


NGU rapport 94.016

**Wollastonittundersøkelser
i Nordland**

Rapport nr. 94.016		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Wollastonittundersøkelser i Nordland				
Forfatter: J.E. Wanvik		Oppdragsgiver: NGU/Nordlandsprogrammet		
Fylke: Nordland		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000) flere		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) flere		
Forekomstens navn og koordinater: mange		Sidetall: 50	Pris: kr 170	
Feltarbeid utført: - sept 1993		Rapportdato: april 1994	Prosjektnr.: 67.2155.00	Ansvarlig: 
Sammendrag:				
<p>I Nordland fylke utgjør lag av kalkspatmarmor en markert andel av det geologiske kartbildet. Kontakmetamorfose i tilknytning til de mange intrusiver som opptrer sammen med kalkene tilsa at mulighetene for wollastonittdannelse ble ansett for å være gode. Et leteprogram etter dette mineralet er derfor gjennomført.</p> <p>Wollastonitt er blitt påvist på en rekke nye steder i fylket, og mineralet er funnet i tilknytning til ulike typer intrusiver, med gabbro og porfyrgranitter som de viktigste. Gehalter på opp i 50 % er lokalisert i smale soner, men ingen forekomster har volum og gehalter av wollastonitt som er av økonomisk interesse.</p>				
Emneord: industrimineraler	wollastonitt		fluorimetri	
geologisk undersøkelse	ressurskartlegging		brucitt	

INNHold

1	INNLEDNING/BAKGRUNN	6
2	HVA GJØR WOLLASTONITT INTERESSANT ?	7
3	MINERALKJEMI OG DANNELSESBETINGELSER	8
4	UTENLANDSKE FOREKOMSTER	11
5	NORSKE FOREKOMSTER	13
6	IDENTIFISERING AV WOLLASTONITT	14
6.1	TESTING AV FELTINSTRUMENTER FOR WOLLASTONITT- PROSPEKTERING	14
6.1.1	UV-lampe	14
6.1.2	Utprøving av digitalt fluorescensinstrument	15
6.2	VISUELL IDENTIFISERING I FELT	17
6.3	IDENTIFISERING MED RØNTGENDIFFRAKSJON (XRD)	17
7	TIDLIGERE BESKRIVELSER AV WOLLASTONITT I NORDLAND	18
8	UNDERSØKTE OMRÅDER	20
9	LOKALISERTE FOREKOMSTER AV WOLLASTONITT	20
9.1	MOSJØEN	20
9.1.1	Søfting	20
9.1.3	Svarttjørnfjellet	25
9.1.4	Halsøya	27
9.2	TOVEN-GRANITTEN	28
9.3	YTRE RANAFJORDEN	31
9.3.1	Fagervik	31
9.4	VEVELSTAD-OMRÅDET	34
9.4.1	Vevelstad	34
9.4.2	Kilvågen	36
9.4.3	Staulan	37
9.5	VELFJORD	37
9.5.1	Hundkjerka	37
9.5.2	Brattås	40
9.5.3	Øvrige lokaliteter i Velfjord	41
9.5.4	Brucitt i Velfjord	42
9.6	OMRÅDET MELLOM SALTFJORDEN I NORD OG GLOMFJORD I SØR	43

9.6.1	Sokumfjellet	43
9.6.2	Høgfjellet	46
9.6.3	Snekkvika	46
9.7	STORJORD PÅ HAMARØY	46
10	OPPSUMMERING OG KOMMENTARER	47
11	REFERANSER	49

TABELLER

Tabell 1.	Utvikling av etterspørselen etter wollastonitt
Tabell 2.	Wollastonittens dannelsesstemperatur ved ulike dyp
Tabell 3.	Kort liste over viktige utenlandske forekomster
Tabell 4.	Viktigste produsentland
Tabell 5.	Wollastonittlokaliteter langs østsiden av gabbroen ved Svarttjørnfjell
Tabell 6.	Oversikt over påviste wollastonitt-lokaliteter innen Toven-granitten

FIGURER

Figur 3.1.	Oppvarmingskurver for sideberg ved ulike intrusiver på to forskjellige dyp
Figur 3.2	Likevektsskurver for forskjellige metamorfe reaksjoner
Figur 3.3	Sammenhengen mellom likevektstemperatur og væsketrykk
Figur 6.1.	Fluorescensmålinger med Scintrex LG-2
Figur 9.1.1.	Oversiktskart over lokaliserte wollastonittforekomster i Nordland
Figur 9.1.2.	Geologisk kart over området Mosjøen - Ranafjorden, med innlagte wollastonittlokaliteter. Målestokk 1:250.000.
Figur 9.1.3.	Wollastonitten vest for Søfting. Geologisk kart.
Figur 9.1.4.	Foto av wollastonitten ved Søfting
Figur 9.1.5.	Foto av wollastonitten på Svarttjørnfjell
Figur 9.1.6.	Wollastonittlokaliteter ved Svarttjørnfjellet på Korgfjellet. Geologisk kart 1:20.000
Figur 9.2.	Wollastonittlokaliteter i Toven porfyrgranitt. 1:50.000.
Figur 9.3.1.	Skisse over wollastonittopptreden i Kvefnsnhaugen ved Fagervika. 1:1000.
Figur 9.3.2.	Skisse over wollastonittlokaliteten i Nordvikfjellet
Figur 9.3.3.	Foto av fibrig wollastonitt ved Nordvikfjellet
Figur 9.4.1.	Foto av wollastonitt fra Staulan sinkskjerp

- Figur 9.4.2. Wollastonittlokaliteter i området Velfjord-Vevelstad, geologisk kart 1:250.000.
- Figur 9.4.3. Wollastonittlokaliteter i området på sydsiden av Ytre Saltfjorden. 1:250.000.
- Figur 9.4.4. Skisse over wollastonitten ved Kilvågen.
- Figur 9.5.1. Wollastonitt ved Hundkjerka. 1:5.000
- Figur 9.5.2. Store wollastonittboller i vegskjæring ved Brattås. Foto.
- Figur 9.5.3. Wollastonittkrystaller fra Brattås. Foto.
- Figur 9.5.4. Wollastonittopptreden nord for Brattås i Velfjord. 1:5.000.
- Figur 9.6.1. Wollastonittopptreden ved Snekkevika på Straumøya . 1:50.000
- Figur 9.6.2. Wollastonitt på Høgfjellet sør for Beiarfjorden. 1:50.000
- Figur 9.6.3. Wollastonitt på Sokumfjellet. 1:50.000
- Figur 9.6.4. Foto av hvite, parallellorienterte wollastonittfibre på Sokumfjellet.
- Figur 9.6.5. Høgfjellet. Foto av hvite slirer av wollastonitt

1 INNLEDNING/BAKGRUNN

Målsettingen med dette prosjektet har vært å påvise økonomisk interessante wollastonitt-mineraliseringer, samt å utvikle/ta i bruk mulige geofysiske (og eventuelle geokjemiske) feltmetoder for registrering av wollastonitt.

Initiativ til undersøkelsene ble tatt av Henri Barkey, dels med bakgrunn i at de geologiske forholdene i Nordland ble ansett å være gunstige for wollastonittdannelse, og dernest at det ikke har vært utført systematisk leting etter wollastonitt i Nord-Norge. Av interesse i denne sammenhengen er det også at Finland har en større forekomst i drift og at det i Sverige i senere år er funnet et par lovende forekomster der drift er under vurdering.

I Norge peker Nordland seg naturlig ut. Lagene med kalkspatmarmor i fylket utgjør en markert andel av det geologiske kartbildet. En lang rekke intrusiver (sure, intermediære og basiske) preger også store deler av fylket, og mange steder er disse intrusivene i direkte kontakt med marmordragene.

Wollastonitt og andre kontaktmetamorfe mineraler i marmor ved intrusiver er da også kjent flere steder i Nordland, både fra litteraturen (Neumann 1985) og fra NGUs egne undersøkelser. Forholdene burde derfor ligge til rette for dannelse av wollastonittforekomster av økonomisk interessante størrelser innen visse deler av Nordlands-marmorene.

Normalt bør en forekomst inneholde minimum 20 % wollastonitt for å kunne ha noen industriell interesse, og ved lave gehalter er drivverdighet i stor grad avhengig av om andre mineraler i forekomsten som kalkspat og granat, også kan utvinnes. Flere store forekomster som brytes i dag har gehalter på godt over 50 % wollastonitt.

2 HVA GJØR WOLLASTONITT INTERESSANT ?

Wollastonitt er relativt nytt som industrimineral. Det ble ikke markedsført noe vesentlig før omkring 1950. Etterhvert har en lang rekke bruksområder blitt utviklet og som vist i tabell 1 har etterspørselen i de siste 10 år steget kraftig. Innen år 2000 forventes en dobling av forbruket i forhold til i dag.

Tabell 1. Utvikling av etterspørselen etter wollastonitt

Verdensproduksjon				Anslått etterspørsel	
1970	1983	1985	1992	1995	2000
35.000 t	126.000 t*	270.000 t	385.000 t	320.000- 450.000 t	750.000 t

* Kina er ikke inkludert

Det er wollastonittens unike fysiske egenskaper som gjør den attraktiv for kundene. Mineralet er stenglig eller fibrig, og den viktigste egenskapen til knust og nedmalt wollastonitt er dens spaltbarhet. Fragmenter av nedknust wollastonitt er vanligvis nåleformet, og fibre har stor mekanisk styrke ved strekk- og trykkpåkjenninger. Det er denne egenskapen som er basis for mange av dets anvendelsesområder - eksempelvis som erstatningsprodukt for asbest.

Følgende **egenskaper** er de viktigste:

hvithet	høyt smeltepunkt, 1540 °C
god spaltbarhet - stenglighet opp til 20:1	kjemisk lite reaktivt
ikke helsefarlig (i mots. til asbest)	høy pH - 9,9
stor mekanisk styrke ved strekk og trykk	lav absorpsjonsevne
stor elektrisk motstand	lav termisk utvidelse

I følge en nyere rapport fra Roskill: "the Economics of Wollastonite" (1992) fordeler forbruket i dag seg på følgende **anvendelser**:

- 45 % keramikk (glasurer og emalje i f.eks. vegg-fliser)
- 21 % filler i plast (functional filler bl.a. i bilindustrien)
- 17 % metallurgiske formål
- 14 % erstatning for asbest og fibrige talkprodukter
- 2 % malingsindustri

Alle de 4 første områdene regnes å ha gode vekstmuligheter i 1990-årene, men i år 2000 vil 65 % gå til erstatning for asbest (i følge Roskill)

3 MINERALKJEMI OG DANNELESBETINGELSER

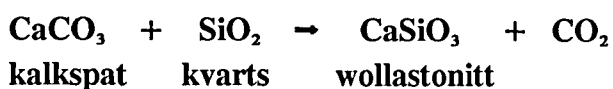
Wollastonitt finnes i mange forskjellige bergartstyper, men relativt få forekomster av økonomisk interesse er kjent på verdensbasis. Den mest utbredte opptreden er i følge litteraturen, som et resultat av kontaktmetamorfose av urene kalksteiner, og dette hevdes å være den klart vanligste dannelsesmåten for de forekomster som er i drift.

Wollastonitt kan også bli dannet ved kontakt-metasomatose av karbonatholdige sedimenter når silika-rike fluider fra et intruderende magma (ofte granitt) reagerer med kalkspat. Også aluminium, jern og magnesium følger normalt med i væskefasen, og andre "skarn"-mineraler som granat og diopsid utvikles. En kombinasjon av både kontakt-metamorfose og kontakt-metasomatose er nok også ofte i aksjon ved wollastonittdannelse. Ved enkelte av de beskrevne forekomster i litteraturen synes det å være usikkerhet om, og i så fall i hvor stor grad, metasomatose har medvirket ved dannelsen av wollastonitten.

En tredje og lite utbredt dannelsesese måte for wollastonitt er ved krystallisering fra enkelte karbonatittiske magmatyper.

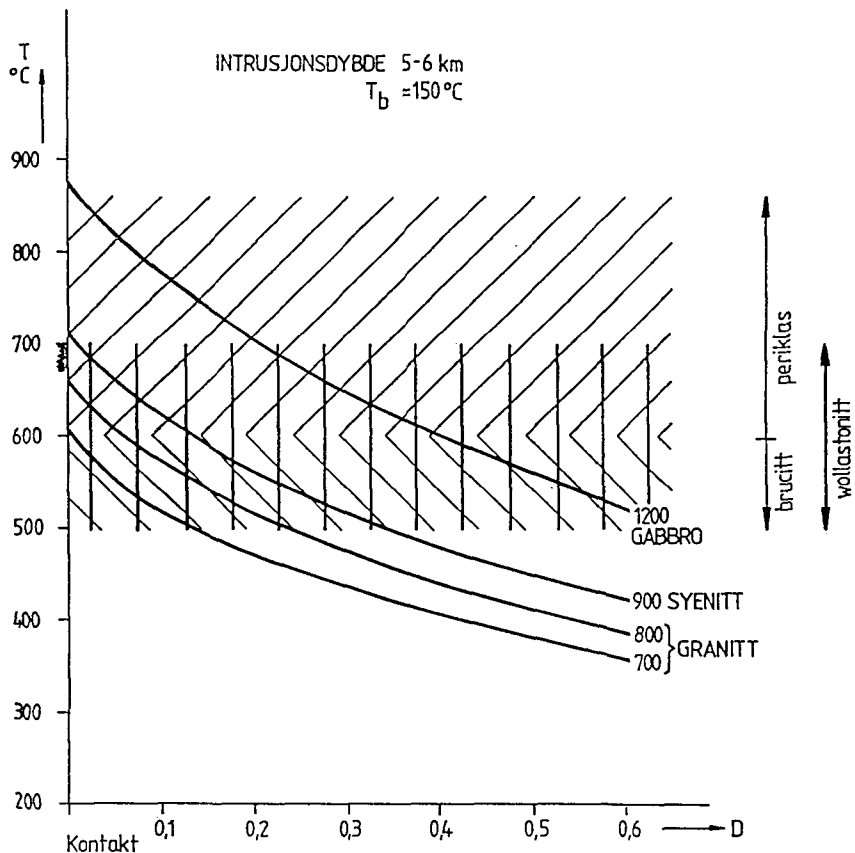
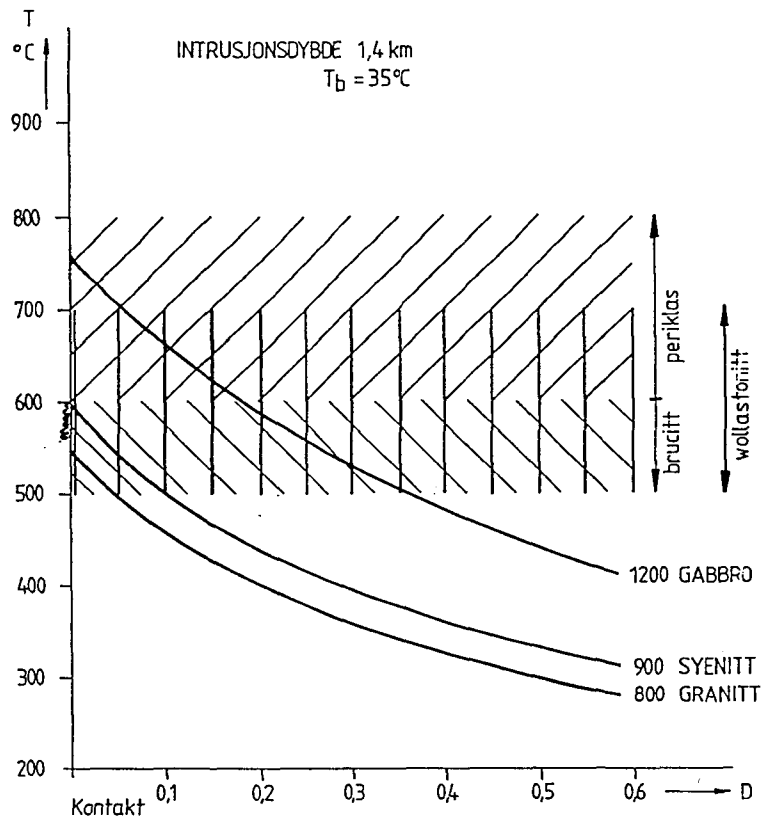
Sammen med wollastonitt dannes ofte andre mineraler som granat (grossular-andraditt), diopsid, vesuvian og tremolitt.

Wollastonitt har kjemisk formel CaSiO_3 , hardhet 4,5-5,0 og spesifikk vekt 2,87-3,09. Teoretisk har det en sammensetning på 48,3 % CaO og 51,7 % SiO_2 , og dannelsesreaksjonen er følgende:



Dannelsestemperaturen for wollastonitt varierer med trykkforholdene i bergarten. Både det totale væsketrykket og andelen av CO_2 i forhold til H_2O er av betydning. Sammenhengen er vist i figurene 3.2 og 3.3. Ved dannelse av wollastonitt i naturen er det mye som tyder på at X_{CO_2} (molfraksjonen av CO_2 i veskefasen) ligger opp mot 1.0, og med denne forutsetning vises i tabell 2 sammenhengen mellom trykk, dyp og nødvendig temperatur for wollastonittutvikling. Ved regional metamorfose hvor meget høye trykkforhold dominerer, ligger dannelsestemperaturen for wollastonitt betydelig over 700°C , og dette forholdet er relevant for de kaledonske intrusiver med et inntrengningsdyp tilsvarende 10-20 km og med trykkforhold på 3000 - 6000 bar (P. Ihlen, muntl. medd.).

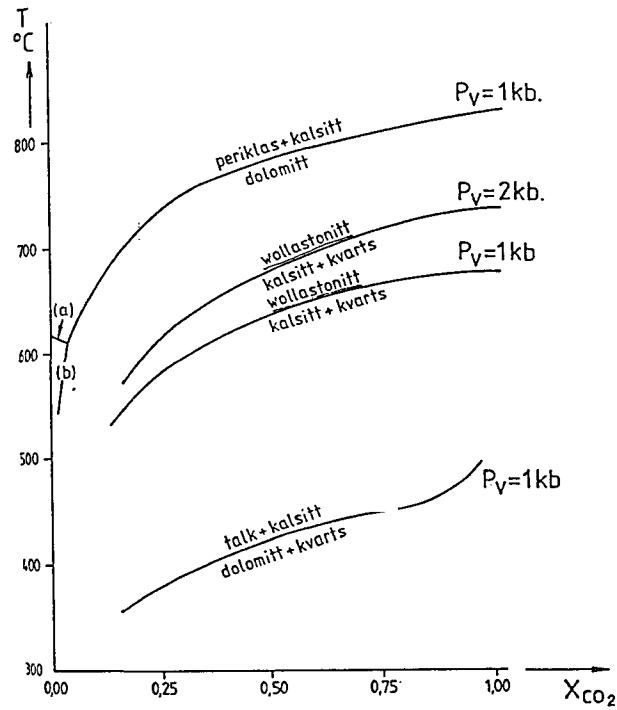
De intrusive bergarter har ulike egentemperaturer når de intruderer, og oppvarmingstemperaturen av sideberget avtar raskt med avstanden til kontakten. Intrusivets størrelse er også av vesentlig betydning. Disse forhold illustreres tydelig i figur 3.1.



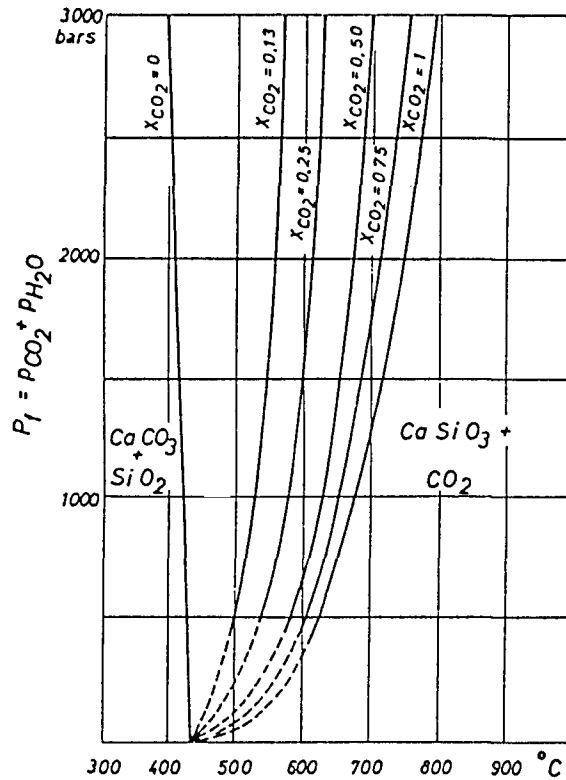
Forenklet temperaturforløp i sidebergart som funksjon av avstand fra intrusjonskontakt for forskjellige intrusive bergarter.

D = tykkelsen av intrusjonsmodellen.

Figur 3.1. Oppvarmingskurver for sideberg ved ulike intrusiver på to forskjellige dyp. (fra Winkler 1976 og Barkey 1979)



Figur 3.2 Isobariske likevektskurver for forskjellige metamorfe reaksjoner. X_{CO_2} = mol. andel CO_2 i væskefasen som består av $CO_2 + H_2O$. P_V = væsketrykk. (etter Winkler 1976)



Figur 3.3 Wollastonittdannelse, sammenheng mellom likevektstemperatur og væsketrykk P_f for ulike sammensetninger av væskefasen (constant X_{CO_2}). (etter Winkler 1976)

Tabell 2. Wollastonittens dannelsesstemperatur ved ulike dyp ($X_{\text{CO}_2}=1.0$)

intrusjonsdybde	trykk	dannelses-temp.
2 km	500 bar	600 °C
4 km	1000 bar	650 °C
8 km	2000 bar	> 700 °C

4 UTENLANDSKE FOREKOMSTER

Relativt få forekomster av wollastonitt dominerer verdensmarkedet. Den mest kjente forekomsten ligger ved *Willsboro* i staten New York i *USA*, der verdens største produksjon foregår med et årlig uttak (1990) på 200.000 t, tilsvarende 70.000 t salgsprodukt. Wollastonitt er her utviklet innenfor et belte med kontaktmetamorfoserte kalksteiner og metasoatiserte sedimenter. Prekambrisk kalkstein har blitt intrudert av anortosittiske bergarter og dannet "mixed gneisses" med wollastonitt, granat og diopsid. Det største wollastonitt-båndet er mellom 9 og 23 m bredt, og inneholder tynne konkordante lag med granat.

Finland innehar også en viktig posisjon med sitt kombinerte kalkspat- og wollastonittbrudd ved *Lappeenranta* der årsproduksjonen er på 40.000 t wollastonitt. Wollastonitten menes her å være dannet ved kontakt-metamorfose fra den store Rapakivi-granitten som har intrudert og omgir en arkeisk kalkstein. Wollastonitt-sonen er 45 m bred og 600 m lang, og inneholder lag med kalkspat, dolomitt, leptitt, diopsid og kvarts.

Kina har meget store reserver og den største av de tre forekomstene som er i drift har en årsproduksjon på 20-50.000 t. Geologien er her ikke beskrevet.

Land som *India* og *Mexico* har også en brukbar produksjon, og *Chile* har en liten produksjon i gang.

Den økende markedsinteressen for wollastonitt i senere år har medført at flere nye prosjekter/forekomster i en rekke land er under vurdering, og flere av disse er nær en produksjonsoppstart. Eksempelvis er det lokalisert to lovende forekomster i Sverige som det for tiden vurderes drift på.

Tabell 3. Kort liste over viktige utenlandske forekomster

Lokalitet	Mineralisering	Reserver
Willsboro, USA (NYCO)	60 % woll, 30 % granat, 10 % diopsid	over 12 mill. tonn
Lappeenranta, Finland (Partek)	650x50 m, 18-20 % woll. (Max 60 %)	4 mill. tonn + 20 mill. tonn i ny forekomst
Kina, mange forekomster	eksempelvis.: 60-90 % woll	Totalt 31 mill anslått i 1985 (1989 ny forekomst på 100 mill. tonn)
Sverige, 2 lovende fore- komster:		

Tabell 4. Viktigste produsentland

Produsentland	Produksjon 1990 (i tonn)
USA	110.000
Kina	70.000
Finland	40.000
India	35.000
Mexico	15.000

(kilde: Industrial Minerals, des. 90)

5 NORSKE FOREKOMSTER

H. Neumann (1985) gir i sin bok "Norges Mineraler" en relativt lang liste over beskrivelser av wollastonitt i den geologiske litteratur.

Sentral er her V.M. Goldschmidts klassiske "Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet" fra 1911 der han beskriver en lang rekke forekomster i Oslofeltet i forbindelse med ulike intrusiver, og betegner wollastonitt som "sehr verbreitet in den Kalksilikatgesteinen unserer Kontaktzonen" (s.324). Denne beskrivelsen "sehr verbreitet" gjenspeiler nok imidlertid først og fremst den rent mineralogiske "hyppighet" av wollastonitt i Oslofeltet uten at dette er ensbetydende med økonomisk interessante forekomster. Geologen H. J. Bollingberg gjorde nemlig i 1961 befaringer på en rekke av Goldschmidt's lokaliteter og fant ut at ingen av dem hadde wollastonitt i tilnærmelesvis økonomisk interessante mengder (Bollingberg 1961).

Undertegnede foretok tidlig i dette prosjektet en kortere befaringsrunde av en del omtalte lokaliteter i Oslo-feltet, og enkelte andre potensielle karbonat/intrusiv - kontakter. Bollingbergs observasjoner om kun meget små wollastonittforekomster ble da entydig verifisert.

I landet for øvrig er det primært i Nordland at mineralet er omtalt i geologisk litteratur, og i kapittel 7 er de viktigste beskrivelser referert. Dertil er noen få lokaliteter fra Troms og Finnmark omtalt i litteraturen, men i følge beskrivelsene (og befaringer på 2 av dem ved undertegnede) gjelder også dette wollastonitt i økonomisk helt uinteressant mengder.

6 IDENTIFISERING AV WOLLASTONITT

Wollastonitt er vanligvis hvit til grå, og opptrer gjerne som fibrøse eller skjellformede aggregater. I en lys kalkstein kan de fine wollastonittfibre bli anonyme og mineralet kan være vanskelig å oppdage/påvise i felt. Ved prospektering etter wollastonittforekomster ville det derfor være meget gunstig å kunne benytte hjelpemetoder som kan gjøre identifiseringen i felt sikrere.

Mineralets tendens til å fluorescere i ultrafiolett lys har tradisjonelt vært et hyppig benyttet hjelpemiddel ved wollastonittundersøkelser. Ulempene med bruk av UV-lampe i dagslys aktualiserte utprøving av et nytt digitalt måleinstrument, og dette omtales nærmere under punkt 6.1.2.

På laboratoriet vil selv forholdsvis små mengder med wollastonitt gi utslag på XRD-opptak, og dette er sikreste metode for påvisning av wollastonitt i prøver.

Etterhvert som de utprøvde feltinstrumenter imidlertid viste seg å være til liten nytte ble det meget viktig å kunne identifisere wollastonitten i felt rent visuelt, og som omtalt under punkt 6.2 fungerte dette godt.

6.1 TESTING AV FELTINSTRUMENTER FOR WOLLASTONITT-PROSPEKTERING

6.1.1 UV-lampe

Det er vel kjent at en del wollastonittvarianter fluorescerer i ultrafiolett lys, og UV-lampe har tradisjonelt vært et hyppig benyttet hjelpemiddel ved wollastonittundersøkelser. Eksempelvis er det ved begge de to nye forekomstene i Sverige blitt brukt UV-lampe med godt resultat.

Ved Storjord på Hamarøya påviste NGU i 1978 wollastonitt i ytterkanten av en kalifeltspatforekomst. Denne wollastonitten fluorescerer også i UV-lys. (B. Lund, muntl.medd.)

Etterhvert som nye wollastonittlokaliteter ble påvist i nåværende prosjekt, ble også prøver fra disse testet med UV-lampe. Merkelig nok gav ingen av prøvene fluorescerende utslag, til tross for at XRD-opptak hadde påvist at prøvene inneholdt wollastonitt. Fluorescering hevdes å være betinget av forurensninger i mineralgitteret, og de "rette" forurensninger kan tydeligvis ikke være tilstede i noen av de undersøkte wollastonittvariantene bortsett fra den

ved Storjord (pkt. 9.7). Denne situasjonen medførte at nytteverdien av å benytte UV-lampe i felt under "letingen" i Nordland gradvis falt nærmest helt bort.

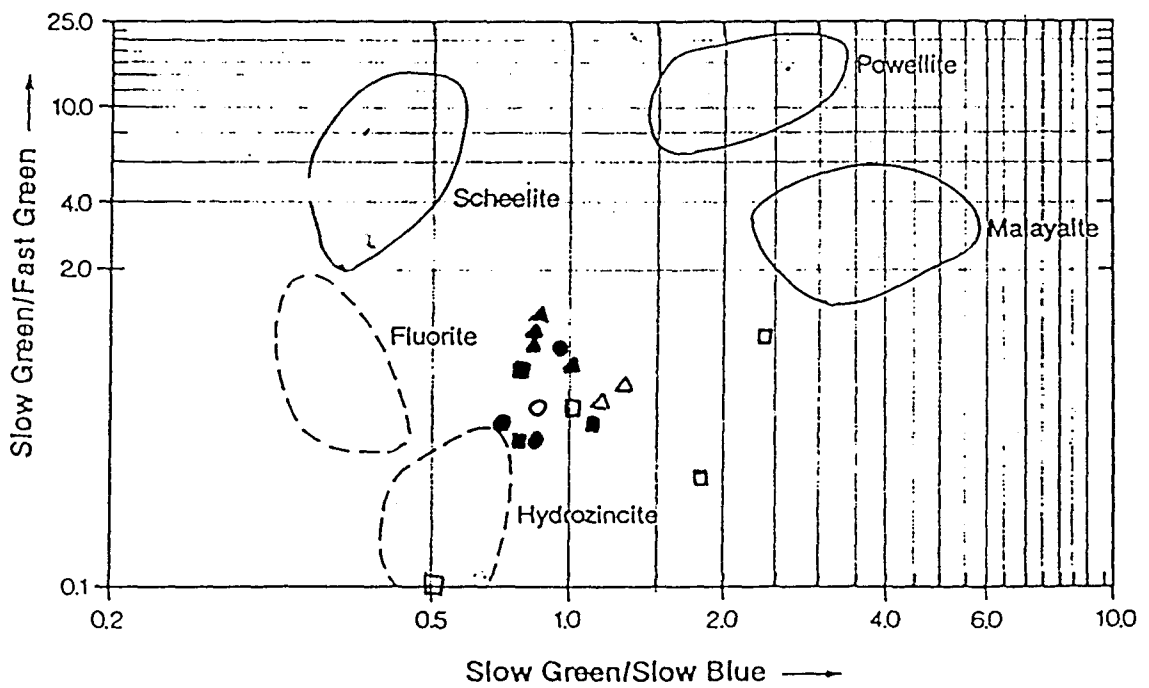
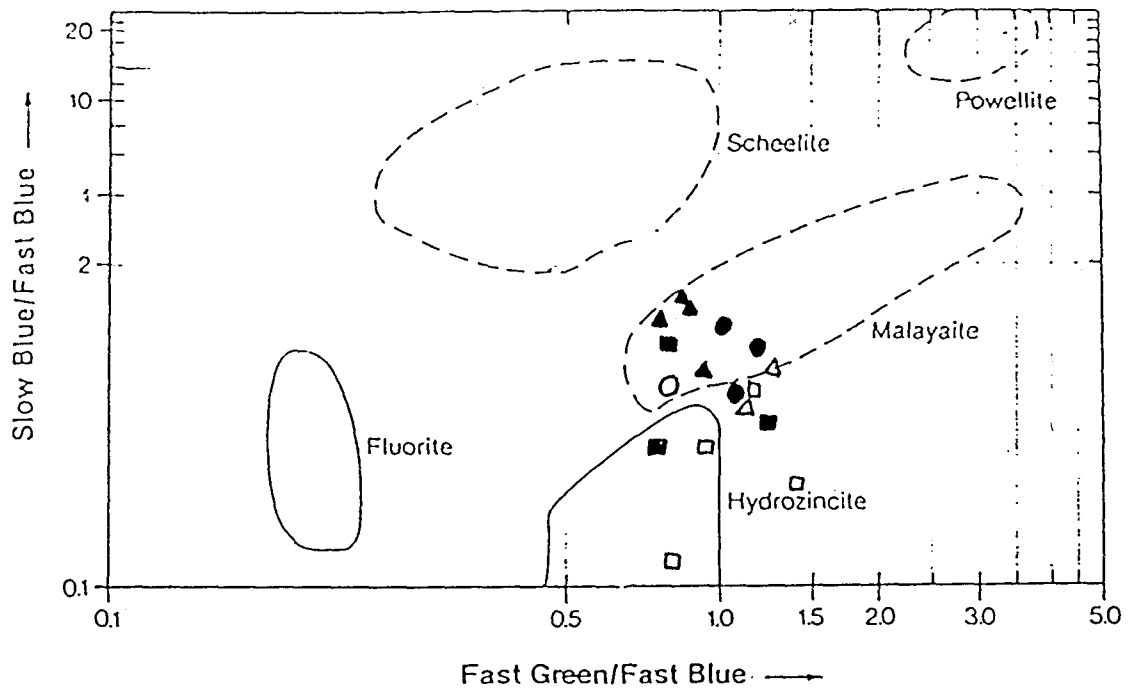
6.1.2 Utprøving av digitalt fluorescensinstrument

Da det ble klart at UV-lampe ikke var særlig til hjelp i feltarbeidet, ble vår oppmerksomhet rettet mot et nytt digitalt kanadisk måleinstrument for prospektering etter fluorescerende mineraler. Instrumentet har også den klare fordelen i forhold til UV-lampe at den også kan benyttes i dagslys. Instrumentet måler i en bredere del av det synlige/usynlige spektret enn den delen som vi kan iakta ved bruk av UV-lampa. Målingene kan foregå i to forskjellige deler av emisjonsspektret (blå og grønn), og fluorescensen kan måles ved to forskjellige tidspunkt etter at et objekt er belyst. Totalt gir dette fire forskjellige kanaler og instrumentet burde således kunne fange opp også en del wollastonittvarianter som ikke framviser synlig fluorescering.

Med forhåpninger om at en slik "2. generasjons UV-lampe" skulle kunne gjøre vellykkede målinger av wollastonitt mulig selv i dagslys, ble et Scintrex LG-2 instrument innleid for en prøveperiode (Rønning 1985). Innledende testmålinger i laboratoriet ble utført ved NGU, der prøver av både wollastonitt og kalkspat ble undersøkt. Måleresultatene er vist plottet i spredningsdiagram (fig. 6.1.). Prøvene viste relativt liten spredning, og det var ingen tydelig forskjell mellom kalkspat og wollastonitt fra samme forekomst. Resultatene av laboratoriemålingene var således ikke særlig oppmuntrende for de etterfølgende feltmålinger.

Instrumentet ble prøvd i felt på en kalksteinsforekomst med wollastonittmineralisering ved Brattås i Velfjord i Brønnøy kommune. Målinger ble her gjort på både friske bruddflater og flater med forvittringshud. Wollastonitten viste ingen anomale verdier som skilte den ut fra kalkspaten. Derimot så det ut til å være en sammenheng mellom avlesningssverdi og den belyste flatens farve, slik at f.eks de lyseste mineraler gav høyere måleverdier enn litt mørkere mineraler. Å skille mellom ulike mørkhetsgrader i den synlige delen av spektret er jo imidlertid ikke hensikten med instrumentet, og det menneskelige øyet fungerer nok bedre i så måte.

Med grunnlag i de negative resultater fra disse feltmålingene og de innledende laboratoriemålingene, ble det ikke aktuelt å gjennomføre videre feltmålinger med instrumentet på wollastonitt. Konklusjonen er at dette instrumentet ikke egner seg til prospektering etter de wollastonitt-typer i Nordland som det er testet på, og vi anser det for å være generelt lite egnet for wollastonittprospektering. Instrumentet ble for øvrig også utprøvd på scheelitt-mineraliseringer, og heller ikke her var resultatene særlig positive (Rønning 1986).



- $\Delta \blacktriangle$: Lappenranta, Finland
- $\circ \bullet$: Brattås, Brønnøy, Nordland
- $\square \blacksquare$: Diverse

Figur 6.1. Fluorescensmålinger med Scintrex LG-2 på prøver av kalkspat (åpne symbol) og wollastonitt (fylte symbol). (Rønning 1986)

6.2 VISUELL IDENTIFISERING I FELT

De negative resultater av instrumentell leting etter wollastonitten kom fram på et tidlig stadium i prosjektet, og det viste seg faktisk at ingen av de nye wollastonittlokaliteter som etterhvert ble påvist i løpet av prosjektet hadde fluorescerende wollastonitt. Nytteverdien av fluorescensinstrumenter i felten ble derfor langt mindre enn man hadde håpet på forhånd. Man ble derved stående igjen med vanlig visuell identifisering i felt.

Med støtte i XRD-identifisering (i laboratoriet) av ulike feltprøver underveis i prosjektet kunne man justere inn øynene sine på mineralets mest karakteristiske kjennetegn, og det viste seg etterhvert å være rimelig lett å gjenkjenne wollastonitten i felt.

Mineralet er absolutt enklest å se på vitrede flater. Wollastonitten har på vitret flate gjerne en matt hvit til gul-hvit farge, sammenlignet med kalkspatens mere gråblå vitringsflater. Mineralets fibrige krystalloppbygning er dernest vanligvis relativt karakteristisk, og på de aller fleste påviste lokaliteter i Nordland opptrer wollastonitten som ansamlinger av korte fibre.

Disse fibrene har størst kontrast mot kalkspaten på vitret flate i det fibrene da lettere fremtrer. Selv om kalkspaten er mykere (på Mohs hardhets-skala) viser det seg gjerne i praksis at wollastonitten motstår forvitring dårligere enn kalkspaten, og derved danner forsenkninger i forhold til den omgivende kalksteinen. Dette kommer sannsynligvis av at bindingene mellom de enkelte kornene er svakere hos wollastonitten enn hos kalkspaten. Denne kontrasten ved forvitring er imidlertid ikke konsekvent og bl.a. ser det ut til at kalkspatens kornstørrelse og variable løshet i sine kornbindinger reduserer denne effekten i en del kalkforekomster.

Der wollastonitten er mer velutviklet, blir mineralets spalteflater gjerne mere fremtredende enn fibrigheten. Kortprismatiske plateformede krystaller med lengde og bredde opp i et par cm. kan da observeres. Kløvflatene har gjerne litt perlemorglans. I Nordland er slik velutviklet wollastonitt kun observert ved Brattås i Velfjord (fig. 9.5.3).

6.3 IDENTIFISERING MED RØNTGENDIFFRAKSJON (XRD)

Wollastonitt gir markerte topper på diffraktometeropptak, og denne metoden ble benyttet som en rask og effektiv laboratoriemetode for å kontrollere om de innsamlede prøvene inneholdt wollastonitt.

7 TIDLIGERE BESKRIVELSER AV WOLLASTONITT I NORDLAND

I den geologiske litteratur er mineralet omtalt på flere steder i fylket, og i denne sammenheng har H. Neumanns "Norges mineraler" (1985) vært til god hjelp. Neumann refererer til ulike geologers omtale av wollastonitt både i forbindelse med intrusiver (gabbroer, intermediære bergarter og granitter) og dannelse ved regionalmetamorfose. De fleste av referansene nevner kun at mineralet forekommer (gjerne sammen med andre metamorft dannede kalksilikater) uten å gi noen videre beskrivelse og detaljer om wollastonitten.

De mest konkrete beskrivelser er gjort av J.H.L. Vogt i hans klassiker "Norsk marmor" fra 1897. På s.255 under omtale av kalkspatmarmoren som ligger i kontakt med intrusiv gabbro ved Granåsen nord for Mosjøen skriver han:

"..Allernærmest mod gabbrogrænsen forefinder vi en zone (nær gaarden Granaas af bredde omkring 60 m) af finkornet eller tæt, nesten snehvid marmor (kalkspatmarmor, temmelig rig paa mikroskopisk wollastonit)".

Videre skriver Vogt i samme publikasjon på s. 156 om kontaktmarmoren inn mot gabbrokroppene ved Mosjøen:

"..marmoren ofte er fint, men i nogenlunde rigelig mængde opblandet med fremmed mineral, navnlig wollastonit, hvilket virker stærkt generende paa poleret flade. - Denne fremmede indblanding er ofte saa yderst fin, at man - paa upoleret flade - ikke engang kan opdage den for blotte øie; men strax marmoren blir poleret, giver wollastoniten sig tilkjende som en utallighed af prikker og smaa-aarer, som ikke tager politur. Marmor med denne forurening kan saaledes ikke anvendes."

Nå viser det seg imidlertid at den "wollastonitten" som Vogt har beskrevet - i virkeligheten ikke er wollastonitt, men derimot **brucitt**. Ved detaljert kartlegging i Granåsen-området er det klart at den sonen som Vogt beskriver som kalkspatmarmor er dolomittmarmor, og denne fører i partier opp mot 20 % brucitt i form av små spredte korn (Øvereng 1981).

Mere etterrettelig er nok Vogts beskrivelse av wollastonitt i tilknytning til "Velfjordens kontaktmarmor". Han skriver nemlig på s.261 i Norsk Marmor:

"I denne kontaktmetamorfoserte marmor har jeg paa et par steder (ved landeveien nær Hommelstø og i et marmorbrudstykke inde i gabbroen, lidt indenfor Rugaasnæsodden) fundet wollastonitt (ofte, ligesom ogsaa i Vefsen, omvandlet til en fibrøs masse) og granat, - men forøvrigt er den egentlige kontaktmarmor i Velfjorden fleresteds

paafaldende fri for fremmed mineral. i nogle mikroskopiske præparater fra Troviken og Rugaasnæsodden har jeg dels ikke kunnet opdage spor af fremmed mineral, dels saavidt kunnet paavise nogle ørsmaa korn (af skjæv feldspat, wollastonit og lysebrun glimmer).

Den mest konkrete beskrivelse av wollastonitt for øvrig i fylket finner vi hos Oxaal (1911) der han gir denne korte teksten (s.20):

"I et kalkstensdrag ved *Andfiskaaen syd for Mo i Ranen* fandtes store krystaller av Wolastonit i den regionalmetamorfoserte kalksten. Avstanden til nærmeste eruptiv er her ca. 6 km."

Ut over dette gir ikke Oxaal noen nærmere informasjoner, og undertegnede har ikke funnet wollastonitt ved Andfiskå. Det må da riktignok bemerkes at et eventuelt økonomisk potensiale her ble regnet å være alt for lite til at inngående undersøkelser ble iverksatt på stedet.

I prøvemateriale fra en tidligere drevet magnetittforekomst ved navn *Matmoderen* på Austvågøy i Lofoten omtaler E. Krog wollastonitt i sin hovedfagsoppgave (Krogh 1975). To enkeltprøver fra et skarn-parti inneholder henholdsvis 80 og 40 % wollastonitt. De båndete gneisene her med magnetittmalm og karbonat- og kalksilikatbergarter blir intrudert av en mangeritt like opptil forekomsten.

Ved befaring av stedet viser det seg å være vanskelig å finne wollastonitt i fast fjell og i løst prøvemateriale, og fra de geologiske forhold som kan observeres på stedet er det klart at det her dreier seg kun om en meget liten lokal wollastonittoppblomstring i en skarn-sone. Lokaliteten har koordinater 480.1 7583.25.

Til slutt må nevnes at det i litteraturen forekommer en del generelle omtaler der mineralet kun nevnes som et av flere kontaktmetamorfe og forurensende mineraler i kalkene stedvis i fylket.

8 UNDERSØKTE OMRÅDER

Foruten undertegnede har også geolog Ulrik Søvegjarto utført feltarbeide i dette prosjektet. Søvegjarto har rekognosert og gjort detaljert kartlegging i en del utvalgte områder (Mosjøen-Ranafjord og Vevelstad). Undertegnede har befart og undersøkt en lang rekke lokaliteter og områder med karbonatdrag i kontakt med intrusiver, spredt over store deler av fylket. De aller fleste aktuelle områder er nå undersøkt, men ettersom antall "kontrollpunkter" er meget stort er det ikke funnet nødvendig å fremstille et omfattende kart der alle kontrollerte kontakter er angitt.

9 LOKALISERTE FOREKOMSTER AV WOLLASTONITT

Mineralet er i løpet av prosjektet påvist på relativt mange steder innen Nordland fylke (fig. 9.1.1), og i den etterfølgende beskrivelsen er lokalitetene omtalt etter deres beliggenhet innen ulike geografiske områder. De enkelte forekomstene er på kart og i tekst markert med sitt spesifikke nummer inne i en firkant. Det bemerkes for øvrig at alle koordinatangivelsene i rapporten refererer seg til det gamle ED50-systemet.

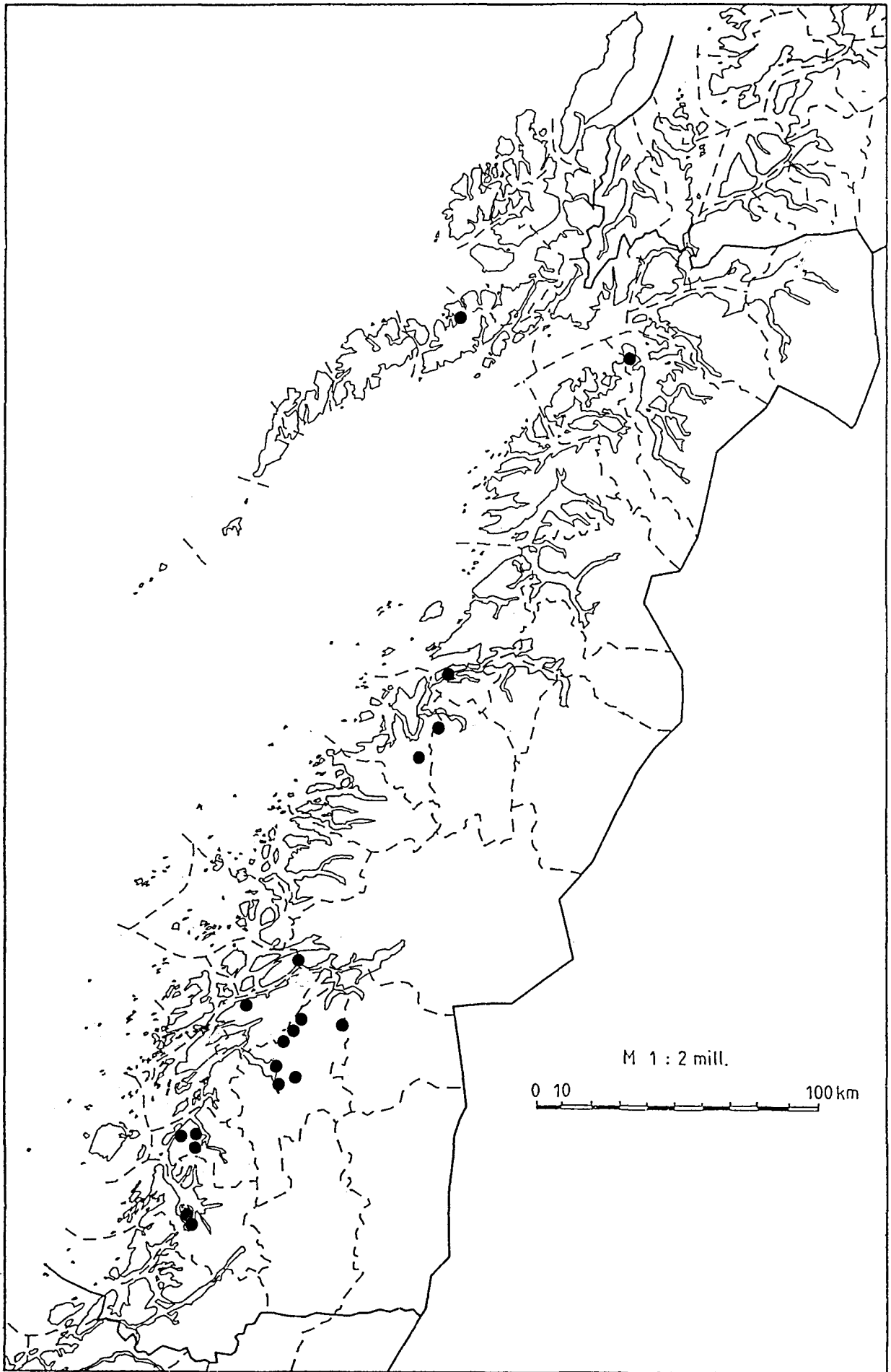
9.1 MOSJØEN

Letarbeidet i dette prosjektet ble innledet med kalkspatmarmorene i tilknytning til den store gabbroen ved Mosjøen (se fig. 9.1.2.), og selv om Vogt's observasjoner var noe misvisende ble wollastonitt raskt lokalisert ved gabbrokontakten nær Søfting sørvest for Granåsen. Senere ble mineralet også påvist i et kalkspatmarmordrag inne i den samme Mosjøengabbroen på østsiden av Mosjøen. De beste mineraliseringer ble lokalisert i tilknytning til en annen gabbro på Korgenfjellet nord for Luktvatnet (fig. 9.1.2.).

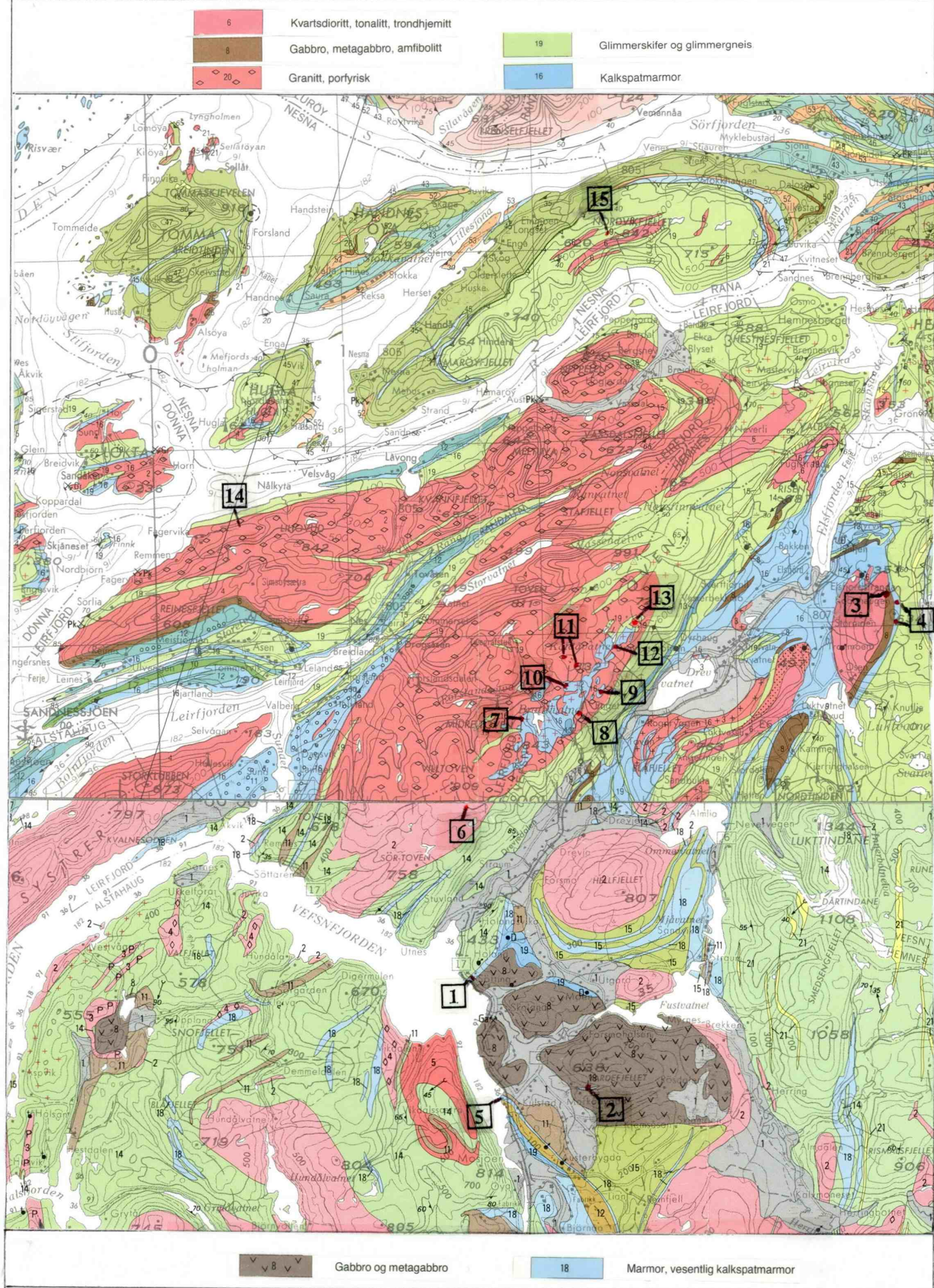
9.1.1 Søfting 1

Koord.: 415.9 7311.8, kbl. Mosjøen 1826 I, Vefsn kommune

Ved riksveg 810 på nordsiden av Vefsnfjorden går karbonatdraget fra Granåsen ned til sjøen omkring 400 m NV for Søfting stasjon. (se fig. 9.1.2. og 9.1.3.) Den grovkornede kalkspatmarmoren ligger her i kontakt med Mosjøengabbroen, og i en 30 m bred sone inn mot gabbroen kan observeres wollastonitt i de urene kalkpartiene. Marmorsonen er totalt ca. 200 m bred her, og deler av den er relativt ren. Det wollastonittførende partiet preges imidlertid



Figur 9.1.1. Lokaliserte wollastonittforekomster i Nordland

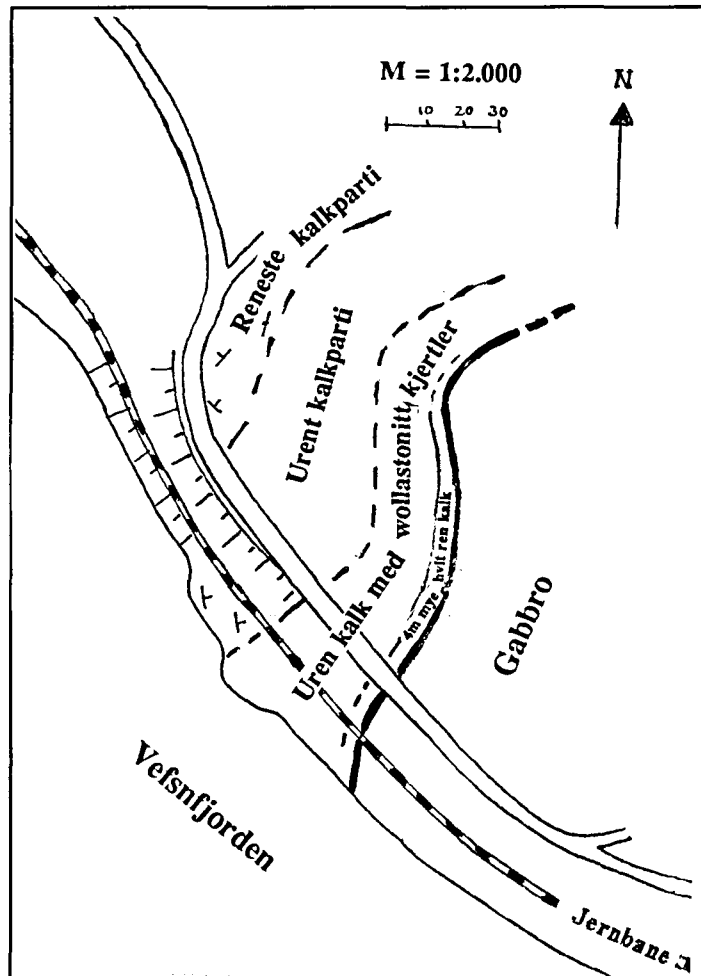


Figur 9.1.2. Geologisk kart over området Mosjøen - Ranafjorden, med innlagte wollastonittlokaliteter. Målestokk 1:250.000.

av en båndet uren marmor med hyppige kvartsrike bånd, og wollastonitten opptrer som kjertler, slirer og linser innesluttet i grovkornet kalkspat (fig. 9.1.4). En ser også mange eksempler på at kvarts danner kjertel-plommen som omgies av en reaksjonsrand av wollastonitt - som igjen er omgitt av kalkspat. Wollastonitt opptrer også som bånd mellom urene fremstikkende kvartsbånd, og er da gjerne mere finkornet enn når wollastonitten selv danner linser og kjertler.

I hele den wollastonittførende delen av marmoren er det hyppige innslag med inneleiret gabbro som er intenst sammenrørt med marmoren under den intrusive fase.

Tidligere var wollastonitten synlig i vegskjæringen her, men etter at det ble skutt nye skjæringer på slutten av 80-tallet er det nå svært vanskelig å se wollastonitt ved veien. På sjøsiden av veien nedover mot jernbanen og sjøen er det imidlertid rikelig med vitrede blotninger der wollastonitten stedvis er synlig (fig. 9.1.4). Her ser en at det gjerne er langt mellom de enkelte wollastonittkjertler og bånd. Wollastonitten utgjør kun meget beskjedne deler av marmorens volum selv i de sonene som har mest wollastonitt.



Figur 9.1.3. Wollastonitten vest for Søfting

Langsetter marmordraget over mot Granåsen (som ligger omkring 5 km lengre nord) er det kun observert wollastonitt i noen blotninger (muligens løsblokker?) langsetter en traktorveg oppe i lia i omkring 150 m høyde. I selve Granåsen-området opptrer kalkspatmarmoren vestenfor den brucittførende dolomittmarmoren, men som omtalt under punkt 7 ser det ikke ut til å ha blitt utviklet wollastonitt i kalkspatmarmoren her.



Figur 9.1.4. Søfting. Parti fra forvitrede svaberg nede ved sjøen. Wollastonitten (ovenfor tusjen) er gulhvit, kalken er gråblå og gabbroen er mørk.



Figur 9.1.5. Svartjørnfjellet. Wollastonitt er synlig som hvite bånd og aggregater i den mere gråblå kalken. Granaten er svakt gulaktig.

9.1.2 Marka 2

Koord.: 421.75 7306.1, kartbl. Drevja 1926 IV, Vefsn kommune.

Mosjøen-gabbroen (som har sin nordøstlige grense ved Søfting) strekker seg et godt stykke øst for Mosjøen Innover Ålbosdalen i Marka-området går her et kalkspatmarmorlag som er innleiret i gabbroen (fig. 9.1.2). Noen hundre meter øst for Fjellstad er wollastonitt utviklet i enkelte partier av kalken nær gabbrokontakten. Mineralet opptrer som små kjertler og slirer i uren marmor, og utgjør kun en helt ubetydelig andel av marmoren.

9.1.3 Svarttjønnfjellet 3 4

Koord. 4381.2 73310.5, kartbl. Elsfjord 1927 III, Vefsn kommune.

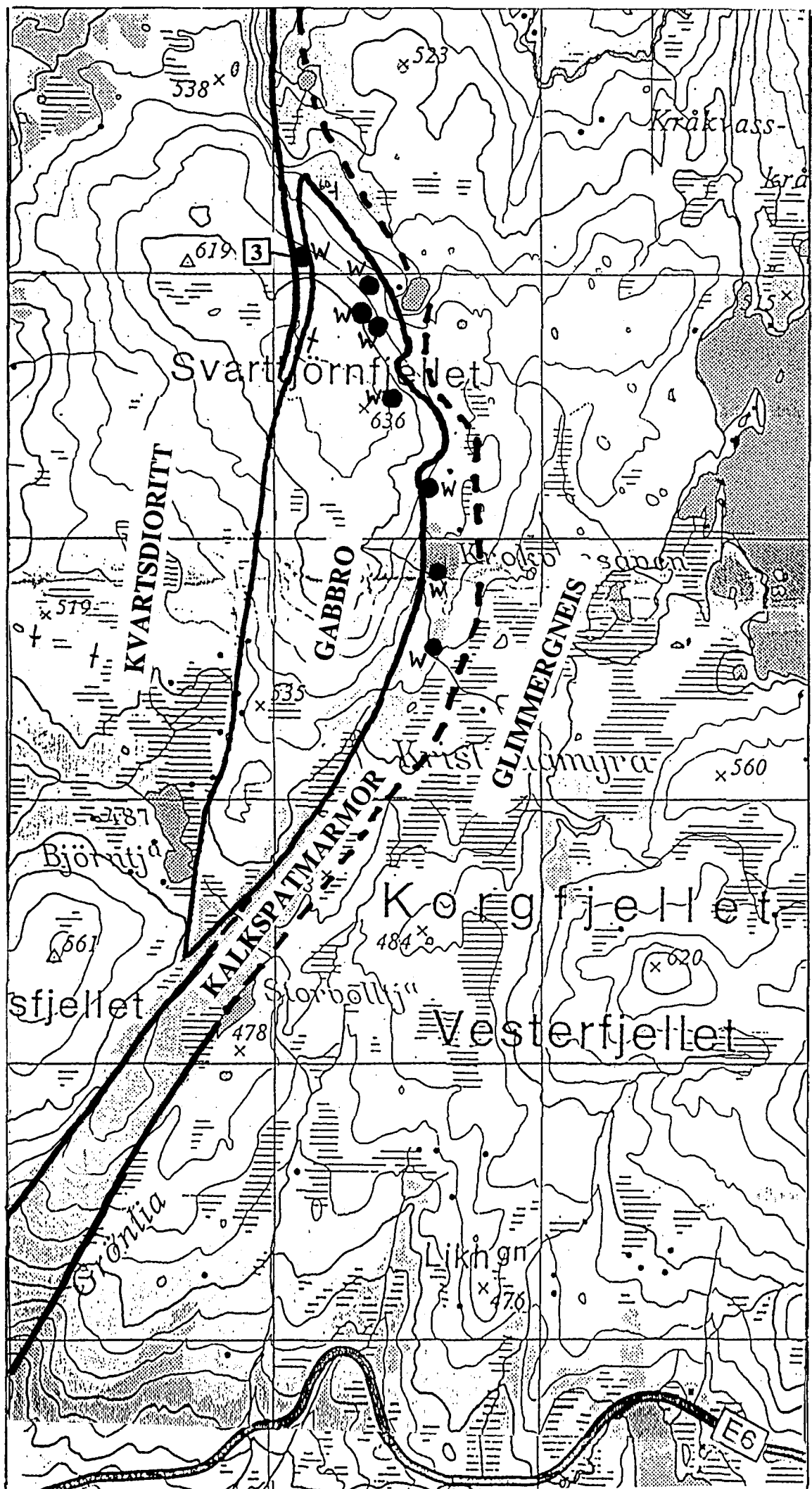
På Korgenfjellet nord for Luktvatnet ligger også kalkspatmarmor i kontakt med en gabbro. Øst og sydøst for Svarttjønnfjellet (3 km nord for E6) er wollastonitt utviklet på flere steder i tilknytning til den relativt store gabbrokroppen som her strekker seg mer og mindre sammenhengende nordover fra Luktvatnet i syd. (Se fig. 9.1.2 og 9.1.6). Wollastonitten opptrer dels i en del av marmoren som kiler inn mellom gabbro i øst og kvartsdioritt i vest, dels i inneslutninger (xenolitter) av marmor inne i gabbroen, og dels i marmor med intrusivkontakt (gabbro) kun på den ene siden.

Wollastonitten opptrer som parallellorienterte små hvite fibre og nåler. Disse forekommer alltid sammen med granat som gjerne utgjør 20-20 % av kalkspatmarmoren. Wollastonitt-mineralisering er funnet på 8 ulike steder innen området - som ligger på ca 600 m.o.h.

Høyest wollastonittgehalt er observert på en lokalitet ca. 500 m rett øst for toppen av Svarttjønnfjellet 3 (koord: 4381.2 73310.5) Marmoren danner her en kile mellom intrusivene. Langsetter tverrgående lyse finkornede feltspatiske ganger finnes her 0,2-0,6 m tykke bånd med opptil 50 % wollastonitt i granatrike belter innen kalken. Feltspatgangene synes å ha stimulert wollastonitt-dannelsen med tilførsel av silika, i og med at wollastonittinnholdet er klart rikest i de sonene som ligger inn til disse gangene. Den største linsen med wollastonitt har en lengde på omkring 7 m, mektighet på vel 1 m og middels fall mot syd.

Langs østsiden av gabbrokroppen er det funnet wollastonitt på i alt 6 forskjellige steder 4
Disse er spesifisert i tabell 5.

Når det gjelder de marmorpartiene som er innesluttet i gabbroen så er det der kun påvist spor av wollastonitt.



Figur 9.1.6. Wollastonittlokaliteter ved Svartjørnfjellet på Korgfjellet. 1:20.000.

De kalkhorisonter som grenser til gabbro på den ene siden i øst og glimmergneis på den andre viser fra spor og opptil 10 % wollastonitt i 2-5 m tykke benker. Wollastonitten som er hvit og fibrig er anrikt i granatrike bånd med over 20 % granat i en blanding av rødlig, brun og gul granat. Dalen her inneholder en rekke kalkhorisonter som oftest er grovkornede, men stedvis er finkornede

Tabell 5. Wollastonittlokaliteter langs østsiden av gabbroen ved Svarttjørnfjell

Lokalitet 4	Koordinater	Opptreden
900 m Ø for 619 toppen av Svarttjørnfjell	438.4 7330.9	Marmorinneslutning i gabbroen. Spor av wollastonitt
100 m SØ for den over	438.3 7330.8	Marmorinneslutn. i gabbroen. Spor av wollastonitt.
Østskråning av høyde 636	438.4 7330.5	Marmorinneslutn. i gabbroen. Kun spor av wollastonitt
I dalen 300 m SØ for topp 636	438.6 7330.2	Marmoren øst for gabbroen. Spor av wollastonitt.
200 m lengre sør i dalen	438.6 7329.9	Marmoren øst for gabbroen. Opptil 10 % wollastonitt.
Ytterligere 300 m lengre sør	438.7 7329.6	Marmoren øst for gabbroen. Spor av wollastonitt.

Ingen av de lokaliserte forekomstene har tilstrekkelige gehalter og tonnasje til å være av økonomisk interesse. Store deler av kalken i området er riktignok overdekket, men selv om dette hindrer en fullgod oversikt over wollastonittens utbredelse, gir de tilstedeværende blotninger et tilstrekkelig bilde av områdets wollastonittpotensiale.

9.1.4 Halsøya 5

Koord. 417.2 7306.1, kartbl. Mosjøen 1826 I, Vefsn kommune

August Nissen (1972) beskriver opptreden av wollastonitt i en båndet vesuvianholdig kalkspatmarmor på Halsøya nord for Mosjøen sentrum (fig. 9.1.2). Mineralet er funnet i et gammelt steinbrudd her og er tilknyttet en kvartsmonzonittgang i området. Wollastonitten ble av Nissen påvist i tynnslip under mikroskop, og undertegnede har ikke kunnet se mineralet makroskopisk på stedet.

9.2 TOVEN-GRANITTEN

På vestsida av Drevjadalen nord for Vefsnfjorden ligger fjellområdet Toven, som på topp-plataet hovedsakelig er bygget opp av en stor porfyrisk granitt-intrusjon - Toven-granitten (fig. 9.1.2). Inne i dette granittmassivet var det fra tidligere kjent at det opptrer en lang rekke inneslutninger av marmorhorisonter, og det var derfor naturlig å undersøke om marmorene her har fått utviklet wollastonitt.

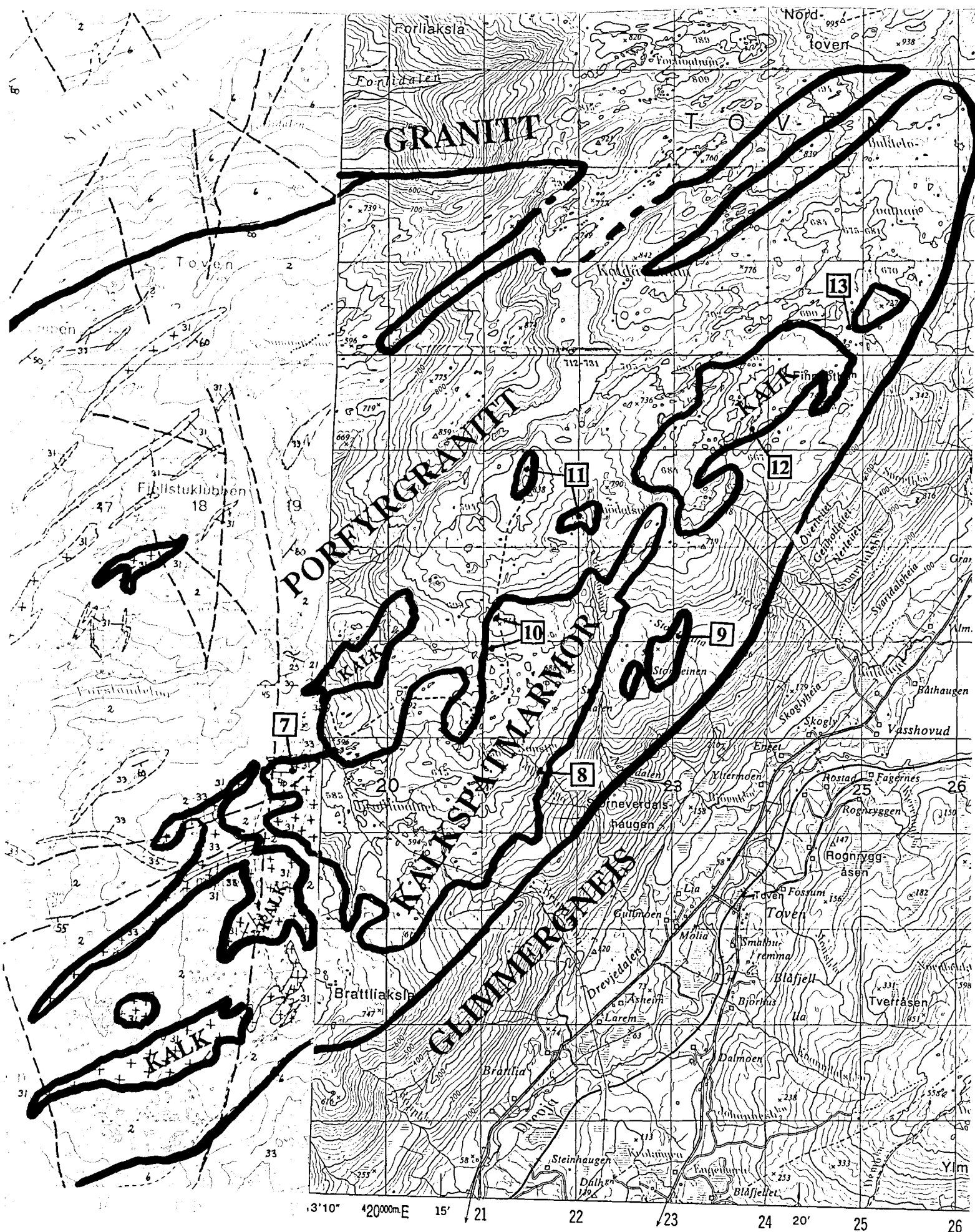
Detaljert kartleggingen av området ved Søvegjarto viser nå at karbonatene utgjør forholdsvis store arealer innen intrusivet, særlig i den østlige delen mot Drevjadalen. Vesentlig dreier det seg om kalkspatmarmor, men også partier av dolomittmarmor opptrer relativt hyppig. Felles for alle karbonatlegemene er at de er kraftig deformert og foldet, og de er vanligvis hyppig gjennomsluttet av 0,1-1 m tykke tonalitt/trondhemitt-ganger. Wollastonitt-mineraliseringene i marmorene opptrer fortrinnsvis inn mot slike ganger, og det ser således ut til at disse tonalittgangene i stor grad har kontrollert wollastonittdannelsen.

Wollastonitten forekommer alltid sammen med granat, og granatinnholdet kan stedvis være opp i 30-40 %. Granat finnes naturlig nok også i partier av marmoren som ikke har wollastonitt utviklet, men innen de litt større kalkene opptrer granat bare ganske lokalt. Dette har nok sin årsak i at marmorene gjerne er for rene til at granat har kunnet utvikles.

Wollastonittmineraliseringer er påvist på 10 ulike steder innen Toven-granitten (fig. 9.2). Mineralet forekommer som finkornede hvite fibre sammen med granat og litt grønn diopsid, meget lik forekomstene på Svarttjønnfjellet. Den høyeste observerte konsentrasjon er på 20-30 % wollastonitt i mindre flekker på 1 m bredde og noen meters lengde. De fleste lokalitetene har wollastonittanrikninger på under 1 m mektighet, og innen denne meteren opptrer mineralet vanligvis i smalere slirer og bånd med 5-10 % wollastonitt. Se tabell 6.

Den arealmessig største forekomsten ligger 300 m SV for topp 714 og fører wollastonitt i et areal på omkring 7x20 m i en meget granatrik kalk. Wollastonittinnholdet er her imidlertid på under 10 %.

Alle forekomstene er for små og fattige til å ha økonomisk interesse, og dertil er beliggenheten på 500-700 m høyde oppe på fjellplataet svært ugunstig.



Figur 9.2. Wollastonittlokaliteter i Toven porfyrganitt. 1:50.000.(Elsfjord og Nesna)

Tabell 6 Oversikt over påviste wollastonitt-lokaliteter innen Toven-granitten

Kart	Koordinater	M.o.h.	Sted	Lok. nr.	Størrelse
Mosjøen	415.5 7321.35	870	Søndre Toven	6	Flere woll.-rike slirer, f.eks.: 0,4x5m 1x3m 1x5m 0,4x5m 1x3m 1x2m 0,2x11m
Nesna	418.9 7325.75	680	Midtre Toven	7	3x15m med mange woll.-rike slirer
Elsfjord	421.55 7325.7	600	Bekken fra Nonstjøna	8	0,1x15m woll.-rik
Elsfjord	423.05 7326.95	510	Storsteinlia	9	5-10m med 30-40 % granat og lokalt 5 % woll.
Elsfjord	421.1 7327.25	700	120m NV for topp 714	10	0,1x15m woll.-rik
Elsfjord	421.05 7326.9	670	300m SV for topp 714		7x20m woll.-førende
Elsfjord	421.45 7328.8	810	N for høyde 838	11	spor woll. i 1m tykk granat-rik marmor
Elsfjord	422.0 7328.35	720	V for Snødalsvatn		2 m granatrik med 2-3 mm tynne woll.-førende slirer
Elsfjord	423.8 7329.15	710	SV for Finnkothaugen	12	1x40 m granat-rik med noen % woll
Elsfjord	425.0 7330.45	700	SV for topp 727	13	1x2 m woll.førende

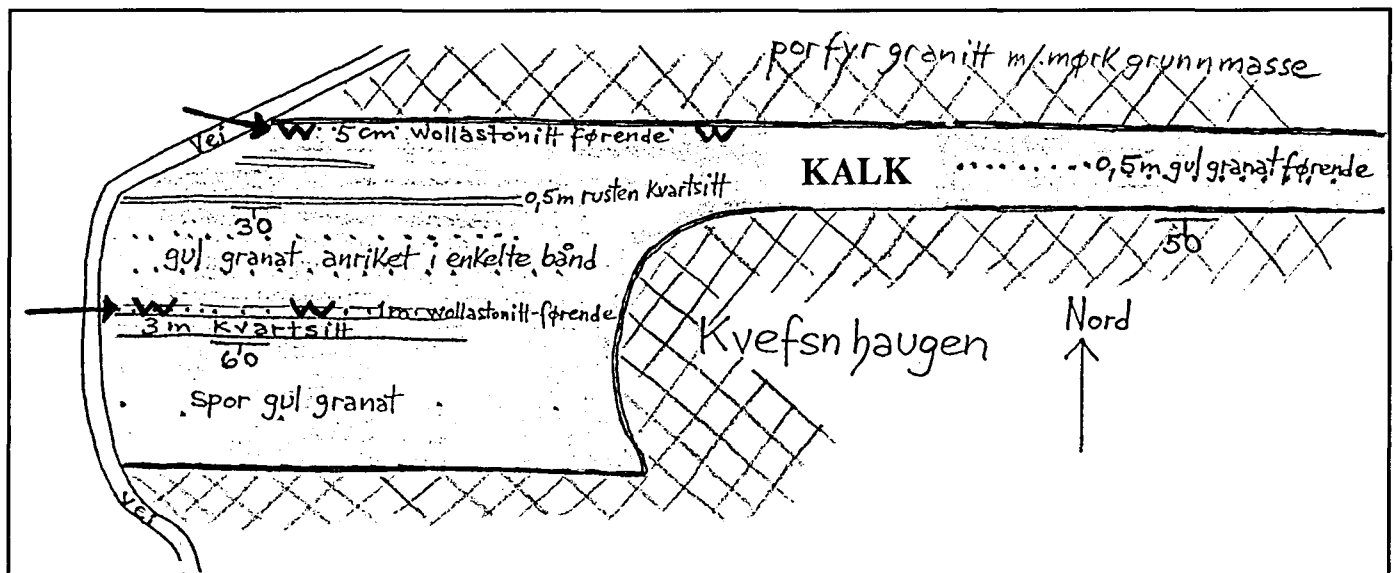
9.3 YTRE RANAFJORDEN

9.3.1 Fagervika 14

Koord.: 403.1 7335.4, kartbl. Nesna 1827 II, Nesna kommune.

Helt ytterst i Ranafjorden ligger Fagervika på sydsiden av fjordmunningen (fig. 9.1.2). I Kvefsnhaugen inn for gården Opegården er wollastonitt påvist i et øst-vest-gående kalkspatmarmor drag (fig. 9.3.1). Marmoren er innleiret i den store porfyrgranitten som danner fjellområdet her på sydsiden av Ranafjorden helt over til Bardal. Wollastonitten er utviklet i en 1 m bred sone langsetter en 3 m tykk kvartsitt som ligger inne i marmoren her, og dertil i en 5 cm sone langsetter kontakten med den mørke porfyrgranitten mot nord. Begge sonene fører kun meget små mengder med wollastonitt.

Ingen flere marmor drag i dette området er funnet å føre wollastonitt, men flere av dem er granatførende.

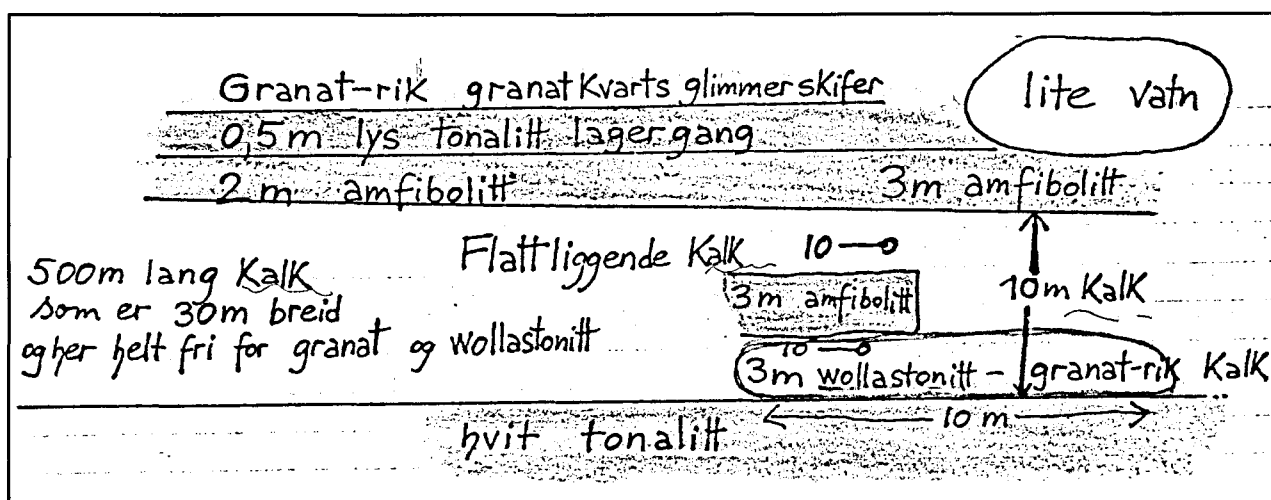


Figur 9.3.1. Skisse over wollastonittopptreden i Kvefsnhaugen ved Fagervika. Målestokk 1:1000.

9.3.2 Nordvikfjellet 15

Koord.: 423.95 7351.02, , kartbl. Sjona 1927 IV, Nesna kommune

I 750 m høyde i nordhellinga nær toppen av Nordvikfjellet som ligger rett på nordsida av Ranafjorden (fig. 9.1.2), er wollastonitt utviklet innen en 30 m mektig kalkspatmarmor (9.3.2). Marmordraget ligger inne i granatglimmerskifer, og det er en par meter tykk tonalittgang langs kalkens sydside som har utløst wollastonittdannelsen. De parallellorienterte fibre og nåler av wollastonitt er utviklet i 3 m bredde og 10 m lengde langsetter gangen og mineralet utgjør her omkring 10 % av bergarten som for øvrig har et granatinnhold på omkring 20 % (fig.9.3.3)



Figur 9.3.2. Skisse over wollastonittlokaliteten i Nordvikfjellet.

Årsaken til at wollastonitt er utviklet her selv om ikke et større intrusiv er tilstede, er i følge Søvegjarto (1988) at området som helhet har høy regionalmetamorfose (migmatitt og granatkvartsglimmerskifer med grovkornet kyanitt). Derved har den beskjedne tonalittgangen vært tilstrekkelig til at wollastonittutvikling har kunnet komme i gang.

Kun denne ene wollastonittlokaliteten er funnet i dette området.



Figur 9.3.2. Wollastonitt ved Nordvikfjellet. Wollastonitten er synlig som hvite fibre. Granaten er gul-brun og opptrer dels i boller.



Figur 9.4.1 Prøve fra Staulan sinkskjerp. Wollastonitten er hvit fibrig, sinkblenden er rødbrun og granaten er gul.

9.4 VEVELSTAD-OMRÅDET

Kartblad Vevelstad, 1826 III, Vevelstad kommune.

Nord for Velfjorden ligger innen Vevelstad kommune store massiver med lys porfyrgranitt. Også her var det på forhånd fra geologiske kart kjent at det fantes innesluttet en rekke karbonathorisonter i intrusivet (fig. 9.4.2.).

Wollastonitt ble da også påvist på tre forskjellige steder innen området (Vevelstad, Kilvågen og Staulan), alle på kartblad Vevelstad 1826 III. (Se figur 9.4.2.). Mineralet viser seg kun å være utviklet langsetter kalkspatmarmorenes kontaktgrense mot porfyrgranitten, og på det meste kan denne sonen være 2 m mektig. Helt lokalt er det utviklet opptil 20-30 % wollastonitt, men gjennomsnittet over lengre soner ligger kun på omkring 5 %.

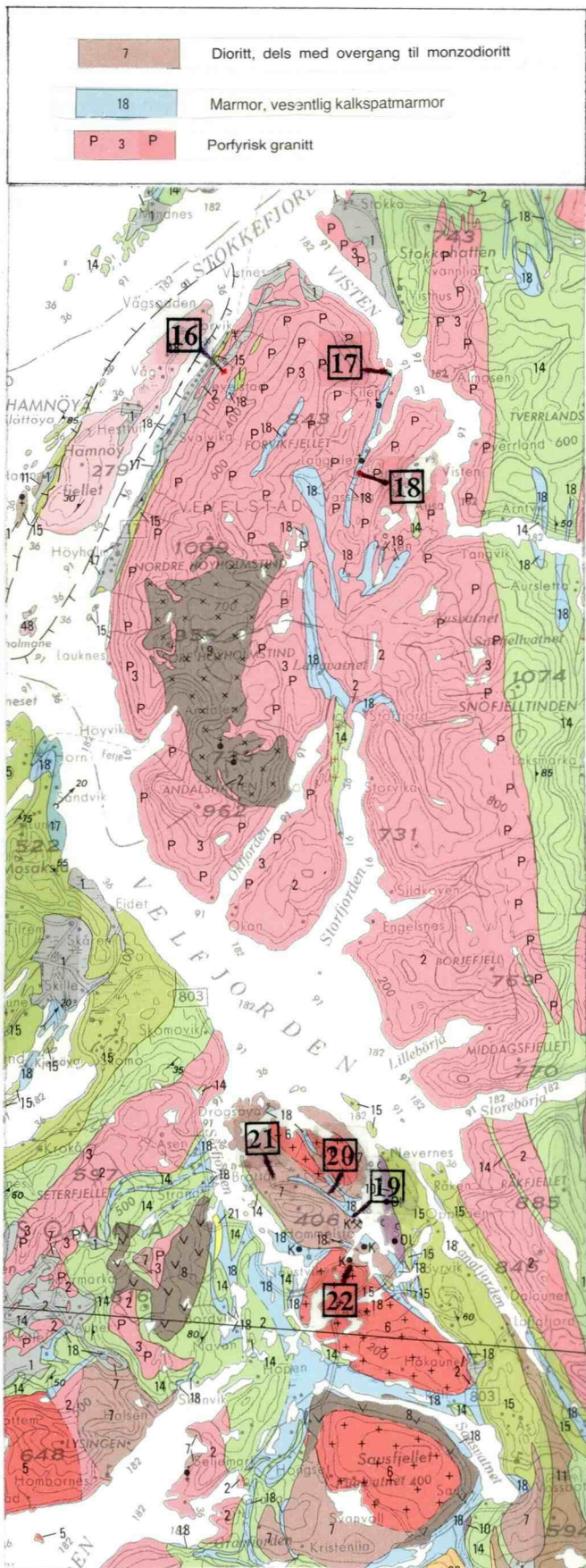
De innesluttede karbonathorisontene i Vevelstad-porfyrgranitten utgjør samlet forholdsvis store arealer. Selv om ikke alle områder er trålet gjennom er relativt mye av marmorene kartlagt, og det er i grunnen overraskende at så få lokaliteter med wollastonitt ble påvist. Forklaringen ligger nok først og fremst i det faktum at marmorene i utgangspunktet er for rene, dels at kontakt-sonen (kalk-granitt) ofte er overdekket, og dertil at en god del av karbonat-arealene viser seg å være dolomittiske.

I sammenligning med karbonatinnestlutningene i Toven-granitten har marmorene i Vevelstadorrådet blitt klart mindre påvirket, og dertil mangler de gjennomsettende tonalittgangene som tydelig har virket gunstig på wollastonittutviklingen i Toven.

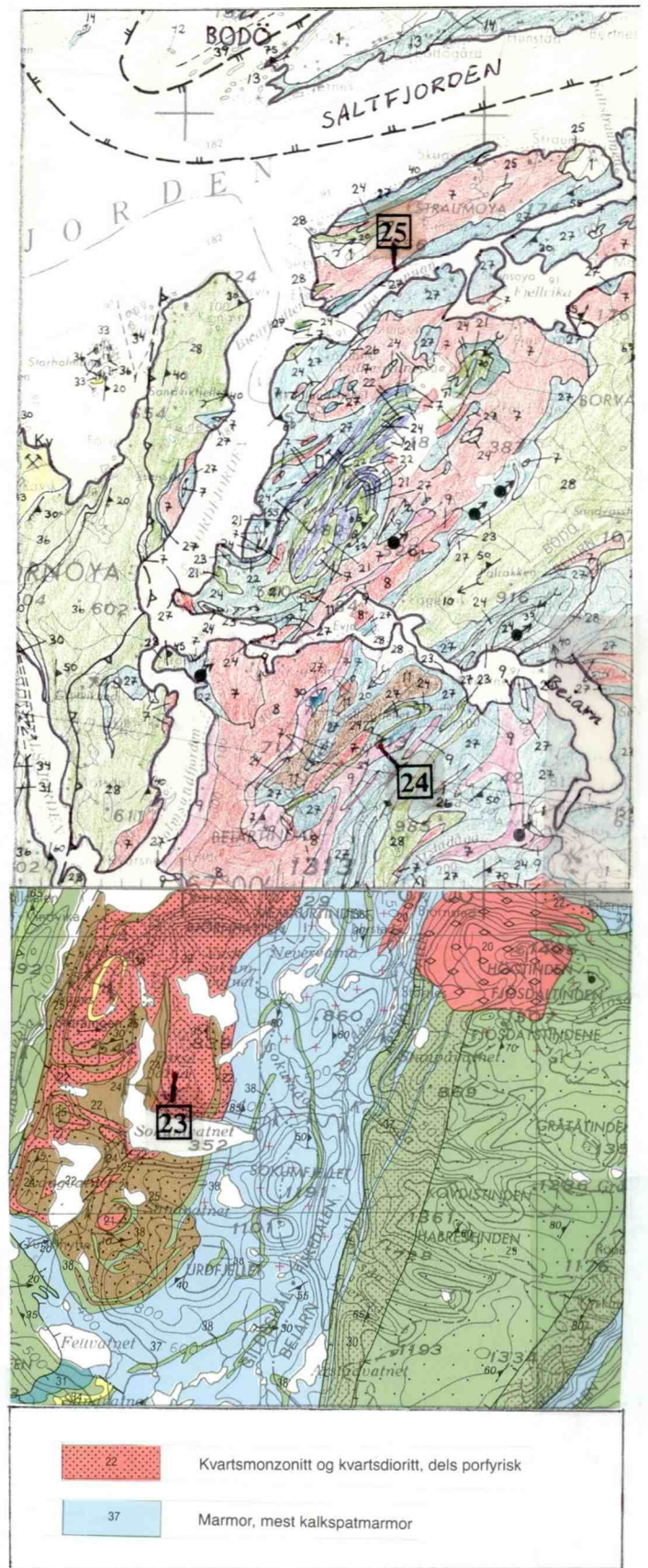
9.4.1 Vevelstad 16

Koord.: 383.60 7289.45

700 m SØ for Vevelstad kirke er wollastonitt påvist på kalkspatmarmorblotninger i ei grøft ved foten av lia øst for Nybrotet. I et skarn på grensen mot den grovkornede porfyrgranitten er wollastonittkjertler utviklet i 2 m mektighet. Skarnet fører omkring 10 % wollastonitt og dertil ca. 20 % granat og 50 % grønn diopsid/aktinolitt. Området er en del overdekket, og det er ikke observert flere marmorblotninger i området.



Figur 9.4.2 Wollastonittlokaliteter i området Velfjord-Wevelstad, 1:250.000.



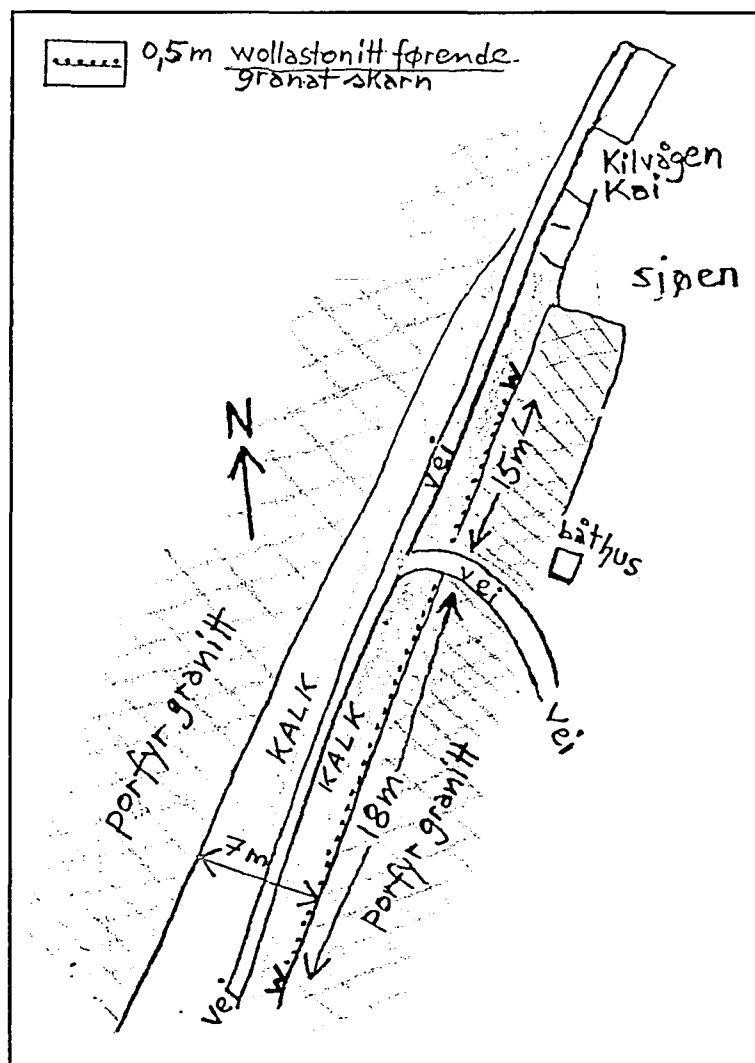
Figur 9.4.3 Wollastonittlokaliteter i området på sydsiden av Ytre Saltfjorden. 1:250.000.

9.4.2 Kilvågen 17

Koord.: 389.5 7289.0

På sørsiden av fjordarmen Visten ligger stedet Kilvågen. (Se figur 9.4.2. og figur 9.4.4.). Fra Kilvågen kai stryker en ca. 7 m bred ren kalkspatmarmor SSV-over. I hengen inn mot porfyrgranitten i øst sees en 0,5 m tykk granatmineralisering med rene wollastonitt-kjertler og -slirer nærmest kontakten. Granaten opptrer i linser som er opptil 0,1-0,3 m tykke (de største) og meter-lange.

Selve kontakten, 0,1-0,3 m tykk, er rikest på granat og wollastonitt. Wollastonitten opptrer som pene finkornete hvite fibre, og enkelte wollastonittkjertler kan ha opptil 1x2 mm store wollastonittkorn. For hele den 0,3 m tykke kontaktsonen er wollastonittinnholdet gjennomsnittlig lavt, ca. 5 %. Den rødbrune granaten utgjør ca. 20-30 % av sonen.



Figur 9.4.4. Skisse over wollastonitten ved Kilvågen.

Marmor - porfyrgranitt kontakten som er over 200 m lang, er for en stor del overdekket. Marmoren selv er for ren til å gi mere wollastonitt.

9.4.3 Staulan 18

Koord.: 388.4 7285.15

Innerst i Langkilvågen går en markert kalkspatmarmorhorisont sørover, og omkring 1 km inn fra sjøen ligger et gammelt bly-sink skjerp. På 30-tallet ble det drevet en prøvestoll og en røsk her. Malmsonen er tilknyttet marmordraget som i kontakten mot porfyrgranitten i øst har fått utviklet opptil 0,2 m tykke bånd som fører ca. 30 % wollastonitt (fig. 9.4.1). De peneste wollastonittførende biter finnes på tippen ved skjerp, og det er lite wollastonitt å se i de faste blotninger. Kwartsholdige 1 m brede kalkbenker fører ca. 10 % gul granat foruten hvit wollastonitt. Det opptrer mest wollastonitt inn mot kis-impregnerte bånd i granatførende marmor.

Av malm-mineraler observeres sinkblende, svovelkis, magnetkis og blyglans. Verken wollastonitten eller malmmineralene opptrer i slike mengder at forekomsten har økonomisk interesse i dag.

9.5 VELFJORD

Kartbl. Velfjord 1825 IV, Brønnøy kommune

Velfjordområdet, med sine kalkspatmarmor og store intrusiver av dioritt, monzodioritt og gabbro (fig. 9.4.2.) burde også stedvis ha gunstige forhold for wollastonittutvikling. Som omtalt under punkt 7 ble da også mineralet påvist på et par steder nær Hommelstø av Vogt allerede før århundreskiftet. De fleste lettere tilgjengelige kontakter mellom marmor og intrusiver i området er nå befart, og wollastonitt ble påvist på et par nye lokaliteter i tillegg til de steder som er nevnt av Vogt. Alle lokalitetene er knyttet til marmordrag som danner inneslutninger i den store dioritten ved Hommelstø. Interessant er det også at brucitt kan observeres på en rekke lokaliteter i området.

9.5.1 Hundkjerka 19

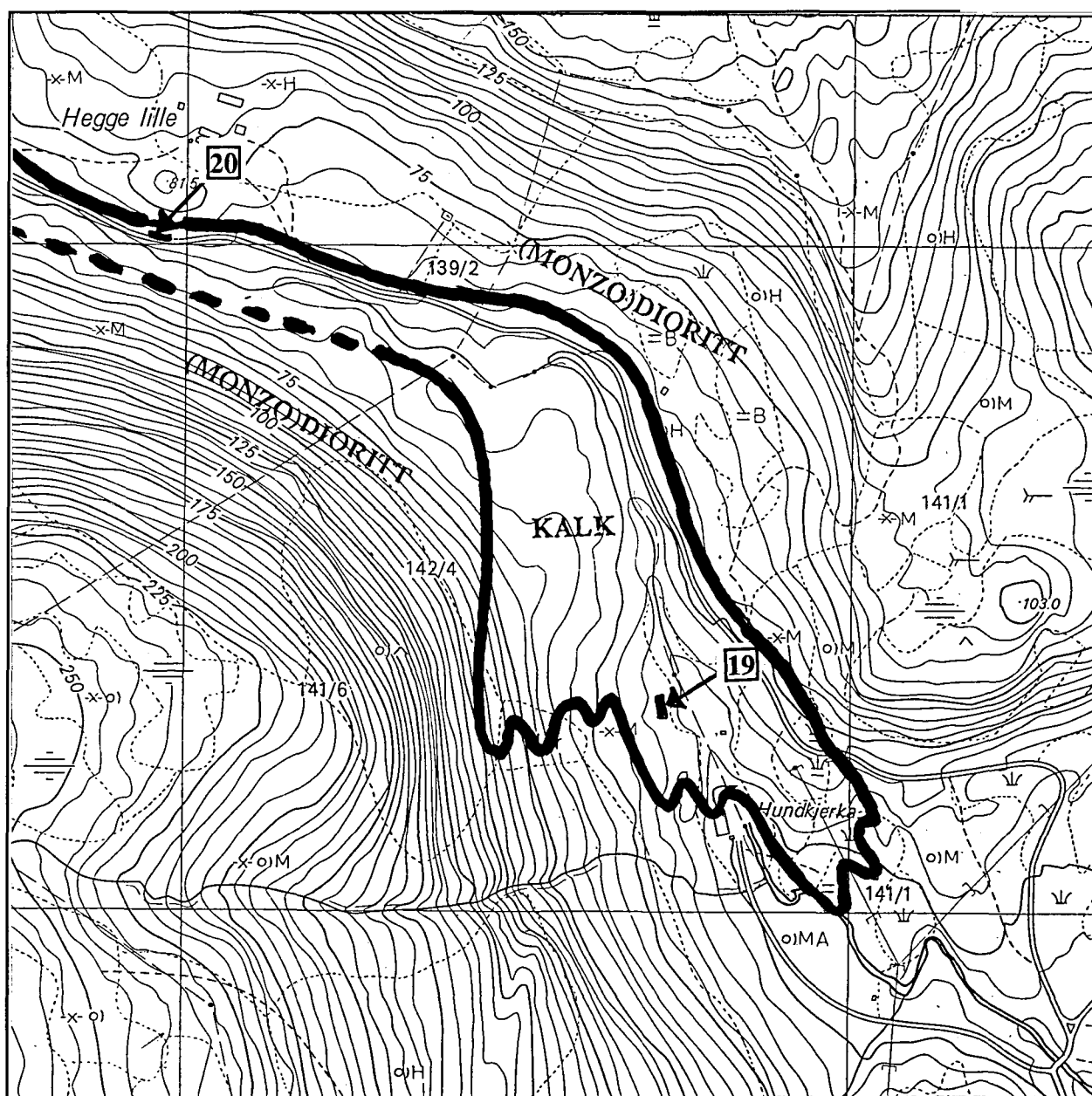
386.4 7257.5, Velfjord 1825 IV, Brønnøy kommune.

Litt nord for Hommelstø ligger det gamle marmorbruddet Hundkjerka. I et bestemt nivå høyt oppe i bruddet mot vest kan wollastonitt observeres (fig. 9.5.1). Mineralet opptrer her som små aggregater og boller som vitrer ut i forhold til kalkspatmarmoren. Bollene er av opptil desimeter-størrelse, og wollastonitten kan utgjøre opptil 10 % av volumet i de rikeste soner - som imidlertid kun har omkring 0,5 m tykkelse. Intrusivet (monzodioritt/dioritt) kan ikke sees i umiddelbar nærhet, men området bak bruddveggen er overdekket og avstanden til

dioritten kan således være ganske kort. Også i den nordlige del av bruddet kan lignende wollastonittmineralisering observeres, dog i mindre mengde enn i den vestlige del.

I en vegskjæring (koord. 386.3 7257.9) **20** rett på nordsiden av bruddet, langs vegen til Brattås sees også wollastonitt. Kalkspatmarmoren ligger her i kontakt med intrusivet (dioritt), og i en smal sone langsetter kontakten opptrer mineralet som cm-smale bånd og aggregater. Wollastonitt opptrer også som koronaer rundt bruddstykker av dioritten som er innesluttet i kalken.

I den samme vegskjæringen opptrer også bånd med gule spetter av *brucitt*. Anrikningen av dette mineralet går fra kontakten og flere meter inn i kalken. Også i vegskjæring et par hundre meter videre nordvestover opptrer brucitt, her i 5-10 cm's lag i kalken. Wollastonitt kan ikke observeres på dette sted hvor kontakten med intrusivet er skjult under overdekke.



Figur 9.5.1. Wollastonitt ved Hundkjerka. 1:5.000.



Figur 9.5.2. Store wollastonittboller i vegskjæring ved Brattås.

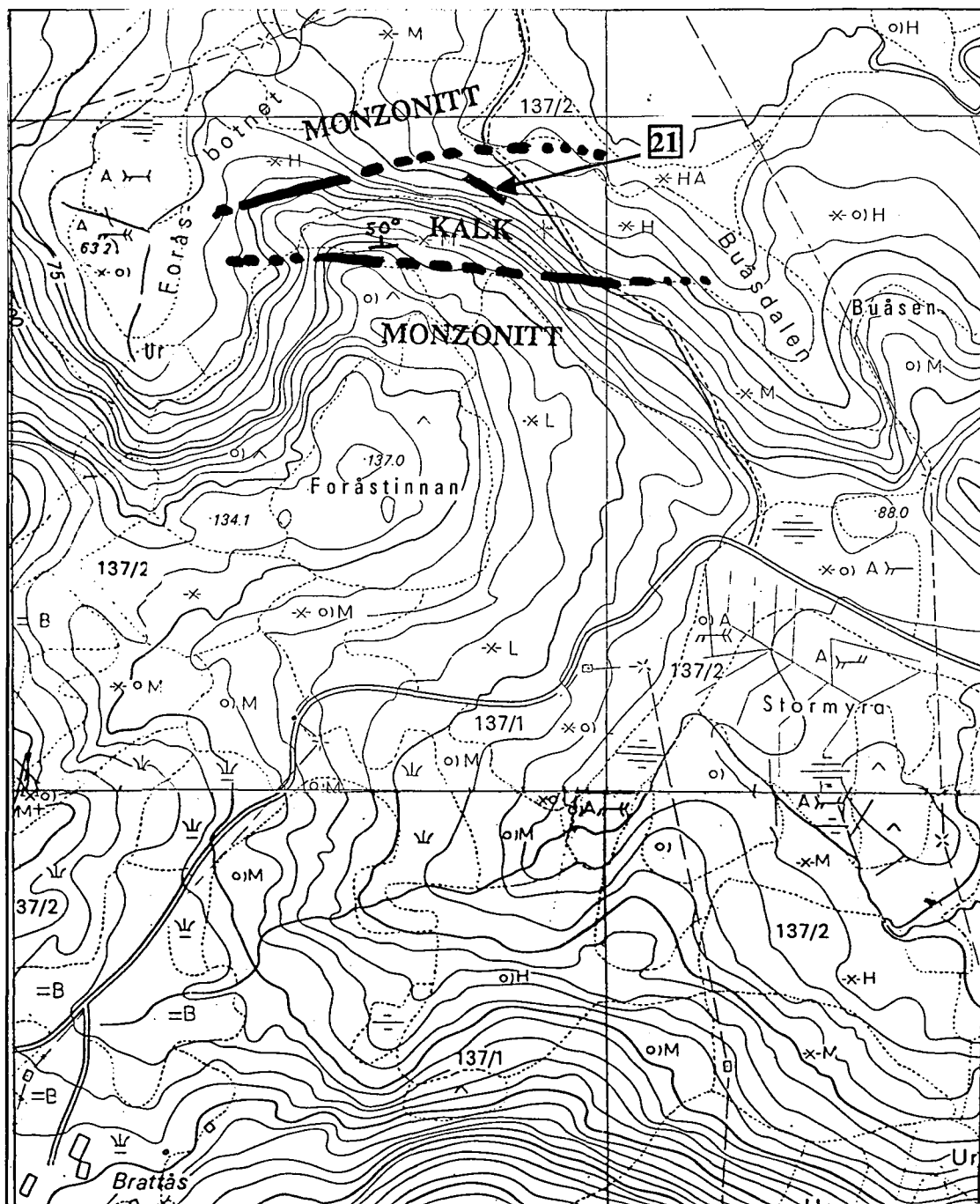


Figur 9.5.3. Wollastonittkrystaller fra Brattås.

9.5.2 Brattås 21

Koord. 383.8 7259.3

Nordøst for Brattås ligger et kalkspatmarmordrag som trolig er den vestlige fortsettelsen av marmoren ved Hundkjerka (fig. 9.4.2). Et par hundre meter nord for vegkrysset ved Brattås skjærer vegen til Drogøy denne marmoren. I Buåsdaalen ved foten av en bakke kunne ved befaringen sist på 80-tallet observeres boller og aggregater av massiv grovkornet wollastonitt (fig. 9.5.2 og 9.5.3). Etter den tid har det foregått prøvedrift på kalk i forekomsten, og fotos av bruddet (ved Tom Heldal) indikerer at den tidligere observerte vegskjæring kan være skutt vekk. Hvorvidt wollastonitt kan observeres i de nye skjæringer er ikke blitt undersøkt.



Figur 9.5.4. Wollastonittopptreden nord for Brattås i Velfjord. 1:5.000.

De observerte wollastonittbollene var opptil 1 m lange og 10-20 cm tykke. Wollastonitten har meget velutviklede tavleformede krystaller med kornstørrelse på opptil 3x3 cm. Enkelte av bollene har gråhvit wollastonitt, andre har lys grønnlig. Kun noen få boller i et bestemt parti av marmoren ble observert, og marmoren ser ellers til dels meget ren ut. I sørlig retning fra bollene var kalken uren, og slirer og tynne omrørte bånd av wollastonitt kunne observeres. Trolig er man her svært nær kontakten til dioritt-intrusivet. Overdekke skjuler imidlertid kontakten, og ettersom det meste av berggrunnen her er dekket av løsmasse er det selvsagt vanskelig å skaffe seg en god oversikt over wollastonittens generelle utbredelse i dette området.

Den observerte opptreden av pen grovkornet wollastonitt er nok imidlertid langt mer interessant rent mineralogisk enn industrielt. Videre oppfølging med avdekking og kjerneboringer har derfor vært helt uaktuelt. Denne lokaliteten har imidlertid produsert de i særklasse mest velutviklede wollastonittkrystaller som er observert i fylket, og undertegnede kjenner heller ikke til penere wollastonitt fra andre steder i landet.

9.5.3 Øvrige lokaliteter i Velfjord

Odd Øvereng som kjenner marmorene her ved Hommelstø godt, forteller at han har observert wollastonitt i små mengder også i marmordragets fortsettelse ned mot sjøen i øst ved Trovika (muntl. medd.). Det er således tydelig at mineralet er utviklet inn mot intrusivet langsetter denne marmorsonen stort sett i hele dens utstrekning. Gehalten er imidlertid alt for liten til at oppfølgende undersøkelser er aktuelle.

Den siste observerte lokaliteten med wollastonitt i Velfjord befinner seg i en vegskjæring rett nord for Rugås (koord. 386.6 7255.7) [22](#). Ca 500 m øst for hovedvegkrysset ved Hommelstø er mineralet utviklet i en vegskjæring langsetter den gamle riksvegtracéen (fig. 9.4.2). Wollastonitten opptrer i små mengder som enkelte aggregater i en kalk her. Området rundt er overdekket.

9.5.4 Brucitt i Velfjord

Som nevnt foran kan mineralet brucitt observeres innen kalken i vegskjæringer nord for Hundkjerka. Også innen urene partier av kalken ved Brattås er observert lignende bånd med brucitt i spetter. I følge Øvereng opptrer belter med brucitt også innenfor marmoren i Trovika-området.

Den klart betydeligste forekomst av mineralet er imidlertid observert ca. 2 km nord for Brattås. Nær vegen til Drogøy ligger ved Buåsvågen en kalkspatmarmor (koord. 382.8 7261.5) som ikke er avmerket på berggrunnskart Velfjord. I omkring 50 m's lengde langssetter stranda er marmoren blottlagt, og all synlig marmor inneholder relativt rikelig med brucitt i spetter. En viss båndvis variasjon forekommer, men en gjennomsnittsgenhalt på rundt 20 % brucitt ser ut til å være tilstede. Den totale utstrekning av kalken er vanskelig å bedømme pga. overdekning, men relieffet er beskjedent og totalvolum av brucittholdig kalk over vann-nivå er således alt for lite til at forekomsten kan ha industriell interesse.

Brucitt ble også observert ved Aunvatnet (koord. 388.4 7255.4). I en vegskjæring langs vegen til Nevernes, ca. 1 km nordøst for vegkrysset med RV803 og ca. 300 m sørvest for Aunet, opptrer litt brucitt i en marmor.

9.6 OMRÅDET MELLOM SALTFJORDEN I NORD OG GLOMFJORD I SØR

På sørsiden av den ytre delen av Saltenfjorden opptrer også en rekke intrusiver som mange steder har kommet i kontakt med de mange karbonathorisonter som er tilstede i dette området (fig. 9.4.3). I litteraturen er det ingen konkrete lokalitetsbeskrivelser av påviste wollastonitt-mineraliseringer, men Rekstad (1910, s.39 og 1929, s.17) skriver i forbindelse med omtalen av de store områder av granitt her sør for Saltfjorden og Skjerstadvfjorden:

..Til dels er der også ved kontakten mellom granitten og kalksteinen framstått kalksilikater, som wollastonitt, diopsid, epidot, zoisitt, tremolitt og strålsten (aktinolit). Kalkstenens omvandling kan man se særdeles godt ved de tallrike bruddstykker av denne bergart i granitten her. Disse er ofte omgitt av en randsone av kalksilikater.

Rekstad angir imidlertid ingen nærmere stedsangivelse for opptreden av wollastonitten, og ved undersøkelsene i dette området viste det seg da også at innenfor det aller meste av det aktuelle området er mineralet meget vanskelig å finne. I et par områder relativt høyt til fjells og langt fra veg ble imidlertid wollastonitt lokalisert (fig. 9.4.3.). Begge lokaliteter ligger sør for Beiarfjorden. Den ene (Sokumfjellet) er tilknyttet en porfyrgranitt, den andre (Høgfjellet) er tilknyttet en mørk tonalitt.

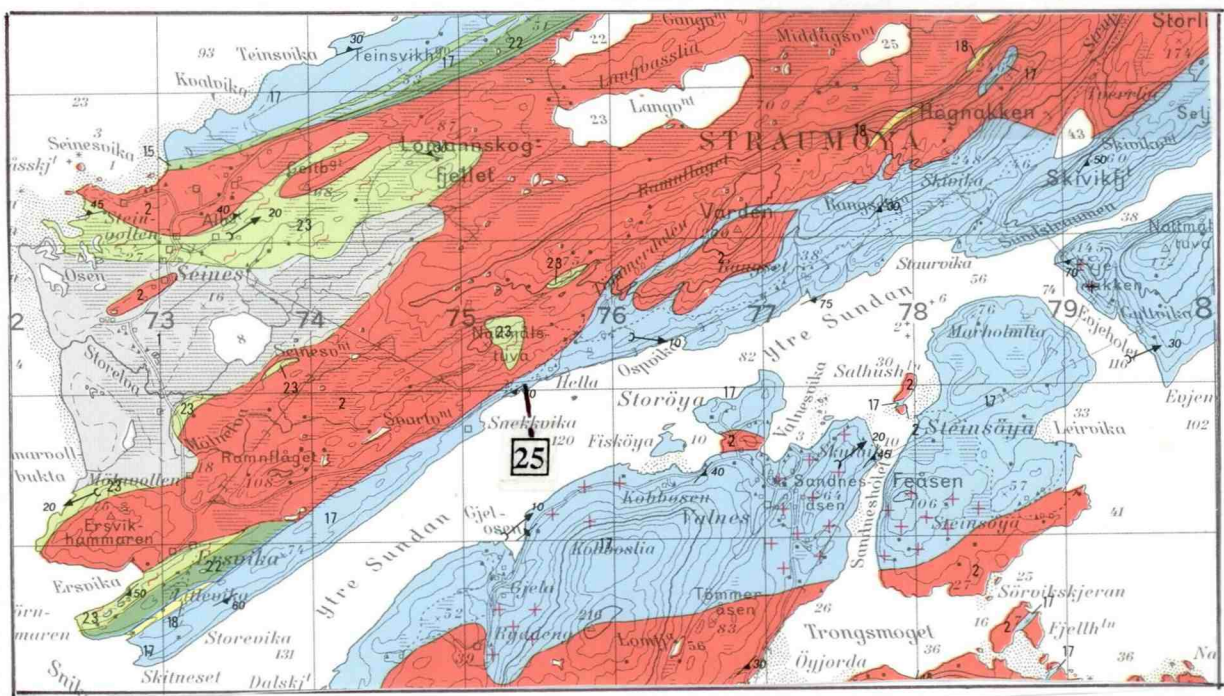
Innen det store området med granitter og kalkspatmarmorert nord for Beiarfjorden ble en lang rekke kontakter undersøkt, men kun på en lokalitet ved Snekkvika på sørsida av Strømøya ble litt wollastonitt lokalisert.

9.6.1 Sokumfjellet 23

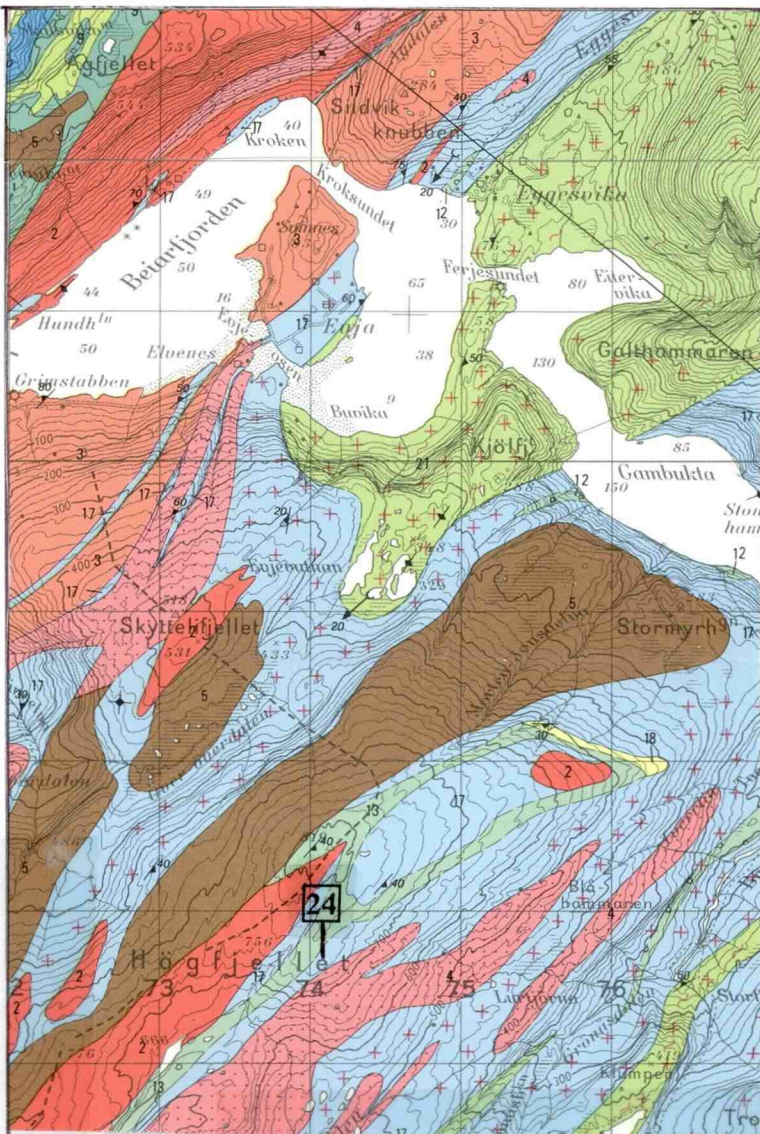
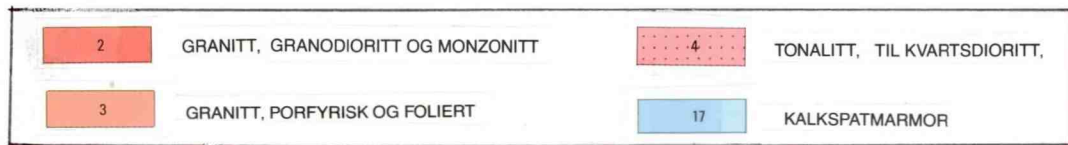
koord. 467.0 7425.4 , kartbl. Glåmfjord 1928 I, Gildeskål kommune

Inne i den store porfyrgranitten (dels kvartsmonzonitt/granodioritt) på Sokumfjellet (2mil NØ for Glomfjord) ligger en rekke marmordrag i omkring 700 m høyde nord for Sokumvatnet (fig. 9.4.3 og 9.6.3). I flere av disse er wollastonitt utviklet inn mot kontakten til intrusivet. Mineralet opptrer som små hvite fibre som ligger som parallell-orienterte spetter (fig. 9.6.4). Wollastonitten utgjør stedvis opp til 10-15 % av bergarten og opptrer sammen med granat og diopsid. Mineralet er utviklet i bredder på opptil 10 m langs granitt-kontakten, og opptrer fortrinnsvis i urene bånd innen marmoren sammen med en del granat og grønn diopsid.

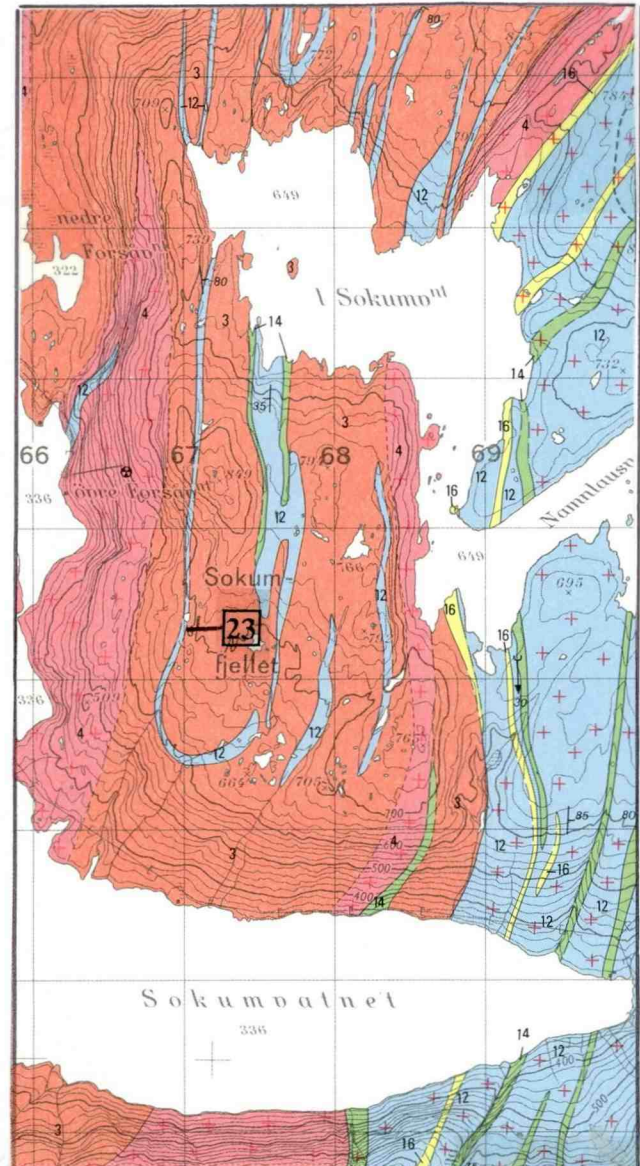
Samlet sett er det i dette området en del wollastonitt, men relativt lave gehalter og vanskelig beliggenhet høyt til fjells gjør også disse forekomstene økonomisk uinteressante.



Figur 9.6.1. Wollastonittoppreden ved Snekkevika på Straumøya . 1:50.000



Figur 9.6.2. Wollastonitt på Høgfjellet sør for Bearfjorden



Figur 9.6.3. Wollastonitt på Sokumfjellet



Figur 9.6.4 Sokumfjellet, hvite parallellorienterte fibre av wollastonitt.



Fig.9.6.5 Høgfjellet sør for Breiarfjorden. Hvite slirer av wollastonitt i parti dominert av gul granat.

9.6.2 Høgfjellet 24

Koord.: 474.1 7436.7, kartbl. Saltstraumen 2029 III, Beiarn kommune

Ca. 4 km SV for Breidvika ved Beiarfjorden ble wollastonitt lokalisert i en kalkspatmarmorsonen på Høgfjellet (fig. 9.6.2). Mineralet er utviklet som enkelte slirer og aggregater inne i marmoren som her ligger i kontakt mot en mørk tonalitt (fig 9.6.5). Akkurat på det stedet der wollastonitten kan observeres er marmorsonen lokalt smalere enn i dens forlengelse både mot NØ og SV. Denne forsnevringen av marmoren er nok et resultat av sideveis trykk-krefter.

9.6.3 Snekkvika 25

Koord.: 475.4 7454.0, kartblad Saltstraumen 2029 III, Bodø kommune

Den store granitten på Straumøya ligger i kontakt med kalkspatmarmor i lange strekninger. Wollastonitt har imidlertid vært vanskelig å finne, og kun ved Snekkevik på sørsiden av øya er mineralet konkret funnet (fig. 9.6.1). Wollastonitt kan her sees som opptil 5 cm brede randsoner langs dm-brede kvartsbånd innen marmoren. Mineralet opptrer i svært beskjeden mengde, og det er muligens de mere granodiorittiske og monzonittiske partier innen granitten som dominerer langsetter kontakten akkurat her.

9.7 STORJORD PÅ HAMARØY 26

Koord.: 541.0 7466.0, kartbl. Ulsvåg 1231 II

I tillegg til de tidligere beskrevne wollastonittforekomster i fylket som er omtalt i det foregående, er det her internt ved NGU kjent en opptreden på Hamarøya. I forbindelse med kjerneboring som NGU utførte på en kalifeltspatforekomst vest for Storjord i Tysfjord midt på 70-tallet ble det nemlig funnet wollastonitt i borkjernene. (B. Lund muntl. medd.) I en halvmeters bredde av en skarnsone som et borhull skar gjennom, ble 2-5 cm tykke bånd med hvit fibrig wollastonitt identifisert.

Man hadde imidlertid ikke greid å påvise wollastonitt i de blottlagte sonene av forekomsten i dagen, og ettersom wollastonitten her fluorescerte i ultrafiolett lys (kap. 6.1.1) ble det derfor gjort forsøk med bruk av UV-lampe i felt om natten. Til tross for relativt grundig leting i det område som tilsvarte utgående av den påviste sonen i borhullet, fant man heller ikke nå wollastonitten i blotningene. På grunn av den beskjedne mektigheten av den mineraliserte sonen i borhullet ble det besluttet å innstille videre leting etter wollastonitt i området.

10 OPPSUMMERING OG KOMMENTARER

Det er blitt påvist wollastonitt på en rekke lokaliteter i Nordland, og det har vist seg å være lettere å identifisere mineralet i felten enn man forestilte seg ved oppstartingen av dette prosjektet. De relativt mislykte forsøk med feltinstrumenter i innledningen var derfor ikke av avgjørende betydning for letingen etter wollastonitt.

Wollastonitt er funnet utviklet i forbindelse med forskjellige typer intrusiver; alt fra gabbro via dioritter og monzonitter til porfyriske granitter.

Gabbroer med kontakt til marmor er temperaturmessig et godt utgangspunkt for wollastonittdannelse og flere steder i Mosjøen-Korgen området er da også mineralet utviklet i en slik sammenheng. Flere av de gabbro/kalkspatmarmor - kontaktene som er undersøkt en del andre steder i fylket har imidlertid ikke fått dannet wollastonitt. Årsaken synes her å være at marmorene ikke har vært tilstrekkelig urene.

Kalkspatmarmor tilknyttet *monzonitter*, *monzodioritter* og *dioritter* har i Velfjord stedvis utviklet wollastonitt. Antallet funnsteder er imidlertid få sett i forhold til hyppigheten av velegnede kontakter. Selv om intrusjonstemperaturen her absolutt må ha vært høy nok ser det ut til at det meste av marmorene i dette området er for rene til å gi et godt grunnlag for wollastonittdannelse. Det har tydeligvis heller ikke vært tilstrekkelig med fluider fra intrusivene tilstede her.

Når det gjelder de store *granittiske* og *granodiorittiske* intrusiver i Nordland så er wollastonitt påvist i marmorert innenfor Toven-granitten, Vevelstad-granodioritten og Sokumfjell-granitten. I marmorert som er innesluttet i eller ligger i kontakt med de store massive sør for Mosjøen, som Bindalsmassivet (fra Hundålvassfjellet i nord og sørover til Nord-Trøndelag) og Reinsfjellmassivet, er ikke wollastonitt funnet. I følge Ø. Nordgulen (pers. medd.) kan disse observasjoner muligens være indikasjoner på regionale variasjoner i intrusivenes primære væskefaser, tilsvarende et wollastonittdannende vestlig belte (Velfjord og nordover) og et østlig belte (sør og sørøst for Mosjøen) som ikke har vært gunstig for wollastonittdannelse.

I en litt spesiell situasjon kommer de smale lyse *ganger av tonalitt/trondhemitt* som særlig opptrer i marmoren innen Toven-granitten. Disse har tydelig stimulert wollastonittdannelsen som fortrinnsvis opptrer inn mot slike ganger her. Dels kan det da være at gangene har ført med seg silisium-rike fluider til marmoren. Muligens kan også gangene ha bidratt med en svak lokal temperaturøkning. Tilsvarende forhold opptrer også ved Svarttjørnfjellet (lok.3) der smale *feltspatiske ganger* har stimulert wollastonittdannelsen.

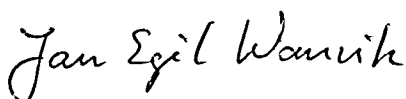
Som vist i kapittel 3 kan flere ulike parametre styre dannelsesbetingelsene for wollastonitt, og i hvilken grad f.eks. metasomatiske prosesser virker inn ved utvikling av store wollastonittforekomster ser ikke ut til å være godt avklart innen faglitteraturen. Den litt skuffende utbredelse av mineralet i de nordlandske marmorert kan sees i sammenheng med flere av disse faktorer. Uten å komme med entydige påstander vil derfor følgende mulige årsaker indikeres:

Dels kan det se ut til at mange av marmordragene har hatt for lite overskudd av kvarts (eller tilgjengelig silika) til å gi grunnlag for wollastonittdannelse. (Silisiumet er bundet i andre relativt stabile regionalmetamorfe mineraler). En annen faktor som virker inn er den at intrusivene selv åpenbart i svært liten grad har bidratt med fluider, og at intrusivene således må karakteriseres som relativt tørre. Et tredje moment som kan ha virket inn er at temperaturene til en del av de granittiske intrusiver muligens har vært litt for lave i forhold til de nødvendige minst 800°C som trolig har vært nødvendige for wollastonittdannelse under de dyp/trykkforhold som har vært fremherskende for det meste av Nordlands-marmorene.

De forholdsvis mange funn til tross, så viser det seg at ingen av lokalitetene har wollastonitt i mengder og gehalter som på noen måte kommer i nærheten av hva som er nødvendig for at en forekomst kan tenkes å være drivverdig. De beste forekomster (Svartjørnfjellet) har wollastonitt med gehalter opp i 50 %, men mektighetene av de wollastonittførende soner er maksimalt 0,5 m. Forekomster med litt større wollastonittførende arealer og volumer (lok. 10 på Toven, 7 x 20 m areal) viser wollastonittgehalter på under 10 % og er heller ikke i nærheten av å ha økonomisk potensiale.

Selv om selvsagt ikke alle kontakter mellom kalkspatmarmorert og intrusiver i fylket er undersøkt er de aller fleste interessante områder kontrollert. Det ansees derfor nå som lite sannsynlig at wollastonittforekomster av økonomisk interessante størrelser kan finnes i Nordland. Videre leting etter wollastonitt i fylket bør således kun skje som en naturlig del av den generelle berggrunnskartlegging og de karbonatundersøkelser som pågår i fylket.

Trondheim 4. mai 1994



Jan Egil Wanvik
forsker

11 REFERANSER

- Andrews, R.W. 1970: Wollastonite. National Environment Research Council, Institute of Geological Sciences, Mineral Resources Division. *Her Majesty's Stationary Office*, 114p.
- Barkey, H. 1979: Noen teoretiske betraktninger i forbindelse med opptreden av wollastonitt- og brucittmineralisering. Foredrag Malmgeologisk Symposium, Industrimineraler. Trondheim.
- Barnes, C.G., Prestvik, T., Nordgulen, Ø. & Barnes, M.A. 1992: Geology of three dioritic plutons in Velfjord, Nordland. *Nor. geol. unders. Bull.* 423, 41-54.
- Bollingberg, H.J. 1961: Wollastonitt-undersøkelse for Norges Geologiske Undersøkelse. Dagbok for markarbeid i Oslofeltet, høsten 1961. 6s.
- Goldschmidt, V.M. 1911: Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. *Videnskapselskapets Skrifter I.* Mat-nat. Kl. No 11.
- Gustavson, M. 1981: Berggrunnskart Mosjøen, 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Gustavson, M. og Blystad, P. 1992: Berggrunnskart Bodø 1:250 000, foreløpig utgave. *Nor. geol. unders.*
- Gustavson, M. og Gjelle, S. 1991: Berggrunnskart Mo I Rana. 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*
- Holmsen, G. 1932: Rana, beskrivelse til det geologiske generalkart. *Nor. geol. unders.* 136, 1-107.
- Krogh, Erling, 1975: Petrologi og petrografi av høymetamorfe båndete jernmalmer i Lofoten - Vesterålen. Hovedoppgave i geologi, *Universitetet i Oslo*.
- Kollung, S. 1967: Geologiske undersøkelser i sørlige Helgeland og nordlige Namdal. *Nor. geol. unders.* 345, 1-51.
- Myrland, R. 1972: Velfjord. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske gradteigskart I 18 - 1:100 000. *Nor. geol. unders.* 274, 1-30.
- Neumann, H. 1985: Norges mineraler. *Nor. geol. unders. Skr.* 68. 1-278.
- NGU's årsmelding for 1978, Undersøkelse av industrielle mineraler, s.27.
- Nissen, A. L. 1972: Fluorescent hydrogrossular from Nordland, Norway. *Amer. Mineral.* 57, 1535-1540.
- O'Driscoll, M. 1990: Wollastonite production. Tempo rises as markets grow. *Industrial Minerals desember 1990.* p.15-23.
- Oxaal, J. 1911: Fra Indre Helgeland. Aarbok for 1911. *Nor. geol. unders.* 59, 1-68.
- Rekstad, J. 1910: Beskrivelse til det geologiske kart over Bindalen og Leka. Aarbog for 1909. *Nor. geol. unders.* 53, V, 1-37.

- Rekstad, J. 1910b: Geologiske iakttagelser fra ytre del av Saltenfjord. Aarbog for 1910. *Nor. geol. unders.* 57, III, 1-63.
- Rekstad, J. 1912: Bidrag til Nordre Helgelands geologi. *Nor. geol. unders.* 62, 1-84.
- Rekstad, J. 1913: Fjeldstrøket mellom Saltdalen og Dunderlandsdalen. *Nor. geol. unders.* 67, 1-65.
- Rekstad, J. 1915: Helgelands ytre kyststrand. Aarbok for 1915. *Nor. geol. unders.* 75, V, 1-53.
- Rekstad, J. 1917: Vega. Beskrivelse til det geologiske generalkart. *Nor. geol. unders.* 81, IV, 1-70.
- Rekstad, J. 1929: Salta. Beskrivelse til det geologiske generalkart. *Nor. geol. unders.* 134
- Roskill , 1992: The Economics of Wollastonite.
- Rønning, J.S.1986: Utprøving av fluorescensinstrument Scintrex LGII, *NGU rapport 86.058*, 1-17.
- Søvegjarto, U. 1988: Wollastonittprosjektet i Helgelandsdekket de 4 årene 1984-87. Håndskrevet rapport datert 7.6.88.
- Vogt, J.H.L. 1897: Norsk marmor. *Nor. geol. unders.* 22, 1-364.
- Winkler, H. 1976: Petrogenesis of Metamorphic Rocks.
- Øvereng, O, 1981: Granåsen dolomittfelt, Vefsn, Nordland. *NGU rapport 1780*, 38s.