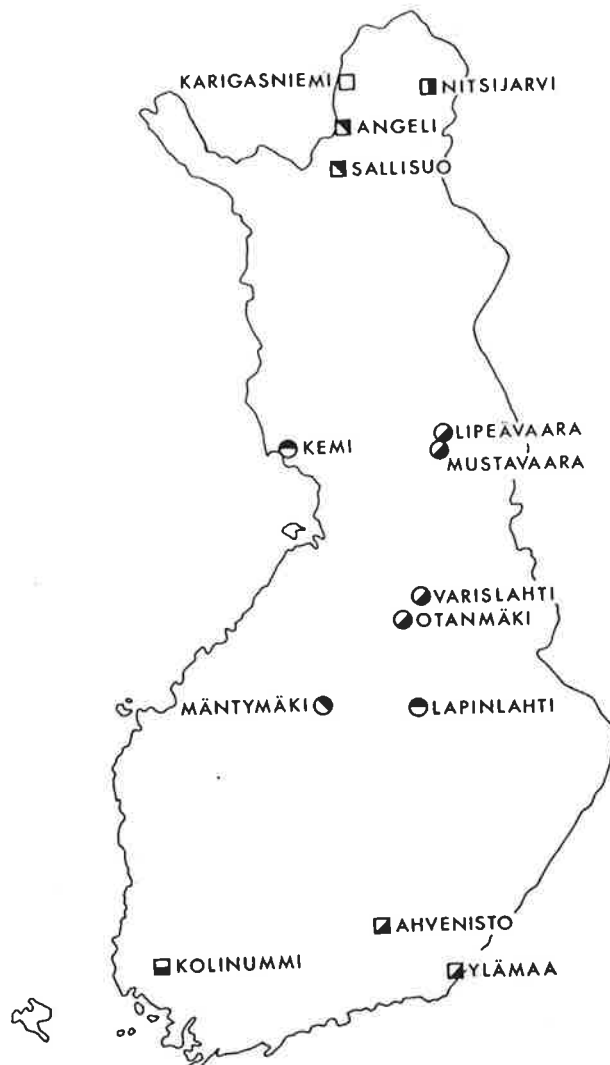


Fig. 3. Anorthositt forekomster i Finland, modifisert etter Sotka (1980) fig. 9. Tegnforklaring som for kartbilag 1.

Av denne stikkord-pregete presentasjonen av et utvalg av kjente og/eller interessante anorthositt-forekomster fremgår at det er svært få som kan betraktes som høyverdige alternative råstoffkilder for aluminium. De vanligste negative faktorer er lavt An-innhold i plagioklas, høyt eller vekslende innhold av mørke mineraler, eller sekundær omvandling. De forekomstene som klart skiller seg ut som fortsatt interessante er noen få av de massive (type 1), og evt. de større inneslutningene (type 2), som har jevnt høyt An-innhold i plagioklasen. Etter min mening gjelder dette Kunene, Angola, Søndre Strømfjord, inneslutninger i Breiðafjörður, Island og N.W. Minnesota om disse er store nok. For Luanping-forekomsten og evt. andre forekomster i China, samt for de i Sovjet, er opplysningene sparsomme.

5. ANORTHOSITTISKE BERGARTER I NORGE

Anorthosittiske bergarter er meget vanlige innen flere viktige geologiske provinser i Norge. De mest kjente er forekomstene i Vest-Norge og i Lofoten/Vesterålen. Men i tillegg er det også enkelte forekomster spredt i landet forøvrig.

Kortfattede oversikter over data om norske anorthositter er tidligere samlet av Lindberg (1976) og Jensen (1977) i ikke offentlig tilgjengelige rapporter. Da det i de senere år er kommet til nye data, både fra mange av de tidligere kjente forekomstene, og fra enkelte "nye", vil jeg forsøke å sammenfatte dette i det følgende.

De generelle data er samlet i tabell 2, mens mer utførlige opplysninger kan finnes i Appendiks A, sammen med referanser for hver enkelt forekomst. Lokaliseringene er markert på fig. 4.

Av dette sees at det de største forekomstene finnes innenfor prekambriske områder. Dette gjelder forekomstene av type 1, 3 og 6 i Lofoten og Vesterålen, på Trøna og Smøla, i Gneisregionen, Jotundekket, Bergensbuene, Egersundsfeltet og på Østlandet utenfor Oslofeltet. Av disse har igjen de fleste en antatt svecofennisk alder rundt 1700 mill. år, mens Egersundsfeltets anorthositter skiller seg ut med en alder rundt 1000 mill. år.

Kaledonske forekomster av type 3, 4 og 5 er påvist i Finnmark, ved Tromsø og på Frøya. Yngst er den lagdelte gabbroide intrusjonen ved Modum i Oslofeltet, med sin permiske alder.

Av registrerte forekomster er det bare de av type 1 og 6 som omfatter store felter av ren anorthositt, d.v.s. med innhold av mørke mineraler mindre enn 10%. De fleste av disse domineres av plagioklas med intermediær sammensetning, d.v.s. An_{40-60} , og evt. surere som følge av sanssurittisering. Det er bare innenfor Jotundekkets forekomster at det finnes større sammenhengende områder med betydelig An-rikere plagioklas.

TABELL 2. For tekst se neste side.

		Anorthositene						
Nr.	Forekomst	Type	Side-bergarter	Alder ca mill. år	Maks dimensjoner	Z M	Plag.s.s.	Al ₂ O ₃
1	Nordre Bumandsfjord, Seiland	4	Intrusiv peridotitt i gabbro. Seiland intrusivkompleks.	500		>5	78-90	-
2	Stjernøy	3	Seiland intrusivkompleks.	"	m: 10-20 m	5-25	79-88	-
3	Ytre Kåven, Øksfjord	1/3?	Lagdelt gabbro. Seiland intrusivk.	"	diam. 2 km	-	67	-
4	Tromsøy og Tromsdalen	5	Amfibolitter	Tidlig kaled.?	t < 10 m	<10-15	17-31	-
5	Eidsfjorden Langøy, Vesterålen	1/3?	Mangerittiske gneiser	>1750	10 km ²	"ren" an.	45-55	-
6	Sunnan, Langøy, Vesterålen	1/3?	" "	"	1 km ²	-	-	-
7	Nappstraumen, Flakstadøy Lofoten	3	Mangeritter, monzonittiske gneiser og metasuprakrustaler.	"	15 km ²	2-25	51-58	-
8	Moskenesøy, Lofoten	1	Gneiser	"	5 km ²	<10	35-50	18-22
9	Trøna, Helgeland	6	Metaeklogittførende grå gneiser	1700?	0,1 km ²	-	28-50	-
10	Smøla, Nordmøre	1/3?	Gabbroide b.a.	"	0,1 km ²	"små mengder"	-	28,2
11	Sandøy & Gurskøy, Sunnmøre	6	Kalksilikatgneiser	"			50-60	
12	Fiskå, Vanylven, Sunnmøre	6	Granodiorittiske gneiser	"	2 x 4 km	10-15	50	
13	Bjørkedalen, Ljosurda & Båvann, Nordfjord/Sunnmøre	6	Kvartsdiorittiske til granittiske gneiser, ultrabasitter	"	0,5-5 km	10-30	45-60(94)	17,2-32,7
14	Tafjord-Grotli	6	Udifferensierte gneiser m/basiske og ultrabasiske b.a.	"	m: 400 m	5-25	40-65	-
15	Risberget etc. Oppdal	6	Udifferensierte gneiser, charnockittiske øyegneiser.	"			<60	27-28 %
16	Nordfjord/Sunnfjord	6	Fjordane kompleksets gneiser/meta-suprakrustaler	"	m: 500 m		40-60	27,3
17	Frøya, Bremanger	5	Gabbro intrudert i tektonisk melange	400?			60	-
18	Bergensbuene	1	Magmatiske b.a. av sur til ultrabasisk sammensetning.	1700?	75 km?	>10	7-60	20-29,5

Fortsetter neste side

Anorthositene

Nr. Forekomst	Type	Side-bergarter	Alder ca. mill. år.	Maks dimensjoner	% M	Plag.s.s.	Al ₂ O ₃
19	6	Fyksesund, Hardanger	"	20 m x 4 km	-	22	-
20	3	Heidal & Kvam, Nord-Gudbrandsdalen.	"	100 km ²	>10	<35	-
21	3	Espedalen, Oppland	"	m: ca. 1 m	-	-	25-28
22	3	Ottlaukampen, Østerdalen	"	-	-	labrador	-
23	6	Slidre	"	b. 2 km	10	<(65-75)	-
24	-	Fåvang, Gudbrandsdalen	600?	-	-	-	-
25	6	Norby, Akershus	1700?	0,3 x 1,5 km	<5-25	25-35	20-23
26	3	Sønstebyflaket, Modum	280	0,5 km	>10	70-90	26,5-28,4
27	3	Iglefjern/Hestfjellet, Nordsjø, Telemark	280	80 m x 2-3 km	>10	60	23-28
28a	1	Egersund-Ogna	1050	ca. 500 km ²	-	40-50(70)	-
b	1	Haaland-Helleren	"	ca. 125 km ²	-	-	-
c	1	Åna-Sira	"	ca. 160 km ²	7	30-56	-
d	1	"Utrelligeren", Lundeavatnet	"	ca. 25 km ²	-	38-55(90)	-
e	1	Hidra	"	ca. 12 km ²	-	-	-
f	3	Bjerkereim-Sogndal	"	totalt ca. 70 km ²	-	15-44	-
29	1	Jotundekket i Hordaland og Sogn	1700?	ca. 700 km ²	0-50	11-91	27-33

Tabell 2. Generelle geologiske data på norske anorthositforekomster. For detaljer henvises til appendiks A og kapittel 5 samt deres referanser. (Nr. referer seg til fig. 4 og appendiks A. & M: & mørke mineraler i bergarten. Plag.s.s.: plagioklasens sammensetning oppgitt som % An eller på annen måte hvis indikert. Al₂O₃: Vekt % Al₂O₃ i bergarten. m.: mektighet. t.: tykkelse. b: bredde).

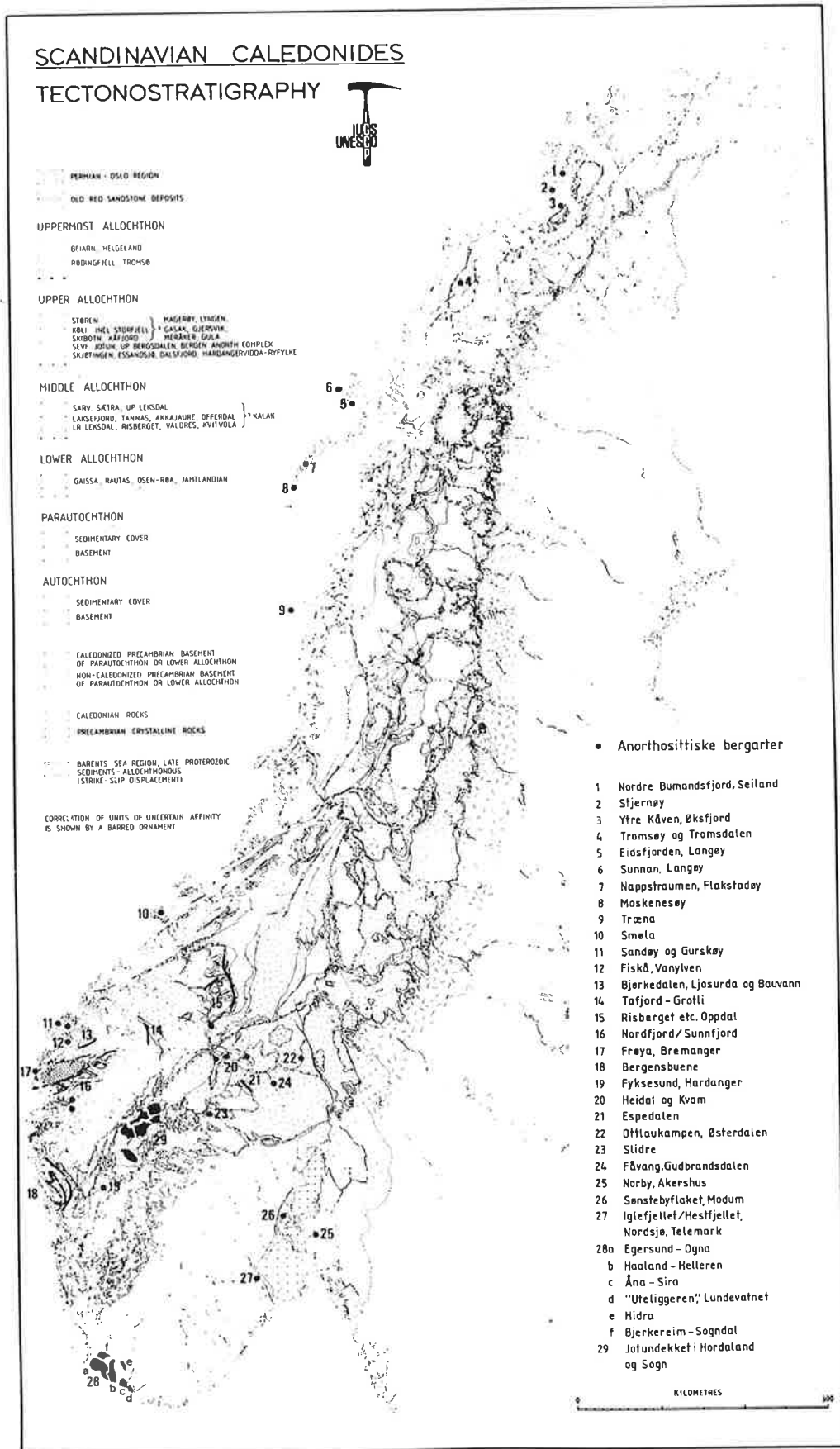


Fig. 4. Forekomster av anorthositiske bergarter i Norge. Geologi: IGCP - Project Caledonide Orogen, NGU - SGU 1981.

De kaledonske og permiske forekomstene karakteriseres bl.a. ved høyt An-innhold i plagioklasen, men de synes å representere for små volumer og/eller for høyt innhold av mørke mineraler til å kunne være av økonomisk betydning.

Som en kuriositet i denne forbindelse er de anorthosittdominerte deler av Biskopåskonglomeratet selv om det anorthosittiske materiale antas å være derivert fra en nærliggende kilde i grunnfjellet.

6. JOTUNDEKKET

6.1 Lokalisering

Jotundekket representerer den øverste tektoniske enheten i det sentrale Sør-Norges kaledonider, og strekker seg fra Vågå i nordøst til Voss i sørvest. Anorthosittiske bergarter opptrer, som diskutert i foregående kapittel, i øst i enheter korrelert med Jotundekket. Men det er i den sydvestre ende man finner de store masser fordelt på to store og flere mindre "massiver" i indre Sogn og sydover mot nordlige deler av Hordaland. Disse områdene karakteriseres ved et grovt terreng med dype fjorder og daler som skjærer inn mellom fjellpartier opp til 1700 m.o.h. Dermed eksponeres mange steder gode vertikale profiler som gir viktige bidrag til forståelsen av den regionale geologien. Dette vil her bli utnyttet ved å gjennomgå geologien i et profil fra Sogn til Hardanger, tvers gjennom denne delen av den kaledonske foldningsgrøften.

6.2 Tidligere regionalgeologiske arbeider

De første resultater av kartlegginger i denne delen av landet ble publisert like etter århundreskiftet av Rekstad (1905) for områdene øst for Aurlandsfjorden og Lustrafjorden og av Reusch (1905) for områdene syd for Voss. Reusch (1908) ga nye data for områdene langs vest-siden av Lustrafjorden og syd for Flåm som del av kartet over "strøket mellom Jostedalsbrå og Ringerike". Goldschmidt (1916) skilte de magmatiske bergarter i området, og introduserte begrepet "bergarter av Bergen-Jotunstammen".

Hødal (1945) kartla området nord for Oppheimsvatnet, og diskuterte særlig anorthosittenes natur og genese. Skjærli (1958) kartla grunnfjell og fyllitter og dekkebergarter mellom Leikanger og Sogndal. Kvale (1960) ga en oversikt over geologien syd for Sogn med profiler gjennom grunnfjell, fyllitt, Bergsdalsdekker og Jotundekket. Bryhni et al. (1977) har presentert det hittil siste bidrag, med oversiktskart over de sentrale anorthosittførende områder.

I løpet av de siste 5 årene er det i tillegg fullført eller igang kartlegging i skala 1:50 000 over hele det aktuelle området fra Hardanger til Sogn. Jeg vil derfor i den følgende framstilling også basere meg på data fra disse arbeider (Lutro 1979a, Henri & Lacour 1981, Bryhni 1977, 1979a og b, 1980, Bryhni & Brastad 1978, Bryhni et al. 1978, Bryhni in prep., Kvale & Ingdahl 1981, Kvale & Ingdahl in prep., Kvale, Torske & Ingdahl in prep., Qvale 1981).

6.3 Regional geologi

Denne delen av den Kaledonske fjellkjede karakteriseres ved en serie av skyvedekker med eller uten fyllittiske bergarter mellom. Disse enhetene danner en depresjonslignende SV-NØ-gående struktur (foldningsgrøften) og hviler på grunnfjellsgneiser i NV og SØ. Et kart over de viktigste tektonostratigrafiske enheter samt noen av de mest karakteristiske litologiene er presentert i kartbilag 01, sammen med to skjematiskerte profiler A-A' fra Leikanger til Aurland og B-B' fra Fortun til Fykesund (kartbilag 01).

Den viktigste regionale strukturen i denne delen av Kaledonidene er Foldningsgrøften selv, og alle strukturelementer som følger den: Dette gjelder særlig foliasjoner, dekkegrenser og linjestrukturer i fyllittene og de fleste dekkeenhetene. Enkelte av de sistnevnte, som f.eks. øvre flak av Jotundekket, og Jotundekket med underliggende fyllitt syd for Aurland, er sterkt påvirket av den tidlige såkalte Kaledonske tverretning, folder med akse NV-SØ som klart sees av kartbildet f.eks. sydøst for Flåm (kartbilag 01).

Begge disse strukturer er skåret av to sene regionale forkastningssoner med ca. 60° nordlig fall og retning ØSØ-VNV som dermed krysser Foldningsgrøften "diagonalt" og ligger en echelon i forhold til hverandre. I begge tilfeller er nordsiden falt ned i forhold til S-siden. Den nordligste er iflg. M. Heim (pers. medd.) en kontinuerlig fortsettelse av den såkalte Tyin-Gjende-forkastningen som i øst har en anslått spranghøyde på min. 3000 m. Vest for Lærdal skjærer den anorthosittiske bergarten med spranghøyde minimum 1000 m. Den er ikke fulgt videre på vestsiden av Nærøyfjorden, men retningen peker mot et område med intens forkastningstektonikk, med lokale horst

og graben-dannelser og det holdes derfor for sannsynlig at den dør ut i dette området.

Den sydligste forkastningssonen er fulgt fra syd for Flåm via Mjølfjell mot Voss der den går inn i en fyllitt. Ved Mjølfjell anslås spranghøyden til minimum 500 m. Sonen er medvirkende årsak til at grunnfjellsvinduet ved Upsete er blottlagt ved erosjon.

Forkastningene må være knyttet til sene bevegelser i foldningsgrøften, muligens samtidig med en isostatisk innsynkning av underlaget for det tunge Jotundekket. Geometrien ved forkastningene viser at området da må ha vært utsatt for tensjon langs foldningsgrøften.

6.4 Tektonostratigrafi

Mange av de tektoniske enhetene kan følges over store områder, mens andre er av mer lokal utbredelse. Jeg vil derfor ta utgangspunkt i tre viktige men høyst forskjellige stratigrafiske "søyler" i nord og mot sør fra Jotundekket til grunnfjellsbergarter og i sørvest langs foldningsgrøften (tabell 3).

6.4.1 Grunnfjellet

Grunnfjellet i nordvest hører til Jostedalskomplekset som en del av den vestnorske "Gneisregion" (Bryhni 1966). Migmatittiske gneiser av kvartsdiorittisk til granittisk sammensetning dominerer (Skjerlie 1958), men også diorittiske gneiser, glimmergneiser og øyegneiser er meget utbredt. Disse bergartene er gjennomført av granitter, pegmatitter og basiske intrusiver (nå amfibolitter).

Aldersforholdene i Gneisregionen er langt fra klare, men ensynstese av de radiometriske aldersdateringer i de senere år synes å indikere en maks. alder på 16-1800 mill. år for migmatittene, granittintrusjoner og metamorfose ca. 1000-1100 mill. år og tilslutt en kaledonsk gjennomgripende metamorfose for ca. 400-600 mill. år siden.

Sogn (Bryhni et al.1977)	Voss - Dale (Kvale 1960, Kvale & Ingdahl 1981)	Ulvik (Qvale 1981)
Øvre plag.rike enhet Anorthosittiske b.a. Gabbroide b.a. Ultramafitter Pegmatitter	Øvre flak, Jotundekket Anorthittiske b.a. etc.	Jotundekkets øvre flak Anorthosittiske b.a. Gabbroide bergarter Blastomylonitter
Undre alk.fsp.rike enhet Massive mangerittiske og jotunittiske b.a. Gabbronoritt Pegmatitt	Undre flak, Jotundekket Mangerittiske og nær- stående gneiser	Undre enhet Båndete, gabbroide gneiser Udiff. gneiser Kvartsitt
Skifrige båndete gneiser m/relikt mangeritt etc.	Fyllitt Lønahorgiflaket etc. Granittiske/ diorittiske b.a. Gneiser Amfibolitter Interne fyllitter	Udiff. intermed og sure gneiser Granittiske gneiser Kvartsofeltspatiske gneiser
Blastomylonitt		Kvartsofeltspatiske gneiser
Mylonitt	Fyllitt	Fyllonitt
"Sparagmitt" Kvartsofsp. skifer	Gråsideflaket etc. Kvartsskifer Interne fyllitter Granitt Metarhyolitt	Tyessedalsdekket Kvartsskifer Intermed, båndete skifre/ gneiser
	Fyllitt	Kvartsitt Fyllitt
Fyllitt m/ultramafitt	Fjoseflaket Kvartsskifer Amfibolitt	Udiff. sure til inter- mediære gneiser Amfibolitter Dioritter Metaperidotitt
Autokton (?) Kambrosilur	Fyllitt	
Grunnfjell	Torfinnsvatnflaket etc. Kvartsitt Kvartsskifer Konglomerat Metabasalt Metarhyolitt Metadacitt	Bulkodekket Kvartsofeltspatiske skifre/gneiser Granittiske gneiser
	Fyllitt	Fyllitter (lokale)
	Seimsvatnflaket Kvartsskifer	Espelandsdekket Kvartsskifer Blastomylonittisk gneis Interne fyllitter
	Fyllitt	Fyllitt
	Midtre flak UBD	Kvitenosdekket Kvartsskifer
	Fyllitt	Fyllitt
	Undre flak UBD	Grunnfjell
	Fyllitt	
	Grunnfjell	

Tabell 3. Tektonostratigrafisk inndeling i forskjellige deler av dekkeområdet mellom Hardanger og Indre Sogn. Enhetenes navn er å betrakte som forslag, og kan bli endret ved evt. endelig publisering.

Mellom Lærdal og Aurland er grunnfjellsbergarter blottet i et vindu. Også her er det migmatitter og intrusiver som dominerer, med flere generasjoner av gneiser, amfibolitter granitter og pegmatitter (Bryhni et al. 1977).

I syd langs Hardangerfjorden er det granittiske og diorittiske gneiser som dominerer. Den sistnevnte er den mest homogene og sannsynligvis også den yngste. Karakteristisk innslag er også metasuprakrustale bergarter som kvartsitter, intermediære folierte og båndete gneiser (meta-vulkanitter ?) korrelert med Telemark-suitens bergarter (Kvale 1960). Tre generasjoner av granittiske ganger er observert i metasuprakrustalene, mens antallet og rekkefølge ikke er klartlagt i de granittiske gneisene.

Grunnfjellsbergartene er i varierende grad kaledonsk deformert opp mot overliggende fyllitt. Bryhni et al. (1977) nevner sterk forskifring av gneisen "mange titalls meter under skyveplanet" ved Sogndal. Dette synes å være typisk for grense soner i nordvest. I øst ved Aurland og Lærdal er massive grunnfjellsbergarter omdannet til båndete blastomylonitter som enkelte steder kan være opptil 50 m tykke.

I syd er påvirkningen mindre konsentrert. De øverste 20-30 m er sterkt forskifret, og er der svært lik fyllitter. Videre minst 1 km ned i grunnfjellet opptrer forskifringssoner, forkastninger og glideplan parallell med fyllitt grensen med avtagende hyppighet.

Grensen mot fyllitt har i nordvest et fall på $10-35^{\circ}$ i varierende retning, og i syd $5-50^{\circ}$ mot nord til nordvest. Det er generelt konkordans mellom foliasjonene i de to bergartsenheter, men dette antas å være en følge av dekkebevegelsene i fjellkjeden. Ofte indikerer strukturer litt ned i grunnfjellet diskordante grenser (Bryhni et al. 1977).

6.4.2 Autoktone sedimenter

Autoktone sedimenter er bevart lokalt ved Hallingskeid der en lomme av basalkonglomerat er bevart under fyllitt (Kvale 1960). I Skjolden forekommer basalkonglomerat og alunskifer direkte på grunnfjellsbergarter (Goldschmidt 1941). Lokale kvartsitter i kontakt med grunnfjellsbergarter kan også representere basalavsetninger. Over alt ellers er det tektonisk grense mellom grunnfjell og overliggende enheter (Bryhni et al. 1977).

6.4.3 Fyllitt

Fyllitt kan opptre i alle nivåer under, over og innen Bergsdals-dekkekomplekset. Samtlige dekkeenheter er lokalt eller regionalt avgrenset av fyllittiske bergarter. I vest er det av denne grunn skilt ut åtte regionale fyllittsoner (tabell 3) som imidlertid, fordi mange av disse enhetene kiler ut mot nordøst, løper sammen i Sogn og ved Hallingskeid. Nord for Sogndal kiler også fyllitten selv ut, slik at mangerittiske mylonitter (øvre flak av Øvre Bergsdalsdekke?) ligger direkte på grunnfjellsgneiser.

Fra Grinde vest for Leikanger er det beskrevet grunnfjellsgneiser med skifersoner som er korrelert med fyllittene (Skjerlie 1958). Bryhni et al. (1977) foretrekker imidlertid korrelasjon med "Fjordane-komplekset", en del av den prekambriske Gneisregionen, på litologisk grunnlag.

De ordinære fyllitter ble tidligere ansett for å være av Kambro-silurisk alder, men det er nå akseptert at de også kan ha prekambrisk opprinnelse.

Litologisk er fyllittene en heterogen gruppe. Kvarts-chloritt-sericitt-skifre med eller uten kvartslinser dominerer, men inkludert er også ordinære glimmerskifre, kvartsitt, kvartsskifer, grafitt-holdig fyllitt, kalkholdig fyllitt, tynne marmorbenker og grønnskifer. I tillegg er det funnet forskifrete

gneisflak innesluttet i fyllitt nær grunnfjellsgrensen ved Feios (Bryhni et al. 1977) og sydvest for Ulvik, samt et stort antall ultramafitt-forekomster i fyllittene i nordvest. Talk og serpentin dominerer disse fullstendig, og ved Framfjord er det for tiden drift på talkforekomster.

Det har vist seg vanskelig å etablere noen stratigrafi innen fyllittene. Dette skyldes særlig den intense deformasjon som fyllittene har gått igjennom, og som p.g.a. små kompetanse-variasjoner, har ødelagt muligheten for å få bevart en opprinnelig lagserie uforstyrret.

En stratigrafisk nøkkel ligger i opptreden av ultramafittlinser i en posisjon under Øvre Bergsdalsdekkes ekvivalenter innen kartblad Myrkdalen (Kvale & Ingdahl in prep.) og sannsynlig også under det øvre flak av undre Bergsdalsdekke. Dermed kan årsaken til at det ikke finnes slike ultramafitter langs sydøst-siden ligge i at fyllittene her representerer et annet og høyere nivå som ikke er ultramafittførende (se tabell 3 der dette er indikert).

6.4.4 Undre Bergsdalsdekke

Undre Bergsdalsdekke dekker store områder mellom Sannanger og Kvamskogen, i syd og Stølsheimen i nord langs foldningsgrøftens vestsida. De ligger bare i ubetydelig grad innenfor det geologiske kartet, men er for helhetens skyld tatt med her og i øst-vest-profilet. Opplysningene er hentet fra Kvale (1960).

Innenfor undre Bergsdalsdekke er det skilt ut tre separate enheter, undre, midtre og øvre flak. De ligger regionalt med sydøstlig fall slik at det undre flak også er det vestligste. Det er ikke registrert ekvivalente enheter langs foldningsgrøftens sydøstside.

Undre flak kan følges over 50 km med en maksimal tykkelse på 100 m. De viktigste bergarter er metadacitt, metabasalt og granitter.

Midtre flak løper parallelt med det undre med en maksimal mektighet på 300 m. Denne enheten domineres av metadacitt og metabasalt.

Øvre flak kiler ut ca. 10 km lenger syd enn de underliggende flak, men gjenfinnes som vinduer/linser i fyllitten lenger nord. Maksimal tykkelse er ca. 5000 m. Det er en meget heterogen enhet med betydelige mengder av granitt, kvartsdioritt, metabasalt, metadacitt, kvartsitter og glimmerskifer.

6.4.5 "Øvre Bergsdalsdekke"

"Øvre Bergsdalsdekke" er også tradisjonelt delt i tre enheter; øvre, midtre og undre flak (Kvale 1960). Nyere kartlegging innenfor kartbladene Voss og Ulvik har vist at selv denne diversifisering er for enkel (dessverre), samt at kartbildet for enkelte av enhetene bør endres (Kvale & Ingdahl 1981, Qvale 1981). Da enhetene heller ikke opptrer i selve Bergsdalen er det neppe hensiktsmessig å opprettholde de gamle detaljbetegnelser, og nye fra kartbladene Voss og Ulvik vil derfor bli benyttet i den følgende beskrivelse.

Kvitenosdekket (del av tidl. "undre flak") har sin arealmessig største utbredelse nord og syd for Voss men strekker seg fra Bjørnafjorden i sydvest til Granvin i øst og Vikafjellet i nord der det kiler ut mellom fyllitt og overliggende dekkeenhet (kartbilag 01). En kombinert følge av utkiling mot øst, og morfologi har ført til at dekket er delt i to ved Voss. Viktige bergarter er kvartsitt, kvartsskifer, kvartsitt konglomerat, meta-rhyolitt/dacitt/basalt, alle tidligere korrelert med Telemark suitens bergarter av prekambrisk alder (Kvale 1960). Maksimal tykkelse anslås til 3000 m, ved Fyksesund.

Espelandsdekket (i øst tidl. "midtre flak") opptrer i sydøst, og strekker seg fra syd for Myrdal, der det ligger i kontakt med Jotundekketts bergarter, og vestover til Voss. Der kiler det sannsynligvis ut under Bulkodekkets bergarter (se nedenfor).

Dette er den klassiske kvartsskiferenheten i Vosse-området som har gitt grunnlag for omfattende helleskiferdrift ved Voss, Espeland og i Osa. I tillegg til kvartsskifer omfatter denne enheten granittiske og blastomylonittiske gneiser samt flere lokale fyllittsoner. Total mektighet er maksimum 250 m.

Bulkodekket (i vest dels "undre", dels "midtre flak") kan følges kontinuerlig fra Framfjord i Sogn til Granvin. Det har sin største mektighet innenfor kartbladene Voss og Myrk-dalen med ca. 1000 m. Dekket domineres av kvartsskifre og kvartsitter og kvartsdiorittiske og granittiske gneiser. I utliggeren syd for Voss er de granittiske gneiser stort sett alene.

Tyssedalsdekket (tidl. "øvre flak") er en mektig diskontinuerlig enhet med to store forekomster i nord for Voss og syd for Raundalen fra Urdland til Upsete. De ligger som oftest i direkte kontakt med overliggende Jotundekke-bergarter langs en fyllonitt/mylonitt-sone, men lokalt opptrer også ordinære fyllitter langs grensen.

Innenfor kartblad Ulvik viser dette dekket en meget kompleks oppbygning med flere separate foldete skyvesoner, og omfattende magmatisk aktivitet i flere generasjoner. De viktigste bergartene er kvartsskifer, kvartsfeltspatiske gneiser, granittiske, mangerittiske og diorittiske gneiser, mylonitter, øyegneiser og diorittiske intrusiver. Den samlede tykkelse anslåes her til minst 4000 m.

Nord for Voss er enheten dominert av kvartsskifre og kvartsitter, og er betydelig tynnere.

I Sogn opptrer fra Vik og nordover en serie av lyse kvartsfeltspatiske bergarter med underordnede innslag av basiske grønne skifre (Bryhni et al. 1977) og mørkere blastomylonitter/mylonittgneiser i samme tektoniske posisjon: rett under Jotundekkets bergarter. Disse er tidligere tolket som ekvivalenter til Valdres-sparagmitt (Skjerlie 1958, Sellevold 1960). Bryhni

et al. (1977) at de mørke bergartene meget sannsynlig representerer nedknuste mangerittiske "Jotunbergarter" enten som en såle i Jotundekket eller som en separat enhet. Dette er imidlertid bergarter som dominerer i de sørvestlige deler av Tyssedalsdekket, og jeg finner det derfor naturlig å korrelere disse enheter.

Lokalt er slike bergarter også påvist i bunnen av Jotundekket ved Flåm, og også der synes derfor den overnevnte korrelasjon å være rimelig.

6.4.6 Jotundekket

Jotundekket er det øverste skyvedekket i denne delen av kaledonidene. Tradisjonelt er også dette dekket delt inn i separate tektoniske enheter av varierende regional betydning. Viktigst er påvisningen av et øvre flak dominert av plagioklas-rike bergarter og et undre alkalifeltspat-førende flak ved Sogndal (Lacour 1969). Dette skille kan følges over hele kartområdet, (kartbilag 1) selvom grensens karakter mange steder kan være diskutabel.

6.4.7 Jotundekkets tykkelse

Jotundekkets og dermed Foldningsgrøftens tykkelse og form i dypet har det vist seg vanskelig å bli enige om. To forhold synes særlig viktige:

- 1) Langs begge sider av Foldningsgrøften, f.eks. ved Leikanger og Aurland viser foliasjonsmålinger på grensen mellom fyllitt og grunnfjell et fall mot sentralaksen på ca. 20° . Ekstrapolering av foliasjonsplanene tilsier en maksimal dybde på ca. 5 km under havnivå i dette området.

2) Fareth (1977) har vist at grensen mellom fyllitt og grunnfjell er langt fra plan i områdene øst for Aurland (fig. 5). Orienteringen varierer sterkt, og det er ingen grunn til at det ikke skulle være slik i de dypere liggende deler også.

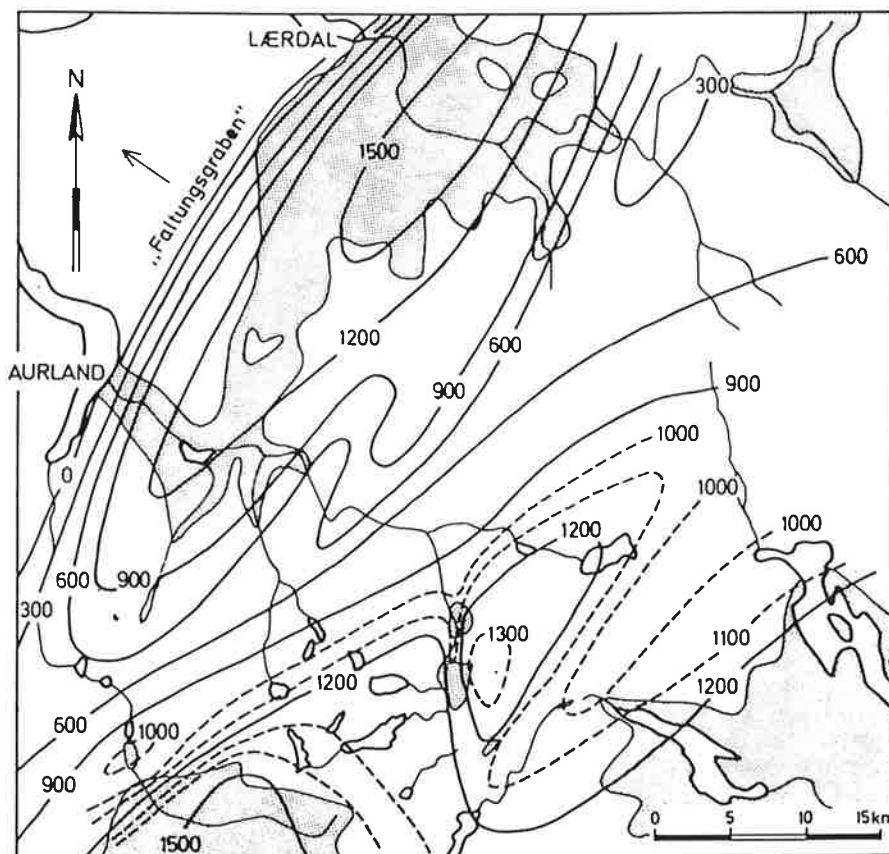


Fig. 8. Structure-contour map of basement floor, based on available geological and topographical data; Aurlandsdalen-Lærdal area. Shaded areas are outcrops of Precambrian basement. Contour interval 300 m, with auxiliary contours at 100 m interval. Reliability of contours is variable, generally decreasing away from the basement contacts.

Fig. 5. Struktur-konturkart over grensen grunnfjell-fyllitt i Aurlandsområdet (fra Fareth 1977).

Da det er lite sansynlig at fallet i regional skala kan være særlig større enn de nevnte 20° , reduseres dermed den mulige største dybde.

Ramberg (1976) har i et profil (nr. V s/34) en svak positiv tyngdeanomali over denne del av Foldningsgrøften. Med en anslått gjennomsnittlig tetthet på 2.80 g/cm^3 på dekkebergarter og fyllitt kan denne anomalien være forårsaket av at slike bergarter forefinnes ned til 2,5-3 km under havnivå, og med et lettere overveiende granittisk grunnfjell under.

Dette tilsier en samlet tykkelse av Foldningsgrøftens bergarter på mellom 4 og 5 km i Sogn, som sammenholdt med pkt. 2 ovenfor synes svært rimelig, og er benyttet i profilene (kartbilag 02).

6.4.8 Undre flak

Undre flak kan følges kontinuerlig langs hele nordvestsiden av Foldningsgrøften fra Luster til Voss, og derfra østover mot Myrdal, Aurland og Lærdal. Mot underlaget er det utviklet mylonittiske bergarter særlig blastomylonitter. Over Tysse-dalsdekket i syd er imidlertid tynne ultramylonitter og fyllo-nitter karakteristisk.

Foliasjonen i undre flak følger stort sett grensen mot underlaget, unntatt i syd der grensen mot Tysse-dalsflaket kutter Jotundeckets strukturer.

Høyere opp i undre flak er det mange steder påvist omfattende tektoniske brudd med mylonitter, vinkeldiskordanser etc. utviklet langs grensene. Mange av disse har det imidlertid vist seg vanskelig å følge over større distanser.

Ved Sogndal har Lacour (1969) skilt ut en lavere mikroklinførende enhet med kvarts og sur plagioklas, mens den øvre har mesoperthit, intermediær plagioklas og lite kvarts. Bryhni et al. (1977) påpeker at denne forskjell for en stor del skyldes forskjell i deformasjon, og at begge typer, som ofte kan finnes sammen, stammer fra diorittiske til mangerittiske bergarter.

På sydsiden av Sognefjorden er det innenfor kartblad Leikanger (Bryhni et al. 1978) sydover fra Feios på samme måte skilt mellom en lavere sterkt deformert kvartsfeltspatisk gneis og den øvre mangerittisk gneis.

Innenfor kartblad Ulvik (Qvale 1981) er det i vest skilt mellom lavere kvartsfeltspatiske gneiser, midtre båndete sure til intermediære gneiser, og en øvre tilsvarende, men kvartsittførende. De sistnevnte gneisene omtales senere. De to førstnevnte ser ut til å være ekvivalenter til de overnevnte lavere og øvre enheter i Sogn. I det mellomliggende området har det imidlertid foreløpig ikke lyktes å definere grensene. Karakteristisk nord for Raundalen er det at den midtre enheten er gjennomskåret av et tett sett av øst-vestgående granodiorittiske ganger. Slike bergarter finnes igjen i alle overliggende enheter, men ikke i de underliggende.

I de østlige områder er det ikke registrert åpenbare brudd. Men mens det i sør mot Upsete synes å være et sterkt gabbroid innslag, er det de ofte mangerittiske gneisene som dominerer nordover mot Lærdal. Det er ikke klarlagt hvordan grenseforholdene mellom disse to domainer er.

I de gabbroide gneisene nordøst for Mjølfjell opptrer megaboudiner av lite deformerte lagdelte gabbroer som antas å ha samme sammensetning som gneisene, men har "overlevet" for-gneisningen som relikter. De viser helt uforstyrret magmatiske bånding definert ved veksling i mengde av plagioklas, amfibol, pyroksen og Fe-Ti-oksyder; og gjennomsettende leukogabbroide ganger (fig. 6) med magmatisk tekstur, og bare svakt begynnende koronadannelse mellom orthopyroksen og plagioklas. De representerer derfor viktige brikker i diskusjon av dannelselse og deformasjon av de beslektede overliggende anorthorittiske bergartene.

Den øverste kvartsitt-førende gneisen nevnt foran utgjør grensefacies mot overliggende gabbroide og anorthosittiske bergarter i øvre flak av Jotundekket. Det kan følges diskontinuerlig rundt hele Gudvangen-Mjølfjell massivet med en tykkelse varierende mellom 0 og 2000 m. Kvartsitt-førende gneiser er påvist i samme posisjon mot nord til Feios, samt i lavere nivåer i undre flak av Jotundekket.

Kvartsittene har en spesiell genetisk betydning da de tidligere ble ansett å ha magmatisk opprinnelse (som "silexitter") (f.eks. Hødal 1945). Deres opptreden i gneisene sammen med metasedimenter (leirskifre etc), tydelig bånding og urene karakter (Dugstad 1965) tyder på en ordinær sedimentær dannelselse for disse bergartene i overenstemmelse med Fareth's (1977) konklusjon.

6.4.9 Øvre flak

Øvre flak av Jotundekket er blottet i to store massiver, h.h.v. langs de undre deler av Sognefjorden mellom Kinsedal og Fresvik, og langs fylkesgrensen Hordaland/Sogn mellom Gudvangen og Mjølfjell der de danner tektonisk avgrensede bassenger i underliggende gneiser. I tillegg finnes en rekke mindre forekomster som utligger og tektoniske linser utenfor de store massivene.

Gabbroide og anorthosittiske bergarter dominerer i det øvre flaket. De gabbroide bergartene opptrer dels som mafisk ledd i båndingen i northosittiske bergarter, som linser, lag og boudiner i disse eller som separate forekomster av gabbroide gneiser og båndete gabbroide bergarter. I nordøst er inn-

slaget av granodiorittiske intrusjoner tydelig, og danner rundt munningen av Lustrafjorden en stor sammenhengende massiv der sidebergarten bare finnes som xenolitter. Ved Offerdal er det tatt ut granodioritt til bruk som bygningssten ("Offerdalsgranitt").

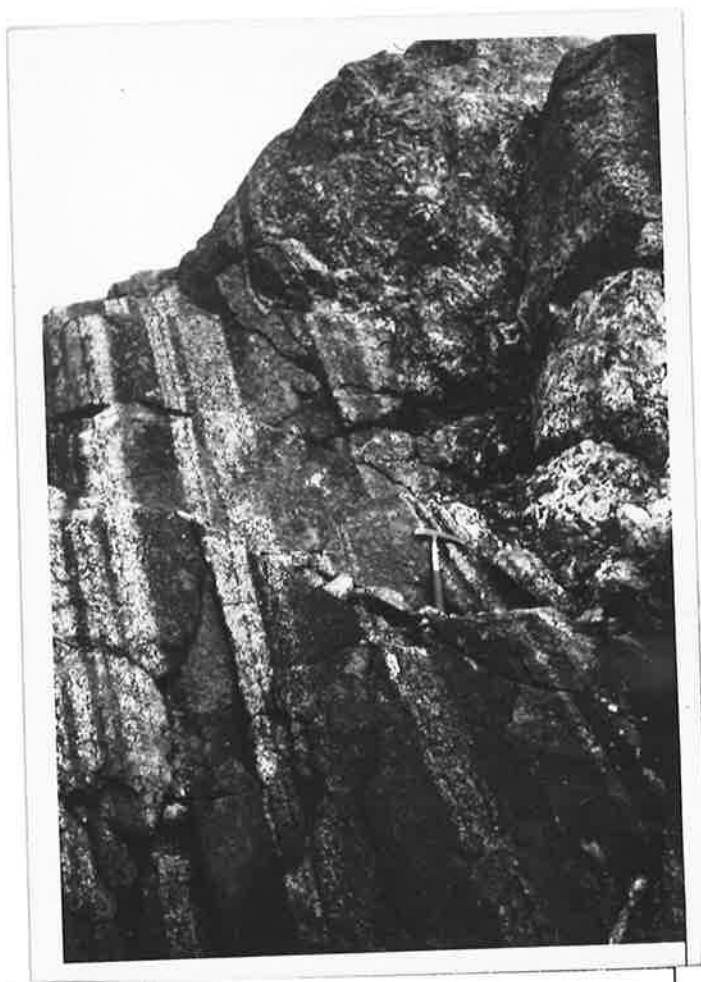


Fig. 6. Lagdelt gabbro (olivingabbronoritt) gjennomsett av koronaførende leukogabbro/anorthositt. Storebotn, Mjølfjell.

6.4.10 Aldersdateringen

Rekognoserende aldersdateringer er utført på flere bergartsenheter innen Jotundekket. Bhanumathi & Bryhni (in prep.) har analysert mangerittiske, gabbroide og anorthosittiske bergarter fra Undredal og fått en Rb-Sr basert isochron som gir 1622 ± 47 mill. år. Dette er sannsynligvis en minimumsalder for granulittfacies metamorfosen i disse bergartene. Gjennomsettende pegmatitter og mangerittiske bergarter nær basis av dekket gir begge mellom 1000 og 1100 mill. år, og indikerer en fullstendig reekvilibrering ved pegmatittdannelse som kan være knyttet til en tidlig skyvebevegelse. Nærmere underlaget blir pegmatittene utdradd parallelt en ny foliasjon som settes i forbindelse med den kaledonske innskyvning. Kaledonsk rekrySTALLISASJONSALDER, 448 ± 30 mill. år er også oppnådd på en Rb-Sr-basert mineralisochron på granodioritt fra Kaupanger (Berthomier et al. 1972), mens igangværende "whole rock-analyser på samme bergart indikerer minimum Sveconorvegisk alder (> 1000 mill. år for intrusjonen (pers. komm. A. Koestler)). Denne bergarten kutter grensen mellom øvre og undre flak av Jotundekket på nordsiden av Årdalsfjorden, men er deformert mot bunnen av Jotundekket. Disse dataene viser at Jotundekkets interne skyvesoner er Prekambriske, mens Jotundekket som helhet er skjøvet på plass i Kaledonsk tid.

7 JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

7.1 Feltforhold og petrografi

7.1.1 Introduksjon

Innenfor det øvre flak av Jotundekket er det påvist en rekke forskjellige bergartstyper av anorthosittisk og gabbroid sammensetning. De er skilt fra hverandre på grunnlag av forskjellige strukturer, teksturer og/eller mineralsammensetning.

Detaljert systematisk kartlegging vil det være meget tidkrevende å gjennomføre p.g.a. hyppige vekslinger og kompliserte grenseforhold. Dette er derfor bare foretatt i utvalgte områder som f.eks. i sentrale deler av Gudvangen-Mjølfjell-massivet der Ottesen (1979, 1980) har skilt anorthosittiske, gabbroide og granodiorittiske bergarter i målestokk 1:2000 og 1:5000, og i Kinsedalsfeltet ved bl.a. Carstens (1942). Ut over dette er det innenfor mange felt av mulig økonomisk betydning kartlagt strukturelementer samt variasjoner i innhold av uønskete bestanddeler, eksempelvis mørke mineraler, gabbroide bergarter etc., uten at eksakte bergartsgrenser er angitt (Ottesen 1977, 1979, 1980; Qvale 1980).

I Fæios-Fresvik-området har kartleggingen (Bryhni et al. 1977, 1978) gitt grunnlag for å foreslå at man der har bevart en primær intrusiv lagdeling i regional skala (fig. 7). Brastad forsøker for tiden å underbygge ved kjemiske undersøkelser, som imidlertid kompliseres av omfattende deformasjon og forgneisning. Tilsvarende veksling mellom gabbroide og anorthosittiske bergarter kan sees av kartbildet på østsiden av Lustrafjorden uten at det foreløpig har gitt grunnlag for tilsvarende tolkning. Til nå er derfor de viktigste resultater av kartleggingsarbeidet knyttet til grenseforhold, relative aldre og deformasjon av de forskjellige bergartene.

Hovedenhet		Mektighet og lithologi	Nærmere karakteristikk
5	Gabbro/ Gabbroid gneiss	300 m G/ G gn	Lokal opptreden av lys gabbroid bergart på toppen av Hovsfjellet
4	Anorthosittisk bergart	100-400 m A-g U A-g A/G-a	Ren anorthositt mellom mørkere anorthosittiske bergarter og gabbro
3	Gabbro/ Gabbroid gneis	200-600 m G/G gn G gn A-g	Massiv granat gabbro eller gneisaktig båndet gabbro og noen lag av anorthositt-gabbro
2	Anorthositt	0-40 m A/A-g	Sterkt kataklastisk deformert
1	Gneis/ Amfibolitt	0-50 m Amf	Sterkt kataklastisk deformert. Lag av kvarts.

Forkortelser: A = Anorthositt, A-g = Anorthositt-gabbro
Amf = Amfibolitt, G = Gabbro, G-a = Gabbro-anorthositt, G gn = Gabbroid gneis, U = Ultramafitt

Fig. 7. Inndeling av tilsynelatende lagdelt kompleks i Feios-Fresvikbre-området. (Fig. 21, Bryhni et al. 1977).

Ottesen (1979) har presentert en oversikt over de viktigste be-
givenheter i Gudvangen-Mjølfjell-massivet i kronologisk rekke-
følge. I det følgende er bergartenes feltrelasjoner og petrografi
behandlet i den rekkefølge bergartene antas å ha krystallisert
iflg. Ottesen (1979) og endringer basert på undersøkelser i andre
deler av øvre Jotundekke:

- a. Massive, båndete gabbroide til anorthosittiske bergarter av flere typer og generasjoner, bl.a. skilt ved intrusjon av mafiske årer.
- b. Gabbroide intrusjoner.
- c. Pegmattitisk anorthositt.
- d. Epidotfylte sprekker
- e. Granodiorittiske intrusjoner.
- f. Zeolittfylte årer.
- g. Gabbroide intrusjoner.
- h. Blastomylonitter langs kantene.

Denne rekkefølgen som er noe forenklet i forhold til Ottesens, vil bli korrelert med de viktigste faser av deformasjon og metamorfose.

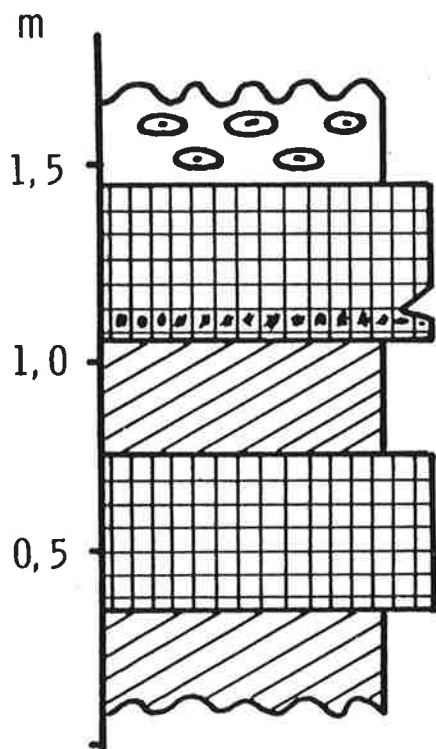
7.1.2 Massive gabbroide bergarter

Massive gabbroide bergarter er særlig vanlige i Sogn og er derfra beskrevet av Bryhni et al. (1977). De viser ofte bånding definert ved vekslende mafiske og plagioklas-rike cm- til dm-tykke lag. Sammensetningen varierer dermed mellom gabbro, gabbronoritt og gabbroanorthositt.

"Kalifeltspat er relativt uvanlig, men opptrer i enkelte hvite granodiorittiske lag og mer sjeldent som mikroperthitt sammen med kvarts. Bergartene er betydelig omdannet idet opprinnelig pyroksen har gått over til grønn amfibol (uralittisering), og mørke lag og linser er blitt så utklemt at mange ville foretrekke betegnelsen "gabbroid gneis" her. Mot den tektoniske undergrensen blir omvandlingen særlig sterk idet de mørke mineralene her for en stor del er omvandlet til kloritt (pennin).

De nye veiskjæringene utenfor Fresvik i den sentrale del av Jotundekket viser en ganske annerledes massiv og tildels meget granat-rik gabbroid bergart som godt kan betegnes basisk granulitt. Her har uralittiseringen fortrinnsvis foregått langs tektoniske soner som skyveplan, sprekksoner, pegmatittganger etc., og to pyroksener (klinopyroksen med litt orthopyroksen) er ofte bevart i bergarten sammen med granat, mikroperthitt, erts og litt nydannet amfibol og biotitt."

....."Sønnefor (Fresvik-)breen, f.eks. vest i Langafjellet står granatførende gabbro og amfibolitt med båndet struktur definert ved lag og slirer av pyroksenitt, granat- og ertsrike varianter, pyroksenitt og lyse feltspatiske partier. Graden av omdannelse til granatamfibolitt kan veksle lagvis og gjøre båndstrukturen enda tydeligere. At endel av båndstrukturen er primær, burde imidlertid fremgå av" fig. 8,



Anorthositt-gabbro med store, delvis granulerte korn av klinopyroksen i en finkornet granulert matriks av plagioklas.

Massiv granat pyroksenitt.

Anrikning av magnetitt, granat, klinopyroksen.

Sterkt foliert granat gabbro.

Massiv granat pyroksenitt.

Sterkt foliert granat gabbro.

Fig. 8. Mulig primær lagdeling i gabbroid bergart under vestligste topp på Langafjellet. (Fig. 25, Bryhni et al. 1977).

"som viser lag av pyroksenitt med ertsanrikning på bunnen. Sekundær skifrihet følger vanligvis orienteringen av båndstrukturen, men kan skjære symmetrisk gjennom foldehengslene hvor lagene er lagt i isoklinale eller overbikkende folder. Skifriheten i de gabbroide bergartene er derfor en akseplanfoliasjon knyttet til en fase av gjennomgripende foldning.

På topp-plataet vest for Fresvikbreen (1625) er det en båndet granatførende gabbro hvor lyse lag består vesentlig av plagioklas. Lag av granatførende pyroksenitt er randlig omvandlet til amfibolitt."

I regional skala viser de gabbroide bergartene ofte jevn overgang mot anorthosittiske bergarter, og det vil derfor virke kunstig å praktisere et altfor rigid skille mellom disse to hovedgrupper.

7.1.3 Anorthosittiske bergarter

Det er skilt ut en rekke typer av anorthosittiske bergarter som i felt i mange tilfeller viser jevne overganger mellom hverandre. På denne måten skiller det seg ut to hovedgrupper dominert av henholdsvis høy An (65-75) og lav An (50-60), men med hele spekteret mellom An_{37} og An_{91} er representert blant-analysene av kjernen av friske grove plagioklaskorn (diskuteres i kap. 7.2).

I det følgende beskrives de viktigste typene og endel varianter ut fra deres "friske" mineralselskap. Effekten av sekundære lavmetamorfe reaksjoner synes å ha virket på samme måte for alle typer, og vil derfor bli spesielt omtalt i et senere avsnitt. For opplysninger om de enkelte mineralers opptreden og sammensetning, henvises til etterfølgende avsnitt om mineralogi.

1a. Spettet anorthositt/leukogabbro.

I denne typen er de mørke mineralene konsentrert i opptil 2-3 cm lange "spetter" (fig. 9) i en jevnkornet, middels-

kornet tekstur, både for mørke mineraler og plagioklas. Dermed finnes ikke porfyriske inneslutninger av plagioklas, slik som i flekket anorthositt. Det viktigste primære mineralselskapet er plagioklas + clinopyroksen + granat +/- spinell, men de tre sistnevnte er vanligvis i stor grad sekundært nedbrutt til bl.a. grønn amfibol og skiktsilikater som gir spettene karakteristisk grønn farge. Opake mineraler opptrer i aksessoriske mengder. Samlet innhold av mørke mineraler anslås til mellom 5 og 10%. An-innholdet i plagioklas ligger over 65%.

De spettete anorthosittene er vanlige i de midtre feltene på begge sider av Aurlandsfjorden. Grensene mot omgivende bergarter er diskordante i forhold til spettene elongasjon (fig. 10), men da dette er en sekundær struktur kamuflerer den evt. primære diskordante forhold. Observasjoner i mange lokaliteter rundt Bleia indikerer at den gjennomsettes av korona-førende bergarter.

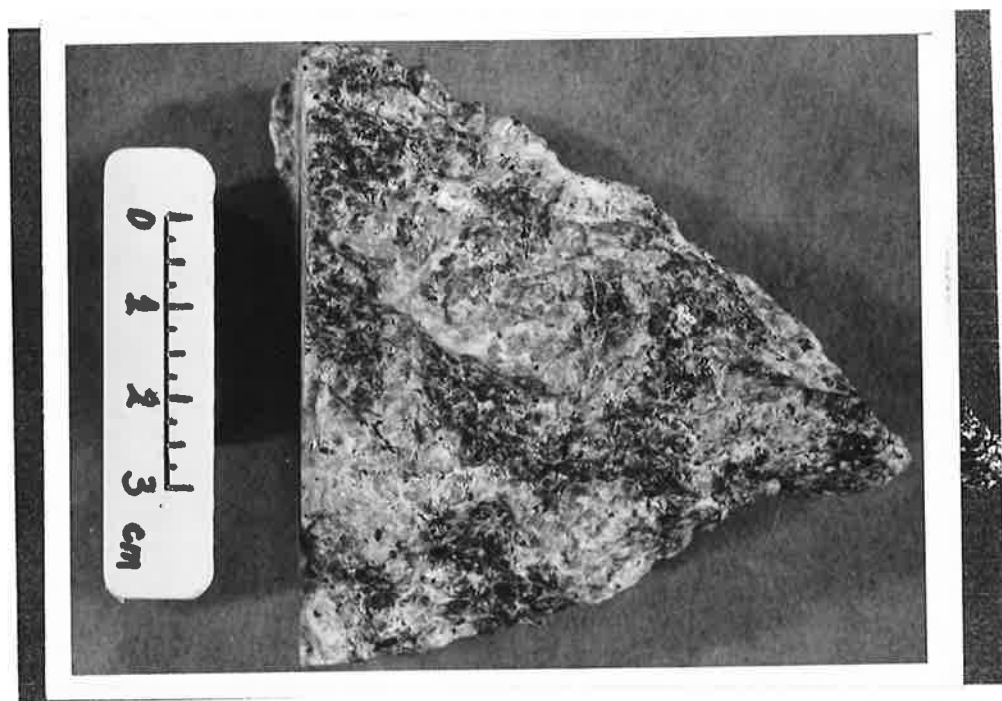


Fig. 9. Håndstykke spettet anorthositt. Prøve HQ-79-15 fra Erterhaugen, Kolarbotn.



Fig. 10. Diskordant (?) grense mellom spettet anorthositt og koronaførende anorthositt (øverst), Bleia.

1b. Jevnkornet båndet leukogabbro.

I denne middelskornete bergarten er det mørke mineraler jevnt fordelt eller konsentrert i bånd (fig. 11). Gjennomsnittlig innhold av mørke mineraler anslås til 15-20%. De viktigste primære mineralselskap er også her plag + clinopyroksen + granat + brun amfibol og plagioklas + granat + epidot. Orthitt er av og til påtruffet som porfyroblaster. Sammensetningen av plagioklas (kjernen av store korn) ligger vanligvis mellom An_{60} og An_{65} , men verdier så lave som An_{47} er registrert.

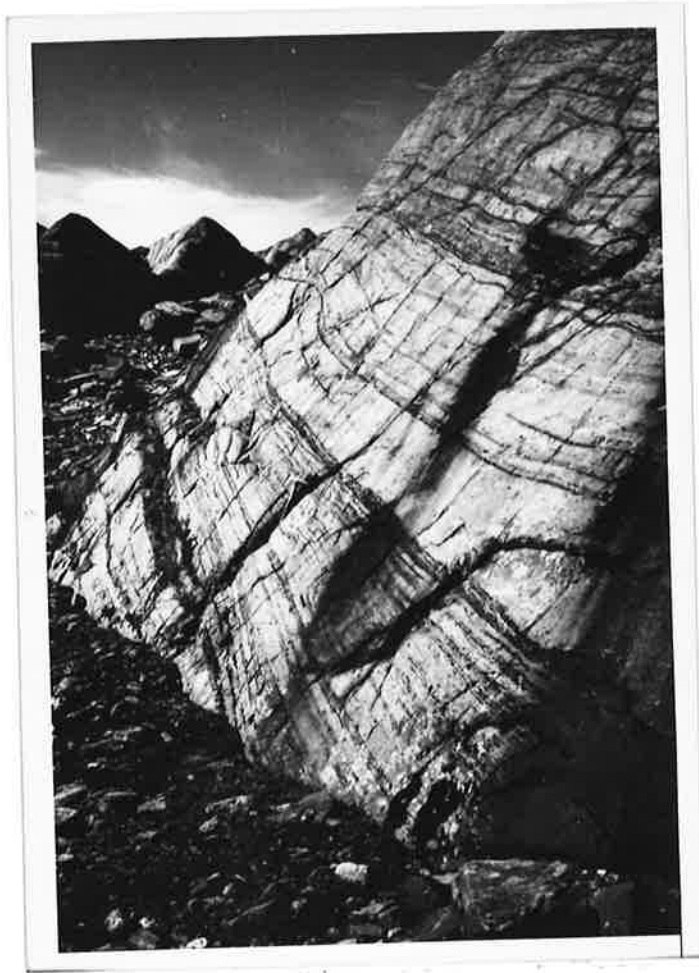


Fig. 11. . Jevnkornet båndet leukogabbro, syd for Grodgjuvet, Mjølfjell.

I Gudvangen-Mjølfjell-massivet opptrer denne bergarten langs yttergrensene som en slags "border zone", ofte skilt fra hovedmassivet av en regionalt utviklet blastomylonitt. I de midtre og nordlige feltene er typen vanlig i sentrale deler av massivene. De lave An-innholdene er særlig funnet i massivet øst for Lustrafjorden.

2a. Jevnkornig hvit/grå/gråviolett anorthositt. Har opptil 1 cm store plagioklaskorn med finere farveløse eller hvite korn innimellom. Vanligvis massiv uten tydelig lagning eller båndning. Innholdet av mørke mineraler kan nå opp i ca. 15%, men med gjennomsnitt mellom 5 og 10% (fig. 12).

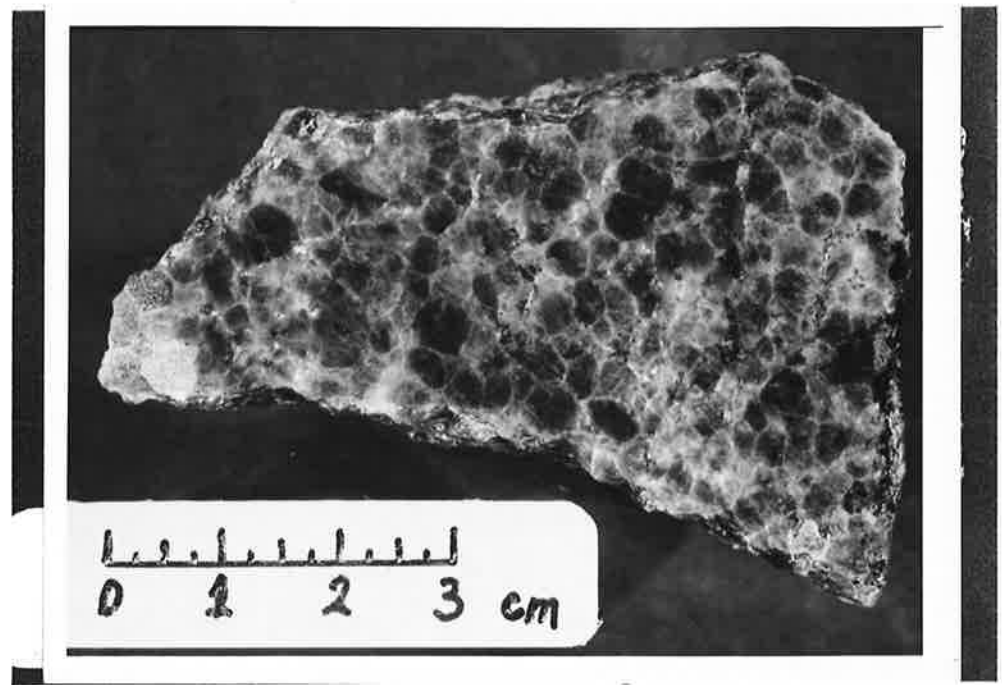


Fig. 12. Håndstykke jevnkornet grå/hvit anorthositt. Prøve HQ-78-23, Klevanuten, Mjølfjell.

Stabile mineralselskap er plagioklas + epidot +/- brun amfibol +/- granat og plagioklas + clinopyroksen +/- epidot, med epidot som det dominerende primære mørke mineralet. Som aksessorier opptrer ilmenitt, rutil, korund og orthitt av samme generasjon. Plagioklasens sammensetning ligger vanligvis høyt, An_{65-78} i kjernen, men verdier ned til An_{61} er funnet i de nordlige feltene, i prøver som teksturelt hører inn i denne gruppen.

Denne typen er meget vanlig i syd, i Gudvangen-Mjølfjellmassivet er den helt dominerende, mens den i de nordlige feltene opptrer i mer avgrensede områder. Grenseforholdene er uklare. Generelt ansees typen for å høre til en tidlig generasjon, men ved Kolarbotn øst for Aurlandsfjorden er det observert at en slik bergart, med mørk gråviolett plagioklas, skjærer gjennom en svakt båndet leukogabbro (type 1b) med mafisk åre uten tegn til tektonisering langs kantene (fig. 13).

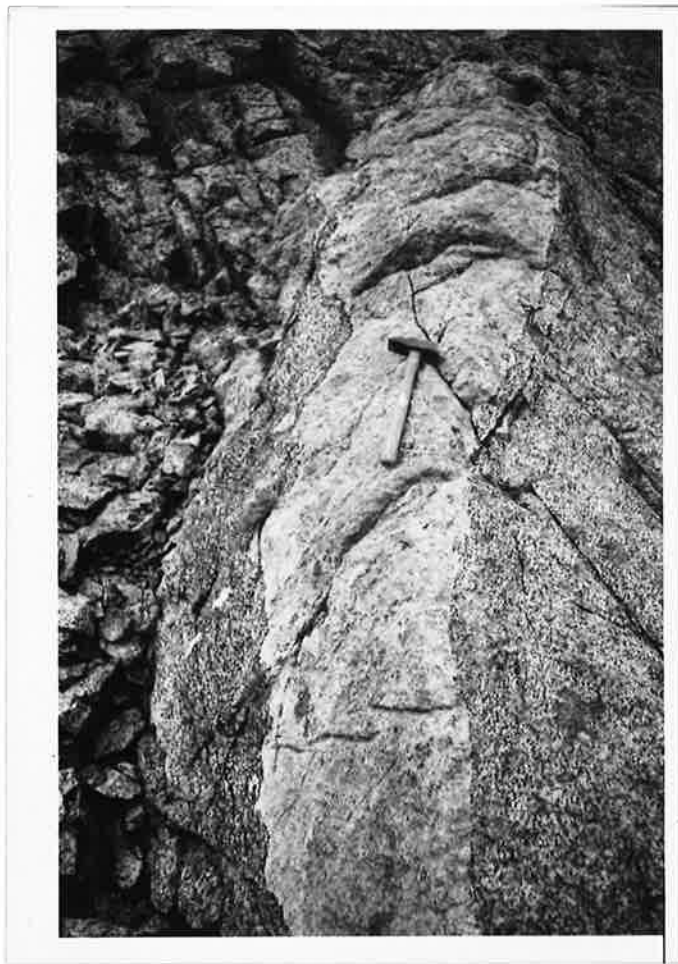


Fig. 13. Spettet leukogabbro med mafisk åre skåret av jevnkornet anorthositt, Kolarbotn.

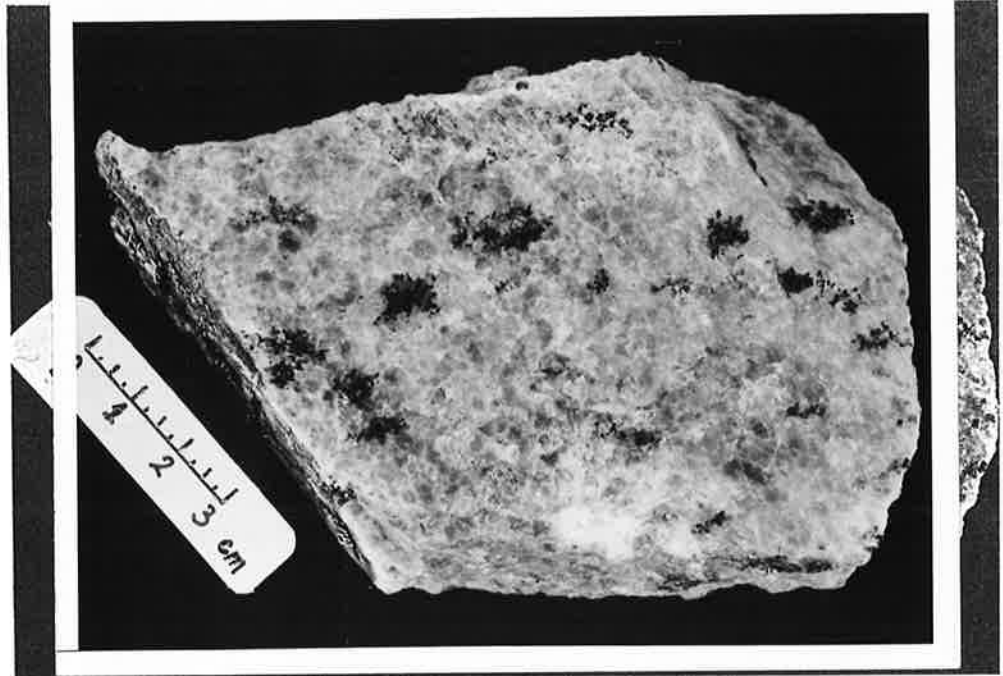


Fig. 14. Håndstykke av flekket jevnkornet anorthositt.
Prøve HQ-79-8, Grodgjuvet, Mjølfjell.

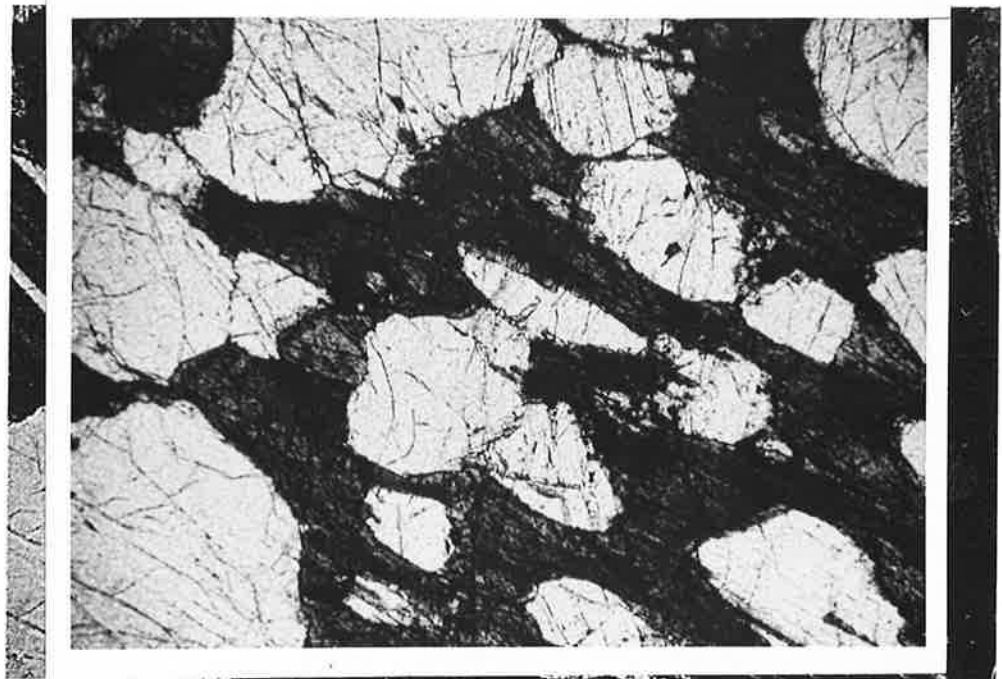


Fig. 15. Mikrofoto. Delvis poikilittisk innesluttet plagioklas
i brun amfibol fra "flekk" i flekket anorthositt.
Prøve H-78-54. Motivets lengste side er 3,9 mm).

- 2b. Flekket jevnkornet anorthositt skiller seg fra foregående ved at det viktigste mørke mineralet, brun amfibol, er konsentrert i opptil ca. 10 cm lange ellipsoidale "flekker" (fig. 14) med delvis poikilittisk innesluttet plagioklas (fig. 15). Mørke mineraler kan utgjøre opptil 40% av flekkene, men vanligvis bare mellom 5 og 10% av den totale bergart. Det "primære" metamorfe mineralselskapet er plag + brun amfibol +/- epidot. An-innholdet i primær plagioklas svarer til de høyere verdier funnet i de ordinære jevnkornige anorthositter med nedre grense ca. An_{67} .

Flekket anorthositt danner masser innenfor områder dominert av type 2a. Grensene mellom de to er skarpe, definert av de mørke mineralers tekstur, men alle faser kan være rekrySTALLISERT tvers over grensen. Sikre holdepunkter for relativ alder mellom de to typer er ikke observert. Heller ikke er det observert sikre holdepunkter for diskusjon av dannelsen av flekkene. Disse ligner imidlertid sterkt på forhold beskrevet fra Egersund-Ogna-anorthositten (Maquil 1980). Der opptrer flekker med norittisk sammensetning (plagioklas + orthopyroksen) på samme måte, og de kan der vises å representere interstitielt restmagma. I Jotundekket forekomster har sammensetningen sannsynligvis vært gabbroid (plagioklas + clinopyroksen), men en slik forskjell spiller ingen rolle for en tilsvarende tolkning her.

- 2c. Mørk rødbrun jevnkornet anorthositt skiller seg spesielt ut fra de foregående p.g.a. den særlig mørke farven (fig. 16) på plagioklasen. Ofte er de mørke mineralene konsentrert i flekker også her, men kan også opptre spredt. Stabile høymetamorfe mineralselskap er plagioklas + brun amfibol +/- epidot og plagioklas + brun amfibol + clinopyroksen. Skapolitt er et vanlig aksessorisk mineral, men det er uklart om det er en del av de ovennevnte selskap

eller er dannet sekundært, siden den i disse bergartene ikke er knyttet til invers sonering i plagioklas (se kapitlet om sekundær omvandling).

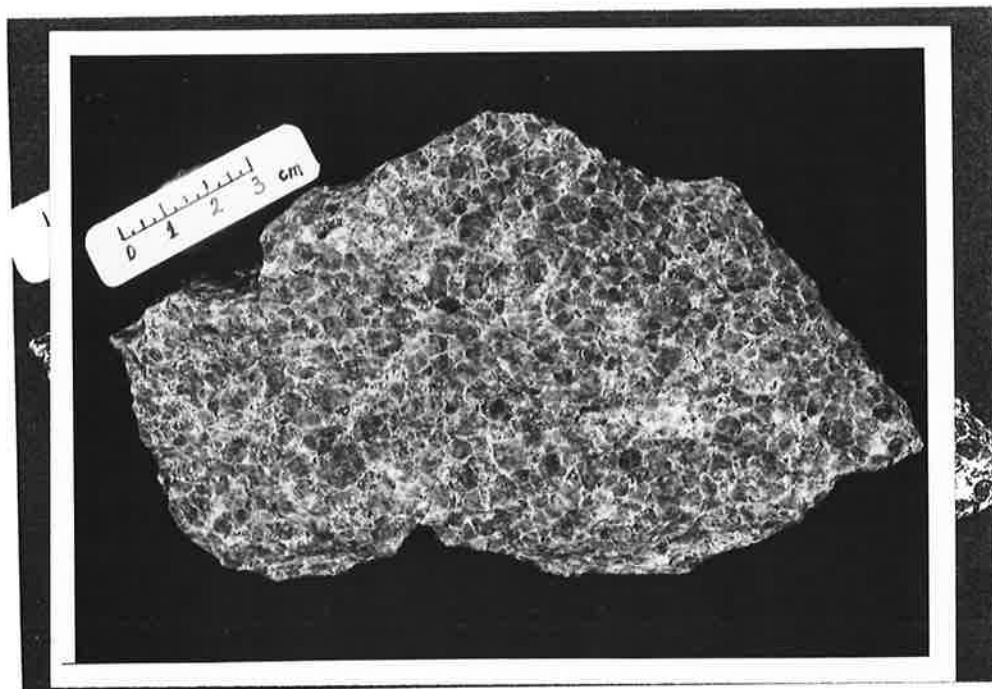


Fig. 16. Håndstykke mørk rødbrun jevnkornet anorthositt. Prøve H-78-48, Såtebu, Mjølfjell.

Aksessoriske mengder av rutil og opake mineraler (Fe og Fe-Ti-oksyder) er også påvist.

Samlet innhold av mørke mineraler er uvanlig lavt, gjennomsnittlig under 5%. Plagioklas-sammensetning varierer lite, mellom An_{71} og An_{78} , og karakteristisk for denne typen er at det ikke er påvist sekundær saussurittisering av plagioklas.

Typen har en meget begrenset utbredelse, men er p.g.a. sin sammensetning viktig i prospekteringssammenheng. De to viktigste forekomstene ligger på sydøstsiden av Øvsthus-

dalen og ved Såtefossen i Rjoanddalen, begge i Gudvangen-Mjølfjell-massivet. Grenser mot omgivende bergarter er ikke observert, og korrelasjonen med de forannevnte typer a og b er derfor basert på petrografiske likheter.

- 2d. Grå middelskornet anorthositt/leukogabbro.
Jevnkornig massiv bergart med jevnt fordelt innhold av mørke mineraler (fig. 17). Karakteristisk mineralselskap er plagioklas + grønn amfibol. Gjennomsnittlig innhold av mørke mineraler antas å ligge mellom 5 og 10%. Sammensetning av kjerner i grove plagioklaskorn varierer mellom An_{70} og An_{77} . Likevel har det vist seg at denne typen har dårligere løselighet enn andre typer med samme plagioklassammensetning.

Også denne typen har sin største utbredelse i det sydlige massivet og opptrer der hyppig, særlig i den sørøstlige halvdel. Grenseforhold som kan brukes til fortsettelse av relativ alder er ikke observert.

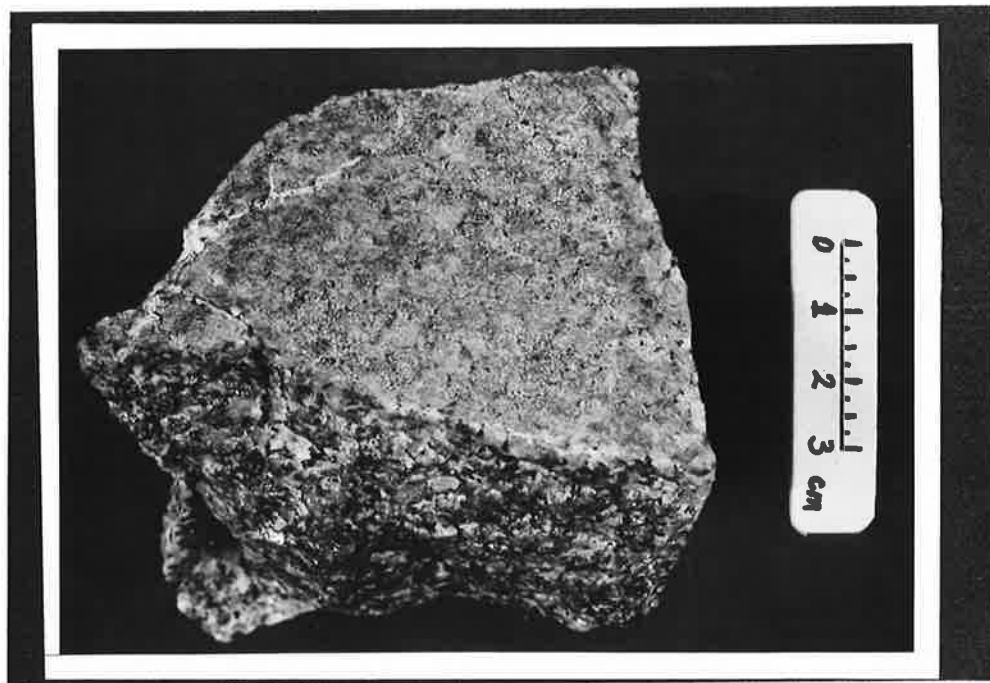


Fig. 17. Håndstykke, grå, middelskornet anorthositt/leukogabbro. Prøve H-78-28, Rjoanddalen, Mjølfjell.

3a. Ujevnkornet anorthositt med opptil 5 cm store anhedrale mørk violett eller teglsteinsrøde plagioklaskorn i melkehvit grunnmasse ofte i en brekksjeligende tekstur (fig. 18). Innholdet av mørke mineraler er vanligvis lavt, mindre enn 5%, men kan komme opp i 20% i enkelte prøver. Følgende primære mineralselskap er registrert: plag + granat +/- epidot, plag + epidot, plag + granat + brun amfibol, og plag + clinopyroksen. Rutil og opake mineraler opptrer i aksessoriske mengder. An-innholdet varierer mellom An_{42} og An_{58} i de grove kornene.

Denne typen er begrenset til Offerdal-Kinsedal-provinsen, der den i det lavere anorthosittnivået er helt dominerende (Lutro 1979b).

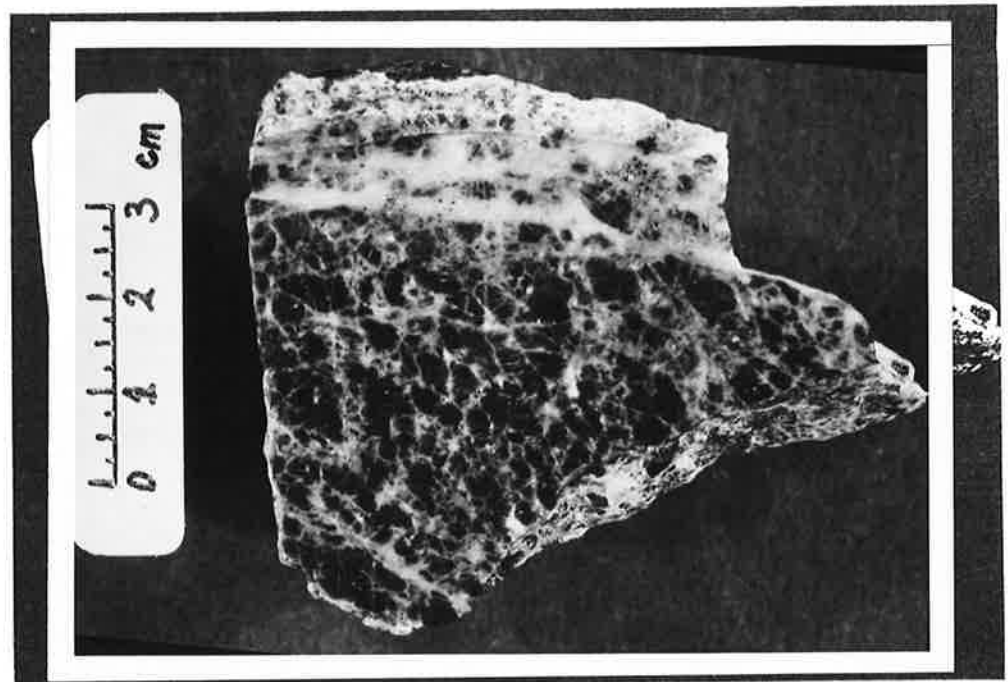


Fig. 18. Håndstykke, ujevnkornet anorthositt. Prøve 287, Kinsedal.

- 3b. Ujevnkornet (korona-førende) anorthositt (sliret anorthositt (Lutro 1979b)), der de mørke mineralene er konsentrert i slire eller linseformete aggregater ofte med vel utviklede koronateksturer. Linsene er vanligvis mellom $\frac{1}{2}$ og 10 cm lange (fig. 19a og b), men 2-3 m lange er også observert. Innholdet av mørke mineraler varierer sterkt fra forekomst til forekomst, anslagsvis mellom 5 og 50%.

Koronaene er dannet ved reaksjon mellom plagioklas og olivin. Rundt en dunittisk kjerne bestående av olivin evt. med små mengder orthopyroksen, er det dannet soner av forskjellige reaksjonsprodukter, studert i detalj av Griffin (1971) og Griffin og Heier (1973): Sterkt forenklet har vi innerst orthopyroksen, deretter clinopyroksen, amfibol, granat og spinell. Ofte er mineralene hydratisert i stor grad, med dannelse av serpentin, chloritt og radiære aggregater av grønn amfibol som de viktigste reaksjonsprodukter. An-innholdet i plagioklas varierer lite, rundt 60% i de prøver som er undersøkt av prosjektet og er uavhengig av mengden av eller avstand til koronamateriale, som antatt av Griffin (1971).

De koronaførende bergartene forekommer i lag (?) som ofte kan følges over større avstander (flere 100 m) med skarpe rette grenser mot omgivende anorthosittiske bergarter (fig. 20). Slireformete legemer kutter ofte teksturen i granulær grovkornet anorthositt uten spor av tektonisering langs ujevne grenser. Disse forhold tyder på at "koronittene" er dannet senere enn de andre gruppene av anorthosittiske bergarter, og at de representerer sene anorthosittiske intrusjoner.

Koronaførende anorthositter er mest utbredt i de nordlige og midtre feltene, mens typen er sjelden i Gudvangen-Mjølfjell-massivet.



Fig. 19a. Koronaførende anorthositt. Grånosi, Kolarbotn.

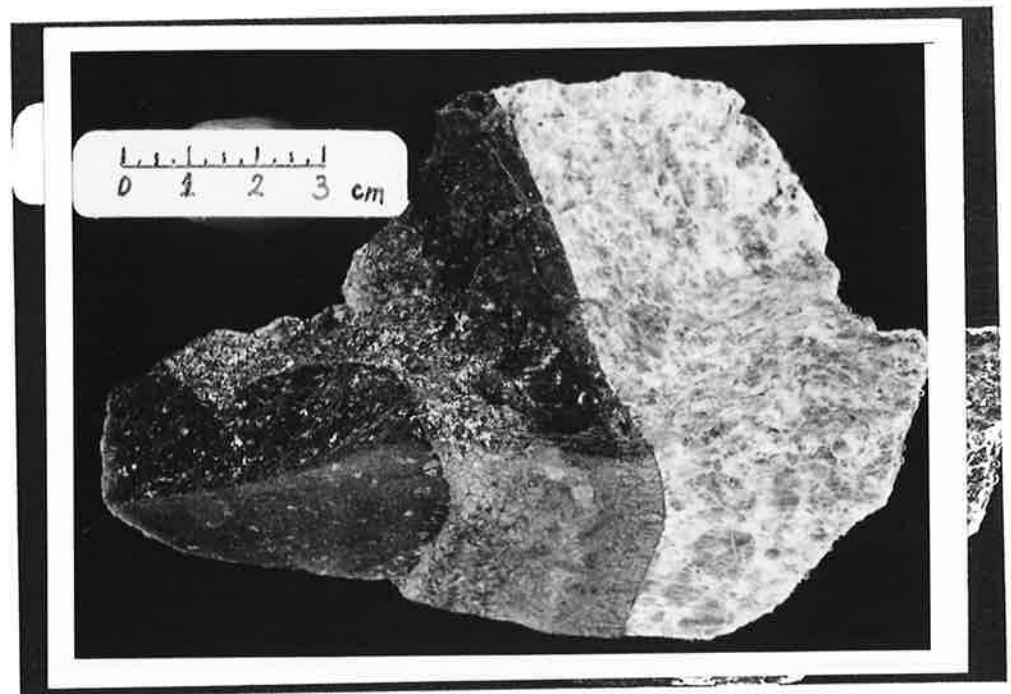


Fig. 19b. Håndstykke av korona. Fra sentrum - delvis serpentini-
sert olivinsten; amfibol + magnetit i en pseudomorf
tekstur etter pyroksen; granat; plagioklas (An_{60-62}).

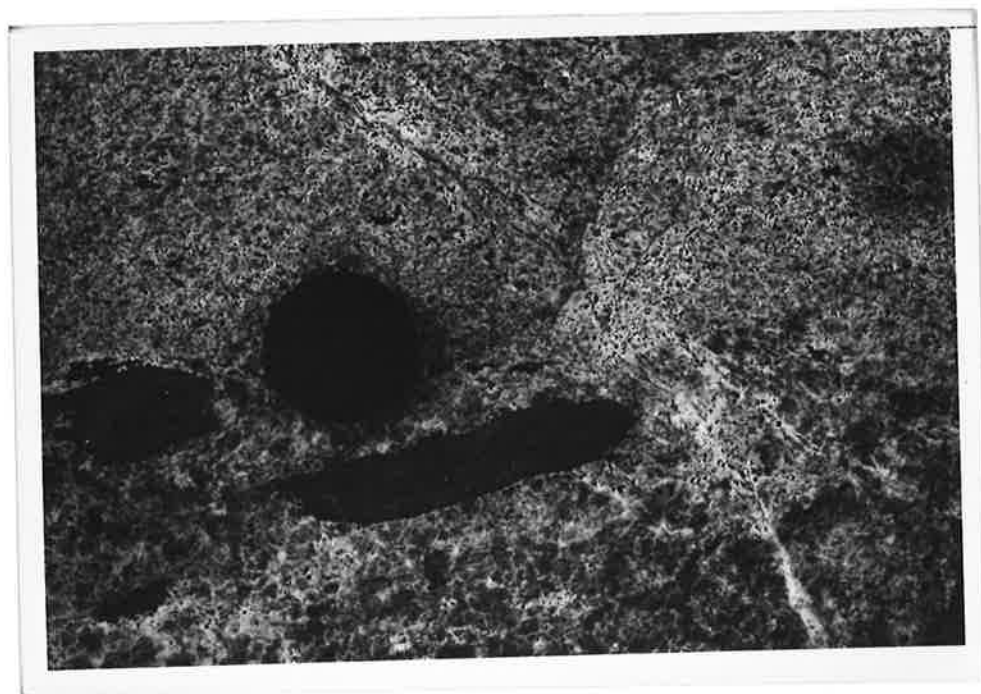


Fig. 20. Koronaførende anorthositt (under) med skarp grense mot spettet leukogabbro. Bleia øst for Aurlandsfjorden. (Foto: V. Fjerdingsstad).

4. Pegmattitisk anorthositt (fig. 21a) opptrer vanligvis som opptil metertykke irregulære gjennomsettende soner i massive anorthositt-kvaliteter og er særlig kjent fra Gudvangen-Mjølfjell-massivet. Der skjærer de også de tidligste gabbroide gangene (Ottesen 1979). Teksturelt skiller de seg sterkt fra alle andre anorthositt kvaliteter ved sin ekstreme heteroblastiske karakter (dvs. ujevn kornstørrelse). Mørke grå, ofte vridde og delvis granulerte plagioklaskrystaller opptil 10 cm store ligger i en hvit matriks av meget finkornet til tett plagioklas (fig. 22). I en undersøkt prøve (652X) er det ubetydelig variasjon i plagioklassammensetning: An_{28-29} i grovkornet, og An_{29-31} i finkornet plagioklas. Innholdet av mørke mineraler (muskovitt) er vanligvis ubetydelig.

Teksturelt er bergarten svært lik blastomylonitter som lokalt kan dominere anorthosittenes grensesoner som f.eks. i Ljosanddalen nord for Mjølfjell, men her er hovedmineralet orthoklas, og innholdet av de interstitielle mørke mineraler mye høyere. Chloritt er her en viktig fase (fig. 21b).

Teksturene viser at bergarten er dannet ved kataklase (nedknusning), som i ekstreme tilfeller følger porfyroblastvekst slik at en blastomylonittisk tekstur dannes.



Fig. 21a. Pegmatittisk/blastomylonittisk anorthositt gjennomsettende båndet leukogabbro. Nonhaugfjellet, Fresvik.



Fig. 21b. Blastomylonitt i bunnen (invertert) av anorthosittmassivet (øvre flak av Jotundekket) ved Ørneberget stasjon på Bergensbanen, Mjølfjell.



Fig. 22. Mikrofoto, pegmatittisk anorthositt. Prøve 652X fra Styggebotn øst for Stalheim.

Syntese. I det foregående er det beskrevet feltforhold og "primære" petrografiske hovedtrekk for 8 typer av anorthosittiske bergarter. Basert på feltobservasjoner fra noen få nøkkellokaliteter er det vist at de kan representere flere generasjoner, sannsynligvis minst fire:

1. -Spettet anorthositt/leukogabbro.
-Jevnkornet, båndet leukogabbro.
2. -Jevn/grovkornet anorthositt.
-Flekket anorthositt.
-Mørk rødbrun jevnkornet anorthositt.
-Grå middelskornet anorthositt/leukogabbro.
3. -Ujevnkornet mørk violett eller rød anorthositt.
-Ujevnkornet koronaførende leukogabbro.
4. -Pegmatittisk anorthositt.

For flere av disse er plasseringen nærmest tilfeldig, og det er derfor også sannsynlig at et mer detaljert arbeid vil bringe frem nye momenter i diskusjonen om rekkefølge og gruppering.

De stabile høymetamorfe mineralselskap varierer lite fra type til type. To grupperinger går igjen:

plagioklas + clinopyroksen +/- granat +/- spinell +/- brun amfibol, og

plag + epidot +/- granat +/- brun amfibol.

Karakteristisk finnes ikke primær epidot sammen med spinell, og kun unntaksvis sammen med clinopyroksen.

7.1.4 Andre intrusive bergarter

Mafiske årer

Ved Kolarbotn øst for Aurland-fjorden er det observert spettet leukogabbro, som er gjennomsett av mafiske årer, som igjen er skåret av jevnkornet anorthositt (fig. 12). Årene har nå samme mineralerselskap som omgivende leukogabbro: granat + brun amfibol + plagioklas, dog med de mafiske mineralene i dominans. Dette viser at det har funnet sted en fullstendig kjemisk og mineralogisk ekvilibrerings med sidebergarten, og det er derfor vanskelig å vurdere opprinnelig sammensetning og dannelselse.

Tidlige basiske intrusjoner

Basiske gangbergarter er meget vanlig innen Jotundekket anorthositter. De opptrer som lag og linser av varierende tykkelse og hyppighet som oftest med tektoniserte grenser mot omgivende anorthositt. Diskordante grenseforhold til linjasjon og/eller foliasjon i anorthositt er vanlig. F.eks. viser fig. 23 hvordan elongeringsretningen for epidot/amfibol-slirer kuttet av en amfibolitt med relikte subofittiske teksturer (fig. 24).

Ottesen (1979) har ved detaljkartlegging vist at disse gangene er særlig konsentrert i gangsvermer, og at de grunnet intens folding ofte repeteres flere ganger i et profil. Kartbildet av gangene har avdekket større regionale strukturmønstre som f.eks. en overblikket synform med akse N135° og ca. 60° fall mot sydøst, sydøst for Øvsthusdalen.

Mineralogisk er disse bergartene nå gabbroer eller granatamfibolitter, men en opprinnelig gabbroid sammensetning dominert av plagioklas + clinopyroksen er sannsynlig.

I tabell B1 (Appendiks B) er listet kjemiske data for to amfibolitter av denne typen fra Rjoandeggi nord for Mjølfjell.

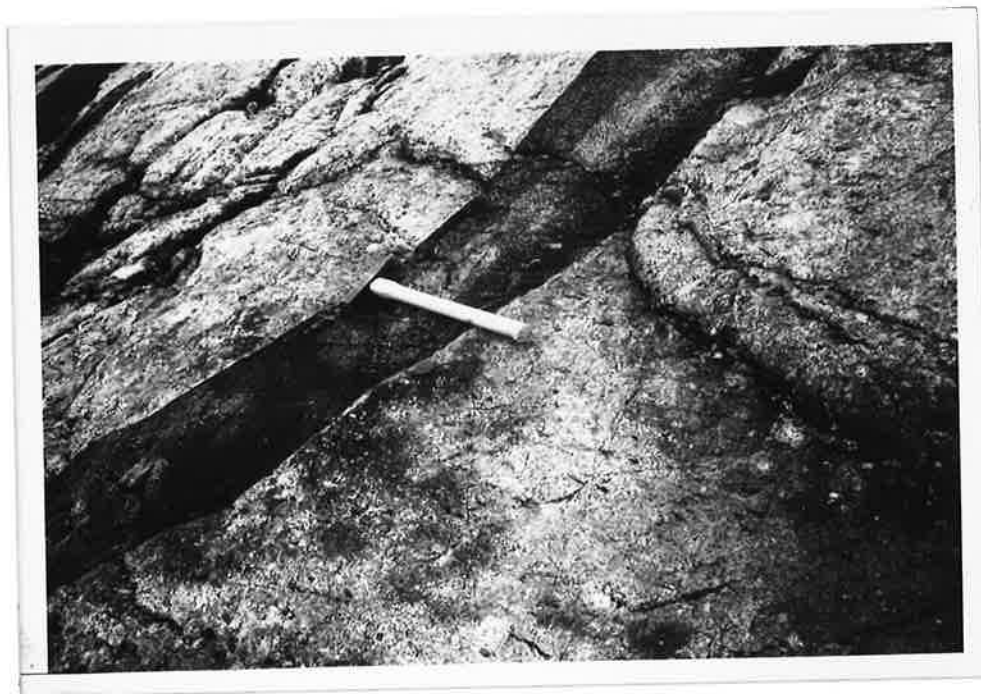


Fig. 23. Amfibolitt som kutter linjasjon definert ved elongasjon av amfibol-spetter i anorthositt. Grodgjuvet.

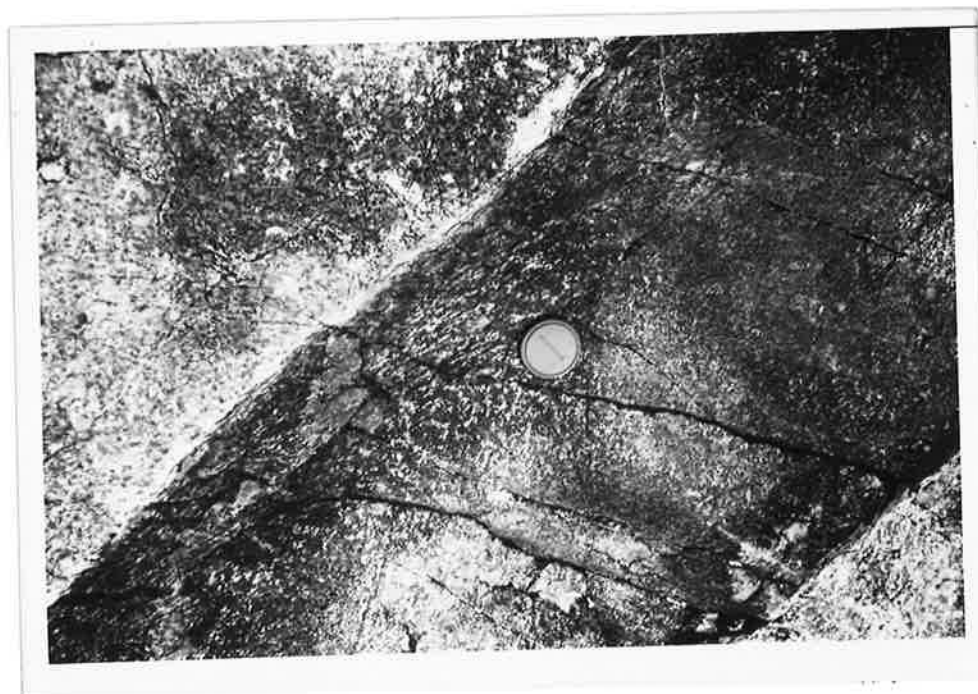


Fig. 24. Detalj av fig. 23 viser delvis deformert subofittisk tekstur.

Sene basiske ganger

På Rjoandeggi nord for Mjølfjell er det observert sene vertikale basiske ganger som kutter anorthosittene uten å være foldet eller deformert i vesentlig grad (fig. 25). Også disse er nå granat-amfibolitter med brun amfibol + granat + plagioklas som dominerende mineralselskap, som senere er utsatt for nedbrytning til grønn amfibol, skapolitt og chloritt. "Relikt" clinopyroksen er også observert.

Kjemisk skiller denne generasjonen seg ikke vesentlig fra de eldre gabbroide gangene (se tabell Bl, prøve HQ-79-53A).

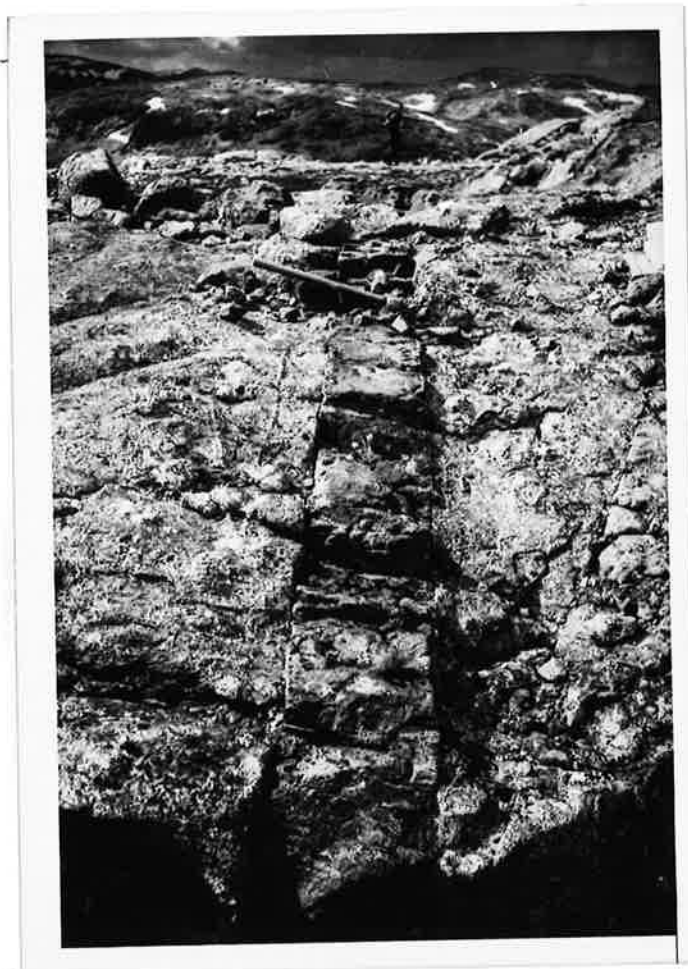


Fig. 25. Gjennomsettende sen basisk gang, Rjoandeggi. Personen i bakgrunnen markerer gangens utgående der.

Granodioritt

Granodiorittiske intrusjoner er vanlige gjennom alle de undersøkte områdene, men forekommer særlig hyppig i nord og nordøst. De er begrenset til Jotundekketes tektoniske nivåer ned til undre enhet av Undre flak. Vest for Årdal er grensen mellom øvre og undre flak skåret av massive granodioritter som infiltrerer anorthosittiske bergarter mot nord og nordvest. Granodiorittene kutter alle regionale foldestrukturer (fig. 26), men kan være foldet langs skjærsoner og brutt ved forkastninger (Bryhni et al. 1977). Utenfor massivene er tykkelsen av gangene vanligvis begrenset til noen få meter.

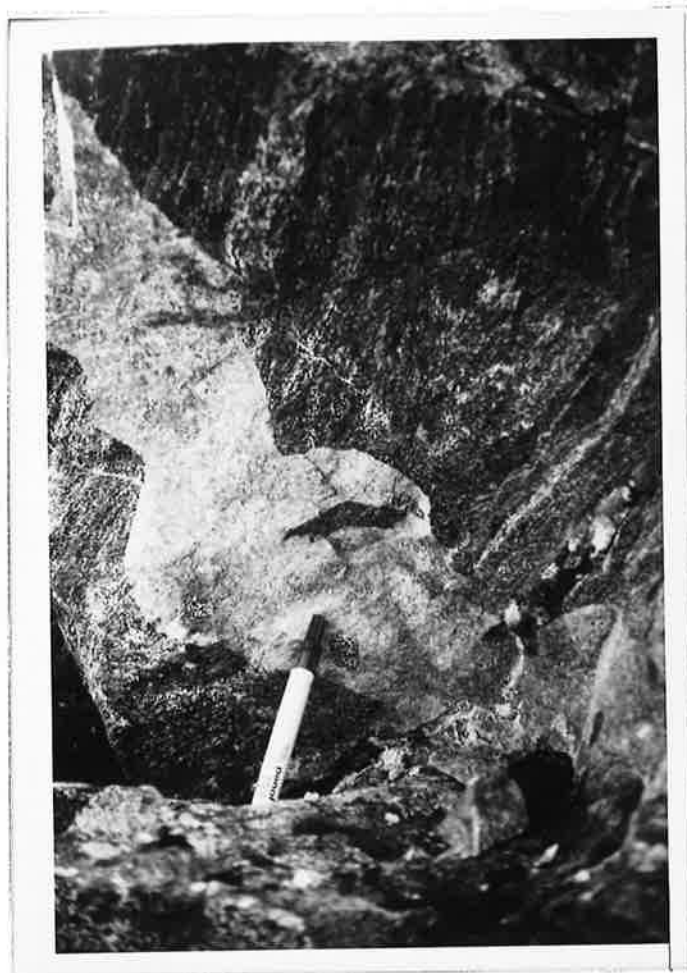


Fig. 26. Båndet leukogabbro gjennomskåret av granodiorittiske gang med xenolitter av gabbro. Grodgjuvdalen.

Tidligere dateringer har gitt Kaledonske intrusjonsaldre (448+/-30 mill.år, Berthomier et al. (1972)), men igangværende undersøkelser ved Mineralogisk-Geologisk Museum indikerer at de er betydelig eldre, minst 1000 mill.år (A. Koestler, pers. komm.).

Mineralogisk domineres bergarten av plagioklas, kalifeltspat og kvarts med mindre mengder epidot, biotitt og hornblende (Bryhni et al. 1977). Plagioklasen fra en "multiple" gang fra Kaldafjell i Gudvangen-Mjølfjell-massivet viser normal sonering fra An_{28} i kjernen til An_{18} i kanten (prøve nr. 703).

Kjemiske analyser av to prøver er listet i tabell B1 (Appendiks) uten at disse er bearbeidet nærmere.

7.1.5 Deformasjon og "sekundær" omvandling

Forgneisning

Forgneisning av anorthosittene er et meget utbredt fenomen knyttet til deformasjonen av anorthosittmassivene. Ved forgneisningen er plagioklasen nedknust og ofte saussurittisert. Vekst av mineralene epidot, biotitt, chloritt og muskovitt har skjedd på bekostning av amfibol, clinopyroksen, granat etc. Av og til påtreffes også kvarts og kalkspat. Bergarten er utdradd og har ofte fått en sekundær bånding diskordant med tidligere strukturer (fig. 27), definert ved veksling i kornstørrelse og mengder og art av mørke mineraler.

Den mest gjennomgripende forgneisning har foregått langs undergrensene av anorthosittmassivene i en tykkelse av opptil flere hundre meter oppover i bergartene. Denne generasjonen er sannsynligvis knyttet til dekkebevegelsene. Høyere oppover i anorthosittene er forgneisningen begrenset til soner som er av vekslende tykkelse og hyppighet. Ottesen (1979) har knyttet dem til "strain-slip folding" og dannelse av epidot-slirer i to forskjellige

generasjoner. Dette har det ikke vært mulig å dokumentere petrografisk, da de involverte omdannelsesprosesser synes å være de samme. På feltmessige kriterier korrelerer han den siste med dannelse av blastomylonitter av den typen som særlig opptrer i dekket, og som er omtalt foran.

Alderen på forgneisningene er vanskelig å fastslå, men siden de sveconorvegiske granodiorittene skjærer skyvegrensene mellom undre og øvre flak av Jotundekket, og vesentlige deler av forgneisning og blastomylonittdannelse er knyttet til bevegelser langs denne, kommer man ikke utenom en Prekaledonsk alder. Reaktivering av svakhetssoner og underordnet forgneisning også under den Kaledonske orogenese er imidlertid fortsatt sannsynlig.

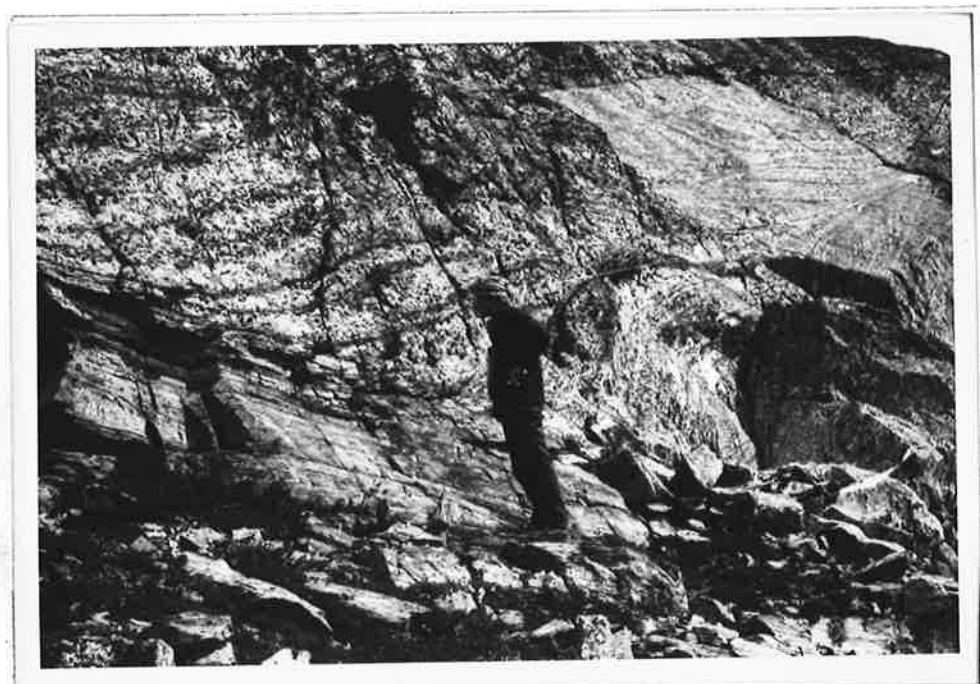


Fig. 27. Grovkornet båndet leukogabbro kuttet av forgneisnings-
sone. Bleia øst for Aurlandsfjorden.
(Foto: V. Fjerdingsstad).

Saussurittisering

Saussurittisering omtales i dette kapitlet fordi prosessen er nær knyttet til forgneisningen diskutert foran. I forgneisningssonen har det funnet sted omfattende saussurittisering av plagioklas med dannelse av en albitt-rik plagioklas og epidot (fig. 28). Ren albitt er ikke funnet, men An-innhold så lavt som 11% er rapportert av Bhanumathi og Bryhni (in prep). Mer normalt er imidlertid verdier rundt 20% An nær kantene av korn.

Utenfor forgneissete soner er saussurittiseringen begrenset til korngrenser i massive anorthositter, og har resultert i en såkalt "bikake-tekstur" i jevnkornet anorthositt: sentrale deler av kornene har beholdt sin opprinnelige sammensetning og farve, mens kantene er blitt hvite (fig. 29), og på vitret flate står disse opp i forhold til kjernene.

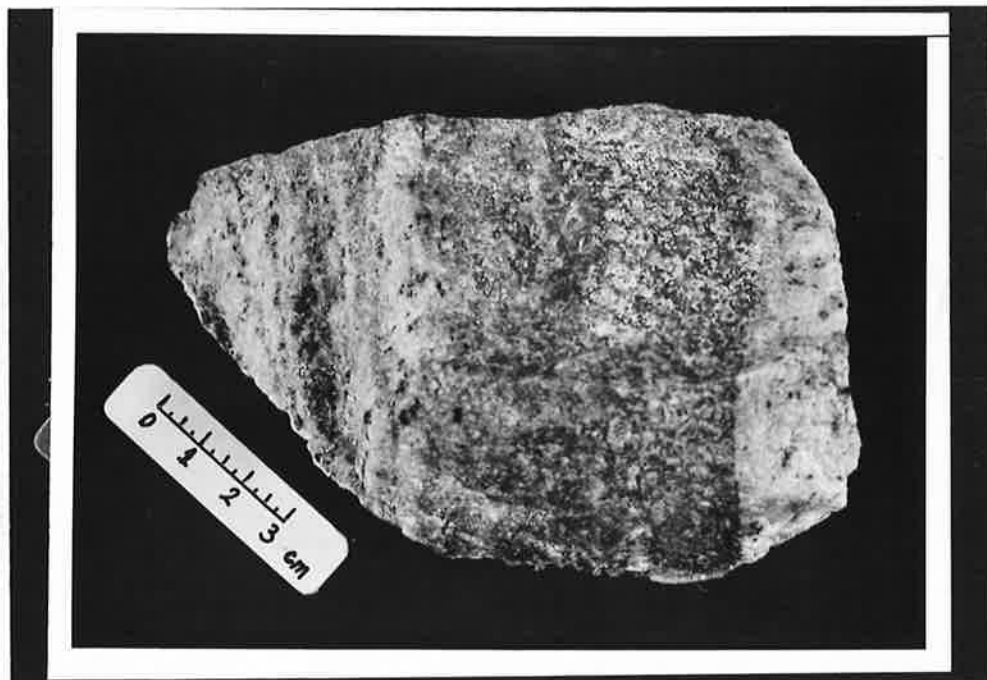


Fig. 28. Epidotanrikning dannet ved saussurittisering i forbindelse med forgneisningssoner. (Prøve H-78-11).

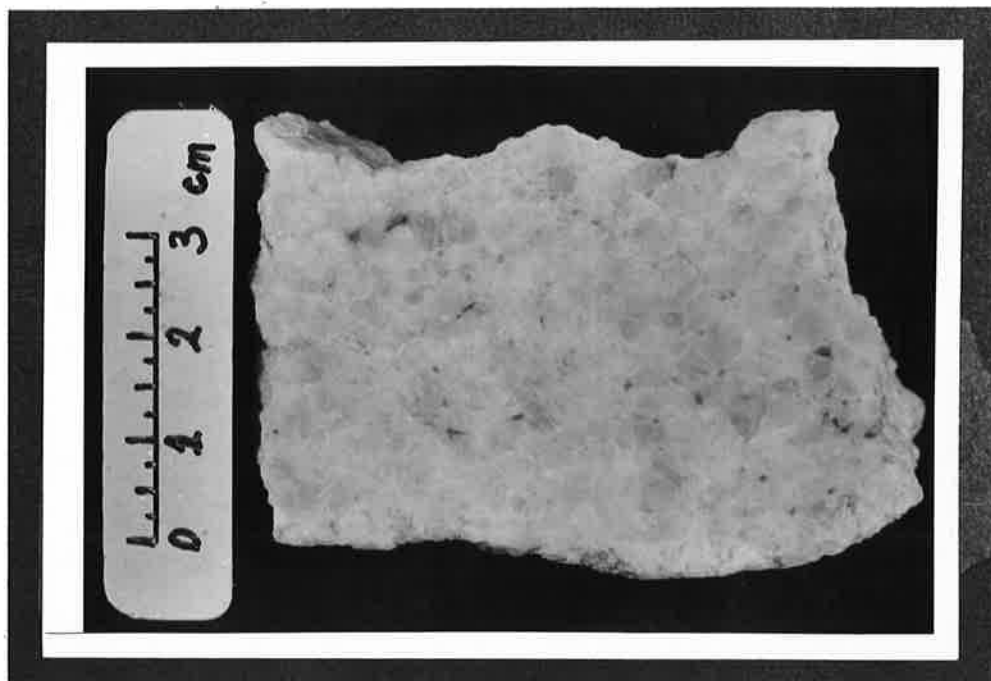


Fig. 29. Anorthositt med delvis saussurittisert plagioklas i såkalt "bikake-tekstur". Saget flate. (Prøve H-78-23).

Folding

Ottesen (bl.a. 1979) har ved detalj-kartlegging av de gabbroide intrusjonene avdekket et meget komplisert foldemønster innenfor Gudvangen-Mjølfjell-massivet. Massivet selv utgjør et synklinalformet basseng med akse mot ØSØ og et akseplan som faller mot NNØ. Langs yttergrenser og i bunnen av massivet er alle de viktigste regionale strukturelementer parallelle med yttergrensene. Dette gjelder bånding og skifrihet, samt tette til isoklinale folder. I større avstand fra yttergrensene er planstrukturene og i stor grad også metagabbroene parallelle med diagonaler gjennom massivet, dvs. med en retning N140° til 160° iflg. Ottesen (1979) og står dermed diskordant på massivets yttergrenser. Disse ligger så i overbikkete tette til isoklinale folder med akse N135° (sydøstlig fall) og med akseplanet fallende ca. 60° mot nord. Denne fasen er så foldet tildels meget uregelmessig i flere faser av mindre regional betydning.

Epidot og zeolittårer

En sen fase av deformasjonen av anorthosittene vises ved opptreden av uforstyrrete monomineralske årer. I fig. 30 sees en situasjon der anorthositt med ganger/årer av ujevnkornet koronaførende anorthositt er skåret av mm-tykke epidot-årer som igjen kuttes av zeolitt-fylte årer. Zeolittens identitet er ikke fastslått, men er sannsynligvis en Ca-zeolitt (neulanditt?). Den danner tette fibrige aggregater vinkelrett på årens retning (fig. 31).

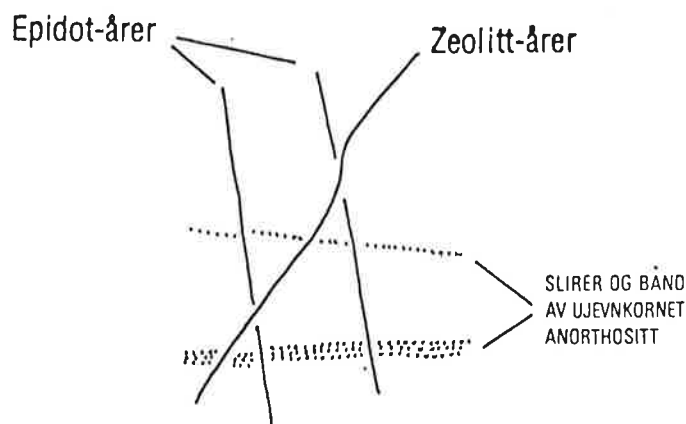


Fig. 30. Skjematisert forhold mellom jevnkornet anorthositt, ujevnkornet koronaførende anorthositt, epidot-årer og zeolitt-årer. Ljosanddalen nord for Mjølfjell.

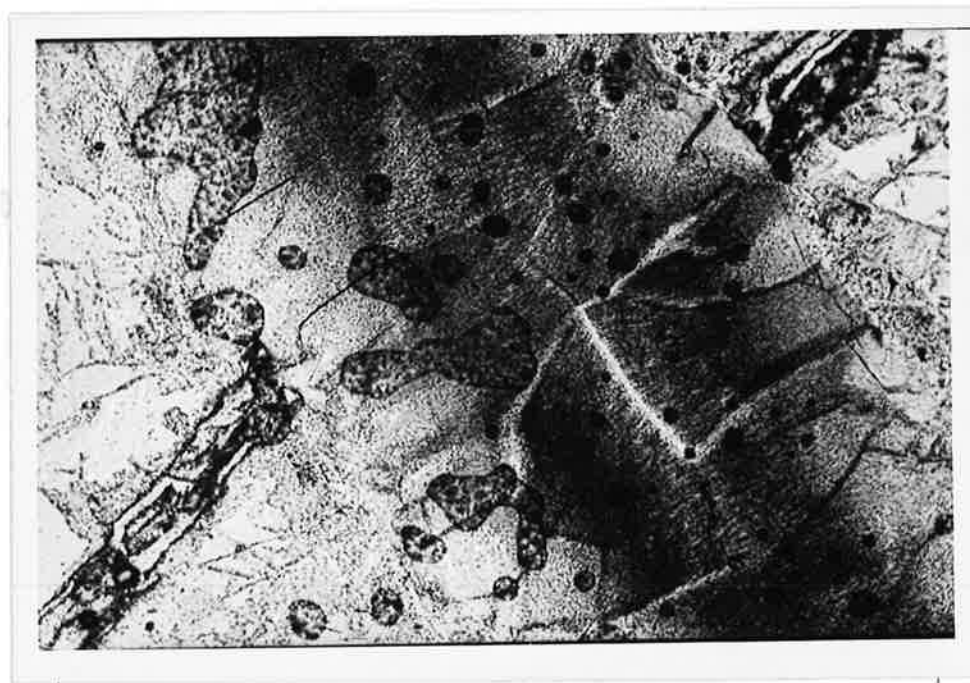


Fig. 31. Mikrofoto av zeolitt-åre i jevnkornet anorthositt.

7.2 Mineralogi

7.2.1 Mineralsammensetning

Den modale sammensetning av Jotundekketts anorthosittiske bergarter varierer sterkt innenfor de rammer som definisjonen av denne bergartsgruppen tillater, dvs. maksimum 35 volum-% mørke mineraler og resten plagioklas. Denne variasjon, som sees av modalanalysene (tabell C1, Appendiks), skyldes i noen grad primære variasjoner i kjemisk og mineralogisk sammensetning. Men særlig har den sin årsak i flere stadier av sekundær rekrytallisering og omvandling ved reaksjoner som bare sjelden har fått løpe helt ut. Derved finnes i de fleste prøver flere generasjoner av mineralselskap tilstede: F.eks. tidlig olivin og orthopyroksen, midlere clinopyroksen, granat, brun amfibol, spinell og epidot, symplektittiske sammenvoksninger og senere generasjoners grønn amfibol, chloritt, biotitt, muskovitt og epidot/clinozoisitt.

I dette kapitlet vil det bli gitt en beskrivelse av de forskjellige mineralers og mineralgruppers sammensetning og opptreden i den hensikt å skape et grunnlag for diskusjon av krystallisasjonsbetingelser i det neste.

7.2.2 Plagioklas

I de anorthosittiske bergarter opptrer plagioklas i tre teksturelle modifikasjoner (inndeling etter Jacobsen (1978a), men med endrete verdier for plagioklassammensetningene):

1. Relativt grovkornete granulære (jevnkornet) med rette korn-grenser i udeførmete bergarter, hyppige tvillingdannelser etter Albitt- og Carlsbader-lovene (fig. 32a). De kan ofte ha store mengder mikroskopiske inneslutninger fortrinnsvis av euhedral epidot (fig. 33a) og Fe-Ti-oksyder (fig. 33b). De sistnevnte opptrer bare i rødbrun og mørk violett plagioklas (se figurene 16 og 18) og antas å være den direkte årsak til fargene.

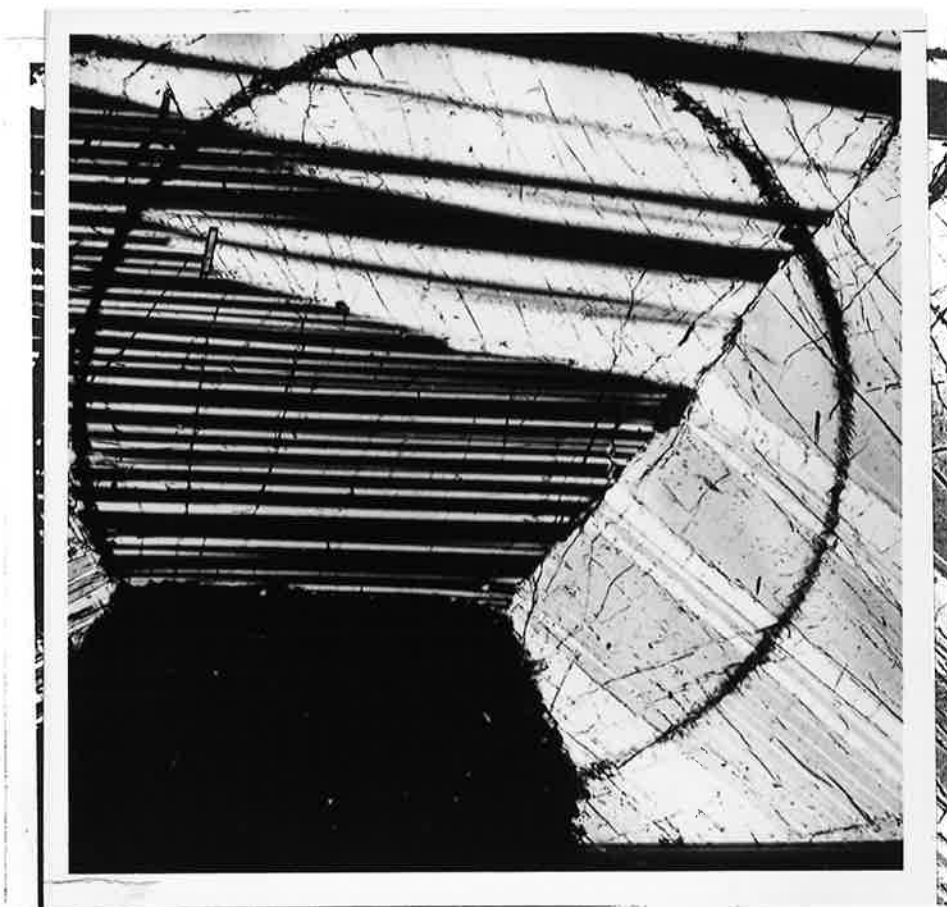


Fig. 32. Modifikasjoner av plagioklas fra anorthosittiske bergarter i Jotundekket.

- a. Granulær grovkornet plagioklas.
Prøve H-78-39. Ringens diameter er ca. 3 mm.

Fig. 32

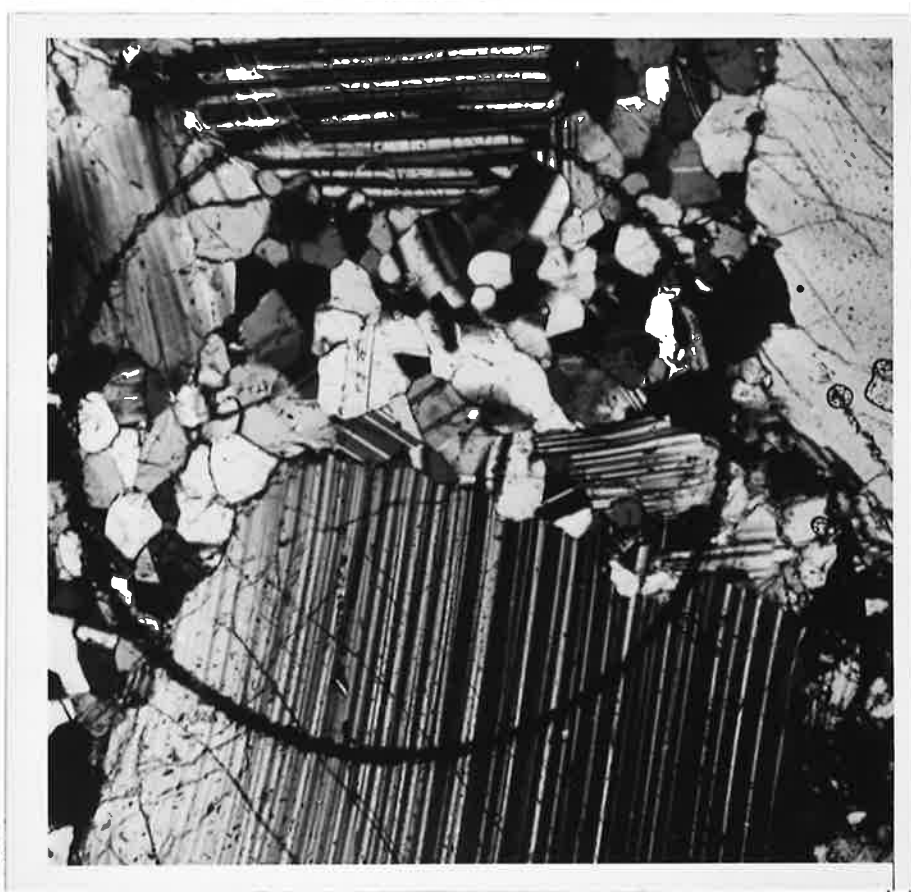


Fig. 32. Modifikasjoner av plagioklas fra anorthosittiske bergarter i Jotundekket.

b. Interstitiell finkornet.
Prøve H-77-37. Ringens diameter er ca. 3 mm.

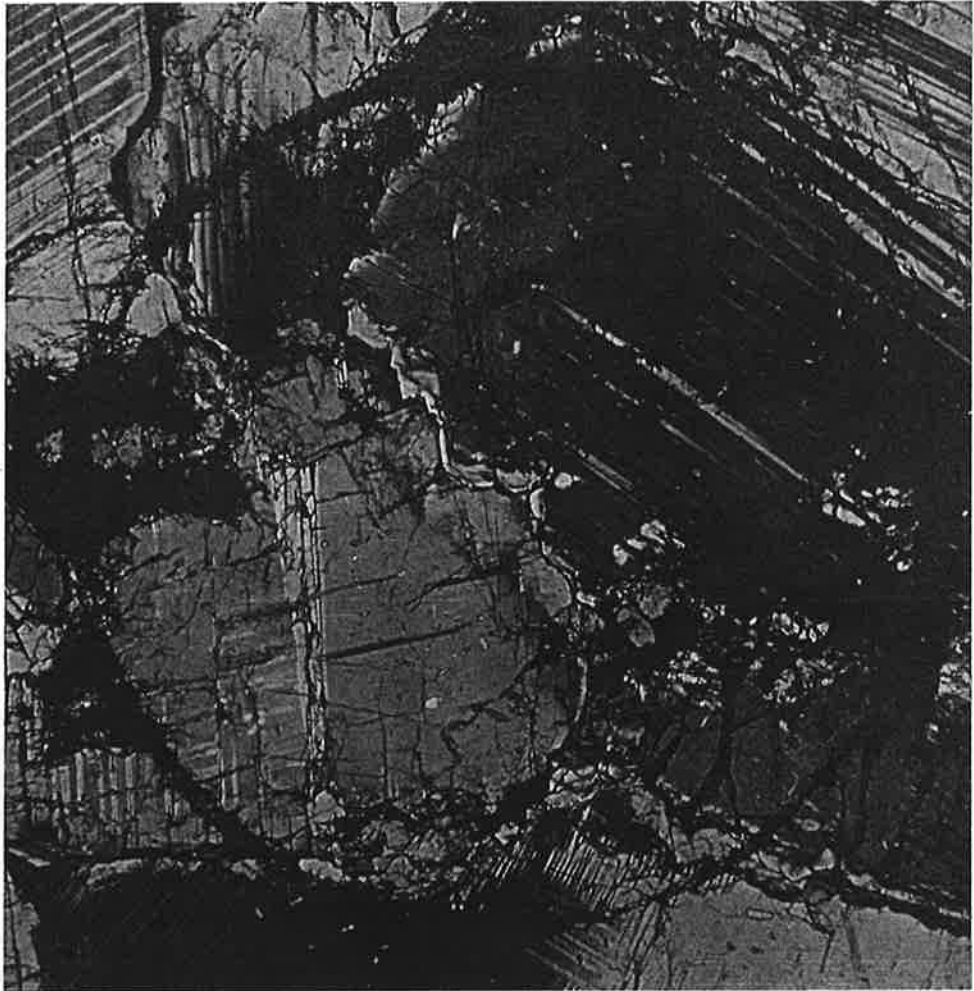


Fig. 32. Modifikasjoner av plagioklas fra anorthosittiske bergarter i Jotundekket.

c. Normal sonering langs korngrenser i grov- og fin-kornet plagioklas. Prøve H-78-23. Motivets lengste side er ca. 3 mm.

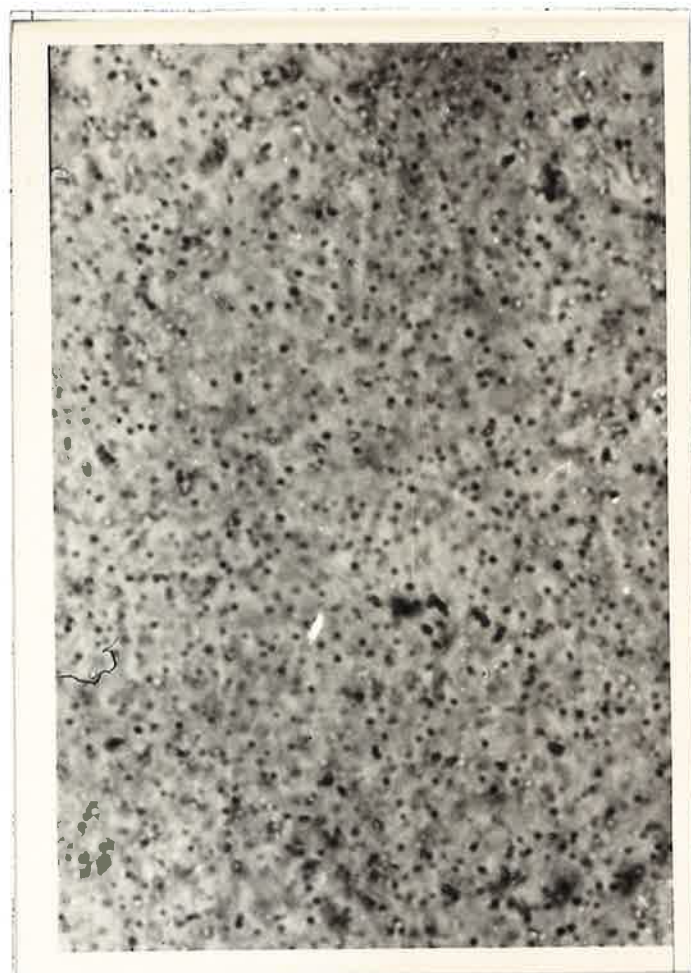


Fig. 32. Modifikasjoner av plagioklas fra anorthosittiske bergarter i Jotundekket.

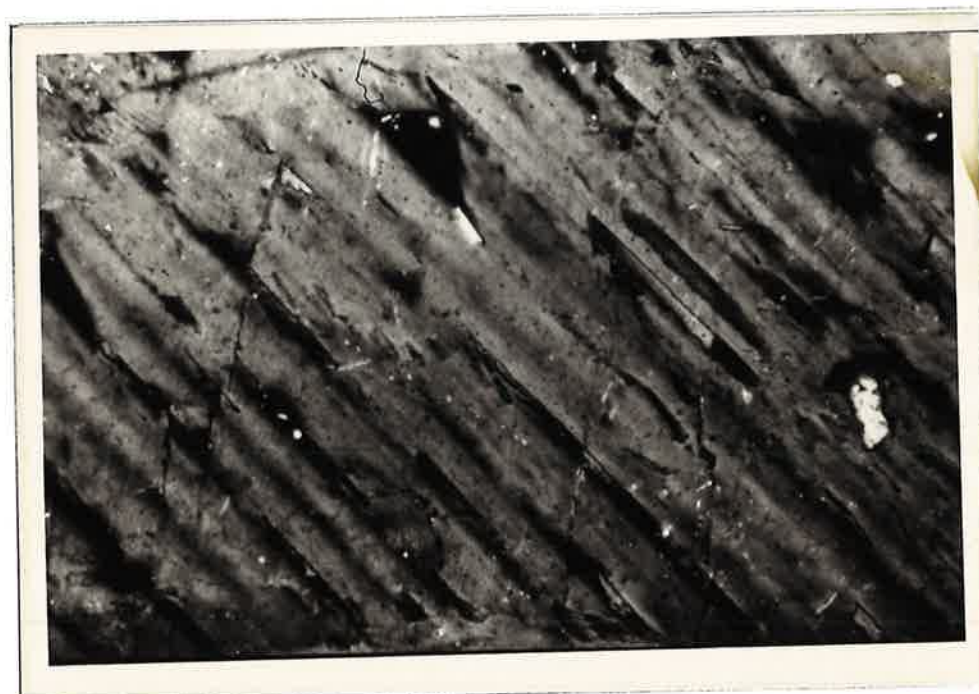
- d. Plagioklas i forgneiset anorthositt.
Prøve IB-79-29. Ringens diameter er ca. 3 mm.



a



b



c

Fig. 33. Inneslutninger i grovkornet plagioklas.

- a. Euhedral epidot. Prøve HQ-79-16.
Motivets lengste side er 3 mm.
- b. Fe- og/eller Ti-oksyder. Prøve HQ-79-39.
Motivets lengste side er 0,16 mm.
- c. Mikroclin i antiperthittisk avblanding. Prøve 652.
Motivets lengste side er 0,39 mm.

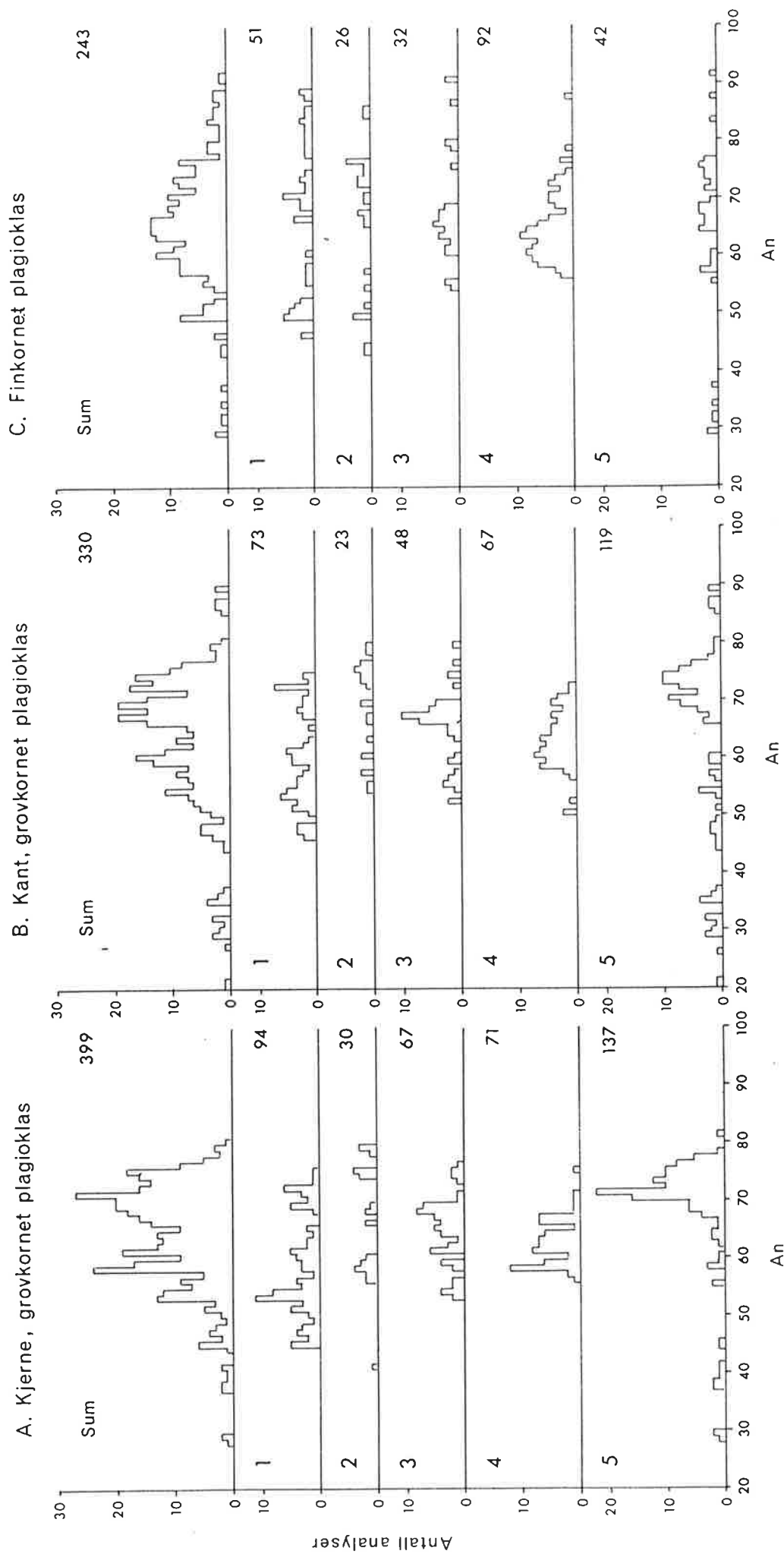


Fig. 34. For tekst se neste side.

Fig. 34. Histogramfisk sammenstilling av analyser av plagioklas fra Jotun-dekkets anorthositter ved hjelp av mikrosonde.

A: Analyser av kjerne i grovkornet plagioklas (≥ 1 mm) fordelt på provinsene 1 - 5 og samlet.

B: Do. for kant av grovkornet plagioklas.

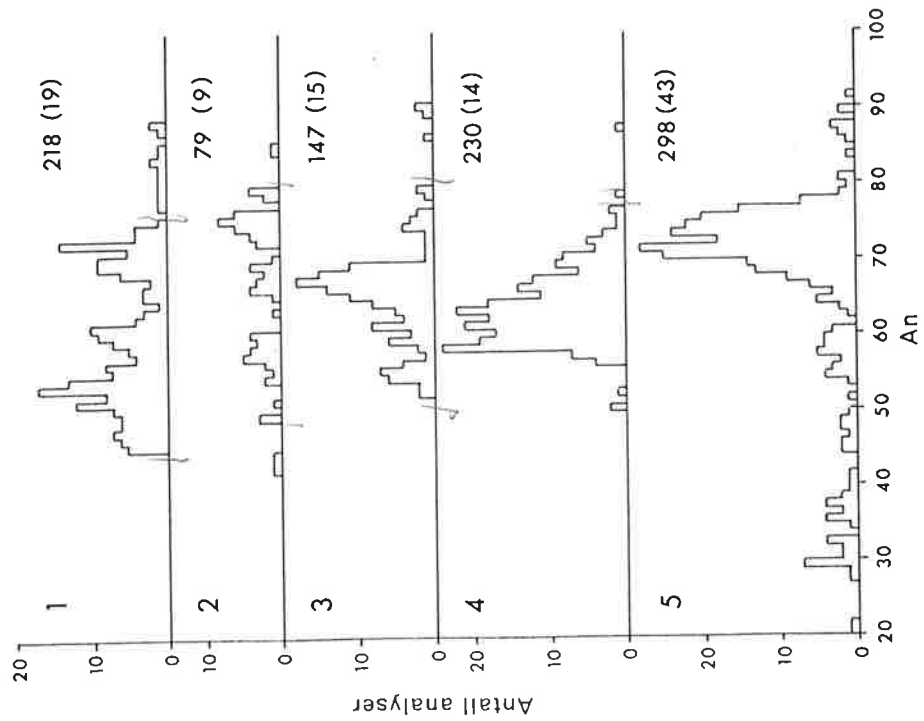
C: Do for finkornet plagioklas (≤ 1 mm).

D: Analyser av de tre modifikasjoner samlet for hver provins.

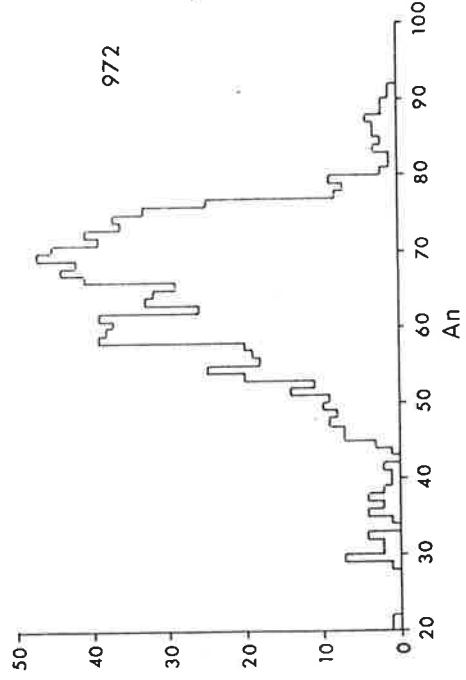
E: Samtlige 906 analyser.

Tallene til høyre angir antall individuelle analyser i hvert plott, i () antall prøver de stammer fra (listet i Appendix D1).

D. Samtlige analyser fordelt på provinser



E. Samtlige analyser



Ingen vesentlig "primær" sonering er observert, og selvom sammensetningen varierer sterkt fra prøve til prøve (fig. 34A), er sentrale deler av de enkelte korn vanligvis kjemisk homogene om ikke sekundære prosesser har påvirket dem. Således er det observert invers sonering i forbindelse med krystallisasjon av skapolitt og kvarts i myrmerkitt (fig. 34B, Tabell D1, Appendiks). An-innhold opp til 92% er påvist som resultat av disse reaksjoner.

Normal sonering som følge av saussurittisering er meget vanlig og har resultert i stabilisering av oligoklas (fig. 32c). 20% er det laveste An-innhold registert i det rapporterte materiale (se fig. 34), mens Bhanumathi og og Bryhni (in prep.) rapporterer An₁₁ som laveste i tilsvarende bergarter.

Soneringen er enten jevn (fig. 35a) eller går i trinn (fig. 35b).

Kalium-innholdet er vanligvis så lavt at det er sett bort fra i oppsetningen av tabell D1. Normalt K₂O-innhold er mellom 0,05 og 0,2%, med høyeste registrerte verdi 0,4%. I noen prøver har K-innholdet vært høyt nok til at mikroklin er utskilt i antiperthittiske avblandingslameller (fig. 33c).

Innholdet av flyktige bestanddeler er bestemt i grovkornet plagioklas fra to prøver. De benyttete krystallene er håndplukket under binokular og har meget lavt innhold av inneslutninger. I disse prøvene (H-78-6 og H-78-39) er det påvist henholdsvis 0,35 og 0,26 vekt % H₂O, 0,0072 og 0,0088 vekt % CO₂ og 0,005 og 0,004 vekt % ikke kondenserbare gasser, hovedsakelig CO (fig. 36, og tabell E1, Appendiks). Analysene er foretatt ved væskeinneslutningslaboratoriet ved Mineralogisk-Geologisk Mueum. Det er ikke optisk påvist

væskeinneslutninger i plagioklas fra disse forekomstene, og det antas derfor at det meste av volatilenene er bundet direkte i plagioklasstrukturen.

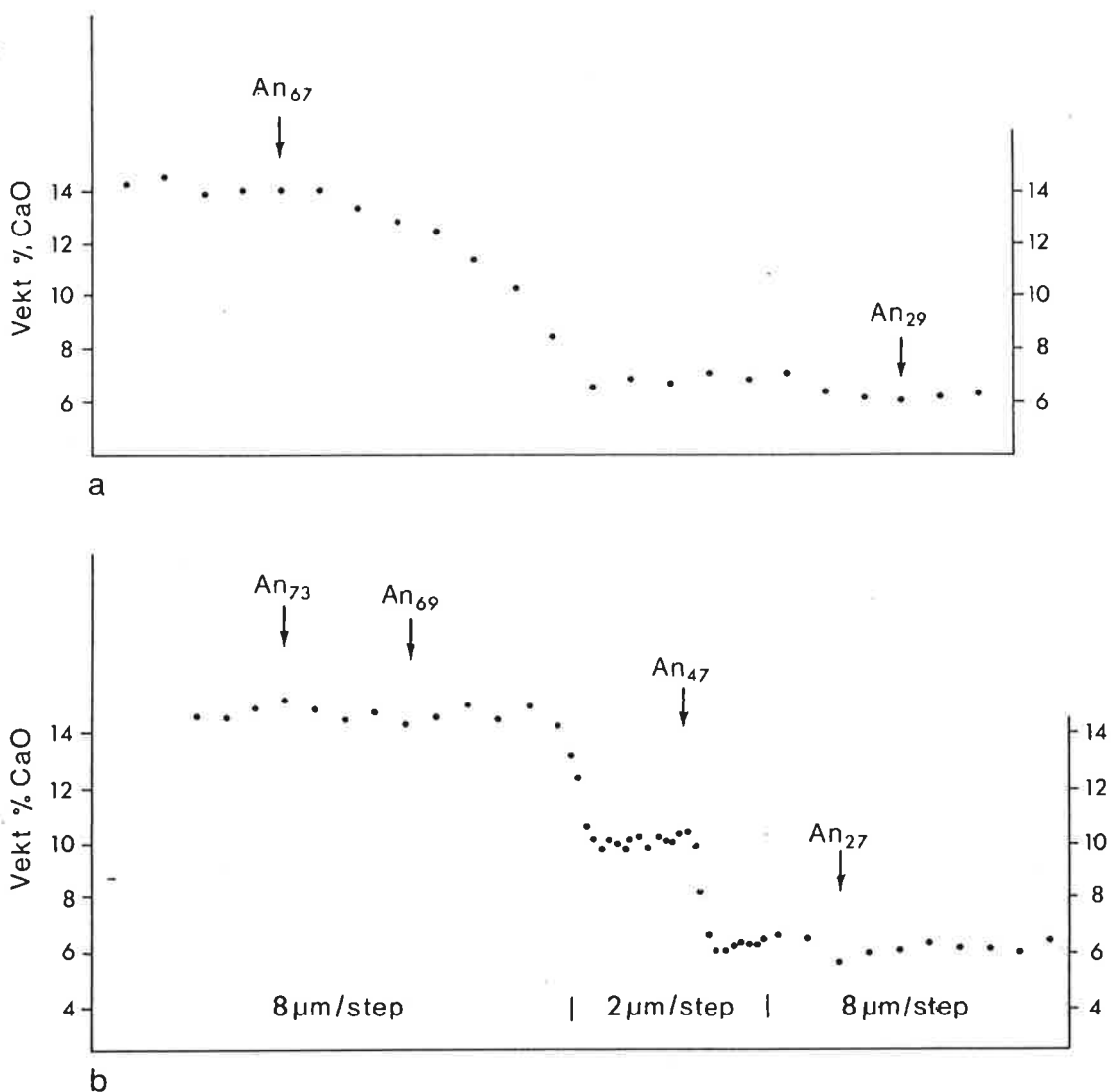


Fig. 35. "Step scan" mikrosonde-profiler for Cao-innhold over randsoner av plagioklaskorn.
a. Jevn sonering, prøve H-78-66. 8 μm mellom analysepunktene (fig. 5 i Qvale 1979a).
b. Trinnsvis sonering, prøve H-78-69. 8 μm mellom analysepunktene perifert og 2 μm i del av sentrale området.

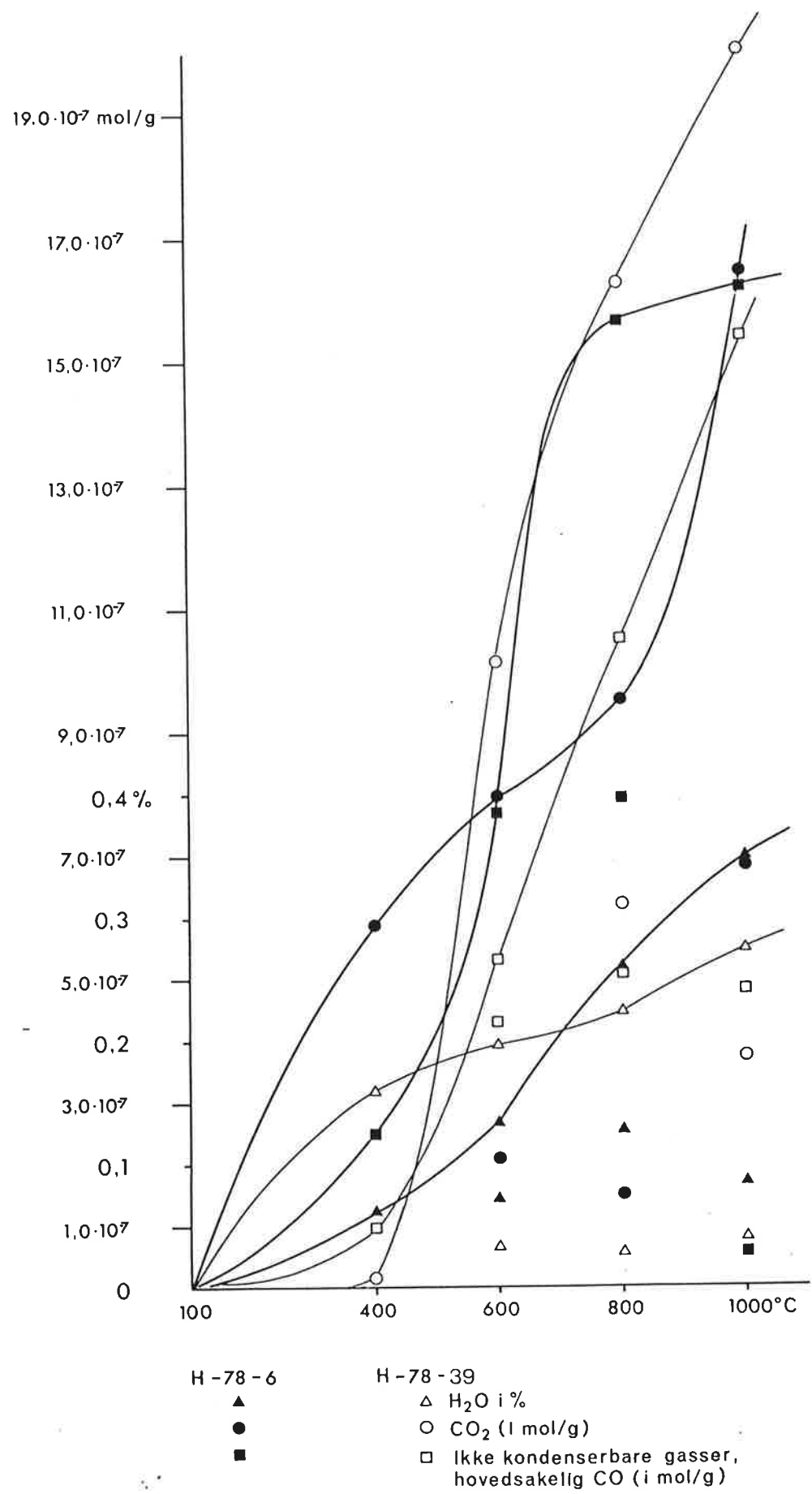


Fig. 36. Kumulative kurver for innholdet av volatiler i grovkornet plagioklas fra to prøver.

2. Finkornet granulær (jevnkornet) plagioklas som opptrer i mellomrommene mellom forannevnte grovkornet plagioklas (fig. 32b). I udeformert bergart er korn grensene jevne og rette som for de grove kornene, mens derimot tvillinglameller er meget sjeldne.

Kjemisk sammensetning er den samme som for kjerne av grovkornet plagioklas om ikke sekundæromvandling har funnet sted (fig. 34c). Sonering som følge av denne er like vanlig for de små kornene og har dermed påvirket en større del av dem (fig. 32c). Derved er ofte også kjernene av disse omvandlet slik at analysene totalt sett viser større spredning.

K-innholdet viser de samme variasjoner som for de grove kornene. Derimot er det ikke påvist antiperthitt-lameller eller vesentlige mengder inneslutninger av epidot eller oksyder, og de finere kornene er vanligvis hvite eller mattgrå.

3. Kataklastisk granulert plagioklas. Ved forgneisning av anorthosittene blir plagioklaskornene deformert og nedknust (fig. 32d). Restene av grove korn sammen med tvillinglamellene bøyes og granuleres langs kanter og sprekker, og de finere korn får sin kornstørrelse ytterligere redusert. Sammen med nedknusningen er også denne plagioklasen helt eller delvis saussurittisert med sterk reduksjon i An-innholdet som følge. Denne reduksjonen er imidlertid helt parallell med den saussurittisering som finner sted langs korn grensen av fine og grove korn i mer massive partier av anorthosittene, og det har derfor ikke vært mulig å skille dem i fig. 34c.

Begynnende forgneisning finner man hyppige spor etter: Bøyning av tvillinglamellene er første stadium, granulering

langs korngrenser neste; men begge disse resultater av deformasjonen er som oftest produsert uten vesentlig endring av plagioklasens sammensetning. Det har først skjedd under den mer gjennomgripende kataklase (=nedknusning).

7.2.3 Epidot/clinozoisitt

Epidot/clinozoisitt opptrer i to teksturelle modifikasjoner i anorthosittene: dels som euhedrale mikroskopiske inneslutninger i plagioklas (fig. 33a, og Jacobsen (1978b)), og dels som sub-/euhedrale fine til middels grove korn interstitielt mellom plagioklaskornene (fig. 37). Som randsoner på den sistnevnte modifikasjon og som separate anhedrale korn er det så krystallisert en ny generasjon med lavere Fe-innhold som følge av saussurittiseringen av bergarten (fig. 37). I forbindelse med forgneisning kan epidot/clinozoisitt opptre konsentrert i dm-tykke slirer totalt dominert av dette mineral (fig. 28). Konsentrasjon i sene årer er også omtalt foran (fig. 30).

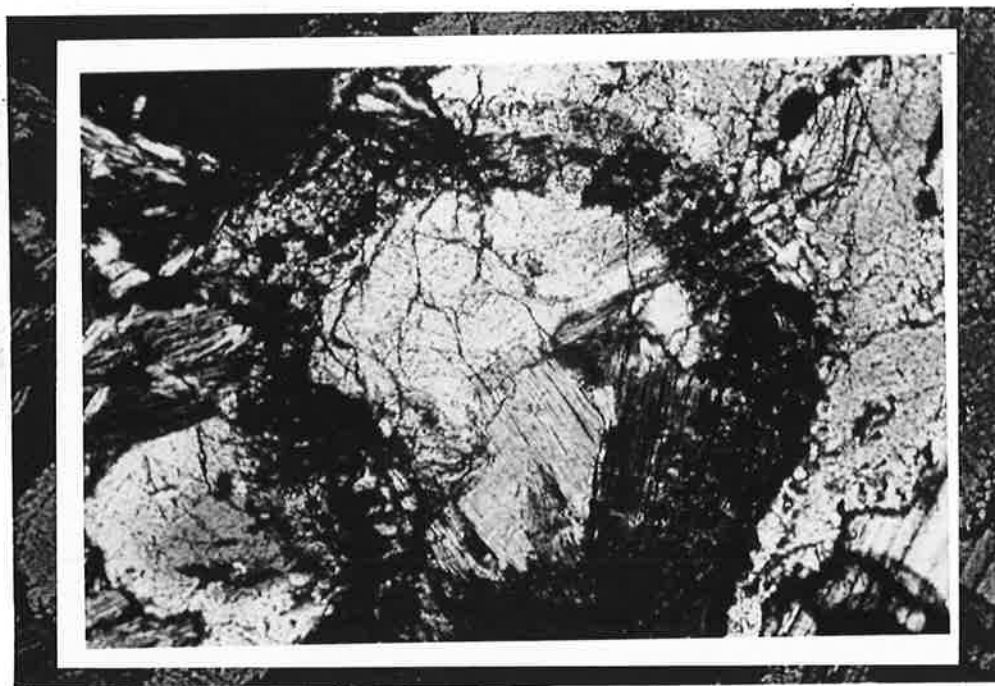


Fig. 37. Anhedral epidot med sekundær kant av clinozoisitt. Prøve HQ-79-69. Motivets bredde er 1,5 mm.

Alle modifikasjoner har i makro-skala sterk lys gressgrønn farve, mens de i mikro-skala er nær farveløse. Optisk er de tidlige modifikasjoner (inneslutninger og sentrale deler av interstitielle korn) alltid epidot, mens de senere dels er epidot dels clinozoisitt. Kjemiske analyser viser også at de sistnevnte har et lavere Fe-innhold (vanligvis mellom 4 og 8% Fe_2O_3) enn de førstnevnte (7-10% Fe_2O_3), men dette er likevel så mye at begge generasjoner på kjemisk grunnlag i de fleste tilfeller er å betrakte som epidot (tabell D2, Appendiks).

7.2.4 Orthitt

Orthitt opptrer som spredte anhedrale enkelt-krystaller og aggregater, opptil 30 cm store (fig. 38). I omgivende anorthositt sees ofte radiær-sprekker som indikerer relativ ekspansjon av orthitt. Dette kan ha sammenheng med sekundær nedbrytning der en grønn amfibol er hovedproduktet. I håndstykke er mineralet sort med en karakteristisk gressgrønn forvittringshud. Farven i tynnslip er mørk brun. Det er ikke foretatt kjemiske analyser av orthitt eller dens nedbrytningsprodukter.

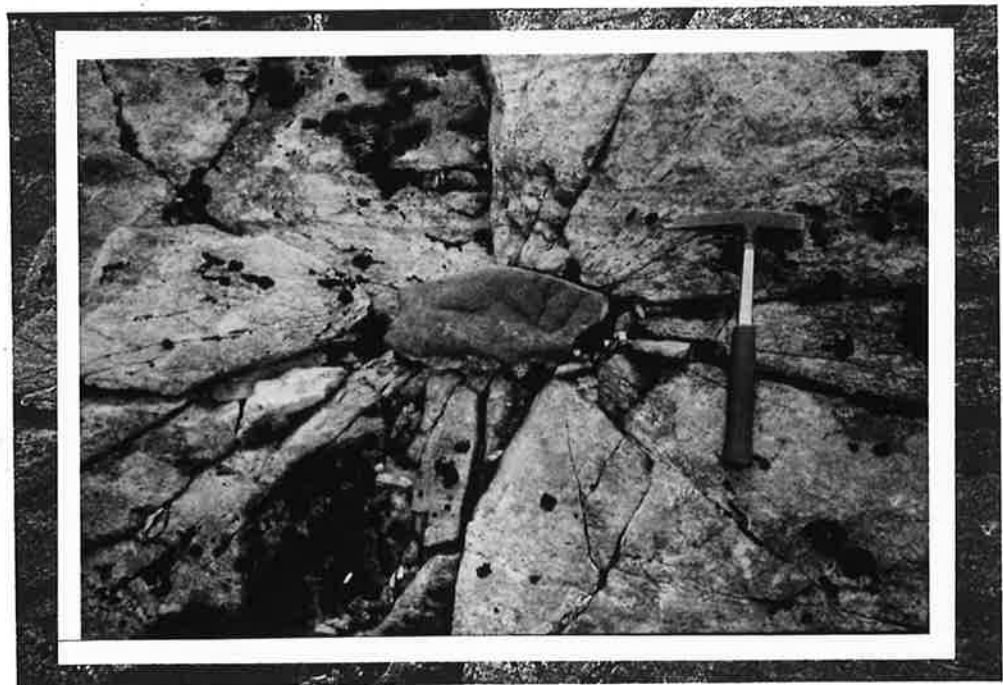


Fig. 38. Delvis nedbrutt orthitt-krystall i anorthositt. Klårafjell nord for Mjølfjell stasjon.

7.2.5 Granat

Granat opptrer også i to modifikasjoner i anorthosittene: dels som spredte anhedrale 1 mm store korn spredt i bergarten (fig. 39a) dels som ytterste ledd i reaksjonssonen (koronaen) rundt olivin og orthopyroksen (fig. 19b). Farven er svakt rødlig i håndstykket (fig. 39a), men nærmest farveløs i tynnslip.

Granatene er nå som oftest sterkt omvandlet, hovedsaklig til grønn amfibol, epidot og brun biotitt dels som "grove" aggregater (fig. 39b) eller i symplektittiske sammenvoksinger (fig. 39c).

Kjemisk domineres granatene av Ca, Fe, Mg og Al (tabell D3, Appendiks), og plotter sentralt i pyrop-almandin-grossular-diagrammet (fig. 40). Granater fra koronaer skiller seg sammensetningsmessig ikke ut fra granater av den andre modifikasjon. I det aktuelle diagrammet plotter de midt inne i feltet for de andre og er derfor ikke skilt ut.

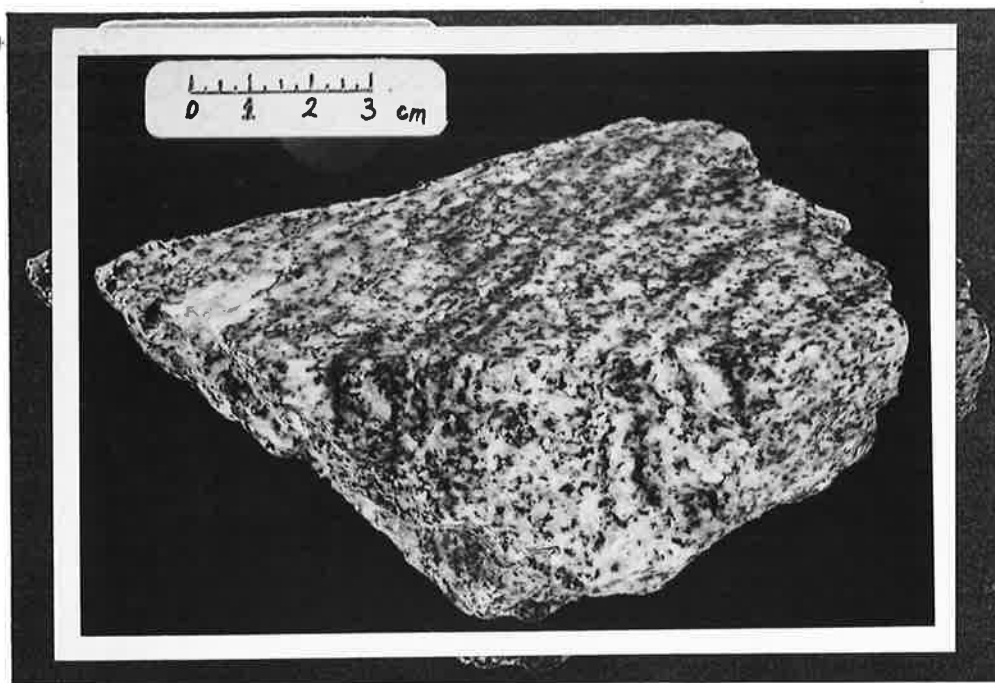
7.2.6 Clinopyroksen

Clinopyroksen opptrer analogt til granat som spredte ca. 1 mm store anhedrale korn (fig. 39a), og som del av koronareaksjonene rundt orthopyroksen og olivin (fig. 19b).

De spredte kornene har dels avblandet andre faser som ikke er identifisert (fig. 41a) eller kan være "rene" som i fig. 41b, der kornet også viser ellers uvanlige tvillinglameller. Imidlertid er det ikke påvist noen vesentlig kjemisk forskjell mellom de to typer (scan- og punktanalyser).

Clinopyroksen er middels sterkt grønnfarvet i håndstykket (fig. 39a), men nær farveløs i tynnslip (fig. 41).

Deres sammensetning plottet i det vanlige pyroksendiagrammet (fig. 42) gir med unntak av to analyser, diopsidisk sammensetning



a

b



c

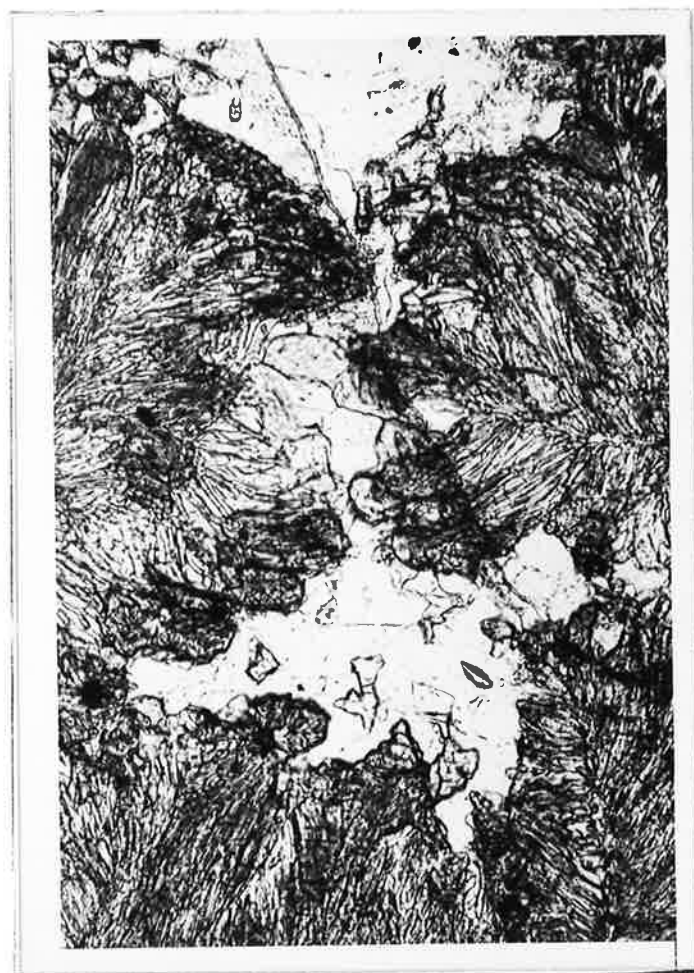


Fig. 39.

Granat i anorthositt.

- a. Spredte rødlige korn i båndet leukogabbro, sammen med clinopyroksen (grønne). Prøve HQ-79-78.
- b. Mikrofoto. Granat delvis nedbrutt til epidot, grønn amfibol og brun biotitt. Prøve HQ-79-98: Motivets bredde er 1,1 mm. Parallele polarisatorer.
- c. Mikrofoto. Symplektittiske aggregater dannet ved nedbrytning av granat. Prøve HQ-79-90. Motivets bredde er 0.6 mm. Parallele polarisatorer.

og svært liten variasjon. P.g.a. det høye Al-innhold i anorthosittenes clinopyroksener (4-13% Al_2O_3 , tabell D4, Appendiks) er de også representert i Fe-Mg-Al-diagrammet, som gir betydelig større spredning.

Ikke i noen av disse diagrammene skiller clinopyroksen fra kornær seg spesielt ut. Derimot viser som nevnt to analyser anomale Ca-innhold (fig. 42) og også materialets laveste Al-verdier (fig. 43).

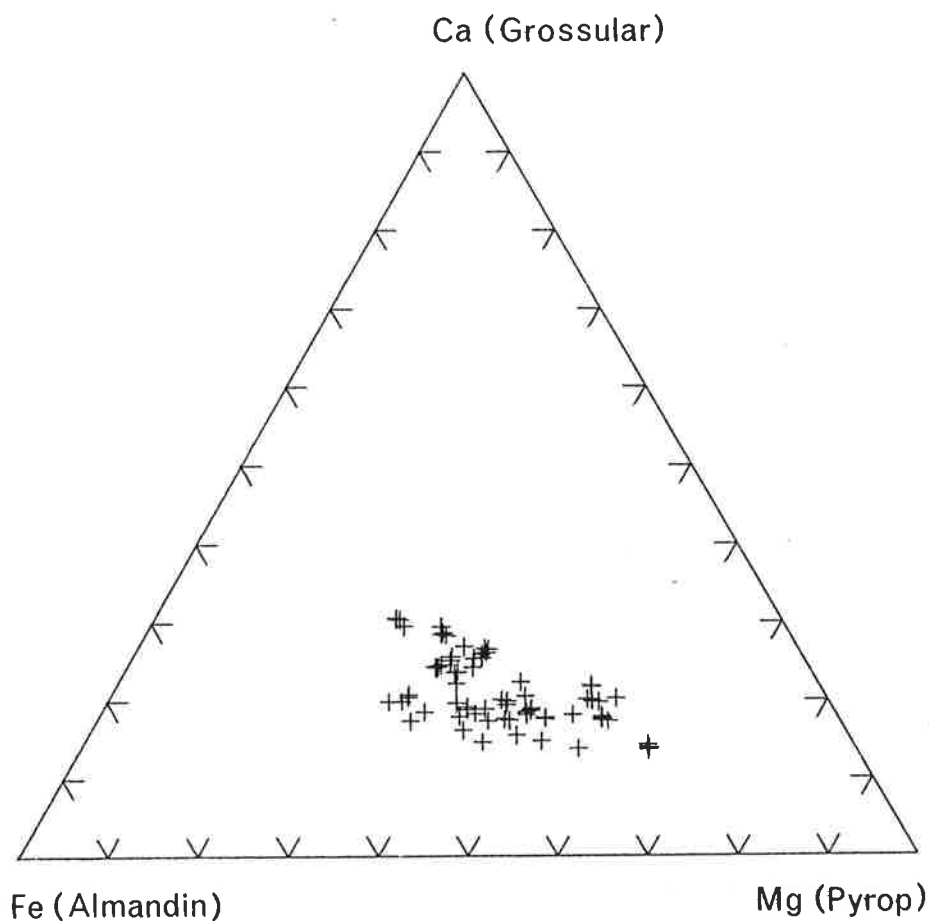


Fig. 40. Granatenes kjemiske sammensetning vist som relative innhold av endeleddene grossular, almandin og pyrop.

Disse skiller seg også ut teksturelt ved å være fullstendig inne-
sluttet i plagioklas og er spekket med mikroskopiske avblandings-
lameller, og kan derfor representere en meget tidlig krystallisert
fase. Deres posisjon i Ca-Fe-Mg-diagrammet kan tyde på at de kan
være relikte subkalsiske pyroksener krystallisert ut i likevekt
med clinopyroksen. Deres bulk-sammensetning er nå augittisk.

a b

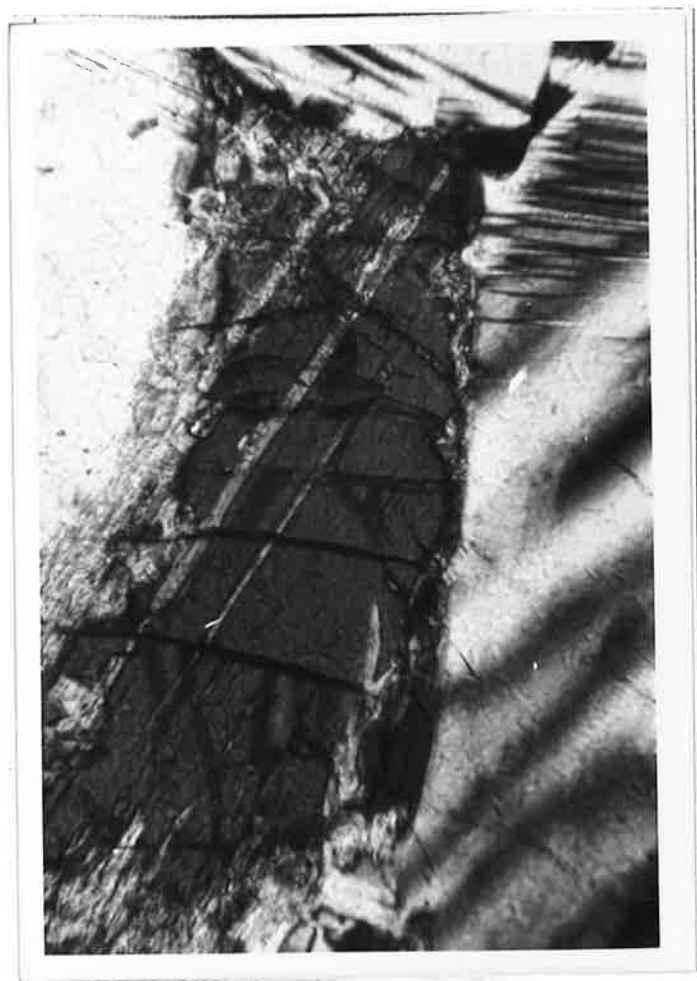


Fig. 41. Clinopyroksen i granular anorthositt. Prøve HQ-79-20.
Kolarbotn øst for Aurlandsfjorden.
a. Avblandet, Parallelle polarisatorer.
b. Ikke avblandet, men fortvillinget. Kryssete polarisatorer.

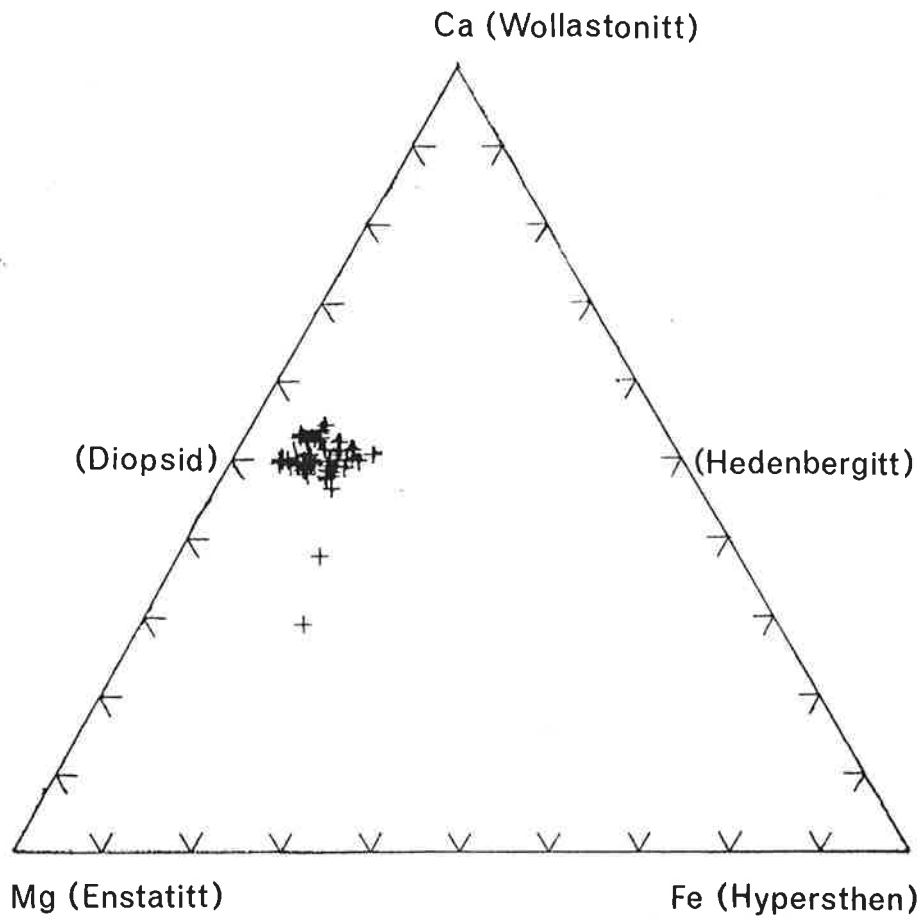


Fig. 42. Kjemisk sammensetning av clinopyroksen i Ca-Fe-Mg-systemet.

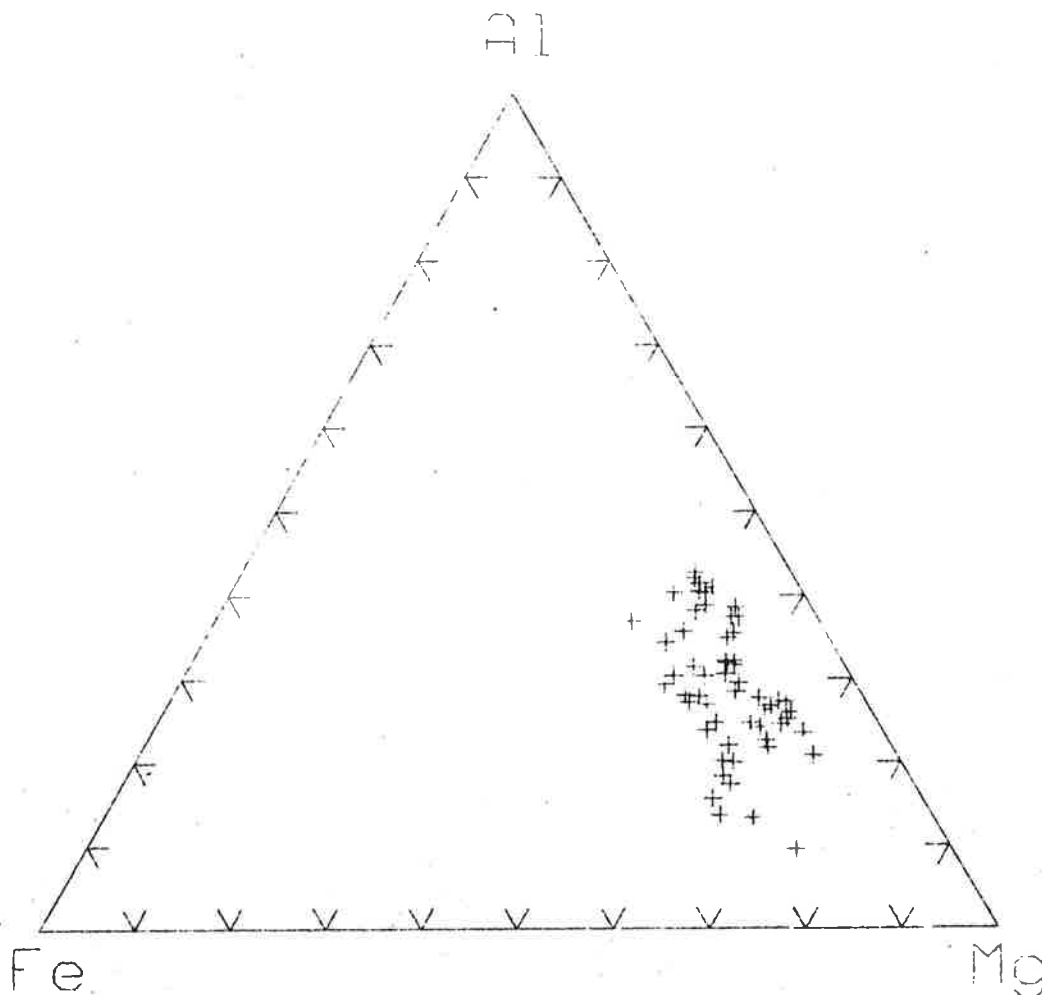


Fig. 43. Kjemiske analyser av clinopyroksen plottet i Al-Fe-Mg-systemet.

7.2.7 Amfibol

Amfiboler av forskjellige typer er meget vanlige i anorthosittene, og representerer flere generasjoner. De viktigste er:

1. Brun amfibol (fig. 44a) sees som opptil 2 mm store an-/subhedrale krystaller i jevnkornig anorthositt. Farven er er frisk mørk brun, og krystallene er fri for inneslutninger. Kjemisk er denne modifikasjon karakterisert ved høyt inn-

hold av TiO_2 (2,8-3,5%) og K_2O (2,5%) og Cl (tilsvarer 0,4% Cl_2O) og ekstremt lavt Si (5,7 kationer i strukturformelen) slik at de plotter utenfor Leakes (1968) klassifikasjonsdiagram (fig. 45). Størst likhet viser de med titano-ferro-pargasitt (se også tabell D5, Appendiks).

Det er intet som tyder på at denne amfibolen er dannet ved pseudomorfose, og den hører derfor til de tidligste mineral-selskap bevart. Ofte er de imidlertid selv sekundært omvandlet, med mørk brun Ti-rik biotitt som viktigste produkt.

2. Grønn eller inhomogen grønn og lys brun i samme teksturelle posisjon som forannevnte brune amfibol, men kan også opptre i opptil 10 cm store "flekker" (fig. 14) med plagioklas helt eller delvis poikilittisk innesluttet (fig. 15).

Karakteristisk for modifikasjonen er at den alltid inneholder store mengder mikroskopiske inneslutninger (fig. 44b). Disse er i noen tilfeller kvarts, men ofte er de så finkornet at det ikke har vært mulig å identifisere dem. Kvartsinneslutningene tyder på at amfibolene er dannet som pseudomorfer etter pyroksen, fortrinnsvis orthopyroksen eller subkalsisk clinopyroksen som skiller ut kvarts i lameller ved overgang til clinopyroksen eller amfibol.

For evt. andre typer inneslutninger er opprinnelse mer uklar. Hverken amfibolen eller inneslutninger har vesentlig innhold av Ti, og pseudomorfose etter brun amfibol er derfor lite trolig. Mest sannsynlig er det derfor at disse amfibolene er pseudomorfer etter clinopyroksen.

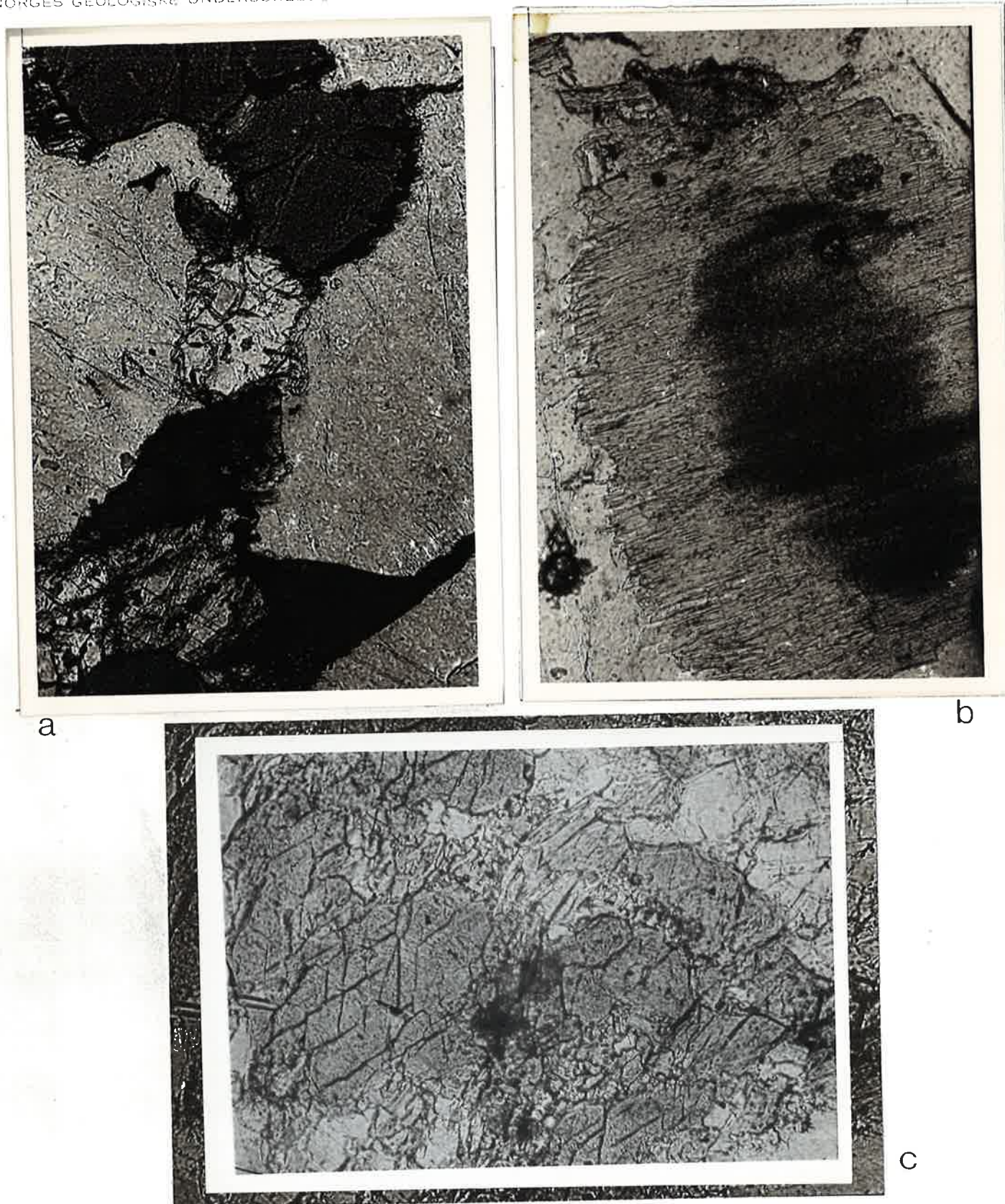


Fig. 44. Amphibol i anorthosittiske bergarter.

- a. Brun amfibol sammen med skapolitt og plagioklas i granulær anorthositt. Prøve IB-79-37c. Motivets lengste side er 1,5 mm.
- b. Grønn anhedral amfibol med opake inneslutninger som pseudomorf etter clinopyroksen (?) i granulær båndet leukogabbro. Prøve HQ-79-23. Motivets lengste side er 0,6 mm.
- c. Aggregat av grønn amfibol. Prøve HQ-79-23. Motivets lengste side er 0,6 mm.

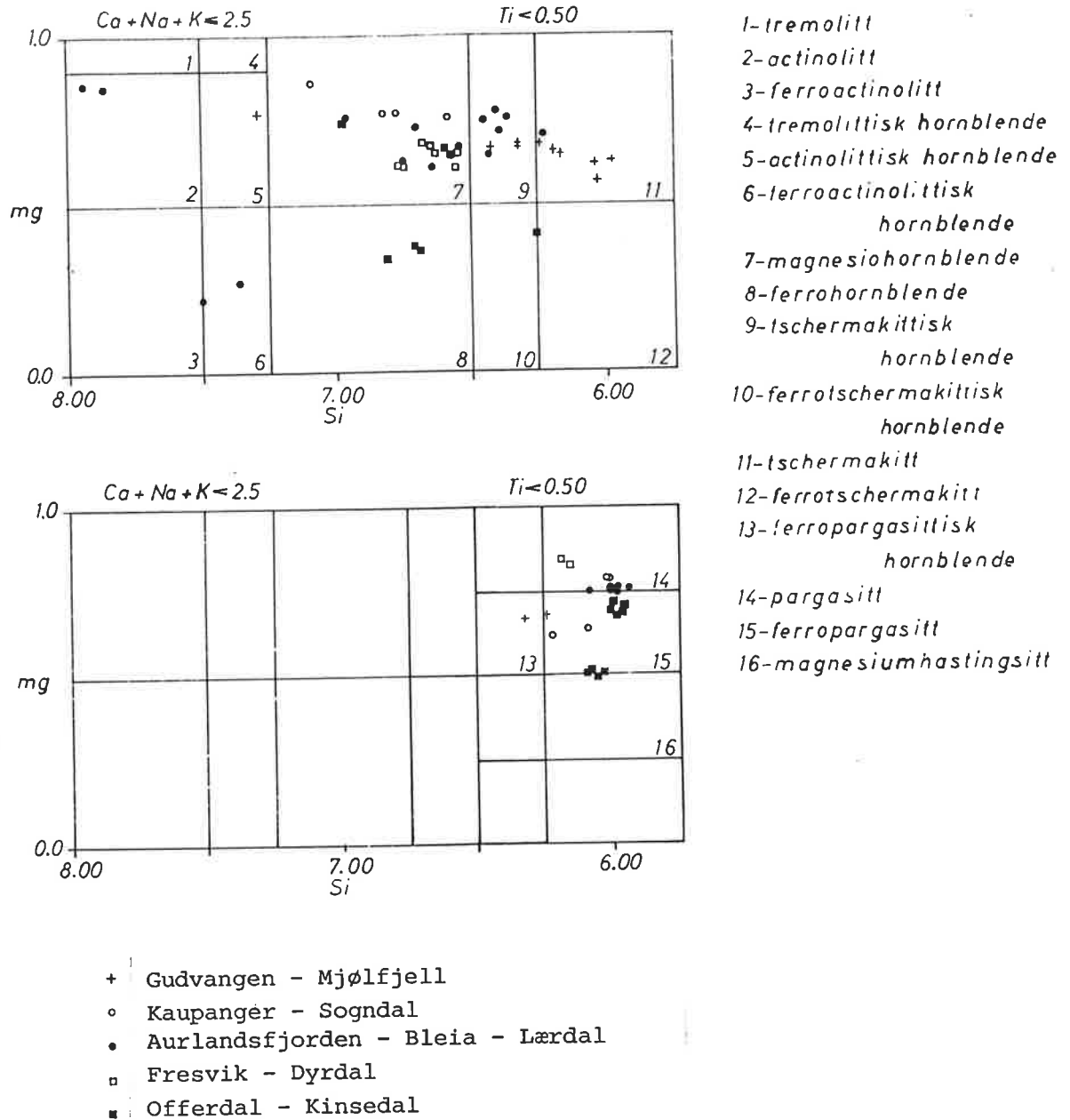


Fig. 45. Kjemisk klassifikasjon av Ca-amfiboler etter Leake (1968).

3. Grønn finkornet anhedral amfibol (fig. 44c) dannet ved nedbryting eller rekrystatallisering av grovere amfibol (brun og grønn) granat (fig. 39a) og clinopyroksen.

Kjemien for grønn amfibol av typene 2 og 3 utgjør majoriteten av punktene plottet i fig. 45 og viser stor spredning for alle 5 provinsene. Et gjennomgående trekk er det likevel at de har høyt innhold av Al_2O_3 (>15%) og som nevnt, bare ubetydelige mengder TiO_2 (tabell D5, Appendiks).

4. Sekundær hydratisering av mineralene i koronastrukturene har bl.a. gitt amfiboler av sterkt varierende sammensetning. De danner meget finkornete aggregater og har lys grønn farve. Kjemisk skiller de seg bare ved lavere Al_2O_3 -innhold. Enkelte grovere korn har subkalsisk sammensetning og plotter i actinolittfeltet i fig. 45.

7.2.8 Orthopyroksen

Foruten i større ultramafiske kropper opptrer orthopyroksen i mindre mengder som primær fase i den dunittiske kjernen av koronaer. Der finnes de som 1-2 mm store anhedrale korn i teksturell "granulær" likevekt med olivin, men er i undersøkte prøver i stor grad bundet til radiære aggregater av talk pluss chloritt. Griffin (1971) rapporterer også orthopyroksen som reaksjonsprodukt i innerste sone mellom olivin og plagioklas (fig. 46).

Orthopyroksen antas å være en av bestanddelen i symplektiske sammenvoksninger dannet ved nedbryting av bl.a. granat (se fig. 39c).

Sammensetning for orthopyroksen viser ingen variasjon i det analyserte materialet: $\text{En}_{81}\text{Fs}_{18}\text{Wo}_{01}$ (fig. 47, tabell D6, Appendiks) med relativt høyt innhold av Al_2O_3 (3,3-3,5%). Griffins analyser fra reaksjonssonen, som også er plottet i fig. 47.

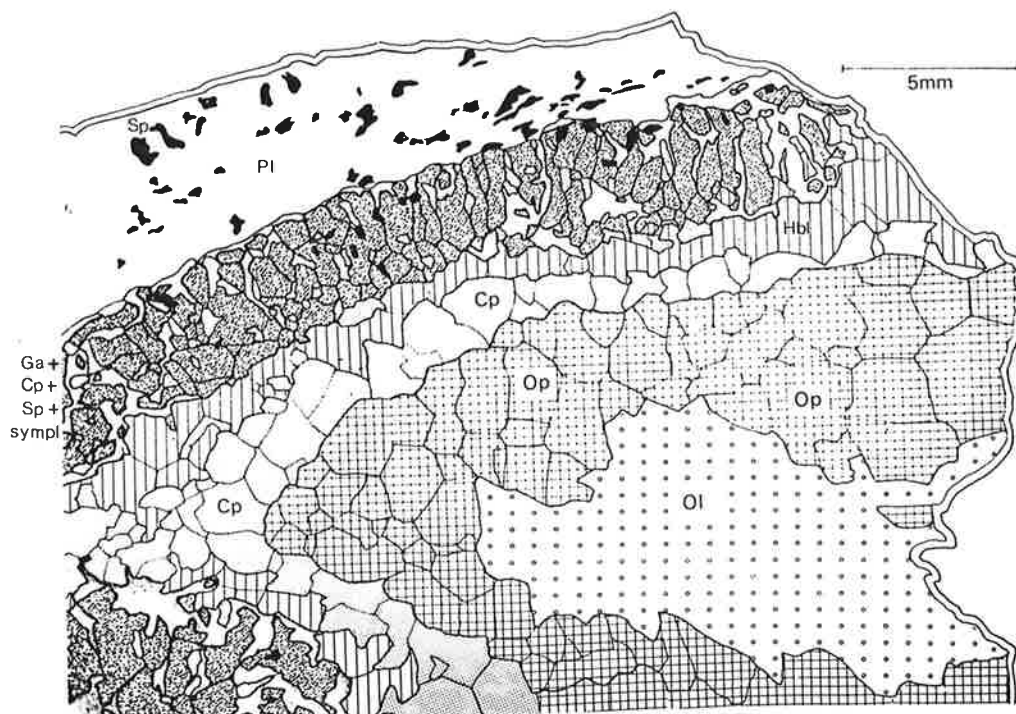


Fig. 46. "Type 2 corona".
Fig. 4, Griffin (1971).

7.2.9 Olivin

Olivin finnes også bare i større ultramafiske kroppar og som hovedbestanddel i de granulære middelskornete dunittiske kjerner av koronaer (fig. 48). Olivin er delvis serpentinisert. Sammensetningen i de sistnevnte varierer mellom Fo_{72-75} (Griffin 1971) og Fo_{80-81} (herværende materiale, tabell D7, Appendiks).

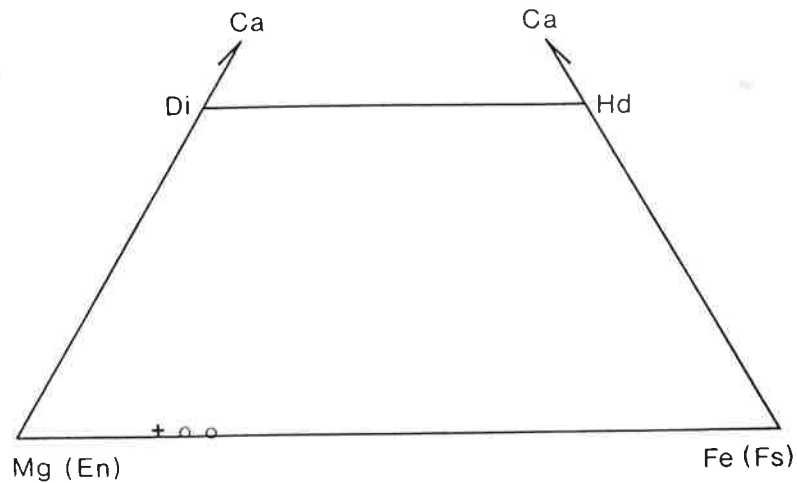


Fig. 47. Kjemiske analyser av orthopyroksen.
Kryss: Prøve HQ-79-25. Grånosi øst for Aurlandsfjorden.
Sirkler: fra Griffin (1971).

7.2.10 Spinell

Spinell opptreer som opptil 0,5 mm store anhedrale korn i leukogabbroide bergarter. Dels er de innesluttet i clinopyroksen og dels ligger de fritt, men da metastabilt med utvikling av sekundær chloritt (fig. 49) eller symplektittiske aggregater mot omgivende plagioklas.

Spinellene er mørk grønne til farveløse, en variasjon som sannsynligvis kan relateres direkte til Fe/Mg-forholdet (fig. 50). Kjemisk domineres de av Al, Mg og Fe, med karakteristisk NiO-innhold mellom 0,5 og 0,8% (fig. 50 og tabell D8, Appendiks).

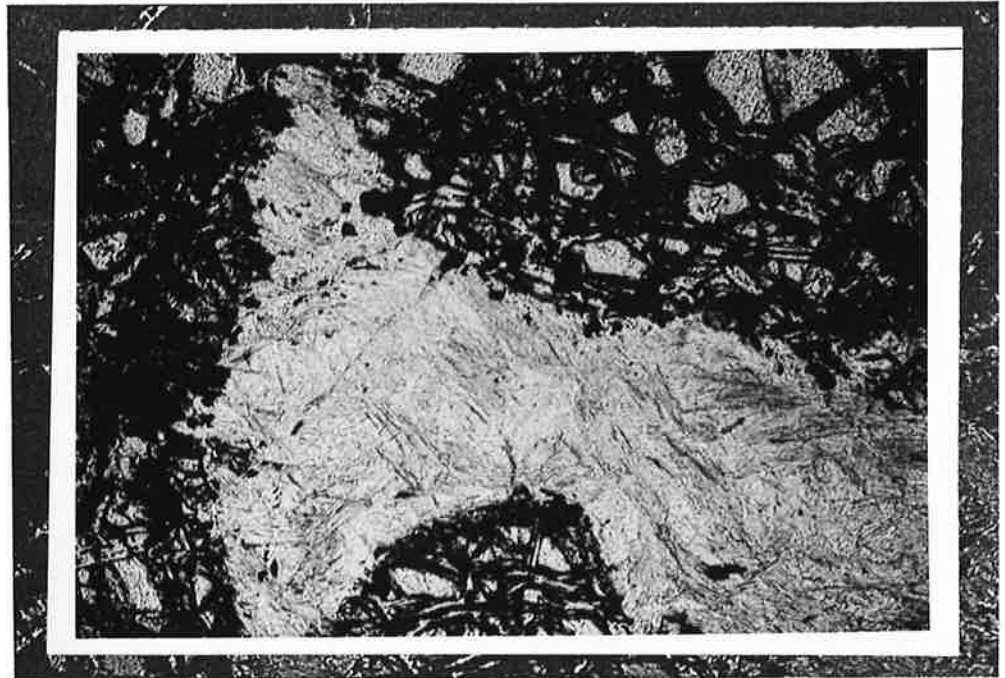


Fig. 48. Delvis hydratisert olivin fra kjerne av korona. Nedbrytningsproduktene domineres av serpentin, men har også vesentlige mengder talk og chloritt. Prøve HQ-79-25. Kolarbotn øst for Aurlandsfjorden. Kryssete polarisatorer. Motivets lengste side er 1,5 mm.



Fig. 49. Spinell i båndet leukogabbro sammen med clinopyroksen (lys) og sekundære reaksjonsprodukter. Prøve HQ-79-34. Parallell polarisatorer. Motivets lengste side er 1,1 mm.

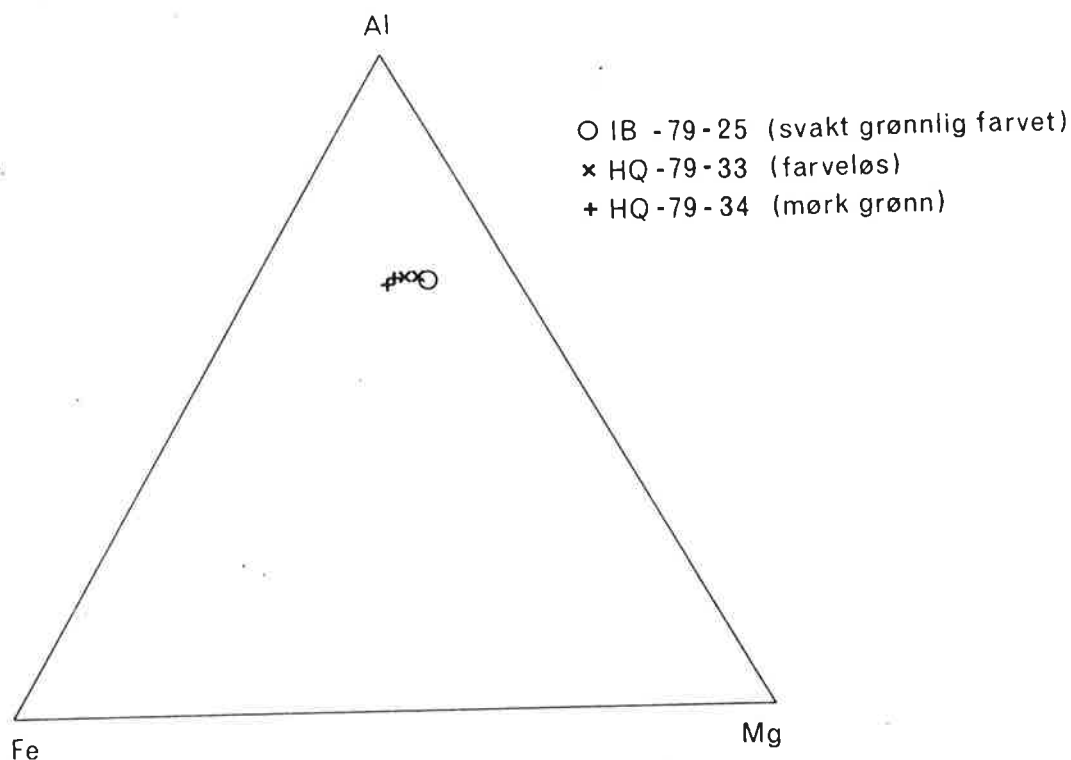


Fig. 50. Kjemiske analyser av spinell plottet i systemet Al-Fe-Mg.

7.2.11 Rutil, ilmenitt og titanitt

Rutil opptrer i aksessoriske mengder særlig i de jevnkornete anorthositt-typene som opptil 0,1 mm store rundete korn.

Ilmenitt opptrer som opptil 2 cm store anhedre korn og aggregater av slike spredt i bergarten, etter som mikroskopiske inneslutninger i farvet plagioklas sammen med Fe-oksyder er den sannsynlige årsak til farven.

Titanit finnes som opptil 0,4 mm store anhedrale separate korn eller som rand rundt rutil (fig. 51). Hverken titanitt eller rutil opptrer sammen med mørk brun amfibol eller spinell.

Ilmenitt og rutil antas å representere den tidlige magmatiske/metamorfe generasjon av mineralekvilibrering, mens titanitt er dannet sekundært.

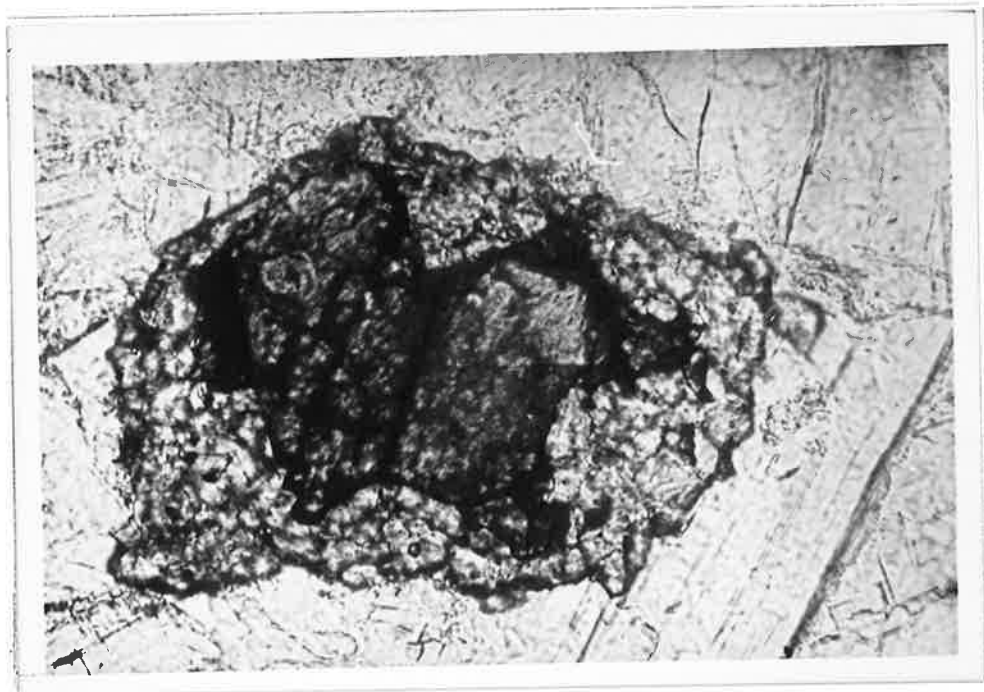


Fig. 51. Rutil omgitt av titanitt i jevnkornig anorthositt.

7.2.12 Korund

Korund er påvist særlig innenfor Gudvangen-Mjølfjell-massivet i soner i jevnkornet anorthositt (Ottesen, pers.komm.). Mineralet opptrer som opptil 5 cm store plateformete euhedrale grå til blå krystaller elongert parallelt med gjennomgående minerallineasjoner i bergarten (fig. 52a). Det er også observert betydelig anrikning av korund i enkelte saussurittiserte soner i Grodgjuvet nord for Mjølfjell (fig. 52b). Da korund ikke vil kunne dannes under de samme betingelser som saussurittiserer plagioklas, antas at saussurittiseringen har fulgt en primær anrikning av korund i bergarten. Dette sannsynliggjøres også ved at korund meget lett selv brytes ned fortrinnsvis til margaritt, evt. også chloritt og amfibol ved reaksjon med plagioklas og Fe-Mg-mineraler. Derved vil forgneisning og saussurittisering kunne lokaliseres nettopp til slike soner.

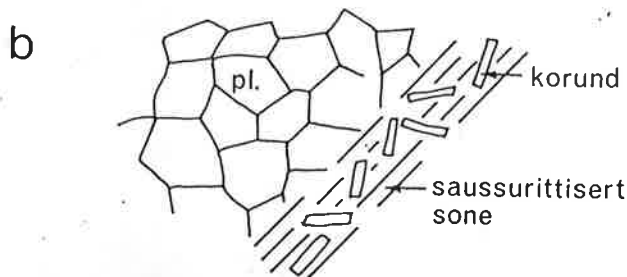


Fig. 52. Korund i anorthositt.
a. Spredte krystaller i jevnkornet anorthositt, Kaldafjell. (Foto: I. Bryhni).
b. Anrikning i saussurittisert sone, Grodgjuvet nord for Mjølfjell.

7.2.13 Skapolitt

Skapolitt er påtruffet i de fleste anorthositt-typer, vanligvis i små eller aksessoriske mengder. Det er vanskelig (=umulig) å påvise i felt eller i håndstykke, men sees lett i tynnslip p.g.a. høyere interferensfarver enn plagioklas og kvarts. Mineralen opptrer som opptil $\frac{1}{2}$ mm store anhedrale interstitielle korn (fig. 44a) eller granulære aggregater av slike (fig. 53).

Kjemiske analyser fra tre prøver (tabell D9, Appendiks) viser at Me-innholdet varierer fra 66 til 78%. (Me=mejonitt, dvs. Ca-endeleddet i en blandrekke som er nær identisk med plagioklasrekken kjemisk og strukturelt).



Fig. 53. Skapolitt i anorthosittiske bergarter. Interstitielle korn (orange) sammen med myrmekittisk avblandet kvarts fra An-rik plagioklas. Kryssete polarisatorer. Prøve H-78-52. Motivets lengde er 0,39 mm.



7.2.14 Chloritt

Chloritter er meget hyppig forekommende som sekundære mineraler i anorthosittiske bergarter. Dels opptrer mineralet spredt i bergarten i vanligvis mellom 0,1 og 1 mm store aggregater, alene eller sammen med muskovitt (fig. 54), og dels finnes det i aggregater sammen med grønn amfibol, epidot og biotitt rundt mineraler som granat, clinopyroksen og spinell som omvandlingsprodukter etter disse. I koronaer opptrer chloritt også sammen med talk i pseudomorfer etter orthopyroksen.

Chlorittene har alle grønn farve av varierende styrke og pleokroisme og viser 1. ordens normale interferensfarver. I uforvitret prøve indikeres tilstedeværelse av chloritt ved silkeaktig glans og lys grønnlig farve på friskt brudd.

Kjemisk er det lite forskjell på chlorittmineralene (fig. 55, tabell D10, Appendiks). Fe/Mg-forholdet varierer mellom 0,23 og 0,46 uansett tekstorell tilknytning.



Fig. 54. Aggregater av chloritt (grønn) og muskovitt i finkornet anorthositt. Prøve OL 2009. Kryssete polarisatorer. Motivets lengde er 0,61 mm.

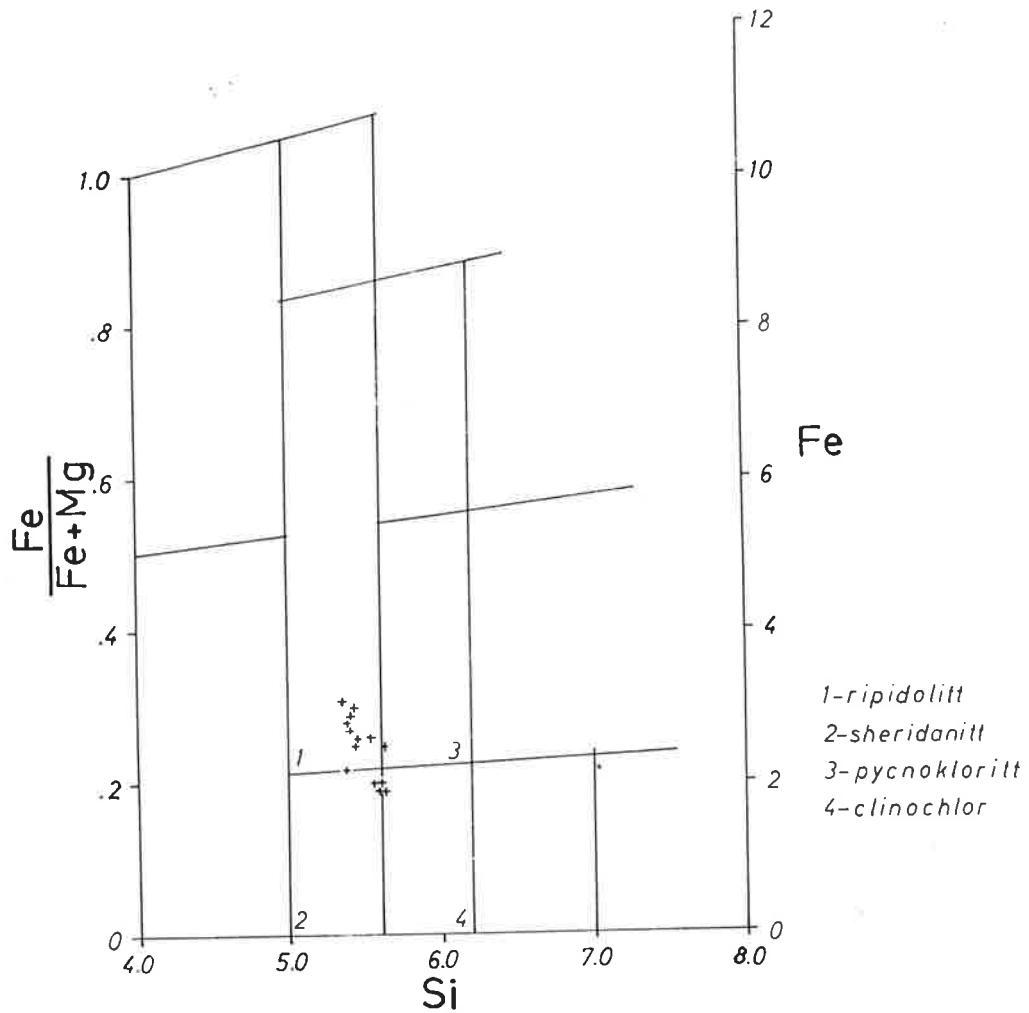


Fig. 55. Kjemisk sammensetning og klassifikasjon av chloritter etter Hey (1954).

7.2.15 Serpentin

Serpentin er det dominerende nedbrytningsprodukt etter olivin i den dunittiske kjernen av koronaer (se fig. 48).

7.2.16 Biotitt

Brun Ti-rik biotitt opptrer som sekundær-mineral etter brun amfibol i opptil 1 mm lange flak og aggregater.

Grønn biotitt er meget vanlig sammen med grønn amfibol dannet sammen med amfibol ved omvandling av H₂O-frie Fe-Mg-mineraler (se fig. 39b), eller sekundært også etter grønn amfibol.

I håndstykke har biotitt mørke farver, relativt til lys plagioklas ser de nesten sorte ut.

Kjemiske analyser er presentert i tabell D11 (Appendiks) og fig. 56, der de brune amfibolene skiller seg spesielt ut p.g.a. høyere Fe/Mg-innhold.

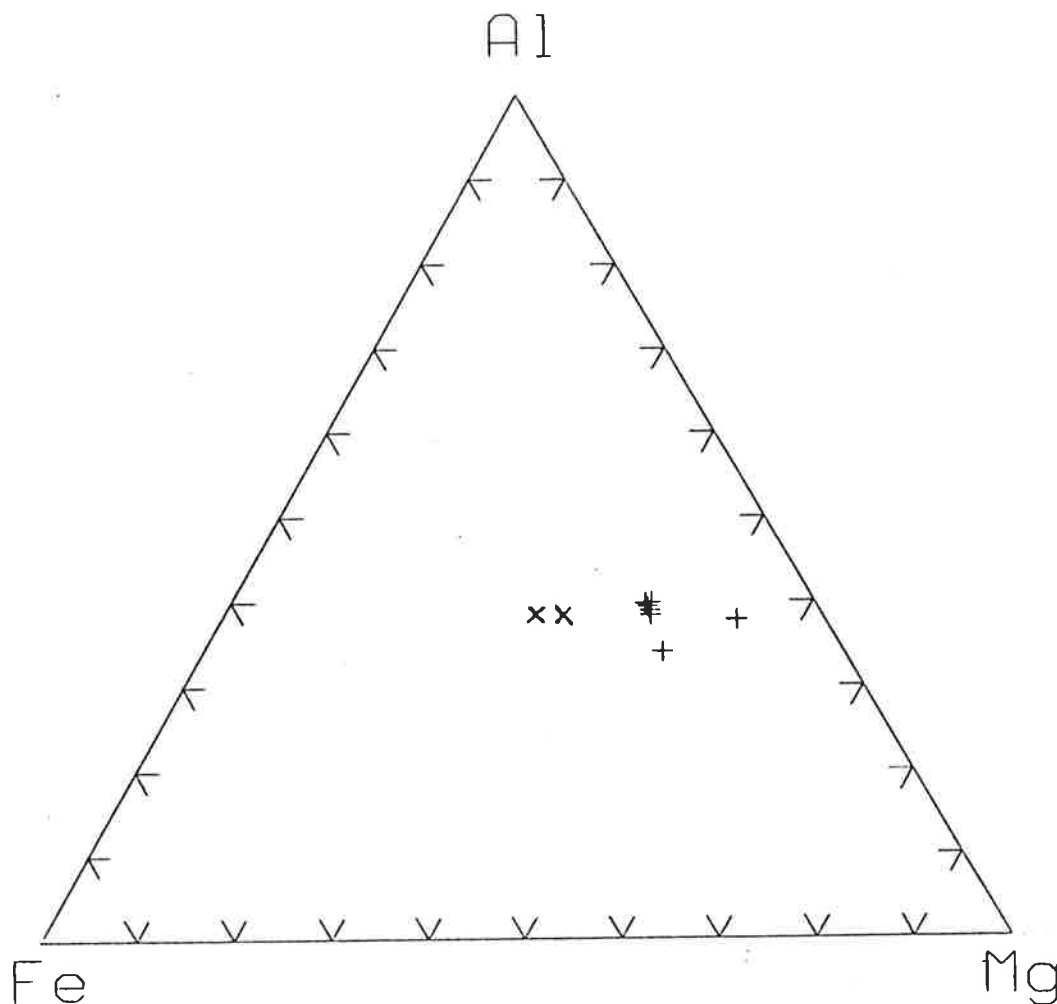


Fig. 56. Kjemiske analyser av biotitt i systemet Fe-Mg-Al, i kation %.
x: brun biotitt.
+: grønn biotitt.

7.2.17 Muskovitt

Muskovitt opptrer som spredte opptil 1 mm store subhedrale enkeltkorn (fig. 57) eller aggregater ofte sammen chloritt (se fig. 54). Vanlig er det også at det parallelt med saussurittiseringen av plagioklas også har funnet sted en sericittisering med krystallisasjon av opptil 0,1 mm anhedrale korn innesluttet fullstendig i plagioklas.

Muskovitt er til tross for et visst Fe-innhold farveløs i tynnslip. I håndstykke er mineralet vanskelig å identifisere, men skiller seg fra lys chloritt ved mer veldefinerte korn og på farven.

De kjemiske analyser viser en normal phengitt-substitusjon (Fe+Mg)-Si for Al-Al og at phengitt-molekylet er sterkt Mg-dominert; Fe/Mg-forholdet ligger mellom 0,16 og 0,56 (fig. 58, tabell D12, Appendiks).



Fig. 57. Mikrofoto av muskovitt ved sonerte korn grenser i plagioklas. Prøve H-78-69. Motivets bredde er 0,5 mm. Kryssete polarisatorer.

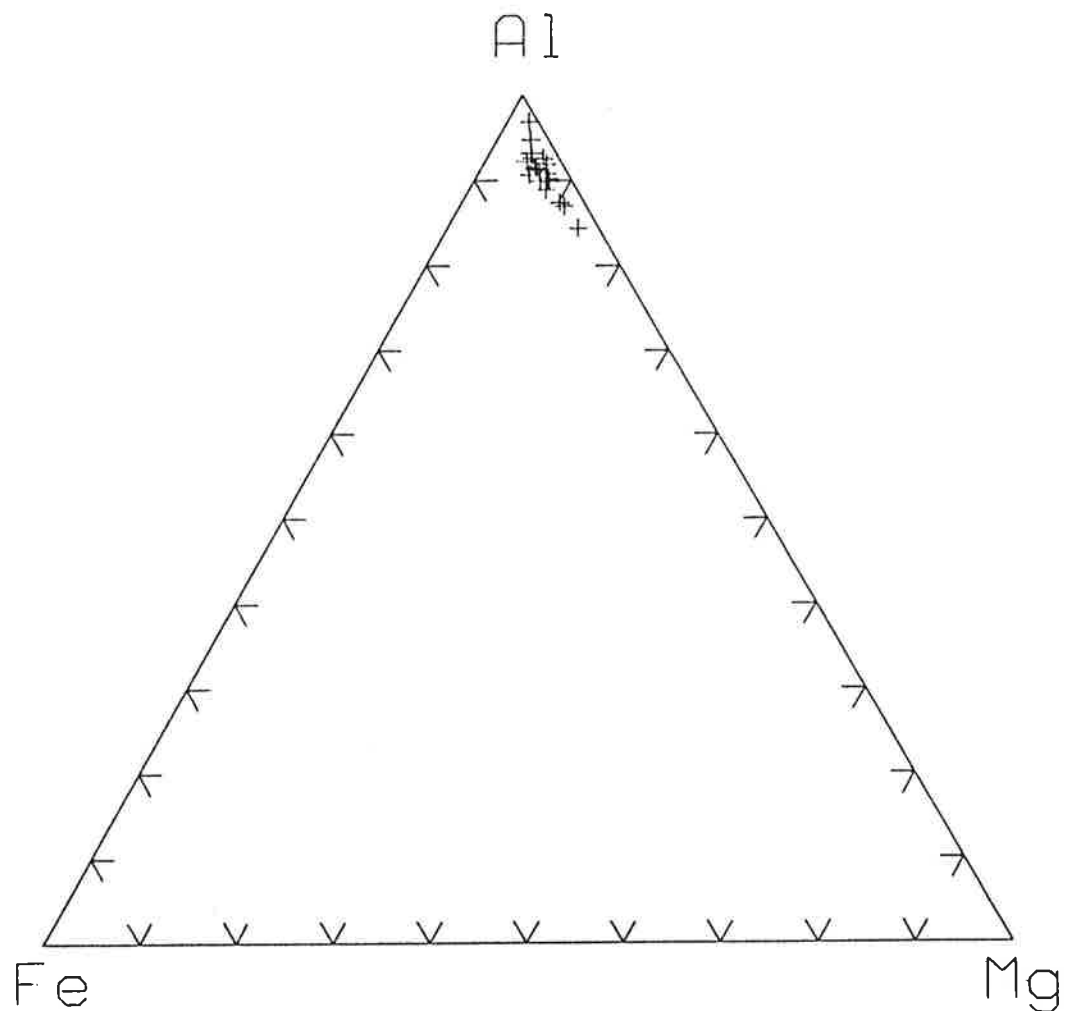


Fig. 58. Kjemiske analyser av muskovitt i Fe-Mg-Al-systemet.

7.2.18 Margaritt

Margaritt opptreer spesielt som reaksjonsprodukt mellom korund og plagioklas under saussurittiseringen, men er også påtruffet som spredte farveløse aggregater i bergarten. I tynnslip skilles margaritt fra muskovitt på lavere dobbeltbrytning. Analysene i fig. 59 er av margaritt av sistnevnte type og viser at også i dette mineralet dominerer Mg over Fe. Fe/Mg ligger mellom 0,42 og 0,63 i denne prøven (Tabell D13, Appendiks).

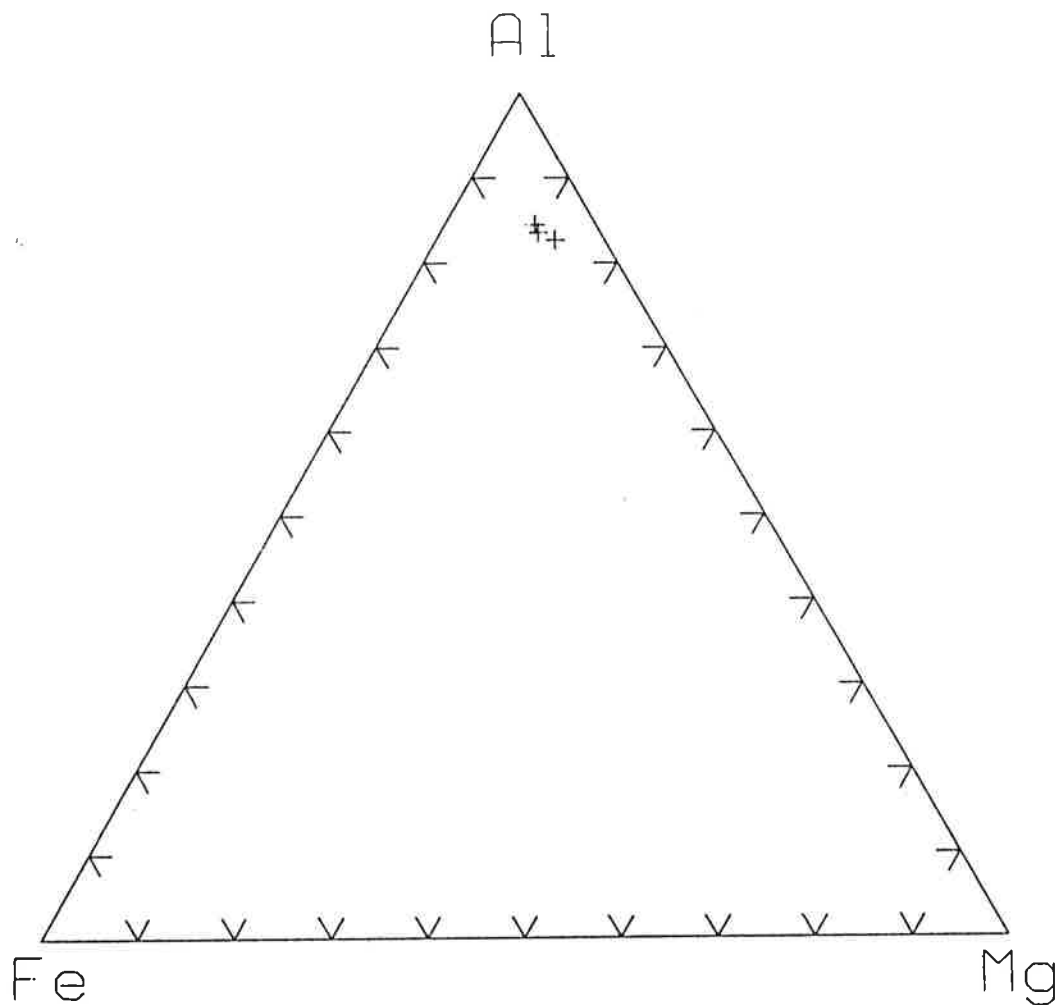


Fig. 59. Kjemiske analyser av margaritt fra prøve IB-79-29, plottet i Al-Fe-Mg-systemet.

7.2.19 Kvarts og kalkspat

Disse to vidt forskjellige mineraler nevnes her sammen fordi de finnes i den samme bergartstype og sannsynligvis er dannet samtidig. Begge mineralene påtreffes i de sterkest deformerte og forgneisete deler av anorthosittene, særlig nær bunnen av anorthositt-massivene. De opptrer der spredt i bergarten eller som sprekkefyllinger.

7.3 Krystallisasjonsrekkefølge og betingelser

7.3.1 Innledning

I foregående avsnitt er det gitt en systematisk gjennomgåelse av mineralogien i Jotundekket anorthositter. I dette kapitlet vil jeg forsøke å summere dette ved å gjøre rede for en sannsynlig krystallisasjonsrekkefølge. Det undersøkte materialet har en bredde som muliggjør en meget detaljert gjennomgåelse, men da det vil ligge langt utenfor rapportens formål, vil jeg forsøke å generalisere så langt det er forsvarlig.

Gjennomgåelsen av de fysikalske krystallisasjonsbetingelser vil likeledes være grovt forenklet. En forsvarlig presentasjon ville kreve detaljert diskusjon av forholdene i hver enkelt prøve og fullstendig sprengning av alle rammer. Data eksisterer imidlertid for en slik bearbeidelse (f.eks. tabellene D1 - D13) og får vente til en evt. senere rapport eller publikasjon.

Mineralkjemiske data er forsøksvis plottet i en rekke forskjellige 3-komponent fasediagrammer for å se hvilke(t) som best ville egne seg. Det er konkludert med at Ca-Al-Fe+Mg-diagrammet tar best hensyn til variasjonene i de aktuelle bergartene: Variasjonen i An-innhold i plagioklas kommer inn, såvel som Al-innhold i Fe-Mg-mineralene. Derimot tas ikke hensyn til Fe/Mg-forholdet i de sistnevnte, og dette må derfor diskuteres separat.

7.3.2 Magmatisk stadium

Sikre magmatiske faser er representert i den dunittiske kjernen av koronaer ved olivin og orthopyroksen. De antas å være krystallisert som kumulater sammen med clinopyroksen og spinell, og ført med anorthositt-materialet som xenolitter (Griffin 1971, Qvale og Stigh, i trykk). De koronaførende bergarter er imidlertid ikke de eldste. De gjennomsetter jevnkornete anorthositter

som igjen gjennomsetter de sannsynligvis eldste bergartstypene, de overveiende leukogabbroide spettete og båndete typene. I disse generasjonene er det flere faser som kan ha "syn-/sen-magmatisk" opprinnelse. Dette gjelder først og fremst de Ti-mineralene (brun amfibol, ilmenitt og rutil, og spinell) som i alle fall som nevnt ovenfor kan ekvilibreres under slike betingelser. Clinopyroksen har sikkert vært tilstede som magmatisk fase, men er sannsynligvis også påvirket av metamorf reekvilibrering sammen med plagioklas. Relikt subkalsisk pyroksen (augitt) er observert i en prøve, men ellers alltid rekrystallisert til clinopyroksen eller amfibol med avblandet kvarts og andre uidentifiserte faser, fortrinnsvis spinell.

Sikker magmatisk plagioklas er ikke påtruffet i de anorthosittiske bergartene. Dette standpunkt begrunnes med at plagioklasens sammensetning viser liten variasjon innenfor en prøve/lokalitet uten sikre spor av primær magmatisk sonering; Tvillinglamellene er av en type som normalt dannes ved deformasjon, og ikke ved vekst; Korngrensene er rette og jevne og bergartene preges av polygonal jevnkornet tekstur. Det sluttet derfor at all plagioklas er reekvilibrert under metamorfe betingelser selvom beregning av normativt An-innhold viser at det gjennomsnittlige magmatiske An-innhold ikke kan ha avveket mye fra de nåværende innhold i kjernen av grove korn. Dermed fremkommer en sannsynlig serie av magmatisk dannede faser:

pl-opx-ol-cpx-subcalcisk cpx-brun amf-sp-ru-Fe/Ti oksyd
illustrert i fig. 60, hvorfra det bl.a. kan ventes følgende likevektsselskap:

pl-sp-cpx
" - "-ol (eller opx)
" - brun amf. - ol - (eller opx)
" - " " - cpx
" - " " - subcalcisk cpx
" - cpx - subcalcisk cpx
" - " - ol (eller opx)

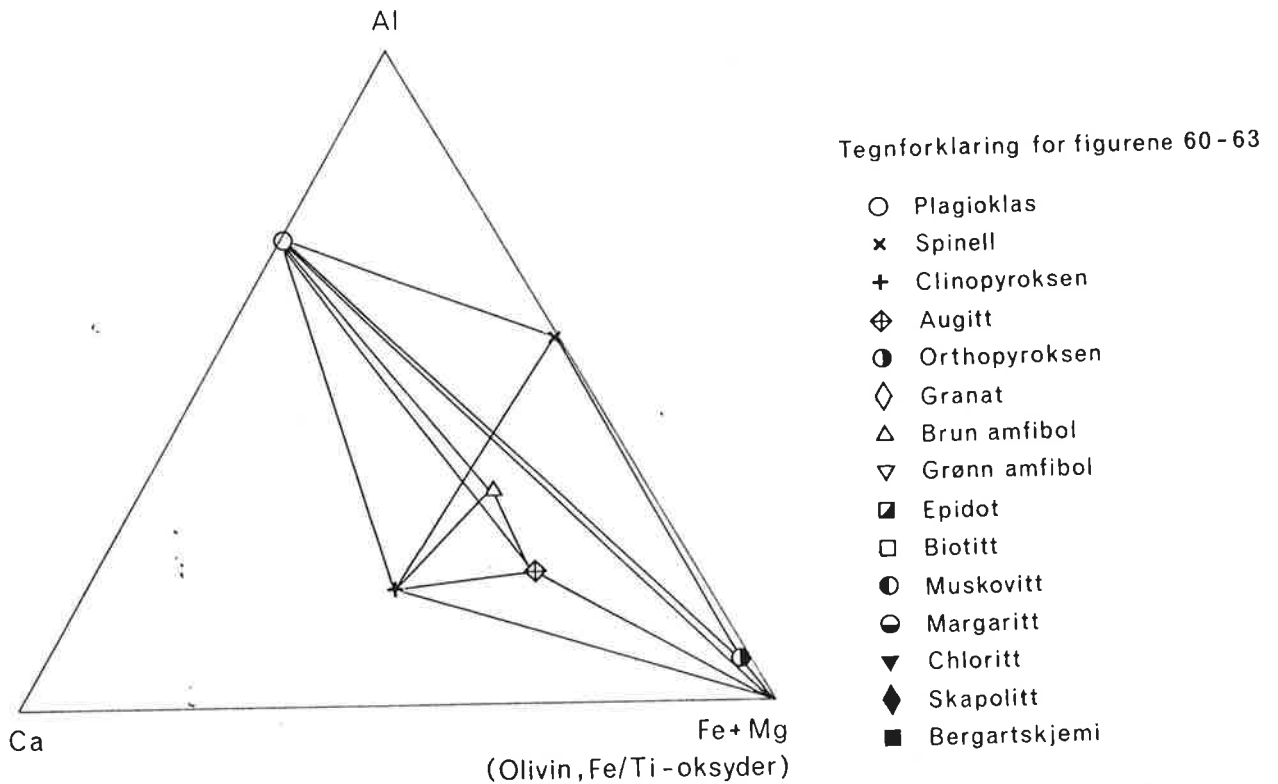


Fig. 60. Sannsynlige magmatiske fasers kjemi skjematisk plottet i Al-Ca-Fe+Mg-diagrammet. Linjene indikerer observerte likevektsselskap.

Av figuren ser man også at brun amfibol ikke kan koeksistere med diopsid, augitt og plagioklas; heller ikke spinell sammen med brun amfibol eller augitt.

7.3.3 Korona-dannelsen

Koronaene dannes ved trykkøkning eller avkjøling ved reaksjon mellom anorthitt-komponenten i plagioklas og olivin, og fører til reduksjon i An-innholdet i den gjenværende plagioklas. Griffin (1971) har foreslått at dette er en postmagmatisk reaksjon som har funnet sted in situ. I så fall har olivin + plagioklas opprinnelig vært stabilt i hele anorthositt-massivet, og reaksjonen skal så ha foregått på bekostning av lokal plagioklas. De igang-

værende undersøkelser tyder på at An-innholdet i koronitten er nær konstant innenfor en forekomst, uavhengig av avstand til, og mengde av, koronamateriale, og av An-innhold i omgivende koronafri anorthosittisk bergart. Likeledes er yttergrensene skarpe og ofte rette, og det er observert at tykkelsen kan holde seg konstant over større avstander også dette uavhengig av fordelingen og mengde av koronamateriale.

Det sluttet derfor at koronadannelsen kanskje heller har funnet sted på et "mobilt" stadium, fortrinnsvis under selve intrusjonsfasen, slik at reduksjon i An-innhold er fordelt jevnt, uavhengig av sidebergarten. Denne konklusjon influerer ikke på Griffins (1971) vurdering av P og T-betingelser for krystallisasjon: <9 kb og 850-1100°C; og det forhold at bergarten nå fremstår med en metamorf tekstur og homogen plagioklas som viser at deler av systemet er fullstendig ekvilibrert sammen med de omkringliggende anorthosittiske bergarter under granulitt-facies betingelser.

7.3.4 Høy_grads_metamorfose

I multifasediagrammet (fig. 61) er samlet alle de faser som kan være ekvilibrert under tidlig høy grads metamorfose:

pl-cpx-ga-brun amf-grønn amf-sp-ep-korund-ru-Fe/Ti oksyder, samt de sikre stabile mineralselskap observert i bergarten:

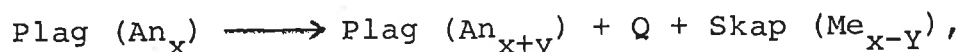
pl - ep - korund
" - " - grønn amf
" - cpx - brun amf
" - " - ga
" - " - grønn amf
" - " - sp
" - ga - brun amf
" - " - grønn amf
" - " - skapolitt
" - " - sp
cpx - " - brun amf (i lokale mafiske konsentrasjoner).

Plagioklasens sammensetning varierer mellom An_{28} og An_{91} , og bare delvis kan dette korreleres med assosierte faser og deres kjemi. Eksempel på slik korrelasjon er sp-Al-rik cpx - sur plagioklas.

Av fig. 61 fremgår at mineralselskapene varierer sterkt med det lokale systems relative sammensetning av komponentene. De mange kryssende linjer viser også at diagrammet ikke representerer noen likevektssituasjon hverken kjemisk eller fysikalsk, selvom teksturell likevekt ofte er oppnådd lokalt i hver enkelt prøve.

Til de enkelte faser og selskap vil jeg knytte endel kommentarer.

Den vanligste opptreden av skapolitt er som finkornete til middels grove aggregater i granulær likevekt med finkornet plagioklas med høyt An-innhold opptil An_{91} og/eller grovkornet invers sonert plagioklas. I mange skapolittførende prøver har den basiske plagioklasen avblandet kvarts i en myrmekittisk tekstur og konsentrert rundt uralittisert clinopyroksen (= grønn amfibol), og skapolitt er derfor krystallisert relativt sent etter en reaksjon som kan se ut som følgende:



der det også demonstreres at Ca/Na-forholdet i nydannet skapolitt er lavere enn i opprinnelig plagioklas. X er mellom 50 og 75 og y maks. 20 i undersøkte prøver.

Imidlertid er skapolitt også funnet som inneslutninger i granat og som grove anhedrale korn, uten tilsvarende korrelasjon til An-innholdet i plagioklas og må derfor være eldre, krystallisert i likevekt med grovkornet plagioklas, granat, clinopyroksen og tidlig amfibol. Krystallasjonen er i dette tilfellet sterkt kjemisk betinget, siden skapolitten er Cl-holdig og den beste egnete vert for dette elementet.

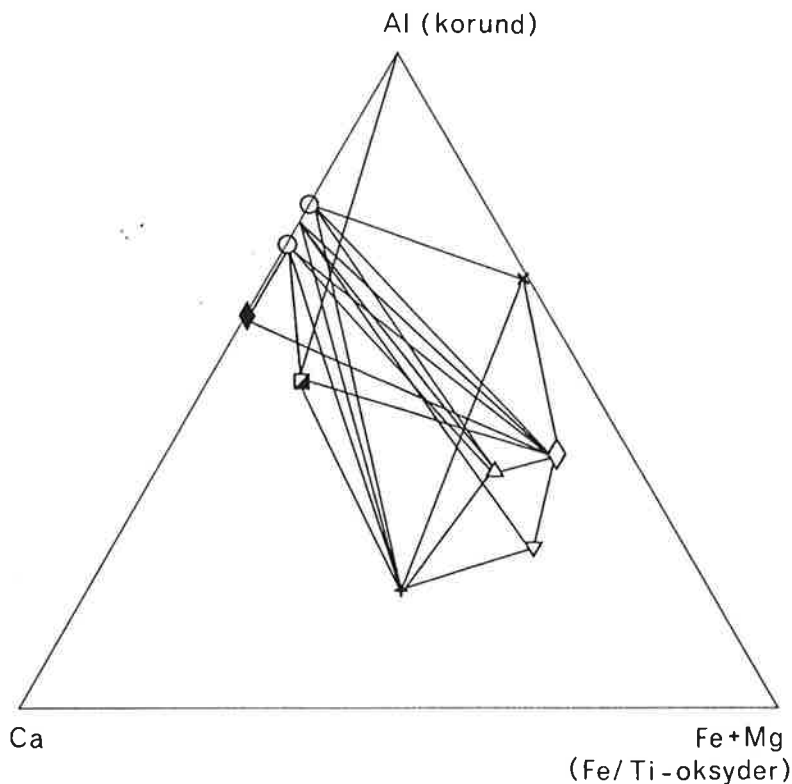


Fig. 61. Faser stabile under høy grads metamorfose skjematisk plottet Al-Ca-Fe+Mg i diagrammet.

Spinellenes opptreden tyder på at de er krystallisert i likevekt med bl.a. granat. Indisier for dette er observasjon av selskapene pl-sp og pl-ga (samme pl-sammensetning) i samme slip, sp-inneslutninger i cpx, og cpx-inneslutninger i ga i et annet slip, der alle tre fasene i stor grad er omvandlet til sekundære aggregater av chloritt, grønn amfibol, biotitt m.m.

Tidlig epidot er ikke observert sammen med andre Fe-Mg-faser av denne generasjonen. Bergartenes bulkkjemi viser imidlertid klart at slike må ha vært tilstede (eks. i fig. 62). Mulige og sannsynlige faser er cpx, grønn amf (etter augitt) og granat. Derimot er det ikke funnet indikasjoner på at epidot har opptrådt i likevekt med brun amfibol.

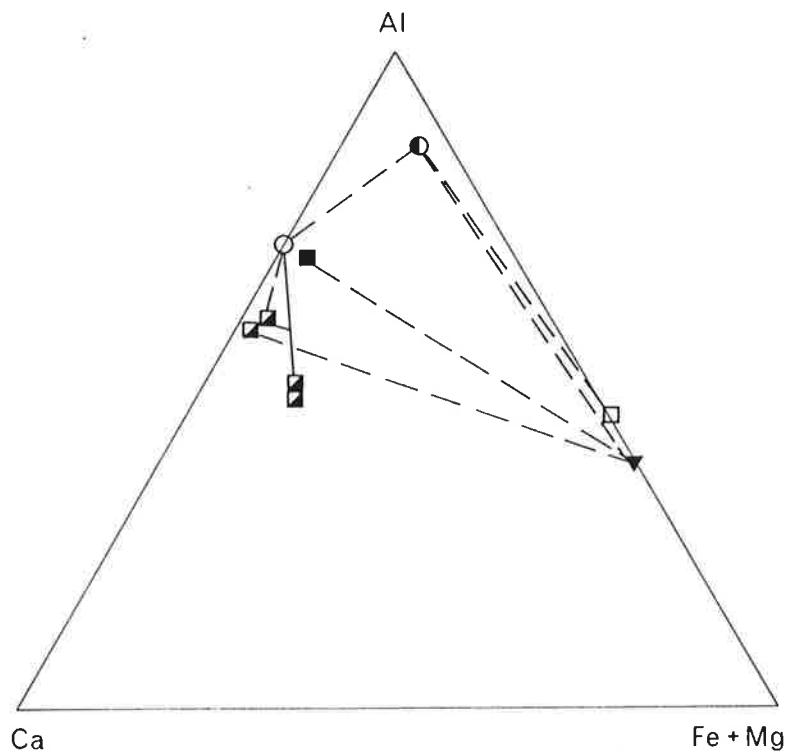


Fig. 62. Faser i prøve HQ-79-69 plottet i Al-Ca-Fe+Mg-diagrammet sammen med bergartens kjemiske sammensetning.

Lavere grads metamorfose

De høymetamorfe mineralselskapene er retrogradert i varierende utstrekning. Denne variasjonen kan direkte korreleres med tilgang på H_2O : I tørre bergarter, som hverken inneholder vannholdige høy grads mineraler eller har fått H_2O tilført senere er også den "primære" mineralsammensetning praktisk talt upåvirket. I H_2O -rike miljøer har reaksjonene gått langt med krystallisasjon av en rekke nye lav-P og T vannholdige faser: clinozoisitt, grønn amfibol, chloritt, biotitt, muskovitt, margaritt og titanitt, mens An-innholdet i plagioklas reduseres. Skapolitt synes fortsatt å være stabil og kan være dannet så sent som på dette stadiet.

De observerte mineralselskap er illustrert i fig. 63.

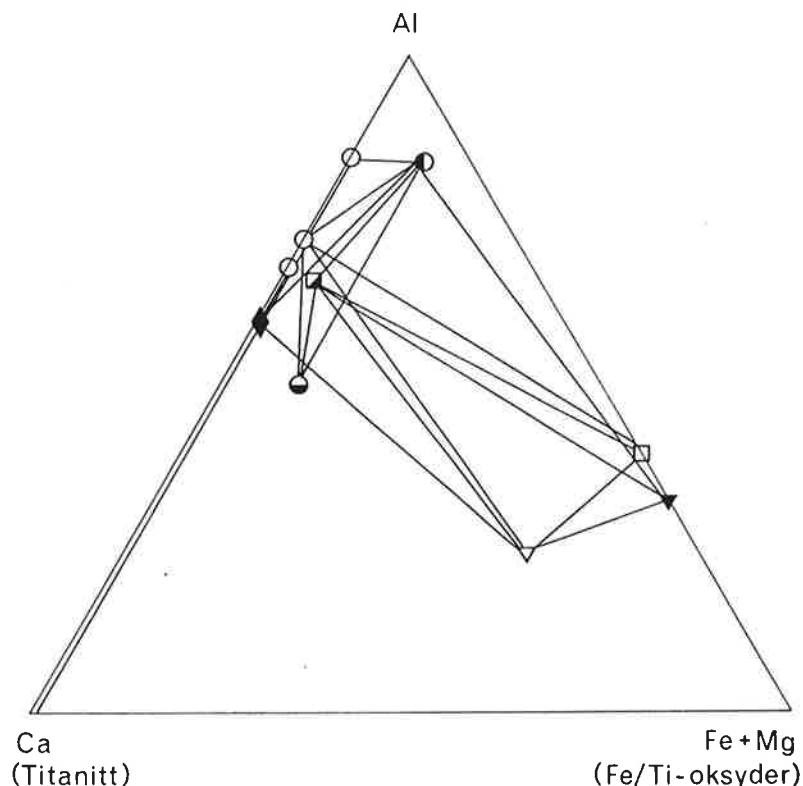


Fig. 63. Faser stabile under lavere grads metamorfose skjematisk plottet i Al-Ca-Fe+Mg-diagrammet.

7.3.5 Trykk- og temperaturforhold under størkning og rekrystallisasjon

De eneste bergarter som gir et noenlunde sikkert grunnlag for trykk og temperatur under krystallisasjon fra magma er de koronaførende anorthosittene. Forholdene ved koronadannelsen er diskutert i stor detalj av Griffin (1971) og Griffin & Heier (1973), som viser at anorthosittene må være krystallisert ved et trykk som er lavt nok til at ol+pl er stabil, dvs. ca. 7-9 kb ved ca. 1200°C (fig. 64), og at koronadannelsen har skjedd ved økende trykk parallelt med avtagende temperatur. Som diskutert foran, er de koronaførende anorthosittene ikke de eldste bergartene i komplekset. De har intrudert de eldre jevnkornete bergartene

som ikke viser spor av primær orthopyroksen eller olivin eller teksturelle indikasjoner på at disse har vært tilstede. De må derfor allerede før intrusjonen av "koronittene" være fullstendig ekvilibrert i granulitt facies (pl + cpx + ga og andre parageneser). Ut fra P/T-forhold vist i fig. 64 er det mulig at koronadannelsen kan ha funnet sted ved avkjøling under konstant trykk, som foreslått av Griffin & Heier (1973), dvs. ved intrusjon i de tidligere ekvilibrerte anorthositter. Men nyere undersøkelser (f.eks. Herzberg 1976) har vist at denne mulighet er meget liten og at det kun kan skje innenfor et meget begrenset P-område (8,5-9 kb). Det er derfor sannsynlig at det har funnet sted en betydelig trykkøkning. Dette impliserer at det må ha vært to episoder av høytrykksmetamorfose skilt fra hverandre ved intrusjon av olivin-førende anorthositt.

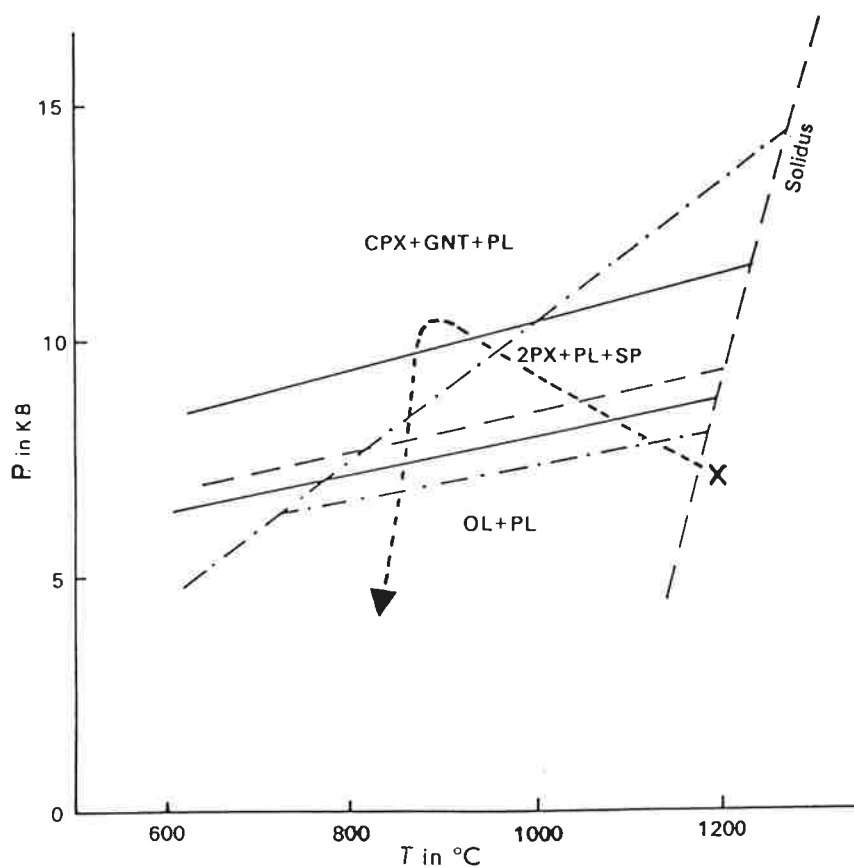


FIG. 10. *P-T* diagram showing experimentally determined reaction curves for olivine-plagioclase reaction and formation of garnet, as reported by three sets of investigators. Curved arrow shows probable subsolidus *P-T* path of Sognefjord anorthosites. Dashed line, Green & Ringwood (1967b); solid lines, Irving & Green (1969); dash-dot lines, Kushiro & Yoder (1966).

Fig. 64. *P-T* diagram for koronareaksjoner i Jotundekketts anorthositter (fig. 10, Griffin 1971).

Petrografiske eller mineralkjemiske spor etter to episoder er ikke påvist. Dette tyder på at enten har de fysikalske og kjemiske betingelser vært nær identiske, eller så har skillet i tid mellom de to episoder vært ubetydelig. En sterk forenkling av dette bildet ville oppnås ved å foreslå at et høy T/lav P-kumulat med ol + pl har intrudert en lav T/høy P-blokk, men det er vanskelig å forestille seg hvordan dette skulle ha foregått.

Fig. 61 viser at under høygradsmetamorfosen har vi fått dannet en rekke mineralselskap hvorav flere ikke kan ha vært i likevekt med hverandre, enten dette skyldes variasjoner i kjemi eller fysikalske betingelser. Diskusjonen i de foregående avsnitt representerer derfor en grov forenkling av forholdene. Mineralene er alle slike som også vil være stabile ved lavere P og T, f.eks. ved amfibolitt facies betingelser. Det har derfor ikke lyktes oss å skille ut sikre og entydige mineralselskap som kan være ekvilibrert under en slik retrograd episode.

Mineralparet ga - cpx burde normalt kunne gi verdifulle opplysninger om krystallisasjonstemperaturene. Disse opptrer i granulær likevekt med usonert plagioklas, men er allerede på et tidlig stadium brutt ned til symplektittiske aggregater som sannsynligvis består av An-rik plagioklas, orthopyroksen og spinell, med rester av clinopyroksen og granat i kjernen. Bare i to prøver er de analyserte korn i direkte kontakt med hverandre. Beregninger basert på fordelingskoeffesienten for Fe^{II}/Mg -forholdet for ga og cpx ($K_D^{Fe^{II}/Mg}$) viser imidlertid meget lite overensstemmende resultater (tabell F1, Appendiks). Til beregningene er benyttet Ellis & Green's (1979) kalibrering.

$$T(^{\circ}K) = \frac{3104 \times \frac{Ga}{Ca} + 3030 + 10,86 \cdot P \text{ (kb)}}{\ln K_D + 1.9034}$$

der $K_D = \frac{(Fe^{II}/Mg)_{Ga}}{(Fe^{II}/Mg)_{Cpx}}$

For granat er benyttet $Fe^{II} = Fe^{tot}$, og P er satt = 10 kb. Disse forenklinger er tilnærmet riktige og påvirker resultatet ubetydelig. Derimot viser beregningen av Fe^{III} i pyroksen (basert på stokiometri) seg å være meget kritisk for resultatet. Det viser seg at Fe^{III} -innholdet ved denne ellers anerkjente beregningsmetode (Neumann 1976) blir ujevnt og ofte unaturlig høyt. Dette kan enten skyldes at pyroksenene er anormale eller små analytiske feil i et eller flere av de andre elementene, fortrinnsvis Si og/eller Al, og er den direkte årsak til de sterkt variable T-verdier.

Derfor er det også gjennomført beregninger basert på at alt Fe også i pyroksenene er to-verdig. Dette gir som ventet høye verdier, men det er i alle fall rimelig overensstemmelse innen hver enkelt prøve (se tabell F1). Disse varierer mellom ca. 800 og ca. 1300°C. I de få tilfeller der granaten er sonert, gir kjernen de høyeste temperaturer. Kombineres kanter i begge mineraler er spredningen mye mindre: 800-1100°C, og spørsmålet er om alle disse ga - cpx-par har vært i reell likevekt. I to av de aktuelle prøvene ligger granat og clinopyroksen i direkte kontakt (understreket i tabellen) og gir $T_{maks} = 875-950^{\circ}C$. Dette får foreløpig stå som konklusjon inntil bedre testurell og kjemisk kontroll kan underbygge en endring.

Som en avrundning på denne diskusjon vil jeg i fig. 65 presentere et forslag til utvikling av P og T-forholdene i anorthosittmassivet sett i sammenheng med de viktigste petrogenetiske begivenheter.

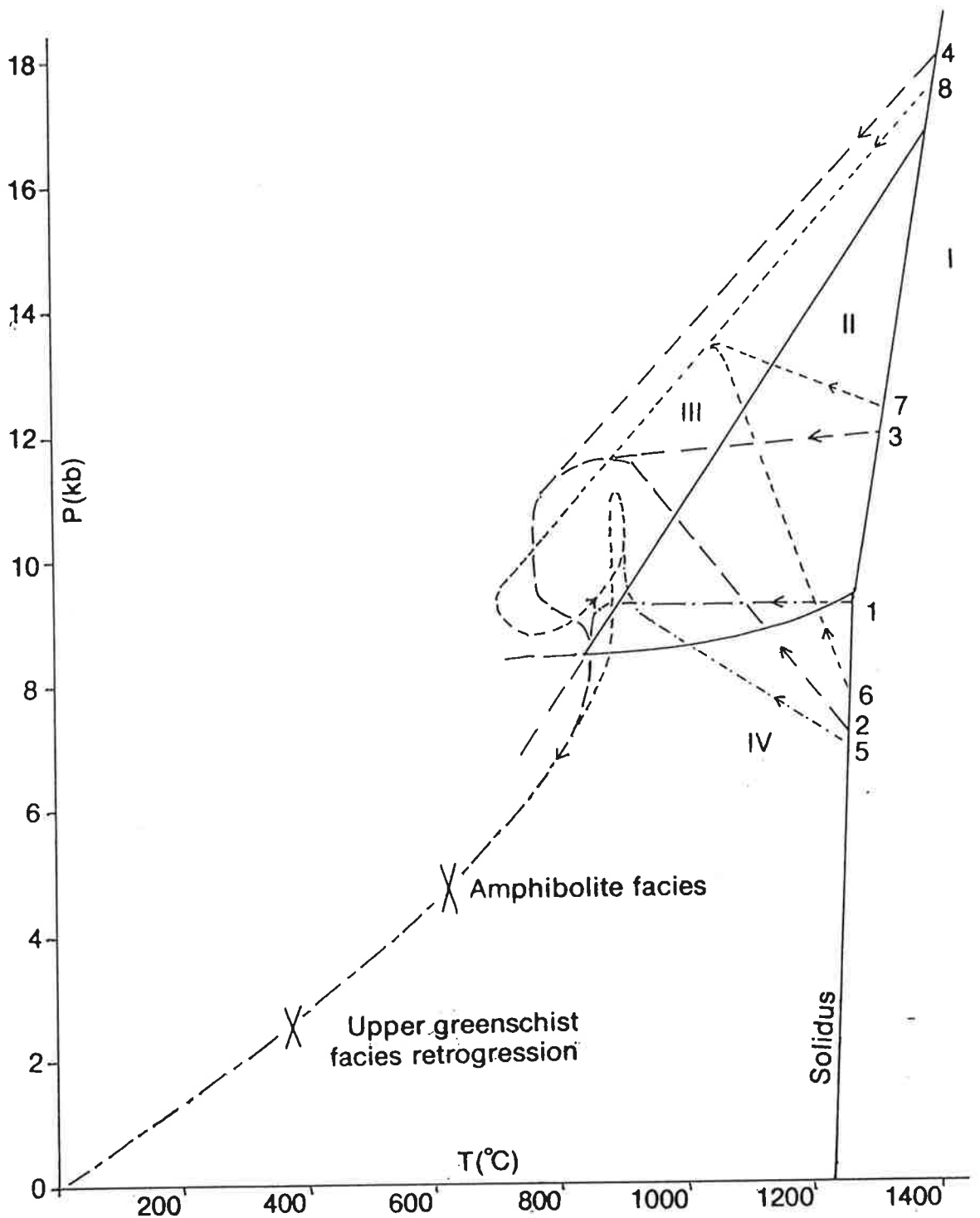


Fig. 65. Alternative skjematiserte P-T-forløp for Jotundekketts anorthositter.
Felt I, krystaller + smelte; II, Opx+Cpx+Pl+Sp;
III, Cpx+Ga+Pl; IV, Ol+Pl.
Solidus-kurven og grensen mellom felt II og IV er hentet fra Herzberg (1976), men grensen mellom feltene II og III er hentet fra Kushiro & Yoder (1966).
Forts.

Fig. 65, forts.

Kurve 1: Krystallisasjon av koronaførende leukogabbro ved konstant T og fallende T, og deretter symplektitt dannelsen ved fallende P; 2-4: Alternative forløp for omgivende jevnkornet anorthositt avhengig av utgangsmaterialets P; 6-8: Tilsvarende 2-4, men også under økende P. Det regnes med at materialet representert ved kurvene 1-3 og 6-8 vil få øket T under intrusjon av koronaførende bergarter.

Etter siste passering av felt II med symplektittdannelse gir diskontinuerlig avkjøling/trykkreduksjon anledning til evt. episoder under amfibolitt facies og øvre grønskifer facies' betingelser, hvorav den sistnevnte antas å være ansvarlig for saussurittiseringen av plagioklas.

7.4 Kjemi7.4.1 Hovedelementer

Tilsammen 202 prøver er analysert. De vanlige hovedelementer er analysert ved hjelp av røntgenfluorescens (tabell G1, Appendiks). Gjennomsnittsverdier for det analyserte materialet er:

	\bar{x}
SiO ₂	50.05
TiO ₂	0.16
Al ₂ O ₃	30.53
Fe ₂ O ₃	0.65
MnO	0.02
FeO	0.85
MgO	0.82
CaO	13.70
Na ₂ O	3.46
K ₂ O	0.25
P ₂ O ₅	<u>0.02</u>
Sum	<u>100.51</u>

Fosfor er i tillegg analysert ved hjelp av spektrofotometri (Forwald 1980) og neutronaktivering (Johansen 1981) på utvalgte prøver med P-innhold mellom 13 og 140 ppm (tabell G2, Appendiks).

De anorthosittiske bergartene i Jotundekket er, naturlig nok, sterkt dominert av de oksyder som inngår i plagioklas: SiO₂, Al₂O₃, CaO og Na₂O, som tilsammen vanligvis utgjør mer enn 95 vekt % av bergarten. De største variasjoner skyldes følgelig variasjonene i plagioklasens sammensetning (se fig. 34). For de andre oksyder gjelder at mengden som oftes kan korreleres med opp-treden av ett eller et mindre antall mineraler i bergarten.

Ti opptrer særlig i rutil, titanitt, ilmenitt og brun amfibol. Al finnes i de fleste silikater i varierende mengder (fig. 66).

Flere av disse fasene viser uvanlig høye innhold av Al_2O_3 , f.eks. clinopyroksen med opptil 13% og amfiboler med opptil 19%.

Fe er bundet til en rekke forskjellige Fe-Mg-mineraler hvorav de fleste domineres av Fe^{II} , mens epidot utelukkende inneholder Fe^{III} . Innholdet av Mn er lavt og ikke påvist anrikt i noen spesiell fase. Mg følger stort sett Fe^{II} og forekommer ofte i større mengder enn sistnevnte, der de to substituerer for hverandre.

Ca er foruten i plagioklas, særlig konsentrert i clinopyroksen, epidot og amfibol. Na og K følger plagioklas. Sistnevnte substituerer i noen grad for Na, men er også funnet i mikroklin som avblanding i perthittiske lameller i plagioklas. Ellers opptrer K i glimmer-mineraler.

Apatitt er eneste påviste P-holdige mineral.

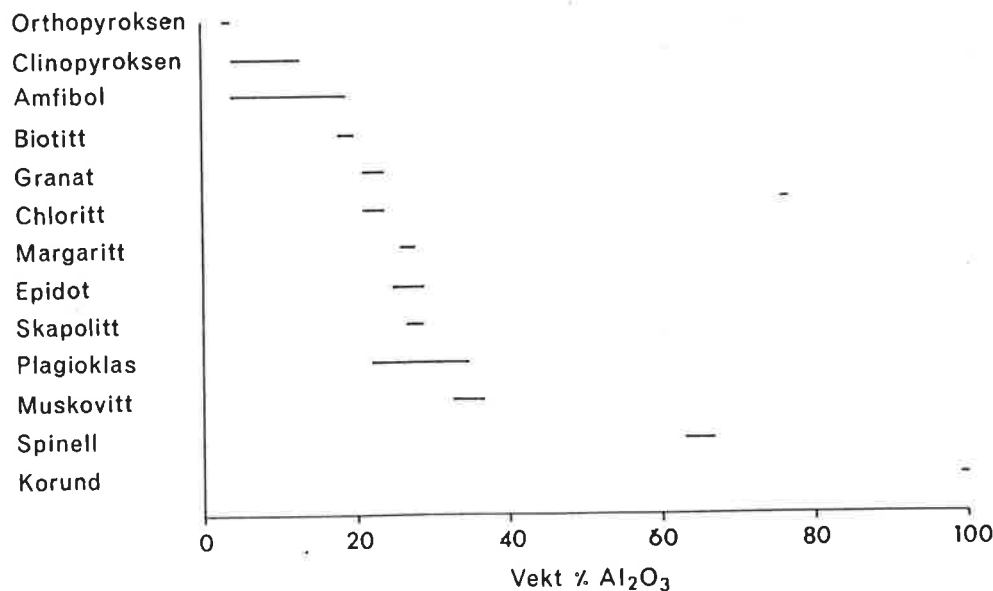


Fig. 66. Variasjon i Al-innhold i anorthosittenes Al-førende mineraler.

7.4.2 Sporelementer

Et program for røntgenfluorescensanalyser av sporelementer er gjennomført ved NGU. Det er analysert Nb, Zr, Y, Sr, Rb, Zn, Cu, Ni, Cr, V og Co (tabell H1, Appendiks), samt U, Th, Pb, Ag og Mo som alle viste mengder under deteksjonsgrensene (5 eller 10 ppm) for samtlige prøver, og derfor ikke tatt med i tabellene.

Den geokjemiske fordeling av disse elementene er mindre klar enn hovedelementenes. For noen av dem kan man imidlertid vente foretrukken fordeling mellom mineralene. Sr er geokjemisk svært lik Ca, men har mye større ioneradius, og Ca har derfor preferanse i plagioklasstrukturen slik at Sr anrikes i sur plagioklas. Alternativ plass for Sr er det også i epidot.

Ba og Rb følger K i plagioklas og kalifeltspat, men er spesielt anrikt i prøver som har vært utsatt for omfattende sericittisering, og det antas derfor at denne anrikningen har eksterne kilder.

Zr antas fortrinnsvis å følge Ti i rutil og titanitt. Felles for Cu, Ni og Zn er at de kan gå inn både silikater, oksyder og sulfider i substitusjon for toverdige ioner som Fe^{2+} (særlig Cu og Zn) og Mg^{2+} (særlig Ni). Ni viser tydelig anrikning i den forgneisete sonen nær den strukturelle bunn av anorthositt-massivet (se tabell H1, lnr. 192-201). Dette antas å være resultatet av kjemisk utveksling med underliggende bergarter under den prekaledonske skyvningen mellom anorthositt-massivet og underlaget. Men det kan ikke korreleres generelt med saussurittisering og forgneisning, siden typiske prøver av slike bergarter høyere opp i massivet, som f.eks. A7 tatt i Styggebotn øst for Stalheim, ikke viser spor av Ni-anrikning.

Ellers er det ikke påvist spesielle fordelingsmønstre for disse elementene.

7.4.3 Normativ sammensetning

For samtlige prøver analysert for hovedelementer er det foretatt normberegninger som CIPW-norm i vekt%, samlet i tabell J1 (Appendiks). Også Barth-Niggli's katanorm er beregnet, men ikke benyttet i dette arbeidet.

Utgangspunktet for normberegningene har ikke vært det samme for alle prøver idet de prøver som er analysert ved Fiskaa Verk ikke er analysert for FeO, dvs. alt Fe er oppgitt som 3-verdig Fe₂O₃. Det medfører at disse prøvene er avskåret fra normative innhold av mineraler med 2-verdig Fe, som Fe-endeleddene av orthopyroksen (ferrosilitt), clinopyroksen (hedenbergitt), olivin (fayalitt) og magnetitt, og får evt. tilsvarende mer hematitt. Disse prøvene er merket med "X" i tabell J1.

Materialet fordeler seg med en majoritet av svakt undermettete Nefelin (Ne)-normative prøver og relativt færre mettede orthopyroksen (Hy)-normative prøver. Overmettete kvarts (Q)-normative prøver er sjeldne. En liten mengde olivin er vanlig. Normativ korund opptrer i ca. 30% av prøvene.

Den normative sammensetning av plagioklas er meget variabel (se tabell J2, Appendiks), men avspeiler i stor grad den reelle sammensetning. De to parametre er sammenlignet i fig. 67.

Alle de normative Fe-Mg-mineralene er generelt Mg-dominerte (også der hvor Fe^{II} er analysert).

De fleste prøvene vil på grunnlag av normen kunne klassifiseres som rene anorthositter. Bare et fåtall av prøvene har så høyt innhold av Fe-Mg-mineraler at de klassifiseres som (leuko-)troctolitt (Ol), olivin-noritt (Ol+Hy), noritt (Hy), gabbronoritt (Hy+Di), gabbro (Di), olivin-gabbro (Di+Ol) eller olivin-gabbronoritt (Di+Ol+Hy). Eksempel på den siste er prøve IB-79-23b. Det er her tatt hensyn til at CIPW-normen gi noe høyere samlet plagioklas-innhold enn katanormen som vil være mer i overensstemmelse med modalsammensetningen som oppgis i volum%.

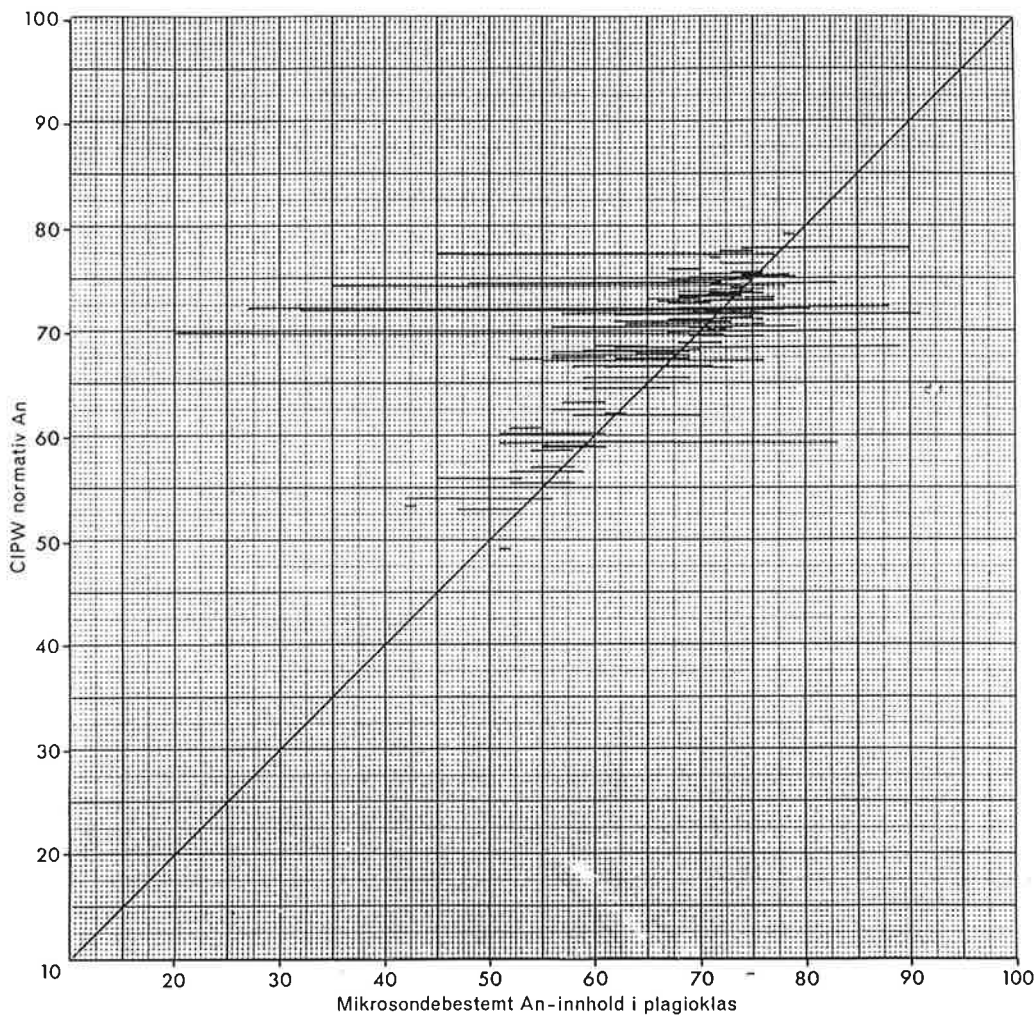


Fig. 67. Sammenligning mellom normativ og mikrosondebestemt An-innhold i plagioklas fra Jotundekketts anorthositter. Linjene forbinder høyeste og laveste verdier innen hver prøve.

7.4.4 Petrogenetiske tolkninger på grunnlag av geokjemiske indikatorer

I dette avsnittet vil jeg diskutere noen geokjemiske parametre og deres betydning som petrogenetiske indikatorer. Diskusjonen tar utgangspunkt i at anorthosittene betraktes som produkter av krystallisering fra magma, og at bergartene har vært gjennom flere faser av rekrySTALLISASJON under varierende fysikalske betingelser og med muligheter for kjemiske forandringer.

De viktigste sekundære endringer er allerede nevnt: økning av K, Rb og Ba og delvis Ni under saussurittisering i forbindelser med forgneisning. Det finnes også indikasjoner på at saussurittiseringen lokalt kan ha medført mindre økning i Na. I første rekke må disse endringer "gjennomskues" når den magmatiske utvikling skal diskuteres. Til dette formål benyttes en differensiasjons-indeks (DI) basert på normativ sammensetning:

$$DI = Q + Or + Ab + Ne + Lc + Kp + Th$$

(etter Thornton & Tuttle 1960), som øker med fremskridende krystallisering i en magmatisk serie. Et utvalg av hovedelementenes oksyder og sporelementene er plottet i figurene 68 - 80 (Appendiks K).

Klareste proporsjonalitet med DI viser SiO_2 (fig. 68), og Na_2O (fig. 73), men også Sr (fig. 76) og Ba (fig. 80) viser en generell økning DI. Derimot avtar Al_2O_3 (fig. 69) og CaO (fig. 72) med økende DI. Alle disse komponentene er direkte knyttet til mengder og sammensetning av plagioklas, og bildet vil neppe være forskjellig fra en differensiasjonsserie til en annen. For de andre komponentene er bildet mindre klart uten entydige tendenser i plottene (fig. 70, 71, 74, 75, 77 - 79). Dette tas som bekræftelse på at bergartenes kjemi er et resultat av kumulative prosesser som har kamuflert primære forhold i magmaet (eller -ene) som bergartene er krystallisert fra.

I et forsøk på å avdekke disse forhold er komponentene også plottet mot MgO. Mest interessant her er relasjonen til FeO^{tot} (fig. 81). En analyse av distribusjonen nær origo i diagrammet tyder på en bimodal fordeling indikert ved to piler.

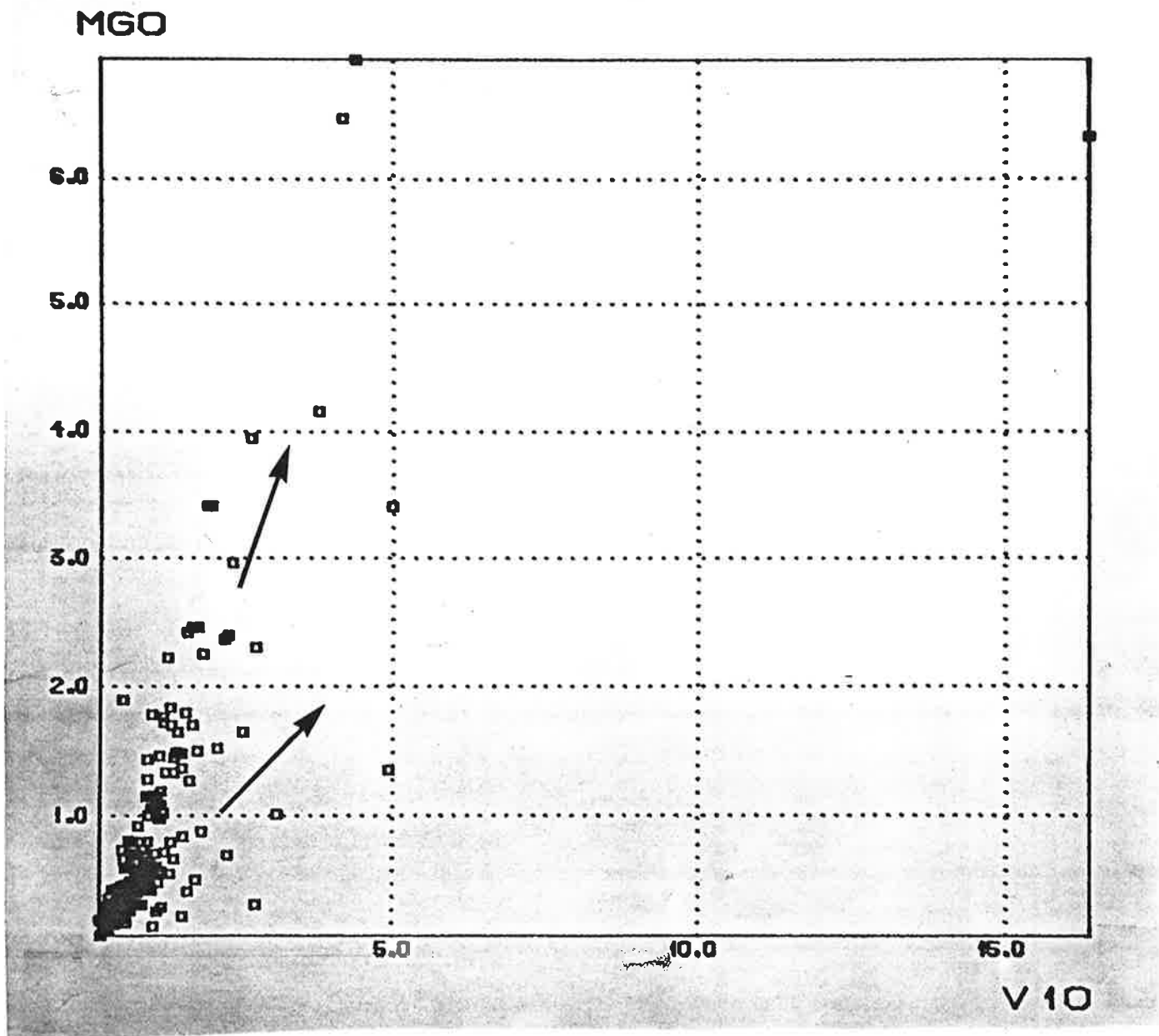


Fig. 81. Plott av MgO mot FeO^{tot} (V10).

I tilsvarende Fe_2O_3 -diagram (fig. 82) er disse to retningene enda tydeligere, men kan være forsterket ved sekundær saussurittisering under oksyderende forhold. (Prøver som bare er analysert for Fe^{III} er ikke årsak til dette mønstret).

Bimodal fordeling i FeO/MgO -diagrammet antyder at det i materialet er representert to differensiasjonsserier krystallisert under tilstrekkelig forskjellige betingelser til å gi avvikende utvikling av Fe/Mg -forholdet.

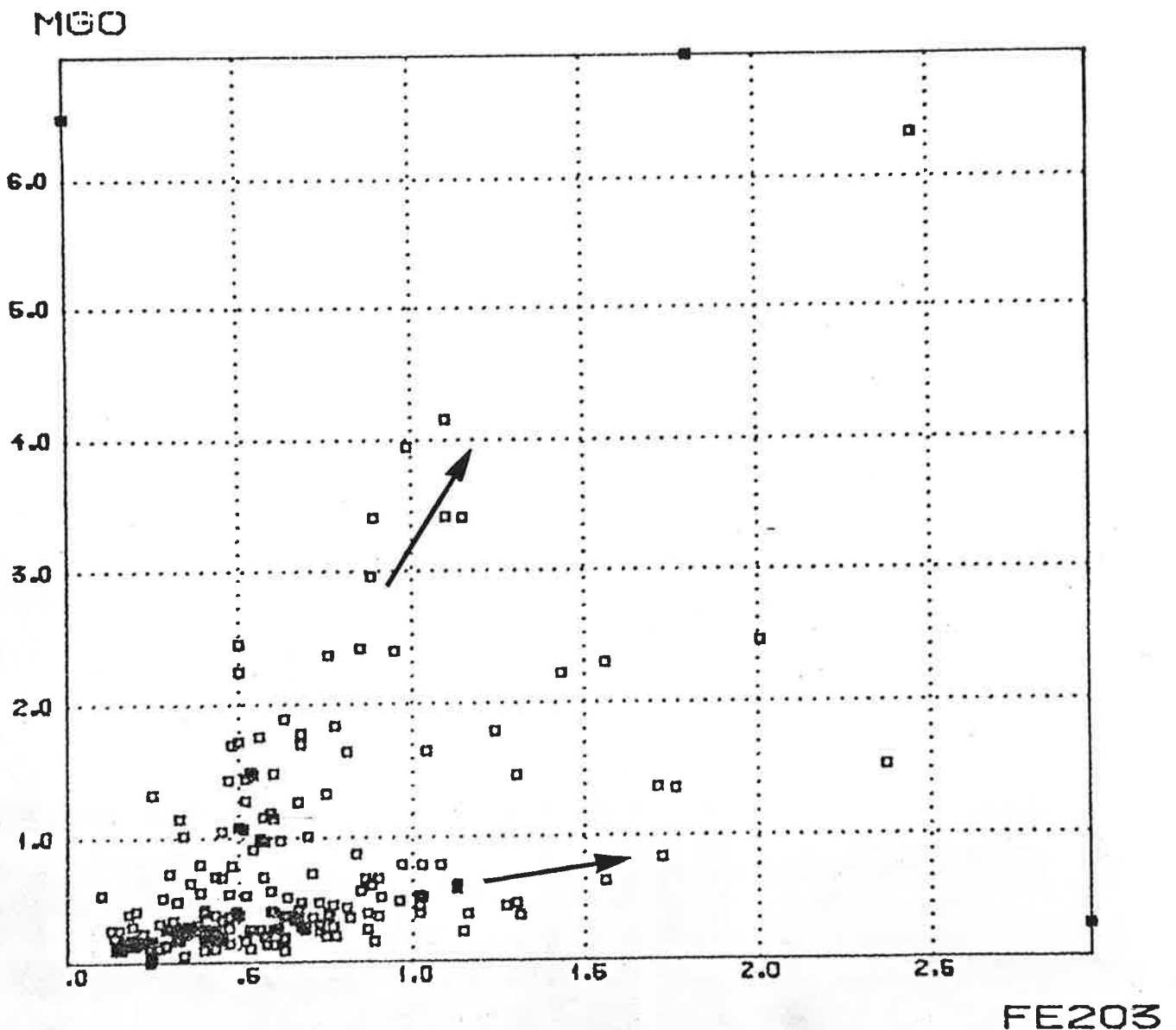


Fig. 82. Plott av MgO mot Fe_2O_3 .

Også andre diagrammer som involverer komponenter som ikke går inn i plagioklas viser lignende mønster. Det tydeligste vises av Ni mot Cu (fig. 83). Ni anrikes særlig i Mg-rik olivin, mens Cu sannsynligvis følger enten Fe i silikater eller går inn i sulfider. I fig. 83 er ikke tatt med et stort antall prøver med tildels høye Ni-innhold, mens Cu-innholdet ligger under deteksjonsgrensen på 5 ppm. Det fremkommer to hovedgrupper: En har variabelt og betydelig innhold av Ni uten at det influerer på et lavt Cu-innhold, mens den andre viser variabelt Cu-innhold uten innflytelse på Ni. Den sistnevnte gruppen domineres fullstendig av prøver fra grov jevnkornet anorthositt fra Gudvangen-Mjølfjell-massivet, inkludert 4 forgneisete prøver fra dekketålen.

For å kunne verifisere om disse faktorer virkelig har sin årsak i separerte differensiasjonsforløp for forskjellige anorthositttyper, fordres en detaljert "analyse" av hver enkelt prøves identitet. Dette er ikke gjennomført i den herværende presentasjon. Et lovende angrepspunkt ville også være isotopundersøkelser fortrinnsvis innen Rb-Sr-systemet. I neste kapittel vil imidlertid diskusjonen av regionale variasjoner gi ytterligere indikasjoner.

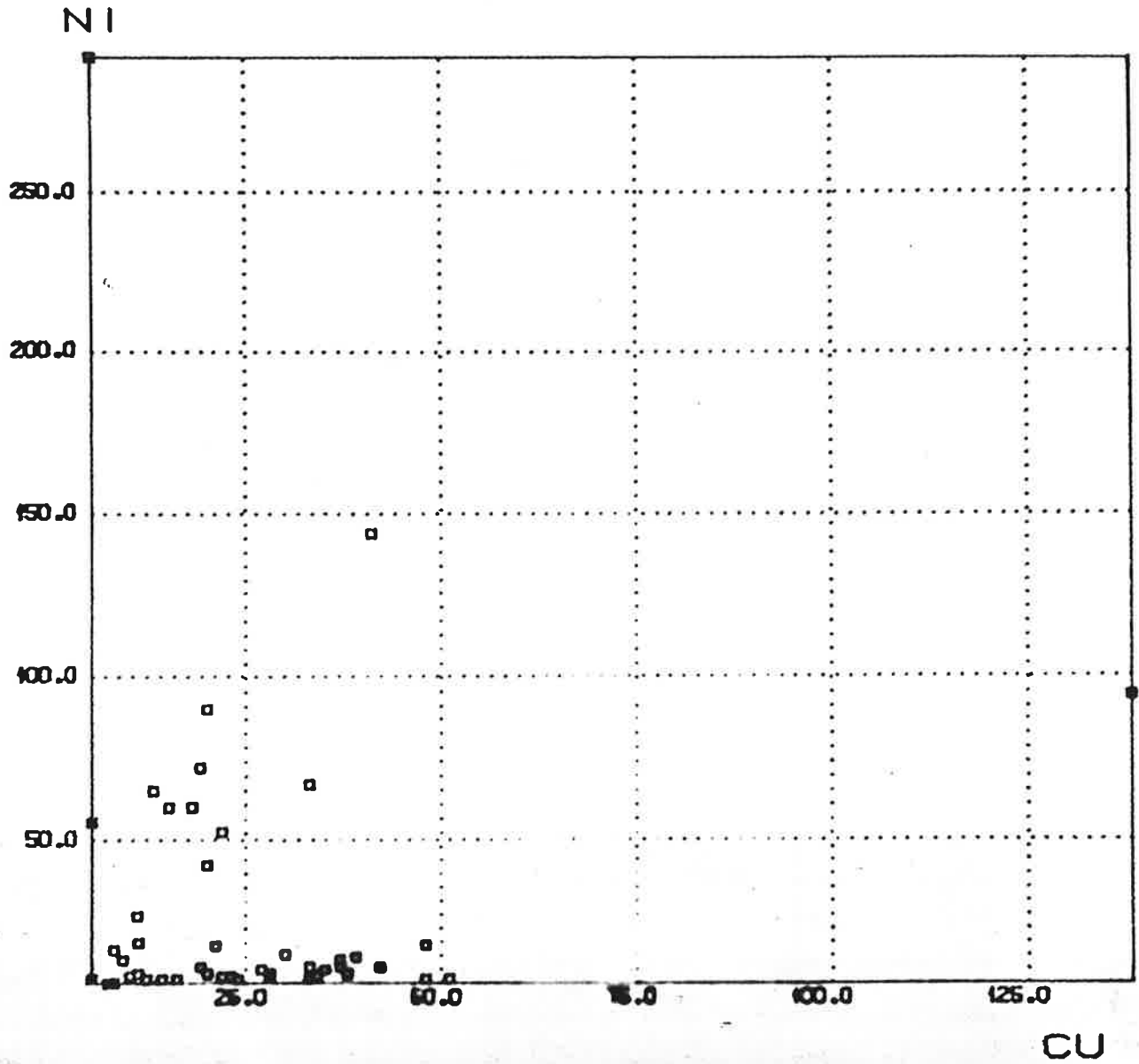


Fig. 83. Plott av Ni mot Cu.

7.5 Regionale variasjoner

7.5.1 Innledning

I denne diskusjonen benyttes inndeling av Jotundekkets anorthositt-massiver i "Provinser" som foreslått av Qvale (1980) og basert på topografiske og geografiske kriterier:

Provins	I:	Offerdal - Kinsedal
"	II:	Kaupanger - Sogndal
"	III:	Aurlandsfjorden - Bleia - Lærdal
"	IV:	Fresvik - Dyrdal
"	V:	Gudvangen - Mjølfjell

(Se også fig. 87).

7.5.2 Bergartstyper

Innenfor Jotundekkets anorthositt-massiver er de forskjellige bergartstyper meget ujevnt fordelt. Mest iøyenfallende er dominansen av grokornete jevnkornete bergarter i Gudvangen-Mjølfjell-massivet (type 2a-c, kap. 7.1.3), mens leukogabbroide bergarter (typene 1a-b og 3a-b) dominerer i de nordligere provinsene. Men i mindre skala er det også en rekke forhold som er verd å trekke fram: spettet anorthositt (type 1a) er særlig konsentrert i provins II og nordlige deler av III og IV, og er jevnt fordelt i disse områdene. Jevnkornet båndet leukogabbro (type 1b) opptrer særlig hyppig spredt i provins II, III og IV, og langs kantene av provins V.

Jevnkornet hvit/grå anorthositt (type 2a) dominerer fullstendig provins V, men opptrer også i større volum innenfor provins I (ved Kinsedal), II og III (nord for Kolarbotn). Flekket jevnkornet anorthositt (type 2b) er assosiert med type 2a i provins III og V, mens den forekommer hyppigst av de to i provins IV. Mørk rødbrun jevnkornet anorthositt (type 2c) er bare funnet i

provins V, med større volumer tilstede i Rjoanddalen ved Mjølfjell og i Øvsthusdalen ved Stalheim. Grå middelskornet anorthositt (type 2d) er bare funnet i provins V i massivets sydøstlige halvdel.

Ujevnskornet anorthositt (type 3a) utgjør en viktig del av provins I, men er ellers sjelden. Ujevnskornet koronaførende anorthositt (type 3b) dominerer deler av provinsene I og II, er vanlig i III og IV og er meget sjelden, men er dog tilstede også i V.

Pegmatittisk anorthositt (type 4) er kun påtruffet lokalt i provins IV og V.

Dette gir et fordelingsmønster på de fem provinsene som vist i fig. 84, og med stor innflytelse på fordelingen av kjemiske og mineralogiske parametre diskutert i de etterfølgende avsnitt.

Provins	Anorthositttype								
	1a	1b	2a	2b	2c	2d	3a	3b	4
I	?	xx	xxx	-	-	-	xxx	xxxx	-
II	?	xx	xx	-	-	-	-	xxx	-
III	xxx	xxx	xxx	xx	-	-	-	xx	-
IV	xxx	xxxx	x	xx	-	-	-	xx	x
V	-	xxx	xxxx	xx	xxx	xxx	-	x	x

xxxx dominerer hele provinsen
 xxx dominerer deler av provinsen
 xx vesentlig bergart
 x sjelden
 - ikke påvist

Fig. 84. Subjektiv vurdering av hyppigheten av de forskjellige typer av anorthosittiske bergarter innenfor de fem provinsene.

7.5.3 Modal sammensetning

Qvale (1980) presenterte kart over antatt gjennomsnittlig innhold av mørke mineraler for de forskjellige provinsene basert på felt-data. I en ny serie med kart (Kartbilag 03-08) presenteres supplerende opplysninger om innholdet av mørke mineraler i hver enkelt prøve (se også tabell C1, Appendiks). Materiale fra ca. 165 prøver er benyttet til plottingen. Av de resterende ca. 50 prøver er mange fjernet fordi det er tatt en eller flere mer representative prøver fra samme sted eller i dets umiddelbare nærhet. Utelatt er også 10 prøver samlet fra utsprengt materiale på Bergensbanen ved Mjølfjell.

Kartbilag 03 viser totalt innhold av mørke mineraler. Prøver med mindre enn 5% mørke mineraler er vanligst i provins V, mens høyere innhold opptil over 30% er vanligere i materialet fra de nordlige provinsene. Det må her påpekes at det har vært rettet mot de mest feltspatrike bergartene innen et område, og at mer mafiske bergarter generelt er unngått. Likevel er innhold over 30% ikke uvanlig.

Clinopyroksen og granat er klart vanligst i de 4 nordligste provinser og opptrer vanligvis i størst mengder i prøver med høyest totalt innhold av mørke mineraler.

Amfibol (kartbilag 04) viser ingen geografisk preferanse og kan påtreffes i betydelige mengder (f.eks. over 5%) innen alle fem provinsene.

Epidot (kartbilag 05) er vanligst i de jevnkornete anorthosittene og følger særlig disse i provinsene I og V. Det samme gjelder for muskovitt.

Chloritt (kartbilag 06) viser derimot en mer "tilfeldig" distribusjon, som sekundærmineral bl.a. etter clinopyroksen, granat, amfibol omvandlet i varierende grad. Tilsvarende forhold synes å styre distribusjonen av muskovitt, uten at distribusjonen av de to mineralene kan korreleres direkte.

Fordelingen av grovkornet og finkornet plagioklas (kartbilag 07 og 08 h.h.v.) viser ingen systematisk geografisk fordeling med den aktuelle prøvetetthet. Denne generelle dominans av grov over finkornet plagioklas brytes bare av et mindre antall prøver, siden forekomster nær bunnen av massivene i meget liten grad er prøvetatt.

7.5.4 Normativ sammensetning

Det (CIPW-)normative innhold av mørke mineraler (kartbilag 09; tabell J1 og J2, Appendiks) følger ikke helt fordelingsmønstret for det tilsvarende modale innhold. De fleste lave verdier finnes innen provinsene I og V, og absolutt-verdiene er betydelig lavere enn de modale. Dette skyldes at Fe og Mg konsentreres mye sterkere i de normative opx og ol enn i mange av de vanligste modale mineralene.

De viktigste mørke normative mineraler er orthopyroksen, clinopyroksen og olivin, hvis fordeling er vist i kartbilagene 10-12 h.h.v. Ingen av provinsene skiller seg spesielt ut, men det innebærer at også prøvene fra provins V inneholder betydelige normative mengder av disse mineralene til tross for at det ikke finnes modal opx eller ol og kun lokal-cpx i sentrale deler av dette massivet.

Fordelingen av normativt An-innhold er vist i kartbilag 13: De høyeste verdier følger generelt de grove jevnkornete anorthositttypene, og de dominerer derfor provins V, men finnes også innen provinsene I, II og III. Jevnt middels høyt An-innhold karakteriserer provins IV.

Differensiasjonsindeksen (DI) vil ved sin definisjon være omvendt proporsjonal med normativt An-innhold i plagioklas og er derfor ikke vist i eget plott. Provinsene I og II domineres av høye verdier, III og IV av midlere verdier og V av de laveste verdier.

Dette er demonstrert i fig. 85, der DI er plottet mot Al_2O_3 . Forsåvidt er disse avhengige variable, men diagrammet viser likevel godt den vesentligste forskjell mellom provinsene. Isolert sett leder dette til den konklusjon at de eldste differensiatene, dvs. de jevnkornete typene 2a-d, er konsentrert i syd og mindre fremtredende nordover. Dette behøver ikke å bety at de er de eldste i en intrusjonsserie, men at de er krystallisert først. Feltobservasjoner tyder på, som diskutert i kap. 7.1.5, at disse anorthosittene tilhører 2. generasjon blant Jotundekketts anorthositter.

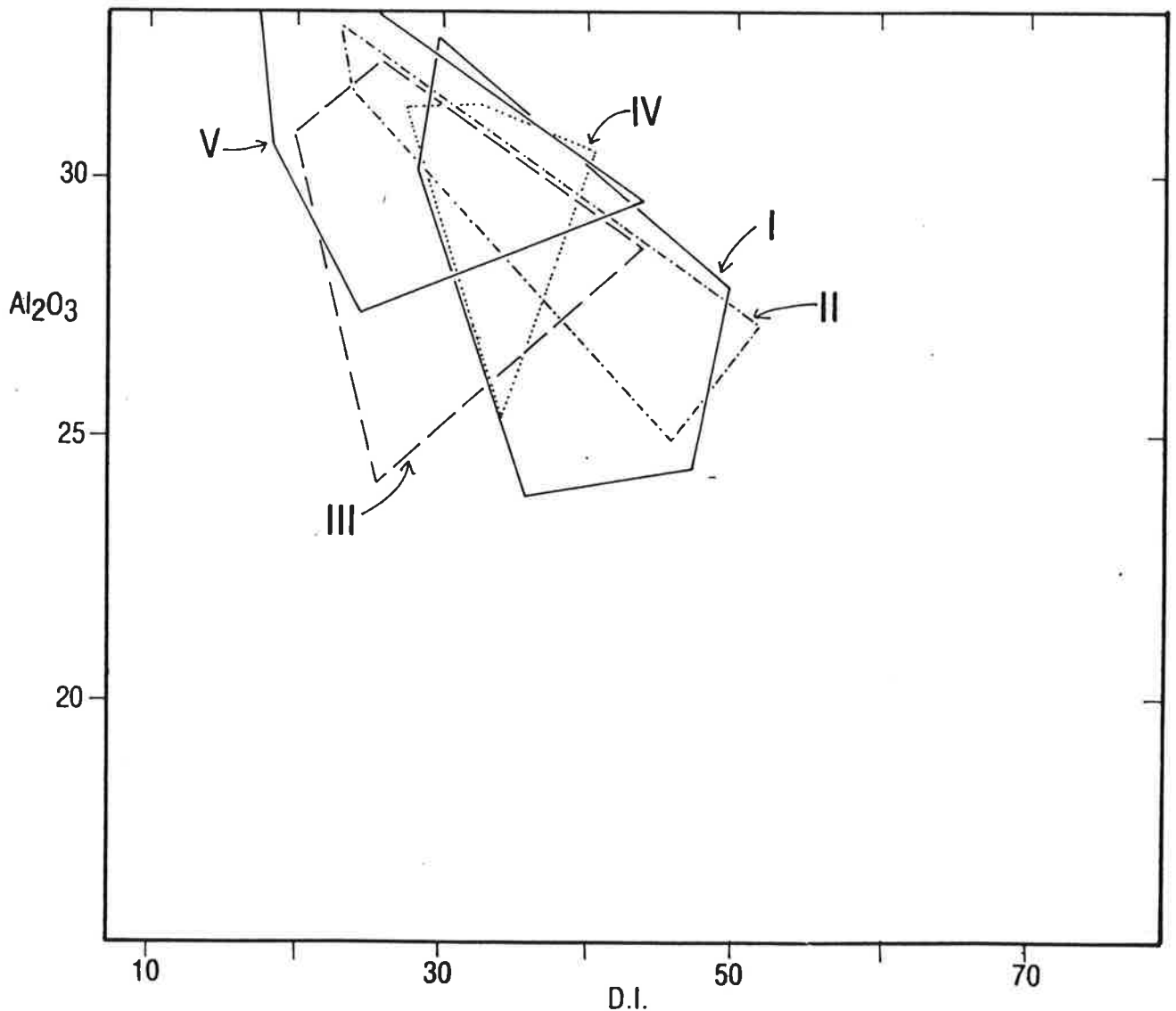


Fig. 85. Differensiasjonsindeks DI for anorthosittiske bergarter fordelt på provinser, plottet mot Al_2O_3 .

7.5.5 Hovedelementer

Plottene for hoved- og sporelementer bringer lite nytt til bildet av distribusjonen, men for å dekke det informative formål ved denne rapporten, vil jeg likevel knytte kommentarer til de enkelte elementer med referanse til et utvalg av de eksisterende distribusjonskart. (De utelatte kart er tilgjengelige på forespørsel).

Al_2O_3 , CaO , SiO_2 og Na_2O utgjør hovedkomponentene i den normative plagioklas, og distribusjonen er derfor nær bundet til den tilsvarende for normativt An-innhold (kartbilag 13): de to førstnevnte oksyder proporsjonalt, de to sistnevnte oksyder omvendt proporsjonalt. Avvik forårsakes av tilstedeværelse i normen av f.eks. clinopyroksen, nefelin (Ne) og korund (C), men er i denne generelle sammenheng uten betydning.

K_2O (kartbilag 14) anrikes ved forgneisning som karakteriserer de fleste prøver med høye innhold, og oksydet viser derfor ingen uthevet geografisk preferanse.

FeO^{tot} og MgO (kartbilag 16) er generelt proporsjonale med innholdet av mørke mineraler. Imidlertid er ikke FeO/MgO -forholdet konstant som illustrert i fig. 86, der prøver fra de fem provinsene er separert. Dette antyder igjen at bergartene som kumulater er krystallisert fra et magma under utvikling mot Fe-anrikning. De rene anorthosittene viser liten spredning i FeO^{tot}/MgO -forhold uavhengig av bergartstype eller provins. Derimot viser de mer mafiske leddene en klar tendens til Fe-anrikning mot nord i rekkefølgen: Provins V, IV, III, II og I (fig. 86).

For MnO og P_2O_5 er konsentrasjonene meget lave (0.02-0.03 vekt %), og analysemetodene er på dette nivå så usikre at resultatene ikke gir grunnlag for diskusjon av regionale variasjoner.

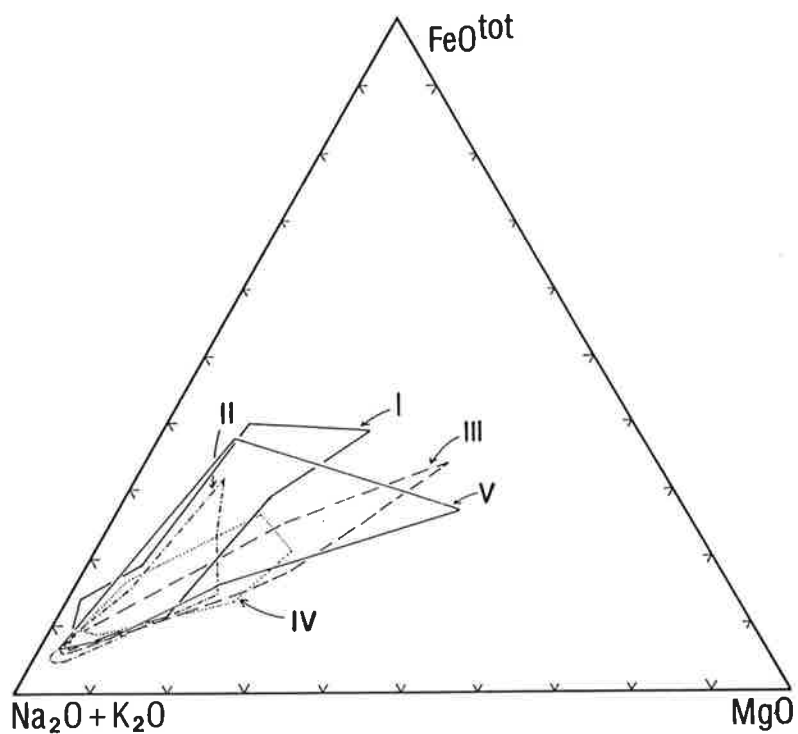


Fig. 86. Anorthosittiske bergarter fra Jotundekket fordelt på 5 provinser I - V og plottet i AFM-diagram (i vekt %).

8. MALMGEOLOGISKE ASPEKTER

8.1 Generelt

Bakgrunn for de omfattende undersøkelserne av Jotundekket anorthositter har vært deres muligheter som råstoff for Al-produksjon. Som råstoff må materialet tilfredsstillende kvalitetskrav definert av kjemiske, prosesstekniske, driftstekniske og økonomiske forhold, som det ligger utenfor rammen av denne rapporten å behandle i detalj. De beste kvalitetene er bundet til høyt An-innhold i plagioklas, liten grad av sekundær omvandling, lavt innhold av mørke mineraler og dårlig løselighet i syre for de mørke mineraler som er tilstede.

Grenseverdier vil igjen være avhengige av de til enhver tid gjeldende økonomiske og prosesstekniske forutsetninger og kan derfor ikke fastsettes eksakt. Imidlertid er det så stor variasjon i disse og andre egenskaper for de forskjellige anorthositt-typer (se kap. 7.1) at det kun er typene 2a - c (grovkornete granulære anorthositter) som har reell økonomisk interesse.

Opptreden av disse typene er diskutert i foregående kapittel. I de etterfølgende avsnitt vil jeg kort diskutere forekomstene malm-potensiale slik vi nå kjenner dem, og relatere dette til den prospekteringsaktivitet som er utøvet på dem gjennom tidene. For lokalisering, se fig. 87.

8.2 Provins I. Offerdal-Kinsedal

Innenfor denne provinsen er det en større forekomst av økonomisk interesse. Den ligger på sydøst-siden av Kinsedalen som en opptil 100 m mektig uregelmessig plate med sydvestlig fall (Carstens 1941, 1942) og kan følges fra fjorden og opp til ca. 550 m.o.h. øst for Åsen (se Lutro, 1979a, for lokalisering). Den grenser mot leukogabbroide bergarter over og under, og er kuttet av granodioritter, særlig i den sydlige delen.

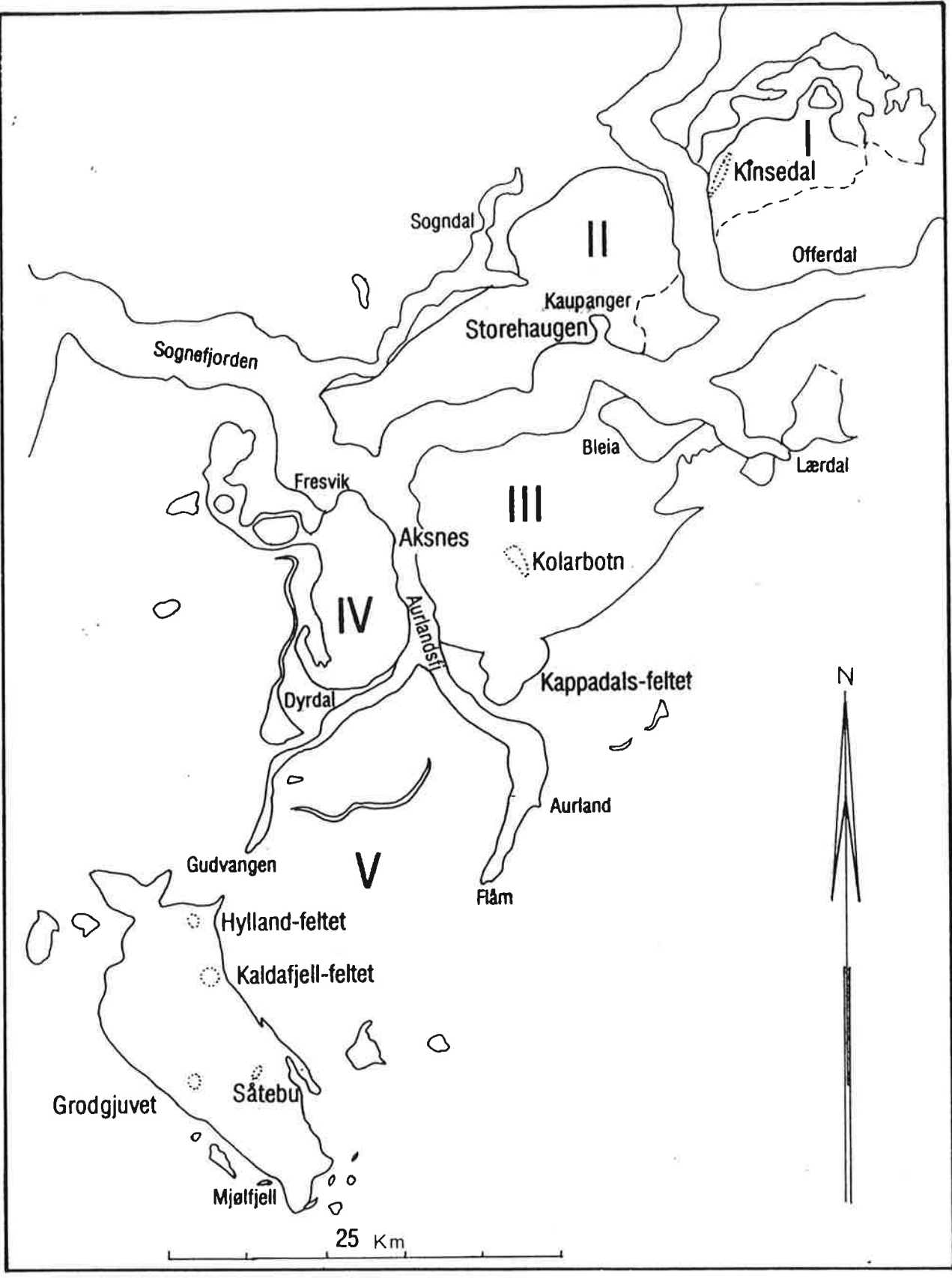


Fig. 87. Anorthositprovincsene I - V og forekomster omtalt i kap. 8.

Prospekteringen i dette området ble innledet under 1. verdenskrig og resulterte i en rekke rapporter i tiden 1917-24 forfattet bl.a. av V.M. Goldschmidt, N. Nicolaysen, B. Dietrichson og C.W. Carstens på regning for "Det norske Aktieselskap for Elektrokemisk Industri" og dets avledete selskaper A/S Labrador. Under forutsetning av dagbruksdrift varierer tonnasjeanslag fra den tiden mellom 15-20 tonn (Nicolaysen 1919) og 50 mill. tonn (Hornemann 1919), som også anslår gjennomsnittlig gehalt til ca. 23% oppløselig Al_2O_3 (basert på oppløsning i salpetersyre og "noe skeiding").

Under 2. verdenskrig ble undersøkelsene gjenopptatt med omfattende programmer for oppboring og røsking. Reserveanslagene ble justert til min. 16 mill. tonn med gjennomsnittlig 22% oppløselig Al_2O_3 (Carstens 1942) inkl. gabbroide og granodiorittiske bergarter. Totalt var det pr. januar 1945 utført 1425 kjemiske analyser av prøver fra Kinsedalsforekomsten (Carstens 1945).

På dette grunnlaget ble det bygget et komplett anlegg for bryting (under jord), transport (fig. 88) og utskipning av anorthositt, og det ble totalt produsert 15-20 000 tonn (Jensen 1977).



Fig. 88. Fra anlegget for transport av malm fra "Åsen laboratoristensfelt", Kinsedal.

Senere kartlegging (Lutro 1979a og b) og mer detaljerte petrografiske undersøkelser har stort sett bekreftet de tidligere anslag over tonnasje og gjennomsnittlig innhold av løselig Al. Derimot viser de nyere undersøkelsene at kvaliteten er mer ujevn enn tidligere gitt uttrykk for: De gode partier er bedre med gjennomsnittsløselig Al_2O_3 på 26-28%, mens de dårlige er dårligere.

Da feltet er relativt lite, ansees det nå for å være lite interessant til tross for den korte transportavstand til kai.

8.3 Provins II, Kaupanger - Sogndal

Innenfor denne provinsen er det påvist benker og lag av anorthositt av god kvalitet mellom Langenes ved Sogndalsfjorden og Storehaugen (Goldschmidt 1917a og b, Bryhni et al. 1977). Lagene opptrer i vekslingslag med mafiske linser og lag, og fordrer omfattende skeiding ved eventuell drift (Goldschmidt op.cit.). Bryhni et al. 1977 viste at lagningen her lå parallelt med fjellsiden ned mot fjorden, og at forekomsten derfor kunne se større ut enn den i realiteten er. Med tykkelser for de renere anorthosittlag på mellom 2 og 5 m, har det ikke vært grunnlag for ytterligere undersøkelser.

8.4 Provins III. Aurlandsfjorden - Bleia - Lærdal

De sydlige deler av denne provinsen, "Kappadalsfeltet" på nordsiden av Aurlandsfjorden, var i søkelyset allerede i første undersøkelsesfase (Goldschmidt 1917b). Feltet ligger ca. 950 m.o.h., men utmerket seg ved kort transportstrekning til sjøen (tildels vertikalt). Denne forekomsten utgjøres av en ca. 30 m mektig bank av relativt ren anorthositt, men er p.g.a. sin posisjon nær strukturell bunn av dette anorthositt-massivet, saussurittisert i varierende grad (Qvale 1980). Feltet ansees derfor for mindre interessant.

Sentralt i provinsen, nord for Kolarbotn, finnes et større felt med lettløselig anorthositt, men p.g.a. hyppig forekommende gabbroide og granodiorittiske intrusiver og forgneisnings- og forskifringssoner er feltene økonomisk uinteressante.

8.5 Provins IV. Fresvik - Dyrdal

Betinget optimisme har vært knyttet til forekomstene på vestsiden av Aurlandsfjorden (f.eks. Dugstad 1975), hovedsakelig p.g.a. oversiktlig adkomst fra sjøen. Det er imidlertid ikke påvist vesentlige forekomster av gode kvaliteter. Der disse finnes er det båndet eller grovbenket veksling med leukogabbroide typer og rene gabbroer og i små mektigheter. Dette illustreres ved at et prøveparti som skal være tatt ut ved Aksnes, måtte håndskeides før skipning til Høyanger for oppredning.

8.6 Provins V. Gudvangen - Mjølfjell

Denne provinsen omfatter det store Gudvangen-Mjølfjell-massivet i tillegg til en rekke mindre felter syd for Aurlandsfjorden og Nærøyfjorden. De fleste av de sistnevnte feltene domineres av rene anorthositter, men disse er her alltid påvirket av sekundær saussurittisering og derfor mindre interessante.

Derimot er det innenfor hovedmassivet flere forekomster av god kvalitet. Av disse er Hylland-feltet på sydsiden av Nærøydalen og Kaldafjell-feltet mer sentralt i massivet de største med beregnede tonnasje ved dagbruddsdrift på minimum 100 mill. tonn, men kan være betydelig større (Ottesen 1977, 1979, Wanvik 1981). Flere felt av mindre dimensjoner er også lokalisert i Rjoanddalen nord for Mjølfjell stasjon; i Grodjuvet og ved Såtebu (Qvale 1979a, Wanvik 1981). Det sistnevnte område har et sterkt innslag av anorthositt-typen 2c (mørk brun, grovkornet granulær), mens de andre domineres av 2a og 2b.

Gjennomsnittlige gehalter ligger for alle disse feltene mellom 25 og 27% løselig Al_2O_3 basert på analyser av håndstykker og 2600 m borkjerner. I anslagene er medregnet effekten av opptreden av mindre forgneisningssoner, samt gabbroide og granodiorittiske intrusjoner.

Forekomstens avgrensning i dypet er bare delvis påvist, og deres 3-dimensjonale utstrekning er derfor ikke fastslått. Generelt avgrenses de av parallelle belter av NNW-SSE-gående belter gabbroide intrusjon og forgneisningssoner med $30-50^\circ$ fall mot NE.

Da Hyllandfeltet har en utsatt beliggenhet på kanten av stupet ut mot Nærøydalen, har I/S ANORTAL i prospekteringen foreløpig valgt å satse på Kaldafjell-feltet som lokalitet for evt. fullskala-drift, mens Grodgjuvfeltet vil egne seg som "stand in" for Kaldafjellfeltet i en innledende halvindustriell fase (Wanvik 1981).

9. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Innenfor NGU's anorthosittprosjekt som har vært organisert som et samarbeid med I/S ANORTAL, er det utført et omfattende arbeid for å "kartlegge" anorthosittenes geologi, mineralogi og kjemi, med spesiell vekt på Jotundekketts anorthositter. Formålet med arbeidet har vært å fremskaffe grunnlagsmateriale for prospektering etter anorthositt som råstoff for Al-fremstilling.

Ekstraksjon av Al fra anorthositt er basert på oppløsning av basisk plagioklas ved koking i uorganiske syrer, f.eks. salpetersyre, svovelsyre eller saltsyre. Saltsyre er benyttet i det aktuelle prosjekt.

Anorthosittforekomster kan på grunnlag av opptreden deles i 6 grupper:

1. Massive anorthositter
2. Xenolitter i doleritter
3. Lag i lagdelte gabbroide intrusjoner
4. Ganger dannet ved partiell oppsmelting av gabbroide bergarter
5. Ganger og årer i metamorfe bergarter
6. Lag, boudiner og linser, assosiert med skifre, gneisser og kalksilikatbergarter.

Denne klassifikasjonen er benyttet i en gjennomgåelse av en del av de viktigste forekomstene av anorthosittiske bergarter på Jorden, såvel som samtlige kjente norske forekomster.

De massive anorthosittene er alle av Prekambrisk alder, mens de andre typene viser stor aldersmessig spredning. Tidsspennet er globalt fra tidlig Prekambrium til Teriær, mens det i Norge finnes anorthosittiske bergarter med aldre fra midlere Prekambrium (ca. 1700 mill. år.) til Perm.

I de siste årene er det utført regionalgeologisk kartlegging av Jotundekket og tilstøtende områders anorthositter i målestokk 1:50 000. Dette har gitt grunnlag for sammentegning av et geologisk kart over denne delen av den Kaledonske fjellkjeden mellom Hardanger og Sogn, og har også resultert i revisjon av Kvaless (1960) tektonostratigrafi. Hans "Øvre Bergsdalsdekke" er splittet opp i 4 separate dekkeenheter, foreløpig kalt h.h.v. Kvitensdekke, Espelandsdekke, Bulkodekke og Tyssedalsdekke (tektonisk høyest). Også innen Jotundekket er det foretatt en ytterligere oppdeling, men her er det gamle dekke navnet opprettholdt.

Pålitelige aldersdateringer er foreløpig få, men eksisterende data viser at dekkebergartene stort sett er Prekambriske, mens fyllittenes alder kan være både Prekambrisk og Kaledonsk. Prekambriske granodioritter kutter interne dekkegrenser i Jotundekket, men blir selv kuttet av Jotundekkets undergrense som følgelig kan være aktivert i Kaledonsk tid. Sen-kaledonske, umetamorfe forkastningssoner (Gjende - Tyin - Lærdal og Mjølfjell-forkastningene) skjærer samtlige bergartsenheter i WSW-lig retning.

På grunnlag av regionale gravimetriske målinger (Ramberg 1976) og geologiske forhold på begge sider av "Foldingsgrøften", er tykkelsen av dekkene med fyllittisk underlag beregnet til 2.5-3 km under havnivå.

Blant Jotundekkets anorthositter er det skilt ut åtte typer som forsøksvis er gruppert i fire generasjoner:

1. Granulære leukogabbroide middelskornete homogene eller båndete bergarter.
2. Granulære grov-/middelskornete overveiende anorthosittiske bergarter som lokalt gjennomsetter bergarter av 1. generasjon. Disse to generasjoners bergarter er sammen ekvilibrert under granulittfacies' betingelser før intrusjon av

3. heteroblastiske anorthositter/leukogabbro, ofte koronaførende, under avtagende temperatur og konstant eller økende trykk. Under slike betingelser blir mineralselskapet olivin + plagioklas ustabil med dannelselse av granulittfacies paragenerer rundt olivin (eller orthopyroksen), i koronateksturer om, ikke reaksjonen får gå helt ut.
4. Siste generasjon er representert ved sjeldne pegmatittiske anorthosittiske årer som genetisk settes i sammenheng med penetrativ deformasjon av anorthosittmassivene.

Plagioklas-teksturen er i grove trekk den samme for alle de viktigste anorthositt-typer: Grove granulære korn med interstitielle granulære finere korn. De grove kornene er fortvillinget etter Carlsbader- og Albitt-lovene, mens tvillingdannelse er sjelden i den finere modifikasjonen. Begge er deformert og granulert i forbindelse med regional tektonisering, som også kan medføre saussuritiserings langs korn grenser og sprekker. Invers sonering er registrert i forbindelse med krystallisering av skapolitt sammen med myrmekittisk avblanding fra plagioklas.

An-innholdet i plagioklas varierer sterkt både mellom bergartstypene og internt innen hver gruppe. Dels er dette en følge av ovennevnte reaksjoner, dels er variasjonen "primær" og observeres i sentrale deler av uberørte grove korn. For alle typer sett under ett varierer sammensetningen av kjernen i grove korn mellom An_{28} og An_{81} , med majoriteten av analysene mellom An_{53} og An_{75} .

De høyeste An-verdiene er knyttet til de granulære grovkornete typene av 2. generasjon. Disse har dermed også et høyt gjennomsnittlig innhold av syreløselig Al_2O_3 og har derfor vært det viktigste målet for prospekteringen. En rekke forekomster er lokalisert i feltene rundt Sognefjorden og dens fjordarmer, men de fleste

av disse er mindre interessante fordi de er for små, iblandet mafisk materiale eller de har gjennomgått delvis saussurittisering. Den eneste større forekomsten er Kinsedal (der det under 2. verdenskrig var regulær drift) med beregnede reserver på minimum 15 mill. tonn med 22% løselig Al_2O_3 .

I det sydlige Gudvangen-Mjølfjell-massivet som fullstendig domineres av de grove granulære anorthosittene, er det lokalisert to store og flere mindre forekomster. Gjennomsnittsgehaltene ligger på mellom 25 og 27% løselig Al_2O_3 og med reserver på minimum 100 mill. tonn i både Hyllandfeltet og Kaldafjellfeltet

REFERANSER

- Abdel-Monem, A.A. & I. Bryhni 1978: A Rb/Sr date from anorthosite-suite rocks of the Gloppen - Eikefjord area, western Norway. NGT, 58, s. 229-232.
- Anderson, A.T., jr. 1969: Massif-type anorthosite: A widespread Precambrian igneous rock. I Isachsen, Y.W. (red.); Origin of anorthosites and related rocks. New York State Mus. Sci. Service, Memoir, 18, s. 47-55.
- Baird, D.M. 1954: The magnetite and gypsum deposits of the Sheep Brook - Lookout Brook area. Geol. Surv. Canada Bull., 27, s. 25-27.
- Barth, T.F.W. 1945: Studies on the igneous rock complex of the Oslo Region, II. Systematic petrography of the plutonic rocks. Skr. Det Norske Vidensk.-Akad. i Oslo, I Mat.Nat.Kl. 1944, nr. 9, 104 s.
- Barth, T.F.W. 1960: Anorthosite and cogenetic rocks, s. 44-48 i Holdedahl, O. (red.) Geology of Norway, NGU, 208.
- Berthomier, C., A. Lacour, F. Leutwein, J. Maillot, & J. Sonet 1972: Sur quelques trondhjemites de Norvège: étude géochronologique et géochimique. Science de la Terre, 17, 341-351.
- Bhanumathi, L. & I. Bryhni, in prep.: Petrology of anorthositic rocks between Undredal and Stalheim, Sognefjord, Norway, manuskript, 15 sider.
- Bogatikov, O.A. (red.) 1978: Anorthosites of the USSR. Dept. Ser. State Trans. Bureau, Canada, 158.
- Brastad, K. 1980: Beskrivelse av anorthosittforekomstene i Bjørkedalen, Ljosurda, Bauvatn. Eid, Sogn og Fjordane og Volda, Møre og Romsdal. NGU-rapport 1560/29. 10 sider + kart.

REFERANSER, FORTS.

- Bridgwater, D. 1967: Feldspatic inclusions in the Gardar igneous rocks of South Greenland and their relevance to the formation of major anorthosites in the Canadian Shield. *Can. J. Earth Sci.*, 4, s. 995-1014.
- Bridgwater, D. & B.F. Windley 1973: Anorthosites, post-orogenic granites, acid volcanic rocks and crustal development in the North Atlantic Shield during the Mid-Proterozoic. I Lister, L.A. (red.): Symposium on granites, gneisses and related rocks. *Geol. Soc. S.Afr. Spec. Publ.*, 3, s. 307-317.
- Brueckner, H.K- 1977: A structural, stratigraphic and petrologic study of anorthosites, eclogites and ultramafic rocks and their country rocks, Tafjord area, Western South Norway. NGU, 332, 53 s.
- Bryhni, I. 1966: Reconnaissance studies of gneisses, ultrabasics, eclogites and anorthosites in outer Nordfjord, Western Norway. NGU, 241, 68 s.
- Bryhni, I. 1972: Hornindal 1318 IV. Prelim. berggrunnskart M 1:50 000. NGU.
- Bryhni, I. 1974: Nordfjordeid 1218 I. Prelim. berggrunnskart M 1:50 000, NGU.
- Bryhni, I. 1977: Berggrunnsgeologisk kart Aurland 1416 IV. M 1:50 000. Preliminær utgave, NGU.
- Bryhni, I. 1979a: Anorthosittiske bergarter, to forekomster og noen nye betraktninger. NGU-rapport. 11 s.
- Bryhni, I. 1979b: Kaupanger. Berggrunnskart 1417 III. M 1:50 000. Foreløpig utgave. NGU.

REFERANSER, FORTS.

- Bryhni, I. 1980: Kaupanger. Foreløpig beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kart 1417 III. NGU-rapport, 29 s.
- Bryhni, I., i trykk: Beskrivelse til stop 9.9, Guide til ekskursjon A1. Uppsala Caledonide Symposium 1981.
- Bryhni, I, in prep.: Gudvangen. Berggrunnsgeologisk kart 1316 I. M 150 000.
- Bryhni, I., K. Brastad & V.W. Jacobsen 1978: Leikanger. Berggrunnskart 1317 II. M 1:50 000. Foreløpig utgave. NGU.
- Bryhni, I. & K. Brastad 1978: Foreløpig beskrivelse til kartblad Leikanger 1317 II, NGU-rapport, 28 s.
- Bryhni, I. & E. Grimstad 1970: Supracrustal and infracrustal rocks in the Gneiss Region of the Caledonides west of Breimsvatn. NGU, 226, s. 105-140.
- Bryhni, I. & K. Lyse 1980: Melange i de norske kaledonider. Abstract. 14. Nord. Geol. Vintermøte, Bergen 1980. Geolognytt, 13, s. 12.
- Brøgger, W.C. 1933: Die Eruptivgesteine des Oslogebietes. VII Die Chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine des Oslogebietes. Skr. Det Norske Vidensk.-Akad. i Oslo, I Mat. Nat. Kl. 1933, nr. 1, 147 s.
- Buddington, A.F. 1939: Adirondacks igneous rocks and their metamorphism. Geol. Soc. Am. Memoir, 7, 354 s.
- Carstens, C.W. 1941: Foreløpig rapport over Asen labradorstenfelt. Norsk Hydro, 9 s.
- Carstens, C.W. 1942: Rapport over Asen labradorstensfelt i Sogn. Norsk Hydro, 7 s.

REFERANSER, FORTS.

- Carstens, C.W. 1945: Rapport over labradorstensanalyser.
Norsk Hydro, 16 s. + 3 figurer.
- Carstens, H. 1957: Investigations of titaniferous iron ore deposits, Part II, Gabbro, anorthosite, and titaniferous iron ore on Flakstadøy in Lofoten, northern Lofoten.
Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr., 1957, 4, s. 1-27.
- Chiang, F.K. & L.K. Li 1957: Characteristics and genesis of titanite - magnetite ore deposits (på kinesisk). Ti Chih Chih Shih ("Geological Knowledge"), 11, s. 13-19.
- Dahlgren, S. 1978: Nordagutu. Berggrunnsgeologisk kart 1713 IV.
M 1:50 000. Foreløpig utgave. NGU.
- Dietrichson, B. 1945: Geologiske undersøkelser i Espedalen.
NGU, 163, 46 s.
- Dugstad, P. 1975: Anorthositter i Indre Sogn. Samlerapport med bidrag av V.M. Goldschmidt, Per Dugstad og Håkon Rueslåtten.
For I/S ANORTAL, 32 s.
- Ellis, D.S. & D.H. Green 1979: An experimental study of the effect of Ca upon garnet-clinopyroxene Fe-Mg exchange equilibria. Contrib. Min. Petr., 71, 13-22.
- Ellitsgaard-Rasmussen, K. & M. Mouritsen 1954: An anorthosite occurrence from West Greenland. Medd. Dansk Geol. Forening 12, 436-442.
- Fareth, E. 1977: Petrography and structure of the Aurlandsdalen area, Western Norway - A portion of the Caledonian margin.
NGU, 334, s. 59-81.
- Feduik, F. 1975: Smøla. Berggrunnsgeologisk kart 1321 I,
M 1:50 000. NGU.

REFERANSER, FORTS.

- Feduik, F. & S. Siedlecki 1977: Smøla. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kart 1321 I. M 1:50 000. NGU, 330, s. 1-23.
- Forwald, A.G. 1980: Analyserapport av 25.7.80 (P-analyser av anorthositt). Elkems FOU-avd. Fiskaa Verk, 1 s.
- Freeman, B.C. 1939: The Bell River Complex, northwestern Quebec. J. Geol., 47, s. 27-46.
- Gjelsvik, N. 1980: Råstoffundersøkelser. IFA Intern rapport ANORTAL-prosjektet, 3 s.
- Gjelsvik, T. 1946: Anorthosittkomplekset i Heidal. NGT, 26, s. 1-58.
- Gjelsvik, T. 1951: Oversikt over bergarter i Sunnmøre og tilgrensende deler av Nordfjord. NGU, 179, 45 s.
- Gjelsvik, T. & Chr. C. Gleditsch 1951: Geological map of Sunnmøre and parts of Nordfjord, West Norway. Scale 1:200 000. Bilag til Gjelsvik (1951).
- Goldschmidt, V.M. 1916: Geologisch-petrographische Studien im Hochgebirge des südlichen Norwegens. IV: Übersicht der Eruptivgesteine im Kaledonischen Gebirge zwischen Stavanger and Trondhjem. Videnskapsselsk. Kr.a. Skr., I Mat. Nat. Kl. 1916, nr. 2, 140 s.
- Goldschmidt, V.M. 1917a: Memorandum om labradorsten etter det hittil foreliggende materiale (Memorandum nr. 2). Intern rapport av 20.01.1917, 2 s.
- Goldschmidt, V.M. 1917b: Beretning om labradorstensfelter i Sogn. Intern rapport av 29.09.1917, 31 s. + kart.

REFERANSER, FORTS.

- Goldschmidt, V.M. 1941: Comment to a lecture by A. Kvale.
NGT, 21, s. 198.
- Graff, P.R. 1981: Sluttrapport fra Kjemisiden i Anortalsamarbeidet.
Analyse og utluting av anorthositter. NGU-rapport 1865,
115 s.
- Graversen, O. 1981: Intrusive metaanorthosite/leucodiorite from
the Precambrian of Akershus, SE Norway. NGT, 60, 131-137.
- Green, T.H. & K. Jorde 1971: Geology of Moskenesøy, Lofoten, north
Norway. NGU, 270, s. 47-76.
- Griffin, W.L. 1971: Genesis of Coronas in Anorthosites of the
Upper Jotun Nappe, Indre Sogn, Norway. J. Petrol., 12,
219-43.
- Griffin, W.L. & K.S. Heier 1973: Petrological implications of
some corona structures. Lithos, 6, 315-35.
- Griffin, W.L., B. Sundvoll & H. Kristmannsdottir 1974: Trace
element composition of anorthosite plagioclase. Earth Planet.
Sci. Lett., 24, s. 213-223.
- Grimstad, E. 1973: En petrografisk og strukturgeologisk under-
søkelse av området sør for Grotli. Upublisert hovedoppgave,
Univ. i Oslo.
- Heier, K.S. 1960: Petrology and geochemistry of high-grade
metamorphic and igneous rocks of Langøy, Northern Norway.
NGU, 207, 246 s.
- Henri, A. & A. Lacour 1981: Solvorn. Berggrunnsgeologisk kart
1417 IV. 1:50 000. Foreløpig utgave. NGU.

REFERANSER, FORTS.

- Hermans, G.A.E.M., A.C. Tobi, R.P.E. Poorter & C. Maijer 1975:
The high-grade metamorphic Precambrian of the Sirdal-Ørsdal
Area, Rogaland/Vest-Agder, South-west Norway. NGU, 318,
s. 51-74.
- Herzberg, C.T. 1976: The plagioclase-lherzolite to spinel-
lherzolite facies boundary; its bearing on corona structure
formation and tectonic history in the Norwegian Caledonides.
Natural Environment Research Council (London) Publ. Ser. D,
nr. 6, 233-35.
- Hey, M.H. 1954: A new review of the chlorites. Min. Mag., 30,
277-292.
- Hietanen, A. 1969: Metamorphic environment of anorthosite in the
Boehls Butte area, Idaho. I Lister, L.A. (red.). (Se
Bridgwater et al.), s. 371-386.
- Holdhus, S. 1969: Marmor, diopsidrike felser, båndet diosid-
amfibolitt og assosierte para-gneiser på Gurskøy og Sandøy,
Søre Sunnmøre. Upublisert hovedoppgave, Univ. i Oslo.
- Holmsen, P. 1953: Et langt fremskjøvet "jotundekke" i Rendalen.
NGU, 184, s. 95-99.
- Hornemann, C.H.S. 1919: Rapport over Kinserdalsfeltet. A/S
Labrador. 11 s.
- Hødal, J. 1945: Rocks of the anorthosite kindred in Vossestrond
(Norway). NGT, 44, s. 129-243.
- Iden, I.K. 1974: Bergensbuenes bergarter i området mellom Knarvik
og Eikangervåg, Lindåshalvøya. Hovedoppgave, Univ. i Bergen.
- Isachsen, Y.W. 1969: Origin of anorthosite and related rocks -
a summarization. New York State Mus. Sci. Service, Memoir,
18, s. 435-45.

REFERANSER, FORTS.

- I.U.G.S. 1973: Plutonic rocks. Classification and nomenclature recommended by the I.U.G.S.' Subcommision on the Systematics of Igneous Rocks. *Geotimes*, 18, nr. 10, s. 26-30.
- Jacobsen, V.W. 1978a: Statusrapport ANORTAL, april 1978. NGU, 7 s.
- Jacobsen, V.W. 1978b: Samarbeidet NGU - I/S ANORTAL. Status pr. 1.6.78. NGU-rapport 1560/10, 17 s.
- Jensen, R. 1977: Rapport over råstoffundersøkelser - 1976. Anorthosittforekomster i Sogn. Grubedivisjonen Elkem-Spigerverket A/S, 85 s.
- Johansen, O. 1981: Resultater av aktiveringsanalyser. Analyse-rapport. IFE. Datert 18.5.1981, 1 s.
- Kolderup, N.-H. 1929: Fjellbygningen i kyststrøket mellom Nordfjord og Sognefjord. *Bergens Museums Arb. 1928, Naturv. Rekke nr. 1*, s. 1-222.
- Kolderup, C.F. & N.-H. Kolderup 1940: *Geology of the Bergen Arc System. Bergen Mus. Skr.*, 20, s. 1-137.
- Krauskopf, K.B. 1954: *Igneous and Metamorphic Rocks of the Øksfjord Area, Vest-Finnmark. NGU*, 188, s. 29-50.
- Krill, A.G. 1980: *Tectonic of N.E. Dovrefjell, Central Norway. Ph.D.-avhandling, Yale University. Upublisert.*
- Kristmannsdottir, H. 1971: Anorthosite inclusions in Tertiary dolerite from the island groups of Hrapsey and Purkey, West Iceland. *J. Geol.*, 79, s. 741-748.
- Kushiro, I & H.S. Yoder 1966: Anorthite-forsterite and anorthite-enstatite reactions and their bearing on the basalt-eclogite transformation. *J. Petrol.*, 7, 337-62.

REFERANSER, FORTS.

- Kvale, A. 1946: Petrologic and structural studies in the Bergsdalen Quadrangle, Western Norway. Part 1. Petrography. Bergens Mus. Arb. 1945, Naturv. Rekke 1, s. 1-201.
- Kvale, A. 1960: The nappe area of the Caledonides in Western Norway. Excursion guide. NGU, 212e, s. 1-43.
- Kvale, A. & S.E. Ingdahl 1981: Berggrunnsgeologisk kart, Voss 1316 III. M 1:50 000. Foreløpig utgave. NGU.
- Kvale, A. & S.E. Ingdahl, in prep.: Berggrunnsgeologisk kart Myrkedalen 1316 IV. M 1:50 000. NGU.
- Kvale, A., T. Torske & S.E. Ingdahl, in prep.: Berggrunnsgeologisk kart Jondal 1315 IV. M 1:50 000. NGU.
- Lacour, A 1969: Données pétrologiques sur la nappe de Sogn-Jotun et son substratum dans la région de Sogndal (District de Sogn, Norvège centromeridionale). Bull. Soc. Geol. France, 7, XI, s. 354-366.
- Landmark, K 1951: Dykes of oligoclasite in amphibolite near Tromsø. Acta Borealia. Ser. A, nr. 1, 23 s.
- Leake, B. 1968: A catalog of analyzed calciferous and subcalciferous amphiboles together with their nomenclature and associated minerals. Geol. Soc. America, Spec. Paper, 98, 210 sider.
- Lindberg, P.A. 1976: Opptreden av anorthositt i Norge. Internt Norsk Hydro-notat, 8 s.
- Lutro, O. 1979a: Lustrafjorden. Berggrunnsgeologisk kart 1417 I. M 1:50 000. Foreløpig utgave. NGU.
- Lutro, O. 1979b: Anorthositt undersøkelse i Kinsedalsfeltet. Feltrapport, 3 s.

REFERANSER, FORTS.

- Malm, O.A. & D.E. Ormaasen 1978: Mangerite-charnockite intrusives in the Lofoten-Vesterålen area, North Norway; Petrography, chemistry and petrology. NGU, 338, 83-114.
- Maquil, R. 1980: Field relations of the Egersund-Ogna anorthosite. Abstract. Colloquium high-grade metamorphic Precambrian and its intrusive masses, Utrecht, mai 1980.
- Mawdsley, J.B. & G.W.H. Norman 1935: Chibougamau Lake map area, Quebec. Geol. Surv. Can. Mem., 185, 95 s.
- Myers, J.S. & R.G. Platt 1977: Mineral chemistry of layered Archaean anorthosite at Majorqap gâva near Fiskenasset, southwestern Greenland. Lithos, 10, s. 59-72.
- Neumann, E.-R. 1976: Two refinements for the calculation of structural formulae for pyroxenes and amphiboles. NGT, 56, 1-6.
- Nicolaysen, N. 1919: Promemoria. Vedr. labradorfeltene i Sogn. Rapport, A/S Labrador, 7 s.
- Oosterom, M.G. 1963: The ultrâmafic and layered gabbro sequence in the granulite facies rocks of Stjernøy (Finnmark, Norway). Leidse Geol. Meded., 28, 177-296.
- Ottesen, J. 1977: Geologisk kartlegging av anorthositt-massivet mellom Nærøydalen og Øpsthudalen, Sogn. Intern rapport, Elkem-Spigerverket A/S, 19 s.
- Ottesen, J. 1979: Anorthositt massivet mellom Øvsthudalen og Kvitaherbyrgja. Resultat av innsirklingen i 1978-sesongen. Intern rapport, Elkem-Spigerverket A/S, 8 s.
- Ottesen, J. 1980: Kart over området mellom Grodgjuvet og Bjørndalsvatnet. I/S ANORTAL.

REFERANSER, FORTS.

- Phinney, W.C. 1969: Anorthosite occurrences in Keweenawan rocks of northeastern Minnesota. I Isachsen, Y.W. (red.): Origin of anorthosites and related rocks. New York State Mus. Sci. Service, Memoir, 18, s. 135-147.
- Qvale, H. 1979a: Geologiske undersøkelser av anorthositt-forekomster rundt Mjølfjell i Hordaland. NGU-rapport 1560/26, 33 sider + kart.
- Qvale, H. 1979b: Petrografisk undersøkelse av to prøver av anorthositt fra Søndre Strømfjord, Grønland. Intern NGU-rapport, 6 s.
- Qvale, H. 1980: En oversikt over Jotundekketts anorthositt-forekomster i Nordhordland og Indre Sogn. NGU-rapport 1560/27, 26 s.
- Qvale, H. 1981: Berggrunnsgeologisk kart, Ulvik 1316 II. M 1:50 000. Foreløpig utgave. NGU.
- Qvale, H. 1982: Anorthositts løselighet i syre. NGU-rapport 1560/33, 127 s + appendiks og kart.
- Qvale, H. & J. Stigh, i trykk: Ultramafic rocks in the Scandinavian Caledonides. I Gee, D.G. & B.A. Sturt (red.): The Caledonide Orogen - Scandinavia and related areas. John Wiley & Sons.
- Ramberg, I.B. 1976: Gravity interpretation of the Oslo Graben and associated igneous rocks. NGU, 325, 1-194.
- Ramberg, I.B. & J.-O. Englund 1969: The source rock of the Biskopås conglomerate at Fåvang, and the western margin of the sedimentation basin of the Brøttum Formation at Fåvang-Vinstra, Southern Norway. NGU, 258, s. 302-324.

REFERANSER, FORTS.

Rekstad, J. 1905: Fra Indre Sogn. NGU, 43, nr. 7, 53 s.

Reusch, H. 1905: Voss. Fjeldbygningen innen rektangelkartet
Voss's omraade. NGU, 40, 76 s.

Reusch, H. 1908: Tekst til geologisk kart over fjeldstrøkene
mellom Jostedalsbræen og Ringerike. NGU, 47, 40 sider.

Ribbe, P.H. (red.) 1975: Feldspar Mineralogy. Min. Soc. of
America, Short Course Notes, Vol. 2.

Roberts, D. 1974: Hammerfest. Beskrivelse til det 1:250 000
berggrunnsgeologiske kart, NGU, 301, 66 s.

Romey, W.D. 1968: An evaluation of some differences between
anorthosite in massifs and in layered complexes. Lithos 1,
s. 230-241.

Romey, W.D. 1971: Basic igneous complex, mangerite and high
grad gneisses of Flakstadøy, Lofoten, Northern Norway:
I. Field relations and speculations on origins. NGT, 51,
s. 33-61.

Schott, W. & G. Berchermann 1980: Developments in research on the
Åna-Sira-massif and envelope: The The Surteknuten Outher,
a new occurrence of anorthosite in the Charnockitic Precambrian
of S-Rogaland/V-Agder (S-Norway). Abstracts, Colloquium
high-grade metamorphic Precambrian and its intrusive masses.
Utrecht 1980.

Sellekvold, M.A. 1960: Kort orientering om geologiske undersøkelser
mellom Framfjord og Feios i Sogn og Fjordane. Unpubl. rapport.
Jordskjelvstasjonen, Univ. i Bergen, 6 s.

REFERANSER, FORTS.

- Simpson, E.S.W. & J.D.T. Otto 1960: On the pre-Cambrian anorthosite mass of southern Angola. 21st Int. Geol. Congr. Copenhagen, Proc. part XIII, s. 216-227.
- Skjerlie, F.J. 1958: Investigations between Fjærlandsfjord and Sogndalsdalen, Western Norway. Univ. i Bergen Årbok 1957. Naturv. Rekke nr. 5, 67 s.
- Skjerlie, F.J. 1969: The pre-Devonian rocks of the Askvoll-Gaular area and adjacent districts, Western Norway. NGU, 258, s. 325-359.
- Sotka, P. 1980: Finlands potentiella råmaterial för framställning av aluminiumoxid och möjligheterna att utnyttja dem. (Översatt till svensk av Bjarne Huldén). Rapport, Helsingfors Tekniska Högskola, Bergindustriavd., Lab. för ekonomisk geologi, 111 sider.
- Stanton, R.L. 1972: Ore petrology, McGraw-Hill Book Co., 713 s.
- Strand, T. 1943: Et gneis-amfibolittkompleks i grunnfjellet i Valdres. NGU, 159, 56 sider.
- Strand, T. 1969: Geology of the Grotli area. NGT, 49, s. 341-360.
- Sturt, B.A., I.R. Pringle & D.M. Ramsay 1978: The Finnmarkian phase of the Caledonian Orogeny. J. Geol. Soc. Lond., 135, s. 597-610.
- Sturt, B.A., D.L. Speedyman & W.L. Griffin 1980: The Nordre Bumandsfjord Ultramafic Pluton, Seiland, North Norway. Part 1: Field Relations. NGU, 358, s. 1-30.
- Thornton, C.P. & O.F. Tuttle 1960: Chemistry of igneous rocks. I. Differentiation index. Am. J. Sci., 258, 664-684.
- Turner, F.J. & J. Verhoogen 1960: Igneous and metamorphic petrology. 2. utg. McGraw-Hill Book Co., 694 sider.

REFERANSER, FORTS.

- Wanvik, J.E. 1981: Malmgeologisk oppsummering over I/S ANORTAL's råstoffundersøkelser av anorthositt i Voss og Indre Sogn. Rapport, Elkem A/S, 121 sider.
- Wielens, J.B.W., P.A.M. Andriessen, N.A.I.M. Boelrijk, E.H. Hebeda, H.N.A. Priem, E.A.Th. Verdurmen & R.H. Verschure 1980: Isotope geochronology in the high-grade metamorphic Precambrian of Southwestern Norway: New data and reinterpretations. NGU, 359, s. 1-30.
- Willemsse, J. 1969: The Geology of the Bushveld Igneous Complex, the Largest Repository of Magmatic Ore Deposits in the World. I H.D.B. Wilson (red.): Magmatic ore deposits, Econ. Geol. Monograph., 4, s. 1-22.
- Windley, B.F. 1973: Archaean Anorthosites; A Review with the Fiskenaasset Complex, West Greenland as a model for interpretation. I Lister, L.A. (red.). (Se Bridgwater et al.). s. 319-332.
- Windley, B.F., R.K. Herd & A.A. Bowden 1973: The Fiskenaasset Complex, West Greenland. Part 1: A preliminary study of the stratigraphy, petrology, and whole rocks chemistry from Qeqertarssuatsiaq. G.G.U. Bull., 196, nr. 2.
- Wright, A.E. 1963; Petrography of the anorthosites of the Liganga Massif, Tanganyika. Geol. Surv. Records, 10, s. 73-79.

VESTLANDSPROGRAMMET

NGU-rapport nr. 1560/32

Samarbeidet NGU - I/S ANORTAL

Jotundekketts anorthositter
Geologi, mineralogi og geokjemi

1982

BIND 2



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15 860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

- 2 -

Rapport nr.	1560/32	Åpen/Forfattet
Tittel:	Jotundekketts anorthositter: Geologi, mineralogi og geokjemi	
Sted:	Sogn og Fjordane - Hordaland	
Oppdragsgiver:	NGU - I/S ANORTAL	
Utført i tidsrommet:	Feltarbeid: 1977-80 Rapport febr. 1982	Antall sider : 164
Antall bilag :	24 tekstbilag	Antall tegninger: 19 kartbilag
Saksbearbeider(e):	Statsgeolog Henning Qvale	
Ansvarshavende:	Statsgeolog Henri Barkey	
Sammendrag:	<p>Arbeidets formål har vært å kartlegge Jotundekketts anorthosittiske bergarter for påvisning av forekomster av anorthositt som kan egne seg som råstoff for Al-produksjon. I denne avsluttende rapporten er samlet resultater av undersøkelsene utført av NGU og andre siden 1975.</p> <p>Arbeidet har medført omfattende feltundersøkelser, røntgenfluorescensanalyser for hoved- og sporelementer, og mineralanalyser ved hjelp av mikrosonde.</p> <p>Undersøkelsene har medført en nytolkning av tektonostratigrafien i de kaledonske dekkeområdene mellom Hardanger og Sogn. Jotundekketts anorthosittiske bergarter er skilt i 8 forskjellige typer som sannsynligvis representerer minst 4 generasjoner av intrusjoner, som har gjennomgått granulittfacies metamorfose i en eller to faser og omfattende deformasjon, sannsynligvis i Sveconorvegisk tid. Kaledonsk deformasjon er mest fremtredende nær dekkesålen.</p> <p>Av anorthositttypene er det særlig de grovkornete granulære som har økonomisk interesse siden de domineres av den mest basiske plagioklas og har lavt innhold av mørke mineraler. Interessante forekomster av disse typene er påvist ved Kinsedal, Luster, Kolarbotn i Aurland, Grodgjuvet, Såtebu og Kaldafjell-feltet i Voss og Hylland-feltet ved Gudvangen i Aurland kommune. Syreløselig Al_2O_3 utgjør mellom 22 og 27% vekt% i alle forekomstene, hvorav de to sistnevnte er de største, hver med reserver på minst 100 mill. tonn.</p>	
Koordinatreferanse (UTM):	Biblioteket	
Nøkkelord	Anorthositt	Regionalgeologi
	Industrimineral	Petrografi
	Aluminiumsråstoff	Mineralogi

INNHOOLD BIND 1

side

SAMMENDRAG	2
FORORD	5
1 INNLEDNING	6
1.1 Prosjektets bakgrunn og formål	6
1.2 Kilder	7
1.3 Anorthositts løselighet i syre	8
2 KLASSIFIKASJON AV ANORTHOSITTISKE BERGARTER	11
3 KLASSIFIKASJON AV ANORTHOSITT-FOREKOMSTER	12
4 ANORTHOSITTISKE BERGARTER, GLOBAL DISTRIBUTUSJON	16
5 ANORTHOSITTISKE BERGARTER I NORGE	23
6 JOTUNDEKKET	28
6.1 Lokalisering	28
6.2 Tidligere regionalgeologiske arbeider	28
6.3 Regional geologi	29
6.4 Tektonostratigrafi	30
6.4.1 Grunnfjellet	30
6.4.2 Autoktone sedimenter	33
6.4.3 Fyllitt	33
6.4.4 Undre Bergsdalsdekke	34
6.4.5 "Øvre Bergsdalsdekke"	35
6.4.6 Jotundekket	37
6.4.7 Jotundekkets tykkelse	37
6.4.8 Undre flak	39
6.4.9 Øvre flak	41
6.4.10 Aldersdateringen	43
7 JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER	44
7.1 Feltforhold og petrografi	44
7.1.1 Introduksjon	44
7.1.2 Massive gabbroide bergarter	46
7.1.3 Anorthosittiske bergarter	48
7.1.4 Andre intrusive bergarter	65
7.1.5 Deformasjon og "sekundær" omvandling	69
7.2 Mineralogi	74
7.2.1 Mineralsammensetning	74
7.2.2 Plagioklas	74
7.2.3 Epidot/clinozoisitt	86
7.2.4 Orthitt	87
7.2.5 Granat	88
7.2.6 Clinopyroksen	88
7.2.7 Amfibol	93
7.2.8 Orthopyroksen	97
7.2.9 Olivin	98
7.2.10 Spinell	99
7.2.11 Rutil, ilmenitt og titanitt	101
7.2.12 Korund	102
7.2.13 Skapolitt	103

forts.

INNHold, FORTS.	Side
7.2.14 Chloritt	105
7.2.15 Serpentin	106
7.2.16 Biotitt	106
7.2.17 Muskovitt	108
7.2.18 Margaritt	109
7.2.19 Kwarts og kalkspat	110
7.3 Krystallasjonsrekkefølge og betingelser	111
7.3.1 Innledning	111
7.3.2 Magmatisk stadium	111
7.3.3 Koronadannelse	113
7.3.4 Høy grads metamorfose	114
7.3.5 Trykk- og temperaturforhold under størkning og rekrystallasjon	118
7.4 Kjemi	124
7.4.1 Hovedelementer	124
7.4.2 Sporelementer	126
7.4.3 Normativ sammensetning	127
7.4.4 Petrogenetiske tolkninger på grunnlag av geokjemiske indikatorer	129
7.5 Regionale variasjoner	134
7.5.1 Innledning	134
7.5.2 Bergartstyper	134
7.5.3 Modal sammensetning	136
7.5.4 Normativ sammensetning	137
7.5.5 Hovedelementer	139
8 MALMGEOLOGISKE ASPEKTER	141
8.1 Generelt	141
8.2 Provins I. Offerdal - Kinsedal	141
8.3 Provins II. Kaupanger - Sogndal	144
8.4 Provins III. Aurlandsfjorden - Bleia - Lærdal	144
8.5 Provins IV. Fresvik - Dyrdal	145
8.6 Provins V. Gudvangen - Mjølfjell	145
9 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	147
REFERANSER	151

Kartbilag: BIND 2

1560/32 - 01-19.

APPENDIKS A - K i separat bind.

GEOLOGICAL/TECTONIC MAP OF THE AREA BETWEEN
HARDANGER AND SOGN, WEST NORWAY

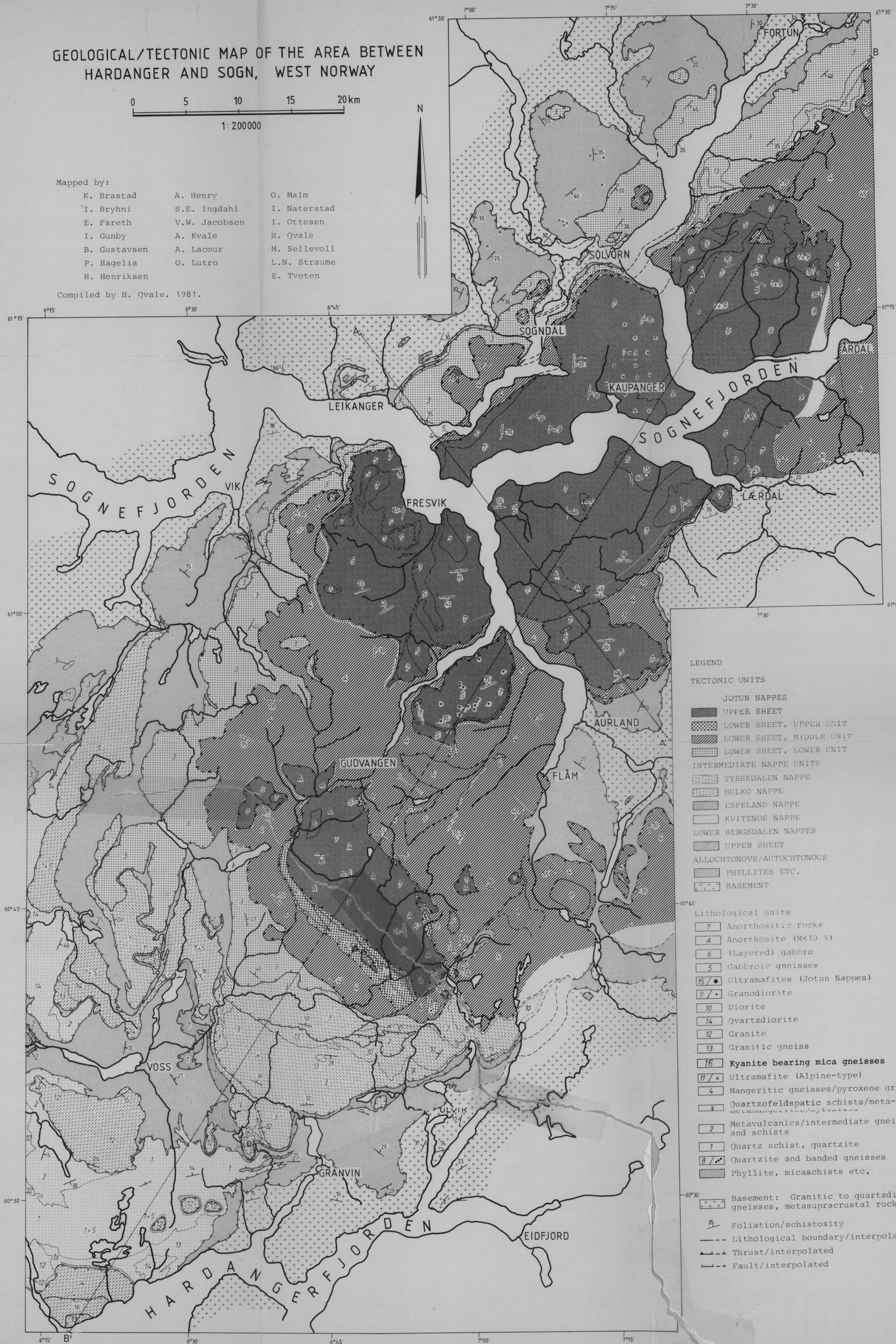
0 5 10 15 20 km

1:200000

Mapped by:

K. Brastad	A. Henry	O. Malm
I. Bryhni	S.E. Ingdahl	I. Naterstad
E. Fareth	V.W. Jacobsen	I. Ottesen
I. Gunby	A. Kvale	H. Qvale
B. Gustavsen	A. Lacour	M. Sellevoll
P. Hagelia	O. Lutro	L.N. Straume
H. Henriksen		E. Tveten

Compiled by H. Qvale, 1981.



LEGEND

TECTONIC UNITS

- JOTUN NAPPES
- UPPER SHEET
 - LOWER SHEET, UPPER UNIT
 - LOWER SHEET, MIDDLE UNIT
 - LOWER SHEET, LOWER UNIT
- INTERMEDIATE NAPPE UNITS
- FYSSEDALEN NAPPE
 - BULKO NAPPE
 - ESPELAND NAPPE
 - KVITENOS NAPPE
- LOWER BERGSDALEN NAPPES
- UPPER SHEET
- ALLOCHTHONOUS/AUTOCHTHONOUS
- PHYLLITES ETC.
 - BASEMENT

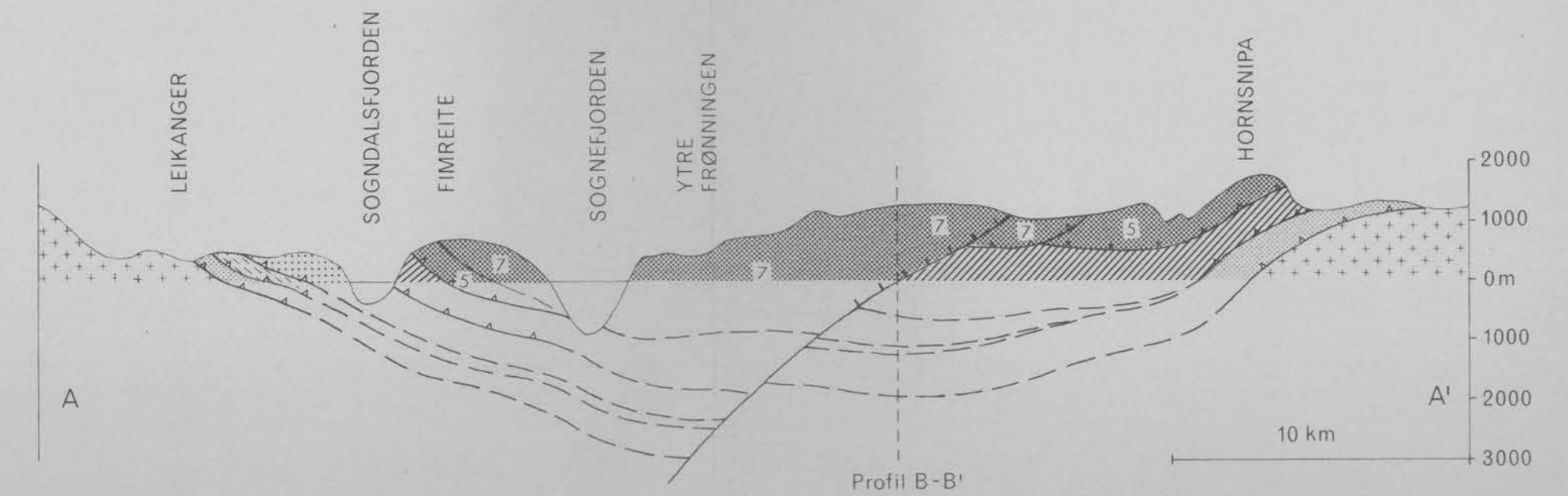
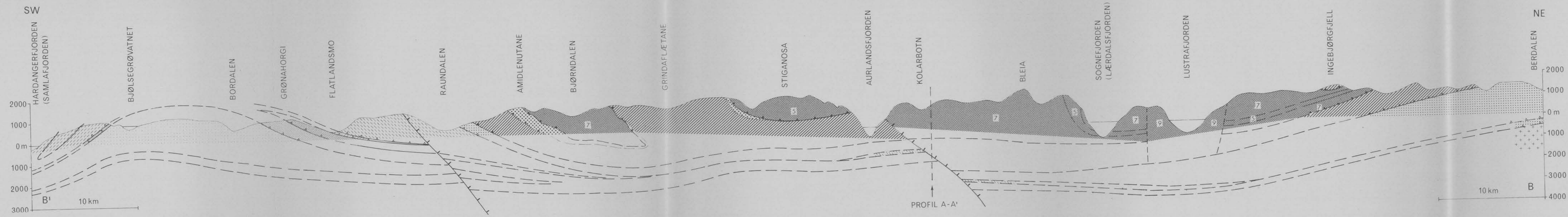
Lithological units

- 7 Anorthositic rocks
- A Anorthosite (M<10 %)
- 6 (Layered) gabbro
- 5 Gabbroic gneisses
- 15/• Ultramafites (Jotun Nappes)
- 9/• Granodiorite
- 10 Diorite
- 14 Quartzdiorite
- 12 Granite
- 13 Granitic gneiss
- 16 Kyanite bearing mica gneisses
- 11/x Ultramafite (Alpine-type)
- 4 Mangeritic gneisses/pyroxene granulite
- 3 Quartzofeldspathic schists/meta-arkoses
- 2 Metavulcanics/intermediate gneisses and schists
- 1 Quartz schist, quartzite
- 8/• Quartzite and banded gneisses
- Phyllite, micaschists etc.

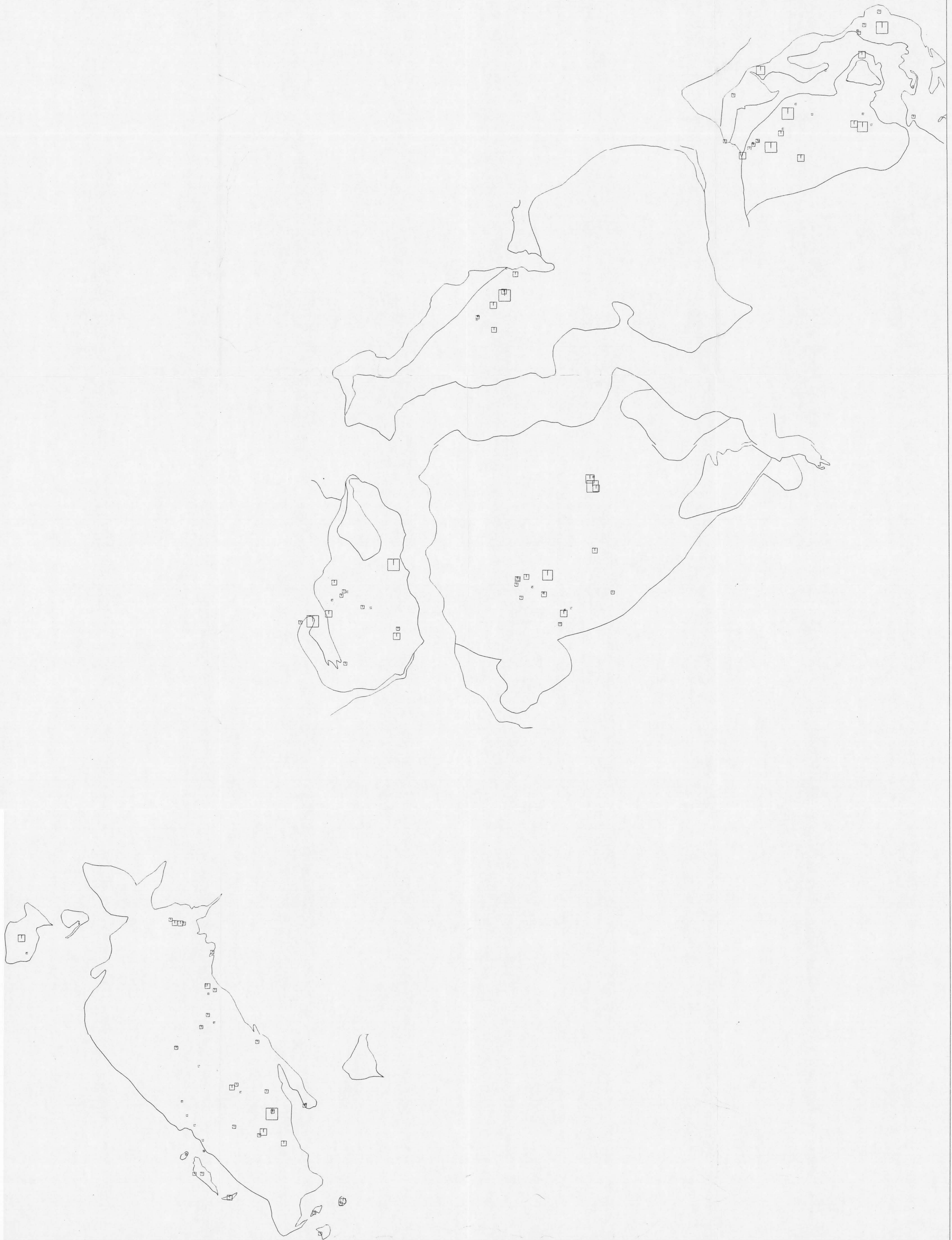
Basement: Granitic to quartzdioritic gneisses, metasupracrustal rocks.

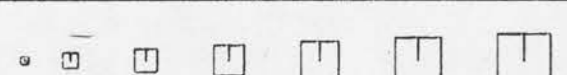
- 35 Foliation/schistosity
- Lithological boundary/interpolated
- ▲▲ Thrust/interpolated
- Fault/interpolated

I/S ANORTAL-NGU VESTLANDSPROGRAMMET ANORTHOSITTUNDERSØKELSER HARDANGER, INDRE SOGN HORDALAND, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	OBS.
	1:200000	TEGN. H.Q. 1981
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	1560/32-01	

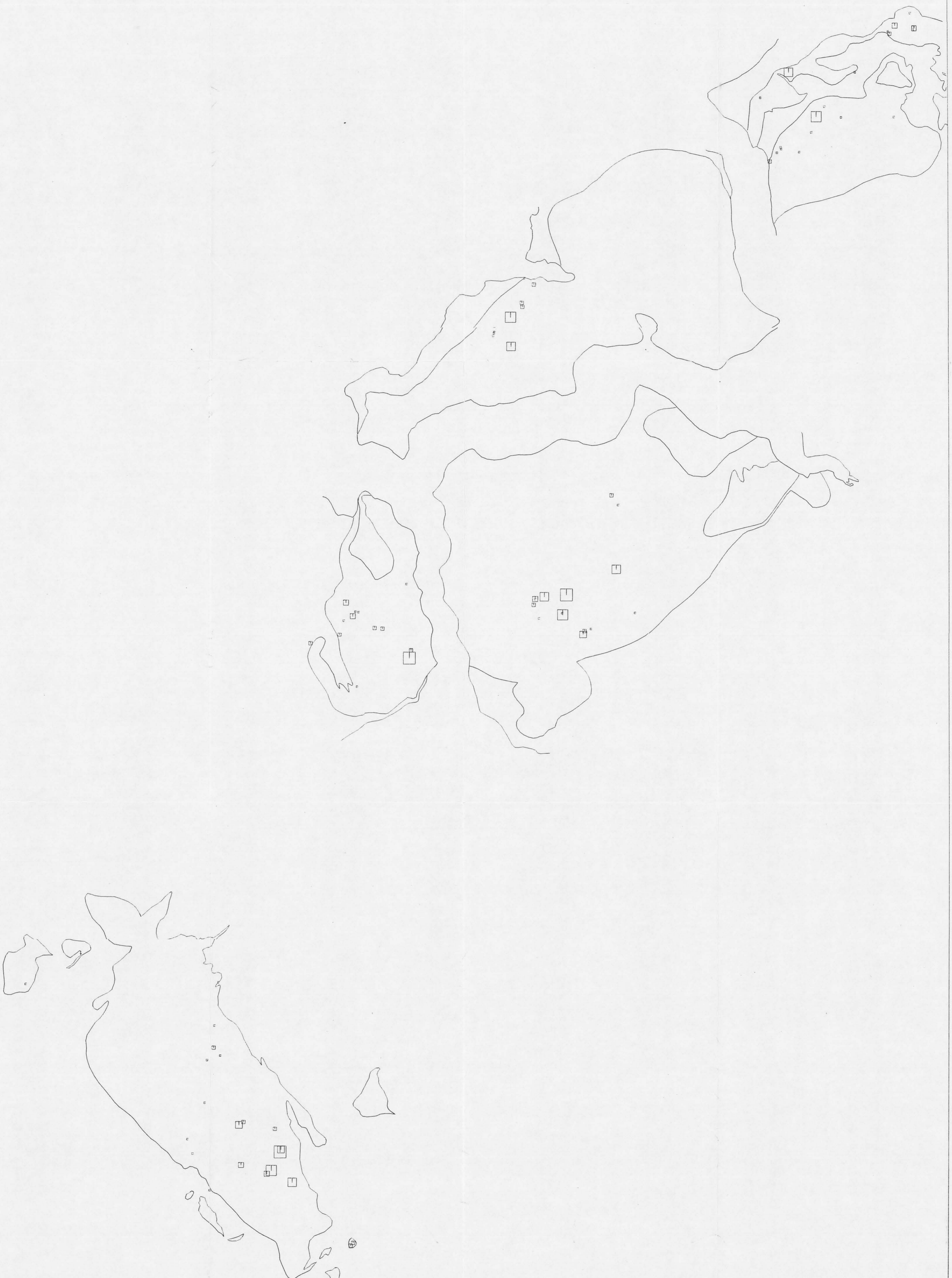


I/S ANORTAL - NGU VESTLANDSPROGRAMMET ANORTHOSITTUNDERSØKELSER PROFILER TIL KARTBLAD 1560/32-01 HORDALAND, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	OBS.	
	1:200000	TEGN. H.Q.	1981
		TRAC.	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 1560/32-02	KARTBLAD NR.	



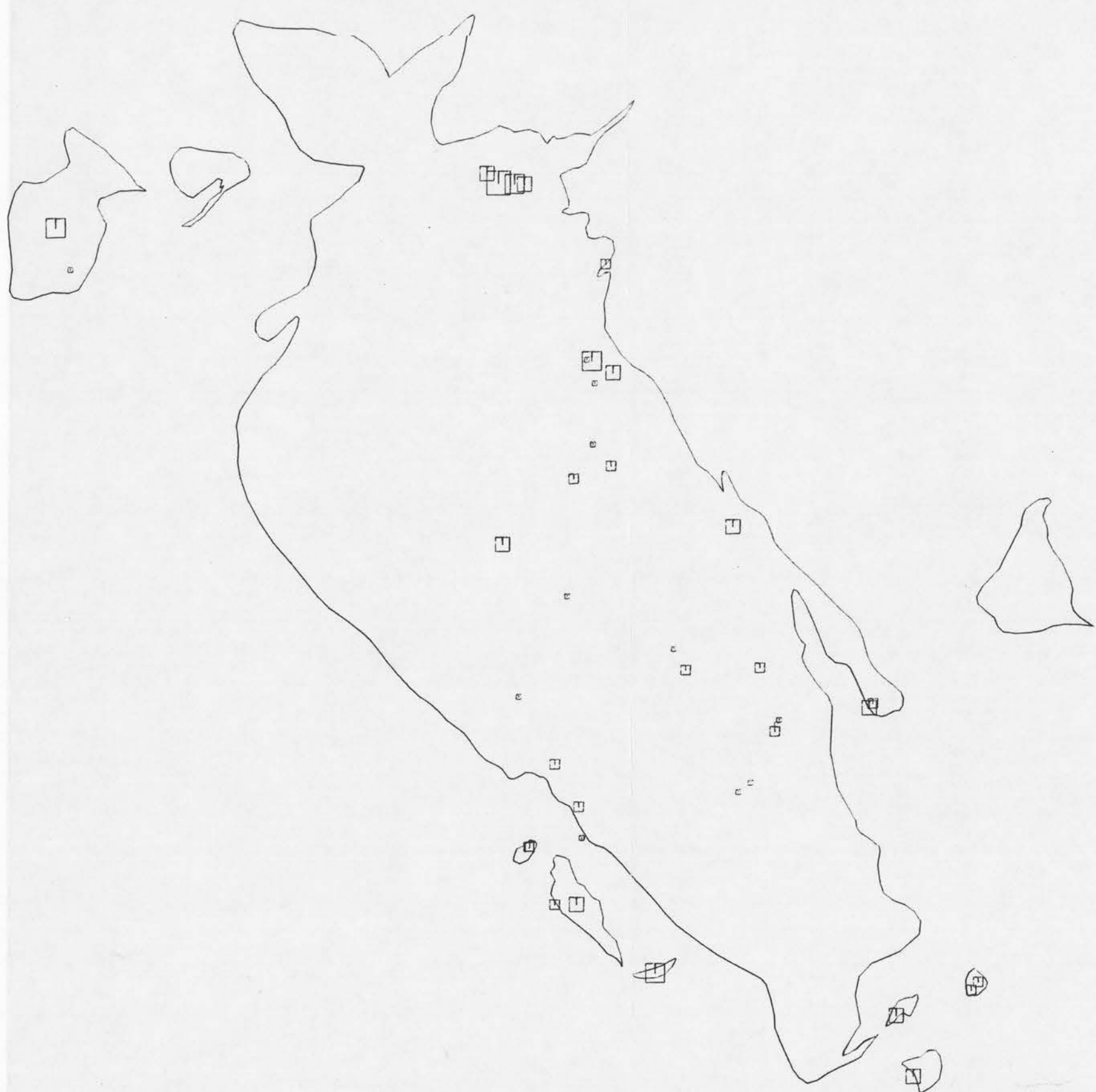
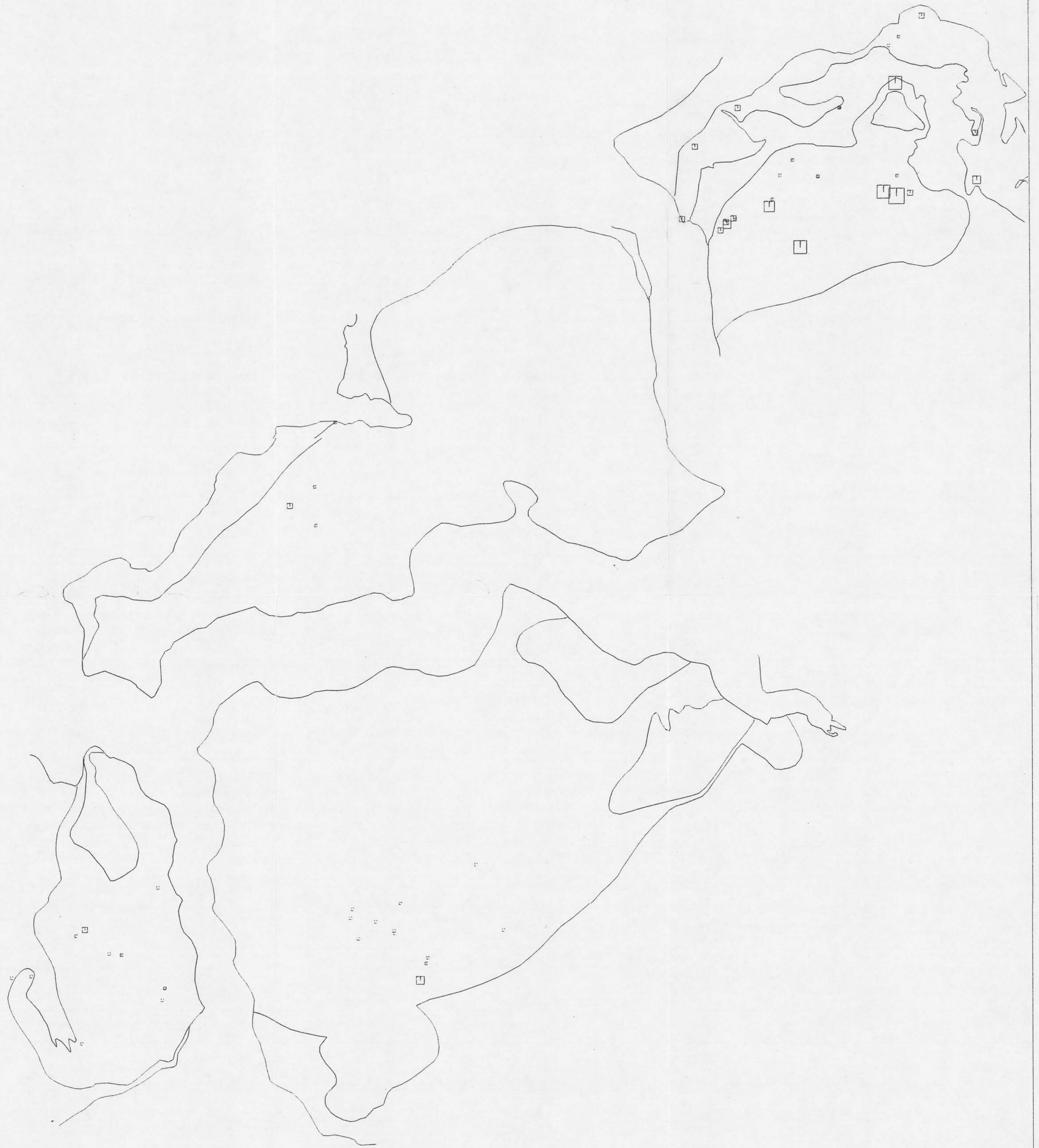
SYMBOL : 
OVRE GRENSE : 5 10 15 20 25 30 >30

MODAL, SUM MØRKE MINERALER
1560/32-03

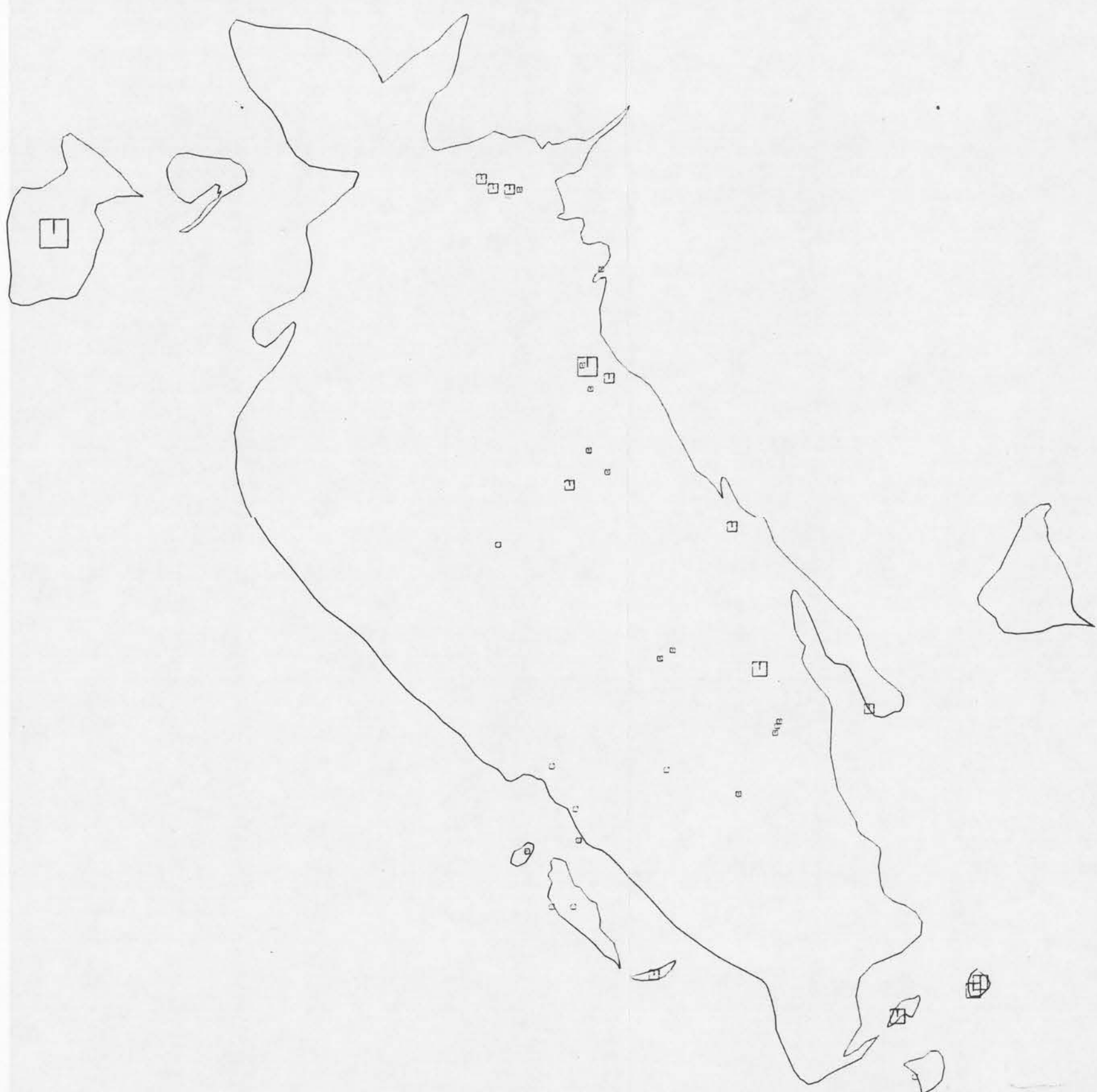
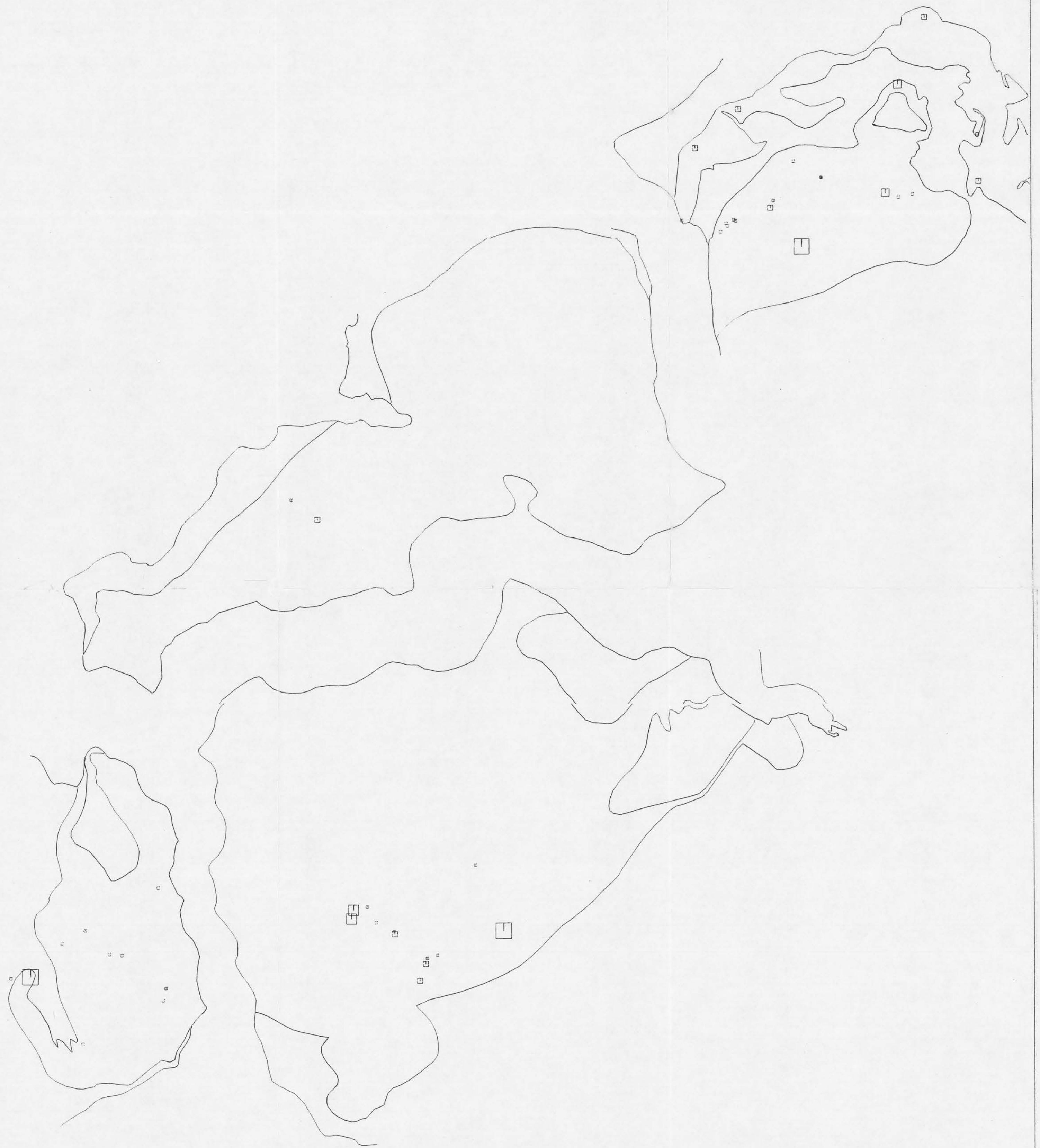







SYMBOL : • ◻ ◻ ◻ ◻ ◻ ◻
ØVRE GRENSE : 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0 >15.0

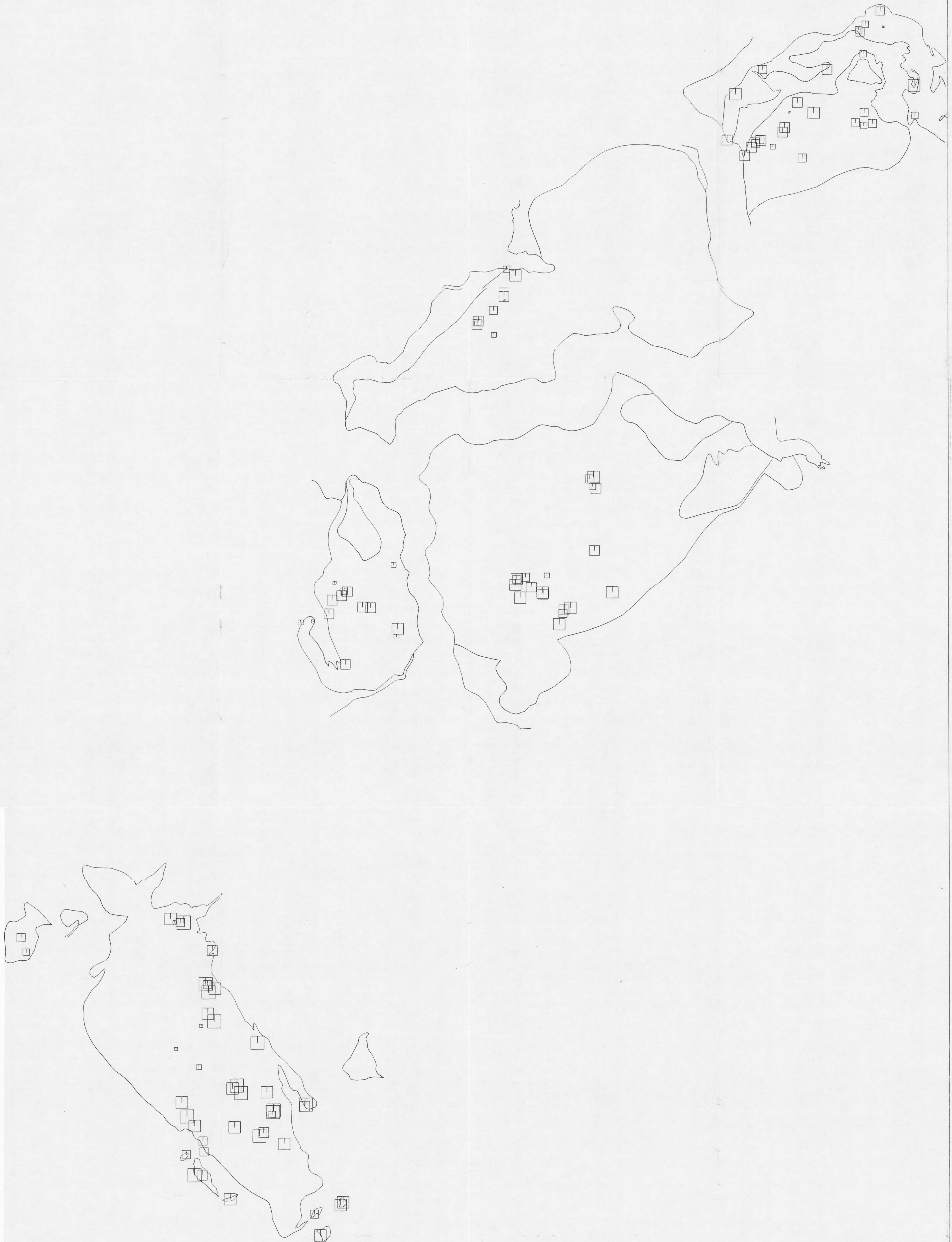
MODAL, SUM GRØNN+BRUN AMFIBOL
1560/32-04




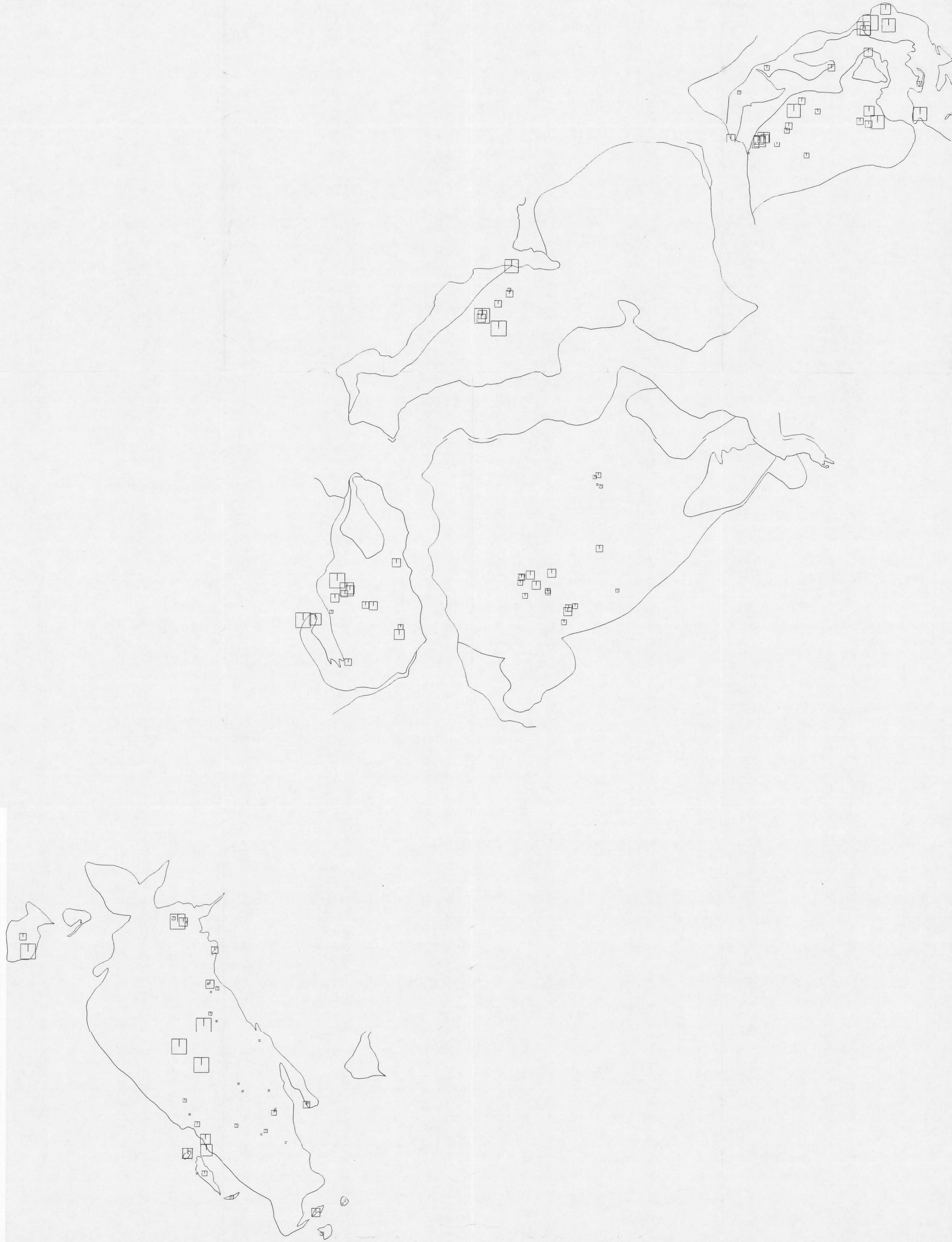
SYMBOL : • □ □ □ □ □
ØVRE GRENSE : 2 4 6 8 10 >10




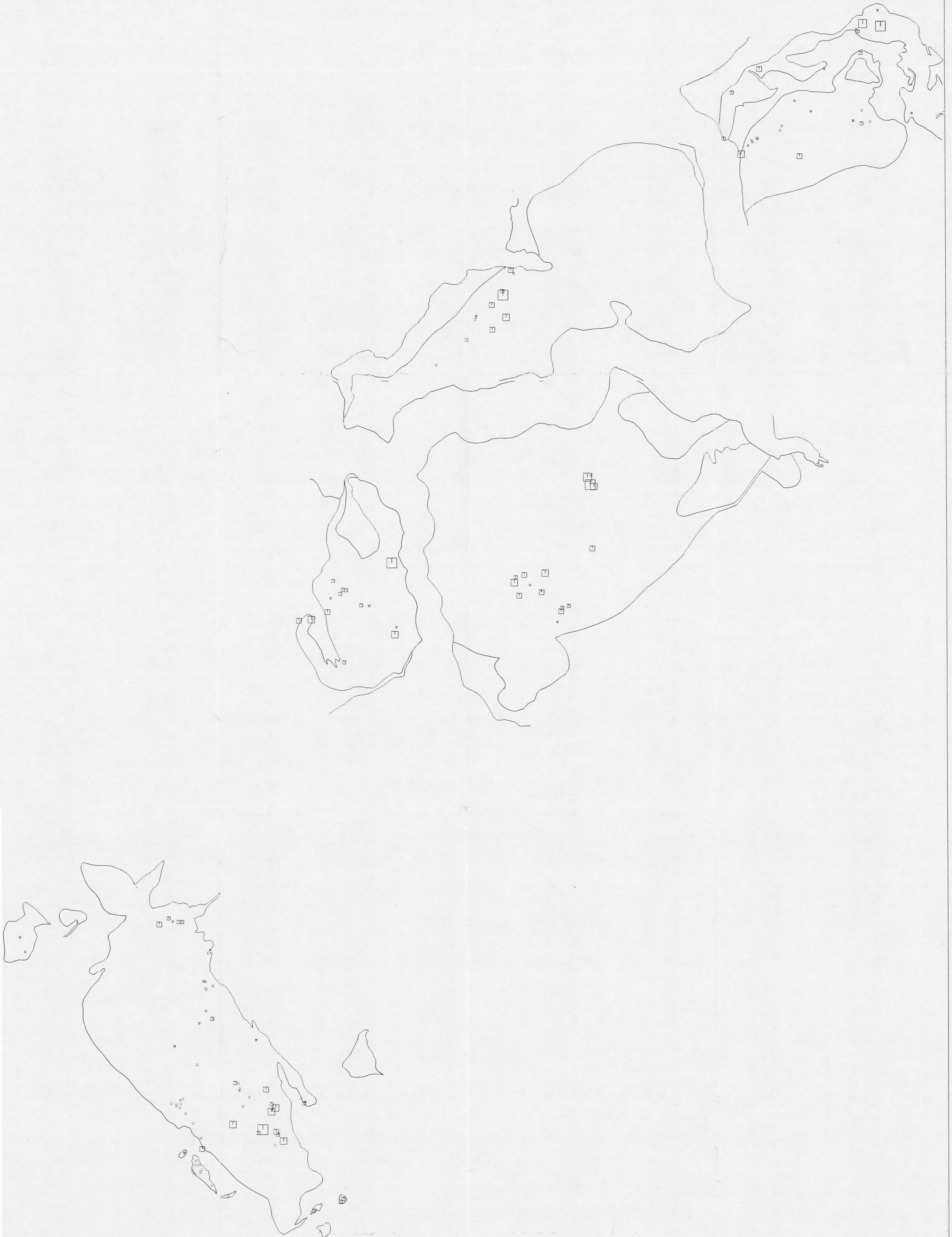
SYMBOL :     
ØVRE ØRENSE : 1 2 3 4 5 >5

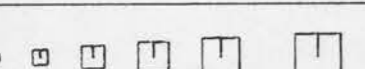


SYMBOL : 
OVRE GRENSE : 30 40 50 60 70 80 90 >90

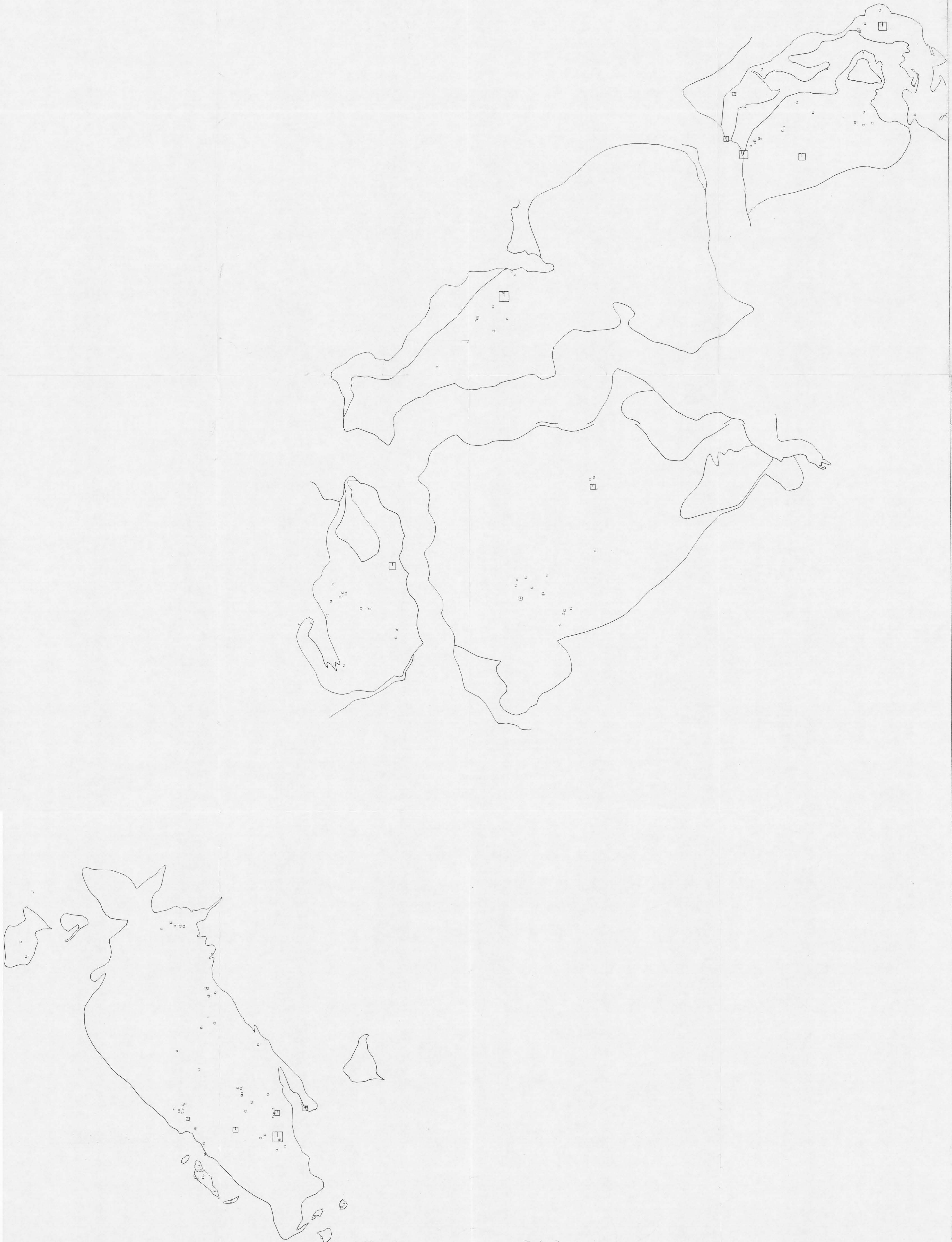


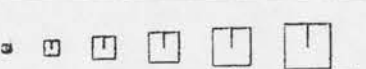
SYMBOL : 
ØVRE GRENSE : 5 10 15 20 25 30 35 40 > 40



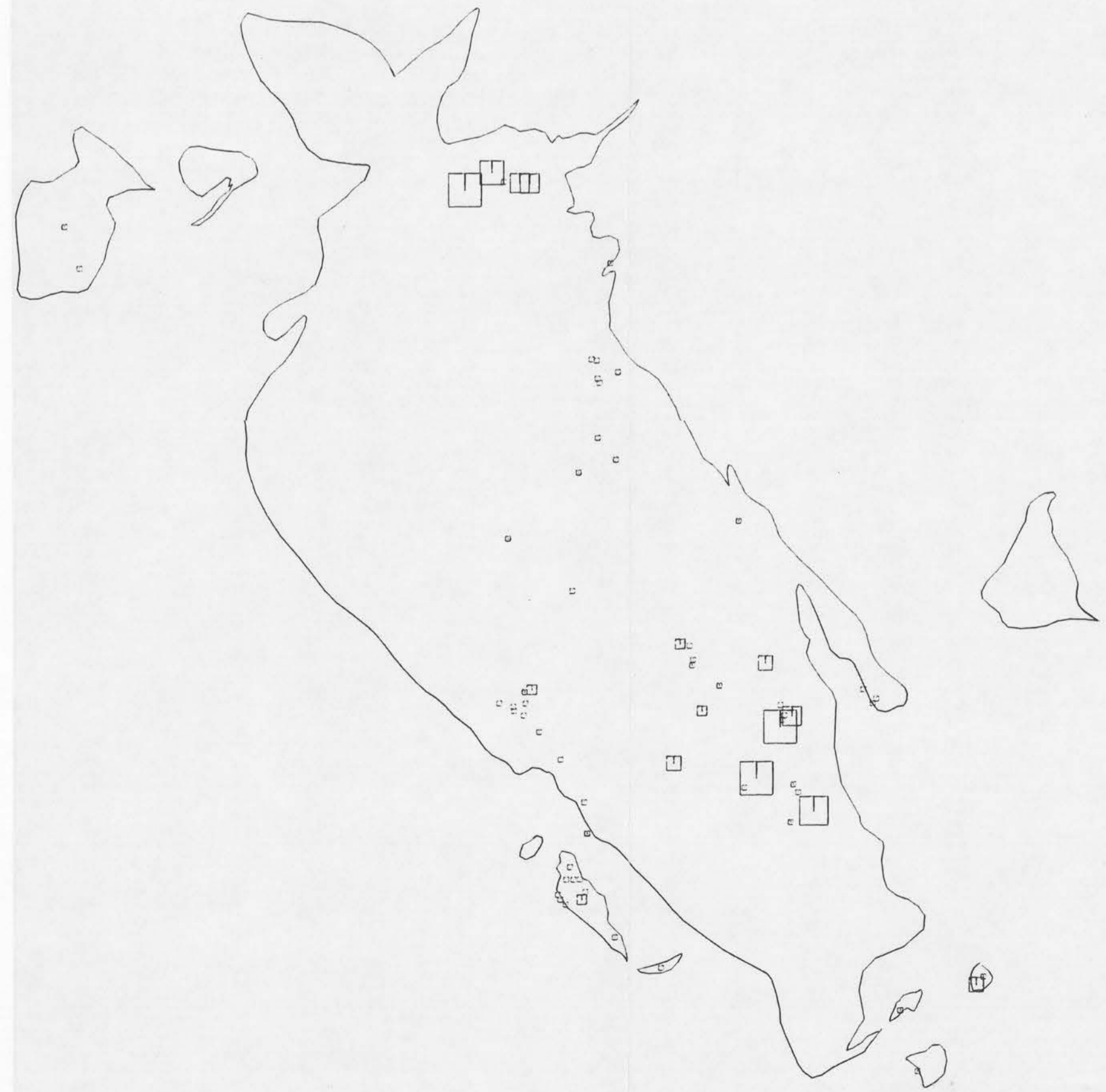
SYMBOL : 
ØVRE GRENSE : 2 4 6 8 10 > 10

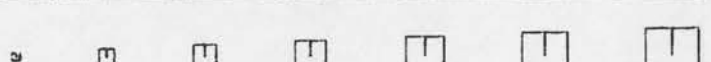
NORMATIV SUM AV MØRKE MINERALER
1560/32-09

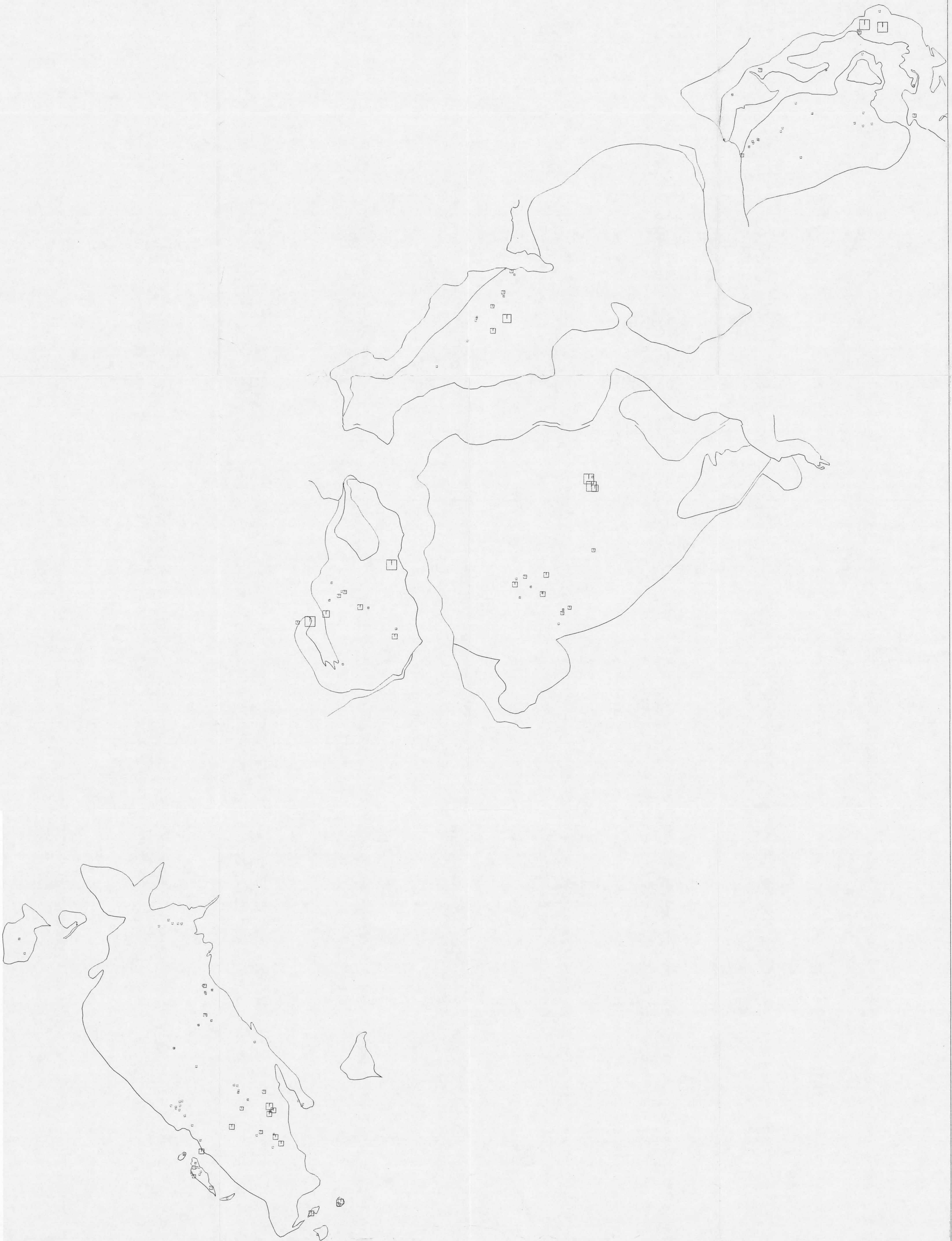


SYMBOL : 
ØVRE ØRENSE : 1 2 3 4 5 >5

NORMATIV, ORTHOPYROKSEN
1560/32-10

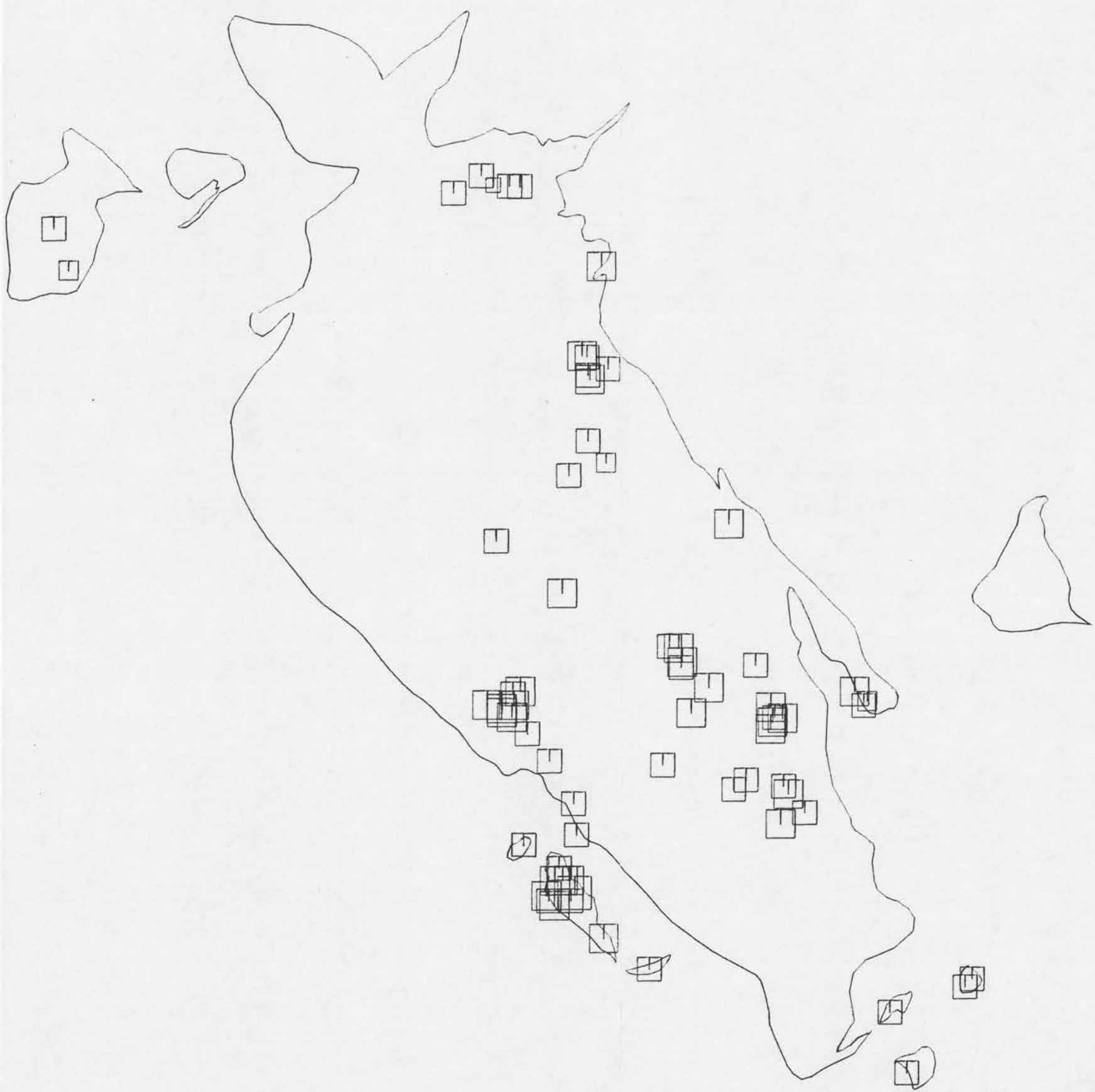
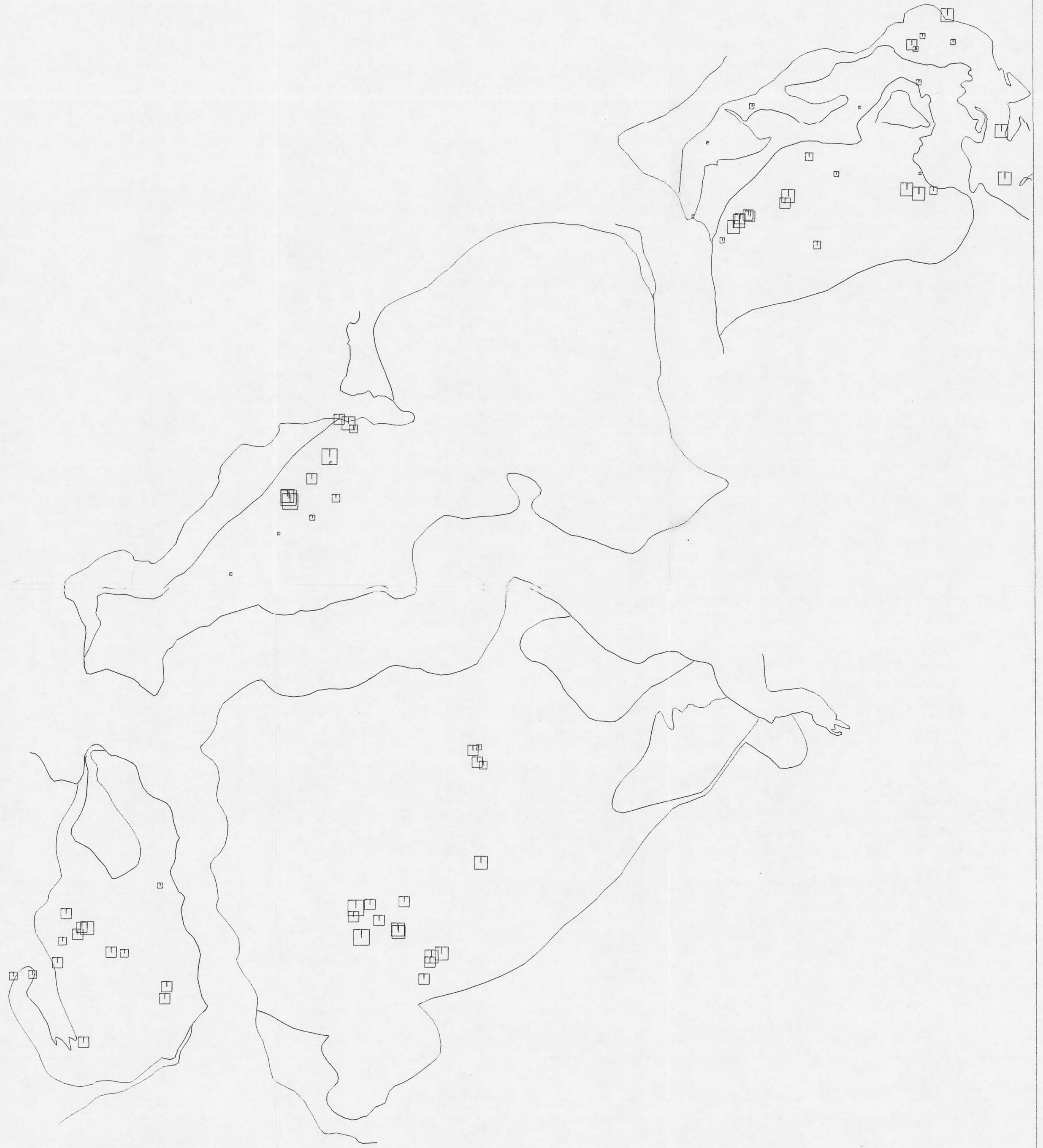


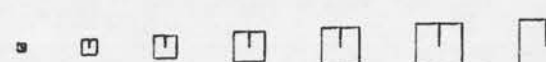
SYMBOL : 
ØVRE GRENSE : 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 >3.0



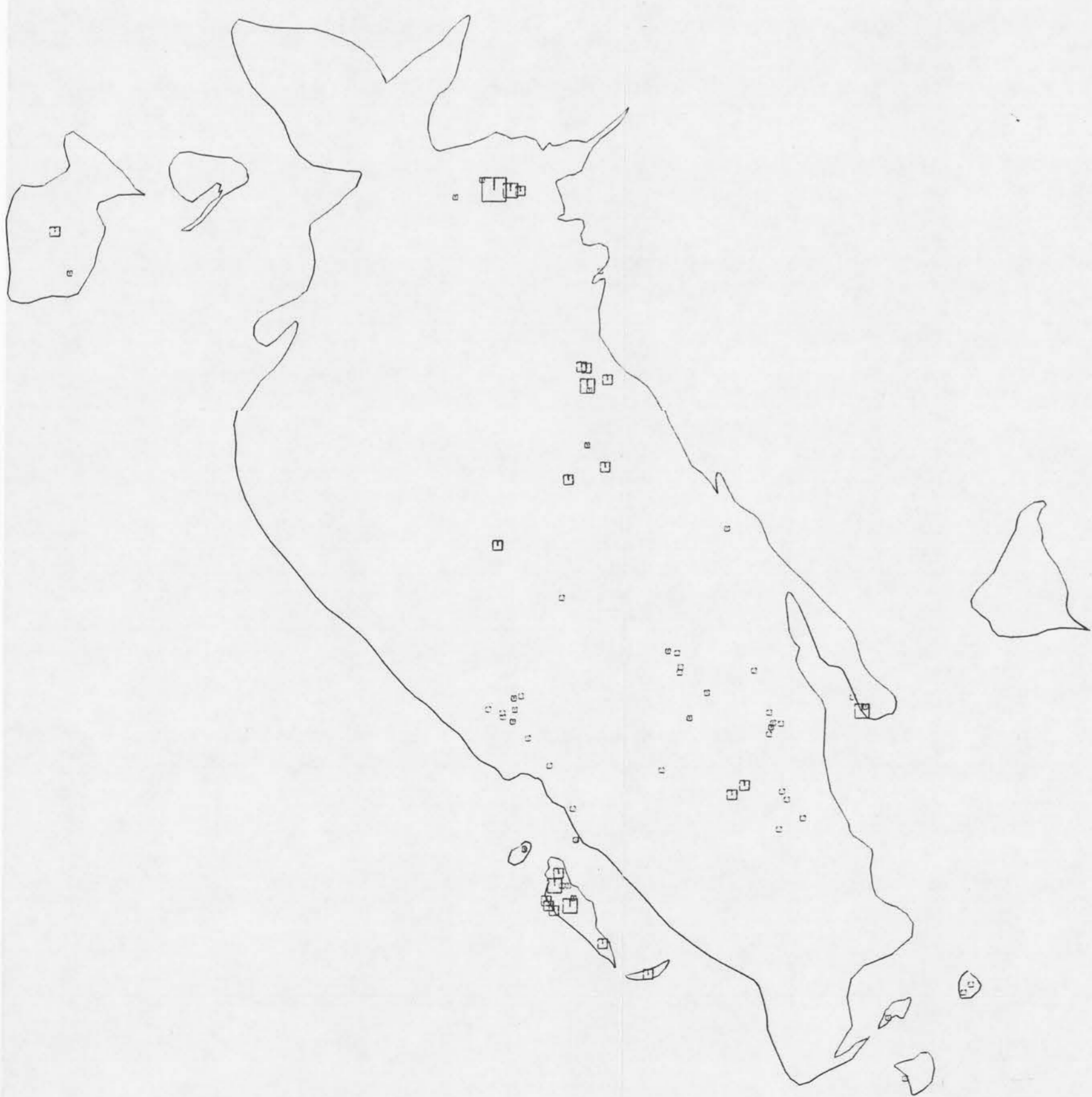
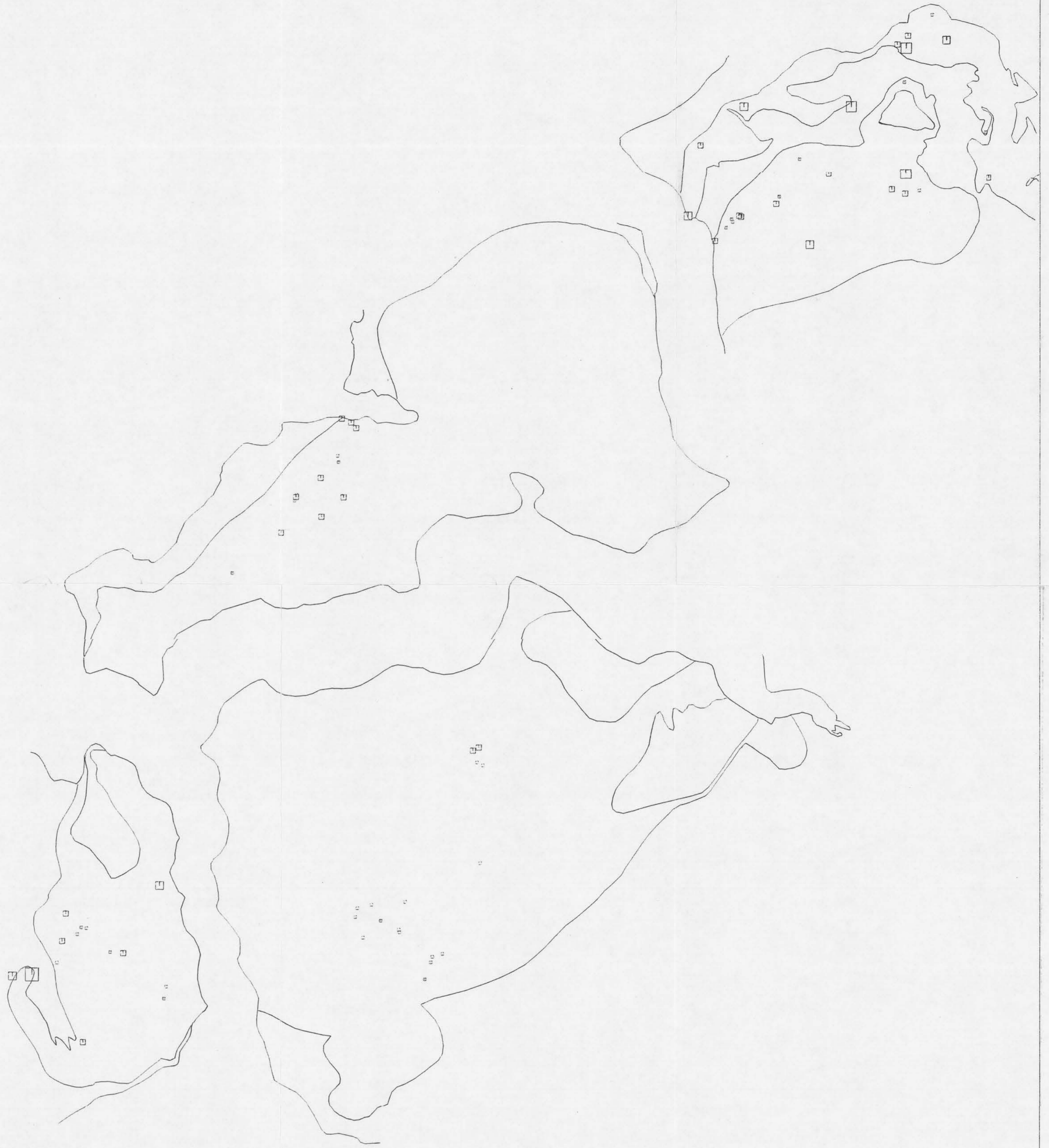
SYMBOL :
ØVRE GRENSE : 1 2 3 4 5 >5

NORMATIV, OLIVIN
1560/32-12



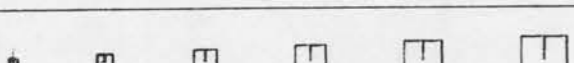
SYMBOL : 
OVRE GRENSE : 55 60 65 70 75 80 >80

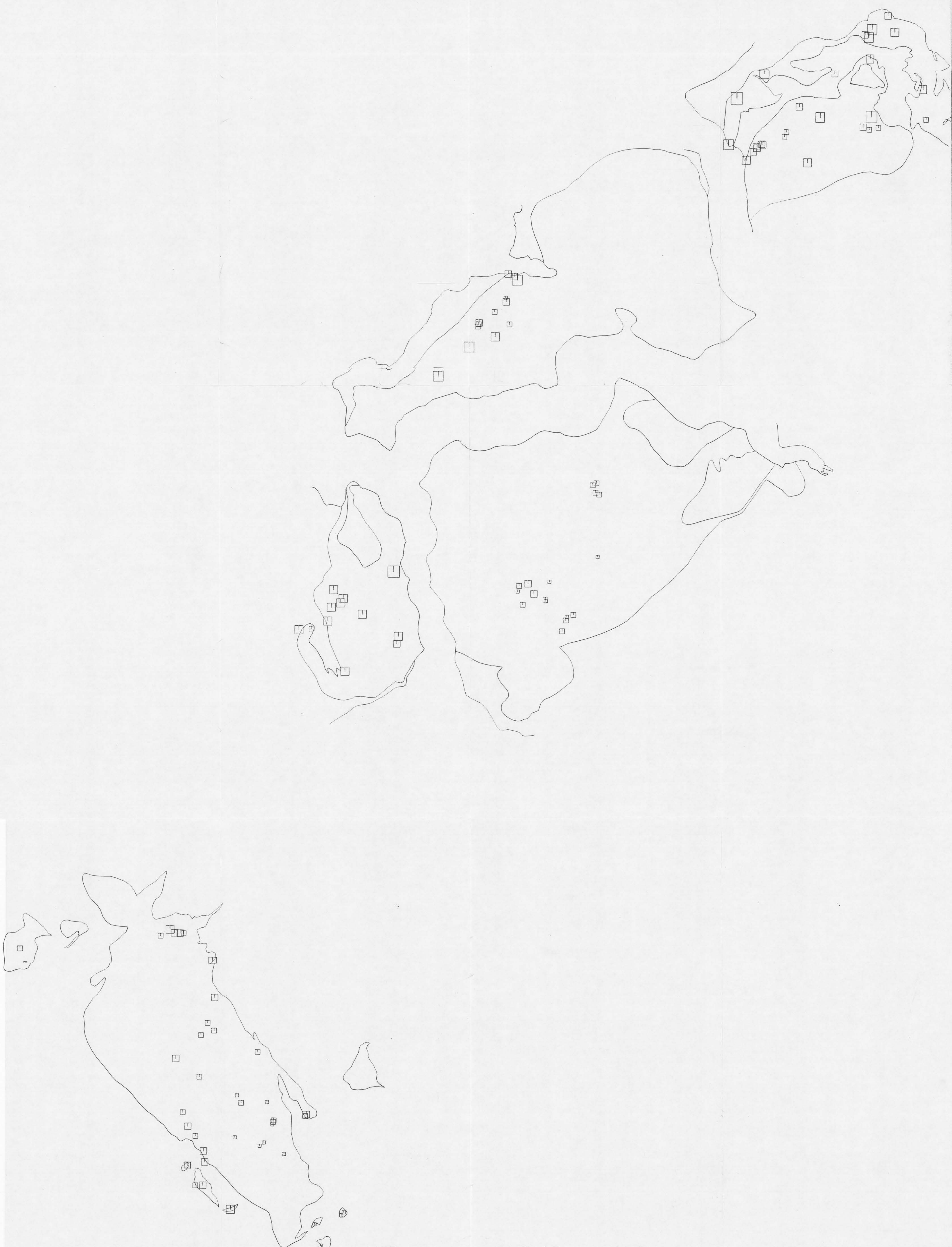
AN, PLAGIOKLAS
1560/32-13

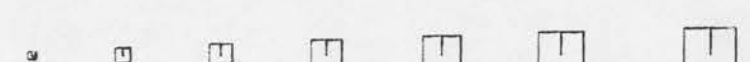


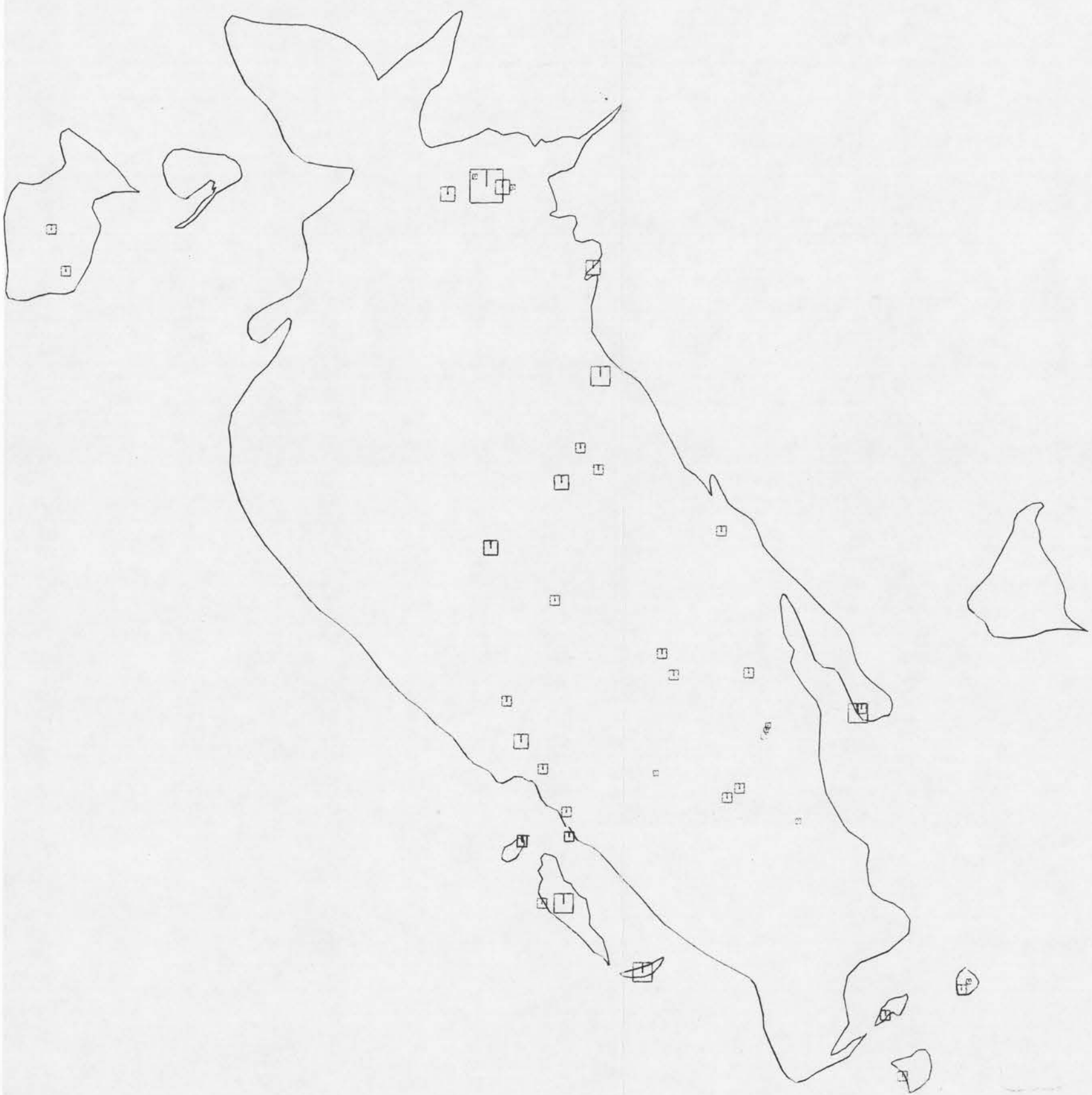
SYMBOL :
ØVRE GRENSE : 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

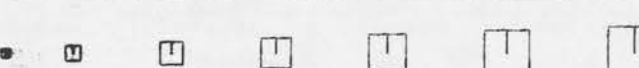


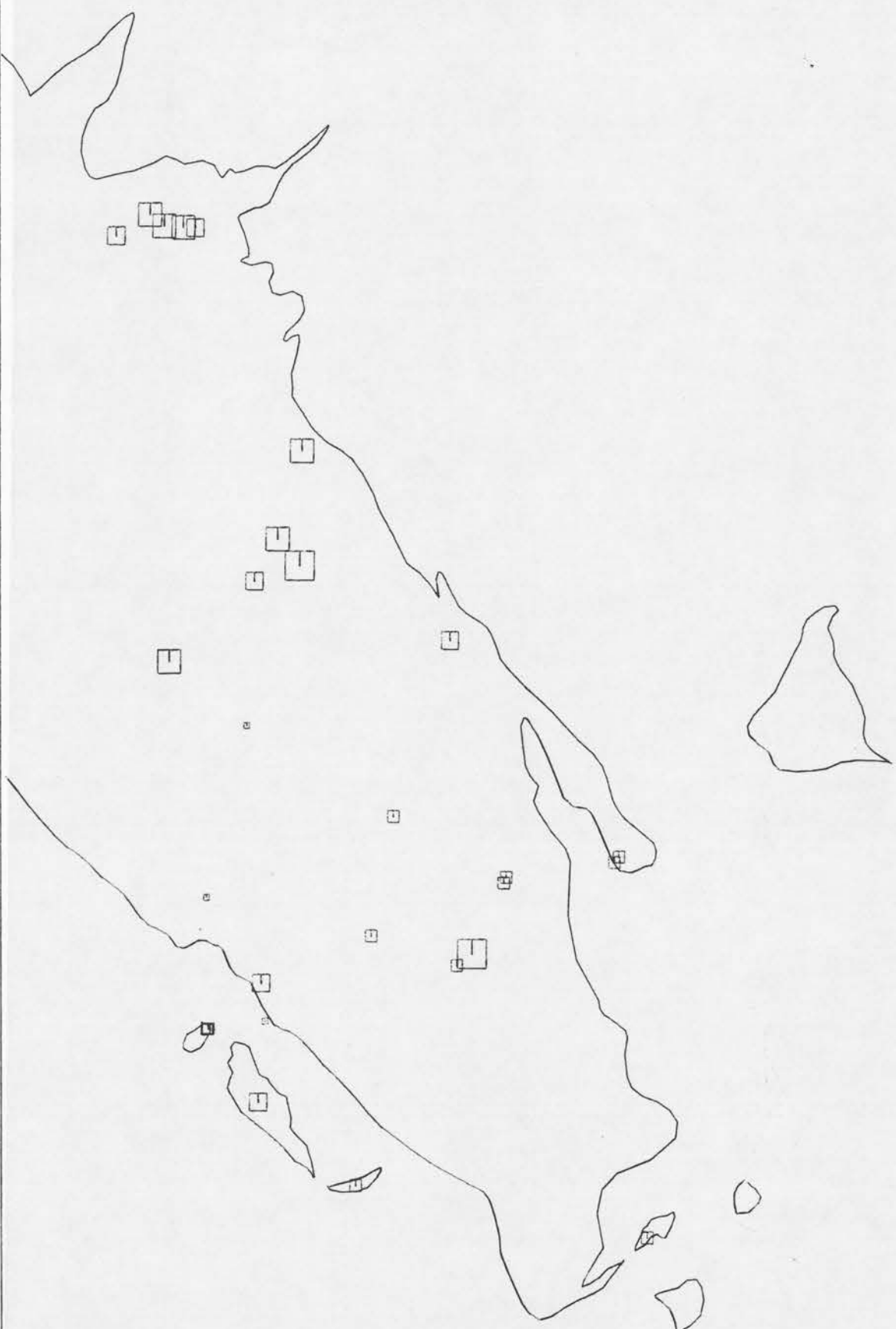
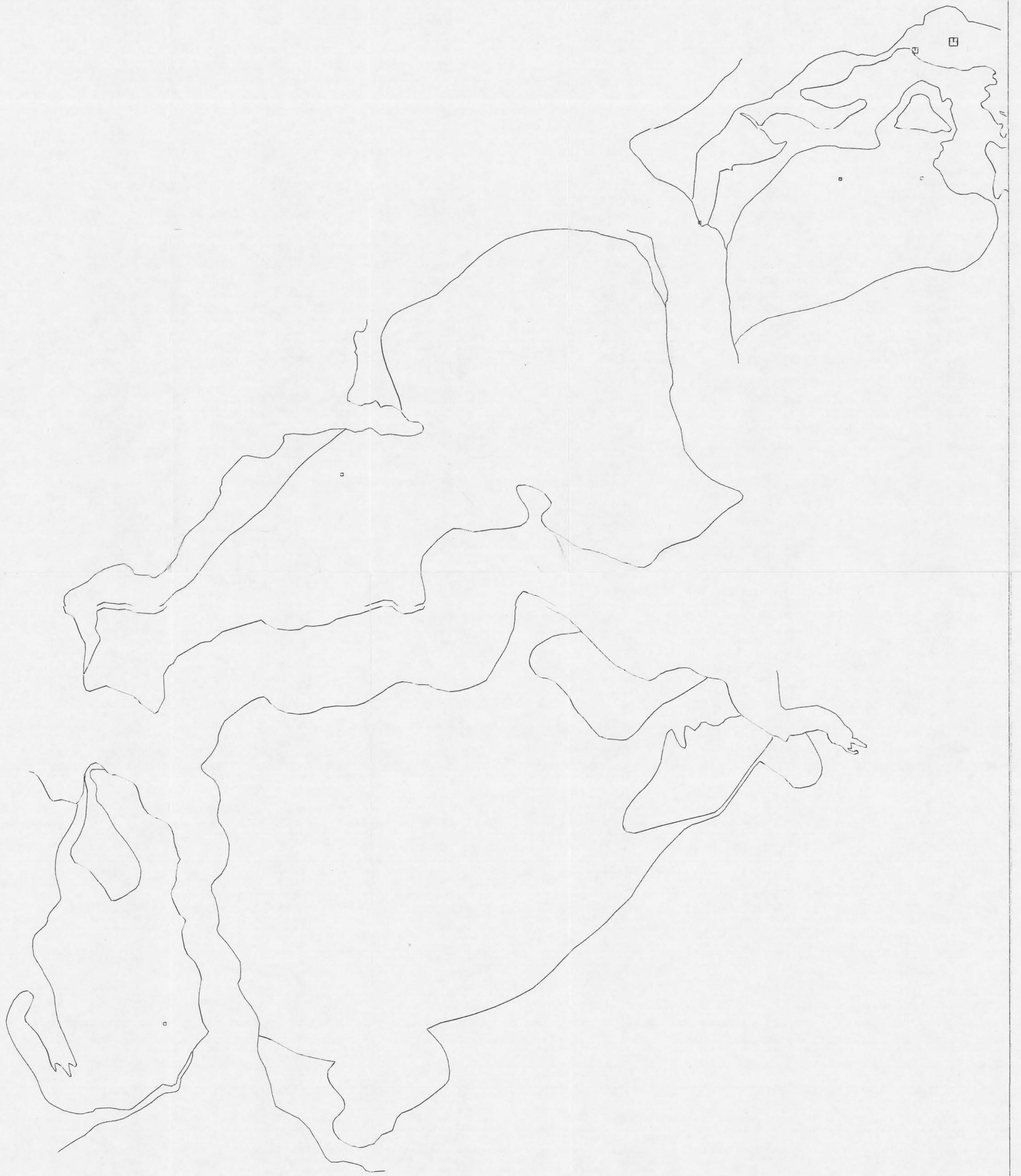
SYMBOL : 
ØVRE GRENSE : 0.5 1.0 2.0 3.0 4.0 >4.0



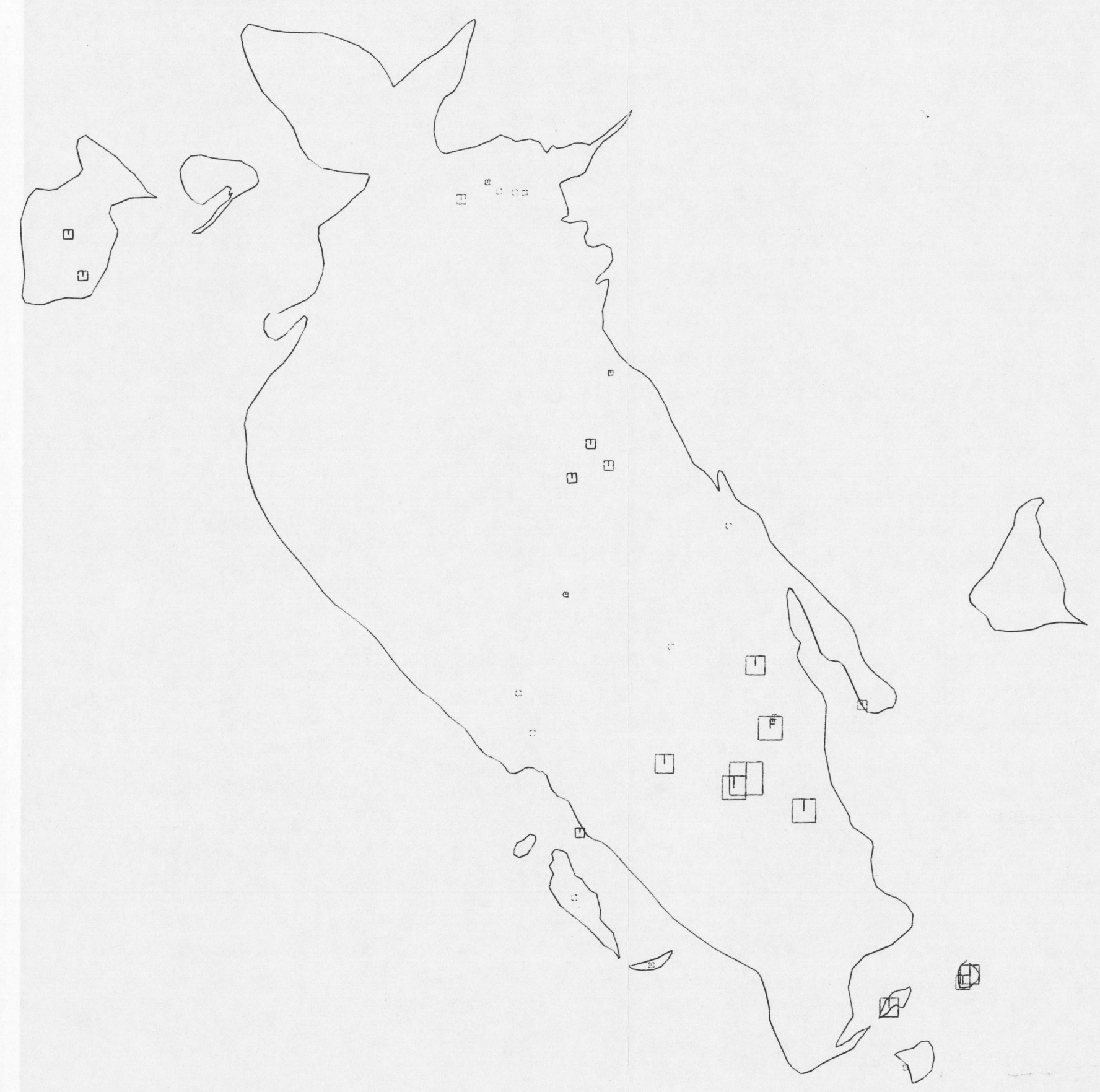
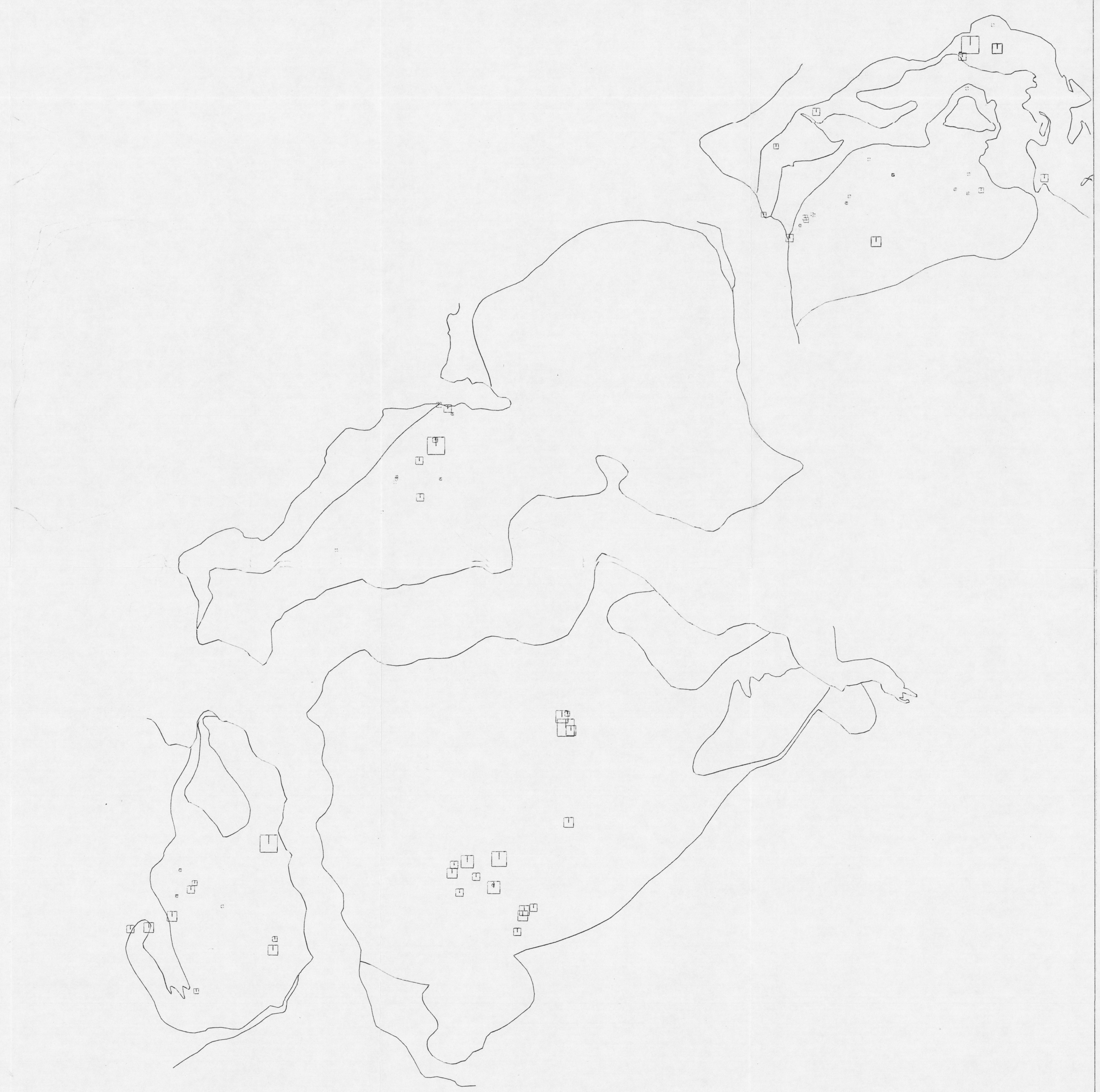
SYMBOL : 
OVRE GRENSE : 300 450 600 750 900 1050 >1050

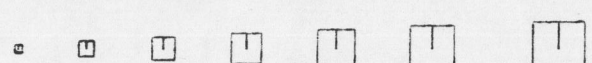


SYMBOL : 
OVRE GRENSE : 50 100 150 200 250 300 >300



SYMBOL :
OVRE GRENSE : 10 20 30 40 50 >50



SYMBOL : 
OVRE GRENSE : 10 20 40 60 80 100 >100

VESTLANDSPROGRAMMET

APPENDIKS A-K

til

NGU-rapport nr. 1560/32

Jotundekketts anorthositter
Geologi, mineralogi og geokjemi
1982

INNHOOLD

	Side
Appendiks A Norske anorthositter	4
B Kjemiske analyser av amfibolitter og granodioritter	15
C Modalanalyser av anorthosittiske bergarter fra Jotundekket	18
D Mikrosonde-analyser av mineraler fra Jotundekkets anorthositter	23
D1 Plagioklas	24
D2 Epidot/clinozoisitt	26
D3 Granat	28
D4 Clinopyroksen	32
D5 Amfibol	36
D6 Orthopyroksen	42
D7 Olivin	42
D8 Spinell	43
D9 Skapolitt	44
D10 Chloritt	45
D11 Biotitt	46
D12 Muskovitt	47
D13 Margaritt	48
E Analyser av volatiler i to anorthosittprøver	49
F Beregninger av fordelingskoeffisient K_D for Fe og Mg mellom granat og clinopyroksen, og tilhørende overslag over ekvilibreringstemperaturer	51
G Analyser av hovedelementer for Jotundekkets anorthosittiske bergarter	53
H Analyser av sporelementer for Jotundekkets anorthosittiske bergarter	62
J Normativ sammensetning (CIPW) og avledete normative parametre for Jotundekkets anorthosittiske bergarter	68
J1 CIPW-norm	69
J2 Normative parametre	80

	Side
K Figurene 68-80. Variasjonsdiagrammer: Hoved- og sporelementer mot differensiasjons- indeks (DI)	85

Appendiks A. Norske anorthositter.

Et resume av data med referanser over anorthositt-forekomster i Norge. Nummerering refererer til fig. 4 i teksten.

For data om forekomstene i den sydvestlige del av Jotundekket henvises forøvrig til kapitlene 7, 8 og 9 der de blir mer utførlig behandlet.

"o" etter angivelser av An-innhold viser til optisk bestemmelse; "m" til mikrosondebasert bestemmelse.

Appendiks A.

1. Nordre Bumandsfjord, Finnmark.

Anorthosittiske ganger dannet ved partiell oppsmelting av gabbro som følge av intrusjon av peridotittiske magma ved meget høy temperatur. Dimensjonene er ubetydelige: 0.1-1 m tykkelse er vanlig. Gangene inneholder opptil 95% plagioklas av sammensetning svarende til An_{89-90} (m). peridotittene er intrudert sent under den Finnmarkiske fase av den Kaledonske orogenese, og tidfestet 500-520 mill. år (Sturt et al. 1980).

2. Stjernøy, Finnmark.

Opp til 10-20 m tykke anorthosittiske lag i lagdelt gabbro av "Finnmarkisk" alder (Sturt et al. 1978) 75-95% plagioklas, men sjelden over 90%, av sammensetning An_{79-88} (0) (Oosterom 1963).

Anorthosittiske lag i gabbro og gabbroide gneisser er ellers meget vanlige i hele Seiland-provinsen, men når sjelden opp i vesentlige mektigheter (Roberts 1974).

3. Ytre Kåven, Øksfjord, Finnmark.

Et tilnærmet sirkulært legeme med diameter ca. 2 km, med yttergrener som kutter lagningen i omgivende noritt/gabbro-anorthositt av "Finnmarkisk" alder (Sturt et al. 1978). Dette, sammen med opptreden av opptil 20 cm. tykke ganger ute i omgivende indikerer at anorthositten er intrusiv.

Bergarten er grovkornet "some of it nearly pure plagioclase (An_{67}) and some containing several pyroxene".... (Krauskopf 1954).

4. Tromsø/ Tromsdalen.

Gangsvermer av oligoklasitt i amfibolitt. Vanlig tykkelse er 10-50 cm, men opptil 10 m tykke ganger sees også ofte. Maksimalt innhold av mørke mineraler er 10-15% (hovedsakelig amfibol). Plagioklas-sammensetningen tilsvarer $An_{17}-An_{31}$ (Landmark 1951).

5. Eidsfjorden, Langøy, Vesterålen.

For en stor del ren, grovkornet massiv plagioklas-bergart med plagioklas sammensetning svarende til An_{45-55} . Ingen sonering er observert. Anorthositten inneholder linser av pyroksenitt som viser gradvis overgang mot anorthositt (Heier, 1960).

Utgående er etter Heiers kart målt til ca. 10 km^2 . Forekomsten har tektoniske grenser mot omgivende mangerittiske gneiser. Malm & Ormaasen (1978) foreslår at anorthosittene og mangerittene i Lofoten og Vesterålen kan ha samme gabbroide kilde, men er krystallisert som separate intrusjoner, for mellom 1950 og 1750 mill. år siden.

6. Sunnan, Langøy, Vesterålen.

Denne lille forekomsten er kartlagt av Heier (1960), men ikke undersøkt ytterligere. For egen regning antas imidlertid at den er sammenlignbar med Eidsfjord-forekomstene siden de er omgitt av de samme bergartstyper.

7. Nappstraumen, Flakstadøy, Lofoten.

Lagdelt basisk kompleks med den øverste av tre soner dominert av anorthosittiske bergarter med fra 75-98% plagioklas av sammensetning svarende til $An_{51}-An_{58}$ (0) (Romey 1971). I anorthosittsonen som har utgående på ca. 15 km^2 , finnes aldri større parter av rene massive anorthositter. Derimot sees stadig gradvis overgang mellom partier av anorthositt og norittiske bergarter. I lavere nivåer av komplekset opptrer kontinuerlige opptil 2.5 m tykke lag av svært rene Fe-Ti-malmer (Carstens 1957). Forekomsten anses genetisk og aldermessig ekvivalent med forekomstene på Langøy.

8. Moskenesøy, Lofoten.

Anorthositten er intrudert i gneisser i kjernen av en antiklinal. Bergarten har en kataklastisk grovkornet tekstur og inneholder mer enn 90% plagioklas av sammensetning $An_{35}-An_{50}$. Al_2O_3 -innholdet ligger mellom 18 og 22% i 3 prøver (Green & Jorde 1971). Forekomsten har et utgående på ca. 5 km^2 , og skiller seg fra de andre fore-

komstene i Lofoten/Vesterålen ved at den ikke assosiert med mer mafiske bergarter. Forfatterne foreslår at bergarten er dannet som et residuum ved partiell oppsmelting av dioritt/kvartsdioritt.

9. Træna, Helgeland.

Innesluttet i grå gneiser opptrer anorthosittiske kiler med utgående på meks. $0,1 \text{ km}^2$. Plagioklasen som er sterkt sausrittisert, har sammensetning An_{28-50} (0). Assosiert med anorthositt er også metaeklogittiske linser (pers. medd. Magne Gustavson).

10. Smøla. Nordmøre.

Liten forekomst ved Måbergstua. På kartet (Fediuk 1975) dekker den et areal på ca. 0.1 km^2 men oppgis i beskrivelsen (Fediuk & Siedlecki 1977) til "noen titalls m^2 ". Anorthositten er omsluttet av gabbroide bergarter. Den er middelskornet, hvitgrå og inneholder små mengder epidot og chloritt. Plagioklas-sammensetning er ikke oppgitt. Al_2O_3 -innholdet i en prøve oppgis til 28,2%.

11. Sandøy og Gruskøy, Sunnmøre.

Linse- og lagformete legemer i kalksilikatgneiser konformt med gneissenes foliasjon og skifrihet (Gjelsvik 1951). Plagioklassammensetningen ligger vanligvis mellom An_{50} og An_{60} . Området rundt forekomstene er kartlagt i større detalj av Holdhus (1969).

12. Fiskå, Vanylven, Sunnmøre.

Meget grovkornet til pegmatittisk anorthositt i en $2 \times 4 \text{ km}$ stor linse omgitt av granodiorittiske gneiser (Gjelsvik & Gleditsch 1951, Bryhni, i trykk). Koronareaksjoner mellom orthopyroksen og plagioklas har gitt dannelse av clinopyroksen + granat. Plagioklasen har sammensetning $\text{An}_{\text{ca. } 50}$. Forekomsten er assosiert med Fe-Ti-malmer som tidligere har vært utnyttet.

13. Bjørkedalen, Ljosurda og Bauvann, Nordfjord/Sunnmøre. Forekomstene er opp til 5 km lange og 500 m brede med skarpe grenser mot omgivende ultramafitter og kvartsdiorittiske til granittiske gneiser. De inneholder i gjennomsnitt h.h.v. ca. 70,85 og 90% plagioklas med sammensetning vanligvis mellom An_{45} og An_{60} . I Ljosurdaforekomsten er det imidlertid partier med så basisk plagioklas som An_{80} - An_{94} (Brastad 1980).

Brastad antar at forekomstens historie grovt kan deles i fire faser.

- 1) Intrusjon med dannelselse av assosierte ultramafiske kumulater;
- 2) "Eklogitt-metaforfose" for 1700 mill. år siden (?);
- 3) Amfibolittisering for 1100 mill. år siden (?), og
- 4) Kaledonsk grønnskifer facies metamorfose.

14. Tafjord-Grotli.

I området Tafjord og Grotli er det kartlagt et belte av gneisser som også inneholder betydelige anorthosittforekomster. Disse er beskrevet av Strand (1969), Grimstad (1973) og Brueckner (1977).

Anorthosittene opptrer som opptil 400 m tykke lag isoklinalt foldet sammen med gneisene, og med slirer, lag og boudinering av mafiske bergarter innesluttet. De inneholder i Tafjordområdet 75-95% plagioklas av sammensetning An_{45-65} (m) (Brueckner 1977) og i Grotli-området 90-95% av sammensetning An_{40-50} (0) (Strand 1969).

15. Gjøra, Sunndalen.

I gneis-serier syd for Sunndalen opptrer anorthosittiske bånd. De er isoklonalt foldet sammen med omgivende gneiser, og gjennomsatt av charnockittiske øyegneiser/rapakivigranitter. Friske anorthositter som er sjeldne, inneholder plagioklas med sammensetning $An_{ca\ 60}$ (0) i tillegg til ortho og clinopyroksen og granat. Vanligvis er bergarten i stor grad saussurittisert med reduksjon i An-innholdet som følge. Kjemiske analyser viser Al_2O_3 -innhold mellom 27 og 28% (Krill 1980).

16. Nordfjord/Sunnfjord

Anorthosittiske bergarter er karakteristiske for et gneis/meta-suprakrustal-kompleks (Fjordane-komplekset, Bryhni 1966) som kan følges over store områder mellom Nordfjord og Sunnfjord kartlagt av Kolderup (1929), Bryhni (1966, 1972 & 1974), Bryhni & Grimstad (1970), og Skjerlie 1969.

17. Frøya, Bremanger.

Anorthosittiske ganger skjærer gabbroide bergarter på østsiden av Frøya (Kolderup 1929). Gabbroene er selv intrudert i en Kaledonsk tektonisk melange (Bryhni & Lyse 1980). Data om maktighet og modelsammensetting er ikke gitt, men plagioklasens sammensetning er anslått til An_{60} (0) (Kolderup 1929).

18. Bergensbuene.

Anorthosittiske bergarter utgjør en dominerende bestandel i området mellom store og lille Bergensbue. De opptrer der sammen med et stort spekter av magmatiske bergarter f.eks. pyroksenitt, serpentinit, eklogitt, ilmenitt-malmer, gabbroide og norittiske bergarter, mangeritter, charnockitter, birkremitter og pegmatitter, under fellesnavnet "The anorthosite Kindred" (Kolderup & Kolderup 1940).

Kun en liten del av anorthosittene har mindre enn 10% mørke mineraler. Vanligst er leukogabbro som opptrer særlig i to modifikasjoner, 1) båndet veksling mellom clinopyroksen, granat og plagioklas-rike lag, og 2) mer homogen, med koronaer bevart etter reaksjon mellom olivin/orthopyroksen og plagioklas (Iden 1974).

Plagioklasens sammensetning varierer vanligvis mellom $An_{ca.50}$ og Albitt (An_7) (0). Høyeste verdi funnet er An_{60} . Både normal og invers sonering er påvist. Innholdet av Al_2O_3 ligger mellom 20 og 29,5% (Kolderup & Kolderup 1940, Iden 1974).

19. Fyksesund, Hardanger.

En 4 km lang og maks. 20 m mektig samt flere mindre anorthosittsoner er kartlagt av Kvale (1946) mellom Øystese og Fyksesund. De er omgitt av "gneisige meta rhyolitter" glimmergneiser og en amfibolgranatgneis i midtre flak av Øvre Bergsdalsdekke (Kvale 1960). Plagioklasinnholdet er ikke oppgitt. Sammensetningen er bestemt til An_{22} . Mineralet er sericittisert, men ikke saussurittisert, selv om bergarten også inneholder epidot.

20. Heidal og Kvam. Nord Gudbrandsdalen.

I dette området opptrer jotunbergarter i dekkeposisjon i et lavere tektonisk nivå enn selve Jotundekket, atskilt av Valdresdekkets sparagmitter (Gjelsvik 1946). Feltene dekker mer enn 100 km^2 , men er meget heterogene, og omfatter for det meste mer mafiske mesoperthittførende bergarter. Prøver med mer enn 90% plagioklas er meget sjeldne og den tidlige bruk av navnet Heidalens anorthosittkompleks er derfor, som Gjelsvik påpeker, misvisende. Det rapporteres ikke An-innhold over 35%.

21. Espedalen, Oppland

Gjennomgående mer forskifret ekvivalent til forekomstene i Heidal. Rene anorthositter opptrer bare i noen meter-tykk flak (Dietrichson 1945). Goldschmidt (1916) rapporter 25-28% Al_2O_3 i to prøver fra dette området.

Espedalens Ni-forekomster er knyttet til pyroksenitter spredt i "anorthosittene".

22. Ottauakampen, Østerdalen.

En anorthositt-førende utligger av Jotunbergarter opptrer i Storelvdalen nord for Koppang over sparagmittiske bergarter. De anorthosittiske bergartene (albitt-clinozoisitt-skifer; massiv grovkornet ren anorthositt; og "anorthosittpegmatitt". Assosierte bergarter er øyegneiser og hornblendegabbro. Plagioklasen er bestemt til: labrador. Forekomsten er korrelert tektonisk med forekomstene i Espedalen og Heidalen (Holmsen 1953).

23. Slidre.

I nordvest enden av Slidrefjorden ligger en opptil 2 km bred linse av anorthositt innesluttet i amfibolittiske bergarter i et grunnfjellsvindu. Plagioklas utgjør ca. 90% av bergarten, og er bestemt til An_{65-75} (0). Komplekset er imidlertid for det meste sterkt omvandlet, bl.a. ved saussurittisering (Strand 1943).

Det nevnes også mindre tilsvarende forekomster innenfor kartbladet Aurdal sørvest for Slidre forekomstene.

24. Biskopås konglomeratet. Fåvang, Gudbrandsdalen.

Flere steder rundt Fåvang domineres dette meget grove Eokambriske konglomeratet av metaanorthosittiske boller. På grunnlag av gravimetrisk undersøkelse er det sannsynliggjort at materialet stammer fra forekomst(er) i grunnfjellet vest for Fåvang, nå dekket av de øvre Eokambriske enheter (Ramberg og Englund 1969). Forekomstene antas å være av samme type som de beskrevet fra Slidre.

25. Nordby, Akershus.

En foldet, linseformet meta-anorthosittisk legeme som måler 300 x 1500 m er kartlagt på østsiden av Bunnefjorden syd for Oslo (Graversen 1980). Bergarten ligger med tektoniske grenser mot øyegneiser og glimmergneiser. Den har en gneissig struktur med middels grovkornet massiv plagioklas med sammensetning An_{25-35} . Lokalt er det funnet opptil 5 cm store antatt relikte kumulat-krystaller.

Innholdet av mørke mineraler varierer mellom 25 og mindre enn 5%, med gjennomsnitt ca. 15%. En grov lagning kan observeres. Al_2O_3 -innholdet ligger mellom 20 og 23%.

26. Sønstebyflaket, Modum.

Den eneste vesentlige forekomst av anorthosittiske bergarter innenfor Oslofeltet opptrer i Finnemarka øst for Geithus i Modum. De utgjør der en vesentlig del av en av Oslofeltets mange gabbroplugger ("Osloessexitt"), og er opprinnelig kalt "Modumitt" (Brøgger 1933, Barth 1945). Bergarten er enten hornblende eller biotitt-førende.

Modalsammensetning er ikke kjent, men analyseverdier for MgO, og FeO^{tot} tyder på at innholdet av mørke mineraler overskrider 10%. Plagioklasen er meget basisk: An_{70-90} (0) og Al_2O_3 -innholdet i to prøver ligger mellom 26,5 og 28,4% (Brøgger 1933).

Den for Oslofeltet uvanlig høye konsentrasjon av basisk plagioklas tolkes som resultat av tidlig og vedvarende krystallisasjon av plagioklas fra et gabbroid magma (B.T. Larsen, pers. medd.).

27. Igletjern/Hestfjellet, Øst-siden av Nordsjø, Telemark. I en serie av kvartsitter, arkoser og gneiser av supra-krustal opprinnelse opptrer tynne soner av lagdelt gabbro med anorthosittiske lag og uregelmessige partier med tykkelse opp til 80 m og lengde maks. 2-3 km. Plagioklasinnholdet overskrider sjelden 90, med gjennomsnittlig sammensetning An_{56-63} (Dahlgren 1978, og pers. medd.).

Vi har selv utført kjemiske analyser av tre prøver fra dette feltet. Disse viste Al_2O_3 -innhold mellom 23 og 28%, og løselighet: 42.8 Al_2O_3 i % av Al_2O_3 for en prøve med 25.6% Al_2O_3 .

28. Egersundsområdet Rogaland/Vest Agder. I dette store intrusivkomplekset opptrer anorthosittiske bergarter særlig i to typer.

1. 5 store anorthosittmassiver: Egersund-Ogna, Ana-Sira, Haaland-Helleren, "Utliggeren" vest for Lunde-vatnet, og Hidra.
2. Den lagdelte gabbroide Bjerkeim-Sogndal-lopolitten.

Da de i litteraturen vanligvis er behandlet separat, vil det også bli gjort her, selv om dekkningen blir ujevn.

28a. Egersund-Ogna.

Intrusjonen danner en dom formet struktur i det Prekambriske grunnfjellet den gjennomsetter. Den er tredelt med et sentral anorthosittisk massiv, en 1-3 km bred randzone av (gjennomsnittlig) leukonorittisk sammensetning og et sent norittisk gangsystem.

Anorthositten har en porfyrittisk tekstur med meget store enkeltkrystaller, særlig i sentrale deler der også ortho-pyroksen-krystallen ofte er over 10 cm lange.

An-innholdet i plagioklasen ligger vanligvis mellom 40-ot 50%, men kan i randsonen nå opp i 70%. (Maquil 1080, og pers. medd.).

28b. Haaland-Helleren.

Dominerende petrografiske likheter med foregående, men kutter dette, og inneholder xenolitter av de eldre komplekser (Barth 1960).

28c. Ana-Sira.

Dette feltet karakteriseres ved sine rike Ti-reserver (Blåfjell, Storgangen og Tellnes) knyttet til yngre norittiske bergarter. Grensen mot omgivende bergarter i Birkreim-Sogndal-massivet defineres i øst av en magmatisk breksje med blokker av anorthositt.

Anorthositten har ca. 93% plagioklas med sammensetning mellom An_{30} og An_{56} med gjennomsnitt An_{40-45} . Petrografisk er ellers forekomsten svært lik de foregående (Schott & Berchermann 1980).

28d. "Utliggeren" vest for Lundevatnet.

Dette er den eneste av anorthosittene som ligger i kontakt med opprinnelig sidebergartene: granittiske og charnockittiske gneiser, med bevart randzone av leukonorittisk sammensetning. Teksturell er den som de foregående.

Plagioklassammensetningen varierer mellom An_{38} og An_{55} , men kan inntil orthopyroksen (hypersten) nå opp til An_{90} . (Barth 1960, Hermans et al. 1975).

28e. Hildra.

Denne forekomsten vest for Flekkefjord er svært lik Ana-Sira-massivet som den er skilt fra med charnockittiske gneisser (Barth 1960).

28f. Bjerkreim-Sogndal.

Denne lagdelte gabbroide intrusjonen er dannet i flere faser, hvorav den anorthosittiske/leukonorittiske antas å være den eldste. De anorthosittiske bergarter opptrer derfor særlig i nordvest ved basis for hele intrusjonen, og som basis i hver enkelt av de 5 separate avdelingene i intrusjon. Graderte lag med mørke mineraler konsentrert i bunnen har vanligvis tykkelser fra 5 til 15 cm. An-innholdet i plagioklas avtar fra 40-44 i den leukonorittiske fasen til 15-30 i de senere (Hermans et al. 1975).

Radiometriske undersøkelser har sannsynliggjort en alder på ca. 1050 mill. år for den anorthosittiske/leukonorittiske fase og ca. 950 for de senere monzonittiske og mangerittiske. Den førstnevnte alder er også meget sannsynlig for de andre store anorthosittiske intrusjonene i Egersundsfeltet (Wielens et al. 1980).

Appendiks B

Kjemiske analyser av amfibolitter
og granodioritter.

TABELL B1. KJEMISKE ANALYSER AV AMFIBOLITTER OG GRANODIORITTER FRA GUDVANGEN-MJØLFJELL-MASSIVET

Hovedelementer

Prøventr.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂	Sum
HQ-79-53A	46.96	2.04	14.61	3.24	9.00'	0.16	6.85	11.92	1.57'	0.17'	0.12'	1.31'	0.08'	98.03
HQ-79-54	43.13	3.90	12.55	6.14	11.01'	0.24	5.71	9.80	1.63'	0.58'	0.30'	1.27'	0.07'	96.42
HQ-79-58	45.65	0.72	16.84	2.17	8.44'	0.12	10.58	11.85	1.53'	0.13'	0.03'	1.45'	0.08'	99.59
4			19.8	11.18''			7.87	10.9	2.1	1.16				-
R-66-79-40	45.3		19.1	10.93''			8.39	11.5	1.9	0.55	0.011''			97.7
R-66-79-39	62.7		21.9	2.00''			0.53	7.1	4.4	1.00	0.021''			99.7
5			20.7	1.45''			0.44	6.3	4.4	0.70				-

Prøvene:
 HQ-79-53A, "Sen basisk gang", Rjoandeggi, N for Mjølfjell.
 HQ-79-54, "Tidlig basisk gang", samme sted.
 HQ-79-58, " " " " " " "
 4, " Gjennomsnittlig gabbro", Kaldafjell-feltet. (Ref. Elkem-rapport R-79-80).
 R-66-79-40, "Gabbro", Kaldafjell, (rapport R-66-80).
 R-66-79-39, "Dioritt", " " " " " " "
 5, "Gjennomsnittlig dioritt", Kaldafjell-feltet, (rapport R-79-80).

' Våtkjemisk analyse, NGU.
 '' Spektrofotometrisk analyse Elkem, Fiskå, vekt % P.
 ''' Sum Fe som Fe₂O₃.

TABELL B1, FORTS.

Prøventr.	Sporelementer (i ppm)											
	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Ba	Co
HQ-79-53A	12	138	36	179	<5	105	180	92	249	365	88	41
HQ-79-54	14	206	36	258	<5	163	70	41	41	482	248	33
HQ-79-58	<5	30	24	82	<5	72	95	250	351	199	27	52

Appendiks C

Modalanalyser av anorthosittiske
bergarter fra Jotundekket.

Tabell C1. Modalanalyser av anorthosittiske bergarter fra Jotundekket. Prøver merket med * er plottet i kartbilag 03-19. ("0,10" angir spor; "-9" ingen påvisning).

Provins I																				
Offerdal - Kinsedal																				
Lnr.	Prøvenr.	Grovkornet plagioklas	Finkornet plagioklas	Clinopyroksen	Granat	Spinell	Brun amfibol	Grønn amfibol	Epidot	Chloritt	Lys glimmer	Biotitt	Skapolitt	Opake	Symplektitt etc.	Kalkspat	Kvarts	Titanitt	Rutil	
1*	105	22.60	39.90	11.50	17.60	0.10	1.10	4.70	-9	-9	-9	2.30	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	
2*	127	78.90	15.60	-9	0.10	-9	-9	1.70	1.30	-9	-9	0.10	1.60	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	
3*	129	84.70	11.70	-9	-9	-9	-9	0.90	0.10	0.10	0.10	1.40	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	
4*	132	66.10	13.90	-9	-9	-9	-9	-9	8.70	5.50	5.00	-9	-9	0.10	-9	-9	0.10	-9	-9	
5*	252	64.90	28.90	-9	3.60	-9	1.80	1.60	-9	-9	-9	1.00	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	
6*	287	71.30	23.10	-9	0.10	-9	-9	-9	3.40	0.10	2.20	-9	-9	0.10	-9	0.10	-9	-9	0.10	
7*	814	64.30	26.20	-9	-9	-9	-9	-9	5.70	1.90	1.90	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	
8*	1102	82.30	6.20	-9	1.00	-9	-9	-9	2.30	3.50	1.50	1.50	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	0.10	
9*	DL-79-2009	67.50	17.30	-9	-9	-9	-9	-9	-9	9.30	2.10	3.60	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	
10*	DL-79-2019	72.90	23.40	-9	-9	-9	-9	-9	1.40	0.10	1.60	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	
11*	DL-79-2020	62.70	30.70	-9	-9	-9	-9	-9	2.80	1.00	2.80	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	
12*	DL-79-2021	67.90	27.00	-9	-9	-9	-9	0.10	2.90	0.10	0.90	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	
13	DL-79-2022	45.20	13.90	-9	2.10	-9	-9	11.80	6.20	0.90	0.90	11.10	4.50	2.60	0.10	-9	-9	-9	-9	
14*	DL-79-2022B	75.90	4.50	4.10	9.30	-9	2.50	1.60	-9	-9	0.10	0.10	0.10	0.10	1.20	-9	-9	-9	-9	
15*	DL-79-2023	77.60	15.40	-9	-9	-9	-9	1.50	2.40	0.10	0.10	2.00	-9	0.10	0.10	0.10	-9	-9	0.10	
16	DL-79-2023B	71.30	17.70	-9	-9	-9	-9	-9	5.40	1.30	4.20	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	
17*	DL-79-2025	69.90	25.30	-9	-9	-9	-9	2.10	1.60	-9	0.10	0.10	1.00	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	
18*	DL-79-2026	57.60	24.90	-9	-9	-9	-9	-9	9.70	3.00	3.00	-9	-9	0.10	-9	0.10	0.10	0.10	-9	
19*	DL-79-2027	66.50	25.80	-9	-9	-9	-9	0.10	3.60	1.20	2.30	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	
20*	DL-79-2028	50.20	42.20	0.10	-9	-9	-9	5.40	0.10	-9	0.10	1.10	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	
21*	DL-79-2028B	31.30	56.30	5.30	0.10	-9	2.10	4.30	-9	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	
22*	DL-79-2029	58.20	26.50	-9	-9	-9	-9	1.80	0.10	-9	-9	1.00	2.20	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	
23*	DL-79-2041	60.20	14.90	-9	4.80	-9	1.10	10.00	3.20	2.00	1.20	2.50	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	
24*	DL-79-2042	80.10	11.00	-9	-9	-9	-9	-9	2.20	0.10	2.40	-9	3.60	0.10	-9	0.10	-9	-9	0.10	
25*	HE-79-2201	50.00	42.50	8.90	17.10	-9	1.00	1.30	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	9.10	-9	-9	-9	-9	
26*	HE-79-2206	71.80	15.00	-9	-9	-9	-9	-9	7.70	1.80	3.50	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	
27*	HE-79-2207	79.70	46.50	-9	-9	-9	-9	1.00	1.80	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-9	-9	-9	0.10	
28*	HE-79-2213	61.40	25.50	-9	-9	-9	-9	-9	2.70	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	
29*	HE-79-2214	53.90	15.70	-9	-9	-9	-9	-9	22.80	0.10	4.60	-9	-9	-9	-9	-9	-9	2.20	0.10	
30*	HE-79-2220	77.40	20.00	-9	-9	-9	-9	0.10	1.50	0.10	0.10	0.10	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	
31*	HE-79-2227	16.30	39.30	2.90	2.50	-9	-9	14.30	1.60	-9	0.10	3.10	7.90	0.10	12.10	-9	-9	-9	0.10	
32	HQ-79-66	63.70	23.20	-9	-9	-9	-9	0.10	1.20	-9	0.10	0.10	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	
33	HQ-79-67	13.00	52.00	0.10	-9	-9	-9	29.90	2.80	0.10	0.10	-9	0.10	-9	1.70	-9	-9	-9	-9	
34	HQ-79-68	59.20	33.20	-9	-9	-9	-9	0.10	4.10	1.60	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	
35*	HQ-79-69	61.40	31.40	-9	-9	-9	-9	0.10	4.80	0.10	0.10	0.10	-9	0.10	-9	0.10	-9	-9	0.10	
36	HQ-79-70	63.20	28.50	0.10	-9	-9	-9	0.10	5.60	2.50	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	
37	HQ-79-71	81.70	14.90	0.10	-9	-9	-9	0.10	1.30	0.90	0.10	-9	-9	0.10	0.10	-9	0.10	-9	-9	

Tabell C1, torts. Provins II, Kaupanger - Sogndal

Lnr. Prøvenr.	Grovk. pl	Fink. pl	Cpx	Gnt	Sp	Brun amf	Grønn amf	Ep	Chl	Lys gl	Bi	Skap	Opak	Sympl	Cc	Q	Tit	Ru	
38★	IB-79-22	40.40	45.30	-9	0.10	-9	0.10	10.70	0.90	1.40	-9	0.10	-9	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9
41★	IB-79-24	47.00	47.50	-9	-9	-9	-9	13.90	0.10	-9	0.10	1.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
42★	IB-79-25	22.00	17.20	17.80	24.20	4.70	3.90	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	10.10	-9	-9	-9	-9	-9
43★	IB-79-27	79.90	9.80	2.70	4.20	-9	-9	2.20	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
44★	IB-79-28	73.30	24.90	1.10	0.10	-9	-9	0.80	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
45★	IB-79-29	57.20	47.50	-9	-9	-9	0.10	-9	2.80	0.10	1.10	-9	-9	0.10	0.90	0.10	-9	0.10	-9
46★	IB-79-30	74.40	33.50	0.80	0.40	-9	-9	0.70	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	-9
47★	IB-79-35	56.10	39.20	-9	0.10	-9	1.70	0.60	1.80	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
49	IB-79-37A	3.30	91.80	-9	-9	-9	-9	0.10	3.00	0.10	1.20	-9	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9
50	IB-79-37B	57.70	37.50	-9	0.10	-9	-9	-9	3.00	-9	1.40	-9	-9	0.10	-9	0.10	-9	-9	-9
51★	IB-79-37C	86.70	-9	0.10	6.70	0.10	3.20	0.10	-9	-9	0.10	0.10	1.70	0.10	-9	-9	-9	-9	-9

Provins III, Aurlandsfjorden - Bleia - Lærdal

Lnr. Prøvenr.	Grovk. pl	Fink. pl	Cpx	Gnt	Sp	Brun amf	Grønn amf	Ep	Chl	Lys gl	Bi	Skap	Opak	Sympl	Cc	Q	Tit	Ru	
54★	HQ-79-10	81.50	12.10	-9	-9	-9	-9	-9	5.10	1.10	0.10	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9
55★	HQ-79-11	83.60	21.90	-9	0.10	-9	-9	8.20	0.90	1.80	2.70	-9	-9	0.10	1.90	-9	-9	-9	-9
56★	HQ-79-12	78.50	16.70	-9	-9	-9	0.10	3.80	0.10	0.10	0.10	-9	0.10	-9	0.10	-9	-9	-9	-9
57	HQ-79-13	82.00	14.50	-9	0.10	-9	-9	1.20	1.70	0.10	0.10	-9	-9	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9
58★	HQ-79-15	84.00	11.40	1.20	0.10	-9	-9	0.10	-9	0.10	0.10	-9	-9	0.10	2.20	-9	-9	-9	-9
59★	HQ-79-16	81.40	12.60	1.20	-9	-9	-9	2.10	1.20	-9	-9	-9	-9	0.10	1.30	0.10	-9	-9	-9
60★	HQ-79-20	82.40	11.60	1.70	0.10	-9	-9	1.00	-9	-9	0.10	0.10	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9
61★	HQ-79-21	66.60	19.00	-9	-9	-9	-9	6.10	1.20	3.70	1.60	-9	-9	0.10	1.80	-9	-9	-9	-9
62★	HQ-79-22	64.40	23.90	-9	-9	-9	-9	10.60	-9	0.10	0.10	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9
63★	HQ-79-23	75.40	10.10	-9	-9	-9	0.90	12.00	0.10	1.10	0.10	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9
64★	HQ-79-24	86.20	12.10	0.10	0.10	-9	-9	0.10	1.10	0.10	0.10	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9
66★	HQ-79-26	49.40	24.70	0.10	-9	-9	-9	18.90	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	6.60	-9	-9	-9	-9
67★	HQ-79-27	81.00	7.20	-9	-9	-9	-9	1.30	1.80	6.60	0.10	-9	1.40	-9	-9	-9	-9	-9	-9
68★	HQ-79-30	70.10	17.80	-9	-9	-9	4.10	6.70	0.10	0.10	0.10	0.10	-9	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9
69★	HQ-79-33	71.40	9.10	7.30	3.10	0.10	-9	0.10	-9	-9	0.10	-9	-9	0.10	8.10	-9	-9	-9	-9
70★	HQ-79-34	59.30	2.10	9.90	1.10	0.70	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	26.90	-9	-9	-9	-9
71★	HQ-79-35	45.20	13.00	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	1.10	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9
72★	HQ-79-38	68.00	9.70	5.10	0.08	-9	2.70	0.10	-9	-9	0.10	-9	-9	0.10	13.60	-9	-9	-9	-9
73★	HQ-79-41	74.50	22.80	-9	-9	-9	-9	-9	2.00	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9
74★	HQ-79-42	53.70	5.50	-9	1.00	-9	8.70	2.10	1.30	1.90	-9	-9	-9	25.80	-9	-9	0.10	-9	-9
75★	HQ-79-43	80.60	10.50	-9	-9	-9	-9	2.80	1.00	3.50	1.00	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9

Lnr.	Prøvenr.	Grovk. pl	Fink. pl	Cpx	Gnt	Sp	Brun amf	Grønn amf	Ep	Chl	Lys gl	Bi	Skap	Opak	Sympl	Cc	Q	Tit	Ru
156	Bh1-139,7m	41.70	52.20	-9	-9	-9	-9	-9	3.80	1.20	1.20	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
167	Bh1-146,3m	25.20	7.50	-9	-9	-9	-9	-9	3.50	1.90	1.90	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
168	Bh1-156,3m	74.90	13.30	-9	-9	-9	-9	-9	4.00	4.40	4.40	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
172*	H-78-7	77.70	15.60	0.10	-9	-9	-9	0.10	2.40	0.10	2.90	0.10	-9	0.10	-9	-9	-9	0.10	0.10
173*	H-78-22	75.30	15.20	-9	-9	-9	-9	-9	4.50	2.00	3.00	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
174*	H-78-23	92.40	4.30	-9	-9	-9	-9	-9	2.10	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
175*	H-78-24	92.70	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	1.10	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
176*	H-78-28	85.60	8.10	-9	-9	-9	3.00	3.10	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
177*	H-78-30	94.30	2.00	-9	-9	-9	-9	-9	3.40	-9	0.80	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
178*	H-78-33	69.70	25.40	-9	-9	-9	-9	-9	3.70	0.10	0.70	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
179*	H-78-37	49.40	40.80	-9	-9	-9	-9	1.30	1.90	-9	0.20	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
180*	H-78-38	80.60	8.30	-9	-9	-9	-9	-9	7.00	1.70	2.30	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
181*	H-78-39	93.70	0.80	-9	-9	-9	-9	-9	1.70	1.70	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
182*	H-78-43	90.70	1.80	-9	-9	-9	-9	-9	5.60	1.20	1.20	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
183*	H-78-51	90.90	0.80	-9	-9	-9	3.00	2.70	1.30	0.80	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
184*	H-78-52	74.50	6.30	-9	-9	-9	14.10	-9	0.90	-9	0.90	0.10	3.00	-9	-9	-9	-9	-9	-9
185*	H-78-54	90.10	0.10	-9	-9	-9	7.80	-9	1.30	0.10	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	-9	-9
186*	H-78-66	86.60	8.30	-9	-9	-9	-9	-9	5.10	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
187*	H-78-68	93.60	0.80	-9	-9	-9	-9	-9	2.80	0.80	1.90	0.10	-9	0.10	-9	0.10	0.10	-9	-9
188*	H-78-69	76.50	14.80	-9	-9	-9	-9	-9	5.30	0.60	2.80	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
189*	H-78-72	88.80	9.60	-9	-9	-9	1.60	-9	0.10	-9	0.50	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
190*	H-78-73	95.80	3.40	-9	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
191*	H-78-75	84.00	11.70	-9	-9	-9	-9	-9	3.60	1.00	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
192	H-78-76	78.80	7.00	-9	-9	-9	-9	-9	5.50	4.90	1.90	2.00	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
193	H-78-77	52.10	35.90	-9	-9	-9	-9	-9	5.10	3.40	1.70	1.70	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9
194	H-78-78	83.20	4.10	-9	-9	-9	-9	-9	6.80	3.00	2.90	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
195	H-78-79	61.10	18.20	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	13.00	3.90	3.90	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9
196	H-78-80	70.00	10.60	-9	-9	-9	-9	-9	4.00	2.70	2.80	2.70	-9	-9	-9	0.50	-9	-9	-9
197	H-78-81	74.90	17.50	-9	-9	-9	-9	-9	2.90	2.30	2.40	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
198	H-78-82	81.20	4.60	-9	-9	-9	-9	-9	5.40	4.60	2.20	2.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
199	H-78-83	68.00	9.80	-9	-9	-9	-9	-9	14.30	3.90	3.80	-9	-9	-9	-9	-9	0.10	-9	-9
200	H-78-84	50.60	9.20	-9	-9	-9	-9	-9	31.80	4.20	4.20	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
201	H-78-85	9.60	8.10	-9	-9	-9	-9	-9	0.20	1.00	1.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
202*	HQ-79-44	88.20	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	4.00	3.10	2.60	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
203*	HQ-79-49	89.70	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	4.30	2.70	2.30	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
204*	HQ-79-50	84.00	3.90	-9	-9	-9	-9	-9	4.50	4.00	2.90	0.10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10
205*	HQ-79-51	84.70	0.10	2.30	-9	-9	-9	-9	12.00	-9	-9	0.10	-9	0.10	0.10	-9	-9	-9	-9
206*	HQ-79-56	52.90	12.70	-9	-9	-9	-9	-9	19.50	2.90	0.10	0.10	-9	3.70	0.10	8.10	-9	-9	-9
207*	HQ-79-59	66.90	16.80	-9	-9	-9	-9	-9	7.70	6.10	2.40	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10
208*	HQ-79-60	54.20	41.80	-9	-9	-9	-9	-9	1.60	0.90	-9	0.10	0.10	1.00	0.10	-9	-9	-9	0.10
210	HQ-79-62	72.00	12.60	-9	-9	-9	-9	-9	11.00	2.20	1.70	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	0.10
211	HQ-79-63	84.10	1.80	-9	-9	-9	-9	-9	5.30	8.10	0.10	0.10	-9	-9	0.10	-9	-9	-9	0.10
212*	HQ-79-79	64.00	21.90	-9	-9	-9	-9	-9	1.40	1.40	0.90	0.10	-9	-9	-9	-9	0.10	-9	0.10
213*	HQ-79-84	69.50	20.70	-9	-9	-9	-9	-9	-9	4.40	2.60	1.50	-9	-9	0.10	-9	1.80	-9	0.10
214*	IB-79-43	89.20	-9	1.10	-9	-9	-9	-9	8.60	-9	0.10	-9	0.10	0.10	-9	0.10	-9	-9	0.10

Appendiks D

Mikrosonde-analyser av mineraler fra Jotundekketts anorthositter.

Det er benyttet en modernisert ARL-EMX mikrosonde med tilkoblet LINK energi-dispersiv analysator-enhet ved Mineralogisk-geologisk museum. Som standarder er benyttet diverse oksyder og silikater, og som kalibreringsstandard metallisk Co.

Nedre deteksjonsgrenser er ved denne undersøkelsen satt til 2 standardavvik (2σ) og er for aktuelle oksyder:

TiO ₂	0.3 %
FeO	0.3 %
MgO	0.2 %
MnO	0.2 %
CaO	0.2 %
Na ₂ O	0.3 %
K ₂ O	0.1 %
SO ₃	0.2 %
Cl ₂ O	0.1 %

Positive påvisninger under disse grenser er angitt som spor (Sp) i tabellene.

Tabell D1. An-innholdet i plagioklas fra Jotundekketts anorthositter bestemt ved hjelp av mikrosonde. Prøver merket med ☆ er plottet i kartbilag 03-19.

Løpenr.	Prøvenr.	Grovkornet		Finkornet
		Kjerne	Kant	
1☆	105	47	47 - 53	45 - 52
2☆	127			51 - 52
3☆	129	56 - 58	56 - 61	55 - 58
4☆	132	61	51 - 61	
5☆	252	53 - 55	52 - 53	52 - 58
6☆	287	42 - 56		
7☆	814	69	73	70 - 72
8☆	1102	47 - 53	52	51
9☆	OL-79-2009	69 - 75	69 - 72	68
10☆	OL-79-2019	64 - 65	65 - 68	66
14☆	OL-79-2022B	53 - 60	51 - 83	60 - 83
21☆	OL-79-2028B	50 - 51	48 - 51	50 - 51
23☆	OL-79-2041	55 - 60	59 - 60	
25☆	HE-79-2201	45 - 46	46 - 47	
30☆	HE-79-2220	61 - 62	61 - 63	
31☆	HE-79-2227	47 - 53	46 - 48	66 - 79
33	HQ-79-67	61 - 63	61 - 62	73 - 85
35☆	HQ-79-69	68 - 70	68 - 72	68 - 88
36	HQ-79-70	72 - 74	72 - 74	72 - 77
41☆	IB-79-24	68 - 85	69 - 74	67 - 84
42☆	IB-79-25	42		43
43☆	IB-79-27	79	78 - 79	
44☆	IB-79-28	66	63 - 67	65 - 76
45☆	IB-79-29	75	75 - 76	73 - 76
46☆	IB-79-30	74	74	72 - 76
49	IB-79-37A	74 - 75	73	67 - 75
50	IB-79-37B	58	55 - 57	54 - 57
51☆	IB-79-37C	56 - 59	54 - 60	
59☆	HQ-79-16	75 - 90	74 - 90	
60☆	HQ-79-20	70 - 71	72	67
64☆	HQ-79-24	73 - 74	74	
65☆	HQ-79-25A	60 - 63	58 - 60	60 - 63
67☆	HQ-79-27	66 - 68	66 - 69	
68☆	HQ-79-30	69	56 - 63	67 - 79
69☆	HQ-79-33	59 - 62		67
70☆	HQ-79-34	53 - 55	52 - 55	
71☆	HQ-79-35	52 - 58	54 - 59	54 - 55
72☆	HQ-79-38	64 - 65	55 - 76	
73☆	HQ-79-41	65 - 66	66 - 69	62 - 65
74☆	HQ-79-42			59 - 61
76☆	K-88	67 - 69	65 - 69	65 - 66
77☆	K-97	61 - 65	61 - 66	
78☆	K-119	65 - 68	68 - 69	66 - 78
79☆	F-1	64 - 67	67 - 69	60 - 68
80☆	F-2	57 - 61	57 - 58	56 - 60
81	F-3	58 - 63	59 - 61	56 - 69
82☆	HQ-79-88	62 - 64	62 - 64	60 - 65
83☆	HQ-79-89	61 - 64	59 - 63	56 - 69
84☆	HQ-79-90	62 - 68	64 - 66	62 - 89

forts.

Tabell D1, forts.

Løpenr.	Prøvenr.	Grovkornet		Finkornet
		Kjerne	Kant	
86 ☆	HQ-79-92	58 - 59	59 - 61	57 - 60
87 ☆	HQ-79-93	63 - 67	63 - 68	65 - 72
88 ☆	HQ-79-94	66 - 69	59 - 65	63
89 ☆	HQ-79-95	62 - 63	61 - 68	62 - 73
90	HQ-79-96	69 - 75	70 - 72	69 - 76
91	HQ-79-97	61 - 64	59 - 63	60 - 70
92 ☆	HQ-79-98	56 - 58	60 - 61	60 - 61
93	HQ-79-99	62 - 67	60 - 67	58 - 71
101 ☆	A-1	72 - 73		
105	A-5	71		
106	A-6	71 - 72		
107 ☆	A-7			51 - 52
108	A-8	65 - 69	67 - 71	58 - 70
109	A-9	72 - 75		
140 ☆	Kb	67 - 68	68 - 70	
141 ☆	Kc	65 - 70	48 - 72	
150 ☆	Km	65 - 70	66 - 69	
151 ☆	Kn	70	69 - 79	
158	Bh1 3,3m	71		
162 ☆	Bh1 97,4m	71	67	
164	Bh1 115,1m	69 - 70	62	65 - 70
165	Bh1 116,5m	72		
166	Bh1 139,7m	68 - 73	71	72 - 77
168	Bh1 156,3m	71		67
171 ☆	Bh8 217.2m			67 - 68
173 ☆	H-78-22	68 - 70	62 - 73	64 - 70
174 ☆	H-78-23	59 - 72	20 - 66	32 - 37
175 ☆	H-78-24	70 - 71	72 - 74	
176 ☆	H-78-28	70 - 77	68 - 70	66
177 ☆	H-78-30	71 - 74	70 - 74	
178 ☆	H-78-33	71 - 72	57 - 75	60 - 76
179 ☆	H-78-37	72 - 75	72 - 75	75 - 76
180 ☆	H-78-38	59 - 78	32 - 76	
181 ☆	H-78-39	71 - 76	71 - 73	73 - 75
182 ☆	H-78-43	70 - 76	73 - 75	72 - 74
183 ☆	H-78-51	73 - 76	72 - 76	
184 ☆	H-78-52	70 - 76	74 - 89	76 - 91
185 ☆	H-78-54	74 - 76	75 - 78	74 - 76
186 ☆	H-78-66	54 - 78	35 - 48	
187 ☆	H-78-68	67 - 70	70 - 72	67 - 71
188 ☆	H-78-69	48 - 75	27 - 39	30 - 80
189 ☆	H-78-72	71	70 - 74	68 - 74
190 ☆	H-78-73	71 - 73	73 - 74	71 - 83
214 ☆	HQ-79-43	74 - 76		
215	585-1	63 - 77	45	
216	697-3	55 - 58	54	
217 ☆	HQ-79-3	58	59 - 60	
218 ☆	HQ-79-4	37 - 45	37 - 47	

TABELL D2. KJEMISKE ANALYSER AV EPIDOT/CLINOZOISITT
FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Sum
HE 22 20	1,1	38,0	0	26,5	10,6	0	0,3	23,6	99,0
	1,2	37,7	0	25,2	10,8	0	0	23,4	97,1
HQ-79-98	1,1	38,7	0	26,4	10,0	0	0,3	23,5	98,9
	1,2	38,2	0	26,3	10,6	0	0	23,2	98,3
	2,2	38,0	0	25,4	11,6	0	Sp	23,1	98,1
	2,1	38,1	0	25,5	11,2	0	Sp	23,5	98,3
F1	3,1	38,0	0,3	26,4	9,0	0	0	22,9	96,6
	3,2	38,1	0	26,8	9,1	0	0	23,4	97,4
Kb	1,3	38,0	0,4	26,6	9,6	0	0	23,3	97,9
	1,4	37,7	0,3	27,4	8,6	0	0	23,8	97,8
Kc	2,2	38,4	0	27,0	8,8	0	0	23,5	97,7
	2,3	39,0	0	27,9	8,9	0	0,3	23,7	99,8
Km	3,1	38,3	0	26,8	9,2	0,3	0	23,0	97,6
	3,2	37,7	0,4	26,3	10,0	0	0	23,0	97,4
585-1	1,1	38,3	0,4	26,0	8,8	0	0	23,9	97,4
	1,2	38,9	0	26,5	8,9	0	0	23,9	98,2
	1,3	39,2	0,3	26,3	10,0	0	0	23,8	99,6
	1,4	39,3	0,3	26,8	9,1	0	0	24,4	99,9
	1,5	38,9	0	26,8	9,6	0	0	24,0	99,3
	1,6	38,6	0,4	26,4	9,1	0	0	23,6	98,1
	2,1	39,5	0	25,1	10,9	0	0	23,9	99,4
	2,2	39,4	0	26,6	9,7	0,3	0	23,9	99,9
IB-79-93A	3A,1	38,4	0,4	27,6	8,2	Sp	0	23,6	98,2
	3A,2	38,5	Sp	28,9	6,3	0	0	23,8	97,5
	3B,1	37,7	0	28,6	5,8	0	0	24,0	96,1
	3B,2	38,4	0	28,9	6,8	0	0	24,1	98,2
HQ-79-24	4B	38,6	0	26,7	9,6	0	0	24,4	99,3
	4C	38,8	0,3	27,1	9,9	0	0,4	24,0	100,5
HQ-79-41	1,5	37,7	Sp	25,1	11,3	Sp	Sp	23,4	97,5
	1,8	38,1	Sp	27,3	8,0	Sp	Sp	24,2	97,6
IB-79-29	1,1	38,4	Sp	27,5	9,2	0	0	23,8	98,9
	4,1x	38,4	Sp	27,5	7,8	Sp	Sp	23,7	97,4
OL 2009	1,1	37,8	0	25,4	10,6	0,3	0	23,4	97,5
	4,1	41,5	0	31,7	2,7	0	0	23,2	99,1
	4,2	39,4	0	32,1	2,2	0	Sp	24,5	98,2
	4,3	38,6	0,3	26,8	10,2	0	0	23,7	99,6
OL 2019	1,1	37,5	0	26,3	9,2	0	0	23,7	96,7
	1,2	37,9	0	27,8	7,7	Sp	Sp	23,6	97,0
HQ-79-69	1,4	38,8	Sp	28,7	6,7	Sp	Sp	24,0	98,1
	1,5	38,6	Sp	28,5	6,9	Sp	0	23,8	97,8
	1,6	38,6	0,3	28,6	7,0	0	0,3	23,8	98,6
HQ-79-70	1,1	38,9	0	26,4	10,9	Sp	0,2	24,0	100,4
HQ-79-16	5C	37,8	0	26,4	9,6	0	0	23,7	97,5

TABELL D2, FORTS.

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 13 OKSYGEN

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{VI}	Fe ³⁺	Mn	Mg	Ca
HE 22 20	1.1	3.15	Sp	2.58	0.66	0	0.04	2.09
	1.2	3.17	Sp	2.50	0.68	0	0	2.11
HQ-79-98	1.1	3.19	0	2.56	0.62	0	0.04	2.07
	1.2	3.17	0	2.58	0.67	0	0	2.07
	2.2	3.29	0	2.51	0.73	0	0	2.08
	2.1	3.18	0	2.52	0.71	0	0	2.11
F1	3.1	3.18	0.02	2.61	0.56	0	0	2.06
	3.2	3.17	0	2.63	0.57	0	0	2.09
Kb	1.3	3.16	0.02	2.61	0.60	0	0	2.08
	1.4	3.13	0.02	2.68	0.53	0	0	2.11
Kc	2.2	3.18	0	2.63	0.55	0	0	2.08
	2.3	3.16	0	2.66	0.54	0	0.03	2.06
Km	3.1	3.18	0	2.62	0.57	0.02	0	2.04
	3.2	3.15	0.02	2.59	0.63	0	0	2.06
585-1	1.1	3.20	0.03	2.57	0.55	0	0	2.14
	1.2	3.21	0	2.57	0.55	0	0	2.12
	1.3	3.21	0.02	2.54	0.61	0	0	2.09
	1.4	3.20	0.02	2.57	0.56	0	0	2.12
	1.5	3.18	0	2.58	0.54	0	0	2.10
	1.6	3.20	0.03	2.59	0.57	0	0	2.10
	2.1	3.25	0	2.44	0.67	0	0	2.11
	2.2	3.21	0	2.55	0.60	0.02	0	2.09
IB-79-37A	3A.1	3.15	0.02	2.67	0.51	0	0	2.07
	3A.2	3.15	0	2.79	0.40	0	0	2.09
	3B.1	3.14	0	2.81	0.36	0	0	2.14
	3B.2	3.13	0	2.79	0.42	0	0	2.10
HQ-79-24	4B	3.17	0	2.59	0.59	0	0	2.15
	4C	3.14	0	2.59	0.60	0	0.05	2.08
HQ-79-41	1.5	3.05	0	2.39	0.69	0	0	2.03
	1.8	3.03	0	2.56	0.48	0	0	2.06
IB-79-29	1.1	3.15	0	2.66	0.57	0	0	2.09
	4.1x	3.16	0	2.67	0.49	0	0	2.09
OL 2009	1.1	3.19	0	2.53	0.68	0.02	0	2.12
	4.1	3.24	0	2.90	0.16	0	0	1.94
	4.2	3.13	0	3.00	0.13	0	0	2.09
	4.3	3.17	0.02	2.59	0.63	0	0	2.09
OL 2019	1.1	3.17	0	2.62	0.58	0	0	2.14
	1.2	3.14	0	2.71	0.48	0	0	2.10
HQ-79-69	1.4	3.15	0	2.75	0.41	0	0	2.09
	1.5	3.16	0	2.76	0.43	0	0	2.09
	1.6	3.14	0.02	3.39	0.43	0	0.03	2.08
HQ-79-70	1.1	3.17	0	2.54	0.68	0	0.03	2.10
HQ-79-16	5C	3.17	0	2.61	0.60	0	0	2.13

TABELL D3. KJEMISKE ANALYSER AV GRANATER
FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^{tot}	MnO	MgO	CaO	Sum
HQ-79-88	7.1	39,6	0,0	22,5	18,2	0,4	9,8	10,2	100,5
	7.2	38,9	0,0	22,4	23,2	1,0	8,3	7,3	101,1
HQ-79-93	2.1	41,1	0	23,3	16,6	0,3	12,7	8,8	103,0
	2.2	39,8	0	22,3	19,5	0,9	10,3	8,4	101,5
HQ-79-98	1.3	38,8	0,3	22,1	20,0	0,7	7,1	11,2	100,2
	1.4	39,3	0,3	22,0	20,4	0,7	7,6	11,1	101,4
	1.5	39,0	0,0	21,7	20,8	0,7	7,3	11,6	101,0
	1.6	38,9	0,3	22,2	20,3	0,7	7,4	11,4	101,2
F1	4.1	39,3	0	22,2	18,0	0	8,6	10,9	99,0
	4.1	39,2	0	22,7	18,5	0,5	9,2	10,8	100,9
	4.2	40,2	0	23,2	18,6	0,5	8,9	10,8	102,2
	4.3	39,7		22,8	18,8	0,6	9,1	11,0	102,0
F2	4.1	40,6	0	23,1	17,0	0,4	10,5	9,8	101,4
	4.2	41,0	0	23,4	16,9	0,0	10,7	9,9	101,9
	4.3	41,0	0	23,4	16,7	0	10,6	10,0	101,7
	4.4	40,4	0	23,1	16,8	0,3	10,5	10,1	101,2
	4.5	40,9	0	23,2	17,3	0	10,6	9,6	101,6
	4.6	40,1	0	23,5	17,9	0,5	10,5	9,7	102,2
105	4.3	40,1	0	23,3	17,1	-	13,2	7,0	100,7
	4.4	40,9	0	23,9	17,2	-	13,6	7,4	103,0
1102	2C	39,5	0	21,3	22,4	0,9	8,7	7,4	100,2
	2D	39,3	0	21,4	22,4	0,7	9,0	7,9	100,7
	2E	39,7	0,3	22,0	22,7	0,8	9,1	7,8	102,4
HE 22 01	4.1	41,9	0	24,2	15,0	0	15,2	7,0	103,3
HE 22 27	2.1	40,6	0	23,0	18,9	0	11,1	6,8	100,4
	2.2	39,9	0	22,7	20,3	0,6	10,9	6,8	101,2
	2.3	40,6	0	23,2	19,9	0,5	11,1	7,2	102,5
OL 2041	3.1	40,2	0	22,5	18,8	-	9,6	9,6	100,7
	3.2	40,2	0	22,7	19,4	0,4	9,9	9,6	102,2
	3.3	40,1	0	22,7	19,7	0	10,3	9,1	101,9
HQ-79-3	1.1	40,5	0	23,2	18,7	0	13,1	6,9	102,4
	1.4	41,0	0	23,3	18,2	0	13,3	6,0	101,8
IB-79-25	3.1	40,0	0	23,2	17,1	0,3	14,3	5,7	100,6
	3.2	41,1		24,0	15,7	0,3	16,0	5,5	102,6
IB-79-27	4.1	40,0	0	22,6	21,6	0,9	9,6	6,9	101,6
	4.2	38,9	0	22,2	22,3	0,5	9,2	6,3	99,4
	5.3	39,3	0	22,8	19,7	0,7	11,0	7,3	100,8
	5.4	39,8	0	22,7	20,2	0,7	10,6	7,5	101,5
IB-79-37C	6.4	39,8	0	22,7	19,1	0,5	10,2	9,0	101,3
	6.5	39,6	0	22,7	18,1	0,4	10,5	9,2	100,5
HQ-79-20	4.1	40,1	0	23,2	11,0	0	17,1	5,3	96,7
	4.2	39,6	0	22,9	10,8	0	16,9	5,4	95,6
	4.3	40,7	0	22,9	11,5	0	17,7	5,3	98,4
HQ-79-24	2A	40,6	0	23,2	20,3	0,8	12,3	5,7	102,9

TABELL D3, FORTS.

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 8 KATIONER. Fe³⁺ IKKE BEREGNET.

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca
HQ-79-88	7.1	2.96	0	0.04	1.95	1.12	0.03	1.10	0.81
	7.2	2.94	0	0.06	1.94	1.46	0.06	0.94	0.59
HQ-79-93	2.1	2.96	0	0.04	1.94	1.00	0.02	1.36	0.68
	2.2	2.96	0	0.04	1.92	1.21	0.06	1.14	0.67
HQ-79-98	1.3	2.96	0.02	0.02	1.96	1.28	0.05	0.31	0.92
	1.4	2.95	0.02	0.03	1.92	1.28	0.04	0.86	0.90
	1.5	2.95	0	0.05	1.88	1.31	0.05	0.82	0.94
	1.6	2.93	0.02	0.05	1.93	1.28	0.05	0.83	0.92
F1	4.1	2.99	0	0.01	1.99	1.15	0	0.98	0.89
	4.1	2.93	0	0.07	1.93	1.16	0.03	1.02	0.86
	4.2	2.97	0	0.03	0.99	1.15	0.03	0.98	0.85
	4.3	2.94	0	0.06	1.92	1.16	0.04	1.00	0.87
F2	4.1	2.99	0	0.01	2.00	1.05	0.03	1.15	0.77
	4.2	3.00	0	0	2.02	1.04	0	1.17	0.78
	4.3	3.01	0	0	2.02	1.02	0	1.16	0.79
	4.4	2.98	0	0.02	1.99	1.04	0.02	1.16	0.80
	4.5	3.01	0	0	2.01	1.06	0	1.16	0.76
	4.6	2.93	0	0.07	1.96	1.10	0.03	1.15	0.76
105	4.3	2.93	0	0.07	1.94	1.05	0.01	1.45	0.55
	4.4	2.93	0	0.09	1.92	1.03	0.02	1.46	0.57
1102	2C	3.01	0	0	1.91	1.43	0.06	0.99	0.60
	2D	2.97	0	0.03	1.88	1.42	0.05	1.02	0.64
	2E	2.96	0.02	0.02	1.91	1.41	0.05	1.01	0.62
HE 2201	4.1	2.98	0	0.02	2.00	0.89	0	1.60	0.55
HE 2227	2.1	3.03	0	0	2.02	1.18	0	1.23	0.54
	2.2	2.97	0	0.03	1.96	1.26	0.04	1.21	0.54
	2.3	2.97	0	0.03	1.97	1.22	0.03	1.22	0.56
OL 2041	3.1	3.00	0	0	1.98	1.18	0	1.08	0.78
	3.2	2.96	0	0.04	1.92	1.20	0.03	1.09	0.77
	3.3	2.95	0	0.05	1.92	1.22	0	1.14	0.72
HQ-79-3	1.1	2.94		0.06	1.93	1.13	0	1.42	0.54
	1.4	2.98		0.02	1.98	1.11	0	1.44	0.47
IB-79-25	3.1	2.92	0	0.08	1.94	1.05	0.02	1.55	0.45
	3.2	2.92	0	0.08	1.94	0.94	0.02	1.69	0.42
IB-79-27	4.1	2.99	0	0.01	1.97	1.35	0.06	1.07	0.55
	4.2	2.98	0	0.03	1.98	1.43	0.03	1.05	0.52
	5.3	2.92	0	0.08	1.92	1.23	0.04	1.23	0.58
	5.4	2.96	0	0.04	1.94	1.25	0.04	1.18	0.59
IB-79-37C	6.4	2.95	0	0.05	1.94	1.19	0.03	1.13	0.72
	6.5	2.95	0	0.05	1.95	1.13	0.03	1.17	0.74
HQ-79-20	4.1	2.98	0	0.02	2.01	0.68	0	0.89	0.42
	4.2	2.98	0	0.02	2.00	0.68	0	1.89	0.43
	4.3	2.98	0	0.02	1.95	0.70	0	1.93	0.42
HQ-79-24	2A	2.95	0	0.05	1.94	1.23	0.05	1.33	0.44

Forts.

TABELL D3. KJEMISKE ANALYSER AV GRANATER, FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^{tot}	MnO	MgO	CaO	Sum
HQ-79-25	3C	40,9	0	23,2	17,8	0,4	12,4	7,8	102,5
	3D	40,5	0	22,9	19,0	0,6	11,7	7,2	101,9
	3E	40,3	0	32,2	18,1	0,5	12,2	7,8	102,1
	4D	40,3	0	23,0	16,4	0,5	13,1	7,2	100,5
	4E	40,5	0	23,5	17,1	0,4	13,2	7,1	101,8
	5E	40,5	0	22,9	16,2	0,3	13,7	6,7	100,3
	5F	40,2	0	23,1	16,0	0,4	13,8	6,8	100,5
HQ-79-33	7,1	41,9	0	23,7	12,8		15,0	8,6	102,0
	x,2	41,1	0	23,7	12,6		14,9	8,6	100,9
HQ-79-35	7,1	39,4	0	22,2	19,9	0,5	9,3	9,1	100,4
	7,2	38,6	0,3	22,3	19,1	0,4	9,2	9,0	98,9
	7,4	39,7	0,3	22,7	19,9	0,4	9,3	9,1	101,4
	7,5	39,3	0	22,4	19,7	0	9,3	9,1	99,8
HQ-79-38	5,1	41,2	0	23,9	16,3	0,3	12,7	7,9	102,3
	5,2	40,6	0	23,7	17,9	0,3	12,3	7,4	102,2
	5,3	41,5	0	24,2	13,0	0,2	15,2	7,9	102,0
	5,4	41,7	0	24,0	13,7	0,0	15,4	8,1	102,9
HQ-79-42	4	40,3	0	23,3	13,1	0	15,7	6,8	99,2
	7	40,7	0	23,2	12,8	0,4	15,0	7,3	99,4
OL 2022-B	2,5	40,2	0,0	23,2	19,3	Sp	12,1	6,7	101,5
	2,6	40,3	0,0	22,8	18,0	Sp	12,4	7,0	100,5
	2,7	40,0	0,0	22,7	20,1	0,5	11,0	6,0	100,3
HQ-79-34	4,2	41,6	Sp	24,0	13,1	Sp	15,8	6,9	101,4
	4,3	41,1	Sp	23,7	12,7	0	15,4	7,7	100,6
	2,4	41,3	0	23,7	13,0	0	16,2	6,9	101,1
	2,5	42,0	0	23,8	13,1	0	15,8	7,0	101,7
	1,1	41,9	0	24,3	11,7	0	16,0	8,0	101,9
	1,2	42,1	Sp	23,9	13,1	Sp	15,2	7,8	102,1

TABELL D3, STRUKTURFORMEL FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca
HQ-79-25A	3C	2,96	0	0,04	1,94	1,08	0,02	1,35	0,60
	3D	2,97	0	0,03	1,96	1,16	0,04	1,29	0,57
	3E	2,94	0	0,06	1,94	1,10	0,03	1,33	0,61
	4D	2,97	0	0,03	1,96	1,00	0,03	1,44	0,57
	4E	2,95	0	0,05	1,96	1,03	0,03	1,44	0,55
	5E	2,97	0	0,03	1,96	0,98	0,02	1,51	0,53
	5F	2,95	0	0,05	1,95	0,98	0,03	1,51	0,54
HQ-79-33	7,1	2,96	0	0,04	1,95	0,76	0,02	1,59	0,66
	x,2	2,95	0	0,05	1,96	0,76	0,02	1,60	0,66
HQ-79-35	7,1	2,96	0	0,04	1,93	1,25	0,03	1,05	0,73
	7,2	2,95	0,02	0,03	1,98	1,22	0,03	1,05	0,74
	7,4	2,96	0,02	0,02	2,00	1,24	0,03	1,03	0,73
	7,5	2,97	0	0,01	1,96	1,25	0	1,06	0,74
HQ-79-38	5,1	2,97	0	0,03	2,01	0,99	0,02	1,38	0,61
	5,2	2,95	0	0,05	1,98	1,07	0,02	1,34	0,58
	5,3	2,96	0	0,04	1,99	0,78	0,01	1,62	0,60
	5,4	2,96	0	0,04	1,96	0,81	0	1,62	0,61
HQ-79-42	4	2,94	0	0,06	1,95	0,80	0	1,72	0,53
	7	2,98	0	0,02	1,98	0,78	0,03	1,64	0,57
OL 2022	2,5	2,98	0	0,02	1,99	1,20	0	1,34	0,53
	2,6	2,98	0	0,02	1,99	1,11	0	1,36	0,55
	2,7	2,99	0	0,01	1,99	1,26	0,03	1,23	0,48
HQ-79-34	4,2	2,97	0	0,03	2,00	0,78	0	1,68	0,53
	4,3	2,97	0	0,03	1,98	0,77	0	1,66	0,60
	2,4	2,97	0	0,03	1,98	0,78	0	1,74	0,53
	2,5	3,00	0	0	2,00	0,78	0	1,68	0,54
	1,1	2,97	0	0,03	2,00	0,70	0	1,70	0,61
	1,2	2,99	0	0,01	2,00	0,78	0	1,62	0,59

TABELL D4. KJEMISKE ANALYSER AV CLINOPYROKSEN FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	Sum
HQ-79-88	6.1	48.3	0	7.9	3.1	4.6	0	12.3	22.0	1.2	99.4
	6.1	46.5	1.1	8.7	2.8	5.4	0.3	11.5	21.8	1.1	99.2
	6.2	45.3	0.9	11.1	3.3	5.2	0	10.4	21.3	1.3	98.8
	X1	47.4	0.7	8.4	2.6	6.3	0	11.6	22.2	1.0	100.2
	X2	47.1	0.9	10.1	2.8	4.6	0.4	11.2	22.2	1.1	100.4
HQ-79-92	1.6	49.6	1.2	5.9	2.8	4.0	0	13.2	22.7	1.1	100.5
HQ-79-93	1.9	47.6	1.0	10.7	2.8	3.8	0	11.7	22.3	1.1	101.2
	1.10	47.6	1.1	9.3	2.3	4.4	0	12.2	22.7	0.9	100.7
105	1.1	49.4	0.9	7.2	2.2	4.8	0	13.3	21.6	0.8	100.2
	1.2	49.2	0.9	7.0	5.9	2.4	0	13.5	21.2	1.3	101.4
	1.3	48.8	1.0	8.7		6.4	0	12.6	21.7	1.4	100.6
	1.4	49.3	1.0	9.0	1.9	4.5	0	12.5	22.2	1.0	101.4
HE 22 01	3.1	49.9	0	8.7	2.1	3.3	0	12.7	21.3	1.4	98.8
	3.2	51.9	0	5.6	2.6	3.4	0	14.5	23.0	1.0	102.0
	3.2	49.6	0.4	8.1	3.4	3.0	0	13.2	21.7	1.3	100.7
	3.5	50.3	0.2	9.5	4.6	1.3	0	13.0	21.6	1.8	102.3
IB-79-43	3A.1	51.0	0.7	5.4	1.8	5.4	0	13.7	22.4	0.7	101.2
	3A.2	51.2	0.6	5.7	2.4	7.2	0	13.5	22.4	0.9	101.8
IB-79-25	4.1	52.0	0.1	7.9	4.3	0.7	0	13.8	22.0	1.9	102.2
	4.2	50.9	0	7.4	4.2	0.3	Sp	13.7	21.7	1.8	99.6
	4.3	50.9	Sp	7.5	2.6	1.7	0	13.9	22.5	1.2	100.0
IB-79-27	1.1	50.2	0.5	4.5	2.1	5.1	0	13.1	22.8	0.8	99.1
	1.2	52.6	0.3	3.5	2.6	4.7	0	14.1	23.8	1.0	102.8
	1.3	51.0	0.7	4.8	2.6	4.8	0	13.0	22.9	1.0	100.9
HQ-79-20	1A	49.5	0.8	7.0	3.4	0.7	0	14.3	22.4	1.3	99.4
	1B	50.3	1.0	6.8	0.5	3.5	0	14.0	22.2	0.9	99.2
	1C	49.4	0.7	7.2	2.7	1.1	0	14.2	22.0	1.1	98.4
	1D	50.0	0.6	6.8	1.2	2.4	0	14.2	22.2	0.9	98.2
	1E	50.9	0.5	6.7	3.0	0.6	0	15.1	23.1	1.1	101.0
	2B	43.3	0.7	6.4		3.6	0	12.5	18.2	0.6	85.3
	3A	50.9	0.8	5.7	2.5	1.1	0	14.9	23.4	1.0	100.3
	3B	49.6	1.0	7.7	3.1	0.9	0	14.2	22.4	1.2	100.1

forts.

TABELL D4; KJEMISKE ANALYSER, FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	Sum
HQ-79-24	6A	51.9	0.7	4.3	0	9.2	0	15.3	17.4	0.4	99.2
	6B	52.7	0.5	5.4	0	10.4	0	16.9	12.8	0.7	99.4
HQ-79-25A	4A	50.3	0.6	6.8	1.6	3.7	0	13.9	23.0	0.6	100.5
	4B	50.6	0.5	6.5	2.6	2.8	0	14.3	23.0	0.7	101.0
	5D	49.3	0.7	6.2	4.8	0.9	0	14.8	23.4	0.5	100.6
HQ-79-33	3.1	46.2	0.7	12.2	3.6	1.4	0	11.6	22.0	1.6	99.3
	3.2	47.6	0.7	12.5	4.0	0.4	0	12.2	22.2	1.5	101.1
	5.1	47.0	0.9	12.5	3.6	1.0	0	11.5	22.3	1.5	100.6
	6.1	48.6	0.8	12.7	2.3	2.3	0	11.3	22.6	1.6	102.2
HQ-79-38	1.1	47.3	0.8	13.0	2.9	2.7	0	11.4	22.1	1.5	100.7
	1.1	46.5	1.0	12.5	4.5	0.2	0	11.4	22.3	1.6	100.0
	1.2	46.8	1.1	11.6	3.7	2.1	0	12.0	21.8	1.2	100.3
	1.3	47.3	1.0	11.8	5.0	0	0	12.0	22.5	1.6	101.2
OL 2022B	3.5	47.0	2.2	8.7	1.3	5.0	0	11.7	22.0	0.9	98.8
	4.1	47.9	1.4	7.8	2.8	4.4	0	12.8	21.6	1.1	99.8
	4.2	47.6	1.4	8.0	2.1	5.3	0	12.1	22.2	0.8	99.5
OL 2028B	3.1	49.9	0.4	7.0	2.6	2.8	Sp	13.8	22.5	1.0	100.0
	3.2	49.5	0.3	8.5	2.8	2.2	0	13.4	22.1	1.1	99.9
	3.3	48.9	0.5	9.1	3.3	1.8	0	12.8	21.7	1.4	99.5
	3.4	48.6	0.4	9.0	3.3	1.7	0	12.7	21.6	1.4	98.6
	3.4	48.7	0.4	9.1	3.4	1.5	0	12.8	21.7	1.4	98.9
HQ-79-34	3.1	49.1	0.3	10.8	1.9	1.8	0	12.3	22.1	1.5	99.8
	3.2	48.8	0.5	10.1	2.6	2.1	0	12.4	22.7	1.2	100.4
	3.7	49.2	0.5	10.7	1.7	2.1	0	12.1	22.0	1.6	99.9
	4.1	48.4	0.6	10.9	3.4	0.8	0	12.5	22.9	1.3	100.4
	2.3	48.8	0.3	10.2	3.8	0.5	0	12.6	22.4	1.5	100.1
	1.5	46.7	0.4	13.1	4.4	0.5	0	12.8	20.3	1.7	99.9

TABELL D4, FORTS.

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 4 KATIONER

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na
HQ-79-88	6.1	1.79	0.00	0.21	0.13	0.09	0.14	0	0.68	0.87	0.09
	6.1	1.74	0.03	0.26	0.12	0.08	0.15	0.01	0.64	0.87	0.08
	6.2	1.70	0.03	0.30	0.19	0.09	0.17	0	0.58	0.86	0.09
	X1	1.76	0.02	0.25	0.12	0.07	0.18	0	0.64	0.88	0.07
	X2	1.74	0.03	0.27	0.17	0.08	0.14	0.01	0.62	0.88	0.08
HQ-79-92	1.6	1.82	0.03	0.15	0.11	0.08	0.12	0	0.72	0.89	0.08
HQ-79-93	1.9	1.74	0.03	0.23	0.23	0.08	0.11	0	0.64	0.87	0.08
	1.10	1.75	0.03	0.22	0.18	0.06	0.14	0	0.67	0.89	0.06
105	1.1	1.82	0.03	0.18	0.13	0.06	0.15	0	0.73	0.85	0.06
	1.2	1.79	0.03	0.21	0.09	0.16	0.07	0	0.73	0.83	0.09
	1.4	1.79	0.03	0.21	0.17	0.05	0.14	0	0.68	0.86	0.07
HE 22 01	3.1	1.83	0	0.17	0.21	0.06	0.10	0	0.70	0.84	0.10
	3.2	1.86	0.14	0	0.10	0.07	0.10	0	0.78	0.88	0.07
	3.2	1.81	0.01	0.18	0.17	0.09	0.07	0	0.72	0.85	0.09
	3.5	1.79	0.01	0.20	0.20	0.12	0.03	0	0.69	0.83	0.12
IB-79-43	3A.1	1.86	0.02	0.12	0.12	0.05	0.16	0	0.75	0.88	0.05
	3A.2	1.86	0.02	0.12	0.12	0.06	0.16	0	0.73	0.87	0.06
IB-79-25	4.1	1.84	0	0.16	0.17	0.11	0.02	0	0.73	0.84	0.13
	4.2	1.85	0	0.15	0.16	0.12	0.01	0	0.74	0.84	0.13
	4.3	1.85	0	0.15	0.19	0.07	0.05	0	0.75	0.88	0.08
IB-79-27	1.1	1.87	0.01	0.12	0.08	0.06	0.16	0	0.73	0.91	0.06
	1.2	1.89	0.01	0.10	0.15	0.07	0.14	0	0.76	0.92	0.07
	1.3	1.87	0.02	0.11	0.10	0.07	0.15	0	0.71	0.90	0.07
HQ-79-20	1A	1.81	0.02	0.17	0.13	0.09	0.02	0	0.78	0.89	0.09
	1B	1.86	0.03	0.11	0.18	0.01	0.11	0	0.77	0.86	0.06
	1C	1.83	0.02	0.15	0.16	0.07	0.03	0	0.78	0.87	0.08
	1D	1.85	0.02	0.13	0.20	0.03	0.07	0	0.78	0.88	0.07
	1E	1.83	0.01	0.16	0.12	0.08	0.02	0	0.81	0.89	0.08
	3A	1.85	0.02	0.13	0.11	0.07	0.03	0	0.81	0.91	0.07
	3B	1.80	0.03	0.17	0.16	0.09	0.02	0	0.77	0.87	0.09

forts.

TABELL D4; STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 4 KATIONER, FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na
HQ-79-24	6A	1.93	0.02	0.06	0.12	0	0.29	0	0.85	0.69	0.03
	6B	1.95	0.01	0.05	0.18	0	0.32	0	0.92	0.51	0.05
HQ-79-25A	4A	1.84	0.02	0.16	0.13	0.04	0.11	0	0.76	0.90	0.04
	4B	1.84	0.01	0.16	0.11	0.07	0.08	0	0.77	0.89	0.05
	5D	1.80	0.02	0.20	0.07	0.13	0.03	0	0.81	0.92	0.04
HQ-79-33	3.1	1.70	0	0.30	0.23	0.11	0.03	0	0.64	0.87	0.11
	3.2	1.71	0	0.29	0.25	0.11	0.01	0	0.66	0.86	0.11
	5.1	1.71	0	0.29	0.24	0.10	0.03	0	0.62	0.87	0.11
	6.1	1.74	0	0.26	0.27	0.06	0.07	0	0.60	0.87	0.11
HQ-79-38	1.1	1.71	0.02	0.29	0.27	0.08	0.05	0	0.62	0.86	0.11
	1.1	1.70	0.03	0.30	0.24	0.12	0.06	0	0.62	0.87	0.11
	1.2	1.71	0.03	0.29	0.21	0.10	0.06	0	0.65	0.85	0.09
	1.3	1.71	0.03	0.29	0.21	0.14	0	0	0.65	0.87	0.11
OL 2022B	3.5	1.76	0.06	0.18	0.15	0.04	0.16	0	0.65	0.88	0.06
	4.1	1.77	0.04	0.19	0.15	0.08	0.13	0	0.71	0.86	0.08
	4.2	1.77	0.04	0.19	0.15	0.06	0.17	0	0.67	0.89	0.06
OL 2028B	3.1	1.83	0.01	0.16	0.14	0.07	0.09	0	0.75	0.88	0.07
	3.2	1.81	0.01	0.18	0.19	0.08	0.07	0	0.73	0.87	0.08
	3.3	1.79	0.01	0.20	0.20	0.09	0.06	0	0.70	0.85	0.10
	3.4	1.80	0.01	0.19	0.20	0.09	0.05	0	0.70	0.86	0.10
	3.4	1.80	0.01	0.19	0.21	0.09	0.05	0	0.70	0.86	0.10
HQ-79-34	3.1	1.79	0.08	0.34	0.12	0.05	0.05	0	0.67	0.86	0.11
	3.2	1.78	0.01	0.21	0.22	0.07	0.06	0	0.67	0.89	0.09
	3.7	1.79	0.01	0.20	0.26	0.05	0.06	0	0.66	0.86	0.11
	4.1	1.76	0.02	0.22	0.27	0.08	0.02	0	0.68	0.89	0.09
	2.3	1.78	0.01	0.21	0.23	0.10	0.02	0	0.68	0.87	0.11
	1.5	1.69	0.01	0.30	0.26	0.12	0.02	0	0.69	0.79	0.12

TABELL D5. KJEMISKE ANALYSER AV AMFIBOL FRA JOTUNDEKKETS ANORTHSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^{tot}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl ₂ O	Sum
IB-79-24	3.1	48.7	0.4	11.6	8.5	0	16.0	12.4	1.0	0.2	Sp	98.8
	3.2	48.7	0.6	12.1	8.5	0	16.0	12.3	1.3	0.2	0	99.7
	3.4	46.7	0.4	13.5	8.8	0	15.6	11.9	1.7	0.2	0	98.8
	3.5	51.2	0.3	8.9	7.7	Sp	17.9	12.2	1.0	Sp	0	99.2
IB-79-25	3.3	41.2	1.8	16.1	7.1	Sp	14.9	11.7	2.3	1.7	0	96.8
	3.4	41.4	1.6	16.7	6.9	0	14.9	11.4	2.6	1.6	0	97.1
IB-79-27	2.1	42.2	2.1	13.9	12.8	Sp	11.7	11.6	1.9	1.1	0.6	98.1
	2.2	42.0	1.9	14.9	13.5	0	11.8	11.9	2.3	1.0	0.7	100.0
IB-79-37C	2.3	38.9	3.5	17.3	14.3	0	9.2	11.6	1.9	2.3	0	99.0
	2.3	38.5	3.2	17.3	14.2	Sp	9.2	11.5	2.3	2.4	0.3	98.9
	2.4	38.2	3.5	17.3	14.5	0	8.8	11.7	1.8	2.6	0	98.4
	2.4	37.6	2.8	17.9	14.1	0	9.1	10.6	2.1	2.2	0.4	96.8
	4.1	38.4	2.8	16.9	14.8	0	8.9	11.4	1.7	2.5	0.4	97.8
	4.2	38.1	2.8	17.5	15.1	0	9.1	11.4	2.3	2.4	0.4	99.1
HE 22 01	1.1	41.1	1.7	16.1	10.3	0	13.4	11.8	1.6	2.1	0.6	98.7
	1.2	41.3	1.7	16.5	10.1	0	13.6	11.9	2.0	2.1	0.5	99.7
	1.3	41.1	1.6	15.9	10.5	0	13.5	12.1	1.9	2.2	0.6	99.4
	5.1	41.4	1.3	16.1	9.9	0	14.2	11.8	2.2	2.1	0.4	99.4
	5.2	40.7	1.8	15.9	10.8		12.8	11.9	1.4	2.1	0.6	98.0
OL 2041	3.4	40.6	0	17.3	15.4	0	9.4	11.8	1.7	0.8	0.4	97.4
	4.1	39.9	2.2	14.6	15.7	0	9.1	11.6	1.2	1.6	0.4	96.8
	4.2	40.3	1.6	16.0	16.1	0	9.4	11.4	1.8	1.4	0.4	98.4
	4.3	40.5	1.2	16.1	16.1	0	8.9	11.6	1.9	1.4	0.4	98.1
HQ-79-94	3.1	43.8	1.4	16.1	5.9	0	16.2	13.0	2.3	0.8	0	99.7
	3.2	44.0	1.3	16.1	5.5	0	16.3	13.0	1.9	0.8	Sp	99.6
F2	3.1	46.0	0.8	10.0	13.9	0.2	12.7	12.0	1.2	0.8	0	97.6
	3.2	44.9	0.9	12.5	13.8	0	12.1	11.9	1.4	1.2	0	98.7
	3.3	45.2	0.8	11.8	13.9	0.3	11.9	12.3	1.0	1.1	0	98.3
	3.4	46.3	0.9	10.8	13.6	0	12.6	12.1	1.2	1.0	0	98.5
F3	2.1	46.5	0.7	12.3	12.1	Sp	13.9	12.1	1.5	0.4	Sp	99.5
	2.1	45.0	0.6	11.8	11.8	0	13.3	11.7	1.5	0.5	0.1	96.3
	2.6	44.2	0.6	12.9	11.5	0	12.7	12.0	1.4	0.5	Sp	95.8

forts.

TABELL D5; KJEMISKE ANALYSER, FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^{tot}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl ₂ O	Sum
HQ-79-3	1.6	41.8	0	18.3	11.1	0	11.4	11.0	1.7	0.4	0	95.7
	1.7	40.9	0.6	18.8	11.5	0	10.6	11.1	1.7	0.5	0	95.7
	1.7	41.3	0.4	19.5	11.5	0	10.8	11.5	2.0	0.5	0.4	97.9
	2.1	41.1	3.3	16.8	11.3	0	11.1	11.4	1.4	0.3	0.3	97.0
	2.2	42.4	0.6	17.8	11.1	0.0	11.6	11.6	1.5	0.4	0.3	97.3
	XX	43.1	0	17.6	11.3	0	12.3	11.3	1.9	0.4	0.3	98.2
IB-79-43	1.1	42.4	0.9	13.8	11.2	0	12.7	11.9	1.6	1.2	0	95.9
	3B.1	43.9	0.8	13.1	11.6	0	13.4	12.5	1.2	0.9	0	97.4
	3B.2	51.2	0.6	6.5	8.9	0	16.8	12.2	0.8	0.3	0	97.3
	1.1	42.9	1.3	14.1	11.3	0	13.4	12.0	1.9	1.2	0.2	98.3
	1.2	43.3	1.1	14.8	11.4	0	13.7	11.6	1.9	1.0	0.1	98.9
	1.3	43.5	1.2	14.6	10.8	0	13.1	11.7	1.6	1.2	0.2	97.9
HQ-79-24	5B	47.0	1.0	11.4	10.1	0	15.3	11.2	0.9	0.4		97.8
HQ-79-25A	6A	57.0	0	0.5	6.2	0.4	22.4	10.0	0	0		96.5
	3B	46.7	0	11.6	13.1	0.4	13.0	12.4	1.0	0.2		98.2
	6B	55.4	0	0.8	6.2	0.3	21.4	11.6	0.6	0		96.3
	3H	44.2	0	13.9	13.6	0.3	11.4	12.0	0.8	0.4		96.6
	6C	52.1	0	5.4	8.7	0.3	18.1	12.7	0.6	0		97.9
	6D	53.2	0.3	3.9	8.8	0.9	22.4	7.0	0.5	0		97.0
HQ-79-30	3.2	49.3	0.4	9.7	9.3	0	16.1	12.4	0.9	0	0	98.1
	3.1	44.9	2.0	11.8	8.7	0	16.0	12.0	1.5	0.9	0.1	97.8
	2.3	43.8	1.3	13.2	10.3	0	14.5	11.7	1.5	0.9	0	99.2
	2.2	43.8	1.4	16.5	9.6	0	13.1	12.0	1.5	0.8	0	99.0
	1.8	46.7	0.3	12.9	10.1	0	15.0	12.2	1.3	0	0	98.5
	1.7	44.0	1.7	13.0	7.7	0	15.6	11.9	1.3	0.9	0	96.1
	1.6	42.5	1.8	12.5	8.4	0	15.2	11.7	1.2	0.8	0.1	94.2
HQ-79-38	2.1	40.7	2.0	15.9	8.7	0	14.3	12.3	2.3	0		96.2
	2.2	40.8	2.0	15.9	8.2	0	14.2	12.2	2.2	0		95.5
	2.1A	40.9	1.7	15.8	8.0	0	14.2	12.0	2.5	1.7		96.8
	2.3	41.3	2.0	15.9	8.2	0	14.5	12.1	2.4	0		96.4
	2.4	41.2	1.8	15.1	8.6	0	14.7	12.1	1.9	1.7		97.1
	2.5	41.6	1.9	16.2	8.6	0	14.1	12.1	2.1	1.9		98.5
	2.2	40.0	1.7	16.2	8.1	0	14.1	11.4	2.1	1.8		95.4

forts.

TABELL D5; KJEMISKE ANALYSER, FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^{tot}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl ₂ O	Sum
HQ-79-42	3	43.8	Sp	15.5	11.7	0	12.0	11.5	1.3	0	0.1	95.9
OL 2022B	2.8	48.9	0.0	10.6	9.3	0.0	15.7	11.9	0.9	0.3		97.6
HQ-79-69	2.5	44.4	0.3	12.9	11.5	Sp	12.7	12.1	1.2	0.9		96.0
	2.6	45.3	0.4	13.5	11.0	0.6	12.6	12.1	1.4	0.6		97.2
HQ-79-67	1.1	41.5	0.9	14.1	14.3	Sp	10.9	12.0	1.6	1.1		96.4
	1.2	45.6	0.4	10.7	14.1	0	13.0	12.1	1.4	0.6		97.9
	1.2	45.4	0.4	10.5	13.6	0.4	13.2	12.1	1.4	0.7	Sp	97.7
	1.3	46.2	0.4	10.5	12.0	Sp	13.2	12.2	1.1	0.6	Sp	96.2

TABELL D5, FORTS.

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 23 OKSYGEN.

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na	K	Cl
IB-79-24	3.1	6.82	0.05	1.13	0.79	1.00	0	3.34	1.86	0.28	0.03	0
	3.2	6.77	0.06	1.17	0.82	0.99	0	3.31	1.84	0.36	0.04	0
	3.4	6.58	0.05	1.38	0.87	1.04	0	3.28	1.79	0.46	0.04	0
	3.5	7.09	0.03	0.88	0.57	0.90	0	3.71	1.81	0.26	Sp	0
IB-79-25	3.3	6.01	0.20	1.80	0.96	0.86	0	3.24	1.83	0.66	0.31	0
	3.4	6.02	0.17	1.81	1.04	0.84	0	3.22	1.78	0.72	0.30	0
IB-79-27	2.1	6.22	0.23	1.55	0.86	1.57	0	2.58	1.83	0.54	0.20	0.12
	2.2	6.09	0.21	1.70	0.85	1.63	0	2.56	1.85	0.64	0.19	0.14
IB-79-37C	2.3	5.77	0.39	1.84	1.18	1.77	0	2.03	1.85	0.53	0.43	0
	2.4	5.72	0.39	1.89	1.17	1.82	0	1.96	1.87	0.52	0.49	0
	2.4	5.70	0.32	1.71	1.48	1.79	0	2.06	1.73	0.61	0.43	0.09
	2.3	5.73	0.35	1.91	1.13	1.76	0	2.04	1.83	0.65	0.45	0.07
	4.1	5.79	0.31	1.90	1.11	1.87	0	2.01	1.84	0.51	0.48	0.09
	4.2	5.70	0.31	1.99	1.09	1.89	0	2.04	1.83	0.67	0.45	0.08
HE 22 01	1.1	5.99	0.19	1.83	0.942	1.26	0	2.91	1.84	0.44	0.39	0.12
	1.2	5.95	0.18	1.86	0.946	1.22	0	2.93	1.84	0.57	0.39	0.10
	1.3	5.95	0.18	1.87	0.85	1.27	0	2.92	1.88	0.54	0.41	0.12
	5.1	5.99	0.14	1.87	0.87	1.19	0	3.05	1.83	0.62	0.38	0.09
	5.2	5.98	0.20	2.01	0.75	1.33	0	2.80	1.87	0.41	0.39	0.11
OL 2041	3.4	6.06	0	1.94	1.11	1.92	0	2.08	1.88	0.99	0.15	0.08
	4.1	6.08	0.25	1.67	0.95	1.99	0	2.07	1.89	0.37	0.32	0.08
	4.2	6.03	0.17	1.80	1.01	2.01	0	2.09	1.82	0.52	0.28	0.09
	4.3	6.06	0.13	1.80	1.05	2.02	0	1.99	1.86	0.54	0.26	0.09
HQ-79-94	3.1	6.14	0.15	1.72	0.94	0.69	0	3.39	1.95	0.61	0.14	0
	3.2	6.17	0.14	1.69	0.97	0.64	0	3.40	1.95	0.51	0.14	0
F2	3.1	6.77	0.09	1.14	0.60	1.71	0	2.79	1.89	0.34	0.15	0
	3.2	6.54	0.10	1.36	0.78	1.68	0	2.62	1.86	0.38	0.23	0
	3.3	6.61	0.09	1.30	0.74	1.70	0.04	2.60	1.93	0.28	0.20	0
	3.4	6.73	0.10	1.17	0.69	1.66	0	2.73	1.88	0.34	0.18	0
F3	2.1	6.63	0.08	1.30	0.77	1.44	0	2.94	1.84	0.42	0.08	0
	2.1	6.66	0.07	1.27	0.78	1.40	0	2.92	1.85	0.42	0.10	0.03
	2.6	6.54	0.07	1.38	0.87	1.42	0	2.80	1.89	0.39	0.10	0

forts.

TABELL D5; STRUKTURFORMEL, FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na	K	Cl
HQ-79-3	1.6	6.16	0	1.84	1.34	1.37	0	2.49	1.74	0.48	0.08	0
	1.7	6.04	0.06	1.90	1.37	1.43	0	2.35	1.76	0.50	0.09	0
	1.7	5.98	0.05	1.98	1.35	1.40	0	2.34	1.78	0.58	0.09	0
	2.1	6.03	0.36	1.61	1.29	1.38	0	2.42	1.79	0.40	0.05	0.05
	2.2	6.16	0.07	1.77	1.20	1.35	0	2.52	1.81	0.41	0.07	0.06
	XX	6.19	0	1.81	1.17	1.36	0	2.63	1.74	0.52	0.08	0.07
IB-79-43	1.1	6.32	0.10	1.58	0.84	1.40	0	2.83	1.90	0.45	0.22	0
	3B.1	6.42	0.09	1.49	0.77	1.42	0	2.92	1.96	0.35	0.16	0
	3B.2	7.29	0.07	0.64	0.45	1.06	0	3.56	1.87	0.21	0.05	0
	1.1	6.24	0.15	1.62	0.80	1.37	0	2.91	1.87	0.52	0.22	0.03
	1.2	6.24	0.12	1.65	0.86	1.38	0	2.93	1.80	0.52	0.18	0.03
	1.3	6.32	0.13	1.56	0.93	1.31	0	2.84	1.82	0.45	0.23	0.05
HQ-79-24	5B	6.70	0.11	1.19	0.81	1.21	0	3.26	1.71	0.24	0.07	
HQ-79-25A	6A	7.94	0	0.06	0.03	0.72	0.05	4.66	1.49	0	0	
	3B	6.75	0	1.25	0.72	1.58	0.04	2.80	1.92	0.27	0.04	
	6B	7.86	0	0.14	0	0.74	0.04	4.51	1.68	0.17	0	
	3H	6.54	0	1.46	0.96	1.68	0.04	2.51	1.89	0.24	0.08	
	6C	7.36	0	0.64	0.26	1.02	0.04	3.81	1.92	0.15	0	
	6D	7.50	0.03	0.47	0.17	1.03	0.10	4.70	1.06	0.14	0	
HQ-79-30	3.2	6.96	0.04	1.00	0.66	1.10	0	3.40	1.87	0.25	0	0
	3.1	6.45	0.22	1.33	0.67	1.04	0	3.43	1.86	0.41	0.17	0.03
	2.3	6.39	0.14	1.47	0.79	1.25	0	3.16	1.83	0.43	0.16	0
	2.2	6.23	0.15	1.56	1.20	1.14	0	2.77	1.83	0.40	0.15	0
	1.8	6.64	0.03	1.33	0.83	2.00	0	3.17	1.85	0.35	0	0
	1.7	6.40	0.19	1.41	0.82	0.94	0	3.38	1.85	0.37	0.17	0
	1.6	6.36	0.19	1.45	0.77	1.05	0	3.37	1.88	0.35	0.15	0.04
HQ-79-38	2.1	5.98	0.23	1.79	0.96	1.07	0	3.14	1.93	0.65	0	
	2.2	6.00	0.22	1.78	0.98	1.01	0	3.10	1.92	0.62	0	
	2.1A	6.01	0.19	1.80	0.94	0.99	0	3.10	1.89	0.70	0.31	
	2.3	5.98	0.22	1.80	0.92	1.00	0	3.12	1.88	0.66	0.31	
	2.4	6.08	0.20	1.72	0.85	1.05	0	3.17	1.88	0.54	0.31	
	2.5	6.00	0.21	1.79	0.96	1.04	0	3.04	1.88	0.59	0.36	
	2.2	5.94	0.20	1.86	0.99	1.01	0	3.13	1.82	0.62	0.33	
HQ-79-42	3	6.42	Sp	1.58	1.10	1.44	0	2.63	1.80	0.37	0	0.03
OL 2022B	2.8	6.96	0	1.04	0.74	1.11	0	3.32	1.82	0.24	0.06	

forts.

TABELL D5; STRUKTURFORMEL, FORTS.

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na	K	Cl
HQ-79-69	2.5	6.56	0.03	1.41	0.83	1.43	0	2.81	1.92	0.36	0.17	
	2.6	6.59	0.05	1.36	0.96	1.34	0	2.73	1.89	0.38	0.12	
HQ-79-67	1.1	6.25	0.10	1.74	0.76	1.80	0	2.44	1.94	0.46	0.22	
	1.2	6.70	0.05	1.25	0.60	1.73	0	2.84	1.91	0.41	0.12	
	1.2	6.68	0.05	1.27	0.56	1.68	0	2.89	1.91	0.40	0.13	0
	1.3	6.80	0.05	1.15	0.67	1.48	0	2.91	1.93	0.31	0.12	0

TABELL D6. ORTHOPYROKSEN FRA PRØVE HQ-79-25B

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^{tot}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	Sum
53.5	0.2	3.7	11.8	0.2	29.9	0.3	0.2	99.8
55.7	0.0	3.4	11.9	0.2	30.3	0.4	0.2	102.1

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 6 OKSYGEN

Si	Ti	Al	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na
1.90	0.01	0.15	0.35	0.01	1.58	0.01	0.01
1.93	0.00	0.14	0.34	0.01	1.57	0.02	0.01

TABELL D7. OLIVIN FRA PRØVE HQ-79-25B

Punkt	SiO ₂	FeO ^{tot}	MnO	MgO	Sum
3.1	40.5	18.3	tr	43.0	101.8
3.2	41.8	18.1	tr	43.1	103.0

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 4 OKSYGEN

Punkt	Si	Fe ²⁺	Mn	Mg
3.1	1.00	0.38	o	1.59
3.2	1.01	0.37	0	1.60

TABELL D8. KJEMISKE ANALYSER AV SPINELL
FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	Sum
IB-79-25	2.2	67.0	3.1	14.1	17.7	101.9
HQ-79-33	8.1	66.0	3.0	15.3	16.7	101.0
HQ-79-34	3.4	63.4	2.4	21.2	13.8	100.8
	3.5	64.9	1.1	21.3	14.0	101.3
	3.8	64.9	3.1	19.7	14.2	102.2
	2.1	63.6	1.6	21.0	13.8	100.0

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 24 KATIONER

Prøvenr.	Pkt.	Al	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg
IB-79-25	2.2	15.85	0.15	2.70	5.30
HQ-79-33	8.1	15.87	0.14	2.92	5.07
HQ-79-34	3.4	15.62	0.38	3.70	4.30
	3.5	15.83	0.18	3.68	4.32
	3.8	15.75	0.25	3.63	4.37
	2.1	15.75	0.23	3.68	4.32

TABELL D9. KJEMISKE ANALYSER AV SKAPOLITT
FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl ₂ O	Sum
HE 22 27	3.1	46.8	27.0	16.5	4.1	0.2	0.7	95.3
	3.2	48.0	26.9	16.3	4.5	0	0.9	96.6
IB-79-37C	3.1	45.5	28.6	18.6	2.9	0.5	0.5	96.6
	3.2	45.2	28.2	18.3	3.0	0.5	0.5	96.2
	5.1	45.3	27.9	17.6	2.9	0.4	0.6	94.1
	5.1	45.0	28.1	18.0	2.8	0.5	0.5	94.9
	6.1	45.4	28.4	17.9	2.9	0.5	0.5	95.6

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 24.5 OKSYGEN

Prøvenr.	Pkt.	Si	Al ^{IV}	Ca	Na	K	Cl
HE 22 27	3.1	7.21	4.80	2.66	1.19	0.04	0.15
	3.2	7.20	4.76	2.61	1.32	0	0.19
IB-79-37C	3.1	6.73	4.99	2.94	0.83	0.10	0.10
	3.2	6.76	4.97	2.94	0.88	0.09	0.09
	5.1	6.84	4.95	2.84	0.84	0.08	0.12
	5.1	6.77	4.97	2.90	0.82	0.10	0.11
	6.1	6.77	5.00	2.87	0.85	0.09	0.10

TABELL D10. KJEMISKE ANALYSER AV CHLORITT
FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	Sum
Kc	25	27.7	0	22.9	14.4	0	22.6	87.6
HQ-79-25A	5A	27.9	0	21.9	14.4	0.4	24.2	88.8
	5B	28.0	0	21.3	14.5	0	23.8	87.6
	3A	27.3	0	23.0	15.5	0.5	22.1	88.7
OL 2009	3.4	27.6	0	23.6	12.6	0	24.3	88.1
OL 2019	3.1	26.8	0	23.3	16.9	Sp	20.7	87.7
HQ-79-69	1.7	28.1	0.3	20.7	14.2	0	23.5	86.8
	1.8	28.6	0	21.1	14.3	Sp	23.7	87.8
HQ-79-70	4.1	26.7	0	21.8	16.1	0.3	21.3	86.2
	4.2	26.6	0	21.7	15.6	0.4	21.8	86.1

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 28 OKSYGEN

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mn	Mg
Kc	25	5.49	0	2.51	2.83	2.39	0	6.65
HQ-79-25A	5A	5.44	0	2.56	2.48	2.34	0.07	7.03
	5B	5.54	0	2.46	2.51	2.41	0	7.01
	3A	5.44	0	2.56	2.79	2.58	0.09	6.55
OL 2009	3.4	5.40	0	2.60	2.84	2.05	0	7.09
OL 2019	3.1	5.40		2.60	2.91	2.82	0	6.20
HQ-79-69	1.7	5.61	0.04	2.35	2.51	2.36	0	6.98
	1.8	5.66	0	2.34	2.58	2.37	0	7.00
HQ-79-70	4.1	5.43	0	2.57	2.65	2.75	0.06	6.45
	4.2	5.41	0	2.59	2.62	2.65	0.08	6.62

TABELL D11. KJEMISKE ANALYSER AV BIOTITT FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sum
IB-79-25	3.5	36.7	2.6	18.1	6.1	0	20.2	0.2	0.5	9.5	93.9
IB-79-37C	4.3	35.2	5.4	16.9	18.2	0	11.3	Sp	0.3	9.3	96.8
	4.4	35.6	5.2	17.0	16.6	0	12.5	Sp	0.4	9.7	96.8
HQ-79-69	1.1	38.4	2.4	18.7	11.5	0	16.0	Sp	0	9.4	96.4
	1.2	38.1	1.8	18.5	10.9	0	15.9	0	Sp	9.2	94.7
	1.3	38.3	2.3	18.5	11.5	0	16.2	0.4	Sp	8.8	96.3

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 22 OKSYGEN

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na	K
IB-79-25	3.5	5.34	0.28	1.35	1.76	0.74	0	4.38	0.03	0.13	1.76
HQ-79-37C	4.3	5.27	0.60	2.13	0.85	2.27	0	2.53	0	0.10	1.77
	4.4	5.28	0.58	2.14	0.84	2.06	0	2.76	0	0.10	1.84
HQ-79-69	1.1	5.51	0.26	2.23	0.94	1.38	0	3.42	0	0	1.72
	1.2	5.56	0.20	2.24	0.94	1.33	0	3.47	0	0	1.71
	1.3	5.51	0.25	2.24	0.90	1.38	0	3.46	0.06	0	1.62

TABELL D12. KJEMISKE ANALYSER AV MUSKOVITT
FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^{tot}	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sum
HE 22 20	2.3	45.9	0.6	34.2	1.8	1.3	0.2	0.8	10.0	94.8
	2.4	46.0	0	33.9	1.5	1.3	0	0.5	10.3	93.5
Kc	1.1	46.9	0	36.9	0.4	0.7	0	0.8	9.9	96.1
	2.4	47.1	0.6	34.6	0.8	1.7	0	0.6	10.4	95.8
HQ-79-24	3C	48.0	0	32.7	2.0	1.5	2.4	0.9	9.6	97.1
IB-79-29	4X	47.2	0	35.9	0.9	1.0	0	0.5	8.7	94.8
OL 2019	2.2	46.2	0.6	34.0	1.5	1.7	0	0.6	10.7	95.3
	2.4	48.1	0.6	34.0	1.5	1.7	0	0.4	10.2	96.4
HQ-79-69	6.1	48.5	0	33.6	0.8	1.9	0	0.4	8.6	93.8
	6.2	48.3	0	34.1	1.2	2.2	0	0.4	8.8	95.0

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 22 OKSYGEN

Prøvenr.	Pkt.	Si	Ti	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe ²⁺	Mg	Ca	Na	K
HE 22 20	2.3	6.16	0.06	1.79	3.62	0.20	0.26	0.03	0.21	1.72
	2.4	6.21	0.02	1.77	3.62	0.16	0.27	0.02	0.14	1.77
Kc	1.1	6.15	0	1.85	3.84	0.05	0.13	0	0.21	1.66
	2.4	6.20	0.06	1.74	3.64	0.04	0.34	0	0.15	1.74
HQ-79-24	3C	6.29	0	1.71	3.35	0.22	0.30	0.34	0.22	1.61
IB-79-29	4X	6.26	0	1.74	3.80	0.10	0.20	0	0.13	1.46
OL 2019	2.2	6.17	0.06	1.77	3.59	0.17	0.34	0	0.16	1.82
	2.4	6.31	0.06	1.63	3.62	0.17	0.32	0	0.11	1.71
HQ-79-69	6.1	6.43	0	1.57	3.67	0.09	0.37	0	0.10	1.45
	6.2	6.35	0	1.65	3.64	0.13	0.44	0	0.11	1.48

TABELL D13 . KJEMISKE ANALYSER AV MARGARITT
FRA JOTUNDEKKETS ANORTHOSITTER

Prøvenr.	Pkt.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Sum
IB-79-29	4.1	36.6	26.3	2.7	2.3	22.3	90.2
	4.1	36.3	26.3	2.8	2.5	22.0	89.9
	4.2	36.8	26.4	2.3	3.1	22.5	91.1

STRUKTURFORMEL BASERT PÅ 22 OKSYGEN

Prøvenr.	Pkt.	Si	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Fe	Mg	Ca
IB-79-29	4.1	5.35	2.65	1.92	0.35	0.55	3.48
	4.1	5.39	2.60	1.96	0.34	0.50	3.51
	4.2	5.35	2.65	1.88	0.28	0.67	3.50

Appendiks E

Analyser av volatiler i to anorthosittprøver.

Tabell E1. Analyser av flyktige komponenter i håndseparert plagioklas fra to anorthosittprøver fra Mjølfjell.

Innveiet	H-78-6 Hvit 2.88 g			H-78-73 Mørk 6.88 g		
	H ₂ O (mg)	CO ₂ (mol)	IKG ^{*)} CO (mol)	H ₂ O (mg)	CO ₂ (mol)	IKG ^{*)} CO (mol)
400°C	1.74 mg	$1.7 \cdot 10^{-6}$	$7.4 \cdot 10^{-7}$	11.00 ^{*)}	-	$7.00 \cdot 10^{-7}$
/g	0.60	$5.9 \cdot 10^{-7}$	$2.5 \cdot 10^{-7}$	1.60		$1.0 \cdot 10^{-7}$
600°C	2.13 mg	$6.0 \cdot 10^{-7}$	$1.5 \cdot 10^{-6}$	2.38	$6.97 \cdot 10^{-6}$	$2.93 \cdot 10^{-6}$
/g	0.74	$2.1 \cdot 10^{-7}$	$5.2 \cdot 10^{-7}$	0.35	$10.1 \cdot 10^{-7}$	$4.3 \cdot 10^{-7}$
800°C	3.72 mg	$4.2 \cdot 10^{-7}$	$2.3 \cdot 10^{-6}$	1.85	$4.25 \cdot 10^{-6}$	$3.58 \cdot 10^{-6}$
/g	1.29	$1.5 \cdot 10^{-7}$	$8.0 \cdot 10^{-7}$	0.27	$6.2 \cdot 10^{-7}$	$5.2 \cdot 10^{-7}$
1000°C	2.50 mg	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$1.8 \cdot 10^{-7}$	2.89	$2.60 \cdot 10^{-6}$	$3.40 \cdot 10^{-6}$
/g	0.87	$6.9 \cdot 10^{-7}$	$0.6 \cdot 10^{-7}$	0.42	$3.8 \cdot 10^{-7}$	$4.9 \cdot 10^{-7}$
Sum	3.50	$16.4 \cdot 10^{-7}$	$16.3 \cdot 10^{-7}$	2.64	$20.1 \cdot 10^{-7}$	$15.4 \cdot 10^{-7}$
g		$7.22 \cdot 10^{-5}$	$4.56 \cdot 10^{-5}$		$8.84 \cdot 10^{-5}$ g	
vekt %	0.350	0.0072	0.005	0.264	0.0088	0.004

*) IKG: Ikke kondenserbare gasser, hovedsakelig CO.

Appendiks F

Beregninger av fordelingskoeffisient K_D for Fe og Mg mellom granat og clino-pyroksen, og tilhørende overslag over ekvilibreringstemperaturer. Temperaturoverslagene er basert på Ellis & Green's (1979) kalibrering.

Tabell F1. Fordelingskoeffesienter for Fe/Mg mellom granat og clinopyroksen, og beregnete ekvilibrerings-temperaturer.

Prøvenr.	Kant/ kjerne	Pkt. Ga	Cpx	X _{Ca} ^{Ga}	K _D (Fe ^{II} _{cpx})	T(°K)	K _D (Fe ^{tot} _{cpx})	T(°K)
IB-79-25	kant	3.1	4.3	0.149	10.20	852	4.25	1075
IB-79-27	kant	4.2	1.3	0.173	6.50	974	4.40	1086
	kjerne	5.3	1.1	0.196	4.55	1075	3.33	1178
HQ-79-20	kant	4.3	1A	0.138	12.00	813	2.57	1253
	ka/kj	4.3	1B	0.138	2.57	1253	2.25	1314
HQ-79-24	kjerne	2A	6A	0.147	2.70	1241	Fe ^{II} =Fe ^{tot}	
	kjerne	2A	6B	0.147	2.60	1257		
HQ-79-25A	kant	4D	4A	0.190	5.00	1061	3.68	1163
	kant	4F	4B	0.185	5.54	1026	3.79	1147
	kant	5E	5D	0.177	4.44	1087	3.25	1197
HQ-79-33	kjerne	7.1	3.1	0.219	9.40	921	2.14	1433
	kjerne	7.1	3.2	0.219	23.50	755	2.61	1334
	kjerne	7.1	6.1	0.219	3.92	1168	2.24	1409
HQ-79-34	kjerne	4.2	3.1	0.177	6.16	991	3.07	1219
	kjerne	4.2	3.7	0.177	5.10	1044	2.71	1272
	kjerne	1.1	3.1	0.203	5.86	1026	2.73	1299
	kant	1.2	2.3	0.198	30.33	706	2.67	1301
HQ-79-38	kant	5.1	1.2	0.205	6.55	998	2.88	1274
	kjerne	5.3	1.1	0.201	4.36	1115	1.66	1561
	kjerne	5.3	1.3	0.201	9.60	903	2.18	1402
	kant	5.2	1.2	0.195	7.27	963	3.20	1221
HQ-79-88	kjerne	7.1	6.2	0.269	3.52	1257	2.08	1506
	kant	7.2	6.1	0.199	3.41	1200	2.21	1393
HQ-79-93	kjerne	2.1	1.9	0.204	4.35	1118	2.46	1345
	kant	2.2	1.10	0.202	5.05	1069	3.53	1190
OL 2022B	kjerne	2.6	3.5	0.177	3.28	1193	2.65	1281
	ka/kj	2.7	4.1	0.162	5.67	1001	3.40	1164
HE 2201	kjerne	4.1	3.1	0.182	3.85	1139	2.39	1335
	kj/ka	4.1	3.5	0.182	12.65	834	2.55	1304
105	kjerne	4.4	1.4	0.188	3.33	1198	2.50	1320
	kj/ka	4.4	1.2	0.188	3.68	1161	2.18	1387

Appendiks G

Analyser av hovedelementer for
Jotundekketts anorthosittiske
bergarter.

Tabell G1. Hovedelementanalyser av anorthosittiske bergarter fra Jotundekket. Prøver merket med ★ er plottet i kartbilag 03-19.
 Provins I, Offerdal - Kinsedal.

Lnr.	Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
1★	105	51.01	23.77	1.10	0.15	3.40	10.14	3.90	0.51	0.05	0.02	3.98	98.00
2★	127	55.86	27.59	0.63	0.17	0.13	9.26	5.40	0.72	0.03	0.07	0.43	100.90
3★	129	52.88	29.81	0.14	0.40	0.23	11.57	4.80	0.26	0.01	0.01	0.23	100.30
4★	132	51.07	27.97	0.78	0.07	1.84	11.09	4.00	0.41	0.03	0.04	0.64	97.94
5★	252	52.87	27.89	0.10	0.13	0.57	10.63	5.10	0.66	0.02	0.04	1.11	99.10
6★	287	53.30	27.56	0.57	0.07	0.70	10.37	4.80	0.52	0.02	0.02	0.59	98.50
7★	814	49.85	31.36	0.30	0.03	0.73	13.74	3.30	0.29	0.02	0.01	0.30	99.90
8★	1102	52.37	27.67	0.91	0.23	0.54	10.26	3.10	0.27	0.03	0.05	0.52	99.00
9★	OL-79-2009	49.14	31.63	0.81	0.08	0.46	14.37	3.30	0.37	0.01	0.05	0.12	100.30
10★	OL-79-2019	51.23	31.12	0.58	0.11	0.24	13.45	3.50	0.29	0.01	0.02	0.12	101.00
11★	OL-79-2020	51.04	31.46	0.40	0.05	0.14	13.57	3.30	0.22	0.01	0.02	0.09	100.36
12★	OL-79-2021	52.39	30.87	0.38	0.06	0.34	13.23	4.00	0.16	0.01	0.01	0.22	101.70
13	OL-79-2022	51.86	24.32	1.76	1.08	1.36	9.18	5.00	1.52	0.06	0.26	3.35	99.30
14★	OL-79-2022B	52.23	27.68	1.04	0.12	1.65	11.09	4.20	0.32	0.03	0.03	1.60	100.10
15★	OL-79-2023	50.66	31.62	0.50	0.08	0.41	13.99	3.80	0.20	0.01	0.02	0.21	101.50
16	OL-79-2023B	49.77	31.65	0.29	0.03	0.17	13.88	4.00	0.29	0.01	0.02	0.07	100.20
17★	OL-79-2025	55.09	28.07	0.75	0.20	0.24	10.73	4.80	0.71	0.01	0.02	0.45	101.10
18★	OL-79-2026	53.11	29.27	0.60	0.13	0.43	11.74	5.20	0.14	0.02	0.03	0.43	101.20
19★	OL-79-2027	49.80	31.57	0.34	0.08	0.28	14.32	3.30	0.15	0.01	0.01	0.16	100.00
20★	OL-79-2028	52.74	26.50	0.88	0.04	2.96	10.95	4.80	0.21	0.03	0.01	1.53	100.70
22★	OL-79-2029	51.44	30.70	0.32	0.08	0.21	13.02	4.20	0.34	0.01	0.02	0.21	100.60
23★	OL-79-2041	52.41	28.56	0.84	0.20	0.88	11.39	4.80	0.41	0.02	0.04	1.11	100.70
24★	OL-79-2042	50.50	32.38	0.15	0.02	0.17	14.09	3.70	0.14	0.01	0.01	0.07	101.20
26★	HE-79-2206	51.03	30.76	0.52	0.06	0.21	13.23	4.00	0.24	0.01	0.02	0.14	100.30
27★	HE-79-2207	50.63	32.08	0.34	0.05	0.23	14.36	3.40	0.16	0.01	0.01	0.35	101.70
28★	HE-79-2213	51.69	30.66	0.35	0.02	0.26	12.80	4.10	0.12	0.01	0.02	0.16	100.30
29★	HE-79-2214	50.14	30.70	1.15	0.02	0.27	14.55	3.30	0.29	0.01	0.02	0.17	100.70
30★	HE-79-2220	52.85	30.44	0.43	0.10	0.15	12.46	4.50	0.18	0.01	0.02	0.24	101.40
32	HQ-79-66	50.99	31.76	0.40	0.05	0.23	13.80	4.10	0.27	0.01	0.02	0.17	101.80
34	HQ-79-68	50.15	31.82	0.45	0.06	0.37	14.47	4.10	0.20	0.01	0.03	0.17	101.80
35★	HQ-79-69	50.10	31.51	0.52	0.07	0.57	14.41	3.20	0.19	0.01	0.02	0.31	100.90
36	HQ-79-70	50.19	32.08	0.35	0.04	0.27	14.36	3.40	0.15	0.01	0.02	0.16	101.30
37	HQ-79-71	50.01	30.84	0.40	0.05	0.43	14.17	3.30	0.17	0.01	0.01	0.23	99.63
	\bar{X}	51.56	29.81	0.58	0.13	0.64	12.59	4.12	0.33	0.02	0.03	0.60	100.41
	σ	1.56	2.25	0.35	0.19	0.78	1.69	0.67	0.20	0.01	0.04	0.89	1.04

Tabell G1, forts.

Provins II, Kaupanger - Sogndal

Lnr.	Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
38★	IB-79-22	53.06	28.27	0.67	0.11	1.27	11.36	4.30	0.25	0.03	0.02	1.06	100.90
39★	IB-79-23A	51.25	26.02	0.70	0.41	1.01	11.41	4.40	0.31	0.04	0.03	2.48	100.10
40	IB-79-23B	39.24	17.69	2.45	5.24	6.34	11.22	0.30	0.05	0.24	0.07	14.12	98.06
41★	IB-79-24	51.05	30.75	0.33	0.05	1.15	13.74	3.90	0.22	0.01	0.02	0.66	101.90
42★	IB-79-25	58.86	16.68	0.00	0.06	6.49	8.56	3.10	0.16	0.04	0.32	4.18	99.10
43★	IB-79-27	48.12	32.03	0.28	0.09	0.55	15.52	2.50	0.09	0.01	0.02	0.75	100.30
44★	IB-79-28	50.32	31.26	0.29	0.05	0.29	13.92	3.30	0.06	0.01	0.01	0.24	99.78
45★	IB-79-29	49.71	32.91	0.25	0.04	0.21	15.12	3.10	0.22	0.01	0.02	0.09	101.70
46★	IB-79-30	49.39	32.39	0.18	0.05	0.42	15.29	3.00	0.12	0.01	0.02	0.28	101.10
47★	IB-79-35	51.68	30.65	0.13	0.06	0.29	13.04	4.20	0.27	0.01	0.02	0.28	100.63
48★	IB-79-36	50.25	30.79	0.34	0.11	1.02	14.08	3.90	0.31	0.02	0.03	0.92	101.80
49	IB-79-37A	49.54	32.62	0.20	0.03	0.17	14.86	3.20	0.11	0.01	0.32	0.14	100.90
50	IB-79-37B	53.67	29.68	0.29	0.11	0.18	11.67	5.40	0.44	0.01	0.02	0.17	101.60
51★	IB-79-37C	53.47	30.14	0.16	0.07	0.14	11.96	5.10	0.37	0.01	0.03	0.17	101.60
52★	S-42D	54.24	28.59	0.19	0.06	0.20	10.81	5.60	0.19	0.01	0.03	0.14	100.10
53★	S-43	54.90	28.78	0.24	0.07	0.20	10.89	6.20	0.23	0.01	0.03	0.14	101.70
	\bar{X}	51.17	28.82	0.45	0.45	1.25	12.72	3.93	0.21	0.03	0.03	1.61	100.67
	σ	4.16	4.80	0.58	1.44	2.06	2.02	1.34	0.11	0.06	0.01	3.51	1.09

Tabell G1, forts.

Provins III, Aurlandsfjorden - Bleia - Lærdal.

Lnr.	Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
54★	HQ-79-10	50.90	30.36	0.50	0.06	0.31	13.34	3.90	0.10	0.01	0.01	0.26	99.50
55★	HQ-79-11	50.61	29.20	0.57	0.05	1.16	13.08	4.10	0.10	0.02	0.02	0.52	99.50
56★	HQ-79-12	49.64	31.15	0.36	0.03	0.66	14.35	3.30	0.10	0.01	0.02	0.26	99.90
57	HQ-79-13	49.36	32.07	0.27	0.03	0.15	15.04	3.00	0.07	0.01	0.02	0.10	100.10
58★	HQ-79-15	50.10	31.13	0.39	0.03	0.81	14.20	3.50	0.12	0.01	0.01	0.31	100.60
59★	HQ-79-16	48.15	30.89	0.50	0.07	1.09	15.15	2.40	0.10	0.02	0.01	0.75	99.10
61★	HQ-79-21	48.46	31.17	0.45	0.06	0.70	15.36	2.50	0.11	0.01	0.02	0.36	99.20
62★	HQ-79-22	50.79	28.92	0.47	0.06	1.44	12.88	3.70	0.13	0.02	0.02	0.56	99.00
63★	HQ-79-23	49.49	30.26	0.52	0.03	1.20	14.07	3.10	0.09	0.02	0.02	0.51	99.40
64★	HQ-79-24	49.58	32.15	0.24	0.03	0.16	14.80	3.10	0.07	0.01	0.03	0.10	100.30
66★	HQ-79-26	49.76	29.29	0.56	0.03	1.76	13.60	3.50	0.12	0.02	0.02	0.73	99.40
68★	HQ-79-30	49.40	29.75	0.59	0.05	1.19	13.52	3.30	0.15	0.02	0.03	0.66	99.20
69★	HQ-79-33	50.07	28.13	0.68	0.06	1.70	12.21	3.90	0.18	0.02	0.01	1.11	98.10
70★	HQ-79-34	47.67	24.14	1.01	0.06	6.96	11.06	2.90	0.18	0.05	0.02	2.76	97.59
71★	HQ-79-35	53.00	28.59	0.19	0.09	0.17	11.00	5.20	0.25	0.01	0.03	0.23	99.00
72★	HQ-79-38	49.74	28.28	0.75	0.09	2.37	12.57	3.70	0.22	0.03	0.02	1.56	99.30
73★	HQ-79-41	50.67	30.32	0.19	0.05	0.22	13.24	4.10	0.10	0.01	0.01	0.16	99.10
74★	HQ-79-42	49.40	28.70	0.99	0.70	3.94	11.83	3.40	0.19	0.04	0.02	1.79	99.00
75★	HQ-79-43	49.17	28.55	0.50	0.06	1.72	13.41	3.50	0.18	0.02	0.03	0.78	98.30
	\bar{x}	49.79	29.55	0.54	0.09	1.46	13.41	3.51	0.13	0.02	0.02	0.71	99.23
	σ	1.17	1.94	0.37	0.15	1.62	1.28	0.64	0.05	0.01	0.01	0.68	0.72

Tabell G1, forts.

Provins IV, Fresvik - Dyrdal.

Lnr. Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
79 ★ F-1	50.00	31.10	1.72	-9	0.84	14.20	3.40	0.18	-9	-9	-9	101.40
80 ★ F-2	53.10	30.50	0.57	-9	0.24	12.50	4.70	0.25	-9	-9	-9	101.90
81 F-3	50.60	29.80	1.71	-9	1.37	13.30	3.90	0.18	-9	-9	-9	100.90
209 ★ HQ-79-61	51.84	30.94	0.31	0.06	0.37	12.82	4.90	0.15	0.01	0.02	0.26	101.70
82 ★ HQ-79-88	51.31	31.14	0.40	0.04	0.45	13.61	4.00	0.20	0.01	0.01	0.28	101.50
83 ★ HQ-79-89	50.74	30.46	0.48	0.07	0.30	13.25	4.00	0.11	0.01	0.02	0.31	100.30
84 ★ HQ-79-90	50.07	29.90	0.48	0.03	1.70	13.09	3.40	0.17	0.02	0.01	0.94	99.80
85 ★ HQ-79-91	49.66	27.94	0.95	0.17	2.40	10.88	3.70	0.94	0.03	0.02	1.44	98.13
86 ★ HQ-79-92	51.43	29.39	0.43	0.13	0.71	12.12	4.30	0.30	0.02	0.03	0.87	100.40
87 ★ HQ-79-93	51.05	31.20	0.47	0.03	0.58	13.54	4.20	0.21	0.01	0.02	0.35	101.70
88 ★ HQ-79-94	50.99	28.71	0.68	0.05	1.79	12.95	3.90	0.12	0.02	0.01	0.42	99.64
89 ★ HQ-79-95	51.51	30.57	0.32	0.06	0.51	12.99	4.40	0.32	0.01	0.02	0.56	101.30
90 HQ-79-96	50.36	30.70	0.45	0.05	1.06	13.26	3.90	0.22	0.02	0.01	0.62	100.70
91 HQ-79-97	50.89	29.88	0.52	0.04	1.45	13.04	3.90	0.21	0.02	0.01	0.93	100.70
92 ★ HQ-79-98	51.14	30.56	0.62	0.05	0.98	13.10	4.00	0.18	0.02	0.01	0.59	101.30
93 HQ-79-99	50.06	29.19	0.60	0.05	1.15	12.82	3.30	0.18	0.02	0.01	0.59	98.47
94 ★ HQ-80-60	50.20	25.19	1.10	0.11	4.15	10.51	3.70	0.47	0.05	0.02	2.79	98.00
95 ★ HQ-80-64	51.32	29.65	0.22	0.04	0.26	12.33	4.10	0.23	0.01	0.01	0.31	98.30
\bar{x}	50.87	29.76	0.69	0.07	1.20	12.79	3.99	0.28	0.02	0.02	0.79	100.46
σ	0.80	1.48	0.44	0.04	0.96	0.93	0.38	0.20	0.01	0.01	0.66	1.32

Tabell G1, forts.

Provins V, Gudvangen - Mjølfjell.

Lnr.	Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
96★	77-221	49.55	31.67	0.53	0.09	0.21	14.28	3.20	0.23	0.01	0.02	0.15	99.74
97★	77-222	49.00	31.34	0.39	0.07	0.59	13.72	3.00	0.38	0.01	0.01	0.25	98.80
98★	77-223	49.66	30.89	0.20	0.06	0.44	14.01	3.20	0.16	0.01	0.01	0.41	99.10
99★	77-224	49.58	31.90	0.47	0.09	0.31	13.97	3.30	0.35	0.01	0.02	0.10	99.70
100★	77-225	49.66	30.49	0.64	0.10	0.55	13.63	3.20	0.34	0.01	0.02	0.43	99.10
101★	A-1	49.50	31.66	0.47	0.05	0.40	14.60	3.60	0.19	0.02	0.01	0.10	100.60
102	A-2	48.95	31.32	0.59	0.09	0.60	14.13	3.20	0.40	0.02	0.03	0.17	99.50
103	A-3	49.87	31.58	0.53	0.05	0.30	14.56	3.30	0.17	0.02	0.10	0.06	100.50
104★	A-4	49.93	30.57	0.68	0.11	0.50	14.04	3.40	0.23	0.02	0.01	0.36	99.90
105	A-5	48.57	30.69	0.73	0.26	0.50	14.37	3.20	0.19	0.02	0.01	0.36	98.90
106	A-6	49.96	31.25	0.63	0.06	0.40	14.32	3.30	0.20	0.02	0.01	0.17	100.30
107★	A-7	51.10	29.76	0.87	0.05	0.30	11.58	3.90	1.38	0.03	0.01	0.10	99.10
108	A-8	51.95	29.67	0.60	0.06	0.30	12.12	4.70	0.60	0.02	0.02	0.07	100.10
109	A-9	50.46	31.84	0.33	0.06	0.31	14.27	3.20	0.30	0.10	0.01	0.16	101.04
110★	M-4	48.60	32.10	0.97	-9	0.79	15.00	3.00	0.15	-9	-9	-9	100.60
112★	M-6	48.70	32.60	0.43	-9	0.41	15.10	2.90	0.15	-9	-9	-9	100.30
114★	M-8	48.60	32.70	0.76	-9	0.40	15.30	2.80	0.13	-9	-9	-9	100.70
115★	M-9	48.70	32.30	0.77	-9	0.48	15.20	2.80	0.17	-9	-9	-9	100.40
116	M-10	49.00	32.00	0.63	-9	0.22	14.60	3.20	0.15	-9	-9	-9	99.80
117	M-12	48.80	32.30	0.90	-9	0.40	15.40	2.60	0.10	-9	-9	-9	100.50
118★	M-13	48.60	31.70	1.27	-9	0.47	14.90	3.00	0.13	-9	-9	-9	100.10
119★	M-14	48.60	32.70	0.40	-9	0.31	15.30	2.90	0.07	-9	-9	-9	100.30
120★	M-16	48.20	32.50	0.88	-9	0.64	14.70	2.50	0.22	-9	-9	-9	99.90
121★	M-17	48.50	32.60	0.90	-9	0.69	14.80	2.90	0.32	-9	-9	-9	100.70
122★	M-18	49.90	32.30	0.45	-9	0.21	14.70	3.00	0.21	-9	-9	-9	100.80
123★	M-20	49.00	32.50	0.66	-9	0.37	15.10	3.10	0.14	-9	-9	-9	100.90
124★	M-21	49.20	32.70	0.68	-9	0.32	15.20	3.10	0.14	-9	-9	-9	101.30
125★	M-22	49.10	32.50	0.60	-9	0.18	15.10	3.10	0.14	-9	-9	-9	100.70
126★	M-23	49.00	32.40	0.78	-9	0.24	15.20	2.90	0.15	-9	-9	-9	100.70
127★	M-24	49.10	32.70	0.73	-9	0.33	15.40	2.90	0.13	-9	-9	-9	101.30
128★	M-25	48.40	31.60	1.56	-9	0.66	14.40	3.00	0.42	-9	-9	-9	100.00
129★	M-26	48.30	32.10	1.16	-9	0.41	15.00	2.90	0.24	-9	-9	-9	100.10
130	M-27	49.90	31.70	0.53	-9	0.15	13.80	3.60	0.22	-9	-9	-9	99.90
131★	M-29	44.90	32.80	0.77	-9	0.32	15.20	2.90	0.19	-9	-9	-9	97.10
132★	M-30	49.00	32.80	0.47	-9	0.19	15.20	3.00	0.15	-9	-9	-9	100.80
133★	M-31	49.00	32.70	0.67	-9	0.40	15.00	2.80	0.19	-9	-9	-9	100.80
134★	M-32	48.50	32.90	0.61	-9	0.31	15.60	2.70	0.17	-9	-9	-9	100.70

forts.

Tabell G1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
135	★ M-33	48.20	31.60	0.63	-9	1.90	15.20	2.40	0.14	-9	-9	-9	100.10
136	★ M-34	48.00	30.70	2.01	-9	2.46	15.40	2.10	0.14	-9	-9	-9	100.80
137	★ M-36	48.30	30.30	1.43	-9	2.22	13.30	2.70	0.17	-9	-9	-9	98.40
138	★ M-37	48.40	31.80	1.30	-9	1.46	14.50	2.80	0.13	-9	-9	-9	100.40
139	Ka	49.00	32.40	0.58	-9	0.18	15.10	3.00	0.14	-9	-9	-9	100.40
140	★ Kb	48.70	32.10	0.76	-9	0.42	14.90	2.80	0.30	-9	-9	-9	100.00
141	★ Kc	49.00	32.80	1.13	-9	0.64	14.70	2.70	0.40	-9	-9	-9	101.40
142	Kd	49.20	31.90	1.13	-9	0.61	14.70	3.00	0.24	-9	-9	-9	100.80
143	Ke	48.80	32.40	0.59	-9	0.44	14.50	2.90	0.19	-9	-9	-9	99.80
144	Kf	48.50	32.20	1.02	-9	0.47	14.90	3.00	0.17	-9	-9	-9	100.30
145	Kg	49.00	32.60	0.63	-9	0.23	15.30	2.80	0.14	-9	-9	-9	100.70
146	Ki	49.50	32.50	0.87	-9	0.42	14.90	3.00	0.15	-9	-9	-9	101.30
147	Kj	49.00	32.80	0.67	-9	0.45	14.80	3.00	0.20	-9	-9	-9	100.80
148	Kk	49.10	32.40	0.73	-9	0.34	15.20	2.80	0.14	-9	-9	-9	-9
149	Kl	48.70	31.80	0.90	-9	0.40	15.10	3.00	0.18	-9	-9	-9	100.80
150	★ Km	49.00	32.40	1.03	-9	0.55	14.30	2.80	0.48	-9	-9	-9	100.60
151	★ Kn	49.10	32.60	0.73	-9	0.28	14.90	2.90	0.12	-9	-9	-9	100.60
152	Ko	49.00	32.50	0.71	-9	0.39	15.20	3.00	0.13	-9	-9	-9	100.90
153	Kp	48.70	32.30	0.54	-9	0.29	15.00	2.90	0.16	-9	-9	-9	99.90
154	Kq	48.70	31.90	1.02	-9	0.56	15.00	3.00	0.13	-9	-9	-9	100.30
155	Kr	48.80	30.70	0.96	-9	0.51	14.70	2.90	0.16	-9	-9	-9	98.70
156	Ks	48.30	30.80	2.37	-9	1.52	14.60	2.80	0.24	-9	-9	-9	100.60
157	Kt	48.70	31.80	1.02	-9	0.42	14.80	3.00	0.11	-9	-9	-9	99.90
158	Bh1 3,3m	49.41	30.45	0.23	0.04	0.20	13.81	3.60	0.56	0.02	0.01	0.14	98.50
159	Bh1 30,6m	49.40	30.99	0.53	0.04	0.30	14.11	3.30	0.30	0.02	0.01	0.24	99.20
160	Bh1 79,6m	49.14	31.35	0.36	0.08	0.30	14.67	3.00	0.16	0.01	0.03	0.11	99.30
161	Bh1 95,1m	50.04	29.67	0.64	0.07	0.40	13.36	4.20	0.45	0.03	0.02	0.19	99.10
162	★ Bh1 97,4m	49.44	31.23	0.56	0.09	0.30	14.33	3.30	0.47	0.03	0.01	0.19	99.90
163	Bh1 106,1m	49.62	31.18	0.86	0.07	0.30	14.04	4.40	0.32	0.02	0.01	0.19	100.60
164	Bh1 115,1m	49.42	30.76	0.69	0.09	0.30	14.14	3.40	0.42	0.02	0.01	0.19	99.40
165	Bh1 116,5m	49.65	30.08	0.85	0.13	0.60	13.69	4.10	0.53	0.03	0.02	0.36	100.20
166	Bh1 139,7m	49.12	31.71	0.41	0.04	0.20	14.42	2.90	0.38	0.02	0.01	0.12	99.20
167	Bh1 146,3m	49.58	31.24	0.42	0.05	0.30	14.19	3.70	0.32	0.02	0.01	0.09	99.90
168	Bh1 156,3m	49.34	31.54	0.53	0.06	0.30	14.47	3.10	0.27	0.02	0.01	0.08	99.70
169	Bh1 159,1m	49.34	31.73	0.34	0.04	0.10	14.63	3.46	0.12	0.02	0.01	0.03	99.70

Tabell G1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
170	Bh8 165,2m.	49.79	29.44	0.64	0.06	0.40	13.53	3.50	1.08	0.02	0.04	0.11	98.60
171★	Bh8 217,2m.	49.33	30.00	1.03	0.13	0.80	14.23	3.60	0.15	0.02	0.03	0.43	99.70
172★	H-78-7	49.00	33.74	0.14	0.04	0.14	15.07	3.00	0.17	0.01	0.01	0.14	101.00
173★	H-78-22	50.11	30.46	0.54	0.13	0.92	13.44	2.90	0.42	0.02	0.02	0.32	99.30
174★	H-78-23	50.03	31.46	0.15	0.03	0.30	13.70	3.40	0.15	0.02	0.02	0.22	99.50
175★	H-78-24	50.38	32.23	0.16	0.07	0.20	14.70	3.00	0.12	0.01	0.02	0.23	101.10
176★	H-78-28	49.67	29.67	0.35	0.10	2.42	13.96	2.90	0.07	0.02	0.02	0.87	100.60
177★	H-78-30	49.64	31.99	0.24	0.08	0.15	14.63	3.00	0.12	0.01	0.01	0.11	100.00
178★	H-78-33	49.61	31.98	0.25	0.10	0.10	14.22	3.20	0.19	0.01	0.02	0.05	99.70
179★	H-78-37	49.57	32.11	0.43	0.10	0.28	15.04	2.60	0.12	0.01	0.03	0.14	100.40
180★	H-78-38	49.31	31.92	0.27	0.08	0.35	14.08	3.00	0.29	0.01	0.01	0.10	99.40
181★	H-78-39	49.34	31.33	0.71	0.09	0.73	14.53	3.10	0.10	0.02	0.02	0.27	100.30
182★	H-78-43	48.59	31.75	0.49	0.07	0.44	14.83	2.70	0.18	0.02	0.01	0.11	99.20
183★	H-78-51	49.31	30.43	0.89	0.09	0.20	14.00	3.00	0.26	0.02	0.02	0.77	99.00
184★	H-78-52	48.51	27.35	1.56	0.33	2.31	14.42	2.70	0.26	0.03	0.03	1.35	98.90
185★	H-78-54	49.87	32.56	2.95	0.07	0.29	14.95	3.40	0.06	0.01	0.02	0.10	104.30
186★	H-78-66	49.18	31.44	0.36	0.15	0.31	14.41	2.80	0.20	0.02	0.01	0.10	99.00
187★	H-78-68	49.89	31.14	0.41	0.33	0.27	13.96	3.50	0.21	0.01	0.02	0.08	99.80
188★	H-78-69	49.42	31.21	0.82	0.07	0.39	13.94	3.60	0.43	0.02	0.01	0.07	99.60
189★	H-78-72	50.08	31.68	0.44	0.08	0.24	14.50	3.00	0.11	0.01	0.02	0.13	100.30
190★	H-78-73	49.76	31.38	0.34	0.11	0.33	14.70	2.80	0.16	0.02	0.02	0.32	100.00
191★	H-78-75	49.94	31.61	0.22	0.06	0.27	14.21	3.10	0.13	0.01	0.01	0.09	99.70
192	H-78-76	48.77	30.31	0.25	0.09	1.34	14.32	2.90	0.29	0.02	0.02	1.13	99.50
193	H-78-77	49.35	29.69	0.53	0.13	1.50	13.24	2.90	0.37	0.02	0.02	1.32	101.20
194	H-78-78	48.17	28.92	0.50	0.08	2.46	13.64	3.00	0.45	0.03	0.02	1.27	98.54
195	H-78-79	48.75	29.19	0.81	0.10	1.65	13.15	3.20	0.40	0.02	0.01	0.74	98.00
196	H-78-80	50.20	29.40	0.89	0.15	3.41	12.94	2.40	0.30	0.03	0.01	1.16	101.48
197	H-78-81	49.15	29.68	0.75	0.09	1.34	13.16	2.90	0.39	0.02	0.02	0.59	98.10
198	H-78-82	48.80	29.75	0.50	0.09	2.25	14.03	3.00	0.31	0.02	0.01	1.44	100.20
199	H-78-83	49.11	28.65	1.24	0.11	1.20	13.75	2.60	0.65	0.03	0.02	0.49	98.45

Tabell G1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Sum
200	H-78-84	47.74	28.61	1.15	0.15	3.41	12.90	2.80	0.43	0.03	0.03	0.97	98.22
201	H-78-85	75.19	15.26	0.24	0.02	0.14	3.80	4.20	0.73	0.03	0.02	0.13	99.80
202★	HQ-79-44	48.93	30.01	0.56	0.08	0.98	13.99	3.00	0.19	0.01	0.02	0.70	98.50
203★	HQ-79-49	48.74	29.98	0.56	0.07	1.00	14.04	3.00	0.14	0.02	0.02	0.49	98.10
204★	HQ-79-50	49.72	31.42	0.51	0.08	1.08	14.38	3.00	0.12	0.02	0.01	0.63	101.00
205★	HQ-79-51	49.90	29.97	0.60	0.15	1.49	14.27	3.20	0.12	0.01	0.01	0.92	100.60
206★	HQ-79-56	48.78	30.34	0.54	0.19	1.42	14.71	3.10	0.14	0.02	0.02	1.04	100.40
207★	HQ-79-59	49.80	31.87	0.63	0.21	0.41	14.30	3.40	0.23	0.01	0.02	0.35	101.20
208★	HQ-79-60	50.72	31.61	0.19	0.10	0.33	13.61	4.00	0.11	0.01	0.01	0.41	101.10
210	HQ-79-62	48.24	32.12	1.31	0.23	0.40	15.05	3.60	0.16	0.02	0.02	0.47	101.60
211	HQ-79-63	46.72	32.85	1.30	0.30	0.49	16.22	2.40	0.08	0.02	0.03	0.61	101.00
212★	HQ-79-79	48.72	30.99	0.86	0.37	0.69	14.34	3.10	0.12	0.03	0.04	1.53	100.80
213★	HQ-79-84	49.01	31.20	0.57	0.08	0.98	14.18	3.30	0.09	0.01	0.01	0.69	100.10
215	585-1	48.10	30.40	1.08	-?	0.79	15.20	3.70	0.09	-?	-?	-?	99.60
216	697-3	53.80	29.39	0.24	0.01	0.05	11.27	3.20	0.21	0.01	0.01	-?	100.10
	\bar{X}	49.40	31.24	0.71	0.10	0.66	14.33	3.12	0.25	0.02	0.02	0.41	100.26
	σ	2.57	1.87	0.42	0.07	0.67	1.24	0.45	0.19	0.01	0.01	0.40	0.97
<u>For samtlige prøver:</u>													
	\bar{X}	50.62	30.13	0.68	0.14	0.79	13.27	3.66	0.30	0.02	0.02	0.65	100.04
	σ	3.47	2.83	0.54	0.45	1.04	2.31	1.17	0.25	0.02	0.02	1.30	1.21

Apepdiks H

Analyser av sporelementer for
Jotundekketts anorthosittiske
bergarter.

Tabell H1. Sporelementanalyser v.hj. av røntgenfluorescens av anorthosittiske bergarter fra Jotundekket

Innholdet er målt i ppm. Nedre deteksjonsgrense er anslått til: For Ba, Ag, U, Th og Pb: 10 ppm; for Nb, Zr, Y, Sr, Rb, Zn, Cu, Ni, Cr, Mo, V og Co: 5 ppm. For Ag, U, Th, Pb og Mo lå innholdet for samtlige prøver under deteksjonsgrensene.

"-9" angir: ikke analysert. Prøvenr. merket med ★ er plottet i kartbilagene 03-19.

Provins I, Offerdal - Kinsedal

Lnr.	Prøvenr.	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Ba	Co
1★	105		22		808		39	28	52		13	335	20
2★	127	11	31	14	715		13					458	
3★	129	5	21	5	996		7		5			195	
4★	132		16		803		29		49			191	6
5★	252	6	23		959		17	11	26	36	8	415	
6★	287		23	6	922		19		15	56	5	443	
7★	814		21		598		17		36	6		96	
8★	1102		27	6	1100	5	17		14	12	20	265	
9★	OL-79-2009		17		705		13		10			114	
10★	OL-79-2019	5	22		692		7		7			120	
11★	OL-79-2020		17		700		6		7			116	
12★	OL-79-2021		25		684		7		11	6	5	99	
13	OL-79-2022	18	29	22	838	20	46		22	5	54	825	9
14★	OL-79-2022B		27		871		25		24			304	6
15★	OL-79-2023		20		664		13		10	8	6	107	
16	OL-79-2023B		15		711		7		6			154	
17★	OL-79-2025		24		1300		13		6		18	486	
18★	OL-79-2026	7	38	9	816		15		7		7	141	
19★	OL-79-2027	5	18		612		7		6			62	
20★	OL-79-2028		19	5	951		17		101	10		164	12
22★	OL-79-2029		23	7	661		9		6			104	
23★	OL-79-2041		23		1000		18		21	25	19	299	
24★	OL-79-2042	5	17	5	752		7					144	
26★	HE-79-2206	5	24	6	535		6		9	10		81	
27★	HE-79-2207	5	19		511		7		10	22		68	
28★	HE-79-2213	6	17		533		6		12			71	
29★	HE-79-2214	7	28		581		7		7		7	100	
30★	HE-79-2220		26	5	609		6		7			78	
32	HQ-79-66		15	5	654		9		6			109	
34	HQ-79-68		21		675		9		13	9		77	
35★	HQ-79-69	5	27	5	657		11		20	25	7	82	
36	HQ-79-70	5	20		681		9		11			84	
37	HQ-79-71	5	18		665		9		11			87	

Tabell H1, forts.

Provins II, Kaupanger - Sogndal

Lnr.	Prøvenr.	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Ba	Co
38★	IB-79-22		26		797		11		32	22	7	193	
39★	IB-79-23A	5	29	8	573		25		5		42	136	7
40	IB-79-23B	26	102	27	68		100	138	94	21	364		70
41★	IB-79-24		19	5	471		8		36			51	
42★	IB-79-25		16		690		48		293	15	9	219	48
43★	IB-79-27	6	22	6	450		8		10	17	15	43	
44★	IB-79-28		19		666		7		6			55	
45★	IB-79-29		22		467		5		7			49	
46★	IB-79-30		20	5	465		8		6	18		32	
47★	IB-79-35	6	17	5	661		*		13	7		100	
48★	IB-79-36		19	5	625		12		57	29	10	106	
49	IB-79-37A	5	16		651		6		6			55	
50	IB-79-37B	5	14		975		7		8			274	
51★	IB-79-37C		20		988				8			265	
52★	S-42D		19		927				6			84	
53★	S-43		20	5	924		8		6			86	

Provins III, Aurlandsfjorden - Bleia - Lærdal

Lnr.	Prøvenr.	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Ba	Co
54★	HQ-79-10		18		596		5		28	5		46	
55★	HQ-79-11		21		475		12		51	73	10	70	
56★	HQ-79-12		21		443		7		46			42	
57	HQ-79-13		23		435		7		6			28	
58★	HQ-79-15		18		453		7		39			31	
59★	HQ-79-16		19	6	503		10		51	75	14	82	
61★	HQ-79-21	5	20		453		7		28	60	15	34	
62★	HQ-79-22	6	28		624		10		73	16	7	65	
63★	HQ-79-23		15		412		7		40	7		34	
64★	HQ-79-24	5	20		453				6			24	
66★	HQ-79-26		21		394		10		65	67	10	29	8
68★	HQ-79-30		21		406		10		47	6		38	
69★	HQ-79-33		23		504		11		51	6		41	6
70★	HQ-79-34		18	5	485		24		120	14		40	25
71★	HQ-79-35	5	23		564				16			120	
72★	HQ-79-38	5	20		507		10		61			56	6
73★	HQ-79-41	5	20		664				51			52	
74★	HQ-79-42	6	44	7	593		27		132			58	14
75	HQ-79-43												

Tabell H1, forts.

Provins IV, Fresvik - Dyrdal

Lnr.	Prøvenr.	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Ba	Co
209 ★	HQ-79-61		16	5	836				12			106	
82 ★	HQ-79-88		25		834		6		16	15	8	99	
83 ★	HQ-79-89		23	9	831		6		21	12	6	56	
84 ★	HQ-79-90		18		788		12		41	7		66	7
85 ★	HQ-79-91	6	26	5	534	14	25		69	12	12	213	
86 ★	HQ-79-92		16		852		16		21		6	273	
87 ★	HQ-79-93		21		836		5		16			91	
88 ★	HQ-79-94	5	16		721		6	5	55	65	12	54	
89 ★	HQ-79-95		18		876		2		6			162	
90	HQ-79-96		21		841		12		42		8	103	
91	HQ-79-97		27		786		10		45			105	
92 ★	HQ-79-98		18		760		5		2			179	
93	HQ-79-99		22		768		10		35			95	
94 ★	HQ-80-60	12	63	6	1100		28		124	-9	9	394	18
95 ★	HQ-80-64		15		841		9			-9	5	119	

Tabell H1, forts.

Provins V, Gudvangen - Mjølfjell

Lnr.	Prøvenr.	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Ba	Co
96★	77-221		12		646		11	36				114	
97★	77-222		18		516		16	30	14			115	
98★	77-223	5	19		468		13	37	12			91	
99★	77-224	6	23		607	6	11	33	6			172	5
100★	77-225		16		544		14	42	17			83	
101★	A-1		11		792		11	37	10	-9	7	41	
102	A-2		14		786	6	9	19	10	-9	8	190	
103	A-3		11		785		7	16	6	-9	6	54	
104★	A-4		18	6	589		10	22	7	-9	8	49	
105	A-5		15	5	582		9	11	6	-9	12	26	
106	A-6		13	5	604		7	14	6	-9	7	31	
107★	A-7		7		732	20	9	35	9	-9	7	476	
108	A-8		15	5	790	11	5	23	7	-9	5	217	
109	A-9		18	5	816	9	9	27	4	-9	6	131	
158	Bh1 3,3m		15		591	12	12	23				160	
159	Bh1 30,6m	5	14		565	6	14	51	6			109	
160	Bh1 79,6m	5	18		515		9	29				71	
161	Bh1 95,1m	5	22		873	18	9	42	10		7	186	
162★	Bh1 97,4m		24		713	20	12	38	8		8	127	
163	Bh1 106,1m		21		591	7	9	33	6			157	
164	Bh1 115,1m		21		595	5	13	33	10		6	238	
165	Bh1 116,5m	4	22		605	11	17	39	13		11	216	
166	Bh1 139,7m		22		602	7	10	17				187	
167	Bh1 146,3m		24		631	7	9	34	7			200	
168	Bh1 156,3m	5	18		587		11	43	6			120	
169	Bh1 159,1m	6	17		629		5	23				72	
170	Bh8 165,2m		23	5	633	7	12	24	6			420	
171★	Bh8 217,2m	5	22	5	526		12	21	17		16	109	
172★	H-78-7		16		830		5					129	
173★	H-78-22		26	5	512	9	16	11	18	17	10	198	
174★	H-78-23		16		673		7	15				89	
175★	H-78-24		15		459		7	12	6			44	
176★	H-78-28		18		375		13	15	60		7	36	6
177★	H-78-30	7	20		473		2	14				67	
178★	H-78-33		16		622		7	23				87	
179★	H-78-37	6	27	6	591		5	13	7		5	54	

Tabell H1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Zn	Cu	Ni	Ci	V	Ba	Co
180★	H-78-38		17		753		12	11	8			151	
181★	H-78-39	6	20		352		9		7		6	64	
182★	H-78-43		20		587		12	23	7		5	69	
183★	H-78-51		18	5	425		16	13	65			74	
184★	H-78-52	5	31	11	358		27	41	144	125	98	62	12
185★	H-78-54		17		461		8	20	8			42	
186★	H-78-66	6	17		439		8		9			74	
187★	H-78-68	6	25		460	5	10				8	68	
188★	H-78-69		21		667	7	16	28	8		6	163	
189★	H-78-72	5	21		485		8					55	
190★	H-78-73		22	6	653		12	7	5	12	17	105	
191★	H-78-75		18		508		7					74	
192	H-78-76		17		379	5	17		50		9	81	
193	H-78-77		26		441	7	18	19	72	14	13	148	
194	H-78-78	6	19		456	11	39	20	90		8	79	11
195	H-78-79	6	20		680	7	28	33	67		9	288	
196	H-78-80	6	21		359	19	42		100	56	11	117	6
197	H-78-81		21		442	11	29	18	60		7	171	6
198	H-78-82		25		422	7	22		74	18	13	85	7
199	H-78-83		24		384	18	22		63	11	13	99	
200	H-78-84		23	6	367	10	30		104	39	15	154	10
201	H-78-85		33		288	11						904	
202★	HQ-79-44	6	24		441		12		45		7	80	
203★	HQ-79-49	7	18		428		12		37		6	57	
204★	HQ-79-50		20	5	433		11		42		5	42	
205★	HQ-79-51		25	6	409		17		79	46	35	42	
206★	HQ-79-56		22	7	398		14		71	46	41	46	
207★	HQ-79-59		24	6	561		8		11		*	90	
208★	HQ-79-60	6	22		373		7		11			53	
210	HQ-79-62	6	21	9	555		11		11		18	47	
211	HQ-79-63	7	34	8	544		8		12		22	30	
212★	HQ-79-79	6	28	9	611		14	9	12	10	31	60	
213★	HQ-79-84		21	5	441		11	20	42		10	55	

Appendiks J

Normativ sammensetning (CIPW) og avledete normative parametre for Jotundekketts anorthosittiske bergarter.

Tabell J1. CIPW-norm for anorthosittiske bergarter fra Jotundekket.
 (H₂O og CO₂ er ikke analysert).
 Prøver merket med ★ er plottet i kartbilag 03-19.

Provins I, Offerdal - Kinsedal

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
1★	105	.0	.0	3.0	33.0	45.9	.0	.0	2.2	1.4	2.6	1.9	3.4	2.8	1.6	.0	.3	.0	98.0
2★	127	.5	.2	4.3	45.7	48.5	.0	.0	.0	.0	.3	.1	.0	.0	.9	.0	.3	.2	100.9
3★	129	.0	.6	1.5	38.5	57.3	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.1	.5	.0	100.2
4★	132	.0	.9	2.4	33.8	54.8	.0	.0	.0	.0	3.4	.4	.8	.1	1.1	.0	.1	.1	97.9
5★	252	.0	.0	3.9	37.3	51.3	3.2	.0	.5	.5	.0	.0	.8	1.2	.1	.0	.2	.1	99.1
6★	287	.0	.3	3.1	40.6	51.3	.0	.0	.0	.0	1.6	.5	.1	.0	.8	.0	.1	.0	98.5
7★	814	.0	.7	1.7	26.9	68.1	.6	.0	.0	.0	.0	.0	1.3	.2	.4	.0	.1	.0	99.9
8★	1102	.0	.5	1.6	43.2	50.6	.0	.0	.0	.0	1.3	.0	.0	.0	1.1	.1	.4	.1	99.0
9★	OL-79-2009	.0	.0	2.2	22.7	70.4	2.8	.0	.4	.0	.0	.0	.7	.0	.2	.7	.2	.1	100.3
10★	OL-79-2019	.0	.2	1.7	30.1	66.6	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.1	.5	.2	.0	101.0
11★	OL-79-2020	1.5	1.1	1.7	27.9	67.2	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.2	.3	.1	.0	100.4
12★	OL-79-2021	.0	.1	.9	33.7	65.6	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.6	.0	.6	.0	.1	.0	101.7
13	OL-79-2022	.0	.0	6.0	39.1	40.9	1.7	.0	1.4	1.1	.0	.0	1.9	1.9	2.6	.0	2.1	.6	99.3
14★	OL-79-2022B	.0	.3	1.9	35.5	54.8	.0	.0	.0	.0	3.0	1.4	.8	.4	1.5	.0	.2	.1	100.0
15★	OL-79-2023	.0	.0	1.2	27.0	68.6	2.8	.0	.5	.0	.0	.0	.6	.0	.5	.2	.2	.0	101.5
16	OL-79-2023B	.0	.0	1.7	24.5	67.6	5.1	.0	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.2	.1	.0	100.2
17★	OL-79-2025	1.2	.0	4.2	40.6	53.0	.0	.0	.1	.0	.5	.0	.0	.0	.9	.1	.4	.0	101.1
18★	OL-79-2026	.0	.0	.8	37.9	56.1	3.3	.0	1.1	.1	.0	.0	.4	.0	.9	.0	.2	.2	101.2
19★	OL-79-2027	.0	.0	.8	26.3	71.0	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.3	.1	.2	.0	100.0

Tabell J1; Provins I, Offerdal - Kinsedal, forts.

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
20★	DL-79-2028	.0	.0	1.7	37.0	51.1	1.0	.0	2.0	.5	.0	.0	4.5	1.5	1.3	.0	.1	.0	100.7
22★	DL-79-2029	.0	.0	2.0	30.7	63.9	2.6	.0	.4	.0	.0	.0	.2	.0	.5	.0	.2	.0	100.6
23★	DL-79-2041	.0	.0	2.4	35.9	55.2	2.6	.0	.6	.3	.0	.0	1.3	.7	1.2	.0	.4	.1	100.7
24★	DL-79-2042	.0	.6	.8	27.3	69.8	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.2	.0	.0	.0	101.2
26★	HE-79-2206	.0	.0	1.4	30.2	65.3	2.0	.0	.4	.0	.0	.0	.2	.0	.3	.3	.1	.0	100.3
27★	HE-79-2207	.0	.2	.9	27.1	71.2	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.2	.5	.0	.1	.0	101.7
28★	HE-79-2213	.0	.6	.7	34.3	63.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.3	.1	.2	.0	100.3
29★	HE-79-2214	.0	.0	1.7	26.1	68.1	1.0	.8	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.9	.2	.0	100.7
30★	HE-79-2220	.0	.2	1.1	36.3	61.8	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.5	.1	.2	.0	101.4
32	HQ-79-66	.0	.0	1.6	27.1	67.5	4.1	.0	.7	.0	.0	.0	.2	.0	.4	.1	.1	.0	101.8
34	HQ-79-68	.0	.0	1.2	23.5	67.8	6.1	.5	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	.2	.1	.1	101.8
35★	HQ-79-69	.0	.0	1.1	26.1	71.1	.6	.0	.2	.0	.0	.0	.9	.0	.8	.0	.1	.0	100.9
36	HQ-79-70	.0	.0	1.1	25.3	71.8	1.9	.0	.3	.0	.0	.0	.4	.0	.4	.1	.1	.0	101.3
37	HQ-79-71	.0	.0	1.0	27.2	68.8	.4	.0	1.1	.0	.0	.0	.4	.0	.6	.0	.1	.0	99.6

Tabell J1, forts.

Provins II, Kaupanger - Sogndal

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
38★	IB-79-22	.0	.0	1.5	38.0	54.9	1.4	.0	.8	.3	.0	.0	2.0	.9	1.0	.0	.2	.0	100.9
39★	IB-79-23A	.0	.0	1.8	34.3	55.8	1.6	.0	.2	.3	.0	.0	1.7	2.5	1.0	.0	.8	.1	100.1
40	IB-79-23B	.0	.0	.3	6.8	44.5	.0	.0	4.9	3.9	7.1	6.6	4.5	4.6	3.6	.0	11.1	.2	98.1
41★	IB-79-24	.0	.0	1.3	27.2	65.8	3.2	.0	1.4	.4	.0	.0	1.5	.5	.5	.0	.1	.0	101.9
42★	IB-79-25	11.2	.0	.9	26.2	31.1	.0	.0	6.4	2.6	13.2	6.2	.0	.0	.0	.0	.1	.0	98.2
43★	IB-79-27	.0	.0	.5	19.1	74.6	2.5	.0	1.1	.7	.0	.0	.6	.5	.4	.0	.2	.0	100.3
44★	IB-79-28	.5	.5	.5	27.9	69.0	.0	.0	.0	.0	.7	.1	.0	.0	.4	.0	.1	.0	99.8
45★	IB-79-29	.0	.1	1.3	22.6	74.9	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.2	.1	.1	.0	101.7
46★	IB-79-30	.0	.0	.7	22.1	74.5	1.8	.0	.7	.2	.0	.0	.5	.2	.3	.0	.1	.0	101.1
47★	IB-79-35	.0	.0	1.6	31.4	64.0	2.2	.0	.3	.1	.0	.0	.4	.2	.2	.0	.1	.0	100.6
48★	IB-79-36	.0	.0	1.8	23.6	65.6	5.1	.0	2.3	1.0	.0	.0	1.0	.6	.5	.0	.2	.1	101.8
49	IB-79-37A	.0	.3	.7	24.0	73.6	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.3	.0	.1	.0	100.9
50	IB-79-37B	.0	.0	2.6	36.6	55.5	4.9	.4	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.1	.2	.0	101.6
51★	IB-79-37C	.0	.0	2.2	36.2	58.3	3.8	.0	.6	.1	.0	.0	.1	.0	.2	.0	.1	.1	101.6
52★	S-42D	.0	.0	1.1	42.6	52.3	2.6	.0	.8	.0	.0	.0	.1	.0	.3	.0	.1	.1	100.1
53★	S-43	.0	.0	1.4	42.0	50.0	5.6	1.0	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.1	.1	101.7

Tabell J1, forts.

Provins III, Aurlandsfjord - Bleia - Lerdal

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
54★	HQ-79-10	.0	.0	.4	31.4	65.2	.9	.0	.6	.1	.0	.0	.3	.1	.4	.0	.1	.0	99.5
55★	HQ-79-11	.0	.0	.9	29.5	60.8	2.6	.0	2.8	.4	.0	.0	1.1	.2	.8	.0	.1	.0	99.5
56★	HQ-79-12	.0	.0	.6	25.7	69.9	1.2	.0	.8	.1	.0	.0	.9	.1	.5	.0	.1	.0	99.9
57	HQ-79-13	.0	.0	.4	24.1	73.8	.7	.0	.5	.0	.0	.0	.1	.0	.3	.1	.1	.0	100.1
58★	HQ-79-15	.0	.0	.7	26.1	68.9	1.9	.0	1.1	.1	.0	.0	1.1	.1	.6	.0	.1	.0	100.6
59★	HQ-79-16	.0	.0	.6	20.3	73.2	.0	.0	1.2	.3	1.5	.5	.5	.2	.7	.0	.1	.0	99.1
61★	HQ-79-21	.0	.0	.7	21.2	73.5	.0	.0	1.8	.2	.9	.1	.0	.0	.7	.0	.1	.0	99.2
62★	HQ-79-22	.0	.0	.8	31.3	61.9	.0	.0	1.3	.2	.6	.1	1.6	.3	.7	.0	.1	.0	99.0
63★	HQ-79-23	.0	.0	.5	26.2	68.4	.0	.0	.9	.1	.2	.0	1.8	.3	.8	.0	.1	.0	99.4
64★	HQ-79-24	.0	.1	.4	25.2	73.2	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.3	.1	.1	.1	100.3
65★	HQ-79-25A	.0	.0	.7	26.8	63.9	1.5	.0	2.3	.4	.0	.0	2.3	.5	.8	.0	.1	.0	99.4
66★	HQ-79-26	.0	.0	.9	25.9	63.7	3.4	.0	2.1	.4	.0	.0	1.4	.4	.9	.0	.1	.1	99.2
67★	HQ-79-27	.0	.0	1.1	31.2	58.7	1.0	.0	1.1	.3	.0	.0	2.6	1.0	1.0	.0	.1	.0	98.1
68★	HQ-79-30	.0	.0	.9	24.5	52.4	.0	.0	1.6	.3	2.3	.5	10.0	2.3	2.6	.0	.1	.0	97.6
69★	HQ-79-33	.0	.0	1.5	39.9	53.9	2.2	.0	.5	.2	.0	.0	.1	.0	.3	.0	.2	.1	98.9
70★	HQ-79-34	.0	.0	1.3	28.0	59.9	1.8	.0	1.4	.4	.0	.0	3.7	1.5	1.1	.0	.2	.0	99.3
71★	HQ-79-35	.0	.0	.6	30.5	64.0	2.3	.0	1.1	.1	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.1	.0	99.1
72★	HQ-79-38	.0	.0	1.1	28.8	57.0	.0	.0	1.1	.1	1.5	.2	5.5	.8	1.4	.0	1.3	.0	99.0
73★	HQ-79-41	.0	.0	.9	25.9	62.1	2.5	.0	2.8	.5	.0	.0	2.1	.5	.7	.0	.1	.1	98.3

Tabell J1, forts.

Provins IV, Fresvik - Dyrdal

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
79★	F-1	.0	.0	1.1	25.8	69.1	1.6	.0	1.1	.0	.0	.0	1.1	.0	.0	1.7	.0	.0	101.4
80★	F-2	.0	.0	1.5	35.2	61.4	2.5	.0	.5	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.6	.0	.0	101.9
81	F-3	.0	.0	1.1	28.6	63.3	2.4	.0	2.1	.0	.0	.0	1.7	.0	.0	1.7	.0	.0	100.9
82★	HQ-79-88	.0	.0	1.2	29.2	66.4	2.5	.0	.7	.1	.0	.0	.6	.1	.6	.0	.1	.0	101.5
83★	HQ-79-89	.0	.0	.7	29.9	64.8	2.2	.0	.6	.0	.0	.0	1.2	.1	.7	.0	.1	.0	100.3
84★	HQ-79-90	.0	.4	1.0	28.8	64.9	.0	.0	.0	.0	.1	.0	2.9	1.0	.7	.0	.1	.0	99.8
85★	HQ-79-91	.0	1.1	5.6	29.4	53.8	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.2	1.3	1.4	.0	.3	.0	98.1
86★	HQ-79-92	.0	.0	3.0	30.2	57.2	5.6	.0	1.5	.8	.0	.0	.8	.5	.6	.0	.2	.1	100.4
87★	HQ-79-93	.0	.0	1.2	27.9	65.7	4.1	.0	.9	.1	.0	.0	.7	.1	.7	.0	.1	.0	101.7
88★	HQ-79-94	.0	.0	.7	31.1	60.5	1.0	.0	2.8	.1	.0	.0	2.2	.1	1.0	.0	.1	.0	99.6
89★	HQ-79-95	.0	.0	1.9	29.7	62.7	4.1	.0	.9	.4	.0	.0	.6	.4	.5	.0	.1	.0	101.3
90	HQ-79-96	.0	.0	1.3	27.5	65.6	3.0	.0	.1	.0	.0	.0	1.8	.6	.7	.0	.1	.0	100.7
91	HQ-79-97	.0	.0	1.2	28.7	63.4	2.3	.0	.7	.2	.0	.0	2.3	.9	.8	.0	.1	.0	100.7
92★	HQ-79-98	.0	.0	1.1	30.1	64.9	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.7	.4	.9	.0	.1	.0	101.3
93	HQ-79-99	.0	.0	1.1	30.0	62.1	1.2	.0	1.0	.2	.0	.0	1.7	.4	.9	.0	.1	.0	98.5
94★	HQ-80-60	.0	.0	2.8	31.3	50.7	.0	.0	.8	.3	2.9	1.1	5.0	2.2	1.6	.0	.2	.0	98.9
95★	HQ-80-64	.0	.3	1.4	34.5	61.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.3	.3	.0	.1	.0	98.5
209★	HQ-79-61	.0	.0	1.1	30.8	61.9	5.8	.0	1.1	.1	.0	.0	.3	.0	.4	.0	.1	.0	101.7

Tabell J1, forts.

Provins V, Gudvangen - Mjølfjell

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
96★	77-221	.0	.2	1.4	25.7	70.7	.8	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.3	.2	.2	.0	99.7	
97★	77-222	.0	1.1	2.2	25.4	68.0	.0	.0	.0	.9	.0	.4	.0	.6	.0	.1	.0	98.8	
98★	77-223	.0	.0	.9	27.1	69.4	.0	.0	.0	.0	.0	.8	.4	.3	.0	.1	.0	99.1	
99★	77-224	.0	.3	2.1	25.6	69.2	1.3	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.1	.4	.2	.0	99.7	
100★	77-225	.0	.0	2.0	27.1	67.7	.0	.0	.0	.2	.0	.9	.1	.9	.0	.2	.0	99.1	
101★	A-1	.0	.0	1.1	23.0	69.7	4.1	.0	2.1	.0	.0	.0	.0	.2	.3	.1	.0	100.6	
102	A-2	.0	.0	2.4	23.1	69.9	2.2	.0	.0	.0	.0	1.0	.0	.4	.3	.2	.1	99.5	
103	A-3	.0	.0	1.0	25.6	70.9	1.2	.0	.5	.0	.0	.3	.0	.1	.5	.1	.2	100.5	
104★	A-4	.0	.0	1.4	26.7	67.5	1.1	.0	1.6	.0	.0	.3	.0	.9	.1	.2	.0	99.9	
105	A-5	.0	.0	1.1	23.5	68.8	2.0	.0	1.9	.0	.0	.3	.0	.5	.4	.5	.0	98.9	
106	A-6	.0	.0	1.2	26.1	69.9	1.0	.0	.9	.0	.0	.4	.0	.4	.3	.1	.0	100.3	
107★	A-7	.0	.8	8.2	28.9	57.4	2.2	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.3	.7	.1	.0	99.1	
108	A-8	.0	.0	3.5	31.9	58.1	4.3	.0	1.5	.0	.0	.1	.0	.1	.5	.1	.0	100.1	
109	A-9	.0	.3	1.8	26.8	70.7	.1	.0	.0	.0	.0	.5	.1	.5	.0	.1	.0	101.0	
110★	M-4	.0	.0	.9	20.8	73.7	2.5	.0	.6	.0	.0	.0	1.2	.0	.0	1.0	.0	.0	100.6
112★	M-6	.0	.2	.9	21.5	74.9	1.7	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.0	.4	.0	.0	100.3	
114★	M-8	.0	.1	.8	20.9	75.9	1.5	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.0	.8	.0	.0	100.7	
115★	M-9	.0	.0	1.0	21.2	75.1	1.3	.0	.3	.0	.0	.8	.0	.0	.8	.0	.0	100.4	
116	M-10	.0	.0	.9	23.5	72.4	1.9	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.6	.0	.0	99.8	

Tabell J1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
117	M-12	.0	.0	.6	22.0	76.2	.0	.0	.2	.0	.1	.0	.6	.0	.0	.9	.0	.0	100.5
118★	M-13	.0	.0	.8	22.1	72.7	1.8	.0	1.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	1.3	.0	.0	100.1
119★	M-14	.0	.0	.4	21.1	75.9	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.4	.0	.0	100.3
120★	M-16	.0	1.2	1.9	21.7	72.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	1.1	.0	.0	.9	.0	.0	99.8
121★	M-17	.0	.6	1.9	20.6	73.4	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	1.2	.0	.0	.9	.0	.0	100.7
122★	M-18	.0	.4	1.2	25.4	72.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.4	.0	.0	100.8
123★	M-20	.0	.0	.8	21.6	74.4	2.5	.0	.4	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.7	.0	.0	100.9
124★	M-21	.0	.0	.8	21.6	74.9	2.5	.0	.4	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.7	.0	.0	101.3
125★	M-22	.0	.0	.8	22.1	74.4	2.3	.0	.4	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.6	.0	.0	100.7
126★	M-23	.0	.0	.9	22.0	75.0	1.4	.0	.3	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.8	.0	.0	100.7
127★	M-24	.0	.0	.8	21.4	75.8	1.7	.0	.4	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.7	.0	.0	101.3
128★	M-25	.0	.0	2.5	21.0	71.4	2.4	.0	.0	.0	.0	.0	1.2	.0	.0	1.6	.0	.0	100.0
129★	M-26	.0	.0	1.4	20.4	73.9	2.2	.0	.4	.0	.0	.0	.6	.0	.0	1.2	.0	.0	100.1
130	M-27	.0	.5	1.3	27.0	68.5	1.9	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.5	.0	.0	99.9
131★	M-29	.0	.2	1.1	12.5	75.4	6.5	.0	.0	.0	.0	.0	.6	.0	.0	.8	.0	.0	97.1
132★	M-30	.0	.1	.9	21.6	75.4	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.5	.0	.0	100.8
133	M-31	.0	.6	1.1	22.7	74.4	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.0	.7	.0	.0	100.8
134★	M-32	.0	.0	.7	20.0	77.3	1.6	.0	.1	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.6	.0	.0	100.7
135★	M-33	.0	.0	.8	19.8	75.1	.3	.0	.3	.0	.0	.0	3.2	.0	.0	.6	.0	.0	100.1
136★	M-34	.0	.0	.8	17.8	73.9	.0	.0	1.9	.0	2.3	.0	2.1	.0	.0	2.0	.0	.0	100.8

Tabell J1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total		
137★	M-36	.1	1.5	1.0	22.8	66.0	.0	.0	.0	5.5	.0	.0	.0	1.4	.0	.0	98.4	
138★	M-37	.0	.7	.8	22.5	71.9	.6	.0	.0	.0	.0	2.5	.0	.0	1.3	.0	.0	100.4
139	Ka	.0	.0	.8	22.2	74.5	1.7	.0	.3	.0	.0	.2	.0	.0	.6	.0	.0	100.4
140★	Kb	.0	.1	1.8	21.6	73.9	1.2	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.0	.8	.0	.0	100.0
141★	Kc	.0	1.2	2.4	22.4	72.9	.3	.0	.0	.0	.0	1.1	.0	.0	1.1	.0	.0	101.4
142	Kd	.0	.0	1.4	22.9	72.9	1.3	.0	.0	.0	.0	1.1	.0	.0	1.1	.0	.0	100.8
143	Ke	.0	1.1	1.1	24.1	71.9	.2	.0	.0	.0	.0	.8	.0	.0	.6	.0	.0	99.8
144	Kf	.0	.0	1.0	21.3	73.9	2.2	.0	.0	.0	.0	.8	.0	.0	1.0	.0	.0	100.3
145	Kg	.0	.0	.8	22.0	75.9	.9	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.6	.0	.0	103.7
146	Ki	.0	.3	.9	23.7	73.9	.9	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.0	.9	.0	.0	101.3
147	Kj	.0	.5	1.4	22.4	73.4	1.6	.0	.0	.0	.0	.8	.0	.0	.7	.0	.0	100.8
148	Kk	.0	.0	.8	22.5	75.4	.7	.0	.0	.0	.0	.6	.0	.0	.7	.0	.0	100.7
149	Kl	.0	.0	1.1	21.3	72.8	2.2	.0	1.7	.0	.0	.2	.0	.0	.9	.0	.0	100.1
150★	Km	.0	1.3	2.8	23.3	70.9	.2	.0	.0	.0	.0	1.0	.0	.0	1.0	.0	.0	100.6
151★	Kn	.0	.6	.7	23.7	73.9	.4	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.7	.0	.0	100.6
152	Ko	.0	.0	.8	21.6	74.8	2.1	.0	.4	.0	.0	.5	.0	.0	.7	.0	.0	100.9
153	Kp	.0	.1	.9	22.0	74.4	1.4	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.5	.0	.0	99.9
154	Kq	.0	.0	.8	21.7	73.2	2.0	.0	.9	.0	.0	.7	.0	.0	1.0	.0	.0	100.3
155	Kr	.0	.0	.9	23.9	70.3	.3	.0	2.0	.0	.0	.2	.0	.0	1.0	.0	.0	98.7
156	Ks	.0	.0	1.4	21.2	70.8	1.4	.0	1.3	.0	.0	2.2	.0	.0	2.4	.0	.0	100.6

Tabell J1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total	
157	Kt	.0	.0	.7	22.9	73.0	1.4	.0	.3	.0	.0	.6	.0	.0	1.0	.0	99.9
158	Bh1 3,3m	.0	.0	3.3	24.2	65.3	3.4	.7	1.1	.1	.0	.0	.0	.3	.0	.1	98.5
159	Bh1 30,6m	.0	.0	1.8	25.2	68.9	1.5	.0	.8	.0	.0	.3	.0	.7	.0	.1	99.2
160	Bh1 79,6m	.0	.0	.9	24.5	71.6	.5	.0	.7	.0	.0	.3	.0	.2	.3	.2	99.2
161	Bh1 95,1m	.0	.0	2.7	26.6	60.7	4.9	1.1	2.1	.0	.0	.0	.0	.5	.3	.1	99.0
162★	Bh1 97,4m	.0	.0	2.8	23.0	69.0	2.7	.0	1.6	.0	.0	.0	.0	.4	.3	.2	100.0
163	Bh1 106,1m	.0	.0	2.2	22.4	64.2	8.0	1.4	1.8	.0	.0	.0	.0	.5	.1	.1	100.6
164	Bh1 115,1m	.0	.0	2.5	24.1	67.5	2.5	.2	1.8	.0	.0	.0	.0	.4	.4	.2	99.5
165	Bh1 116,5m	.0	.0	3.1	23.4	62.1	6.1	.6	3.2	.0	.0	.0	.0	.8	.3	.3	100.1
166	Bh1 139,7m	.0	.3	2.2	24.0	71.5	.3	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.3	.2	.1	99.3
167	Bh1 146,3m	.0	.0	1.9	23.8	67.7	4.1	.2	1.6	.0	.0	.0	.0	.2	.3	.1	99.9
168	Bh1 156,3m	.0	.0	1.6	24.3	71.4	1.1	.0	.3	.0	.0	.4	.0	.1	.4	.1	99.7
169	Bh1 159,1m	.0	.0	.7	24.2	71.0	2.5	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.1	99.8
170	BhB 165,2m	.0	.0	6.4	23.0	61.4	3.6	1.1	2.1	.0	.0	.0	.0	.2	.5	.1	98.6
171★	BhB 217,2m	.0	.0	.9	24.7	65.3	3.1	.0	4.0	.0	.0	.0	.1	.0	1.1	.3	99.8
172★	H-78-7	.0	.8	1.0	22.1	74.7	1.8	.0	.0	.0	.0	.2	.1	.2	.0	.1	101.0
173★	H-78-22	1.3	.8	2.8	24.5	66.5	.0	.0	.0	.0	2.3	.0	.0	.7	.0	.2	99.3
174★	H-78-23	.0	.9	.9	28.8	67.8	.0	.0	.0	.0	.2	.1	.4	.1	.2	.0	99.5
175★	H-78-24	.6	.5	.7	25.4	72.8	.0	.0	.0	.0	.5	.2	.0	.0	.2	.0	101.1

Tabell J1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
176★	H-78-28	.0	.0	.4	24.5	67.7	.0	.0	1.0	.1	2.6	.3	2.1	.3	1.2	.0	.2	.0	100.6
177★	H-78-30	.2	.4	.7	25.4	72.5	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.0	.2	.1	.2	.0	100.0
178★	H-78-33	.0	.7	1.1	26.6	70.4	.3	.0	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.2	.1	.0	.0	99.7
179★	H-78-37	1.4	.4	.7	22.0	74.4	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.0	.0	.2	.3	.2	.1	100.4
180★	H-78-38	.1	1.1	1.7	25.4	69.8	.0	.0	.0	.0	.9	.0	.0	.0	.1	.2	.2	.0	99.4
181★	H-78-39	.0	.0	.6	24.7	71.3	.8	.0	.7	.0	.0	.0	1.0	.0	.7	.2	.2	.0	100.3
182★	H-78-43	.0	.2	1.1	22.8	73.5	.0	.0	.0	.0	.4	.0	.5	.0	.2	.3	.1	.0	99.2
183★	H-78-51	.5	.0	1.5	25.4	68.8	.0	.0	.2	.2	.4	.5	.0	.0	1.3	.0	.2	.0	99.0
184★	H-78-52	.0	.0	1.5	22.8	61.8	.0	.0	7.0	.7	.2	.0	1.6	.2	2.3	.0	.6	.1	98.9
185★	H-78-54	.0	.0	.4	23.8	73.4	2.7	.0	.5	.0	.0	.0	.4	.0	.2	2.8	.1	.0	104.3
186★	H-78-66	.8	.4	1.2	23.7	71.4	.0	.0	.0	.0	.8	.0	.0	.0	.0	.4	.3	.0	99.0
187★	H-78-68	.0	.0	1.2	26.8	68.7	1.5	.0	.4	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.4	.2	.0	99.6
188★	H-78-69	.0	.0	2.5	23.6	67.7	3.7	.0	1.0	.0	.0	.0	.3	.0	.1	.8	.1	.0	100.0
189★	H-78-72	.8	.3	.7	25.4	71.8	.0	.0	.0	.0	.6	.0	.0	.0	.2	.3	.2	.0	100.3
190★	H-78-73	.8	.0	.9	23.7	72.6	.0	.0	.1	.0	.8	.3	.0	.0	.5	.0	.2	.0	100.0
191★	H-78-75	.6	.6	.8	26.2	70.4	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.0	99.7
192	H-78-76	.0	.0	1.7	22.3	68.8	1.2	.0	1.1	.5	.0	.0	2.0	1.2	.4	.0	.2	.0	99.5
193	H-78-77	.0	.0	2.2	24.5	66.9	.0	.0	.9	.4	.3	.1	2.1	1.1	.8	.0	.2	.3	99.7
194	H-78-78	.0	.0	2.7	20.9	64.1	2.4	.0	2.2	.6	.0	.0	3.6	1.2	.7	.0	.2	.0	98.5
195	H-78-79	.0	.0	2.4	25.4	64.1	.9	.0	.8	.1	.0	.0	2.6	.4	1.2	.0	.2	.0	98.0

Tabell J1; Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Lnr.	Prøvenr.	Q	C	Or	Ab	An	Ne	Wo	Mg/Di/Fe	Mg/Hy/Fe	Mg/Ol/Fe	Mt	Hm	Il	Ap	Total			
196	H-78-80	.0	1.2	4.7	20.3	64.1	.0	.0	.0	8.0	1.1	.3	.1	1.3	.0	.3	.0	101.5	
197	H-78-81	.5	.6	2.3	24.5	65.2	.0	.0	.0	3.3	.4	.0	.0	1.1	.0	.2	.0	98.1	
198	H-78-82	.0	.0	1.8	21.6	66.8	2.1	.0	1.6	.5	.0	.0	3.4	1.4	.7	.0	.2	.0	100.2
199	H-78-83	.2	.0	3.8	22.0	64.6	.0	.0	2.7	.0	3.2	.0	.0	1.4	.3	.2	.0	98.5	
200	H-78-84	.0	.2	2.5	22.7	63.8	.5	.0	.0	.0	.0	6.0	.5	1.7	.0	.3	.1	98.2	
201	H-78-85	39.6	.7	4.3	35.5	18.7	.0	.0	.0	.0	.3	.1	.0	.3	.0	.0	.0	99.8	
202★	HQ-79-44	.0	.0	1.1	25.4	67.9	.0	.0	.9	.2	.2	.1	1.3	.4	.8	.0	.2	.0	98.5
203★	HQ-79-49	.0	.0	.8	25.4	67.9	.0	.0	1.1	.1	.2	.0	1.2	.2	.8	.0	.1	.0	98.1
204★	HQ-79-50	.0	.2	.7	25.4	71.3	.0	.0	.0	.0	.2	.0	1.8	.5	.7	.0	.2	.0	101.0
205★	HQ-79-51	.0	.0	.7	25.6	67.1	.8	.0	2.4	.5	.0	.0	1.8	.5	.9	.0	.3	.0	100.6
206★	HQ-79-56	.0	.0	.8	21.5	68.5	2.5	.0	2.7	.8	.0	.0	1.7	.6	.8	.0	.4	.0	100.4
207★	HQ-79-59	.0	.1	1.4	24.9	70.8	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.7	.0	.6	.2	.4	.0	101.2
208★	HQ-79-60	.0	.2	.7	28.5	67.5	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.6	.3	.3	.0	.2	.0	101.1
210	HQ-79-62	.0	.0	.9	18.8	71.0	6.3	.3	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.9	.7	.4	.0	101.6
211	HQ-79-63	.0	.0	.5	15.0	78.6	2.9	.0	1.3	.0	.0	.0	.4	.0	1.2	.5	.6	.1	101.0
212★	HQ-79-79	.0	.0	.7	23.6	70.3	1.4	.0	.3	.2	.0	.0	1.1	1.1	1.2	.0	.7	.1	100.8
213★	HQ-79-84	.0	.0	.5	24.1	70.1	2.1	.0	.1	.0	.0	.0	1.7	.5	.8	.0	.2	.0	100.1
215	585-1	.0	.0	.5	19.0	66.6	6.6	1.4	4.2	.0	.0	.0	.0	.0	1.1	.0	.0	.0	99.6
216	697-3	.0	.1	1.2	40.9	55.8	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.2	.0	.0	100.2

Tabell J2. Utvalgte CIPW-normative parametre fra Jotundekketts anorthositter.

<u>Provins I</u>		An i plagioklas	Clinopyroksen	Orthopyroksen	Olivin	Sum mørke mineraler	Differensiasjons- indeks DI
<u>Offerdal - Kinsedal</u>							
Løpenr.	Prøvenr.						
1★	105	56.04	3.60	4.50	6.20	16.20	36.00
2★	127	49.24	.00	.40	.00	1.80	50.50
3★	129	58.89	.00	.00	.40	.90	41.20
4★	132	60.22	.00	3.80	.90	6.00	36.20
5★	252	55.46	1.00	.00	2.00	3.40	44.40
6★	287	54.00	.00	2.10	.10	3.10	43.70
7★	814	70.42	.00	.00	1.50	2.00	29.20
8★	1102	53.04	.00	1.30	.00	2.90	44.80
9★	OL-79-2009	73.87	.40	.00	.70	1.60	27.70
10★	OL-79-2019	67.68	.00	.00	.40	.70	32.90
11★	OL-79-2020	69.42	.00	.30	.00	.60	31.10
12★	OL-79-2021	65.47	.00	.00	.60	1.30	34.70
13	OL-79-2022	47.56	2.50	.00	3.80	11.60	46.80
14★	OL-79-2022B	59.44	.00	4.40	1.20	7.40	37.40
15★	OL-79-2023	70.87	.50	.00	.60	1.80	31.00
16	OL-79-2023B	72.07	.90	.00	.00	1.20	31.30
17★	OL-79-2025	54.19	.10	.50	.00	1.90	46.00
18★	OL-79-2026	59.18	1.20	.00	.40	2.90	42.00
19★	OL-79-2027	72.38	.00	.00	.50	1.00	28.00
20★	OL-79-2028	56.90	2.50	.00	6.00	9.90	39.70
22★	OL-79-2029	66.15	.40	.00	.20	1.30	35.30
23★	OL-79-2041	59.04	.90	.00	2.00	4.60	40.90
24★	OL-79-2042	71.30	.00	.00	.30	.50	30.30
26★	HE-79-2206	67.39	.40	.00	.20	1.00	33.60
27★	HE-79-2207	71.77	.00	.00	.70	1.30	28.90
28★	HE-79-2213	64.43	.00	.00	.50	1.00	35.20
29★	HE-79-2214	71.01	1.50	.00	.00	2.80	28.80
30★	HE-79-2220	62.30	.00	.00	.30	1.00	38.40
32	HQ-79-66	70.17	.70	.00	.20	1.40	32.80
34	HQ-79-68	73.30	2.00	.00	.00	3.10	30.80
35★	HQ-79-69	72.33	.20	.00	.90	2.00	27.80
36	HQ-79-70	73.12	.30	.00	.40	1.20	28.30
37	HQ-79-71	70.93	1.10	.00	.40	2.20	28.60

Prøver merket med ★ er plottet i kartbilag 03-19.

Provins IIKaupanger - Sogndal

Løpenr.	Prøvenr.	An	Cpx	Opx	Ol	M	DI
38★	IB-79-22	58.16	1.10	.00	2.90	5.20	40.90
39★	IB-79-23A	60.72	.50	.00	4.20	6.60	37.70
40	IB-79-23B	86.24	8.80	13.70	9.10	46.50	7.10
41★	IB-79-24	69.78	1.80	.00	2.00	4.40	31.70
42★	IB-79-25	53.44	9.00	19.40	.00	28.50	38.30
43★	IB-79-27	79.19	1.80	.00	1.10	3.50	22.10
44★	IB-79-28	70.84	.00	.80	.00	1.30	28.90
45★	IB-79-29	75.81	.00	.00	.40	.70	25.90
46★	IB-79-30	76.57	.90	.00	.70	2.00	24.60
47★	IB-79-35	65.98	.40	.00	.60	1.30	35.20
48★	IB-79-36	72.09	3.30	.00	1.60	5.70	30.50
49	IB-79-37A	74.87	.00	.00	.30	.70	26.40
50	IB-79-37B	58.61	1.00	.00	.00	1.90	44.10
51★	IB-79-37C	60.29	.70	.00	.10	1.20	42.20
52★	S-42D	54.48	.80	.00	.10	1.40	46.30
53★	S-43	53.53	1.10	.00	.00	2.60	49.00

Provins IIIAurlandsfjorden -
Bleia - Lærdal

Løpenr.	Prøvenr.	An	Cpx	Opx	Ol	M	DI
54★	HQ-79-10	67.22	.70	.00	.40	1.60	32.70
55★	HQ-79-11	66.67	3.20	.00	1.30	5.40	33.20
56★	HQ-79-12	72.66	.90	.00	1.00	2.50	27.50
57	HQ-79-13	75.08	.50	.00	.10	1.00	25.20
58★	HQ-79-15	72.00	1.20	.00	1.20	3.10	28.70
59★	HQ-79-16	77.79	1.50	2.00	.70	5.00	20.90
61★	HQ-79-21	77.04	2.00	1.00	.00	3.80	21.90
62★	HQ-79-22	65.85	1.50	.70	1.90	4.90	32.10
63★	HQ-79-23	71.92	1.00	.20	2.10	4.20	26.70
64★	HQ-79-24	74.09	.00	.00	.30	.80	26.20
66★	HQ-79-26	69.91	2.70	.00	2.80	6.40	29.00
68★	HQ-79-30	70.39	2.50	.00	1.80	5.40	30.20
69★	HQ-79-33	64.51	1.40	.00	3.60	6.10	33.30
70★	HQ-79-34	67.35	1.90	2.80	12.30	19.70	25.40
71★	HQ-79-35	56.56	.70	.00	.10	1.40	43.60
72★	HQ-79-38	67.15	1.80	.00	5.20	8.30	31.10
73★	HQ-79-41	67.30	1.20	.00	.00	1.60	33.40
74★	HQ-79-42	65.59	1.20	1.70	6.30	11.90	29.90
75★	HQ-79-43	69.85	3.30	.00	2.60	6.80	29.30

Tabell J2, forts.

Provins IVFresvik - Dyrdal

Løpenr.	Prøvenr.	An	Cpx	Opx	Ol	M	DI
79 ★	F-1	71.98	1.10	.00	1.10	2.20	28.50
80 ★	F-2	62.59	.50	.00	.30	.80	39.20
81	F-3	68.06	2.10	.00	1.70	3.80	32.10
82 ★	HQ-79-88	68.60	.80	.00	.70	2.20	32.90
83 ★	HQ-79-89	67.92	.60	.00	1.30	2.70	32.80
84 ★	HQ-79-90	68.53	.00	.10	3.90	4.80	29.80
85 ★	HQ-79-91	60.59	.00	.00	5.50	7.20	36.00
86 ★	HQ-79-92	63.27	2.30	.00	1.30	4.50	38.80
87 ★	HQ-79-93	69.30	1.00	.00	.80	2.60	33.20
88 ★	HQ-79-94	65.55	2.90	.00	2.30	6.30	32.80
89 ★	HQ-79-95	66.49	1.30	.00	1.00	2.90	35.70
90	HQ-79-96	69.49	.10	.00	2.40	3.30	31.80
91	HQ-79-97	67.95	.90	.00	3.20	5.00	32.20
92 ★	HQ-79-98	67.53	.00	.00	2.10	3.10	33.20
93	HQ-79-99	66.63	1.20	.00	2.10	4.30	32.30
94 ★	HQ-80-60	59.79	1.10	4.00	7.20	14.10	34.10
95 ★	HQ-80-64	62.99	.00	.00	.80	1.20	36.00
209 ★	HQ-79-61	65.99	1.20	.00	.30	2.00	37.70

Provins VGudvangen - Mjølfjell

Løpenr.	Prøvenr.	An	Cpx	Opx	Ol	M	DI
96 ★	77-221	72.29	.00	.00	.40	.90	27.90
97 ★	77-222	71.13	.00	.90	.40	2.00	27.60
98 ★	77-223	71.25	.00	.00	1.20	1.60	28.00
99 ★	77-224	71.41	.00	.00	.50	.80	29.00
100 ★	77-225	69.94	.00	.20	1.00	2.30	29.10
101 ★	A-1	74.31	2.10	.00	.00	2.40	28.20
102	A-2	73.27	.00	.00	1.00	1.70	27.70
103	A-3	72.72	.50	.00	.30	1.20	27.80
104 ★	A-4	70.61	1.60	.00	.30	3.00	29.20
105	A-5	73.66	1.90	.00	.30	3.20	26.60
106	A-6	71.91	.90	.00	.40	1.80	28.30
107 ★	A-7	60.74	.00	.00	.50	.90	39.30
108	A-8	62.14	1.50	.00	.10	1.80	39.70
109	A-9	71.20	.00	.00	.60	1.20	28.70
110 ★	M-4	77.25	.60	.00	1.20	1.80	24.20
112 ★	M-6	76.98	.00	.00	.70	.70	24.10
114 ★	M-8	77.77	.00	.00	.70	.70	23.20
115 ★	M-9	77.18	.30	.00	.80	1.10	23.50

FORTS.

Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Løpenr.	Prøvenr.	An	Cpx	Opx	Ol	M	DI
116	M-10	74.79	.00	.00	.40	.40	26.30
117	M-12	77.13	.20	.10	.60	.90	22.60
118 ★	M-13	76.05	1.00	.00	.50	1.50	24.70
119 ★	M-14	77.93	.00	.00	.50	.50	23.30
120 ★	M-16	75.54	.00	.00	1.10	1.10	23.80
121 ★	M-17	76.54	.00	.00	1.20	1.20	24.70
122 ★	M-18	73.27	.00	.00	.40	.40	26.60
123 ★	M-20	76.86	.40	.00	.50	.90	24.90
124 ★	M-21	76.98	.40	.00	.40	.80	24.90
125 ★	M-22	76.46	.40	.00	.20	.60	25.20
126 ★	M-23	76.61	.30	.00	.30	.60	24.30
127 ★	M-24	77.35	.40	.00	.40	.80	23.90
128 ★	M-25	75.24	.00	.00	1.20	1.20	25.90
129 ★	M-26	77.22	.40	.00	.60	1.00	24.00
130	M-27	70.76	.00	.00	.30	.30	30.20
131 ★	M-29	84.72	.00	.00	.60	.60	20.10
132 ★	M-30	77.02	.00	.00	.30	.30	24.60
133 ★	M-31	75.76	.00	.00	.70	.70	24.30
134 ★	M-32	78.88	.10	.00	.50	.60	22.30
135 ★	M-33	78.47	.30	.00	3.20	3.50	20.90
136 ★	M-34	79.89	1.90	2.30	2.10	6.30	18.60
137 ★	M-36	73.50	.00	5.50	.00	5.50	23.90
138 ★	M-37	75.53	.00	.00	2.50	2.50	23.90
139	Ka	76.41	.30	.00	.20	.50	24.70
140 ★	Kb	75.95	.00	.00	.70	.70	24.60
141 ★	Kc	74.62	.00	.00	1.10	1.10	25.10
142	Kd	75.00	.00	.00	1.10	1.10	25.60
143	Ke	74.05	.00	.00	.80	.80	25.40
144	Kf	76.82	.00	.00	.80	.80	24.50
145	Kg	76.90	.00	.00	.40	.40	23.70
146	Ki	75.03	.00	.00	.70	.70	25.50
147	Kj	75.51	.00	.00	.80	.80	25.40
148	Kk	76.39	.00	.00	.60	.60	24.00
149	Kl	76.47	1.70	.00	.20	1.90	24.60
150 ★	Km	73.09	.00	.00	1.00	1.00	26.30
151 ★	Kn	75.18	.00	.00	.50	.50	24.80
152	Ko	76.95	.40	.00	.50	.90	24.50
153	Kp	76.46	.00	.00	.50	.50	24.30
154	Kq	76.49	.90	.00	.70	1.60	24.50
155	Kr	73.92	2.00	.00	.20	2.20	25.10
156	Ks	75.80	1.30	.00	2.20	3.50	24.00
157	Kt	75.57	.30	.00	.60	.90	25.00
158	Bh1 3,3m	70.37	1.20	.00	.00	2.30	30.90
159	Bh1 30,6m	71.85	.80	.00	.30	1.90	28.50
160	Bh1 79,6m	73.81	.70	.00	.30	1.50	25.90
161	Bh1 95,1m	67.44	2.10	.00	.00	3.80	34.20
162 ★	Bh1 97,4m	72.78	1.60	.00	.00	2.20	28.50
163	Bh1 106,1m	72.30	1.60	.00	.00	3.60	32.60
164	Bh1 115,1m	71.73	1.60	.00	.00	2.40	29.10
165	Bh1 116,5m	70.09	3.20	.00	.00	4.90	32.60

Tabell J2, forts.

Provins V, Gudvangen - Mjølfjell, forts.

Løpenr.	Prøvenr.	An	Cpx	Opx	Ol	M	DI
166	Bh1 139,7m	73.18	.00	.00	.30	.70	26.50
167	Bh1 146,3m	72.48	1.60	.00	.00	2.10	29.80
168	Bh1 156,3m	73.38	.30	.00	.40	.90	27.00
169	Bh1 159,1m	74.04	.50	.00	.00	1.10	27.40
170	Bh8 165,2m	67.62	2.10	.00	.00	3.60	33.00
171★	Bh8 217,2m	71.84	4.00	.00	.10	5.50	28.70
172★	H-78-7	76.38	.00	.00	.30	.60	24.90
173★	H-78-22	70.90	.00	2.30	.00	3.20	28.60
174★	H-78-23	69.54	.00	.30	.50	1.10	29.70
175★	H-78-24	73.61	.00	.70	.00	1.00	26.70
176★	H-78-28	73.11	1.10	2.90	2.40	7.80	24.90
177★	H-78-30	73.53	.00	.40	.00	.80	26.30
178★	H-78-33	71.76	.00	.00	.20	.30	28.00
179★	H-78-37	76.62	.00	.70	.00	1.20	24.10
180★	H-78-38	72.03	.00	.90	.00	1.20	27.20
181★	H-78-39	73.81	.70	.00	1.00	2.60	26.10
182★	H-78-43	75.46	.00	.40	.50	1.20	23.90
183★	H-78-51	71.89	.40	.90	.00	2.80	27.40
184★	H-78-52	71.78	7.70	.20	1.80	12.70	24.30
185★	H-78-54	75.20	.50	.00	.40	1.20	26.90
186★	H-78-66	74.14	.00	.80	.00	1.10	25.70
187★	H-78-68	71.04	.40	.00	.40	1.00	29.50
188★	H-78-69	72.17	1.00	.00	.30	1.50	29.80
189★	H-78-72	73.34	.00	.60	.00	1.00	26.90
190★	H-78-73	74.69	.10	1.10	.00	1.90	25.40
191★	H-78-75	72.28	.00	.70	.00	.90	27.60
192	H-78-76	74.14	1.60	.00	3.20	5.40	25.20
193	H-78-77	71.47	1.30	.40	3.20	5.90	26.70
194	H-78-78	73.09	2.80	.00	4.80	8.50	26.00
195	H-78-79	69.75	.90	.00	3.00	5.30	28.70
196	H-78-80	71.94	.00	9.10	.40	11.10	25.00
197	H-78-81	70.87	.00	3.70	.00	5.00	27.30
198	H-78-82	74.06	2.10	.00	4.80	7.80	25.50
199	H-78-83	71.46	2.70	3.20	.00	7.50	26.00
200	H-78-84	71.69	.00	.00	6.50	8.60	25.70
201	H-78-85	31.97	.00	.40	.00	.70	79.40
202★	HQ-79-44	71.93	1.10	.30	1.70	4.10	26.50
203★	HQ-79-49	72.16	1.20	.20	1.40	3.70	26.20
204★	HQ-79-50	73.20	.00	.20	2.30	3.40	26.10
205★	HQ-79-51	71.84	2.90	.00	2.30	6.40	27.10
206★	HQ-79-56	75.44	3.50	.00	2.30	7.00	24.80
207★	HQ-79-59	72.91	.00	.00	.70	1.70	28.40
208★	HQ-79-60	69.80	.00	.00	.90	1.40	32.10
210	HQ-79-62	78.28	2.10	.00	.00	3.70	26.00
211	HQ-79-63	83.53	1.30	.00	.40	3.60	18.40
212★	HQ-79-79	74.31	.50	.00	2.20	4.70	25.70
213★	HQ-79-84	74.02	.10	.00	2.20	3.30	26.70
215	585-1	77.35	4.20	.00	.00	5.60	26.10
216	697-3	57.00	.00	.00	.10	.10	43.80

Appendiks K

Figurene 68-80. Variasjonsdiagrammer:
Hoved- og sporelementer mot differensiasjonsindeks (DI).

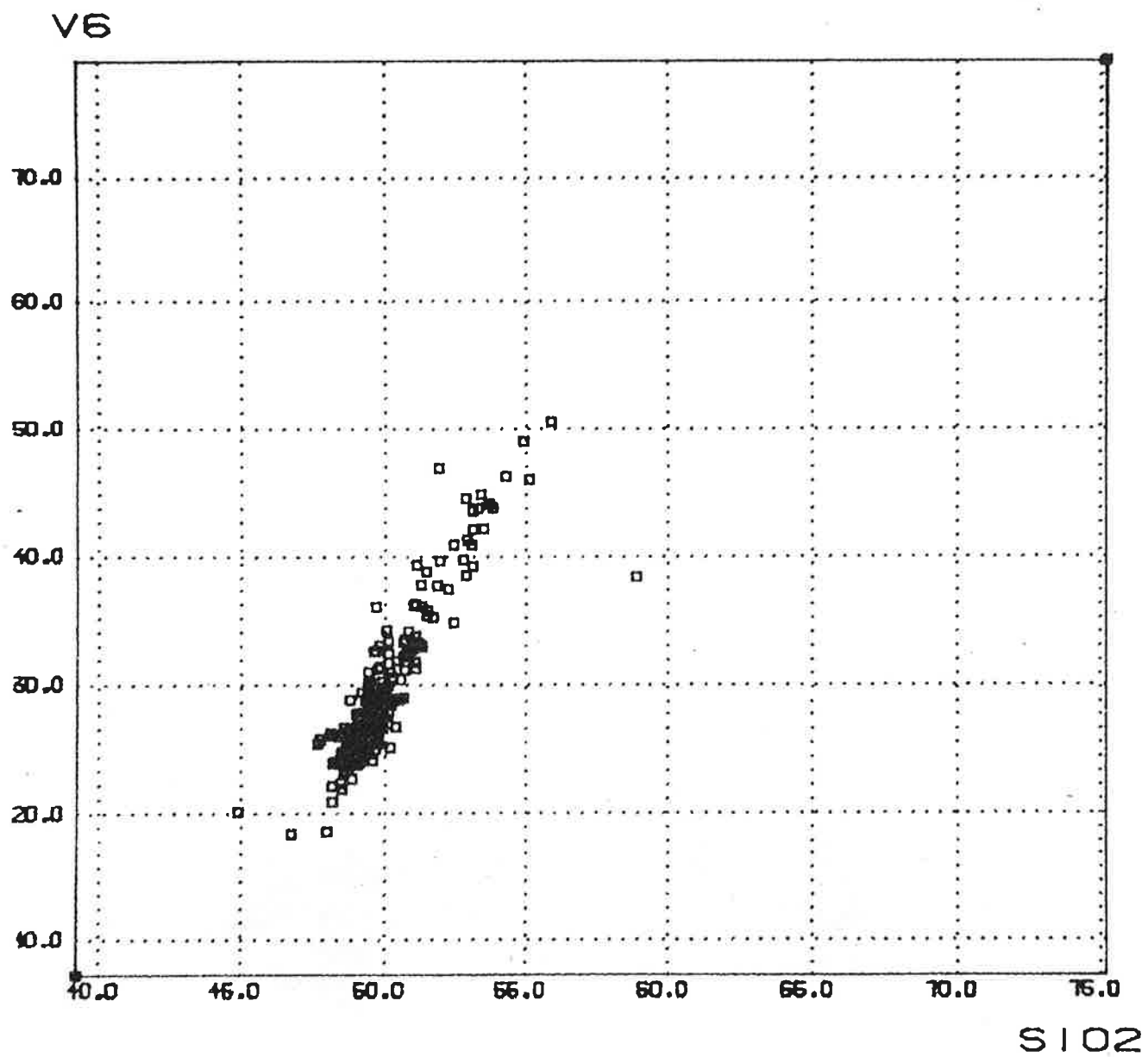


Fig. 68. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot SiO₂ (i vekt %).

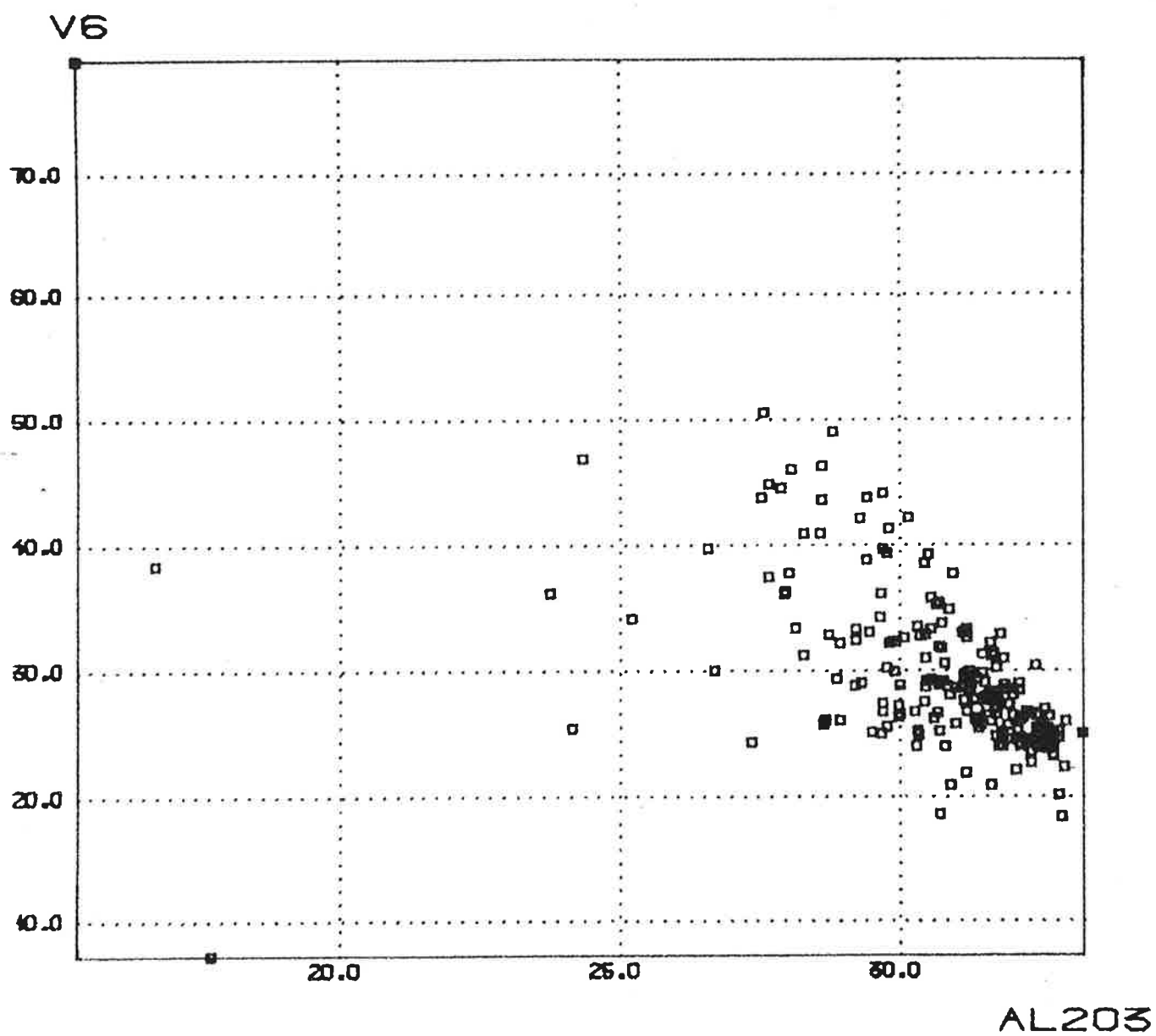


Fig. 69. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Al₂O₃ (i vekt %).

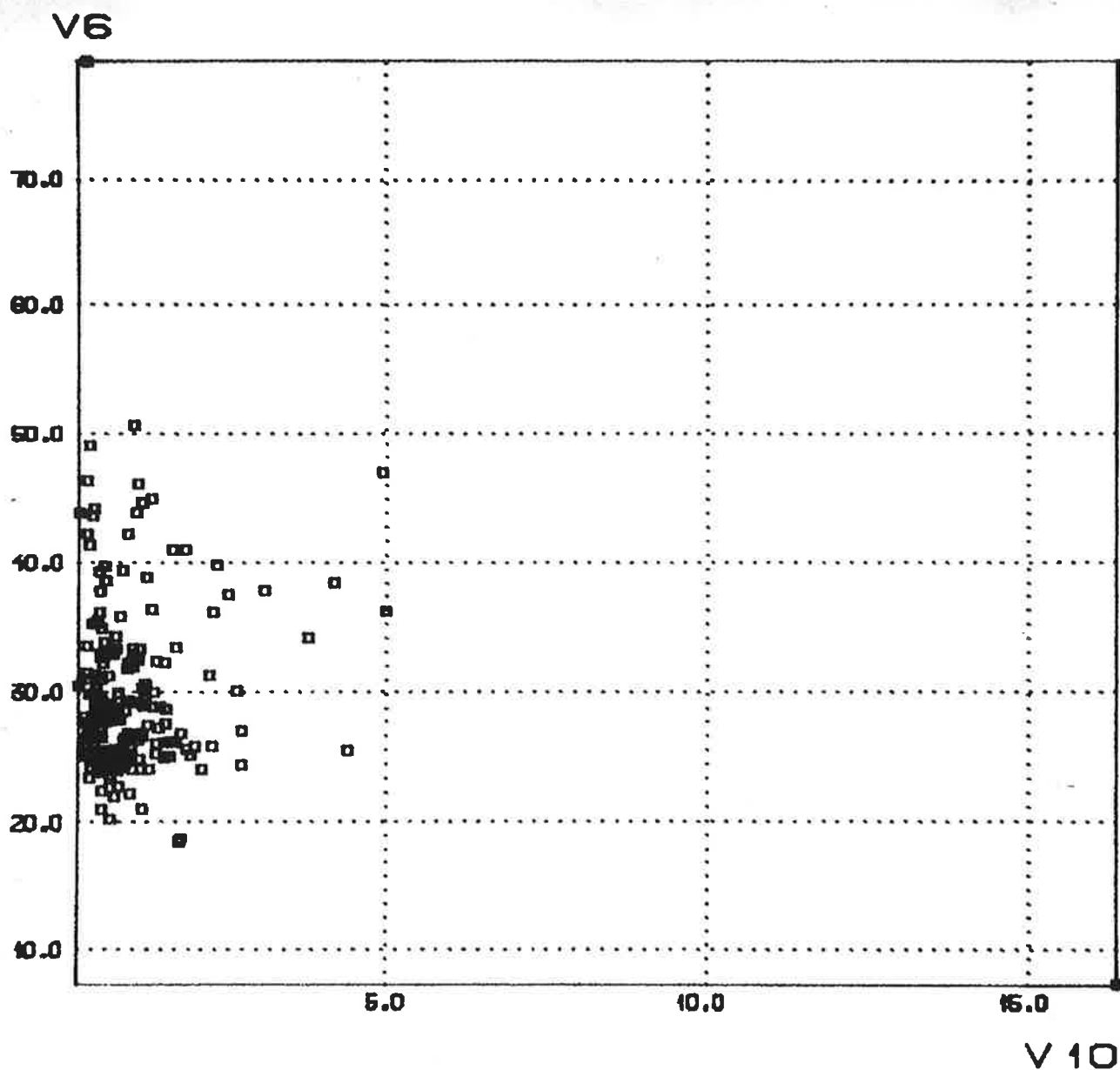


Fig. 70. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot V10.
V10 = FeO + Fe₂O₃ (i vekt %).

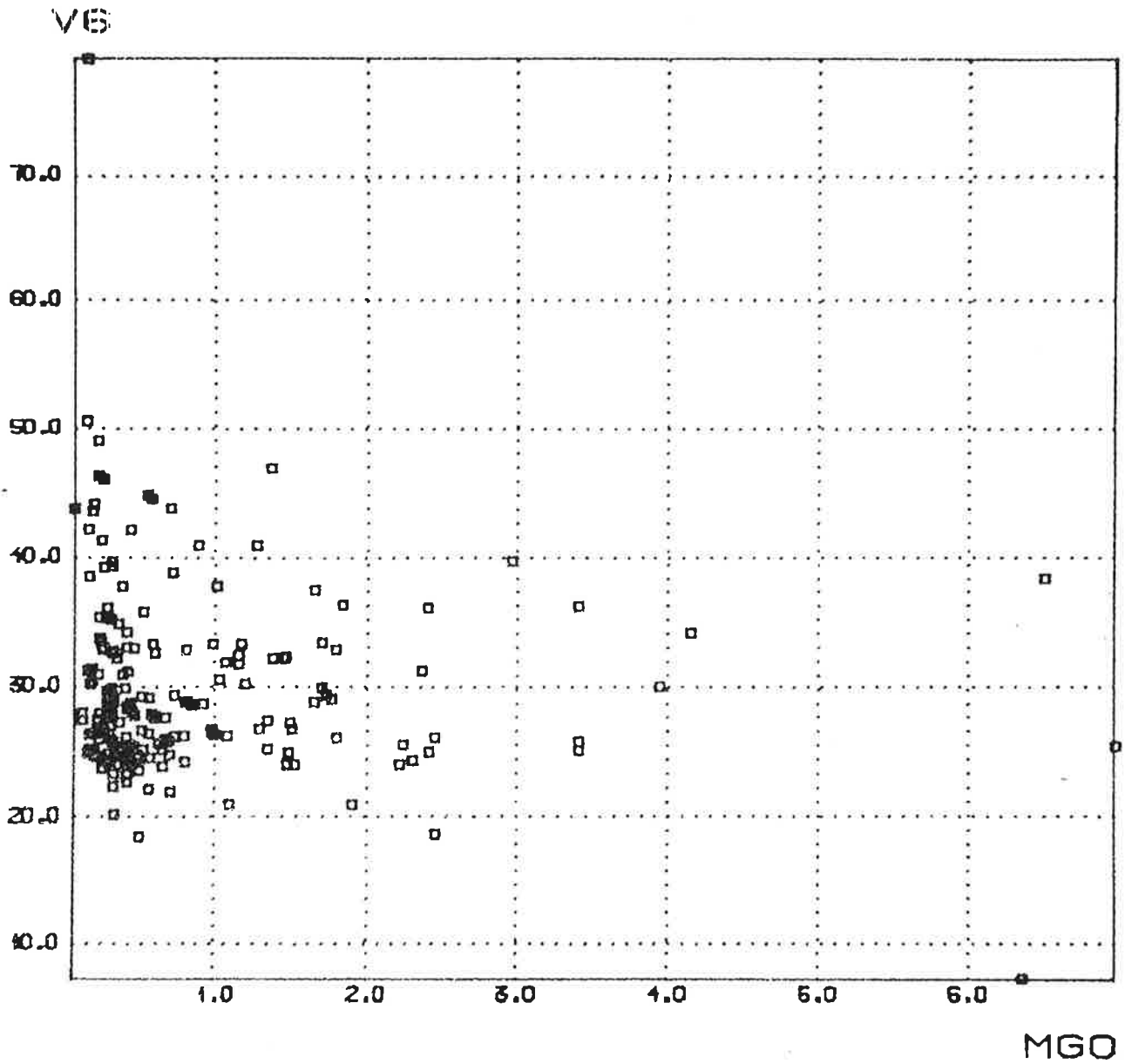


Fig. 71. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot MgO (i vekt %).

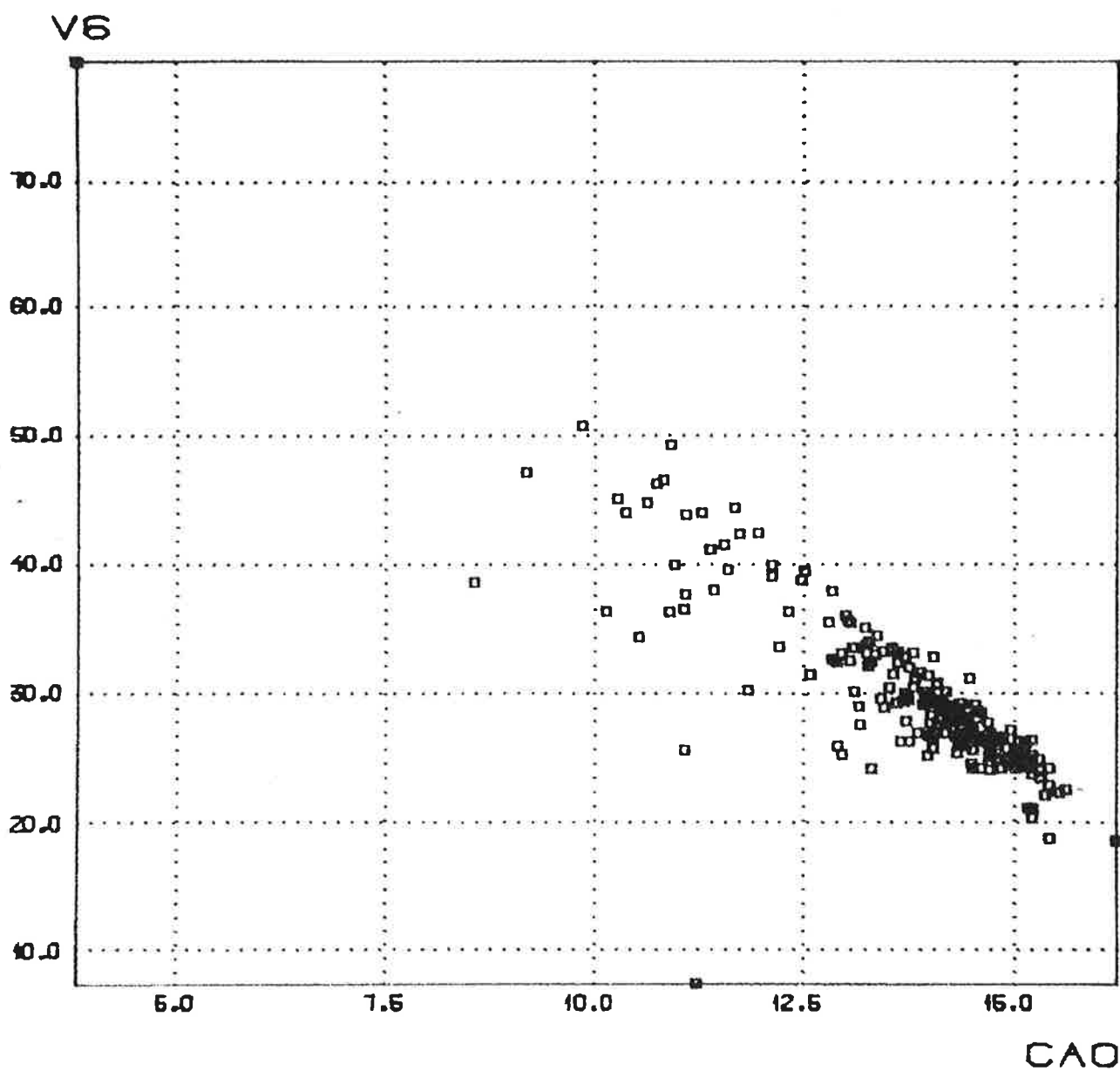


Fig. 72. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot CaO.(i vekt %).

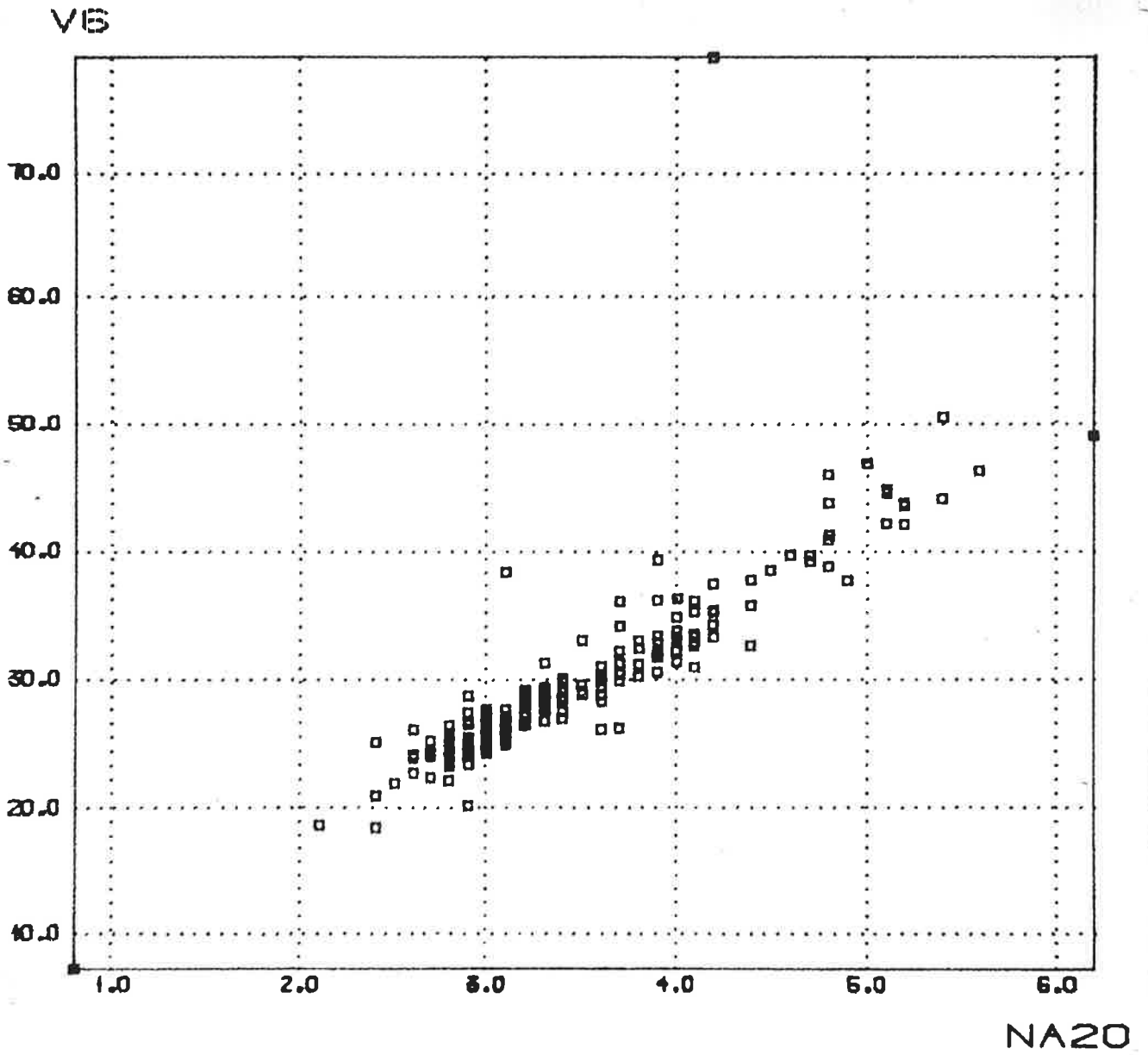


Fig. 73. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Na₂O (i vekt %).

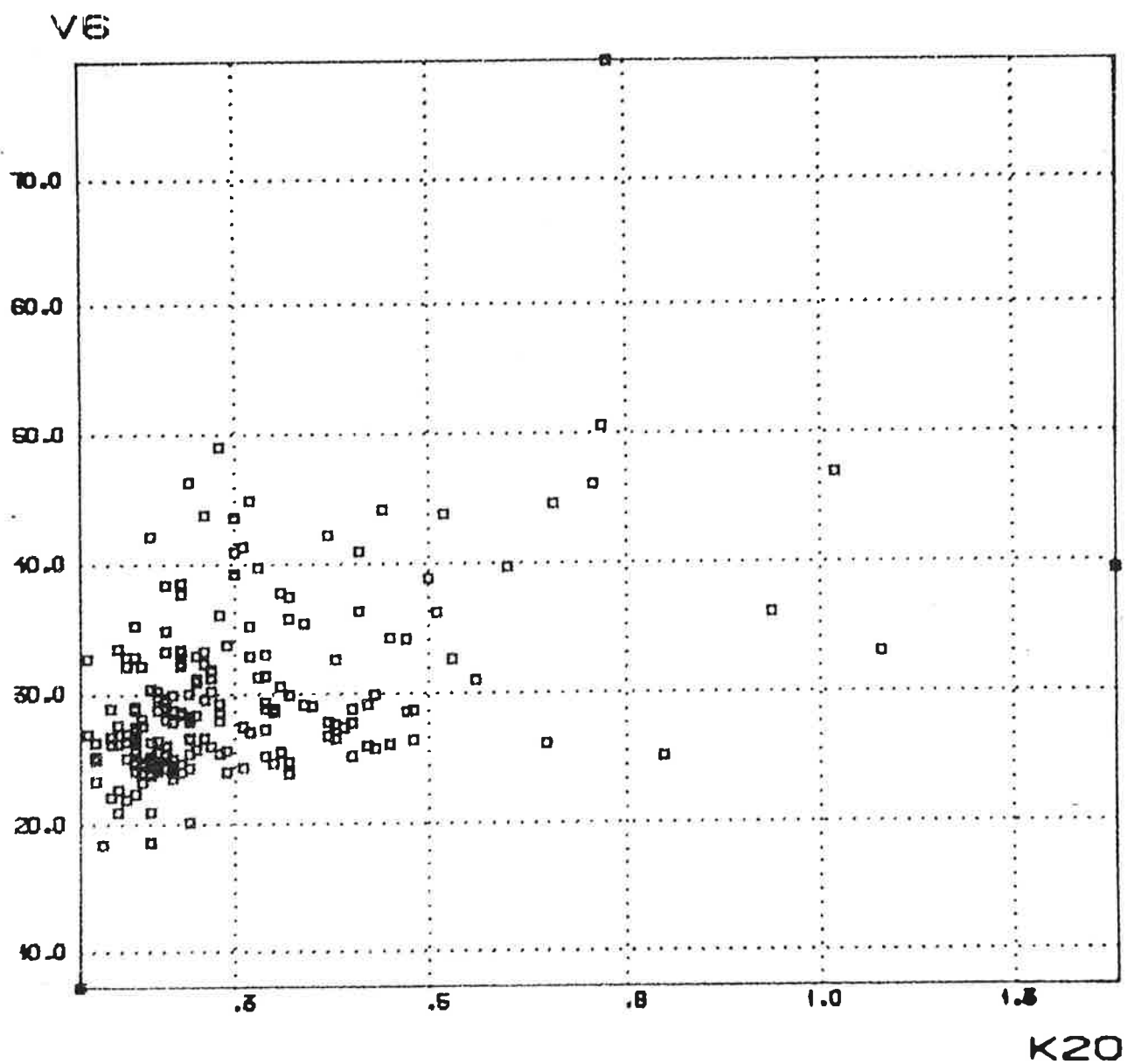


Fig. 74. Differensiasjonsindeks DI. (V6) plottet mot K₂O (i vekt %).

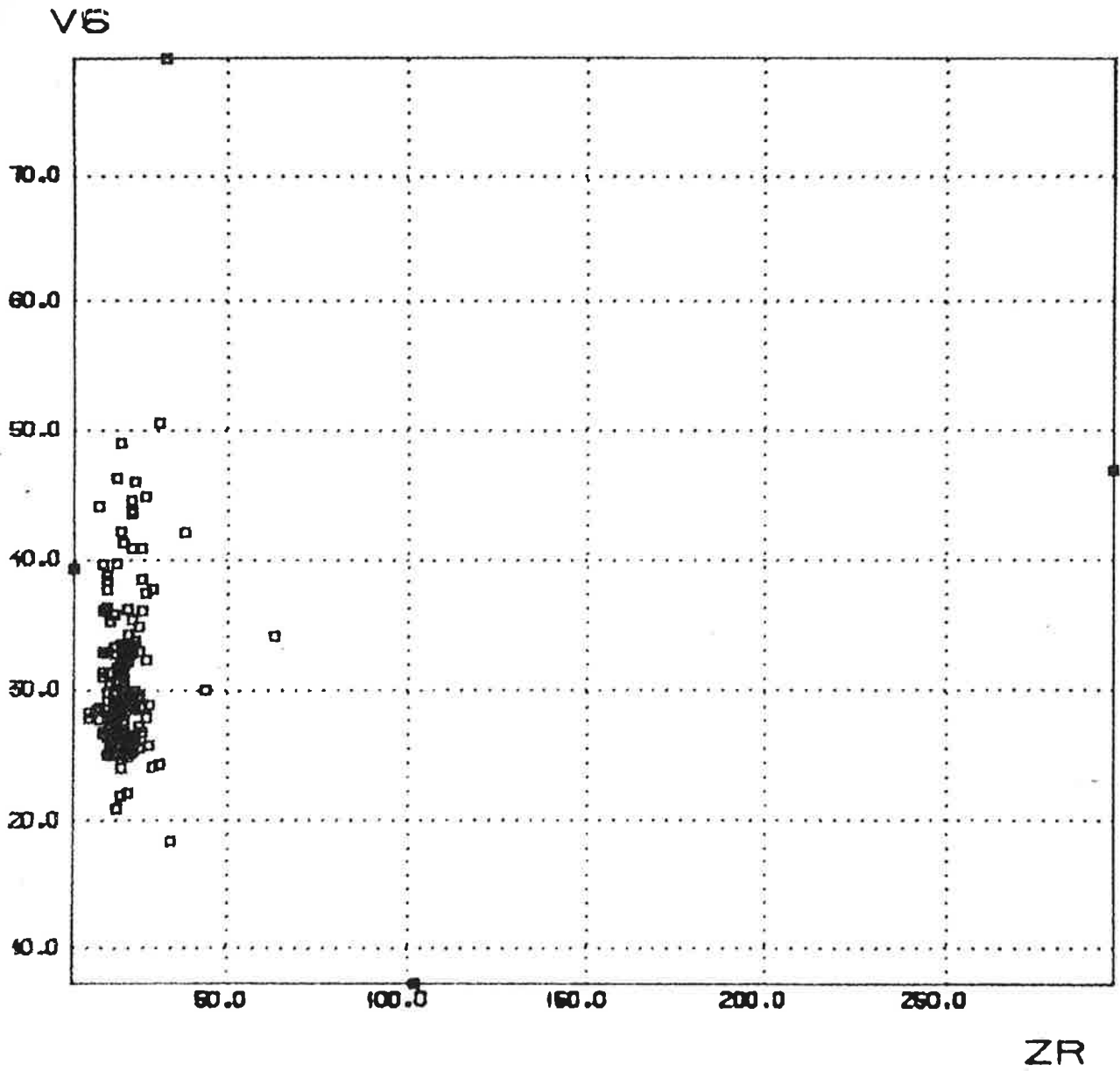


Fig. 75. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Zr (i ppm).

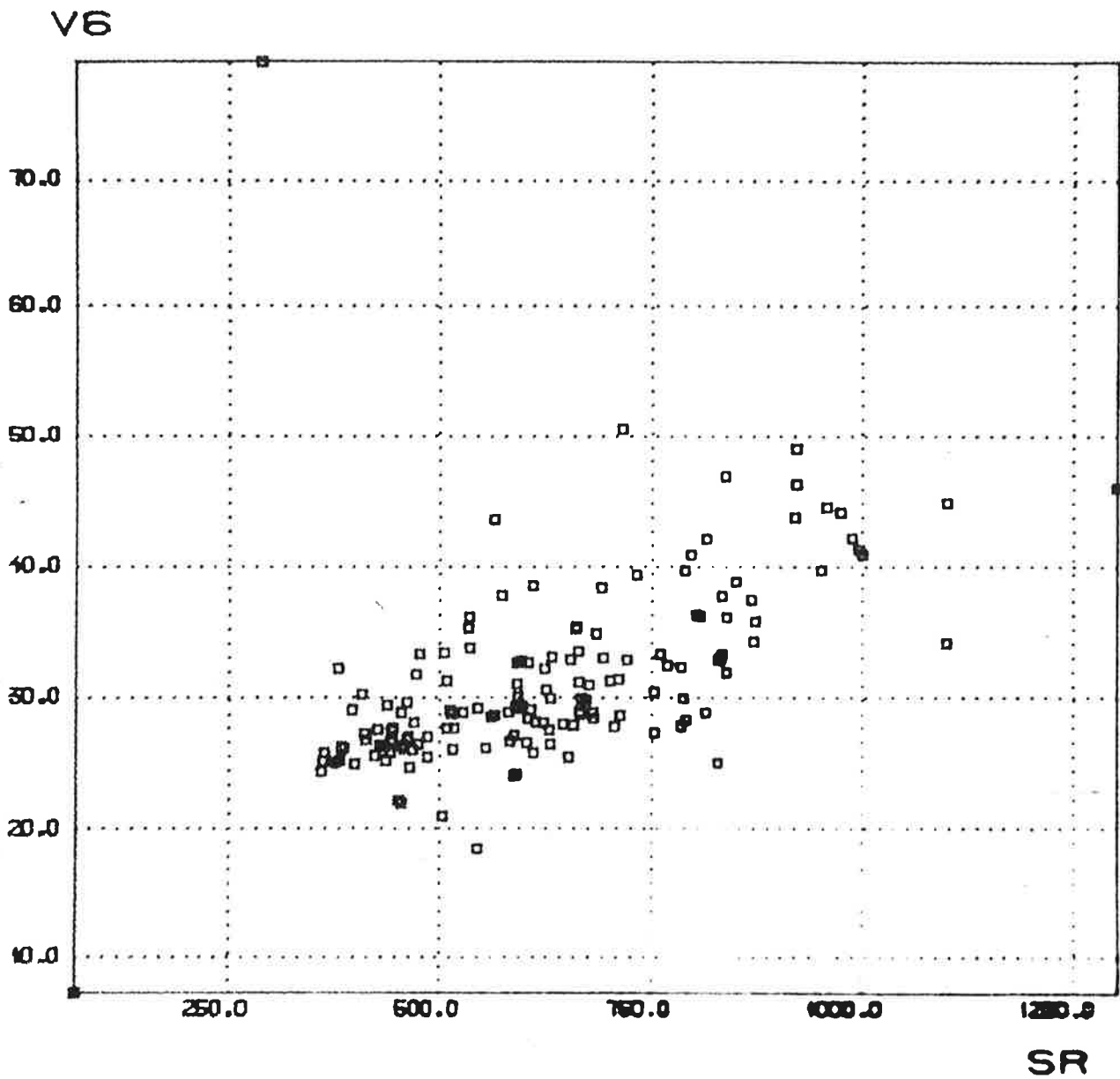


Fig. 76. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Sr (i ppm).

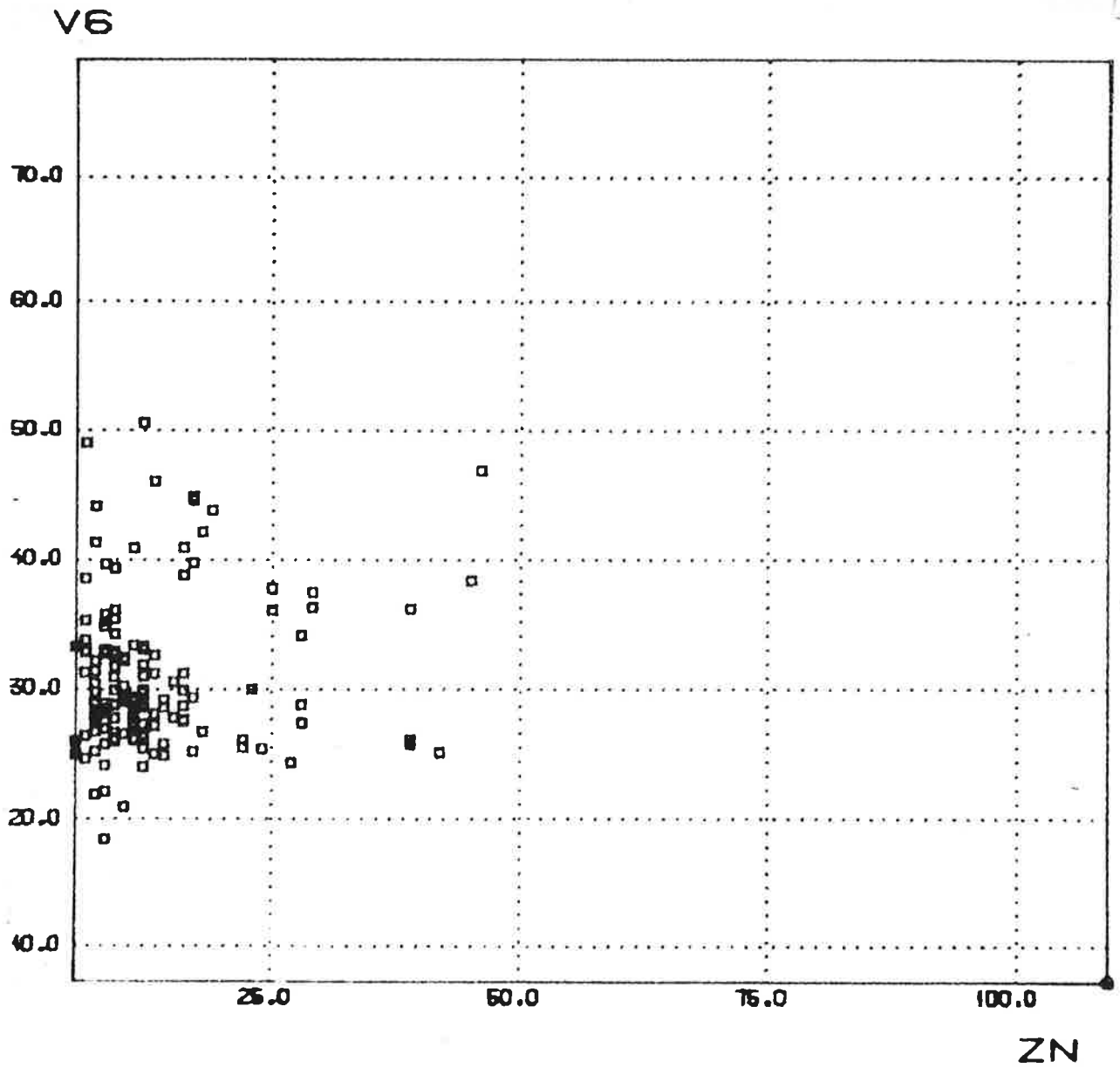


Fig. 77. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Zn (i ppm).

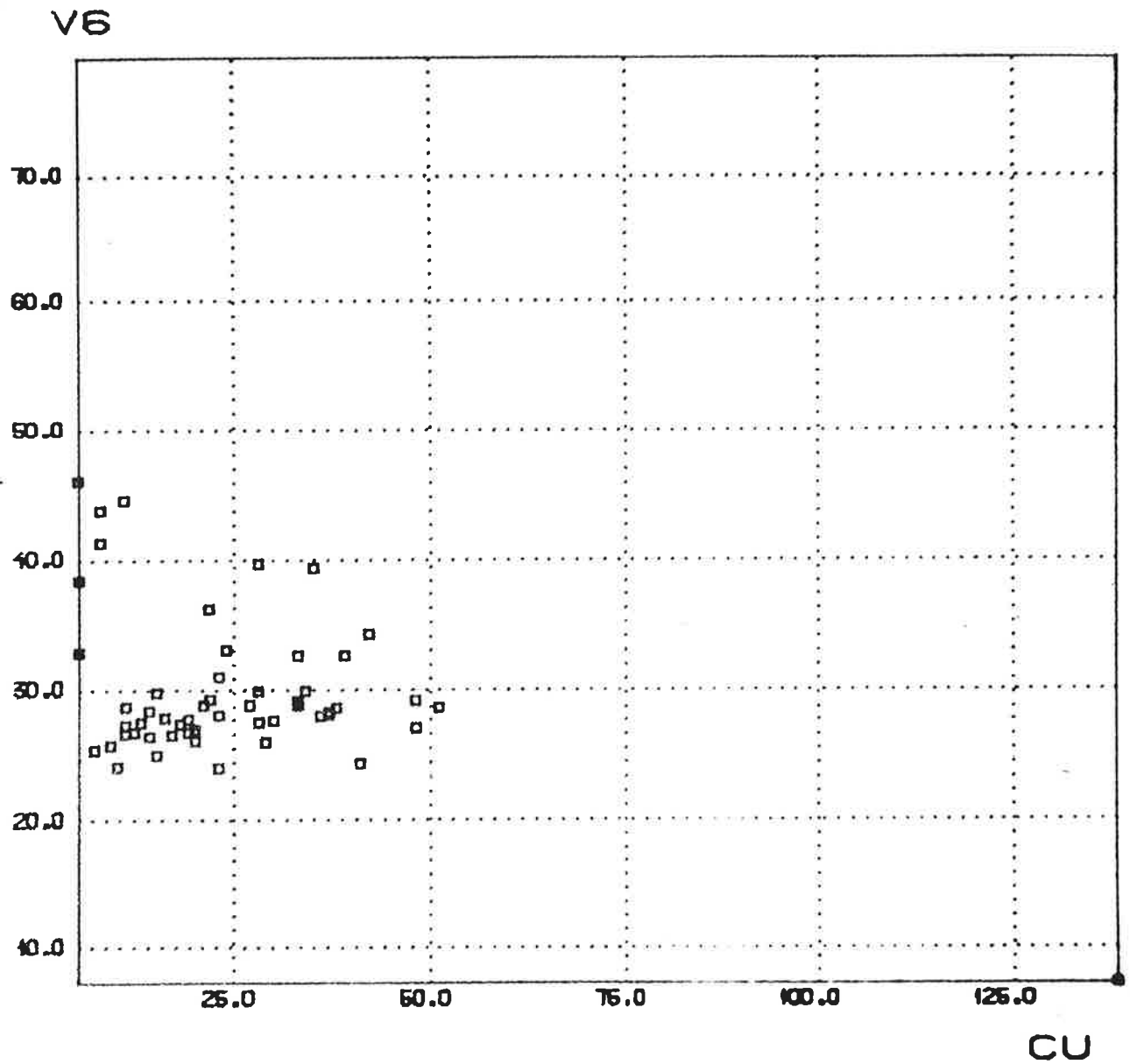


Fig. 78. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Cu (i ppm).

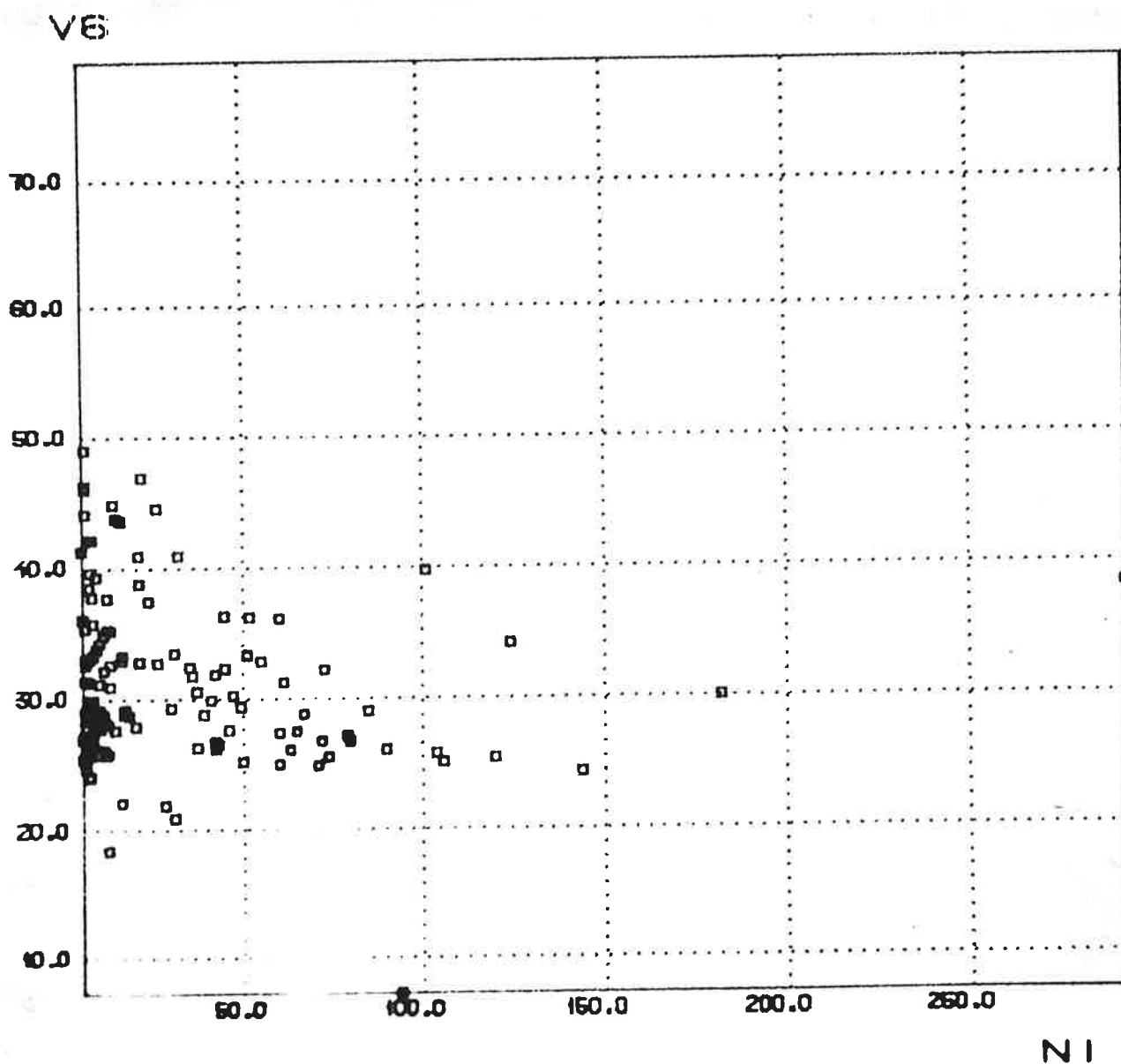


Fig. 79. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Ni (i ppm).

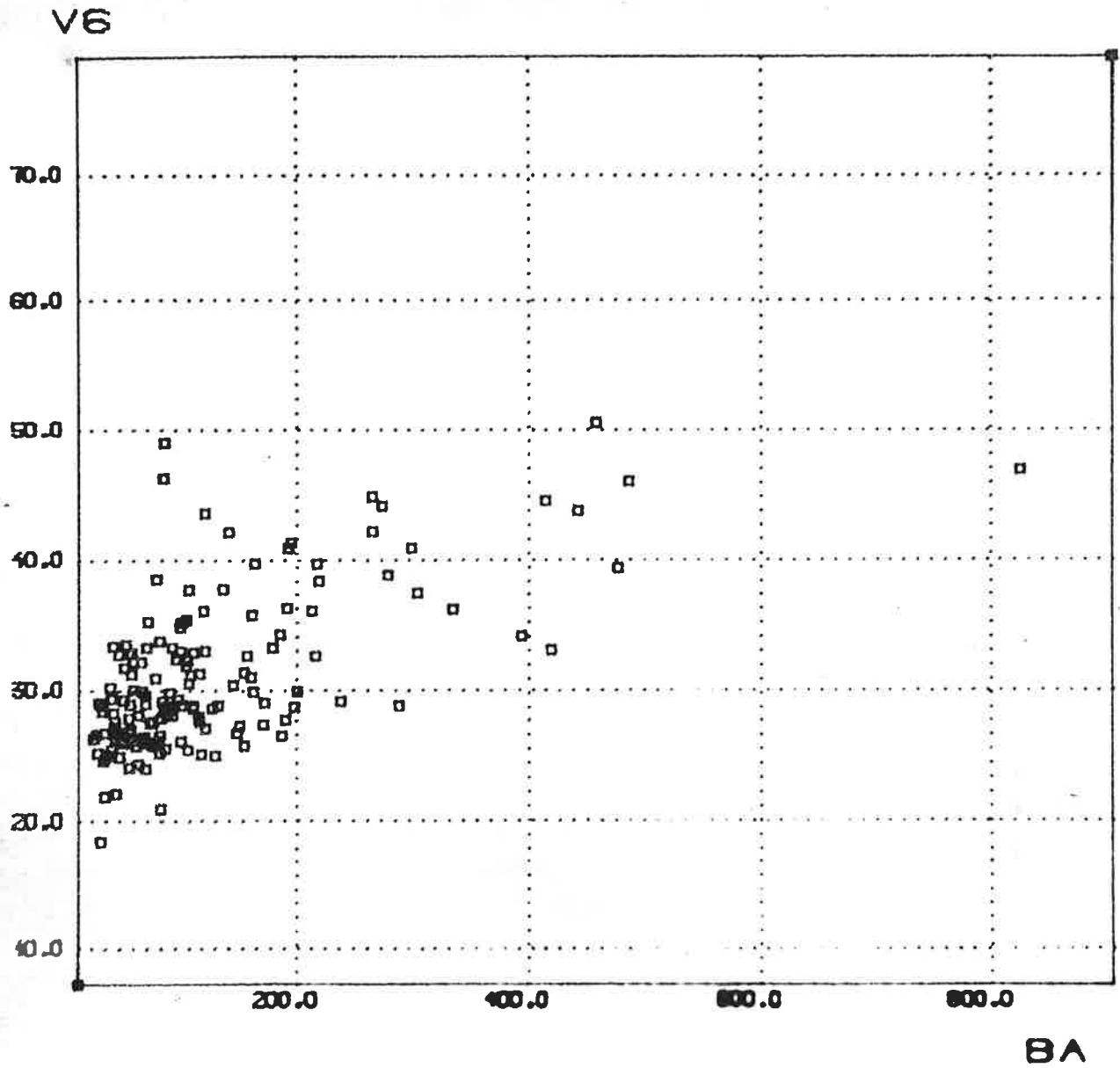


Fig. 80. Differensiasjonsindeks DI (V6) plottet mot Ba (i ppm).