



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr

6210

Intern Journal nr

Internt arkiv nr

Rapport lokalisering

Gradering

Kommer fra arkiv

Grong Gruber AS

Ekstern rapport nr

NGU 94.008

Oversendt fra

Fortrolig pga

Fortrolig fra dato:

Titel

Kjemisk og mineralogisk variasjon langs marmorsonen fra Huddingsvatnet til Leipikdalen, Grongfeltet, Nord-Trøndelag.

Forfatter

Reidar G. Trønnes

Dato

År

1994

Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

NGU

Kommune

Røyrvik

Fylke

Nord-Trøndelag

Bergdistrikt

1: 50 000 kartblad

19241

1: 250 000 kartblad

Grong

Fagområde

Geologi

Geokjemi

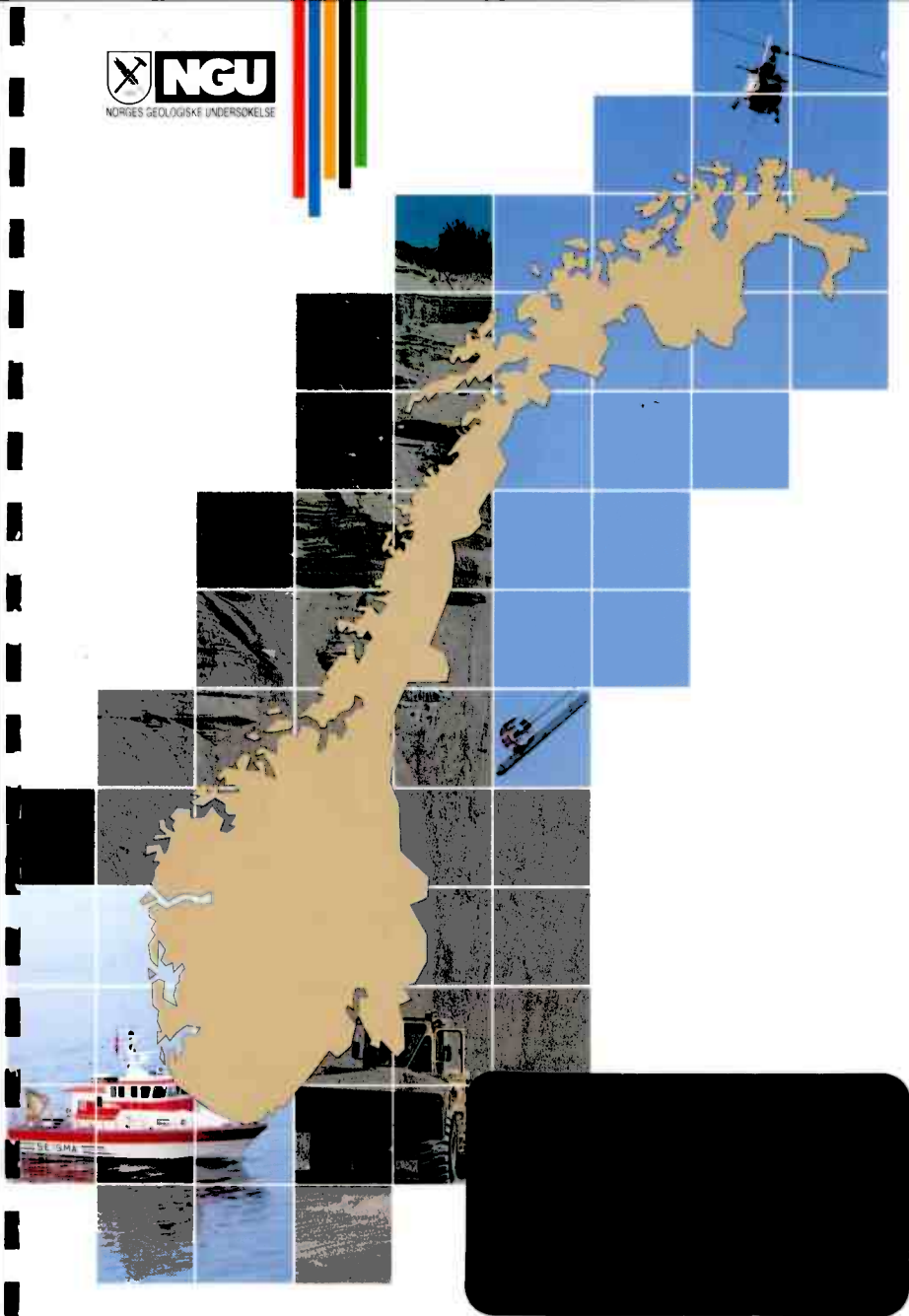
Dokument type

Forekomst(er) (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)

Råstoffgruppe

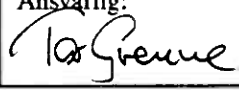
Råstofftype

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse



NGU Rapport 94.008

**Kjemisk og mineralogisk variasjon langs
marmorsonen fra Huddingsvatnet til
Leipikdalen, Grongfeltet, Nord-Trøndelag**

Rapport nr. 94.008		ISSN 0800-3416		Gradering: Åpen	
Tittel: Kjemisk og mineralogisk variasjon langs marmorsonen fra Huddingsvatnet til Leipikdalen, Grongfeltet, Nord-Trøndelag.					
Forfatter: Reidar G. Trønnes			Oppdragsgiver: NGU - Samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen		
Fylke: Nord-Trøndelag			Kommune: Røyrvik		
Kartbladnavn (M = 1:250.000) Grong			Kartbladnr. og -navn (M = 1:50.000) 1924-1 Jomafjellet		
Forekomstens navn og koordinater: Huddingsvassmarmoren			Sidetall: 17 Pris: 72,- Kartbilag:		
Feltarbeid utført: August 1993		Rapportdato: Januar 1994		Prosjektnr.: 67.2509.46	Ansvarlig: 
Sammendrag: Marmorsonen østover fra Huddingsvatnet i Grongfeltet er ca. 150 m mektig og faller 20° mot NNV ved den østlige delen av Huddingsvatnet og 70–80° mot NNV i Marmorgrotta–Leipikdalen-området, 5–8 km lenger øst. Lagpakken er invertert og tilhører sålen i det lavmetamorfe (grønnskiferfacies) Leipikvatnet-dekket. Dette dekket er en del av Orklump dekkekompleks som igjen er en del av Grongfeltets Köli-sekvens. Kalkspatmarmoren ble prøvetatt med 19 prøver over en 11 km strøklengde. MgO-løseligheten i kalkspat er omtrent 1.5%, og fri dolomitt opptre således bare i to prøver med henholdsvis 1.8 og 2.4 % MgO. De fleste prøvene har under 0.5% MgO. Kvarts og muskovitt er helt dominerende som silikatmineraler, og nesten all CaO og MgO er derfor karbonatbundet. En viktig forurensing som vanskeliggjør utnyttelse av marmoren som råstoff til høyhvite fyllstoffprodukter er finfordelt organisk materiale eller grafitt. Området nær Huddingsvatnet består av en mørk grå, finlaminert marmor med 53–55 % CaO og hvithetsverdier (R457) på 50–80%. Øst for Huddingsvatnet er marmoren overveiende lysere (R457 > 80 %) og CaO er over 55 %. Alle de 9 prøvene fra det østlige området har over 98.4% normativ CaCO₃ og under 1% MgCO₃. Bortsett fra 1–2 prøver, har de også <0.1 % Fe₂O₃, <0.01% MnO og <0.75% silikatbundne oksyder. En så ren kalkspatmarmor vil trolig være et godt utgangspunkt for framstilling av kjemisk utfelt kalsiumkarbonat (PCC), forutsatt at den termisk-mekaniske stabiliteten av bergarten er tilfredsstillende.					
Emneord: marmor					
kalkspat					
industrimineral				fagrapport	

INNLEDNING

Under det pågående arbeidet med vurdering av karbonat-forekomster i regi av Samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosen, er det foretatt en rekognoserende undersøkelse av kjemisk og mineralogisk variasjonen langs marmorsonen østover fra Huddingsvatnet i Grongfeltet. Denne marmorsonen kan følges nesten kontinuerlig over en ca. 45 km lang strekning fra Leipikvatnet i Jämtland, gjennom Leipikdalen (navnet Lybekkdalen er brukt på kartblad 1924-1 Jomafjellet), over Huddingsvatnet, langs Huddingsdalen, via Vektarbotnen til Store Namsvatn (Fossen & Kollung, 1988; Lutro & Kollung, 1988). Sonen er for det meste tynn (1–20 m) på strekningen fra Store Namsvatn til Huddingsdalen, mens mektigheten overstiger 100 m fra Huddingsvatnet til svenskegrensen.

Øvereng (1989) foretok en befaring av marmorsonen 500 m sør for Tømmervika ved Store Namsvatn. Her er mektigheten bare 5–7 m (15–20° fall mot vest), men kvaliteten er så god (samleprøve med 97.8% CaCO_3) at Øvereng (1989) anbefalte innledende råstoffundersøkelser av visse partier langs marmorsonen. Norsulfid A/S (ved Johan Heim) er i ferd med å avslutte en detaljert undersøkelse med kjerneboring av et bruddområde 300 m sør for gården Skoglund nær østenden av Huddingsvatnet. Undersøkelsen gjøres etter oppdrag fra det nystiftede Røyrvikkalk A/S, som i 1993 gjenopptok driften i dette bruddet.

Her rapporteres resultatene av en rekognoserende undersøkelse av mer regional karakter med siktemål å belyse eventuelle kvalitetsvariasjoner langs marmorsonen fra Huddingsvatnet til Leipikdalen (Lybekkdalen). Det regional-geologiske kartgrunnlaget i dette området foreligger som foreløpig berggrunnskart i målestokk 1:50000 (Fossen og Kollung, 1988) samt geologiske beskrivelser (Kollung, 1979; Reinsbakken & Stephens, 1986). Feltarbeidet for denne undersøkelsen omfattet prøvetaking langs marmorsonen i en 11 km lang strøklengde, tilsammen 19 prøver.

TEKTONO-STRATIGRAFI, STRUKTUR OG MEKTIGHET AV MARMORSONEN

Huddingsvassmarmoren hører tektonostratigrafisk til i den midtre delen av Köli-pakken (Fig. 1), og nærmere bestemt til Orklump dekkekompleks (Roberts, 1989). Denne tektonisk-stratigrafiske serien fortsetter østover i Sverige og er inndelt i enhetene Leipikvatnet-, Gelvenåkko- og Stikke-dekkene (Reinsbakken & Stephens, 1986; Fig. 2). Den interne stratigrafien i Leipikvatnet-dekket er ikke helt fastlagt og Lutro & Kollung (1988) og Fossen & Kollung (1988) har plassert marmoren i henholdsvis Huddingsdalsgruppen og Røyrvikgruppen. Som vist i Fig. 2 faller skyvegrensen ved sålen av Leipikvatnet-dekket sammen med den stratigrafiske bunnen av marmorenheten (Reinsbakken & Stephens, 1986). Lagpakken i dette området er invertert. Sammenfallende skyvegrenser og plastisk deformerbare marmorsoner er et karakteristisk trekk i

dette området, i og med at tynne marmorsoner også opptrer i sålen (østgrensen) av Helgelandsdekket over Gjersvikdekket (Lutro & Kollung, 1988).

I området ved Skoglund-Sundtangen faller marmoren svakt (ca. 20°) mot NNV, og sonen har en bredde på 400–500 m normalt til strøkretningen (Fig. 2). Nord og nordøst for Vallervatnet er bredden ca. 120–200 m og fallet er steilt (70–80°) mot NNV. Mektigheten ser ut til å variere mellom 100 og 200 m.

Leipik-dekket (og de andre delene av Köli-sekvensen i dette området) består av grønnskiferfacies metasedimentære og metavulkanske bergarter og sidebergartene til Huddingsvassmarmoren er hovedsakelig grønnsteiner og grønnskifre, kvartskeratofyrer og fyllitter. Fyllittene er tildels grafittførende.

MARMORENS MINERALOGI, MINERAL- OG BERGARTSKJEMI

Prøvetaking og -behandling

Marmorsonen ble prøvetatt over en strøklengde på ca. 11 km fra Sørsundet mot ØNØ. Prøveavstanden er sterkt varierende og langs den nedre delen av Rennselelva mangler det prøver fra en strøklengde på ca. 3 km. Likevel gir prøvene et bilde av den kjemiske og mineralogiske variasjonen langs marmorsonen. I bruddområdet sør for Skoglund er det tatt tre prøver. Hver av prøvene inneholdt 2–3 håndstykker som ble grovknust, homogenisert, splittet og finmalt til analyse-pulver i en agat-foret mølle. Forvitret materiale, vegetasjon og jordrester ble omhyggelig fjernet (ved saging) fra prøvestykkene før grovknusingen.

Makroskopisk utseende og mineralogi

Marmoren har et varierende utseende fra mørk grå og finlaminert (0.2–0.5 mm skala), via lys grå, homogen eller båndet (1–50 mm skala), til nesten helt hvit og homogen. Teksturen er granulær og allotriomorf, og den gjennomsnittlige kornstørrelsen varierer fra 0.1 til 0.5 mm. I de finkornete lamellene i enkelte mørke-grå og finlaminerte marmorpartier er imidlertid kornstørrelsen nede i 0.02–0.05 mm. De mørkegrå og finlaminerte marmorpartiene er stort sett begrenset til området hvor prøvene Jo-1, -2, -3, -7, -8, -9, -10 og -11 er tatt (Fig. 2). I de prøvene som ble undersøkt mikroskopisk ble det ikke observert bøyde tvillinglameller i kalkspat. Teksturen bærer således ikke preg av at plastisk deformasjon og flytning har funnet sted i de prøvetatte delene av marmorsonen. Reinsbakken & Stephens (1986) beskriver imidlertid den finlaminerte marmortypen like ved prøvelokaliteten Jo-10 (deres lokalitet 4.2) som "layered limestone mylonite".

Fig. 3 viser noen karakteristiske trekk ved marmormineralogien. Kalkspat er det dominerende karbonatmineralet, og dolomitt opptrer bare i marmorpartier med over ca. 1.5 vekt% MgO (2 av 19 prøver). Muskovitt (lys glimmer) og kvarts er de dominerende silikatmineralene, mens kloritt og flogopitt opptrer i mindre mengder i de mest Mg-rike og urene karbonatpartiener. Den mørkegrå fargen på de de finlaminerte marmorpartiener i Sundtangen–Skoglund-området skyldes finkomet og finfordelt interstitielt organisk materiale eller grafitt. Prøve Jo-10, som har et MgO-innhold på 2.4 vekt%, er en slik finlaminert marmor hvor de mørke og finkornete lamellene (0.2–0.5 mm tykke, kornstørrelse: 20–50 µm har høyt innhold av både dolomitt og organisk materiale og hvor de lyse lagene består av mer grovkomet (0.2 mm) kalkspat (Fig. 3). Enkelte spredte korn av albitt og kvarts er også observert. Pyritt er et utbredt spomineral, og enkelte korn av titanitt og apatitt er også tilstede.

Mineralkjemi

Tabell 1 gir representative mineralanalyser sammen med analytiske spesifikasjoner. Alle mineralene har et meget lavt MgO/FeO-forhold (gjennomsnittlig 9, 1, 5, 0.1 og 0.2 % for henholdsvis kalkspat, dolomitt, muskovitt, flogopitt og kloritt, se Tabell 1). Dette er et betydelig lavere Fe/Mg-forhold enn for marmoren på Ytterøya (Trønnes 1993b), og det ser også ut til å være litt lavere enn for Geitfjellet–Bukkafjellet-marmoren (Trønnes 1993a). Kalkspaten i Huddingsvassmarmoren ser ut til å ha en MgO-løselighet på omkring 1.5 %. Fri dolomitt opptrer i prøve Jo-10 (Tabell 1), og trolig også i Jo-3 (Tabell 2a). Muskovitten er karakterisert ved et lavt innhold av phengitt-komponenten og flogopitten har en nesten ubetydelig Al-tschermaks-komponent.

Bergartskjemi, normativ mineralogi og lysreflektivitet

Hovedelement-sammensetningen ble målt ved røntgenfluorescens-spektrometri. Analysedataene samt en kort beskrivelse av analytisk prosedyre er presentert i Tabell 2a. Tabell 2b viser at den instrumentelle presisjonen er meget god (bedre enn 5 % av oksydinnholdet, selv på et 0.1 vekt%-nivå). Nøyaktigheten er bedre enn 4 % for oksyder som har innhold over ca. 0.2 vekt%, men synker merkbart når oksydinnholdet går under dette nivået. Reflektivitets-verdiene for filtrene FMX (rød), FMY (grønn), FMZ (blå), R457, og R570 er vist i Tabell 3.

De viktigste kjemiske parametre er vist som en funksjon av omtrentlig geografisk posisjon langs marmorsonen i Figurene 4 og 5. Alle prøvene langs Rennselva og Leipikdalen (9 prøver) og 3 prøver fra Storøya og Sørsundet har mer enn 55 % CaO. Prøvene i Sundtangen–Skoglund-området har mellom 53 og 55 % CaO (untatt prøve 1 med 55.2 % CaO). Selv om de mørkegrå, finlaminerte partiener tydeligvis er de mest urene delene av karbonatsonen, er altså selv disse ganske rene karbonater med over 53 % CaO. Fri dolomitt ser ut til å opptre i 2 av de finlaminerte

prøvene (Jo-3 og -10). De innbyrdes forholdene mellom elementene Si, Al, Fe, og K (Fig. 5) bekrefter at kvarts og muskovitt er de desidert viktigste silikatmineralene.

Figurene 6 og 7 viser variasjonen i normativ karbonatmineralogi. Normberegningene er utført på samme måte som i Trønnes (1993a), men på grunnlag av den sterke dominansen av kvarts og muskovitt som silikatmineraler, ble det antatt at bare 10% av MgO-innholdet er bundet i silikatmineralene. Det betydelige innholdet av tremolitt og flogopitt i marmorene i Geitfjellet-Bukkafjellet førte til at Trønnes (1993a) estimerte andelen av MgO i silikatfaser til 25%. I Huddingsvassmarmoren er trolig mindre enn 10% av MgO silikatbundet, men denne proporsjonen er benyttet for å underestimere, heller enn overestimere, karbonatinnholdet. I Fig. 6 er MgO beregnet som en magnesittkomponent. De 9 prøvene som er tatt øst for utløpet av Rennselelva har alle over 98.8% karbonat og over 98.4% CaCO_3 -komponent. Når MgO er tilordnet en dolomittkomponent (Fig. 7), har alle disse prøvene over 97.6% CaCO_3 -komponent.

Fig. 8 viser en positiv korrelasjon mellom CaO og lysreflektiviteten (i form av R457) og en negativ korrelasjon mellom disse parametrene og MgO. Slike korrelasjoner er også tilstede f.eks. i marmorforekomsten i Geitfjellet-Bukkafjellet-området (Trønnes, 1993a).

VURDERING AV ØKONOMISK POTENSIALE

Huddingsvassmarmoren er en relativt ren kalkspatmarmor. CaO-innholdet varierer lite, mellom 53.2 og 55.6 %, mens hvitheten (R457) varierer mye, mellom 48.9 og 92.6 %. I området øst for utløpet av Rennselelva (prøve 11 og østover, til sammen 9 prøver) har de analyserte prøvene >98.4 % CaCO_3 , <1 % MgCO_3 , <0.1 % Fe_2O_3 (unntatt 2 prøver), <0.01 % MnO (unntatt 1 prøve) og <0.75% silikatbundne oksyder (unntatt 1 prøve). Hvitheten (R457) varierer i dette området mellom 74.7 og 92.6 %. Den lave hvitheten skyldes finfordelt grafitt eller organisk materiale og dette har sammenheng med den relativt lave metamorfosegraden av bergartene i Leipikvattnet-dekket. Det er derfor lite trolig at Huddingsvassmarmoren vil egne seg som oppredningsbasert råstoff til hvite fyllstoffprodukter. Alle prøvene som er tatt øst for utløpet av Rennselelva (Rennseldalen og Leipikdalen) ser imidlertid ut til å oppfylle de kjemiske kriteriene for råstoff til kjemisk utfelt kalsium karbonat (Precipitated Calcium Carbonate, PCC). Råstoff til PCC-produksjon må også ha god mekanisk-termisk styrke og holdfasthet. Det er ikke foretatt noen form for termisk-mekanisk materialprøving, men marmoren er finkornet og virker holdfast og mekanisk sterk. En mer omfattende og systematisk prøvetaking og et mer omfattende analyseprogram (inkludert målinger av termisk stabilitet) er nødvendig for å fastslå om denne delen av Huddingsvassmarmoren virkelig representerer et mulig PCC-råstoff. En helt systematisk prøvetaking langs profiler normalt til strøkretingen vil også eliminere usikkerheten som er knyttet til at lett tilgjengelige deler av marmorsonen i form av oppstikkende rygger ikke nødvendigvis er mineralogisk og kjemisk representative for hele sonens bredde.

Marmorformasjonen har en mektighet på omtrent 150 m (100–200 m) i området fra Sundtangen til svenskegrensa. Fallet øker fra ca. 20° i Suntangen–Skoglund-området til 70–80° ved Marmorgrotta. Forutsetningene for relativt stor og rasjonell drift skulle derfor være oppfylt i de østlige delene av den undersøkte marmorsonen. Potensielle bruddområder ligger også ved eller nær (<1–2 km) eksisterende veinett, men transportavstanden til havneanlegg er lang (160 km til Namsos).

Driften av finlaminert marmor (prøvene Jo-1, -2 og -3) som ble gjenopptatt i dagbruddet like sør for Skoglund sommeren 1993 tar i første omgang sikte på leveranser av singel, strøsand og jordbrukskalk til det lokale markedet og deretter av "miljøkalk" til kalking av vassdrag og skog i de vestlige delene av Jämtland og Västerbotten. Selv om renheten av marmoren i dette bruddområdet trolig tilfredsstiller kravene til de nevnte produktene, ser det altså ut til Skoglund–Suntangen-området ikke representerer de reneste partiene av Huddingsvassmarmoren.

ETTERORD

Jeg vil takke John Omæs (styreformann i Røyrvikkalk A/S) for råd og diskusjon under feltarbeidet.

LITTERATURREFERANSER

- Dallmeyer, R.D., Johansson, L., & Möller, C. 1992: Chronology of Caledonian high-pressure metamorphism, uplift and deformation within the northern part of the Western Gneiss Region, Norway. *Geol. Soc. Am. Bull.* 104, 444–455.
- Fossen, H. & Kollung, S. 1988: Jomafjellet 1924-1 Berggrunnskart 1:50000, foreløpig utgave. Norges geol. unders.
- Gee, D.G., Kumpulainen, R., Roberts, D., Stephens, M.B., Thon A. & Zachrisson, E. 1985: Scandinavian Caledonides, Tectonostratigraphic map. In: Gee, D.G. and Sturt, B.A. (eds.) *The Caledonide orogen – Scandinavia and related areas*. John Wiley & Sons Ltd.
- Kollung, S. 1979: Stratigraphy and major structures of the Grong District, Nord-Trøndelag. Norges geol. unders. 354, 1–51.
- Lutro, O. & Kollung, S. 1988: Røyrvik 1924-4 Berggrunnskart 1:50000, foreløpig utgave. Norges geol. unders.
- Reinsbakken, A. & Stephens, M.B. 1986: Day 4. B. Lithology and deformation in the massive sulphide-bearing Gelvenåkk and Leipikvatnet nappes, Upper Allochthon. In: Stephens, M.B. (editor): *Stratabound sulphide deposits in the central Scandinavian Caledonides*. 7th IAGOD Symposium and Nordkallott Project Meeting. Excursion Guide No. 2.
- Roberts, D. 1989: Tectonostratigraphy within the area of 1:250 000 map-sheet 'Grong', Nord-Trøndelag, Central Norway. *Geol. Fören. Stockholm Förh.* 111, 404–407.

- Sollie, A., 1989: Geology within the area of 1:250 000 map-sheet Namsos, Central Norway. *Geol. Fören. Stockholm Förh.* 111, 410–412.
- Trønnes, R. G. 1993a: Structure, mineralogy, chemistry and economic potential of calcitic marble in the Geitfjellet-Bukkafjellet area, Nord-Trøndelag. Norges geol. unders. Rapp. 93.043.
- Trønnes, R. G. 1993b: Struktur, mineralogi og kjemi av kalkspatmarmor på Ytterøya, Nord-Trøndelag. Norges geol. unders. Rapp. 93.146.
- Øvereng, O. 1989: Befaring av kalksteinslokalitet ved Store Namsvatnet. Norges geol. unders. Rapp. 89.010.

Tabell 1. Representative mineralsammensetninger

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sum	Si	Al ^{IV}	Al ^{VI}	Mg+Fe	Ca	Na+K
Kalkspat:														
Jo-4	—	—	0.05	0.28	56.3	—	—	56.63	—	—	—	0.015	1.985	—
Jo-10	—	—	0.02	1.54	55.1	0.02	—	56.68	—	—	—	0.075	1.924	0.001
Jo-12	—	—	0.02	0.24	56.2	0.03	—	56.49	—	—	—	0.012	1.986	0.002
Dolomitt:														
Jo-10	—	—	0.03	21.5	31.1	0.02	—	52.65	—	—	—	0.981	1.019	0.001
Muskovitt:														
Jo-4	46.8	35.2	0.16	1.76	0.47	0.73	10.5	95.62	6.184	1.816	3.666	0.365	0.067	1.957
Jo-12	46.3	36.5	0.01	0.60	0.48	0.86	10.4	95.15	6.136	1.864	3.836	0.120	0.068	1.979
Flogopitt:														
Jo-10	42.7	13.3	0.03	28.3	0.25	0.07	11.0	95.65	5.928	2.072	0.104	5.859	0.037	1.967
Kloritt:														
Jo-10	30.7	21.6	0.06	34.0	0.25	0.01	0.03	86.65	5.707	2.293	2.440	9.430	0.050	0.011

Oksyder er i vektprosent. Kationproporsjonene er normalisert til en totalladning på 4, 44 and 56 for henholdsvis karbonat, glimmer, og kloritt.

Mineralene ble analysert med en Jeol 733X Superprobe med 4 bølgelengde-diskriminerende spektrometre, 15 kV akselerasjonsspenning, 15 nA strøm og 10 sek. telletid. Rådataene ble korrigert med et Jeol ZAF-korreksjonsprogram og standardisering ble foretatt med naturlige mineralstandarder (wollastonitt for Si og Ca, olivin for Mg og Fe, kyanitt for Al, albitt for Na og ortoklas for K). De rapporterte sammensetningene representerer gjennomsnittet av 3-8 punktanalyser. Den gjennomsnittlige presisjonen (1σ) er bedre enn 1, 3, og 8 % for oksyder som er tilstede i mengder på henholdsvis 30-60 vekt%, 5-30 vekt%, og mindre enn 5 %. Gjentatte analyser av standarder viser at nøyaktigheten svarer omtrent til presisjonen.

Tabell 2a. Sammensetning av analyserte marmorprøver

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Jo-4	0.44	0.014	0.25	0.08	0.006	0.26	55.01	0.34	0.069	0.12
Jo-5	0.16	0.007	0.08	0.12	0.009	0.46	55.35	nd	0.029	0.12
Jo-6	0.18	0.005	0.06	0.05	0.010	0.89	55.0	nd	0.018	0.09
Jo-7	3.91	0.006	0.10	0.12	0.005	0.48	53.21	nd	0.032	0.10
Jo-8	1.52	0.033	0.60	0.17	0.006	0.61	54.07	nd	0.147	0.12
Jo-9	0.96	0.032	0.45	0.21	0.005	0.63	54.25	nd	0.135	0.11
Jo-3	1.83	0.013	0.06	0.05	0.004	1.76	53.25	nd	nd	0.10
Jo-2	1.03	0.009	0.12	0.05	0.003	0.75	54.61	nd	0.008	0.11
Jo-1	0.31	0.011	0.13	0.06	0.007	0.66	55.21	nd	0.034	0.12
Jo-10	0.63	0.011	0.13	0.10	0.003	2.42	53.38	nd	0.041	0.10
Jo-11	nd	nd	nd	0.04	0.003	0.52	55.40	nd	nd	0.11
Jo-12	0.09	nd	0.08	0.07	0.008	0.26	55.58	nd	0.018	0.12
Jo-13	0.05	nd	0.04	0.03	0.003	0.32	55.51	nd	0.015	0.11
Jo-19	0.43	0.021	0.23	0.26	0.013	0.32	55.12	nd	0.080	0.11
Jo-18	0.28	0.009	0.15	0.14	0.005	0.38	55.50	nd	0.040	0.12
Jo-17	0.05	nd	0.03	0.05	0.004	0.34	55.63	nd	0.013	0.11
Jo-14	0.34	0.010	0.16	0.07	0.004	0.27	55.19	nd	0.053	0.11
Jo-15	0.15	0.004	0.06	0.04	0.003	0.32	55.35	nd	0.025	0.11
Jo-16	0.08	0.006	0.04	0.09	0.005	0.44	55.46	nd	0.016	0.12

Oksyder i vektprosent; *nd*, under deteksjonsgrensen, som er 0.01 % for SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, og P₂O₅; 0.004 % for TiO₂; og 0.003 % for K₂O.

Målinger ble foretatt med et Phillips PW1480 røntgenfluorescens-spektrometer på glassbrikker fremstilt ved smelting av prøve og Li₂B₄O₇ i forholdet 1:7 (analyse ved B. Nilsen, NGU). Tabell 2b illustrerer den analytiske presisjonen og nøyaktigheten.

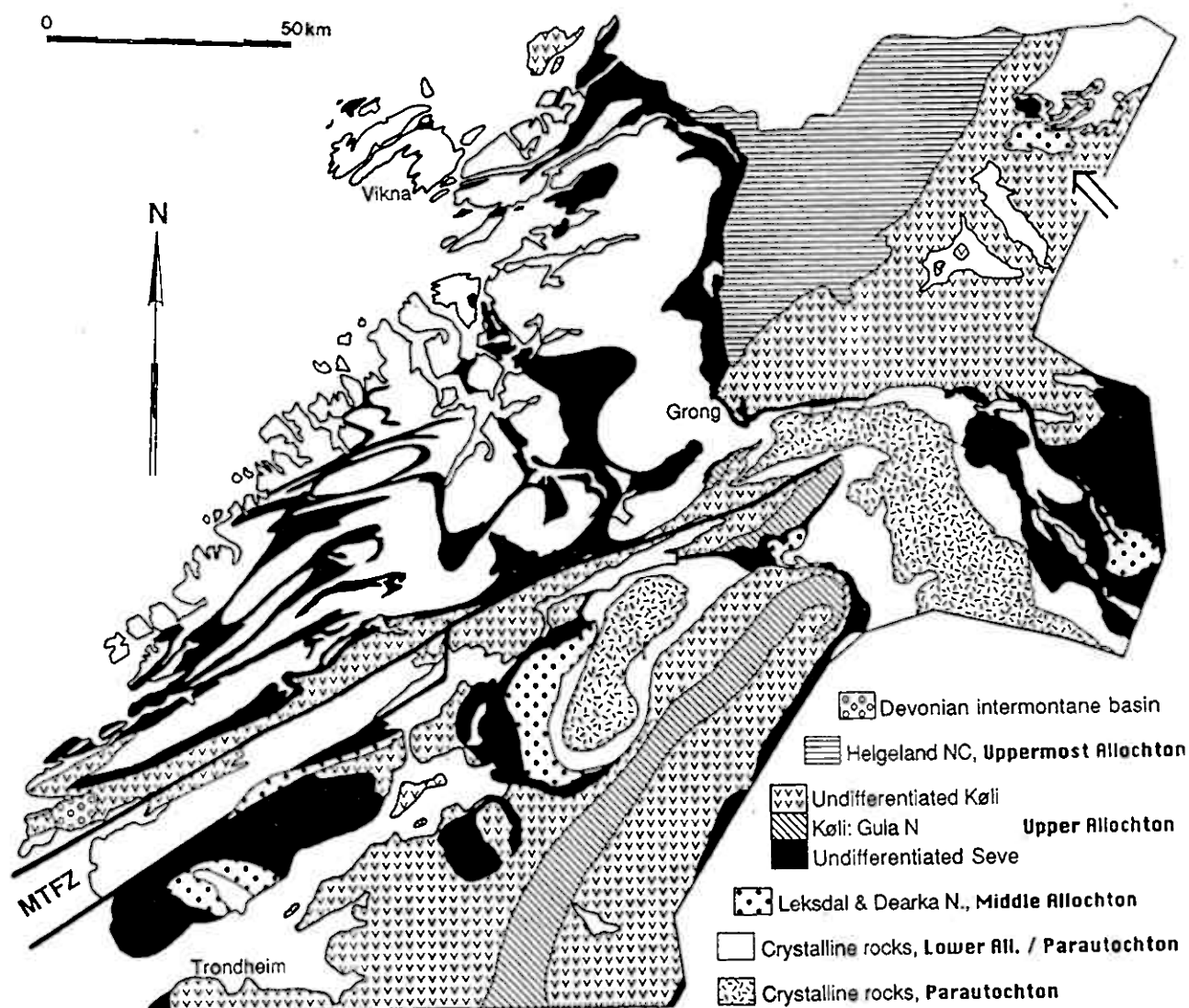
Tabell 2b. Instrumentell nøyaktighet og presisjon av hovedelementanalysene illustrert ved 6 gjentatte analyser av to syntetiske standarder

		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
KST-22	akseptert:	0.672	0.0065	0.151	0.043	0.0004	0.010	55.49	0.028	0.0550	0.0028
	1	0.71	<0.01	0.20	0.08	<0.01	0.01	55.57	<0.01	0.05	0.15
	2	0.72	<0.01	0.21	0.08	<0.01	0.04	55.55	<0.01	0.05	0.14
	3	0.72	<0.01	0.20	0.08	<0.01	0.02	55.51	<0.01	0.05	0.15
	4	0.73	<0.01	0.20	0.08	<0.01	0.03	55.51	<0.01	0.05	0.15
	5	0.71	<0.01	0.21	0.08	<0.01	0.03	55.54	<0.01	0.05	0.15
	6	0.71	0.01	0.22	0.08	<0.01	<0.01	55.53	<0.01	0.05	0.15
KST-29	akseptert:	30.03	0.0700	6.020	3.155	0.1600	1.345	31.99	2.155	2.220	0.2150
	1	29.64	0.08	6.11	3.22	0.15	1.30	31.83	2.16	2.15	0.23
	2	29.69	0.08	6.09	3.23	0.15	1.30	31.84	2.16	2.15	0.23
	3	29.54	0.07	6.13	3.23	0.15	1.27	31.81	2.21	2.15	0.24
	4	29.61	0.08	6.06	3.23	0.15	1.28	31.88	2.11	2.15	0.23
	5	29.62	0.07	6.12	3.23	0.15	1.29	31.86	2.15	2.16	0.23
	6	29.53	0.08	6.11	3.23	0.15	1.31	31.83	2.18	2.15	0.24

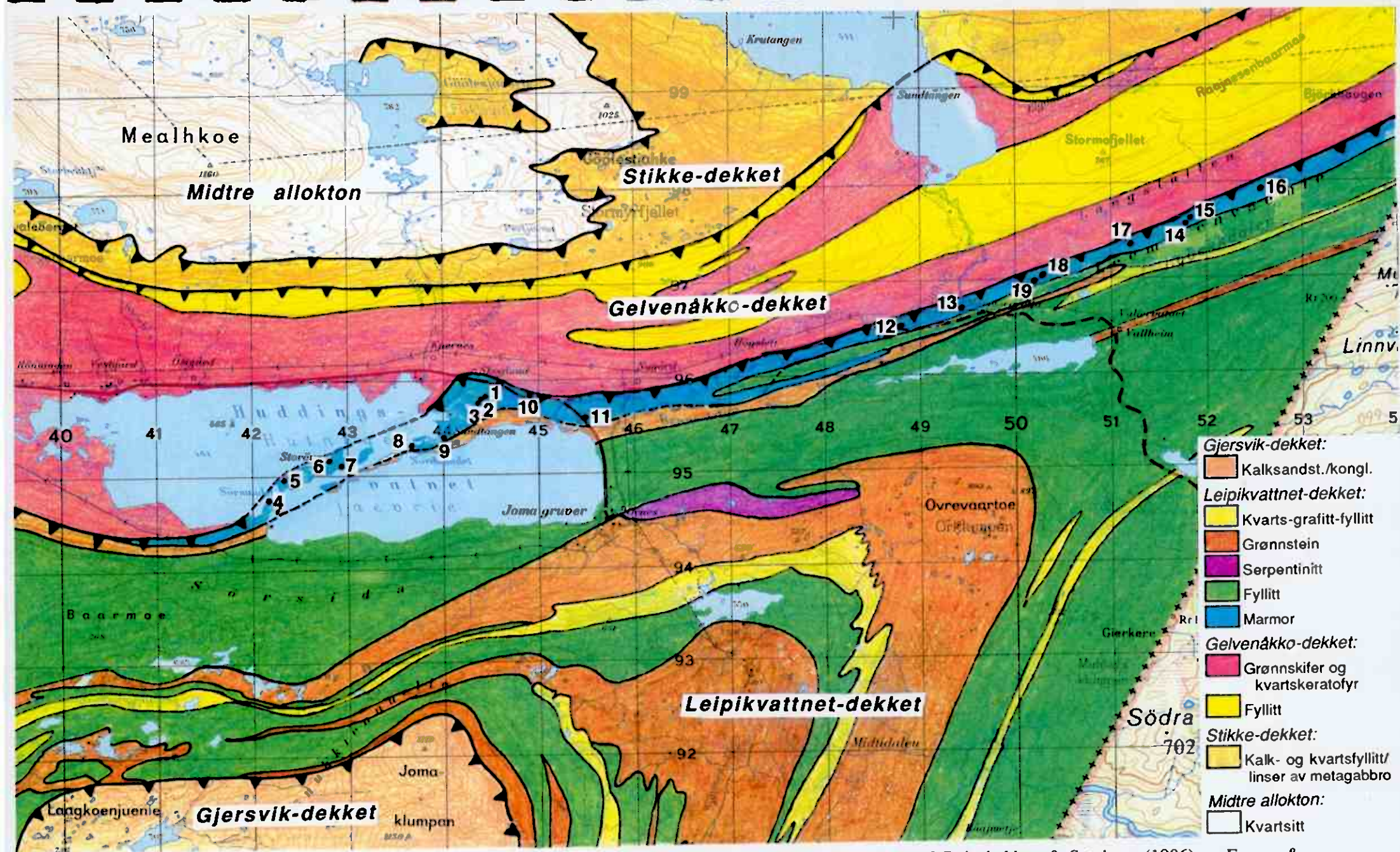
Tabell 3. Reflektivitetsverdier og CaO-innhold

Sample	FMX	FMY	FMZ	R457	CaO
Jo-4	90.6	90.3	88.4	88.5	55.01
Jo-5	85.7	85.5	84.8	84.8	55.35
Jo-6	84.5	84.4	83.8	83.9	55.00
Jo-7	47.8	48.0	48.8	48.9	53.21
Jo-8	78.4	77.9	75.2	75.3	54.07
Jo-9	56.9	57.1	57.8	57.8	54.25
Jo-3	48.5	48.8	49.9	50.0	54.25
Jo-2	50.9	51.1	52.3	52.3	54.61
Jo-1	51.2	51.1	51.5	51.6	55.21
Jo-10	47.9	48.1	49.3	49.3	53.38
Jo-11	88.8	88.8	88.9	88.9	55.40
Jo-12	86.9	86.7	85.4	85.4	55.58
Jo-13	86.5	86.4	86.2	86.2	55.51
Jo-19	94.0	93.5	90.6	90.7	55.12
Jo-18	85.7	85.6	84.7	84.8	55.50
Jo-17	74.7	74.7	74.7	74.7	55.63
Jo-14	94.6	94.3	92.6	92.6	55.19
Jo-15	79.6	79.5	78.5	78.6	55.35
Jo-16	77.8	77.8	78.0	78.0	55.46

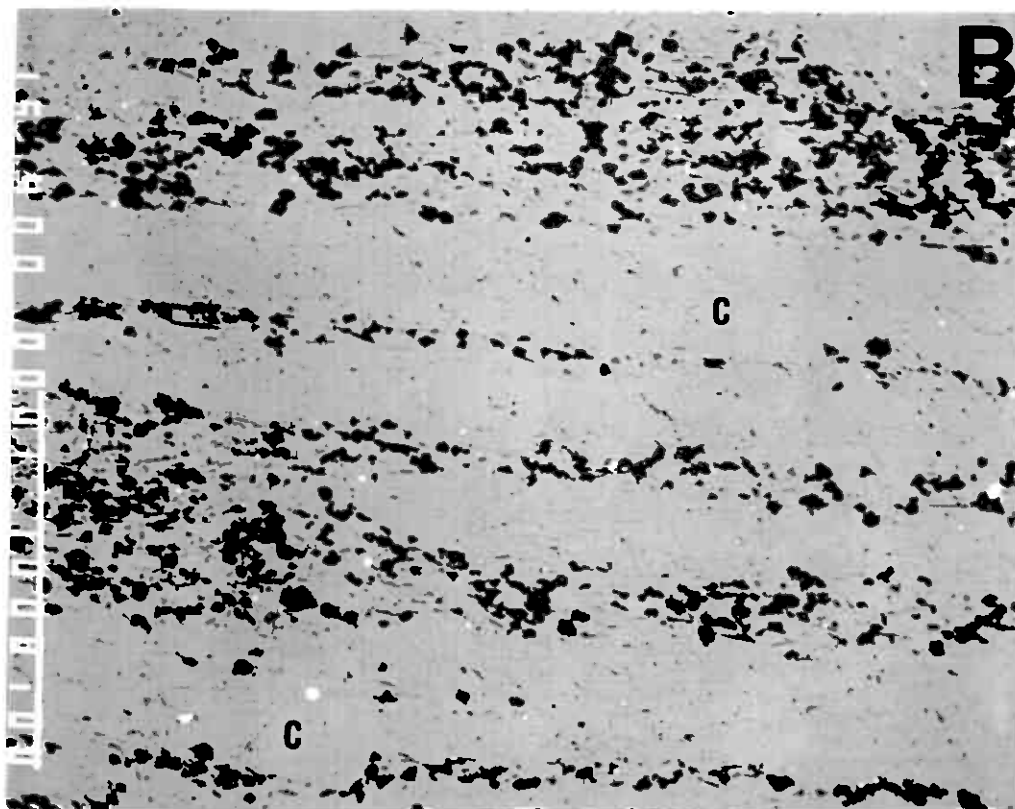
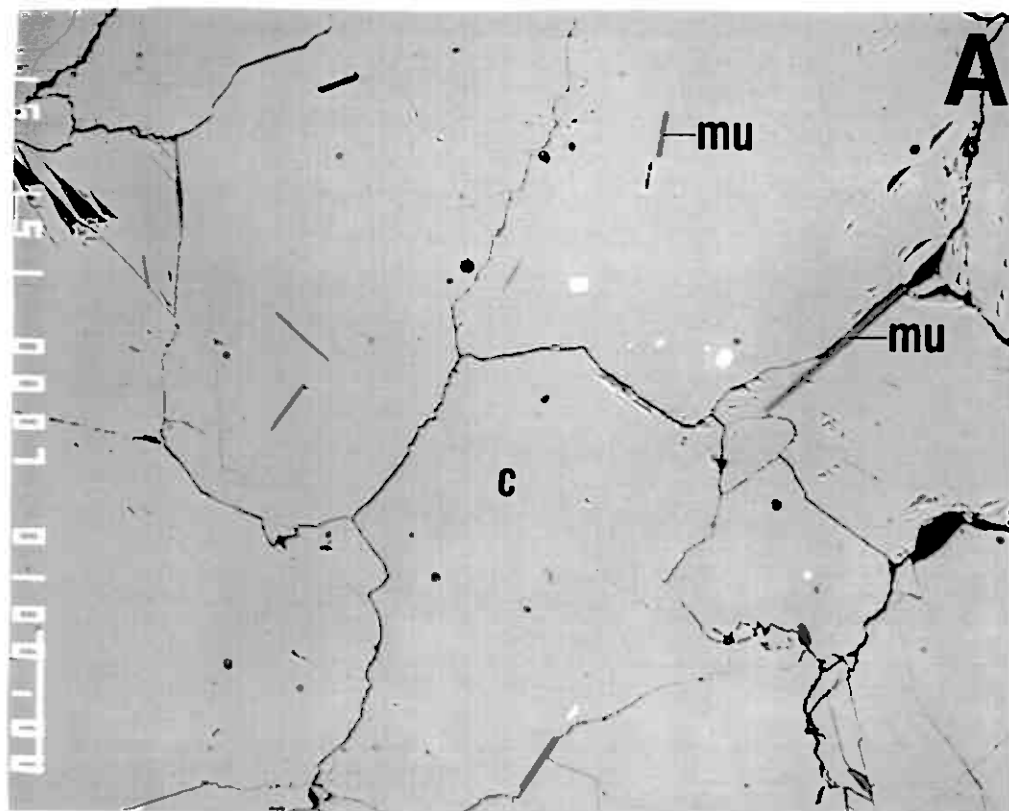
Kornfordelingen av analysepulveret ble ikke målt men er trolig ekvivalent med kornfordelingen rapportert av Trønnes (1993a). Lys-reflektivitet ble målt med et Zeiss Elrepho Mat DFC5 og en BaSO₄-standard (DIN 5033). R457: reflektivitet av monokromatisk lys med $\lambda = 457$ nm; FMX, FMY, FMZ: reflektivitet av lys over bestemte bølgelengde-bredder sentrert rundt h.h.v. 600 nm (rød), 550 nm (grønn) og 450 nm (blå). CaO-verdiene er tatt fra Tabell 2a (XRF). Analytiker: J. Røste.



Figur 1. Tektonostratigrafisk kart over Nord-Trøndelag og Fosen sammenstilt på grunnlag av Gee et al. (1985), Roberts (1989), Sollie (1989) og Dallmeyer et al. (1992). MTFZ: Møre–Trøndelag forkastningssone; N: skyvedekke, NC: dekkekompleks. Den omtrentlige beliggenheten av Huddingsvatnet er vist med en pil.

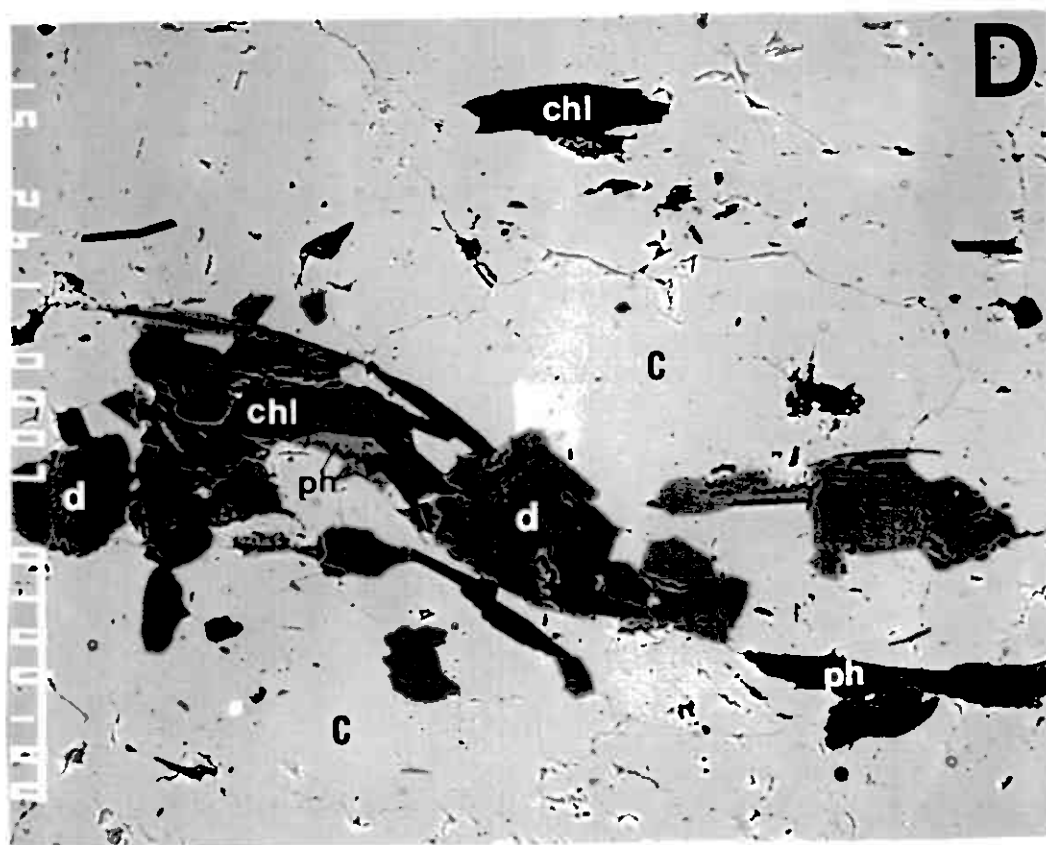
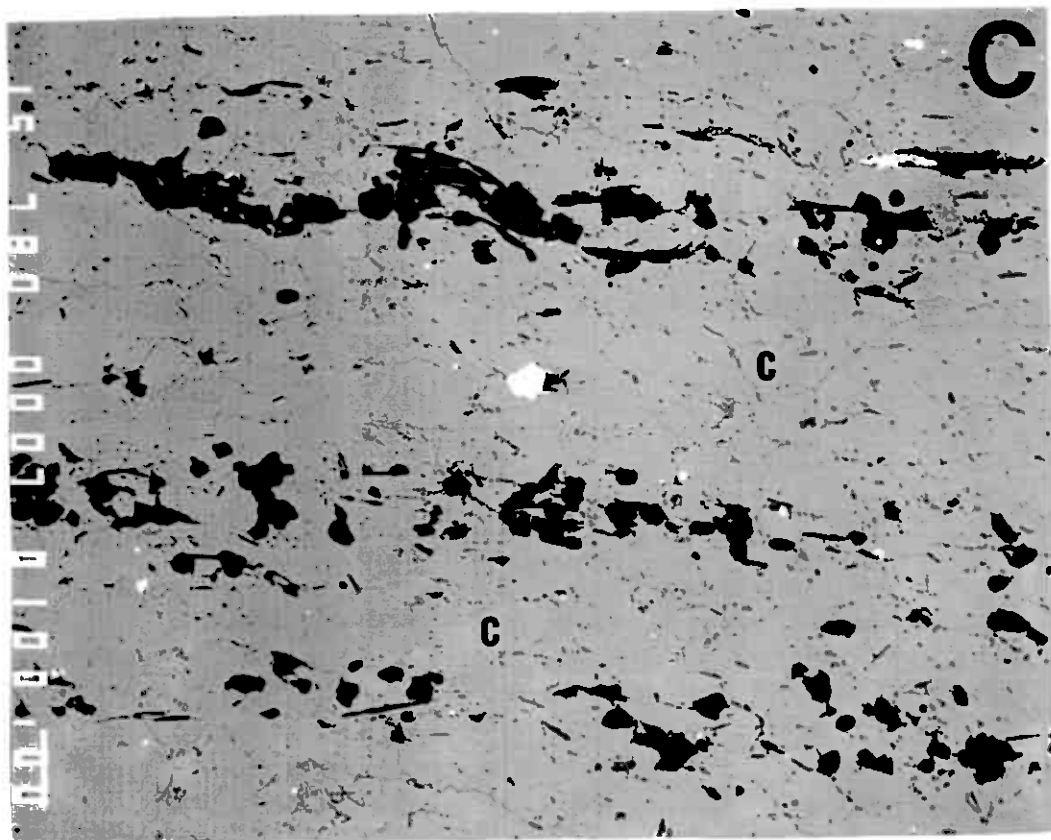


Figur 2. Geologisk kart over nordøstre deler av Grongfjell (målestokk 1:50000, 1 km rutenett). Basert på Reinsbakken & Stephens (1986) og Fossen & Kollung (1988) og referanser i Fig. 1. Gjersvik-, Leipikvattnet-, Gelvenåkka- og Stikka-dekkene hører alle til Köli-nivået i den Øvre allokton. Prøvelokaliteter i Huddingsvassmarmorsonen er vist ved enkle numre, slik at 1 svarer til prøve Jo-1, o.s.v.



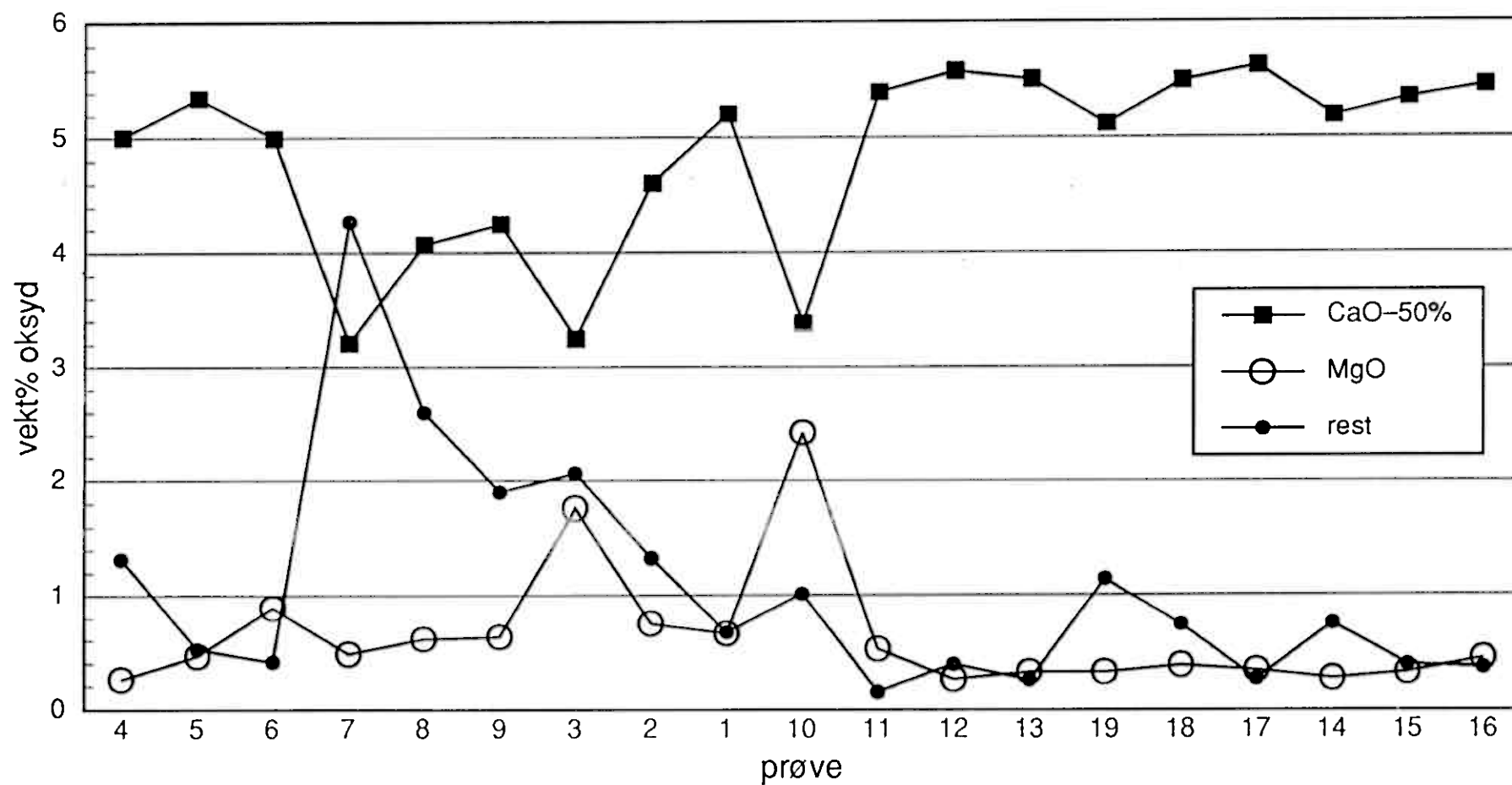
Figur 3. Mineralogiske forhold vist ved fordelingen av tilbakespredt elektronintensitet fra en sveipende elektronstråle (elektronmikroskop: Jeol 733X Superprobe, se Tabell 1). Målestokken i form av en hvit strek til venstre på bildet har en lengde på 100 µm i A, C og D og 1000 µm i B.

Denne siden: A (prøve Jo-4) viser små, uorienterte muskovittkorn (mu) i kalkspat (c). B (prøve Jo-10) er fra en finlaminert marmor der mørke lag (meget finkornet grafitt/organisk materiale på korngrensene mellom karbonatkorn, ikke synlig på elektronbildet) inneholder mye dolomitt (mørk grå fase) og lyse lag består av kalkspat (c). Små korn med svært høy elektronintensitet er titanitt og pyritt (høyest intensitet).

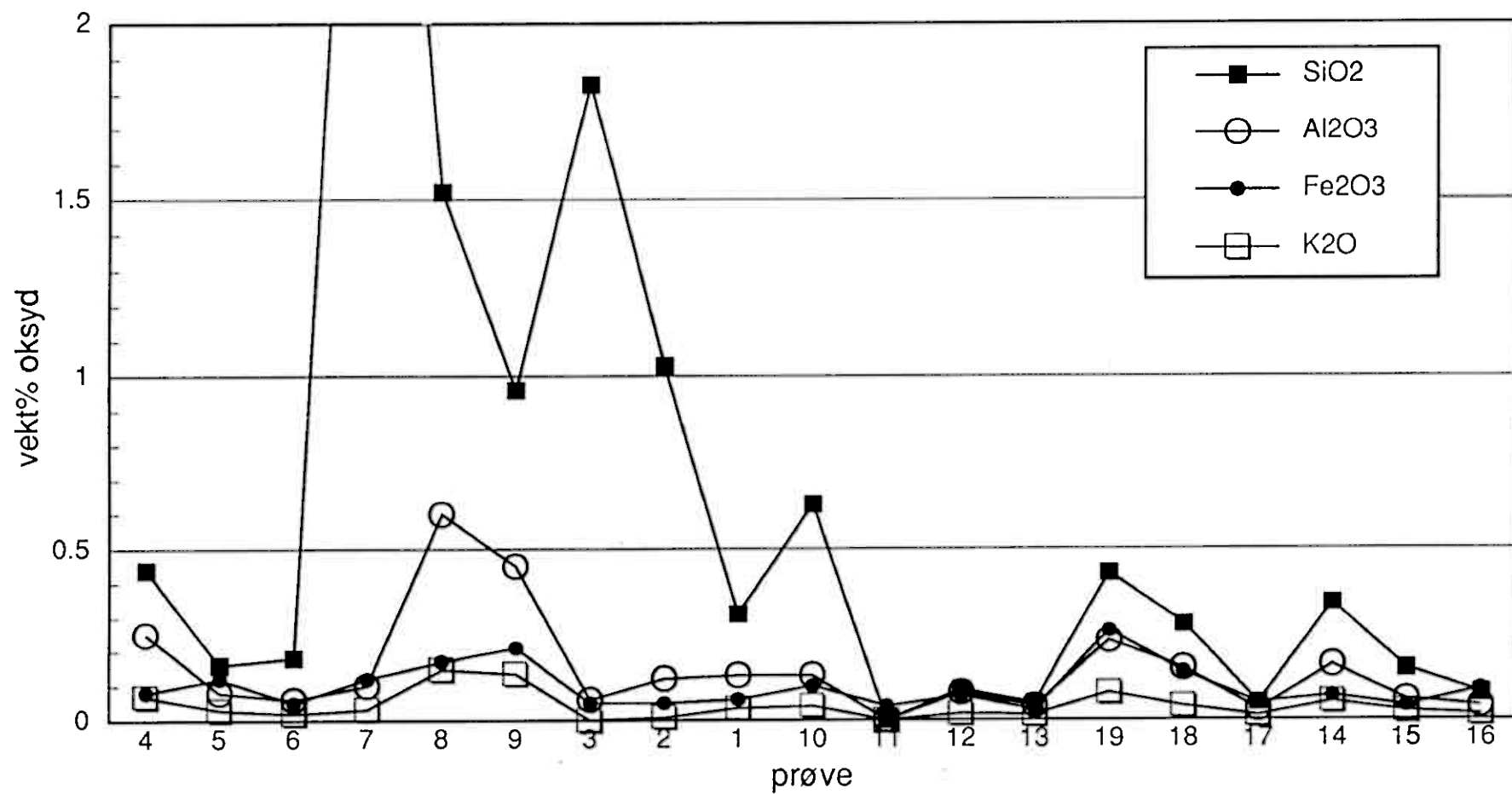


Figur 3, forts.: C og D er ulike forstørrelser av et område fra prøve Jo-10 (se også Fig. 2 B).

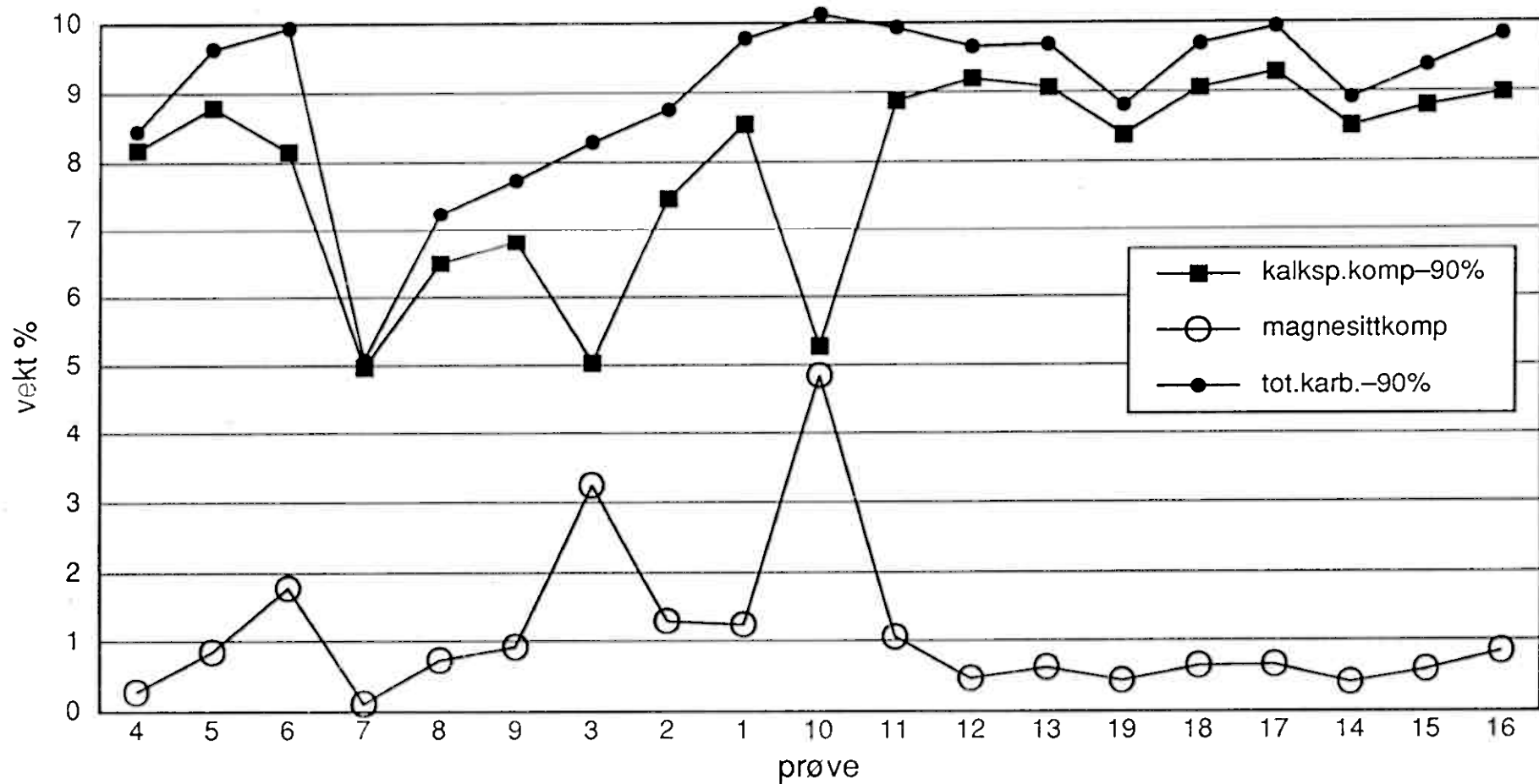
Forkortelser: kalkspat (c), dolomitt (d), kloritt (klinoklor, chl) og flogopitt (ph).



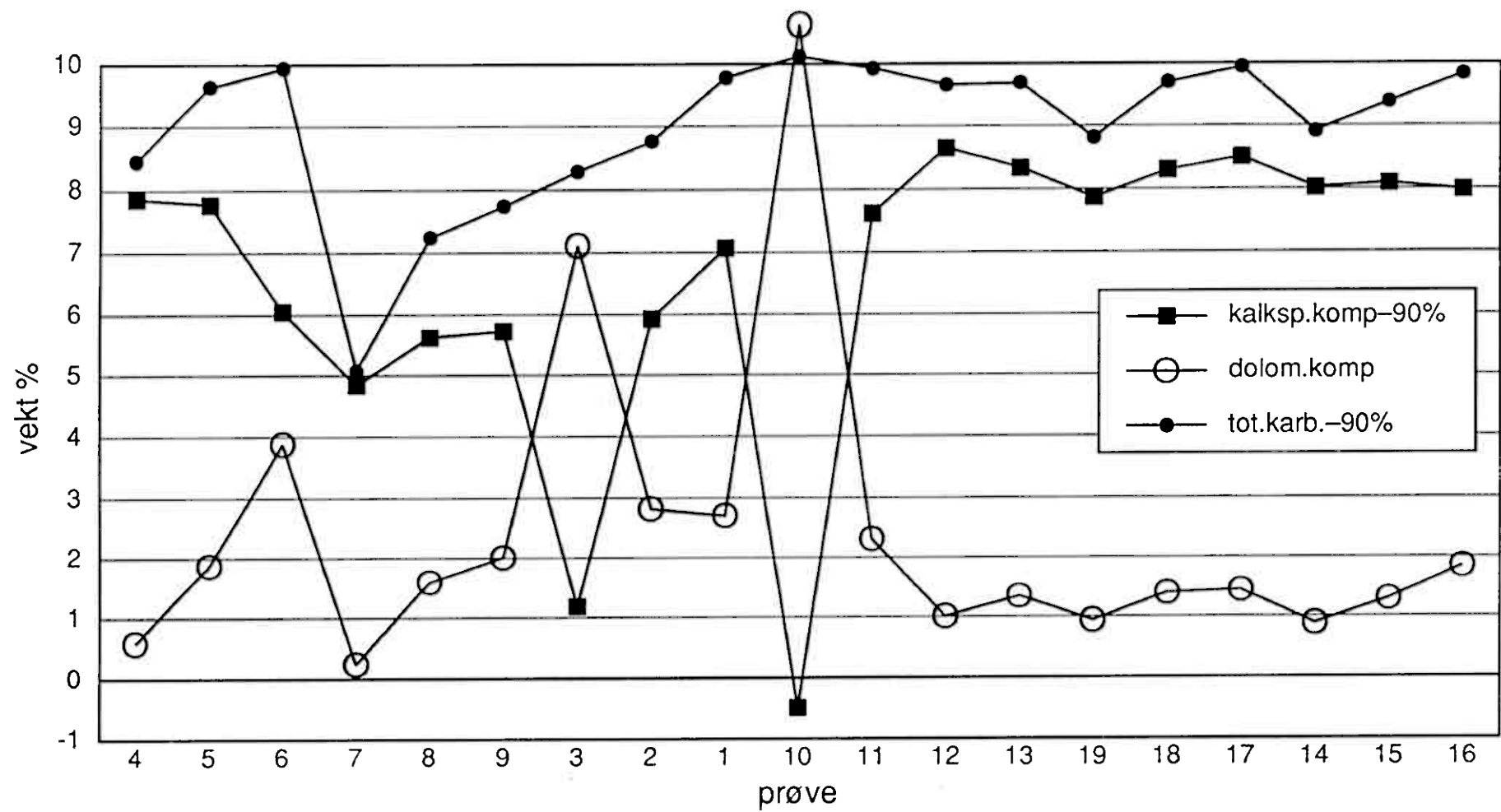
Figur 4. Kjemisk variasjon (vekt %) langs marmorsonen ved Huddingsvatnet. Prøvelokalitetene er vist i Fig. 2. CaO-50% brukes for å få plottet CaO-variasjonen nær MgO-variasjonen uten å bruke logaritmeskala. "rest"-verdien representerer summen av alle oksydene untatt MgO, CaO, CO₂ and H₂O.



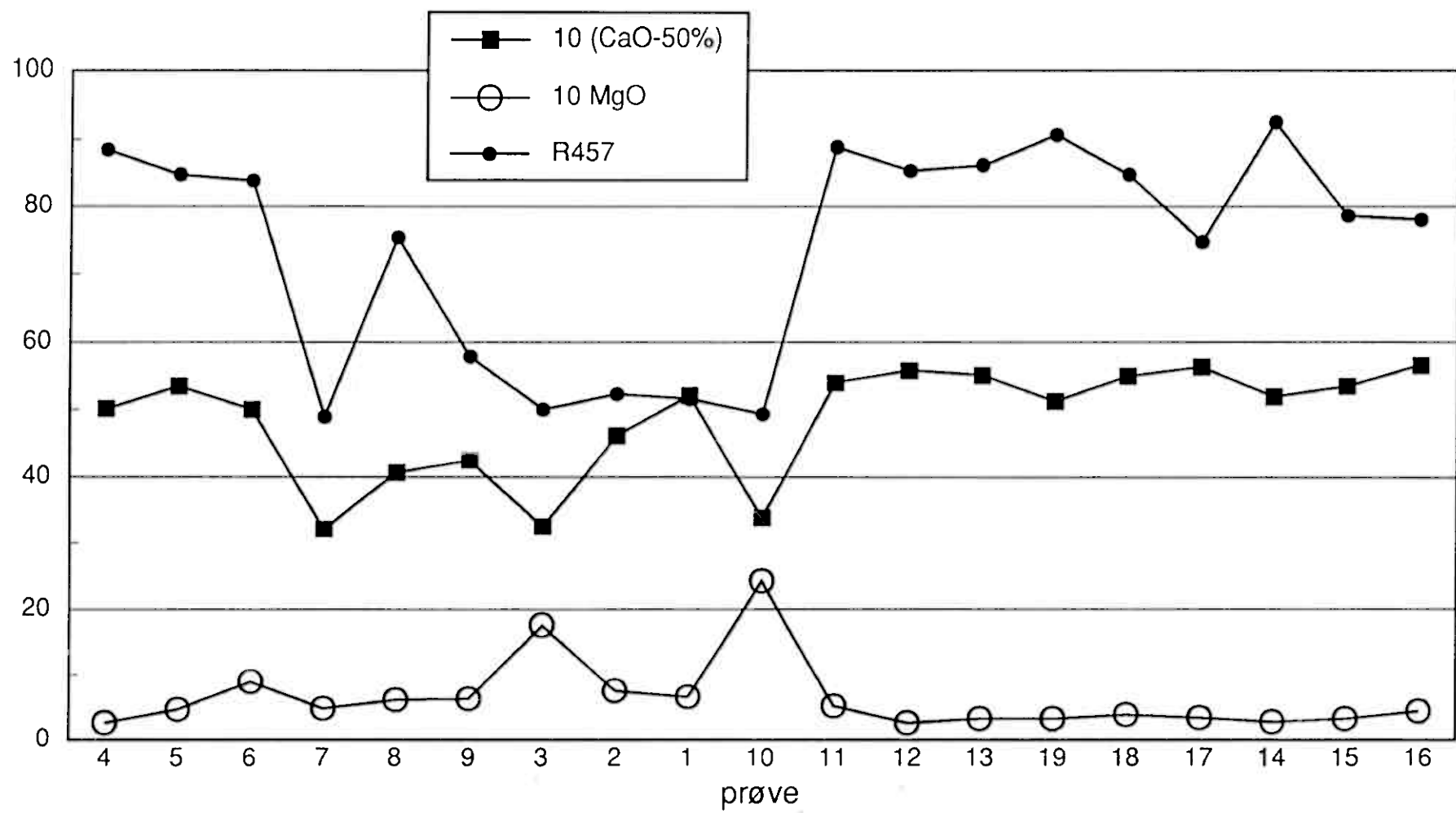
Figur 5. Kjemisk variasjon (vekt %) som i Figur 5.



Figur 6. Normative karbonat-komponenter (vekt %, i form av kalkspat – 90%, magnesitt og total-karbonat – 90%) beregnet på grunnlag av kjemisk sammensetning. Fordi kvarts og muskovitt er helt dominerende som silikatmineraler i marmoren, er beregningen foretatt ved å anta at 90 % av MgO og 100% av CaO er karbonatbundet (se teksten). All MgO er tilordnet til en magnesitt-komponent.



Figur 7. Normative karbonat-komponenter (se Fig. 6). All MgO er tilordnet til en dolomitt-komponent, og kalkspat er beregnet på grunnlag av det gjenværende CaO.



Figur 8. Kjemisk variasjon i form av 10*(CaO-50%) og 10*MgO sammenlignet med lysreflektiviteten (i form av R457, se Tabell 3).

