


Industrimineraler

NGU rapport nr. 90.056

KYANITTUNDERSØKELSER på SØRØYA,

Hasvik kommune, Finnmark.

Rapport nr. 90.056	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfrem: 	
Tittel: Kyanittundersøkelser på Sørøya, Hasvik kommune, Finnmark			
Forfatter: Jan Egil Wanvik		Oppdragsgiver: NGU/Finnmark fylkeskommune	
Fylke: Finnmark		Kommune: Hasvik	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hammerfest		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) Sørøy 1836 III	
Forekomstens navn og koordinater: Klubb fjellet 580420		Sidetall: 21	Pris: 100
Feltarbeid utført: 1989		Rapportdato: 13.12.90	Prosjektnr.: 67.1886.34
		Seksjonssjef: <i>Henni Barkey</i>	
Sammendrag: Et tidligere kyanittoppslag ved Dønnesfjord på Sørøya har blitt detaljert kartlagt i målestokk 1:5000. Feltet er 6 km langt, og prøvetaking viser at kyanittinnholdet varierer mellom 10 og 20% i de anrikede soner. Et utvalgt område med relativt jevn kyanittfordeling er kartlagt i målestokk 1:2.000, og et prøveparti herfra har vært råstoff til oppredningsforsøk ved SINTEF. Flotasjon og magnetseparering har her gitt et produkt som tilsvarende kvaliteten av et middels salgsprodukt på det europeiske marked. Inneslutninger av biotitt og kvarts i kyanitt-råstoffet resulterer imidlertid i en lav utvinningsgrad, og undersøkelser av forekomsten avsluttes. Befaringer av kyanittførende soner på den nordøstlige del av øya var negative. Tidligere indikasjoner på opptreden av skapolitt ved Børfjorden er nærmere undersøkt - med negativt resultat.			
Emneord	Oppredning	staurolitt	
Industrimineral	Skapolitt		
Kyanitt	granat		

INNHold

1. INNLEDNING.	5
2. KYANITT	5
3. GEOLOGISK OVERSIKT	5
4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	8
5. DE NYE UNDERSØKELSER	8
5.1. RESULTATER AV KARTLEGGINGEN I 1989	9
5.1.1. Rikfeltet	11
5.2. PRØVETAKING	11
5.2.1. Kvantitative bestemmelser av kyanittinnholdet i innsamlede prøver	11
5.2.1.1. HF/HClO ₄ - metoden for kyanittbestemmelse	12
5.3. RESULTATER AV PRØVETAKINGEN	13
5.4. MINERALOGISKE UNDERSØKELSER	13
5.5. TESTING AV INNSAMLET PRØVEMATERIALE	14
5.5.1. Flotasjonsforsøk ved SINTEF	15
6. ØVRIGE KYANITTFOREKOMSTER PÅ SØRØYA.	17
7. ANVENDELSE OG FORBRUK	17
8. STAUROLITT	17
10. GRANAT-SAND	18
11. KONKLUSJON	18
REFERANSER	19

Bilag 01. Klubbjellet kyanittforekomst. Geologisk kart 1:10.000

Bilag 02. Materialbalanse for oppredningsprosessen

Bilag 03. Kjemiske analyser av diverse oppredningsprodukter

Bilag 04. Kjemiske analyser av kyanittkonsentrater

1. INNLEDNING.

NGU utfører i perioden 1981-91 et omfattende geologisk kartleggings- og undersøkelsesprogram i Finnmark fylke. Med basis i de tidligere kjente kyanittforekomster på Sørøya, ble det i programmets regi aktuelt å gå grundigere over de ulike områdene med kyanittanrikninger. En detaljert kartlegging av de mest interessante områder var ønskelig, og etterfølgende oppredningsforsøk på innsamlet materiale ville være nødvendig for å kunne slå fast hva dagens renseteknologi kan utrette for å framskaffe et godt kyanittkonsentrat.

En søknad om finansiering av utgiftene til en slik undersøkelse resulterte da i en bevilgning på kr. 220.000 fra Næringsdepartementet. Midlene er kanalisert via Finnmark fylkeskommune til "Utvikling av bergindustrien i Finnmark", og vil i tillegg til NGU's egne kostnader dekke de nødvendige utgifter til disse undersøkelser.

2. KYANITT.

Kyanitt er et aluminiumrikt silikatmineral med formel Al_2SiO_5 . Det er stenglig, bladformig og har ofte en blå farge. Mineralet er dannet fra omdannede aluminiumholdige sedimentære bergarter, og opptrer karakteristisk i regionalmetamorfe glimmerskifre og gneiser sammen med granat, staurolitt, glimmer og kvarts.

I Norge er opptreden av kyanitt kjent flere steder, og spesielt kan nevnes en forekomst på sørsiden av Saltfjellet med ca. 23% kyanitt. Denne forekomsten har det vært vurdert å sette i gang drift på.

3. GEOLOGISK OVERSIKT.

Kyanitt opptrer på Sørøy i flere bergartsenheter innen en NØ-SV gående lagfølge av sedimentære bergarter som dekker store deler av øya. De samme bergarter gjenfinnes forøvrig på Loppa og Sjærvøy og videre sørover i Troms.

Disse sedimentære bergartene ble omdannet (metamorfosert i høy almandinamfibolittfacies) og kraftig foldet under den kaledonske fjellkjededannelse for rundt 500 mill. år siden. Kyanitten ble da utviklet i flere enheter av sedimentrekken, og fikk den høyeste konsentrasjon i øvre del av Åfjord pelittgruppe. I fig. 1 er gjengitt en kopi av en del av det geologiske berggrunnskartet Hammerfest i målestokk 1:250.000. Åfjord pelittgruppe utgjør her en del av den enheten som på kartet fremtrer som svart.



Fig. 1 Utsnitt av berggrunnskart Hammerfest, 1:100.000.



Fig. 2 Utsnitt av topografisk kart Sørøy, 1:50.000.

Denne kyanittholdige enheten går på Sørøy fra Breidvik i vest videre nordøstover forbi Nordsandfjorden, Åfjorden, Bølefjorden og over til Dønnesfjorden. På Dønnesfjordens østside går den østover til Sandøyfjorden og Langstrand på østsiden av øya for til slutt å gå nordover til Finnfjorden og Lille Kamøya.

Kyanitten er anrikt i skifre, som foruten kyanitt inneholder kvarts, biotitt, granat og litt feltspat. Bergarten fører også stedvis en del staurolitt.

4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER.

Kyanittskiferforekomstene på Sørøy ble oppdaget i 1961 av engelske geologer som kartla her under ledelse av Brian Sturt og Donald Ramsey.

Det engelske selskapet United Steel Co. fattet interesse og finansierte en undersøkelse av hovedforekomsten mellom Bølefjorden og Dønnesfjorden med tanke på sin produksjon av ildfast stein. Selskapet gjorde også renseforsøk på materiale herfra, men greide ikke å oppnå et produkt med tilstrekkelig lavt jerninnhold ($\text{Fe}_2\text{O}_3=3\%$, krav 1%).

Rundt 1965 gjorde Spigerverket renseforsøk på materialet, og kom ned i et jerninnhold på under 1% . Den påviste rikeste kyanittsonen dengang med et kyanittinnhold på ca. 20% var imidlertid bare på 50.000 tonn, og ble ansett å være for liten for drift i det avsides området som det dengang var.

5. DE NYE UNDERSØKELSER.

Ved undersøkelsene på 60-tallet ble en rekke av områdene med kyanittskifer på Sørøya befart, og det kom klart fram at området på vestsiden av Dønnesfjord hadde de beste potensialer, både med tanke på kyanittgehalt og mektigheter.

Den nye veiforbindelsen til Dønnesfjord, samt en kontinuerlig utvikling av renseteknologien innen mineralindustrien, har gjort det relevant å foreta en ny og detaljert undersøkelse av kyanittforekomstene på denne del av Sørøya.

Sommeren 1989 ble det da som første skritt gjennomført en detaljert kartlegging (ved geolog Ulrik Søvegjarto) av de kyanittførende bergarter mellom Dønnesfjorden og Bølefjorden (se fig.2). Kartleggingen ble nå utført betydelig mere detaljert enn på 60-tallet.

5.1. RESULTATER AV KARTLEGGINGEN I 1989.

I mangel av økonomiske kart i området ble det fremstilt en flyfoto-forstørrelse i målestokk 1: 5.000 for området mellom Dønnesfjorden og Bølefjorden.

Det resulterende gologiske kartbildet er gjengitt i bilag 01. Av praktiske hensyn er kartet nedfotografert og gjengitt i en mindre målestokk (1:10.000). Problemer med reproduseringen gjør at det ikke er helt enkelt å skille på kartet den fiolette prikkingen av kyanittførende områder fra den brunprikkede markeringen av aktinolittskarn. Aktinolitten opptrer imidlertid primært i et belte sør for Vegnesbukta, og i det alt vesentlige ellers er prikkene en markering for kyanittinnhold. På et par lokaliteter er kyanitt markert med helfarget fiolett, og da først og fremst det såkalte "rikfeltet" som befinner seg omtrent midt på kartet - mellom Langkeilvatn og Vannbakkvatn.

Foruten den granatholdige glimmerskiferen som fører kyanitten, opptrer det innen det kartlagte området fyllitt, grafittglimmer-skifer, aktinolittskarn, kalkspatmarmor, kvartsitt, hydrotermalkvarts, gabbro, tonalitt, glimmergneis og granitt.

Som kartet viser domineres bildet i felt av en stadig veksling mellom kyanittskiferlag og fyllitt-lag. Lagene er oftest kun av noen få meters tykkelse, og har gjennomsnittlig et strøk i retning øst-vest. Fallet varierer noe, men er gjennomgående steilt. Bergartene er foldet, dels isoklinalt, og dette gjenspeiles ved at de enkelte kyanittskifer- og fyllitt-lagene i stor grad repeteres når man går profiler på tvers av strøkretningen.

Kyanitten er da stort sett anrikt i bånd og partier med relativt beskjedne mektigheter, gjerne på kun noen få meter, og meget sjelden over 10m. De kyanittholdige glimmerskiferlagene har et kyanittinnhold varierende mellom 10 og 20% i de rikere partier, men anrikningen varierer mye, og lag av glimmerskifer med lite eller ingen kyanitt veksler hyppig med de mere anrikede soner.

Kyanitten har gjennomgående en grålig farge, men den renere og karakteristiske klare blåfargen opptrer også mange steder, og det er en tendens til at i friskt materiale er kyanitten mere blåfarget enn i forvitret materiale.

Kyanittens kornstørrelse varierer normalt mellom 2 og 10 mm, men nåler opp til 4-5 cm forekommer også. Rosettutvikling med fin blå kyanitt med krystaller opp til 10cm er også påtruffet.

For de som er interessert i mere detaljerte beskrivelser av kyanittinnhold og bergartsvariasjoner innen de ulike deler av feltet, henvises til Ulrik Søvegjarto's utførlige dagbok fra kartleggingen.

5.1.1. Rikfeltet.

Som det fremgår av den forannevnte beskrivelse av den hyppige vekslingen i felt mellom lag og soner med meget varierende kyanittinnhold, er det således ved kartlegging av kyanittforekomstene her vanskelig å finne områder med brukbart kyanittinnhold i en større sammenhengende mektighet.

Ved detaljkartleggingen i 1989 ble imidlertid et nytt kyanittrikt felt lokalisert (se fig. 2, 3 og bilag 01), med et kyanittinnhold varierende i enkeltprøver mellom 15 og 27%.

Dette nye feltet utgjøres av en sone med mektighet på rundt 20m, men foldninger har lokalt medført at sonen har blitt flattliggende (se detaljkart og profiler, fig 3). Resultatet er derfor et sammenhengende kyanittrikt område på 100 x 200m. Sammenlignet med de andre anrikningssoner i undersøkelsesområdet har vi her å gjøre med et større felt med kontinuerlig kyanitanrikning, men også her er kyanitten anrikt i bånd. Mange bånd er bra rike, men det finnes også fattige bånd av varierende tykkelse, og representativ prøvetaking innen feltet er derfor også her noe problematisk.

Et overslag over volumet viser at vi her har rundt 2 mill. tonn med kyanittskifer. Minst 500.000 t kyanitt er således tilstede.

5.2. PRØVETAKING.

Det viser seg at det er vanskelig å gjøre en god visuell vurdering i felt av det prosentvise innhold av kyanitt, til dels fordi kyanitten er mere motstandsdyktig mot forvitring enn de andre dominerende mineraler i bergarten. I praksis er det derfor lett å overvurdere mengden av kyanitt. For å fremskaffe en brukbar oversikt over kyanittgehalten innen ulike deler av området ble det derfor tatt en del prøver av utvalgte horisonter og lokaliteter i området. For å få mest mulig representative prøver ble det på hvert prøvested samlet inn flere småbiter som samlet skulle representere stedet.

Innen Rikfeltet ble det først tatt en del representative prøver fra forskjellige steder innen feltet. Deretter ble det tatt ut en samleprøve på rundt 100kg fra feltet for anvendelse til renseforsk.

5.2.1. Kvantitative bestemmelser av kyanittinnholdet i innsamlede prøver.

Som nevnt er det vanskelig å gi et godt estimat på kyanittinnholdet i bergarten i felt, men også på laboratoriet byr det på vanskeligheter å fremskaffe de korrekte verdier. Korntelling i mikroskop på tynnslip er omstendelig i og med at flere slip fra hver prøvelokalitet må gjennomgås for å få relativt representative tall. Gravitativ separering

med tunge væsker er også tungvint, og gir ikke nødvendigvis korrekte verdier, i og med at metoden anvendes på bestemte kornfraksjoner - og kyanitten vil gjerne anrikes noe i andre kornfraksjoner ved nedmaling av bergarten enn de øvrige mineraler i bergarten.

5.2.1.1. HF/HClO₄ - metoden for kyanittbestemmelse.

I forbindelse med undersøkelsene på 60-tallet ble det imidlertid utarbeidet en laboratoriemetode ved Christiania Spigerverk der kyanitten kunne bestemmes ved hjelp av oppløsning av de øvrige mineraler i bergarten med anvendelse av flussyre (HF) og perklorisyre (HClO₄).

Metoden er som følger:

Vei inn ca. 1 gram. Tilsett 20 dråper HClO₄ + 10 ml HF. Damp inn til tørrhet. (Til inndamping brukes 1-2 timer). Gjenta prosessen. Tilsett 10 ml HCl. Damp inn til tørrhet. Tilsett 20 ml HCl (1:1) og kok suspensjonen ca. 30 minutter. Filtrer gjennom blåttbåndsfiler. Vask med vann, tørk og glød. (HClO₄ kan erstattes med H₂SO₄). Ved urene prøver fåes for høyt resultat.

For å teste brukbarheten av metoden kjørte vi innledningsvis her ved NGU en mindre forsøksserie med råmateriale fra den aktuelle kyanittskiferen fra Dønnesfjord.

Etter nedknusing ble de ulike hovedmineraler i prøven (kyanitt, kvarts, muskovitt og biotitt) skilt fra hverandre ved gravtativ separasjon. For å bedømme kornstørrelsens innflytelse på syrebehandlingen ble den ene halvparten av mineralproduktene nedmalt i morter, mens den resterende del ble syrebehandlet med sin utsiktede kornstørrelse 45-100mesh (0.3-0.15mm).

Fraksjon	Kornstørrelse 45-100 mesh		Nedmalt i agatmorter	
	% rest	% løst	% rest	% løst
Kyanitt	96.26	3.74	91.99	8.01
Kvarts	1.28	98.72	-	100.00
Muskovitt	0.34	99.66	0.19	99.81
Biotitt	0.20	99.80	0.06	99.94

Tab. 5.2. Løselighet av de ulike mineraler ved HF/HClO₄ -metoden.

Tabell 5.2. viser resultatene - og for den ikke nedmalte versjon er 96.2% av kyanitten uløst. Med tillegg for de uløste deler av de øvrige mineraler er totalt over 97% av prøven uløst. Nedmaling til liten kornstørrelse øker imidlertid tydeligvis syrenes

mulighet til å angripe kyanitten, idet 92% av kyanitten da forblir uløst.

Som konklusjon kan vi imidlertid si at denne syremetoden gir et godt veiledende bilde av kyanittinnholdet i bergarten, og ved skånsom nedmaling før syrebehandlingen vil vi få det reelle kyanittinnholdet i prøvene ved å øke løselighetstallet med et par relativprosent. Eksempelvis vil et analyseresultat på 20% løselighet i virkeligheten bety et kyanittinnhold på ca. 20,5%.

5.3. RESULTATER AV PRØVETAKINGEN.

Et utvalg av de overflateprøvene som ble innsamlet er nå kjørt gjennom denne syrebehandlingsprosedyren. Som vist i tabell 5.3. viser det seg at kyanittinnholdet varierer mellom 10.5% og 26.7%.

Prøvene (KY31-36) fra det utvalgte nye såkalte "rikfeltet" (se fig. 3) varierer mellom 14.8% og 26.7%, og gjennomsnittet ligger på rundt 20%. Dette er noe lavere enn den innledende kartlegging indikerte, og viser at det er lett å overvurdere kyanittinnholdet i felt.

KY 3	14,16%			R
KY 4	21,05%	KY31	26,19%	I
KY25	24,59%	KY32	26,66%	K
KY26	20,46%	KY33	18,56%	F
KY27	16,60%	KY34	14,85%	E
KY28	18,56%	KY35	15,18%	L
KY29	21,79%	KY36	18,35%	T
KY37	21,57%			
KY39	10,55%			
KY40	23,12%			

Tabell 5.3 Kyanittinnhold i ulike prøver fra feltet.

5.4. MINERALOGISKE UNDERSØKELSER.

For nærmere å kunne vurdere effekten av de ulike trinn i en oppredningsprosess (rensprosess), er det meget viktig å få et klart bilde av hvordan de relevante mineraler opptrer i den aktuelle bergart. Til dette formål ble både snitt (tynnslip) av bergarten og nedknust materiale studert i mikroskop.

Tynnslipene viser at de aller fleste kyanittkornene (også fra rikfeltet) har inneslutninger av andre mineraler. Inneslutningene består i det alt vesentlige av biotitt og kvarts. Størrelse og mengde av disse forurensende mineraler varierer selvsagt en god del, men jamt over er innslaget ikke ubetydelig, og inneslutningene ligger også relativt tett. For å få friknust kyanitten slik at en oppredningsprosess kan fungere effektivt er det derfor nødvendig å knuse ned bergarten til en fin kornstørrelse.

For å kunne se nærmere på dette forhold ble det gjort mineralseparasjon av råmaterialet ved bruk av tunge væsker og høyintensitets magnetseparator (Permroll). De ulike mineralene i bergarten ble da separert fra hverandre, og kyanittkonsentrater kunne da f.eks. studeres i ulike kornfraksjoner med mikroskop. Av disse undersøkelsene fremgikk det tydelig at inneslutninger i kyanitten av biotitt og kvarts er et problem, og at råstoffet må knuses ned til ganske fin kornstørrelse for at man kan oppnå en rimelig grad av friknusing av kyanitten. Først etter nedknusing til under 0,3 - 0,4 mm oppnår man en relativt god frimaling.

For de enkelte mineraler er følgende observert:

Kyanitten er stenglig, og har normalt en kornlengde på 2-10 mm og et tverrsnitt på 0,5-2 mm. Mineralet er som nevnt stort sett betydelig smittet med biotitt, og en del dråpeformede inneslutninger av kvarts er også relativt utbredt. Dette medfører at en ved nedmaling vil finne at det f.eks. i kornklassen 1-2 mm vil finnes forholdsvis få helt rene kyanittkorn. Selv i kornklassen 0,2 mm opptrer det adskillige biotittsmittede korn.

Biotitt er det dominerende mineralet i bergarten, og i nedknust tilstand opptrer det til dels som frikorn ved 2 mm og nedover. En betydelig del opptrer imidlertid i aggregater med kvarts o.l., samt selvfølgelig sammenvokst med kvarts.

Kvarts opptrer også i markert mengde. Kvartskornene har jamt over en mindre primær kornstørrelse enn biotitt- og kyanittkornene, og dette medfører at man ved nedknusing vil finne smittede korn selv ned mot 0,1 mm kornstørrelse.

I tillegg opptrer mindre mengder **granat** og **feltspat** i bergarten. Granaten friknuses lett, og er således lett å separere ved en oppredningsprosess. Feltspat opptrer omtrent på samme måte som kvarts, og vil til en viss grad være med å smitte kyanittkorn ved rensing.

5.5. TESTING AV INNSAMLET PRØVEMATERIALE.

Av en prøve som ble tatt i 1988 er det ved separasjon med tunge væsker her på NGU produsert et lite kyanittkonsentrat. Kjemisk analyse av dette viste en tilfredsstillende kjemisk kvalitet ($Al_2O_3 = 61.7$ og 62.0% , $Fe_2O_3 = 0.29$ og 0.34%). Det ble derfor besluttet å gjøre realistiske rensforsøk i benk-skala med tilsvarende rensetrinn som i en industriprosess.

Det uttatte prøvepartiet på rundt 100kg fra hovedfeltet har da blitt benyttet til å kjøre en serie med rensforsøk ved SINTEF, NTH.

5.5.1. Flotasjonsforsøk ved SINTEF.

Forsøkene her ble kjørt i lab-skala, der prøvene i hver kjøring hadde en innledende vekt på 1 kg før nedmaling og flotasjon/magnetseparasjon. Det ble kjørt flere forsøk, der male- og flotasjonsbetingelsene ble variert. Flytskjemaet til den endelige prosess som ble funnet mest egnet, er vist i fig. 4.

Råstoffet ble da malt ned til under 0.4 mm (en rimelig frimaling av kyanitten var da oppnådd), og avslammet på 0.04 mm. Videre ble kjørt et glimmerflotasjonstrinn med amin som samleragens og deretter flere kyanitt-rensetrinn med petroleum sulfonat som agens. Til slutt ble det floterte kyanittkonsentratet tørket og kjørt gjennom en høyintensitets-magnetseparator (Permroll).

Det gjennomsnittlige kyanittinnholdet i råstoffet til forsøkene fra "rikfeltet" viste seg å være bare 13%. For å kunne produsere et rimelig utbytte med dette materialet ble det derfor naturlig å ikke kjøre en spesielt "hard" prosess med mange rensetrinn. Den forannevnte relativt "skånsomme" prosess gav et kyanittkonsentrat med 89% kyanitt, og et kyanittutvinning på 19% av det opprinnelige kyanittinnhold i råmaterialet. Dette tilsvarer en kyanittutvinning på 3 vekt% av råmaterialet. Se tabell 5.5.

Et mellomprodukt gav et kyanittinnhold på 75% kyanitt og en utvinning på 5% av rågodset.

Råmateriale	Konsentrat	Utvinning		Kjemisk analyse	
		av kya.	av påg.	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
13% kyanitt	89% kyanitt	19%	3%	57.13%	0.53%
13% kyanitt	75% kyanitt	32%	5%	49.25%	0.28%

Tabell 5.5. Utdrag av resultater fra prosessforsøkene ved SINTEF.

I bilag 02 er vist kyanittfordelingen ved de ulike trinn i prosesseringen (tilsvarende flytskjemaet i fig. 4), og i bilag 03 de samlede kjemiske analyser.

I bilag 04 er de kjemiske analyser fra det beste konsentratet sammenlignet med analyser fra fem europeiske leverandører av kyanitt, og en ser da at den oppnådde kjemiske kvalitet ligger relativt bra an.

Som nevnt er prosessen ikke kjørt maksimalt, og det er fullt mulig å produsere en bedre kvalitet ved mere maksimal flotering. Som tabell 5.5 indikerer går dette imidlertid sterkt på bekostning av utbyttet, og det har ingen hensikt å kjøre flere forsøk når utvinningen er helt nede på 3% av råmalmen ved den gjennomførte kjøringen. En ytterligere kjøring for å oppnå en høyere kvalitet på konsentratet ble derfor ikke utført.

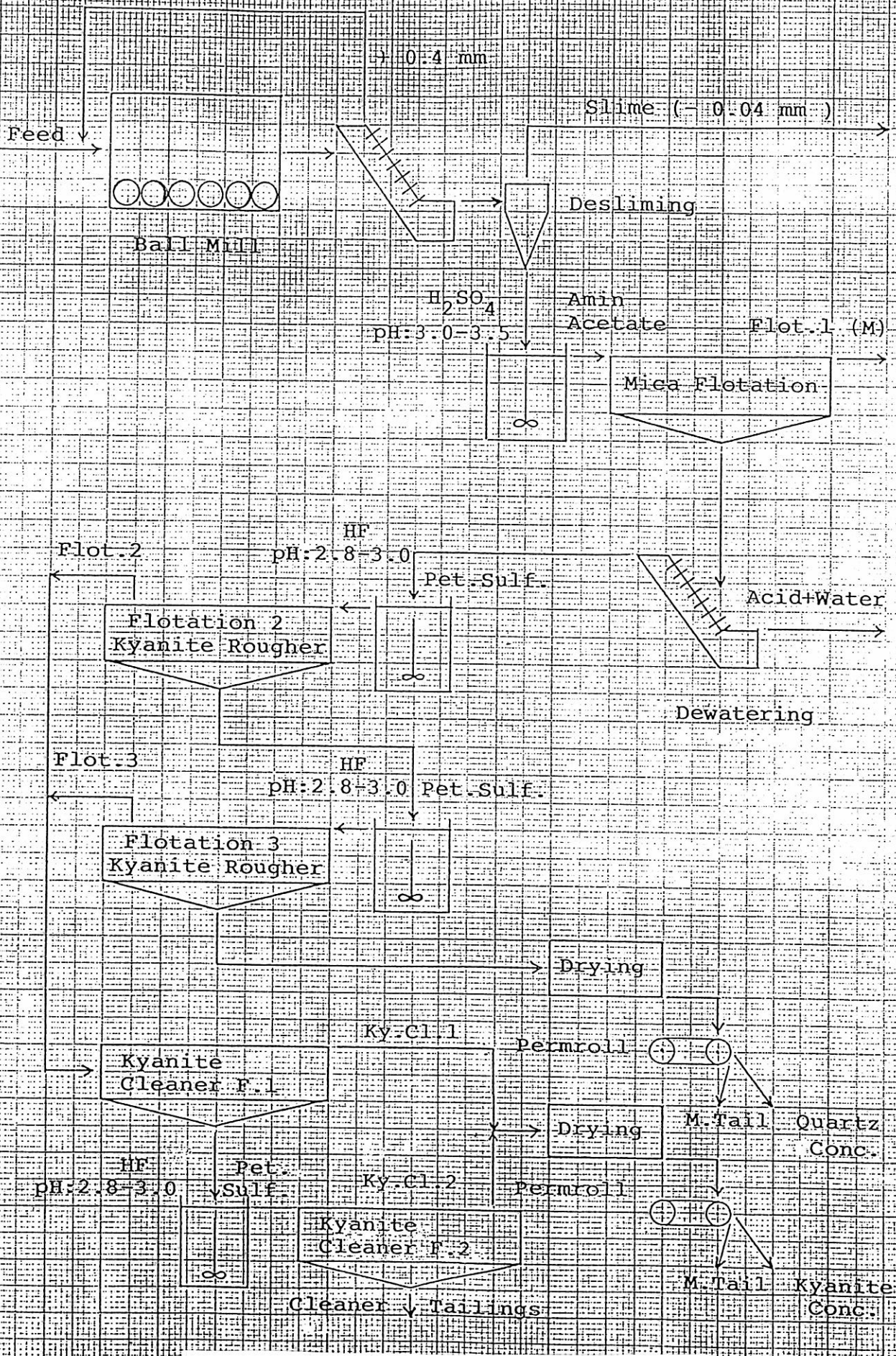


Figure 2.

Fig. 4. Flytskjema for oppredning av kyanitten.

tion

6. ØVRIGE KYANITTFOREKOMSTER PÅ SØRØYA.

I 1989 ble det også gjort en befaring av de samme kyanittførende bergartslag videre østover på Sørøya ved Sandøyfjorden og Hellefjord. Det viste seg da at kyanittinnholdet her er betydelig lavere, og disse partiene er således helt uten økonomisk interesse.

7. ANVENDELSE OG FORBRUK.

Mineralet tåler svært høy temperatur (1800°C), og anvendes i ildfaste materialer, vesentlig til spesielle ovnsforinger for metallurgisk industri og glassindustrien. Mineralet brukes også til framstilling av elektriske og kjemiske porselensstyper, og noe anvendes som isolasjonsmateriale i tennplugg.

Årsforbruket i den vestlige verden ligger på rundt 150.000t.

For sammenligningens skyld kan nevnes at det i Sverige drives på en kyanittforekomst med gjennomsnittlig 30% kyanitt og en samlet tonnasje på over 5 mill. tonn. Det er imidlertid også drift på elvesand-forekomster i Spania med kyanittinnhold på kun opp til 20%.

De påviste samlede reserver i verden er på over 200 mill. tonn, og kyanittmarkedet er således ikke det letteste marked å konkurrere i.

8. STAUROLITT.

Som nevnt inneholder de kyanittførende skifrene ofte også mineralet staurolitt. Dette mineralet er et aluminiumholdig silikatmineral i slektskap med kyanitt, og ble utviklet under den samme regionalmetamorfosen som kyanitten. Stedvis finner vi at staurolitten er utviklet i større mengde enn kyanitten, og et innhold på 10-15% staurolitt forekommer. Det ser imidlertid ut til at staurolittinnholdet i dette området ikke er like høyt som der de tilsvarende bergarter gjenfinnes ved Breidvik lengre vest på Sørøy. Der er det antydning et staurolittinnhold på opptil 20-30% ifølge Sturt.

9. SKAPOLITT.

Etter informasjon fra Brian A. Sturt ble opptreden av skapolitt på vestsiden av Børfjorden forsøkt undersøkt. Resultatet var imidlertid negativt. Det eneste spor etter skapolitt som ble funnet var i skarnboller i en 2 m bred biotittskifer i Vegvika.

10. GRANAT-SAND.

Etter informasjon fra Brian A. Sturt ble opptreden av granatsand ved Langkeilen innerst i Bølefjorden undersøkt. Langs strandkanten her ble små ansamlinger av slik granatsand lokalisert. Det var imidlertid svært begrensede mengder av strandsand tilstede på dette stedet, og det dreide seg om meget små arealer og kvanta med granatsand. Granatene ser ut til å stamme fra de samme granatholdige skifrene som er anrikt på kyanitt. Den samme sanden inneholder også en god andel med staurolitt, som partivis gir sanden en brunlig farge.

11. KONKLUSJON.

Den systematiske geologiske kartlegging som ble utført i 1989 har gitt oss et detaljert bilde av kyanittens opptreden og gehalter i de kyanittførende bergarter mellom Dønnesfjorden og Bølefjorden.

Kyanitten er anrikt i bånd med gehalter som gjerne ligger mellom 15 og 20% kyanitt. Jamt over er imidlertid båndene relativt smale - noen få meters mektighet - og tilfredsstillende sammenhengende tonnasje er derfor vanskelig å oppdrive.

Ved detaljkartleggingen i 1989 ble det imidlertid påvist et nytt felt innen området, der den kyanittførende glimmerskiferen er foldet på en slik måte at et større areal i dagen har sammenhengende kyanittanriking. Feltet er på 100 x 200 m, og fremviser i enkeltprøver kyanittgehalter mellom 15 og 27%.

En større gjennomstnittsprøve fra feltet er blitt tatt ut, og renseforsøk er gjennomført på dette materialet. Forsøkene viser at en realistisk gjennomsnittsgehalt i feltet vil ligge på i underkant av 15%. For å kunne få en rimelig utvinning av en slik mager pågang kunne man derfor ikke kjøre oppredningsprosessen særlig hardt. Med den finkornede forurensning av kyanittkornene med biotitt og kvarts som foreligger, ble det derfor ikke relevant å produsere et spesielt høyrent kyanittkonsentrat.

Ved prosessforsøkene ble det imidlertid produsert et kyanittkonsentrat med en kjemisk kvalitet som ligger omtrent midt i laget sammenlignet med europeiske leverandører av kyanitt. Et utbytte på kun 3% av råmalmen er dog ikke tilfredsstillende.

Undersøkelsene må derfor konkludere med at de beste kyanittfeltene innen det kartlagte området har for lavt kyanittinnhold, og at kyanitten selv er for urein til at det vil kunne bli regningssvarende å ta ut råstoff for kyanittproduksjon fra det undersøkte området ved Dønnesfjorden.

Ingen andre forekomster på Sørøya som er befart og undersøkt i 1989 eller tidligere har gehalter og tonnasjer som er bedre enn forekomstene ved Dønnesfjorden.

Videre kyanittundersøkelser på Sørøya vil derfor ikke bli anbefalt.

Trondheim 13/12 1990

Jan Egil Wanvik
Jan Egil Wanvik

REFERANSER.

Brev fra Brian A. Sturt om kyanittforekomstene på Sørøy til Dr. Bjørlykke. 1963, 4s.

The Kyanite deposits of Sørøy. D.M. Ramsey and B.A. Sturt. Rapport til Cristiania Spigerverk 1965.

Diverse rapporter fra Elkem Spigerverket i årene 1962-1969.

Geologisk 1:5.000 kartlegging i Klubbjellet og Børfjordnæringen, Dønnesfjord, Sørøy 1989. Dagbok av Ulrik Søvegjarto sept. 1989, 43s.

Svenska Kyanite - Europe's new producer of Kyanite. "Industrial Minerals, feb. 1986, p58-59.

Swedish Kyanite - new source of alumina for refractories and ceramics. M. Graesberg 7th "Industrial Minerals" International Congress. p.77-85.

Kyanite and related minerals. Mineral facts and problems, 1985. U.S. Bureau of Mines, 1985.

Kyanite and Related Minerals, Industrial Minerals and Rocks, 1975. AIME.
Sillimanite minerals. Industrial Minerals, jan. 1985, p.41-63.

Sørøy Kyanite 1
 Weight % 100
 Kyanite % 13.17
 Ky.Rec.% 100

Grinding & Classification

Flotation Feed		Slime + Oversize	
Wt. %	85.0	Wt. %	15.0
Ky. %	14.9	Ky. %	3.5
Ky.R.%	96.0	Ky.R.%	4.0

Flotation (3 Steps)

Flot.1 (Mica)	Flot.2 (Ky.Rou.1)	Flot.3 (Ky.Rou.2)	Rou.Tail.
Wt. % 39.5	13.5	2.2	29.8
Ky. % 5.17	58.73	26.24	7.02
Ky.R.% 15.5	60.2	4.4	15.9

Rougher Concentrates 1 + 2

Cleaner Flotation (2 Steps)

Cleaner Concentrate 1	Cleaner Concentrate 2	Cleaner Tailings
Wt. % 3.6	7.5	4.6
Ky. % n.d.	n.d.	7.37
Ky.R.% n.d.	n.d.	2.6

Cleaner Concentrate 1 + 2

Wt. %	11.1
Ky. %	73.6
Ky.R.%	62.0

Permroll Dry Magnet		Permroll Dry Magnet	
Mag.Tail.	Non.Mags.	Mag.Tail.	Non.Mags.
Wt.% 1.1	2.5	2.5	5.0
Ky.% n.d.	88.99	n.d.	74.50
Ky.R% n.d.	18.9	n.d.	31.6

Total Kyanite Concentrate

Weight %	7.5
Kyanite %	79.3
Kyanite Recovery %	50.5

5-JUL-90 9:40

HOVEELEMENTS ANALYSE MED GLØDETAF

Page:

 * Resultater fra NGU'S XRF LAF. Instrument: Philips PW 1404 *
 * Provene er isoformert med LI2B407 i forholdet 1:7 *

NGU BERGGJUNNSAVD. V/BARKEY/WANVIK
 OPPDRAGSNR: 65/90 FROSJERTNR: 67.1886.34

PR. NAVN	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	TiO2 %	MgO %	CaO %	Na2O %	K2O %	MnO %	P2O5 %	Gl.tap %	Sum %
K7	39.41	57.13	0.53	0.18	0.24	0.33	0.16	0.04	<0.01	0.07	0.25	98.35
K8	47.32	49.25	0.28	0.08	0.20	0.49	0.33	0.07	<0.01	0.05	0.29	98.37
K13	40.80	47.68	7.79	0.37	0.46	0.20	<0.10	0.04	0.18	0.03	0.85	98.32
K4	48.41	40.95	6.87	0.35	0.75	1.24	0.50	0.12	0.36	0.10	0.16	99.81
K5	70.82	22.75	2.04	0.23	0.37	1.79	1.27	0.25	0.07	0.05	0.42	100.04
K10	85.03	10.23	0.57	0.09	0.16	1.78	0.96	0.19	<0.01	<0.01	0.38	99.41
K14	86.23	10.00	1.25	0.13	0.20	0.06	<0.10	0.16	0.01	<0.01	0.45	98.08
K15	97.96	1.25	0.34	0.04	0.16	0.09	<0.10	0.13	<0.01	<0.01	0.14	99.86
K16	89.25	6.82	0.15	0.03	0.09	1.40	0.70	0.12	<0.01	<0.01	0.20	98.76
K6	85.63	9.34	1.20	0.15	0.49	1.92	0.91	0.50	<0.01	0.02	0.30	100.47

42

46

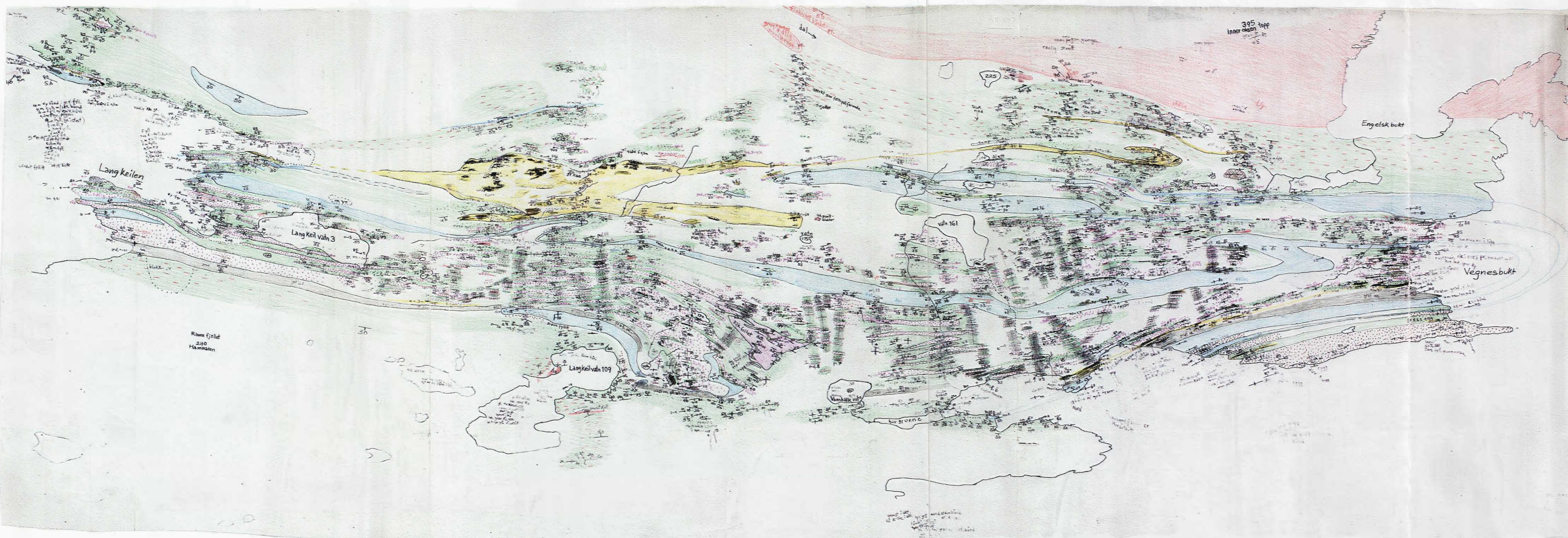
50

(Source : Mats Gräsberg,
Seminar I Mineralteknik,
Luleå TH, February 1986.)

Table 11 - Chemical analysis of kyanite concentrates.

Element	Europeiske leverandører				Sørø Concentrate
	1	2	3	4	
Al ₂ O ₃	59.8	56.9	51.0	54.3	57.13
SiO ₂	35.8	39.7	41.3	40.5	39.41
FeHC1 *)	0.15 <i>bra</i>	0.33	0.65	0.55	n.d.
TiO ₂	0.64	1.04	1.03	1.41	0.18
CaO	0.20	0.06	0.26	0.11	0.33
K ₂ O	0.02	0.06	0.10	0.10	0.04
Na ₂ O	0.008	0.02	0.10	0.03	0.16
LOI	0.43	0.34	0.90	0.82	0.25
Fe-total	1.30 <i>bra</i>	0.70	1.21	1.03	0.53 (Fe ₂ O ₃)
P	0.34 <i>svak</i>	0.039	0.12	0.11	0.07 (P ₂ O ₅)
S	0.02	0.03	0.15	0.14	n.d.
MgO	0.2	0.04	0.21	0.10	0.24

*) HCl : H₂O = 1:1 60°C



Klubbfjellet, Dønnesfjord
 Sprøya, Finnmark fylke
 M = 1:5000
 U. Søvegjarto 1989

- Rik-feltet, rike Kyanittførende bånd i grø fyllitt (ikke-rusten)
- Kyanittførende bånd i grø fyllitt (ikke-rusten)
Kyanittførende rustgneis (Kvarts-feltpatitisk glimmergneis m/ granat)
- Staurolit, vanligvis rike bånd 0,5-2m, grovkornet, med lite eller ikke kyanitt
- Ellers kyanitt-rike lokaliteter, benker: Nord for Vanbakvån, Nord for Hvitbuset, Kvanesbukta, Langkeilens neset
- Fyllitt, planskifrig, grø, finkornet, ikke-rusten, m/ aktinolitbånd (særlig draget Langkeilen-Rik-feltet-Hvitbuset), bånd m/ 1-2mm granat. Også rustgneis, Kvartsfeltpatitisk glimmergneis m/ 2mm granater (særlig SØ for Rik-feltet og draget Sønneses Skjellvass-vånn 165-vånn 161 og støver), grovkornet feltpat og svø lys glimmer, Stedvis med knuter av hydrotermalkvarts og tonalit. Også fyllitt nord og sør for Kalkene. Alle disse bergarter har vanlig granittbelegg i åprekkflater 20° vest
- Grovkornet aktinolitgabbro, hyppige sorte linsjer
- Aktinolitkarn, vanlig meget aktinolit-rik, over 90% akt.
- Kalkspatmarmor, grø, skifrig, 1-2mm korn
- Grafitt glimmer skifer
- Kvartsglimmer skifer (nord for vånn 161 i Kalken)
- Kvartsitt, finkornet, ofte hvit, ren
- Hydrotermalkvarts
- Tonalitt og tonalit pegmatitt
- Gabbro, tett, sort (inn for Engelskbukta)
- Lys glimmergneis, grovkornet kvartspatitisk m/grovk. lys gl., lokalt granat, ved Langkeilvånn 169 med tonalitkjetter
- Granitt, finkornet, rødlig, foliasjon, noen rosa pegmatittganger

NGU, FINNMARKSPROGRAMMET / FINNMARK FYLKE GEOLOGISK KART KLUBBFJELLET KYANITTFOREKOMST DØNNESFJORD, HASVIK KOMMUNE, FINNMARK	MÅLESTOKK	MÅLT U.S.	1989
	1:10000	TEGN U.S./JEW	1990
		TRAC ALH	4-90
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 90.056-01	KARTBLAD NR. 1836 III	