

# GEOLOGI FOR SAMFUNNET

*GEOLOGY FOR SOCIETY*



Rapport nr.: 2009.025		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 31.12.2010	
Tittel: Melkfjell kvartsittforekomst - feltundersøkelser høsten 2008				
Forfatter: Wanvik, J.E. og Raaness, A.		Oppdragsgiver: Sivilingeniør Trond Refseth AS og NGU		
Fylke: Nordland		Kommune: Rana		
Kartblad (M=1:250.000) Mo i Rana		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2027-2, Kallvatnet		
Forekomstens navn og koordinater: Melkfjell 495000, 7341800		Sidetall: 50	Pris:	
Feltarbeid utført: sept. 2008	Rapportdato: 22.06.09	Prosjektnr.: 327200	Ansvarlig: <i>Jan S Sandstad</i>	
Sammendrag:				
<p>I samarbeid med firma Sivilingeniør Trond Refseth AS har NGU gjennomført undersøkelse av en kvartsittforekomst ved Melkfjelltjønnen sør for Kallvatnet i Rana kommune. Undersøkelsene omfattet geologisk kartlegging og prøvetaking fra utsprengt materiale i profiler.</p> <p>Kvartsittenheten er av lignende type som den kvartsitten som tidligere er undersøkt av Rana Metall ved Sauaksla lengre vest. Den er av god termisk kvalitet og selv om analyser viser at den kjemiske kvaliteten er noe varierende, holder de dominerende partiene en kvalitet som er tilfredsstillende for kvartsitråstoff til standard ferrosilisium. Kvartsittfeltet er noe gjennomsett av amfibolittganger som må håndteres ved et eventuelt uttak i dagbrudd. Den nordlige del av feltet har høyt innhold av ganger med pegmatitt/trondhemitt, men den sørlige del av feltet har beskjedent innslag av slike ganger.</p> <p>Den kvalitetsmessig beste del av forekomsten har en bredde på omkring 200 m og en lengde på 1 km. Dette tilsvarer 5 mill. tonn pr 10 m avsenking, og kvartsitten som stuper nedover mot øst har en tykkelse på mange titalls meter.</p> <p>Kjerneboringer anbefales for å kartlegge forekomstens kvalitetsvariasjoner i kontinuerlige snitt.</p>				
Emneord: Industrimineraler	Kvartsitt		Ressurskartlegging	
Fagrapport				

## INNHOLD

1.	FORORD / INNLEDNING.....	6
2.	BELIGGENHET .....	7
3.	TIDLIGERE UNDERSØKELSER .....	7
3.1	Rana Metalls undersøkelser ved Sauaksla.....	9
4.	TRANSPORT OG LEIRFORHOLD .....	11
5.	GEOLOGISK BELIGGENHET .....	11
6.	KVARTSITT-TYPER.....	13
6.1	Hvitvitrende, hvit til lys grå kvartsitt.....	14
6.2	Rustvitrende, mellomgrå kvartsitt .....	14
6.3	Hydrotermal kvarts .....	14
7.	FORURENSNINGER I KVARTSITTEN, SYNLIG I FELT .....	15
7.1	Ikke kvarts mineraler .....	15
7.2	Ganger av andre bergarter i forekomsten .....	16
7.2.1	Amfibolittganger .....	16
7.3	Pegmatittganger .....	17
8.	STRUKTURGEOLOGISKE FORHOLD.....	18
9.	PRØVETAKING .....	22
9.1	Saging med sirkelsag .....	22
9.2	Utsprengning av prøver .....	22
10.	UTPRØVING AV BÆRBAR XRF .....	24
11.	KJEMISKE ANALYSER .....	25
11.1	Kommentarer til analyseresultatene .....	27
12.	ANALYSE AV KVARTSGITTERET MED LASERABLASJON .....	28
13.	MIKROSKOPERING .....	29
13.1	Kvartskornene.....	29
13.2	Andre mineraler i selve kvartsitten:.....	29
13.2.1	Glimmer .....	29
13.2.2	Feltspat .....	30
13.2.3	Rutil (TiO <sub>2</sub> ) .....	30
13.2.4	Apatitt.....	31
13.2.5	Grafitt .....	31
13.2.6	Zirkon.....	31
13.2.7	Monazitt .....	31
13.2.8	Svovelkis/pyritt .....	31
13.2.9	Kromitt .....	31
13.3	Væskeinneslutninger .....	32
14.	TERMISKE TESTER .....	33
15.	FOREKOMSTENS UTBREDELSE OG MULIGE VOLUMER .....	33
16.	FORHOLD AV SÆRLIG BETYDNING FOR OPPREDNING.....	34
17.	SAMMENDRAG OG VIDERE ANBEFALINGER.....	34
18.	REFERANSER .....	35

## FIGURER

<i>Figur 1. Forekomstens beliggenhet i Rana</i> .....	6
<i>Figur 2. Kvartsitthorisontenes antatte utstrekning i området, forut for undersøkelsene</i> .....	7
<i>Figur 3. Melkfjellforekomstens reviderte utbredelse basert på undersøkelsene i 2008,</i> .....	8
<i>Figur 4. Panoramabilder fra Melkfjell-forekomsten på sørsiden av Melkfjelltjørnan.</i> .....	10
<i>Figur 5. Leirplassen med den hvite kvartsitten i selve Melkfjellet synlig i bakgrunnen</i> .....	11
<i>Figur 6. Kvartsitten grenser mot glimmergneis i sør</i> .....	11
<i>Figur 7. Utsnitt fra 1:250.000 berggrunnskart Mo i Rana</i> .....	12
<i>Figur 8. Kvartsitthorisontene mellom Dunderlands-dalen og svenskegrensa</i> .....	12
<i>Figur 9. Hvitvitrende kvartsitt nederst og rustvitrende øverst</i> .....	13
<i>Figur 10. Hvitvitrende kvartsitt (prøvepunkt DY 1A)</i> .....	14
<i>Figur 11. Rustvitrende type (prøvepunkt DY5)</i> .....	14
<i>Figur 12. 10 cm bred hydrotermal kvartsgang som gjennomsetter kvartsitten</i> .....	14
<i>Figur 13. Kvartsittparti på slettelandet med lett synlig glimmerfoliasjon</i> .....	15
<i>Figur 14. Kvartsitt med glimmeranriket sjikt</i> .....	15
<i>Figur 15. Grafittflekker i rustvitrende kvartsittvariant.</i> .....	15
<i>Figur 16. Smal amfibolittgang</i> .....	16
<i>Figur 17. Stor amfibolittgang midt i forekomstfeltet</i> .....	16
<i>Figur 18. Pegmatitt i venstre del av blotningen. Pegmatitten skjærer kvartsittens foliasjon.</i> .	17
<i>Figur 19. Tynn pegmatittgang i kvartsitt.</i> .....	17
<i>Figur 20. Nøkkelforhorisont med primære sedimentærslag nær DY 3</i> .....	18
<i>Figur 21. Hoved-foldeombøyning i antiformal nær DY16. Foldeaksen stuper her 40°</i> .....	21
<i>Figur 22. Aktuell del av forekomsten med strukturgeologiske målinger innlagt</i> .....	19
<i>Figur 23. Kart over forekomsten med innlagte prøveprofiler</i> .....	20
<i>Figur 24. Vertikalsnitt relatert til kartet over der profillinjene er inntegnet</i> .....	20
<i>Figur 25. 3D-visualisering av forekomstens hovedfoldestruktur, jfr. figur 22-24.</i> .....	21
<i>Figur 26. Forsøk på prøvetaking med diamantsag</i> .....	22
<i>Figur 27. Boring med Pioner for sprengning av prøvepunkter</i> .....	22
<i>Figur 28. Utsprengt stor prøve ved DY2</i> .....	23
<i>Figur 29. Plott av Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-innhold i prøvene fra prøvestedene</i> .....	24
<i>Figur 30. Utprøving av Niton bærbar XRF</i> .....	24
<i>Figur 31. Jerninnholdet halveres i forvitringssonen på den rustvitrende kvartsittvarianten.</i> .	25
<i>Figur 32. Tynnslipfoto fra optisk mikroskop.</i> .....	29
<i>Figur 33. Muskovittlister sammen med kvarts</i> .....	29
<i>Figur 34. To feltspatkorn (plagioklas) og et muskovittkorn, foruten kvarts.</i> .....	30
<i>Figur 35. Venstre tynnslipbilde viser tynne rutilnåler intern i kvartskornene;</i> .....	30
<i>Figur 36. Backscatterbilde fra SEM.</i> .....	31
<i>Figur 37. Tynnslipbilde som viser tog med væske-inneslutninger.</i> .....	32



## TABELLER

Tabell 1. Kjemiske analyser ved tidligere prøvetaking i Sauaksla-Melkfjell-området.....	9
Tabell 2. Hovedelementanalyser av 4 prøver analysert parallelt ved ALS og ved NGU. ....	25
Tabell 3. Kjemiske hovedelementanalyser av de utsprengte prøvene. ....	26
Tabell 4. De kjemiske analysene plottet i histogrammer. ....	26
Tabell 5. Punktanalyser av kvartskorn med laserablasjon (ICP-LA-MS).....	28
Tabell 6. Semikvantitative analyser (i %) av de enkelte mineralfaser avmerket i figur 37 .....	31
Tabell 7. Mengdeinnhold av de ulike forurensende mineraler i Melkfjell-kvartsitten .....	32
Tabell 8. Kvalitetskriterier for termisk test. ....	33

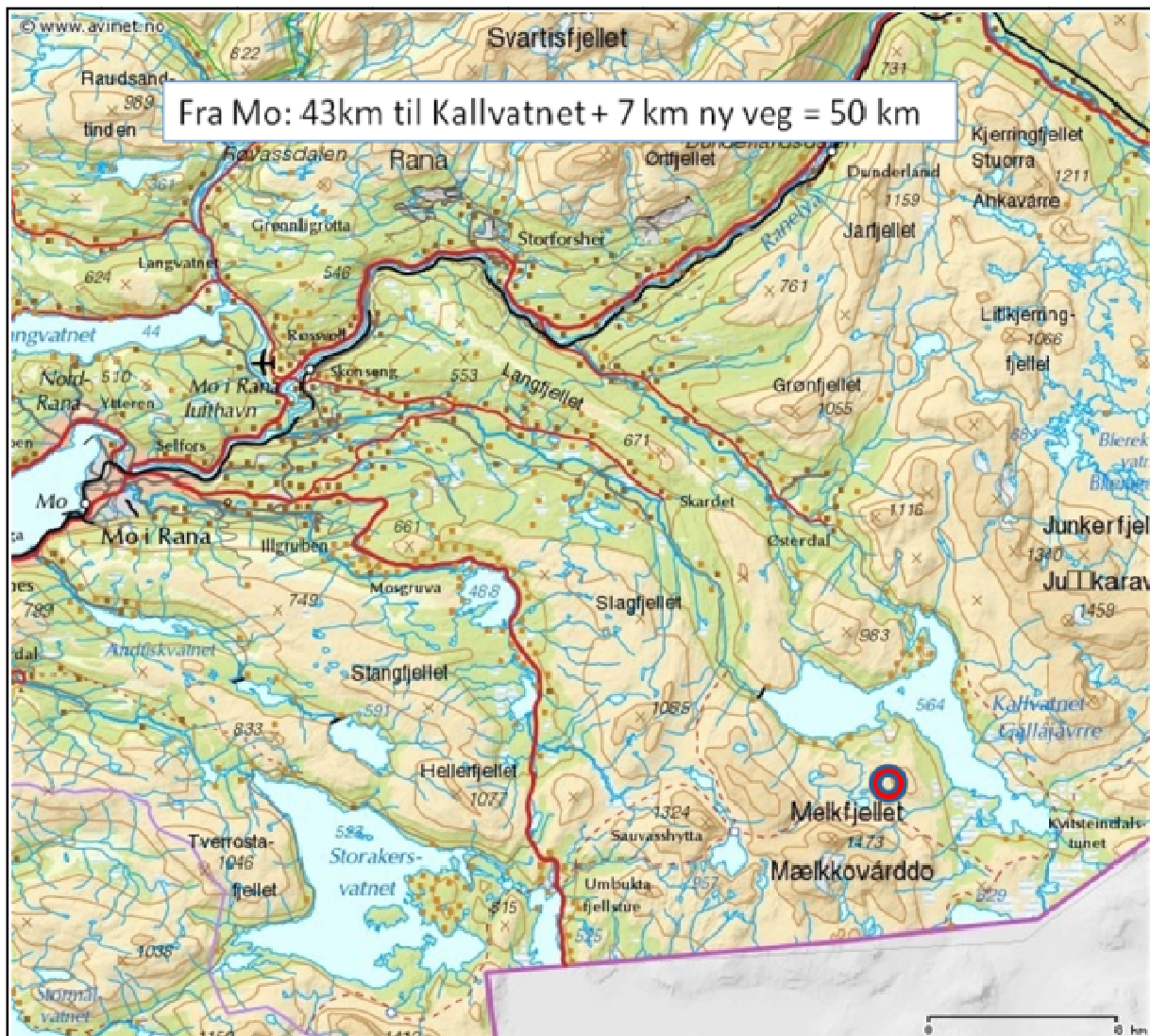
## VEDLEGG

Vedlegg 1. Foto av sprengnings-prøvepunkter	
Vedlegg 2. Foto av typeprøver fra sprengningsstedene	
Vedlegg 3. Backscatterbilde fra SEM med semikvantitative analyser av mineralfasene.	
Vedlegg 4. Kjemiske analyser fra Als Chemex	
Vedlegg 5. Termiske Tester	
Vedlegg 6. Resymé av tidligere undersøkelser av Sauaksla-forekomstene; Utdrag av NGU rapport 2001.020	
Vedlegg 7. Resymé av tidligere undersøkelser av Sauaksla-forekomstene; Utdrag av NGU rapport 96.019	
Vedlegg 8. Produktspesifikasjoner og råstoffeksempler for kvartsittråstoffer	

## 1. FORORD / INNLEDNING

Sommeren 2004 gjennomførte NGU (ved Korneliussen, A. og Wanvik, J.E.) prøvetaking av utvalgte kvartsittforekomster i Rana kommune. En av disse var Melkfjellet beliggende på sørsiden av Kallvatnet nær grensa mot Sverige. Feltobservasjonene og de kjemiske analysene av prøvene som ble innsamlet fra forekomsten var positive, og en oppsummering av resultatene ble lagt ut på NGU's hjemmesider.

På basis av denne informasjonen fattet firma Siv.ing. Trond Refseth AS på Mo interesse for forekomsten som ligger på statlig grunn. Refseth undertegnet i september 2008 en samarbeidsavtale med NGU der NGU skulle gjennomføre en feltundersøkelse med detaljert profilprøvetaking for å få et veiledende innblikk i kvartstittforekomstens utstrekning og kvalitetsvariasjoner. En feltundersøkelse med 4 personer fra NGU (A. Korneliussen, A. Raaness, G. Viken og J.E. Wanvik) ble utført i andre uke i september med teltleir ved forekomsten og helikoptertransport av utstyr og steinprøver.



Figur 1. Forekomstens beliggenhet i Rana

## 2. BELIGGENHET

Melkfjell kvartsittforekomst ligger omkring 7 km i luftlinje fra anleggsveien ved demningen på Kallvatnet innerst i Plurdalen (figur 1). Avstand langs vei fra demningen og ned til Mo er 43 km. Avstand til svenskegrensa i sør er 5 km.

Forekomsten strekker seg i et belte fra ca 700 moh. ved foten av Krabbfjellet på sørvestsiden av Kallvatnet, vestover til ca 1400 moh. på Melkfjellet. Den fortsetter derfra i en sone videre vestover til Austre Sauvatnet, like sør for den forekomsten i Sauvasskardet som ble undersøkt av Rana Metall på 90-tallet.

Den lavereliggende del av forekomsten, mot nordøst, befinner seg i et forholdsvis slakt terreng, topografisk velegnet for dagbruddsdrift (figur 3, 4 og 22). Den øvre, midtre delen i selve Melkfjellet er for bratt for uttak, og denne delen ble derfor ikke nærmere undersøkt. Den lavereliggende østlige del ligger i en høyde på 700-850 moh. I vestenden av dette området krysses forekomsten av Rana Turistforenings merkede løype mellom hytta Kvitsteindalstunet i østenden av Kallvatnet og Sauvasshytta. Nærmeste private hytteområde ligger ved Kallvatnet 3 km fra forekomsten.

## 3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Melkfjell kvartsittforekomst er på 1:250 000 berggrunnskart Mo i Rana fra 1991 markert som bergartstype 49 "Båndet kvartsittisk skifer eller gneis" og således adskilt fra bergartstype 48 "Kvartsitt" som for eksempel Sauaksla/Sauvatn-kvartsitten er betegnet. (se figur 7). Berggrunnskart i målestokk 1:50 000 foreligger ikke i dette området. Ved nærmere gjennomgang av NGU's arkivmateriale viser det seg i ettertid at det nok har sneket seg inn en nummereringsfeil i den grafiske prosessen ved framstillingen av 1: 250 000 kartbladet. Kartbildet i området baserer seg på hovedfagstudent-kartlegging i årene 1976-78 og på manuskart "Kalvatnet" fra studentenes kartlegging 1976-78 er Melkfjell-forekomsten gitt samme fargebetegnelse som Sauaksla-kvartsitten.



Figur 2. Kvartsitthorisontenes antatte utstrekning i området, forut for undersøkelsene i 2008. Revurdert kartbilde for Melkfjell-forekomsten framgår av figur 3.

Berggrunnskart Mo i Rana (med nevnte feilnummerering) ble trykt mens Rana Metall utførte sine kvartsitt-undersøkelser i Sauvass-området i første halvdel av 90-tallet, og Melkfjell-



forekomsten ble derfor ikke vist nærmere interesse som alternativ lokalitet i industriell sammenheng.

At Melkfjellområdet kunne inneholde interessant kvartsitt kom først for dagen i 2004 da berggrunnsgeolog Arne Solli ved NGU kommenterte (pers. medd.) at han som medveileder til studentene mente å huske at det var hvit fin kvartsitt i Melkfjellområdet, og at fargebetegnelsen på Mo i Rana-bladet muligens var feil. Denne opplysningen kom fram like før NGU skulle gjennomføre en rekognoseringsrunde med helikopter på kvartsittlokaliteter i Rana-området, og i august ble da den iøynefallende hvite kvartsitten ved Melkfjelltjønnan sør for Kallvatnet konstatert. I løpet av noen ettermiddagstimer ble kvartsittens betydelige utbredelse i et driftsmessig gunstig terreng observert og noen prøver ble tatt ut for analyse (tabell 1).

Kvartsitten er utseendemessig lik Sauaksla-kvartsitten, og antakelsen om at dette var en østlig fortsettelse av denne ble også bekreftet av de fleste kjemiske analysene som viste tilsvarende gode verdier som de bedre analysene fra Sauvass-kvartsitten. Amfibolitt- og pegmatittganger er til stede også i Melkfjell-kvartsitten, men særlig amfibolittgangene synes å være noe mindre hyppige i forekomsten ved Melkfjelltjønnan enn i Sauvass-kvartsitten.



Figur 3. Melkfjellforekomstens reviderte utbredelse basert på undersøkelsene i 2008, samt de tidligere undersøkte forekomstene ved Sauaksla/Sauvasskardet.



### 3.1 Rana Metalls undersøkelser ved Sauaksla

Rana Metall KS gjennomførte i årene 1989-95 undersøkelser av kvartsittforekomstene ved Sauaksla og Sauvatnet øst for Umbukta (se figur 2 og 3). Detaljert kartlegging og prøvetaking ble utført i flere delområder og i alt 300 tonn utsprengt stein fra kvartsittura ved foten av Sauaksla ble fraktet ned med snøscooter for videre utprøving i smelteovn ved Ila og Lilleby smelteverk i Trondheim. Materialet ble funnet å være tilfredsstillende både i kjemisk og termisk kvalitet med et gjennomsnittlig  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -innhold på 0,47% etter håndskeiding (Wanvik 2001 og tabell 1)

Forekomsten i ura ble imidlertid ikke funnet å være stor nok eller ren nok til å forsvare investeringer i vegbygging og utstyr. Forekomsten av kvartsitt i fast fjell i Sauvasskardet ble på sin side funnet å være gjennomsatt av amfibolitt/diabas-ganger i så stor grad at drift i større skala ikke ble vurdert å være lønnsomt.

I 1993 undersøkte NGU de opptil 30 m brede kvartsittbeltene som ligger mellom Sauaksla og E12 ved Umbukta i vest. Også der var selve kvartsitten partivis av tilfredsstillende kjemisk kvalitet for standard FeSi hos Rana Metall (se vedlegg 7), men hyppig opptreden av amfibolittganger gjorde disse smalere sonene lite aktuelle for uttak.

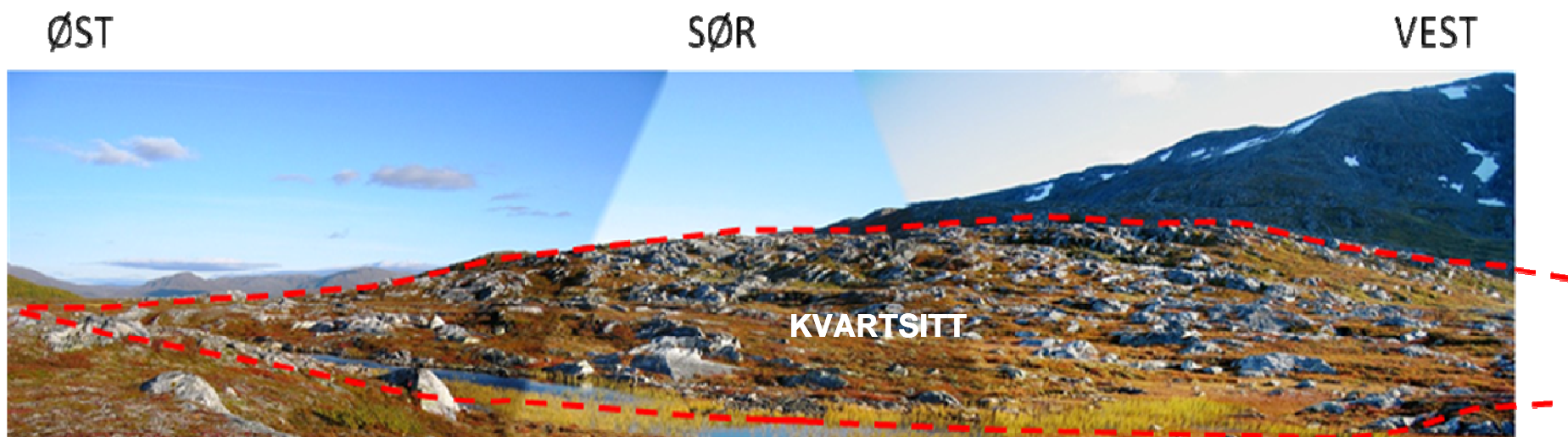
NGU (ved Wanvik) utførte også en prøvetaking av kvartsittforekomsten ved Sauvasskardet i 1997, og kjemiske analyser av en gjennomsnittlig samleprøve derfra er gjengitt i tabell 1.

**Tabell 1. Kjemiske analyser ved tidligere prøvetaking i Sauaksla-Melkfjell-området (alle verdier i vekt%)**

	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	CaO	$\text{K}_2\text{O}$
Rana Metall 112 støvprøver 1993 fra ura ved Sauaksla	0,79				
Rana Metall, Håndskedet parti 1993 fra ura ved Sauaksla	0,49				
Samleprøve fra Sauvasskardet 1997, tatt av NGU (JW97-37)	0,79	0,07	0,06	<0.01	0,09
Melkfjell 2004, NGU					
Melkfjell R4	0.33	0.015	0.017	0.01	0.04
Melkfjell R4B	0.93	0.038	0.038	0.02	0.18
Melkfjell R10	0.26	<0.01	0.021	0.01	0.06
Melkfjell R11	0.32	<0.01	0.017	<0.01	0.08
Melkfjell R12	0.26	0.021	0.013	<0.01	0.07



Sett mot nord



*Figur 4. Panoramabilder fra Melkfjell-forekomsten på sørsiden av Melkfjelljørnan. Det øverste bildet har sentrum mot nord og det nederste har sentrum mot sør. Kvartsittens avgrensning er vist med stiptet linje.*

#### 4. TRANSPORT OG LEIRFORHOLD

For å frakte inn utstyret de 7 km fra demningen ble det benyttet helikopter fra Helitrans med base på Mo i Rana Lufthavn Røssvoll. Teltleiren som ble etablert bestod foruten fjelltelt som sovetelt av en utmerket Lavvo type Gamme som ble utlånt av grunneier Statskog. For belysning og strøm til ladning av telefoner, måleutstyr og PC ble anvendt et lite strømaggregat.



*Figur 5. Leirplassen med den hvite kvartsitten i selve Melkfjellet synlig i bakgrunnen*

#### 5. GEOLOGISK BELIGGENHET

Melkfjell-kvartsitten tilhører samme enhet som de kvartsitthorisonter som på 90-tallet ble undersøkt av Rana Metall KS og NGU ved Sauvatnan/Sauaksla. Utseende og teksturer er de samme, og variasjoner i kjemisk sammensetning er også meget sammenfallende. Melkfjellet er således en østlig fortsettelse av kvartsitten som strekker seg i en samlet lengde på 12 km fra litt øst for Umbukta, over Sauaksla og Melkfjellet og til Krabbfjellet ved Kallvatnet (figur 2 og 3).

Melkfjell-kvartsitten ligger i undre dekkeenhet i den øverste dekkeserien av de innskjøvne dekkene i den kaledonske fjellkjede. Skyvningen skjedde for 400-500 millioner år siden. Kvartsitten tilhører det såkalte Kjerringfjelldekket, navngitt etter Kjerringfjellet i Dunderlandsdalen (figur 8) der kvartsittlag opptrer sammen med glimmergneis og glimmerskifre. Denne kvartsittenheten er tilstede i smale belter der Kjerringfjelldekket opptrer fra Fauske i nord og i alle fall til Umbukta i sør. Muligens derfra også videre ned til Røssvatn.

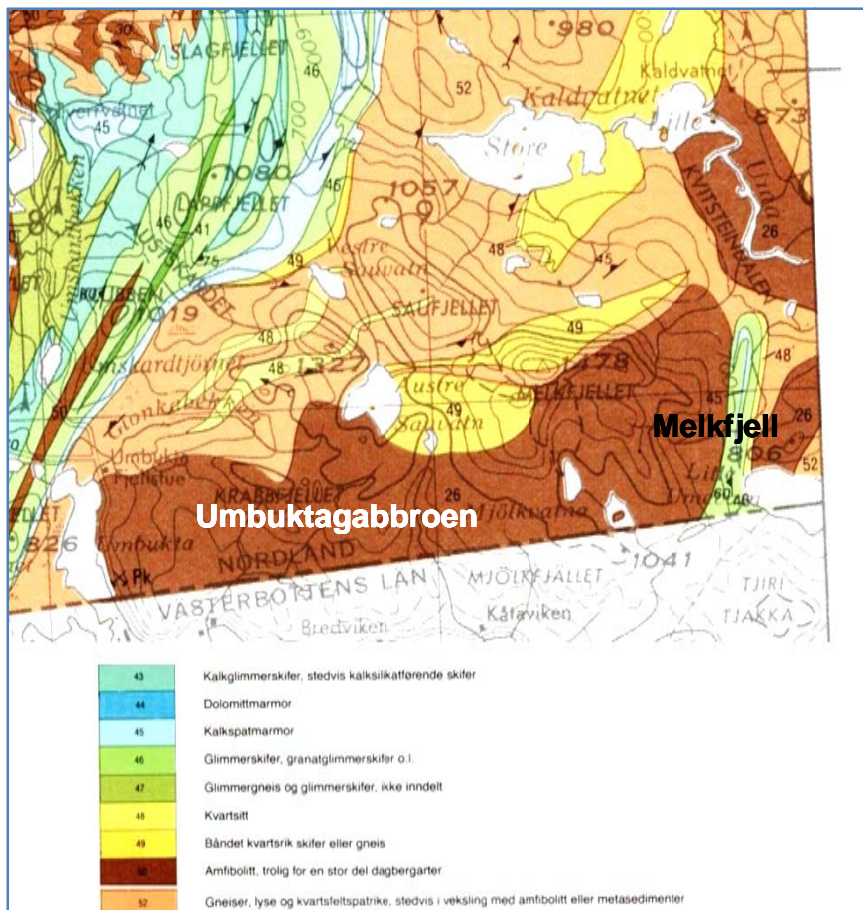
Kvartsitten grenser i hele Kjerringfjelldekket mot glimmergneiser og glimmerskifre. Det gjør den også i Melkfjellforekomsten (figur 6).

Kvartsittenheten er prøvetatt i Junkerfjellet og Krabbfjellet nord



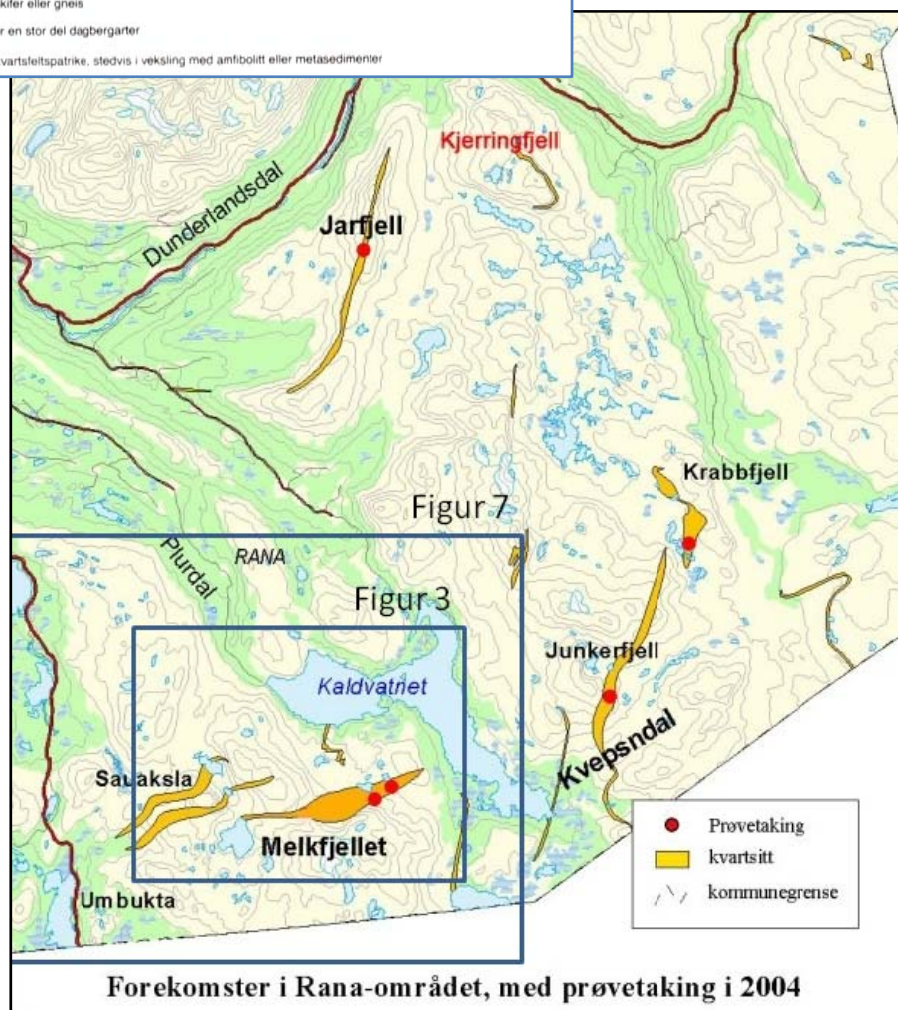
*Figur 6. Kvartsitten grenser mot glimmergneis i sør*





Figur 7. Utsnitt fra 1:250.000 berggrunnskart Mo i Rana

Figur 8. Kvartsitthorisontene mellom Dunderlandsdalen og svenskegrensa





for Kallvatnet, og likedan i Misværområdet, men ingen av disse stedene er det påvist så ren og mektig kvarts som i Melkfjell-Sauaksla området. I Krabbfjell og Junkerfjell mellom østenden av Kallvatnet og Virvassdalen er det dog registrert relativt god kvartsitt, men kun i smale soner uegnet for dagbruddsdrift.

Kvartsitten ved Sauvatn-Melkfjell ligger like ved den flere titalls kvadratkilometer store og Umbuktagabbroen. Det er en viss mulighet for at amfibolittgangene i området har sammenheng med denne store mafiske intrusjonen som ligger bare noen hundre meter sør for kvartsitten i forekomstområdet. Mellom denne gabbroen og kvartsitten ligger et belte med glimmergneis og glimmerskifer, og lignende bergarter grenser også opp til forekomsten på nordsiden.

## 6. KVARTSITT-TYPER

I felt er det to hovedtyper kvartsitt som er greie å skille fra hverandre basert på forvittringshudens utseende. Den ene er hvit til lys grå på vitret flate, og den andre er rosa til rødlig i overflaten. Muligens dreier det seg om mer enn to primære typer, som for eksempel at den rødlige varianten er en egen type og primær enhet, men kompliserte strukturelle forhold i feltet gjorde slik differensiering lite hensiktsmessig på dette stadium. Begge hovedtypene har glimmer som den mest synlige forurensning.



Figur 9. Hvitvitrende kvartsitt nederst og rustvitrende øverst



## 6.1 Hvitvitrende, hvit til lys grå kvartsitt

Denne kvartsitt-typen synes å dominere arealmessig i felt. På frisk flate er den hvit til lys grå, og den kan også dels ha en lys rosa til lys gul egenfarge. På vitret flate har den en ytre hvitbleket hud på 1- 2 cm, og denne nær hvite overflaten er den som gir Sauaksla-Melkfjell kvartsittene sitt flotte hvite utseende i felt. Lys glimmer er tydelig synlig disseminert i bergarten, og små rustflekker på friske flater finnes særlig i den litt gulrosa varianten.



Figur 10. Hvitvitrende kvartsitt (prøvepunkt DY 1A)

## 6.2 Rustvitrende, mellomgrå kvartsitt

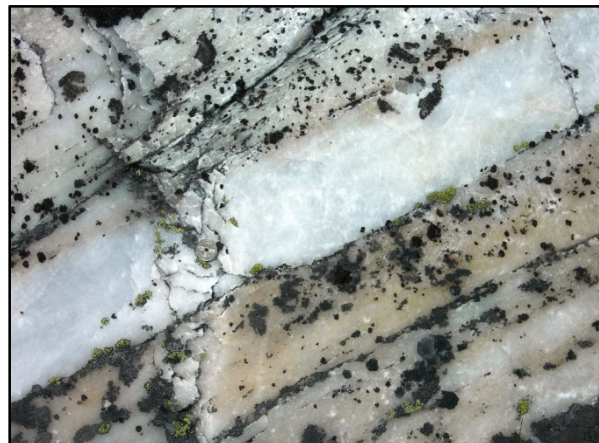
I flere partier av forekomsten opptrer en karakteristisk grå kvartsitt som har en markert rustvitrende omvandlingssone mot dagoverflaten og mot overflatenære sprekker. Kvartsitten fremtrer således i felt med en tydelig rødlig tone som skiller den tydelig fra den hvitvitrende typen. Rustsonen har gjerne en tykkelse på 1-3 cm. Mikroskopering viser at rødfargen skyldes utfelling av Fe-oksider som er avsatt på korn grenser, sprekker og riss i kvartskornene. Den rustende kvartsitt-varianten har et noe høyere jerninnhold enn den som ikke ruster.



Figur 11. Rustvitrende type (prøvepunkt DY5)

## 6.3 Hydrotermal kvarts

Tynne ganger av ren melkehvit hydrotermalkvarts opptrer sporadisk i forekomsten. Gangene som har en tykkelse på noen desimeter skjærer på tvers av primær lagning og er av sekundær opprinnelse. De har ingen volummessig betydning i en industriell driftssituasjon.



Figur 12. 10 cm bred hydrotermal kvartsgang som gjennomsetter kvartsitten



## 7. FORURENSNINGER I KVARTSITTEN, SYNLIG I FELT

### 7.1 Ikke kvarts mineraler

Glimmer er det mest synlige forurensende mineral i kvartsitten. Lys muskovittglimmer synes å være viktigst, men en del mørkere biotittisk glimmer er synlig. Glimmeret opptrer i de mer urene partier lett synlig som parallelle sjikt som viser foliasjonen i kvartsitten (figur 13). I storparten av de partier av forekomsten i åsryggen på sørsida av slettelandet som er topografisk egnet for dagbrudd, er imidlertid glimmerinnholdet ikke så høyt at slike foliasjonsplan er særlig synlige. I disse områdene opptrer glimmeret dels som små spredte glimmerkorn strødd ut inne i kvartsitten (best synlig i solskinn) og dertil ujevnt fordelt i stikk og flekker. (figur 14) .



*Figur 13. Kvartsittparti på slettelandet med lett synlig glimmerfoliasjon*

Hvit feltspat opptrer også i kvartsitten, men dette mineralet er vanskelig å se makroskopisk. Grafitt er stedvis synlig som flekker og slirer (figur 15).



*Figur 14. Kvartsitt med glimmeranrikt sjikt*



*Figur 15. Grafittflekker i rustvitrende kvartsittvariant.*



## 7.2 Ganger av andre bergarter i forekomsten

I likhet med kvartsittforekomstene ved Sauvatnan er også kvartsittbeltet ved Melkfjelltjønna partivis en del gjennomført av lyse pegmatittiske ganger og mørke amfibolittiske ganger. Amfibolittgangene synes å opptre i mindre hyppighet i Melkfjell-kvartsitten enn ved Sauvatnet. For pegmatittgangene synes forholdene å være relativt like i hyppighet innenfor de bedre deler av de to forekomstene. Den nordlige delen av Melkfjell-forekomsten på slettelandet øst for Melkfjelltjønna utpeker seg derimot negativt med stor dominans av pegmatittpartier.

### 7.2.1 Amfibolittganger

Melkfjell-kvartsitten ligger nær opp til den store Umbukta-gabbroen som dekker mange titalls kvadratkilometer i grenseområdet mot Sverige, og de mørke mafiske gangene som gjennomsetter kvartsitten har muligens tilknytning til denne.

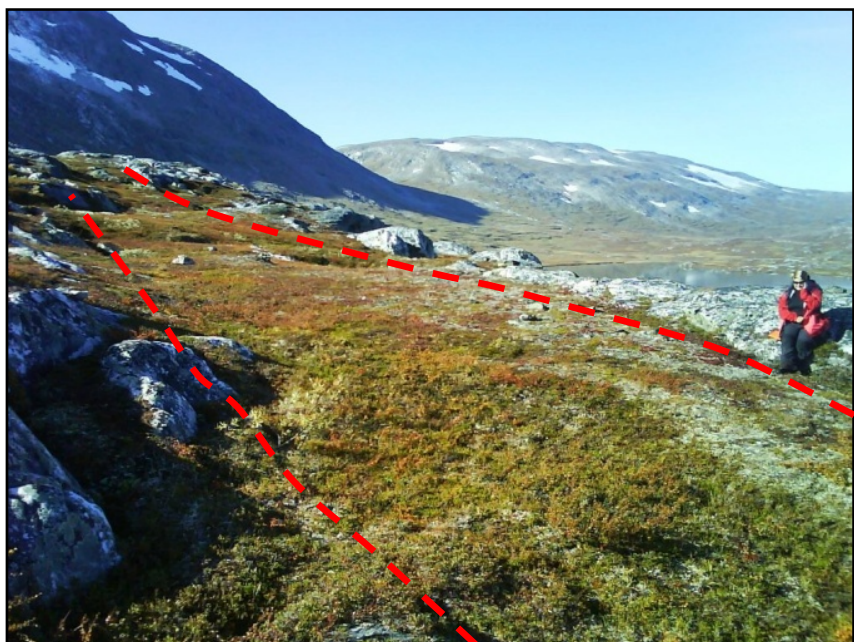
Gangene har høyt innhold av amfibol og betegnelsen amfibolittganger er nok dekkende. Gangene har mektigheter fra noen desimeter og opp til 5-10 m, og lengden varierer også fra noen meter og opp til 100 m eller mer.

Gangene har ulike retninger, men noen av de største er observert i retning nær øst-vest. Opptreden synes generelt å være lite systematisk og det kan se ut til at det er minst to generasjoner med retninger som skjærer hverandre.

Det kan ofte være vanskelig å se



Figur 16. Smal amfibolittgang



Figur 17. Stor amfibolittgang midt i forekomstfeltet



amfibolittgangene i terrenget i og med at de lettere eroderer enn den langt hardere kvartsitten og de kan således ha en tendens til å være mer eller mindre dekket av jordmasse og vegetasjon i forsøkninger. De forsøknede mørke gangene vil da lett bli visuelt underrepresentert i forhold til sin faktiske volummessige tilstedeværelse i kvartsittforekomsten, og et mer reelt bilde av mengdeforhold mellom kvartsitt og amfibolittganger vil først kunne etableres gjennom kjerneboringer.

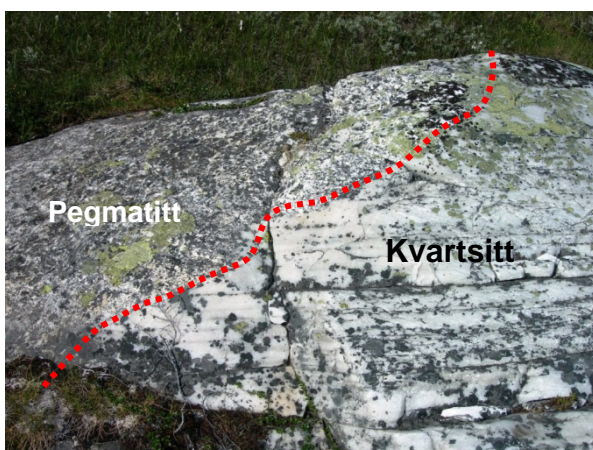
En tilstedeværelse av amfibolitt på mellom 3 og 5 % av forekomstvolumet kan indikeres på nåværende stadium, og det er vanskelig å peke ut områder som er mindre befengt med amfibolitt. Noe tiltakende intensitet kan imidlertid synes å være tilstede mot forekomstens sørgrense.

Amfibolittganger har normalt omtrentlig følgende kjemiske sammensetning:  
47 % SiO<sub>2</sub>, 15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 12 % CaO, 11 % MgO, 2 % Na<sub>2</sub>O, 2 % TiO<sub>2</sub>

### 7.3 Pegmatittganger

Lyse pegmatittkropper og ganger opptrer med varierende hyppighet i forekomstområdet. Pegmatittene, som nok er av kvartsdiorittisk/trondhemittisk sammensetning med natronfeltpat, kvarts og glimmer, har gjerne en kornstørrelse på 1-2 cm, og opptrer som både plane og mer uregelmessige foldete ganger. Tykkelsen på gangene er gjerne av desimeterstørrelse og opptil noen desimeter. På slettlandet øst for Melkfjelltjønnna er andelen pegmatittganger dominerende i store partier og gjør dette området helt uaktuelt for drift. Der terrenget begynner å stige på mot sør avtar pegmatittinnholdet og oppover lia og ryggen er innholdet beskjedent. Både tynne plane ganger og mer uregelmessige masser opptrer stedvis, og det vil være viktig å få skeidet ut disse i en eventuell driftssituasjon basert på produksjon til stykkvarts.

Trondhemittiske pegmatitter har normalt omtrentlig følgende kjemiske sammensetning:  
66 % SiO<sub>2</sub>, 15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4 % CaO, 4 % Na<sub>2</sub>O, 2 % K<sub>2</sub>O



Figur 18. Pegmatitt i venstre del av blotningen. Pegmatitten skjærer kvartsittens foliasjon.



Figur 19. Tynn pegmatittgang i kvartsitt.

## 8. STRUKTURGEOLOGISKE FORHOLD

Under feltundersøkelsene ble det raskt konstatert at det opptrer visuelt ulike kvartsitt-typer innenfor kvartsittformasjonen ved Melkfjelltjønnan. De to hovedtypene, den grå med rustfarget rødlig vitringshud og den lyse grå eller rosa med lys vitringshud har klart ulik primær opprinnelse i form av avsetningsvariasjoner da kvartssanden ble sedimentert. Og det var derfor ønskelig å kunne gjøre en viss kartlegging av disse ulike lagenes utbredelse i felt.

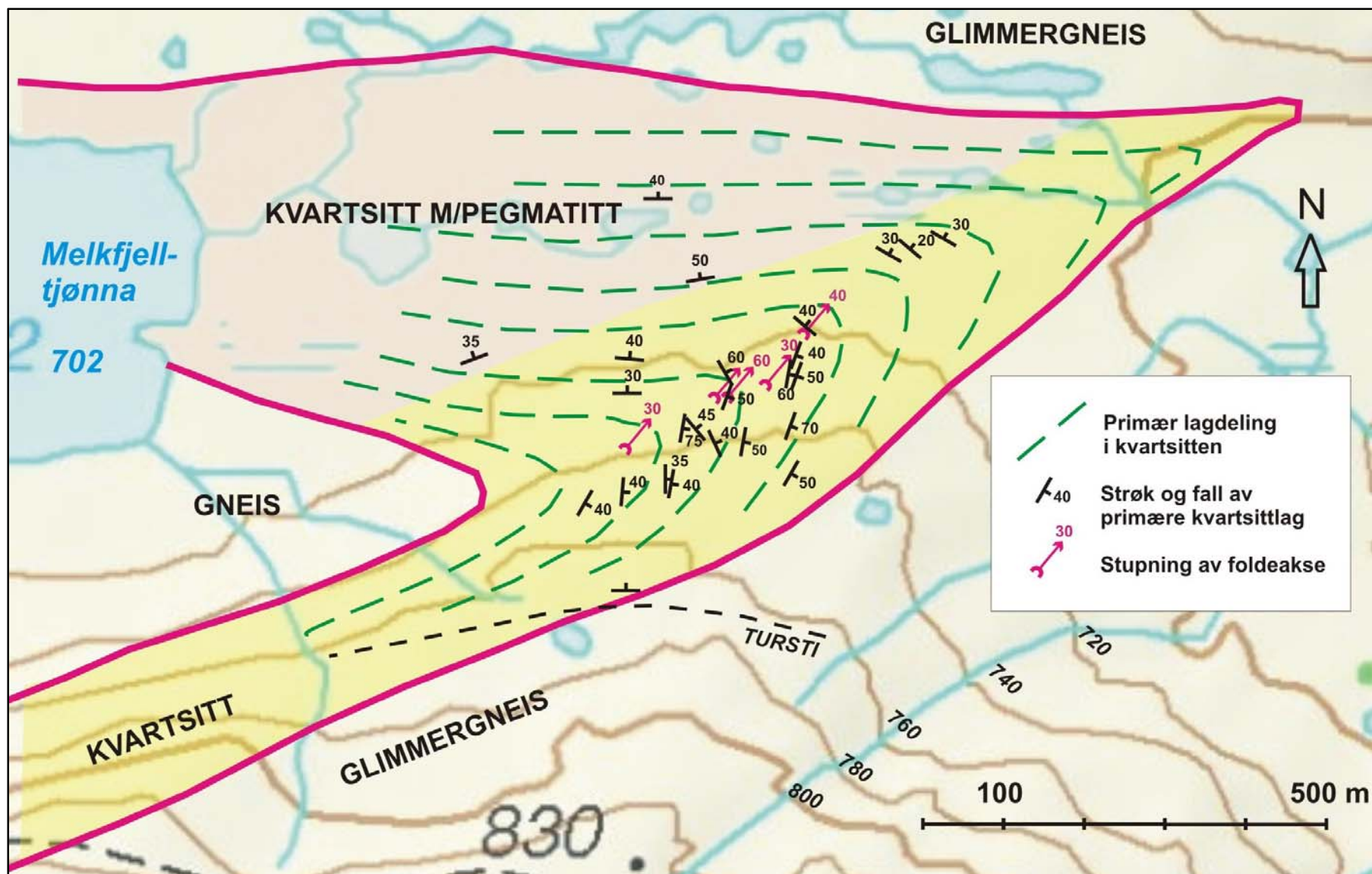
Kvartsitten i forekomsten viste seg imidlertid å være visuelt dominert av flere generasjoner oppsprekninger av ulike retninger. Fordi kvartsitten er såpass jevnt ren er det meget vanskelig å observere primær lagning eller forskifring langsetter denne. Den primære lagning er derfor i stor grad vanskelig å skille fra sekundær oppsprekningsretninger, og det var først i slutten av undersøkelsesperioden at lokalisering av sedimentære primærlag i en nøkkel-lokalitet like øst for prøvepunkt DY3 kunne gi oss ledetråden til feltets generelle strukturelle oppbygning (figur 20). De primære lagene der har retning som sammenfaller med benkningen på DY3 der øverste nivå utgjøres av hvitvitrende lys kvartsitt mens underliggende består av grå rustvitrende type. Benkningen skråner med et fall på 40° i sørlig retning.

Med basis i denne nøkkel-lokaliteten fikk man deretter konstatert at forekomsten domineres av en stor antyklinal med 30-40° stupning mot øst (figur 21-25). Den store bredden av kvartsitt utover slettelandet øst for Melkfjelltjønnan har da sammenheng med at kvartsittbenkene i den nordlige foldesjengkelen der ligger med slakt fall mot nord.

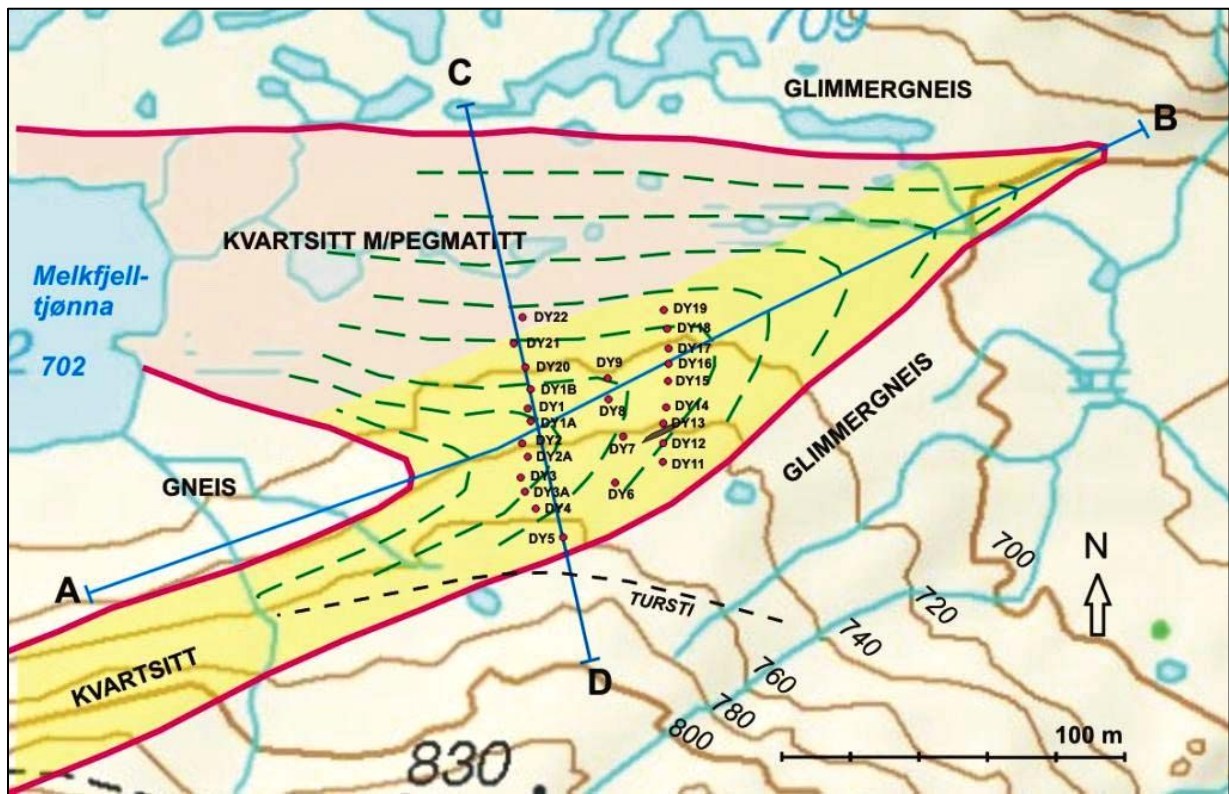


Figur 20. Nøkkelhorisont med primære sedimentærlag nær DY 3.

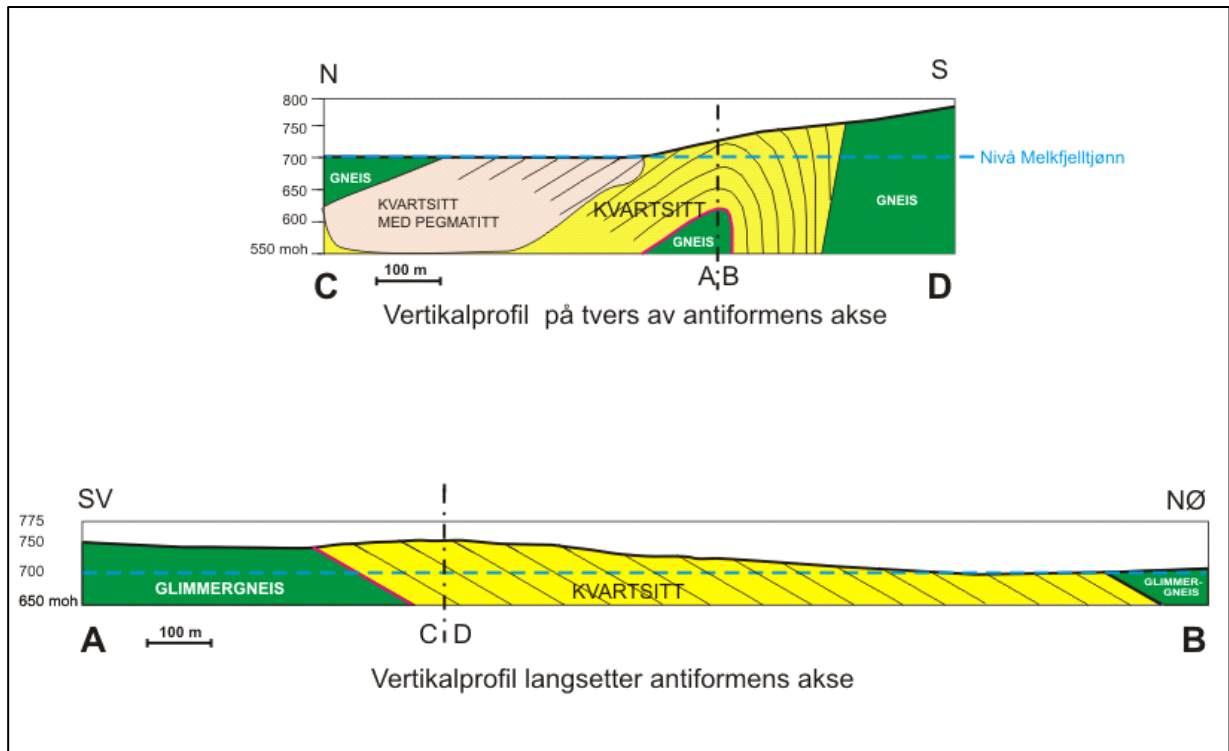




Figur 21. Aktuell del av forekomsten med strukturgeologiske målinger innlagt.

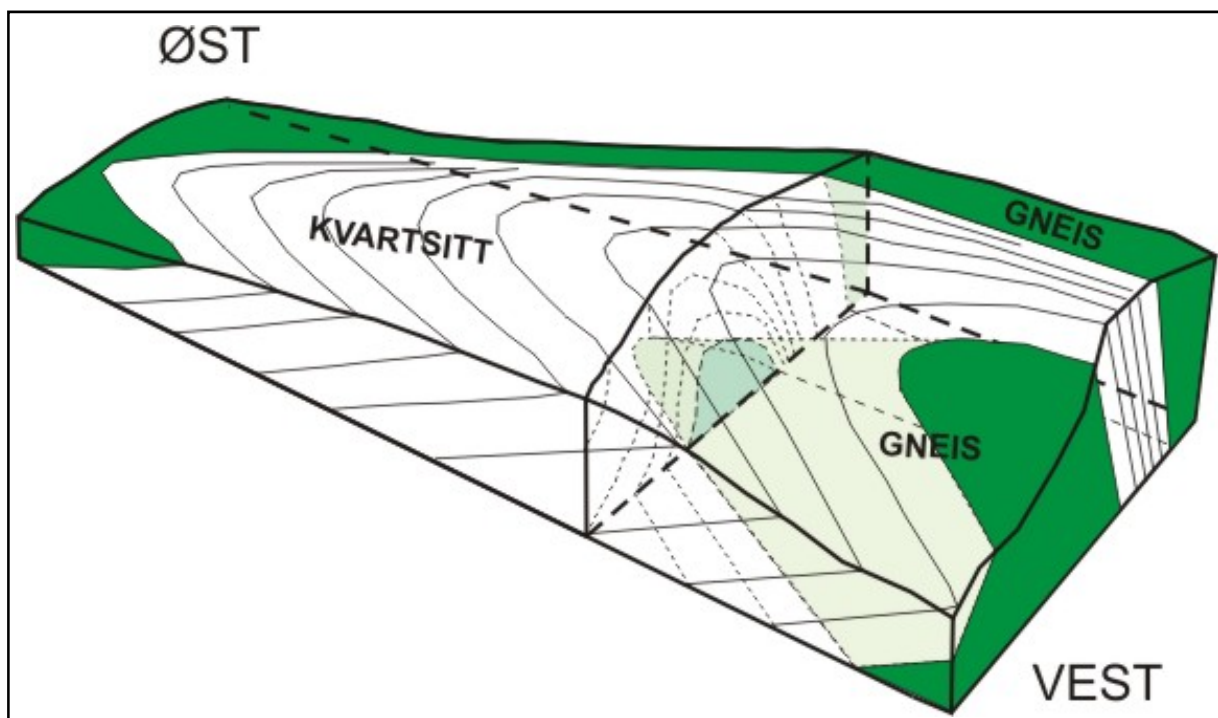


Figur 22. Kart over forekomsten med innlagte prøveprofiler.



Figur 23. Vertikalsnitt relatert til kartet over der profillinjene er inntegnet.





Figur 24. 3D-visualisering av forekomstens hovedfoldestructur, jfr. figur 22-24.

Det faktum at den overfoldede kvartsitten stuper mot øst medfører også at bergarten får sin østlige avslutning i et spisst foldekne ved den sørvestlige foten av Krabbfjellet. Ved rekognosering i dette området viste det seg også at det tidligere kartbildet på det berggrunnsgeologiske kartet (Mo i Rana 1:250 000) hvor kvartsitten fortsetter over toppen av Krabbfjellet ikke stemmer. Det

lyse bergartspartiet som opptrer over toppen der er i virkeligheten et belte dominert av pegmatitt. Mot vest i feltet ser vi tilsvarende på undersiden av den store kvartsittfoldning en ved en innbuktning av glimmergneis på sørsiden av Melkfjelltjønnna. Gneisen er der en hengbergart for kvartsitten.



Figur 25. Hoved-foldeombøyning i antiform nær DY16. Foldeaksen stuper her 40.°

## 9. PRØVETAKING

### 9.1 Saging med sirkelsag

Ved oppstart av undersøkelsene var det intensjonen å gjennomføre prøvetaking for kjemiske analyser ved hjelp av en bensindrevet bærbar sirkelsag med diamantblad. En slik sag var med hell tidligere blitt benyttet i felt på bløtere bergarter som for eksempel marmor og kleberstein.

Ved innledende prøvesaging viste det seg imidlertid snart at hard kvartsitt innebærer helt andre utfordringer både for sag og sag-fører (Geir Viken) enn forannevnte bergarter, og etter møysommelig utsaging av en meter lang sliss ble det besluttet å gjennomføre den videre prøvetakingen med reservealternativet i form av Pioner bormaskin og dynamitt.



Figur 26. Forsøk på prøvetaking med diamantsag

### 9.2 Utsprengning av prøver

Boring og sprengninger ble utført, og bortsett fra en brukket borstang og påkrevd etterforsyning av dynamitt, fenghetter og lunte, gikk utsprengning av prøver greit.

Prøvetakingen ble foretatt langsetter tre profiler i nord-sørlig retning, tilnærmet på tvers av forekomstens lengderetning. Avstanden mellom hver av profilene var omkring 100 m, og punktavstanden i de to ytterste profilene var på ca 25 m mens det midterste var på 50 m.



Figur 27. Boring med Pioner for sprengning av prøvepunkter.

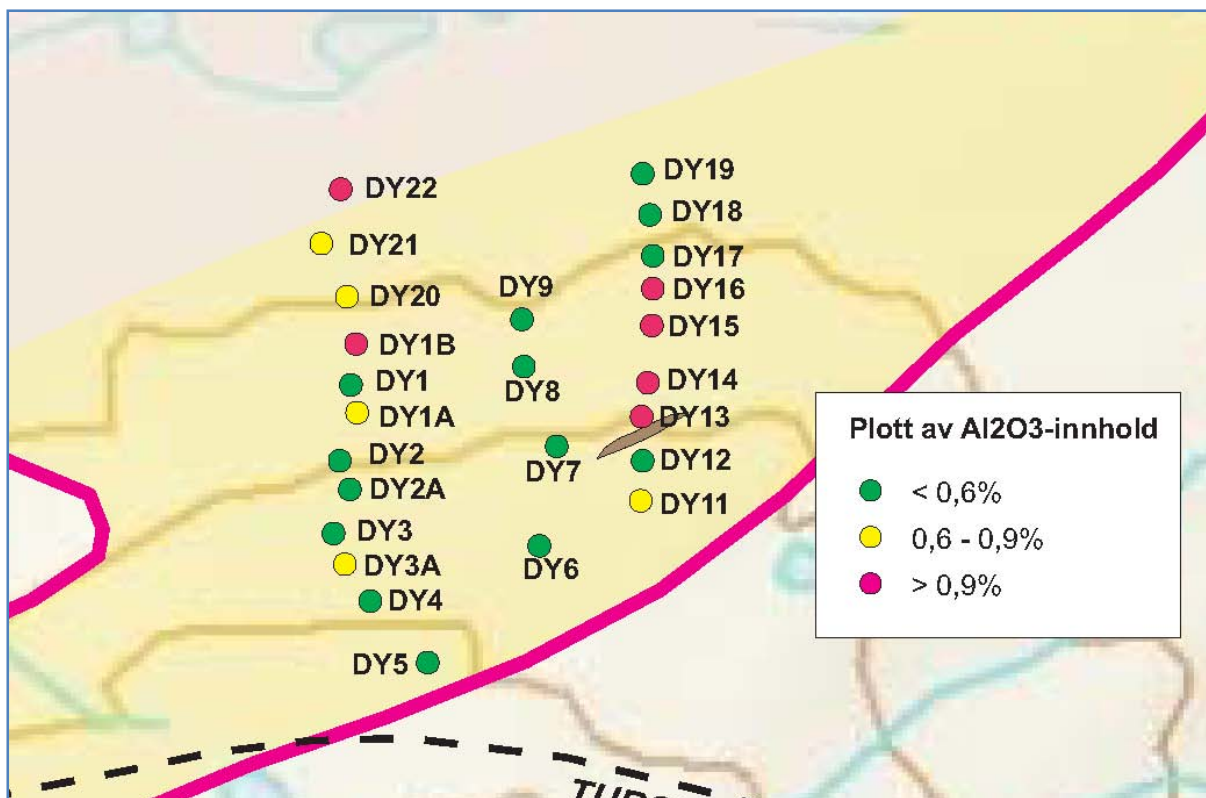


Totalt 25 prøvepunkter ble utsprengt. Det vestlige profilet var på 300 m's lengde, det midterste på 145 m og det østlige på 210 m. Dette dekker godt bredden av de mest interessante nivåene av kvartsittbeltet, og profilene ble lagt sentralt innenfor den mest interessante delen av forekomsten med tanke på kvaliteter og topografi. Sprengningsprøvene regnes å gi et godt bilde av kvalitet og variasjoner av kvartsitten på tvers av den primære lagningen.

Ved sprengninger kommer en godt under den ytterste forvittringshuden på kvartsitten, og eventuelle kjemiske endringer i overflaten kan greit utelukkes ved prøvetakingen. Fra hver sprengningslokalitet ble det plukket et par kilos samleprøve av mindre stykker for best mulig å kunne inkludere ulike kvalitetsvariasjoner av kvartsitten innenfor lokaliteten. I tillegg ble det tatt ut ekstra prøvemateriale fra noen lokaliteter for termiske tester, og det ble boret og sprengt ut omkring 1 tonn stein ved en lokalitet (DY2) for bruk til eventuelle videre testing i form av for eksempel rensforsøk.



*Figur 28. Utsprengt stor prøve ved DY2.*



Figur 29. Plott av Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-innhold i prøvene fra prøvestedene.

## 10. UTPRØVING AV BÆRBAR XRF

NGU har i de siste par sesonger hatt god erfaring med et nytt bærbart XRF-instrument (Niton XLp) for måling av elementinnhold av bergarter i felt. Dette ble brakt med i feltet og en rekke målinger ble utført. For lette elementer så som aluminium var instrumentet utrustet med en tilleggsmodul der heliumgass kunne pumpes inn ved analysevinduet. Ved målingene viste det seg at kvartsitten var såpass ren at innholdet av aluminium i stor grad lå under instrumentets deteksjonsgrense og selv jerninnholdet var i grenseland for det som var betryggende målbart. Etter en innledende utprøvsperiode ble derfor instrumentet konstatert uegnet for veiledende feltanalyser på denne forekomsten.



Figur 30. Utprøving av Niton bærbart XRF.

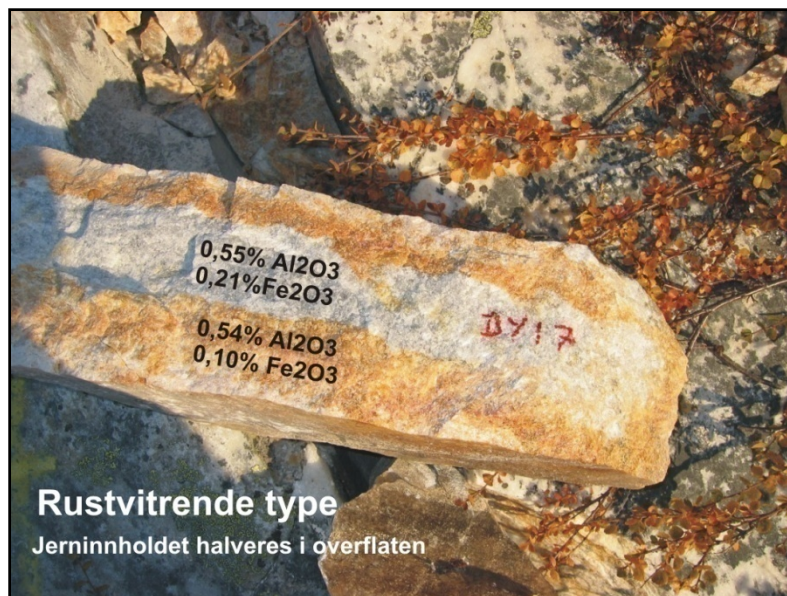


## 11. KJEMISKE ANALYSER

På grunn av kapasitetsproblemer ved NGU's laboratorium ble prøvene fra sprengningspunktene sendt til analyse ved ALS Chemicals i Canada. (Prøveprepareringen ble utført ved ALS lokalkontor i Sverige). Alle prøvene ble analysert på hovedelementer, og tre av prøvene ble også analysert på sporelementer. Som en oppfølging ble det pulveriserte materialet fra 4 av ALS-prøvene analysert ved NGU for å sammenligne resultatene fra de to laboratoriene. Analysene viser generelt bra overensstemmelse (se tabell 2), men titanverdiene fra ALS kan synes noe lave i sammenligning med NGU's. North Cape Minerals har analysert prøve DY2 og får med 0,038% TiO<sub>2</sub> omtrent samme titan-nivå som NGU.

Tabell 2. Hovedelementanalyser av 4 prøver analysert parallelt ved ALS i Canada og ved NGU.

Prøve id. *	SiO <sub>2</sub> [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	TiO <sub>2</sub> [%]	MgO [%]	CaO [%]	Na <sub>2</sub> O [%]	K <sub>2</sub> O [%]	MnO [%]	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [%]	Gl.tap [%]	Sum Hoved [%]
DY 2 NGU	98,2	0,474	0,428	0,030	<0,04	0,016	<0,1	0,131	<0,01	<0,01	0,005	99,4
DY2 ALS	98,5	0,51	0,38	<0,01	0,11	<0,01	0,02	0,12	0,01	0,013	0,01	99,67
DY 11 NGU	96,0	0,802	0,383	0,056	<0,04	0,016	0,26	0,137	<0,01	<0,01	0,073	97,7
DY11 ALS	97,79	0,83	0,32	0,02	0,1	<0,01	0,19	0,12	0,01	0,012	0,08	99,47
DY 19 NGU	97,1	0,564	0,744	0,036	<0,04	<0,01	0,12	0,121	<0,01	<0,01	0,073	98,8
DY19 ALS	97,83	0,58	0,68	<0,01	0,1	<0,01	0,05	0,11	0,01	0,012	0,08	99,45
DY 22 NGU	95,2	2,60	0,514	0,022	<0,04	0,198	1,03	0,280	<0,01	<0,01	0,041	99,9
DY22 ALS	94,79	2,66	0,43	<0,01	0,08	0,18	0,88	0,25	0,01	0,012	0,05	99,35

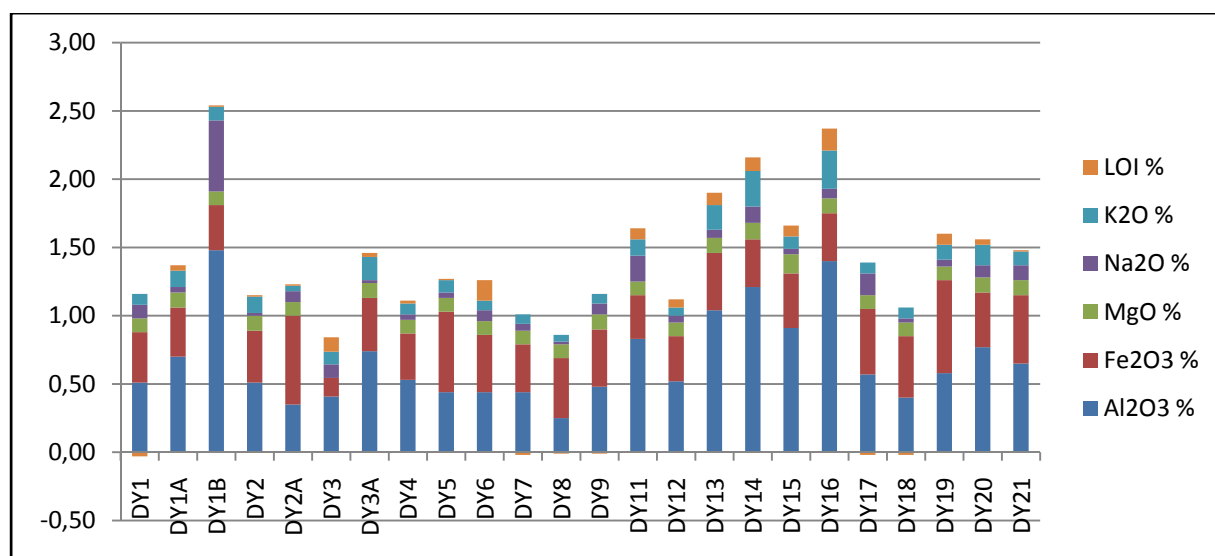


Figur 31. Jerninnholdet halveres i forvitringssonen på den rustvitrende kvartsittvarianten.

Tabell 3. Kjemiske hovedelementanalyser av de utsprengte prøvene.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI
PRØVE	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
DY1	97,54	0,51	0,37	<0.01	0,10	0,10	0,08	<0.01	0,01	-0,03
DY1A	98,32	0,70	0,36	<0.01	0,11	0,04	0,12	0,01	0,02	0,04
DY1B	96,67	1,48	0,33	0,07	0,10	0,52	0,10	<0.01	0,02	0,01
DY2	98,50	0,51	0,38	<0.01	0,11	0,02	0,12	<0.01	0,01	0,01
DY2A	98,32	0,35	0,65	<0.01	0,10	0,08	0,04	<0.01	0,02	0,01
DY3	98,50	0,41	0,14	0,01	<0.04	0,10	0,09	0,03	<0.01	0,11
DY3A	98,25	0,74	0,39	<0.01	0,11	0,02	0,17	<0.01	0,01	0,03
DY4	98,30	0,53	0,34	<0.01	0,10	0,04	0,08	<0.01	0,01	0,02
DY5	98,53	0,44	0,59	<0.01	0,10	0,04	0,09	<0.01	0,01	0,01
DY6	98,59	0,44	0,42	<0.01	0,10	0,08	0,07	<0.01	0,01	0,15
DY7	97,99	0,44	0,35	<0.01	0,10	0,05	0,07	<0.01	0,01	-0,02
DY8	98,27	0,25	0,44	<0.01	0,10	0,02	0,05	<0.01	0,02	-0,01
DY9	98,56	0,48	0,42	<0.01	0,11	0,08	0,07	<0.01	0,02	-0,01
DY11	97,79	0,83	0,32	<0.01	0,10	0,19	0,12	0,02	0,01	0,08
DY12	98,59	0,52	0,33	<0.01	0,10	0,05	0,06	<0.01	0,01	0,06
DY13	98,00	1,04	0,42	<0.01	0,11	0,06	0,18	0,03	0,02	0,09
DY14	97,39	1,21	0,35	0,02	0,12	0,12	0,26	0,04	0,02	0,10
DY15	96,80	0,91	0,40	0,03	0,14	0,04	0,09	0,03	0,02	0,08
DY16	96,89	1,40	0,35	0,01	0,11	0,07	0,28	0,07	0,02	0,16
DY17	98,46	0,57	0,48	<0.01	0,10	0,16	0,08	<0.01	0,02	-0,02
DY18	98,76	0,40	0,45	<0.01	0,10	0,03	0,08	<0.01	0,02	-0,02
DY19	97,83	0,58	0,68	<0.01	0,10	0,05	0,11	<0.01	0,01	0,08
DY20	98,12	0,77	0,40	<0.01	0,11	0,09	0,15	0,01	0,02	0,04
DY21	98,25	0,65	0,50	0,02	0,11	0,11	0,10	<0.01	0,01	0,01
Gj.snitt	98,05	0,67	<0,41	~0,02	0,11	0,09	0,11	~0,02	0,02	
Gj.sn eks. DY13-16	98,21	0,58	<0,42	~0,02	0,11	0,09	0,09	~0,02	0,02	
DY22	94,79	2,66	0,43	0,18	0,08	0,88	0,25	<0.01	0,01	0,05

Tabell 4. De kjemiske analysene plottet i histogrammer.





## 11.1 Kommentarer til analyseresultatene

XRF analysene fra sprengningsprøvene viser at det er en god del variasjon i renheten av kvartsitten innen forekomsten.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -innholdet varierer for eksempel fra 0,25 % i DY8 til godt over 1 % i noen prøver. (Punkt DY22 ligger utenfor det mest interessante området). Hovedtyngden av prøvene har en verdi på mellom 0,4 og 0,6 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , og gjennomsnittet av analysene (ekskl. DY22) gir 0,67 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Dette er verdier som er noe bedre enn gjennomsnittsverdien på 0,79 % fra ulike prøvetakinger i Sauvassforekomstene (se vedlegg 6). Til dette skal også bemerkes at det ved uttak av 360 tonn kvartsitt for smeltforsøk i 1993 ble konstatert et gjennomsnittlig  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -innhold på 0,47 % etter håndskedning av materialet. Sistnevnte verdi harmonerer brukbart med gjennomsnittsverdier fra DY-prøvene om en luker ut partiet DY13-16. Da kommer en ned i et gjennomsnitt på 0,58 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Verdiene fra sprengningsprøvene kan synes uforholdsmessig høye på aluminium i forhold til analysene fra de prøvene som NGU samlet inn fra forekomsten i 2004, i og med at  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -verdien den gang var på 0,35 % i gjennomsnitt av 5 prøver. Til forklaring på dette kan bemerkes at prøvene den gang ble tatt ut i løpet av en kortere befarings tur der man nok la mest vekt på å samle prøver fra utseendemessig pene partier slik at man fikk en pekepinn på hva forekomsten optimalt kunne være god for. Noe skikkelig gjennomsnittsprøvetaking var det ikke tidsmessige muligheter for under befarings turen før helikopteret returnerte, og kun den ene prøven på 0,93 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  fra den gang påpekte tilstedeværelse av mer urene partier. Ved uttak fra sprengprøvene i høst ble det lagt vekt på å prøve å samle et godt gjennomsnitt av den utsprengte masse fra hvert prøvepunkt.

Når det gjelder Fe-innholdet, så viser ALS-analysene høyere verdi enn de tidligere NGU-analysene. Det kan skyldes at ALS har benyttet stålmøller ved prøveprepareringen som kan forurense prøven ved noe tilførsel av jernholdige fragmenter fra prepareringen. NGU benytter agatmøller, og vil derfor få et noe lavere jerninnhold i analysene.

Analyse av DY3 (0,14 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) og noen analyser av enkeltstoffer (0,1-0,3%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) nå med NGUs nye XRF indikerer at jernanalysene fra ALS trolig ligger dobbelt så høyt som det virkelige nivået i kvartsitten. Et gjennomsnitt omkring 0,2 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  kan således være nærmere det faktiske nivå i forekomsten. For uttak til FeSi-produksjon har ikke dette vesentlig betydning og både NGU- og ALS-verdiene er i den sammenheng tolerable.

Ved uttak til stykkkvartsprodukter fra Melkfjell-forekomsten vil man måtte regne med noe variasjoner i den kjemiske kvaliteten og et gjennomsnitt bedre enn 0,5-0,6%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  på selve kvartsitten kan synes vanskelig å forvente. Ved knusing vil nok noe mer forurensende mineraler gå i finstoffet, og en reduksjon av  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -innhold på omkring 0,1 % fra råstoff og til utsiktet stykk-fraksjon vil trolig kunne skje.

Som et særlig viktig moment ved vurdering av produktkjemi ved eventuell drift på Melkfjell-kvartsitten kommer selvsagt innslag av amfibolitt- og pegmatittganger. Som en ser av den kjemiske sammensetning av amfibolitter og pegmatitter så skal det svært lite innslag av disse i brytningsproduktet før det får markert betydning for kjemien.

Eksempelvis vil en innblanding på 1 % amfibolitt tilsvare 0,15 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og 0,1 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mens 1 % trondhemittisk pegmatitt tilsvarer 0,15 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og 0,05 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Den mørke amfibolitten kan nok i stor grad være mulig å sortere unna fra den hvite kvartsitten i driften, men pegmatitten har liten kontrast til kvartsitten og vil være vanskeligere å selektere ut.

Optisk sortering vil være relevant å vurdere for å minimalisere innvirkning fra de ikke-kvartsittiske bergartene. Til sammenligning kan da nevnes at etter at de 300 tonn kvartsitt som Rana Metall tok ut ved Sauvatnet i 1993 fikk sitt  $Al_2O_3$ -innhold redusert fra 0,90 % til 0,47 % ved håndskedning av materialet (utgangstallet er ekstra høyt grunnet innslag av ikke-kvartsittmaterialet ved uttaket under vinterforhold).

## 12. ANALYSE AV KVARTSGITTERET MED LASERABLASJON

For å kunne bestemme eventuelle gitterbundne forurensninger i selve kvartsen var det aktuelt å gjøre analyser med NGU's LA-ICP-MS\* der prøven blir beskyttet med en laserstråle som fordamper materialet for analyse med et massespektrometer. Krateret etter strålen er på 0,02 x 0,02 mm.

Vi har analysert på 4 ulike tynnslip fra forekomsten (tabell 4). Flere av elementene har pene lave verdier, men titan og fosfor er forhøyet i noen analyser. Det høye titaninnholdet i to av analysene forårsakes av at strålen har truffet en rutilnål som har kommet med i analysen, og dette tallet indikerer at en må forvente et relativt høyt titan-nivå også i nedmalt og prosessert kvarts fra forekomsten. Tilsvarende for fosfor der strålen tydeligvis har påtruffet finkornet apatitt som er til stede i kvartsitten.

Tabell 5. Punktanalyser av kvartskorn med laserablasjon (ICP-LA-MS)

	Li	Al	P	Ti	B	Fe	Mn	Na	K	Ca
47741-A	2,8	7,5	10,3	95,7	1,7	<1,1	0,25	14,4	3,1	22,6
47741-B	1,8	7,9	<5,0	7,3	1,5	<1,1	<0,18	27,3	<2,8	<16,0
DY-11-A	-0,11	6,86	4,53	7,87	1,95	0,00	0,12		2,16	
DY-11-B	1,18	11,17	-1,35	8,76	0,72	0,00	0,32		1,11	
DY-3-1-A	0,89	2,14	6,10	2,09	0,50	0,62	0,32		1,65	
DY-3-1-B	2,19	7,08	2,51	5,59	0,47	0,51	0,34		-1,00	
DY-3-2-A	0,51	25,31	3,30	28,86	0,43	0,24	0,11		-1,78	
DY-3-2-B	1,25	5,75	3,45	7,75	0,35	-0,18	0,19		0,67	

\* Laser induert – koplet plasma – massespektrometer.

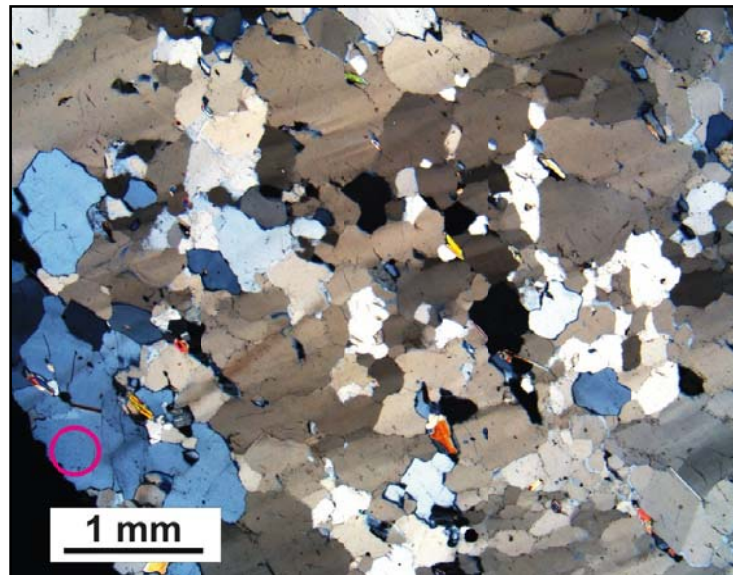


### 13. MIKROSKOPERING

Tynnslip fra forekomsten er mikroskopert med optisk polarisasjonsmikroskop. Noen slip er også blitt undersøkt ved elektronmikroskop – scanning electron microscope - forkortet SEM.

#### 13.1 Kvartskornene

Mikroskoperingen viser at bergarten er en fullstendig rekrystallisert kvartsitt der de opprinnelige rundete sandkornene er erstattet av nykrystalliserte kvartskorn der kornene har vokst inn mot hverandre til såkalt anhedral kornform (uten utviklede krystallflater). Kvartsitten er fin- til middelskornet med kornstørrelser i området 0,1-2 mm og med dominerende kornstørrelser omkring 0,3-1 mm.

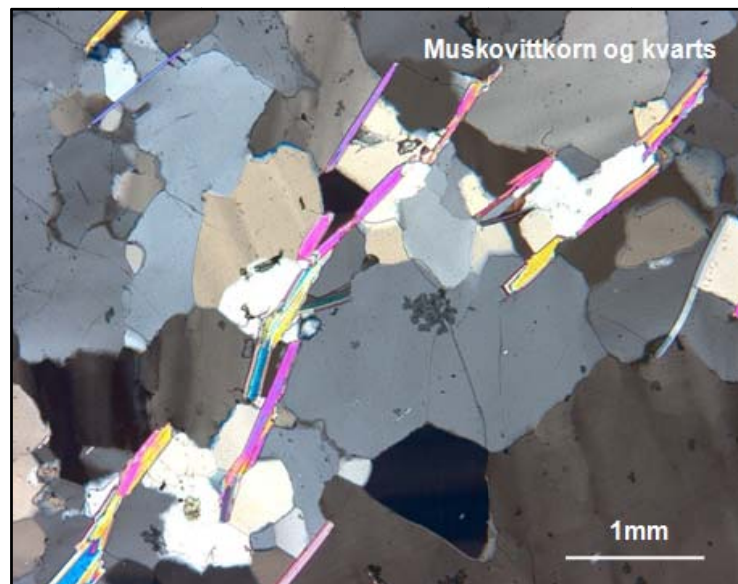


Figur 32. Tynnslipfoto fra optisk mikroskop. Noen glimmerkorn er synlige blant kvartskornene. Fra prøvested DY2. Ring markerer nedre kornstørrelse for prosessering.

#### 13.2 Andre mineraler i selve kvartsitten:

##### 13.2.1 Glimmer

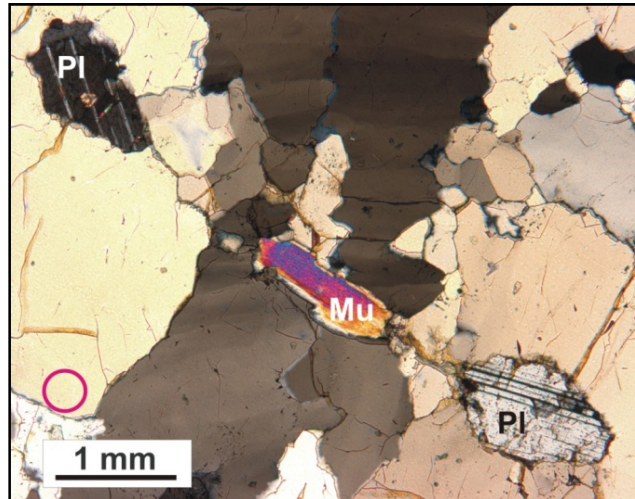
Det lettest synlige forurensende mineralet i kvartsitten er glimmer, både makroskopisk og mikroskopisk. Det er først og fremst en lys muskovitt-glimmer ( $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH},\text{F})_2$ ) som opptrer, men noe innslag av mørkere biotitt-glimmer ( $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH},\text{F})_2$ ) kan også observeres i tynnslip. Muskovitten opptrer spredt omkring i kvartsitten og har normalt en kornstørrelse på opptil 0,5 mm, stedvis opp mot 2 mm lange flak. Den opptrer hovedsakelig langs korngrenser mot kvartskorn. Partivis kan det også opptre noe finkornet muskovitt/serisitt inne i kvartskornene, men dette er av underordnet betydning i forhold til den grovere hovedopptreden. De kjemiske analyser indikerer at glimmer utgjør omkring 1 % av kvartsitten i feltet. Semikvantitative analyser med elektronmikroskop viser følgende kjemi av muskovitten i kvartsitten: 55 %  $\text{SiO}_2$ , 30 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 7 %  $\text{K}_2\text{O}$ .



Figur 33. Muskovittlister sammen med kvarts

### 13.2.2 Feltspat

Foruten glimmer er feltspat det dominerende ikke-kvartsmineral i forekomsten. I tynnslip kan sees plagioklas-feltspat med tvillinglameller, og i følge analyser med elektronmikroskop dreier det seg om albitt-plagioklas eller natronspat som det vanligvis betegnes i industrien. Den kjemiske formelen er  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ . Albitten opptrer som 0,1-2 mm store korn. De kjemiske XRF-analysene indikerer at natriuminnholdet tilsvarer et albittfeltspatinnhold på litt under 1 volum % som gjennomsnitt i sprengprøvene. Feltspaten ser stort sett meget uren ut i mikroskop, med inneslutninger av glimmer og jernholdige mineraler. Mineralet kan derfor ikke ansees som et relevant biprodukt ved eventuell prosessering av bergarten. Semikvantitative analyser med SEM gir følgende kjemi på feltspaten: 7 % Na, 8 % Al, 33 % Si, 51 % O.

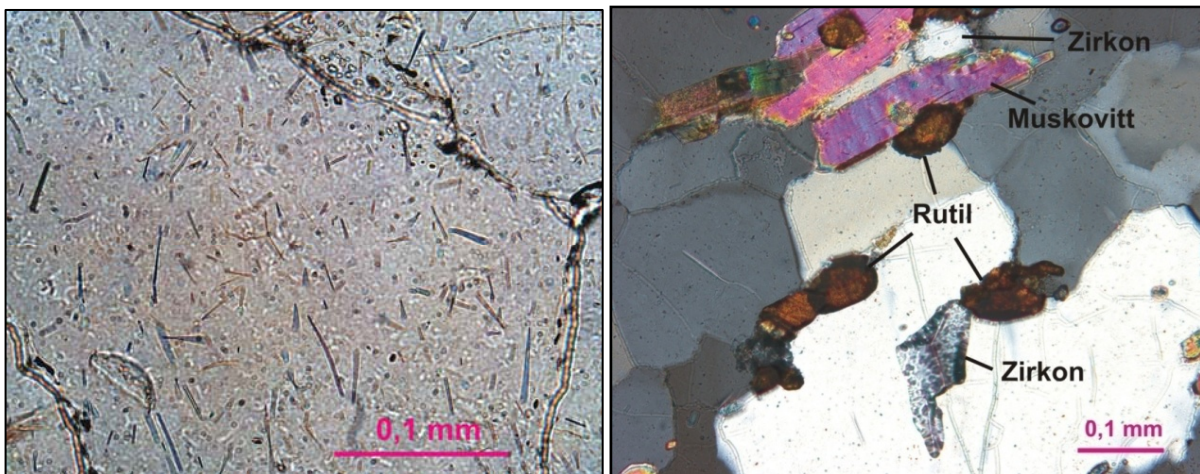


Figur 34. To feltspatkorn (pl) og et muskovittkorn (mu), foruten kvarts.

### 13.2.3 Rutil ( $\text{TiO}_2$ )

Rutil opptrer i to hovedtyper. Den ene varianten er tynne nåler som er nærmest drysset utover i kvartskornene. De har en lengde på opptil 0,5 mm og en tykkelse på kun omkring 1 mikron. Hyppigheten av disse nålene varierer en del, men nålene er til stede i alle kvartssittvarianter i feltet og til dels er hyppigheten relativt stor (se eksempel i figur 35). På grunn av at denne rutiltypen er utviklet internt i de enkelte kvartskornene innebærer det at disse ikke lar seg fjerne ved nedmaling og rensing av kvartssitten, og et forhøyet titaninnhold vil derfor komme i sluttproduktet.

Den andre rutiltypen opptrer som litt grovere korn (opptil 0,1 mm) som gjerne opptrer i aggregater sammen med muskovitt og feltspat. De opptrer i liten grad inne i kvartskornene men kan forekomme som enkeltkorn langsetter kornrensene til kvartsen.



Figur 35. Venstre tynnslipbilde viser tynne rutilnåler intern i kvartskornene; høyre viser større rutilkorn, samt zirkon og muskovitt.



#### 13.2.4 Apatitt

Apatitt opptrer som små korn (10-50 µm). De ligger gjerne sammen med glimmerkorn, og dels innesluttet i muskovitten.

#### 13.2.5 Grafitt

Enkelte steder er det synlig mørke grå render og aggregater, og i sprengprøve DY9 ble det påtruffet markerte dendrittiske (forgrenede) aggregater av et svart mineral (figur 15). Undersøkelser i mikroskop viser at dette er grafitt.

#### 13.2.6 Zirkon

Mineralet zirkon er påvist i små mengder både i kjemisk analyse og ved mikroskopering (optisk og SEM) Det har en kornstørrelse på opptil 50 µm, og opptrer gjerne sammen med rutil (figur 36).

#### 13.2.7 Monazitt

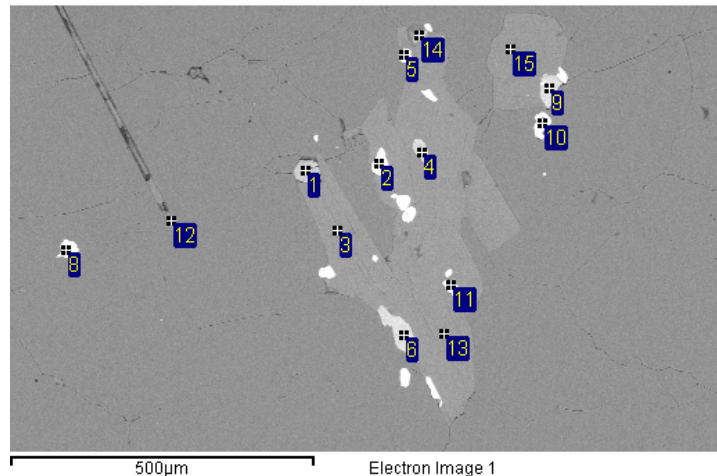
Med SEM ble det påvist sporadiske små korn (10 µm) av et fosfatmineral som inneholder elementene Y, Ce, La og Nd foruten P. Dette kan være mineralet monazitt.

#### 13.2.8 Svovelkis/pyritt

Et mineral inneholdende svovel og jern er påvist i enkeltkorn på SEM. Mineralet har en kornstørrelse på opptil 0,3 mm og er nok hovedbærer av det beskjedne svovelinnholdet som er påvist i NGU's XRF-analyser.

#### 13.2.9 Kromitt

De kjemiske analyser viser også tilstedeværelse av Cr i små mengder (10-20 mg/kg); som indikasjon på mineralkorn av kromitt.



Figur 36. Backscatterbilde fra SEM. Merkede mineralfaser angitt med kjemisk analyse i tabellen. (Bildet er gjengitt større i vedlegg 3).

Tabell 6. Semikvantitative analyser (i %) av de enkelte mineralfaser avmerket i figur 36.

	O	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Zr	Ag	La	Ce	Nd	
1	46.9	0.7	9.2	14.7			25.3								Apatitt
2	39.0	2.0	11.5	10.5							1.5	9.4	15.6	6.6	Monazitt
3	49.0	17.6	26.9			6.6									Muskovitt
4	51.8	2.0	8.7			0.8		36.7							Rutil
5	37.9	1.0	17.8							37.8					Zirkon
6	50.4	1.3	9.3			0.7		38.3							Rutil
8	45.6		29.0		6.5				13.7						Pyritt
9	50.9	1.0	10.6					37.4							Rutil
10	38.9	0.9	12.3	10.0		0.7						7.6	17.1	6.9	Monazitt
11	41.0	1.6	18.2							39.3					Zirkon
12	50.8	15.3	28.0			5.9									Muskovitt
13	49.8	16.3	26.7			7.2									Muskovitt
14	53.2	0.8	15.9					25.2							Rutil
15	50.2	16.2	26.4			7.2									Muskovitt

Tabell 7. Mengdeinnhold av de ulike forurensende mineraler i Melkfjell-kvartsitten, beregnet på basis av kjemiske gjennomsnittsanalyser av prøvene. Alle verdier i vekt %.

XRF	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Zr	S	Cr
Gj.snitt (Variasjon)	<b>0,11</b> (0,04-0,26)	<b>0,09</b> (0,02-0,52)	<b>0,015</b> (0,012-0,028)	<b>0,02</b> (<0,01-0,07)	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>
<b>Tilsvarende</b>	<b>følgende mineral- innhold:</b>						
Muskovitt	<b>0,9</b> (0, 3-2,2)						
Albitt-feltspat		<b>0,8</b> (0,2-4,7)					
Apatitt			<b>0,04</b> (0,03-0,08)				
Rutil				<b>0,02</b> (<0,01-0,07)			
Zirkon					<b>0,006</b>		
Pyritt						<b>0,004</b>	
Kromitt							<b>0,002</b>

### 13.3 Væskeinneslutninger

Væskeinneslutninger opptrer hyppig langs korn grenser og i underordnet grad også langs plan internt i kvartskornene. Inneslutningene har en størrelse på opp mot 0,01 mm.

NGU har tidligere undersøkt væskeinneslutninger i ulike norske forekomster og i den forbindelse er det konstatert at omvandlingstemperatur av Melkfjellkvartsitten (peak metamorphism) er mellom 466 og 506°C (A. Müller pers. medd).



Figur 37. Tynnslipbilde som viser tog med væskeinneslutninger.



## 14. TERMISKE TESTER

3 prøver fra forekomsten er blitt sendt til Molab AS for testing av termisk stabilitet. Prøvene har der blitt glødet ved 1300°C i 1,5 t. Etter avkjøling siktes prøvene på 2, 4, 9.5 og 20 mm sikt. Fraksjonene slås deretter sammen og tromles, før prøven på nytt siktes. Molab inndeler i 3 kvalitetskategorier, avhengig av hvor mye prøven fragmenteres og produserer finstoff. Kvalitetskriteriene er gjengitt i tabell 8.

**Tabell 8. Kvalitetskriterier for termisk test.**

Kvalitet	Termisk stabilitetsindeks
A	80-100 (God)
B	70-79 (Middels)
C	< 70 (Dårlig)

De 3 testede prøvene kom ut med verdiene 84,7, 86,6 og 86,7, dvs alle i klasse A. Detaljene fra testene kan sees i vedlegg 5.

Da Rana Metall undersøkte kvartsitten i Sauaksla-området på 90-tallet gjennomførte firmaet ovnskjøring i full skala ved Ila Lilleby smelteverk på et 300 tonns prøveparti. Resultatet var entydig positivt (Wanvik 2001).

## 15. FOREKOMSTENS UTBREDELSE OG MULIGE VOLUMER

Kvartsittbeltet ved Melkfjellet strekker seg i flere kilometers lengde fra foten av Krabbfjellet i øst og over Melkfjellet og videre vestover (figur 3). Østsiden av Melkfjellet er imidlertid alt for bratt for dagbruddsdrift, og den maksimale lengde i mer slakt terreng østover dreier seg om mellom 1 og 1,5 km med kvartsitt. Bredden ligger gjerne omkring 200 m og dette tilsvarer potensielle kvanta på omkring 5 millioner tonn for hver 10 m avsenkning.

Kvartsittbeltet øst for Melkfjellet er foldet i en antiformal som stuper mot øst med en fall på omkring 30 grader slik at kvartsittlagpakken forsvinner under gneisbergarter ved foten av Krabbfjellet. Kvartsitten står steilt i sør og oppover mot vest i retning av Melkfjellet. I disse områdene synes kvartsittens dyp å være stor, trolig flere hundre meter.

For praktisk dagbruddsdrift er det neppe særlig aktuelt å senke seg ned lavere enn flateområdene på omkring 700 m og på basis av dette kan vi regne at kvartsitten innenfor det mest aktuelle driftsområdet har en omtrentlig gjennomsnittsdypde på 30-40 m. Dette tilsvarer da kvartsittvolumer på til sammen 15-20 millioner tonn. Ved bryting av en del gråberg og dagbruddsdrift lavere enn 700 moh. vil en kunne kalkulere med ytterligere kvanta.

## **16. FORHOLD AV SÆRLIG BETYDNING FOR OPPREDNING AV KVARTSITTEN.**

Av viktighet for eventuell nedmaling og prosessering av kvartsitten er to forhold særlig relevante.

### **1. Kornstørrelse**

Kvartskornene har i grove trekk en kornstørrelse som varierer fra 0,1 og til 2 mm. Midlere kornstørrelse synes å ligge i området 0,3-1 mm og 0,5-0,7 mm kan være et aktuelt estimat for dominerende middelverdier. (Tana kvartsitt er til sammenligning mer finkornet med kornstørrelser 0,1-0,5 mm og middel omkring 0,3 mm)

### **2. Rutilnåler**

All kvarts i forekomsten inneholder noe rutilnåler. Gjennomsnittlig er innholdet betydelig, og disse nålene lar seg ikke unngå ved oppredning. Titaninnholdet som dels også skriver seg fra den mer grovkornede rutilvarianten kan trolig ikke forventes å komme ned under 0,01%  $\text{TiO}_2$  for nedmalt og oppredet kvarts.

## **17. SAMMENDRAG OG VIDERE ANBEFALINGER**

Feltundersøkelsene av Melkfjellet kvartsittforekomst ble gjennomført i løpet av planlagt tidsperiode på vel en uke, og uttak av prøvemateriale ved sprengninger og nedfrakting med helikopter var vellykket. Den geologiske kartleggingen fastslo forekomstens hovedtrekk og avslørte at kvartsittbeltet er foldet i en stor antiformal innenfor forekomstområdet.

Kvartsittene er av lignende type som den kvartsitten som tidligere er undersøkt av Rana Metall ved Sauaksla lengre vest. Den er av god termisk kvalitet og selv om analyser viser at den kjemiske kvaliteten er noe varierende, holder de dominerende partiene en kvalitet som er tilfredsstillende for kvartsitttråstoff til standard ferrosilisium; med et indikert gjennomsnittlig  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -innhold på omkring 0,6 %. Forekomsten inneholder omkring 15 – 20 millioner tonn innenfor det aktuelle driftsområdet. Ytterligere kvanta er tilgjengelig mot dypet.

Kvartsittfeltet er noe gjennomsatt av amfibolittganger som må håndteres ved et eventuelt uttak i dagbrudd. Den nordlige del av feltet har høyt innhold av pegmatitt/trondhemittganger, men den sørlige del av feltet har beskjedent innslag av slike ganger. Mengdeforhold mellom amfibolittganger og kvartsitt er vanskelig å anslå i felt, dels pga overdekning, men mellom 3 og 5 % amfibolitt kan indikeres. Sikrere verdier for dette kan først fastlegges gjennom kjerneboringer.

Kvartsittens kvalitet i feltet varierer noe og mer kartlegging og prøvetaking vil være relevant for å kunne få en bedre oversikt over kvalitetsvariasjonene i feltet. Her vil selvsagt kjerneboringer gi de mest veiledende resultater gjennom kontinuerlige snitt og tilhørende analyser. Et eventuelt kjerneboringsprogram vil kompliseres av at kvartsitten er foldet og grundig innsikt i kvalitetsvariasjoner og oppreden av forurensende ganger av amfibolitt og pegmatitt vil nok kreve mer kjerneboringer enn om forekomsten var av en enklere oppbygning. Et forenklet borprogram vil imidlertid kunne gi gode informasjoner om forekomstens driftsmessige potensiale.



## 18. REFERANSER

- Gustavsson.M og Gjelle. S. 1991: Berggrunnskart MO I RANA, M 1:250.000 Norges geologiske undersøkelse.
- Lund, B. 1996: Sauaksla kvartsitt, Rana. Rapport 96.019. Norges geologiske undersøkelse.
- Sneltveit, H.S., Hansen, T.Chr. 1978. Manuskart Kalvandet. 1:50.000.  
Original nr. 060/99-00A. Kartarkivet. Norges geologiske undersøkelse.
- Wanvik.J.E. 2001: Kvartsressurser i Nordland. Rapport 2001.020. Norges geologiske undersøkelse.



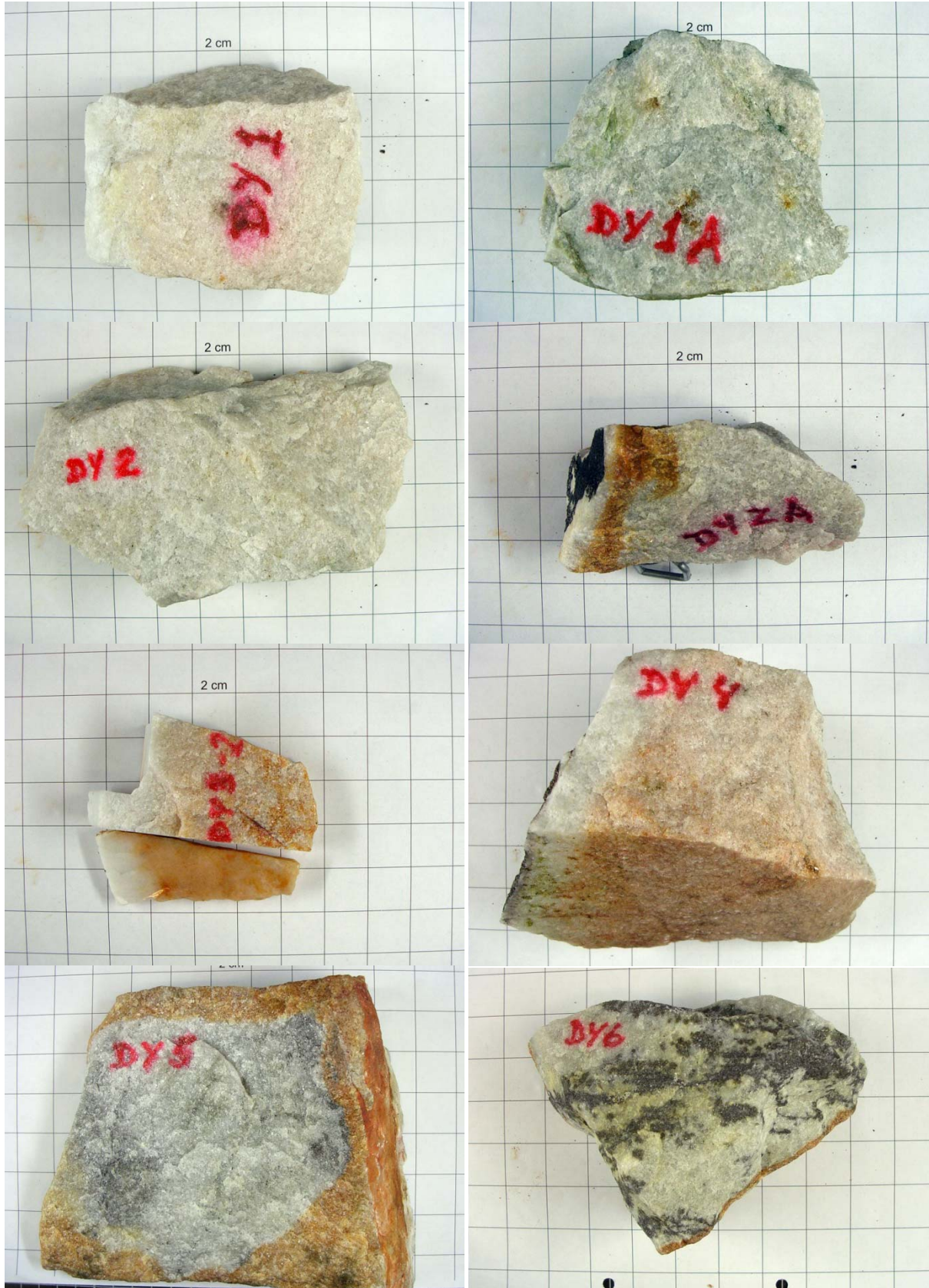




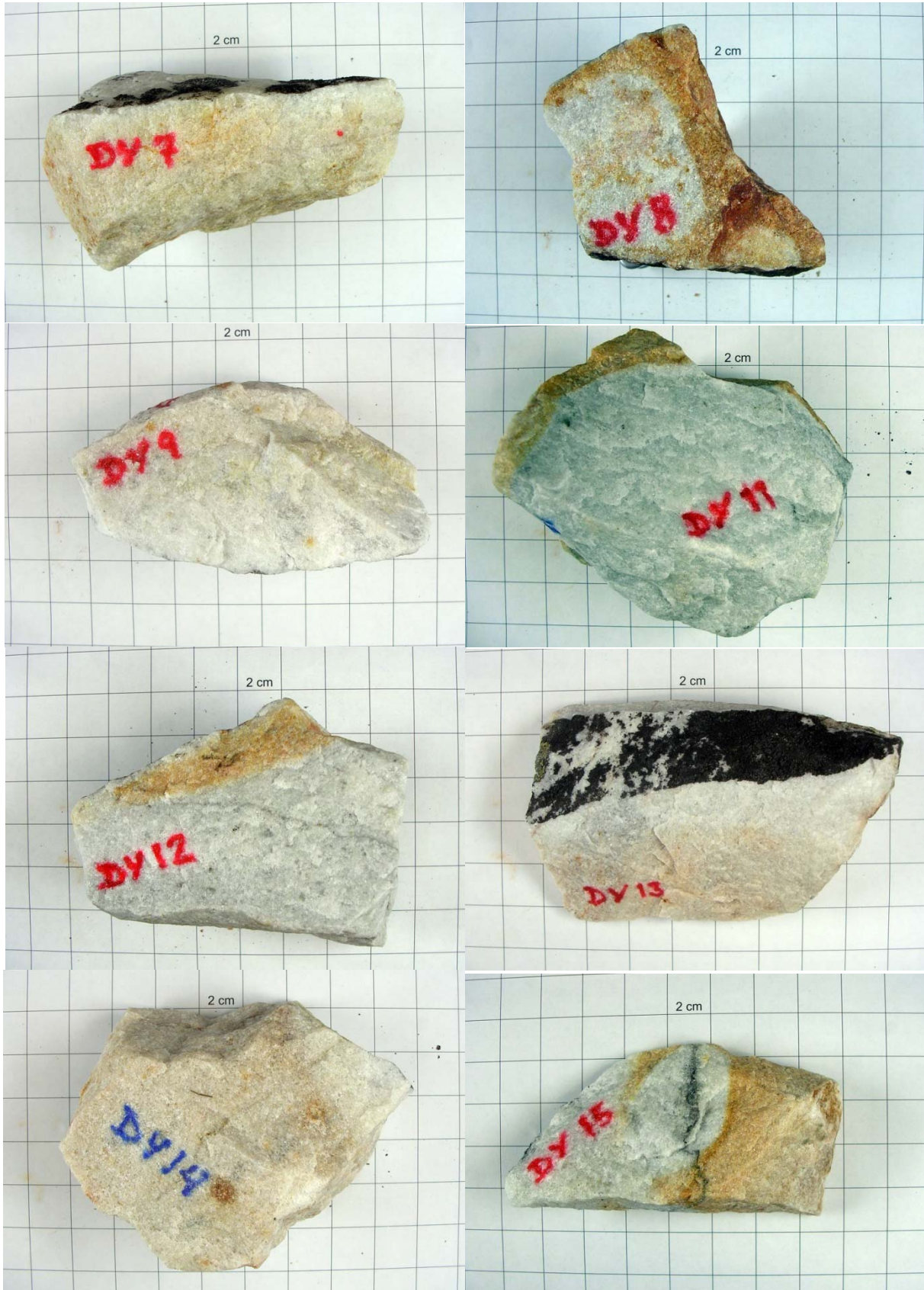


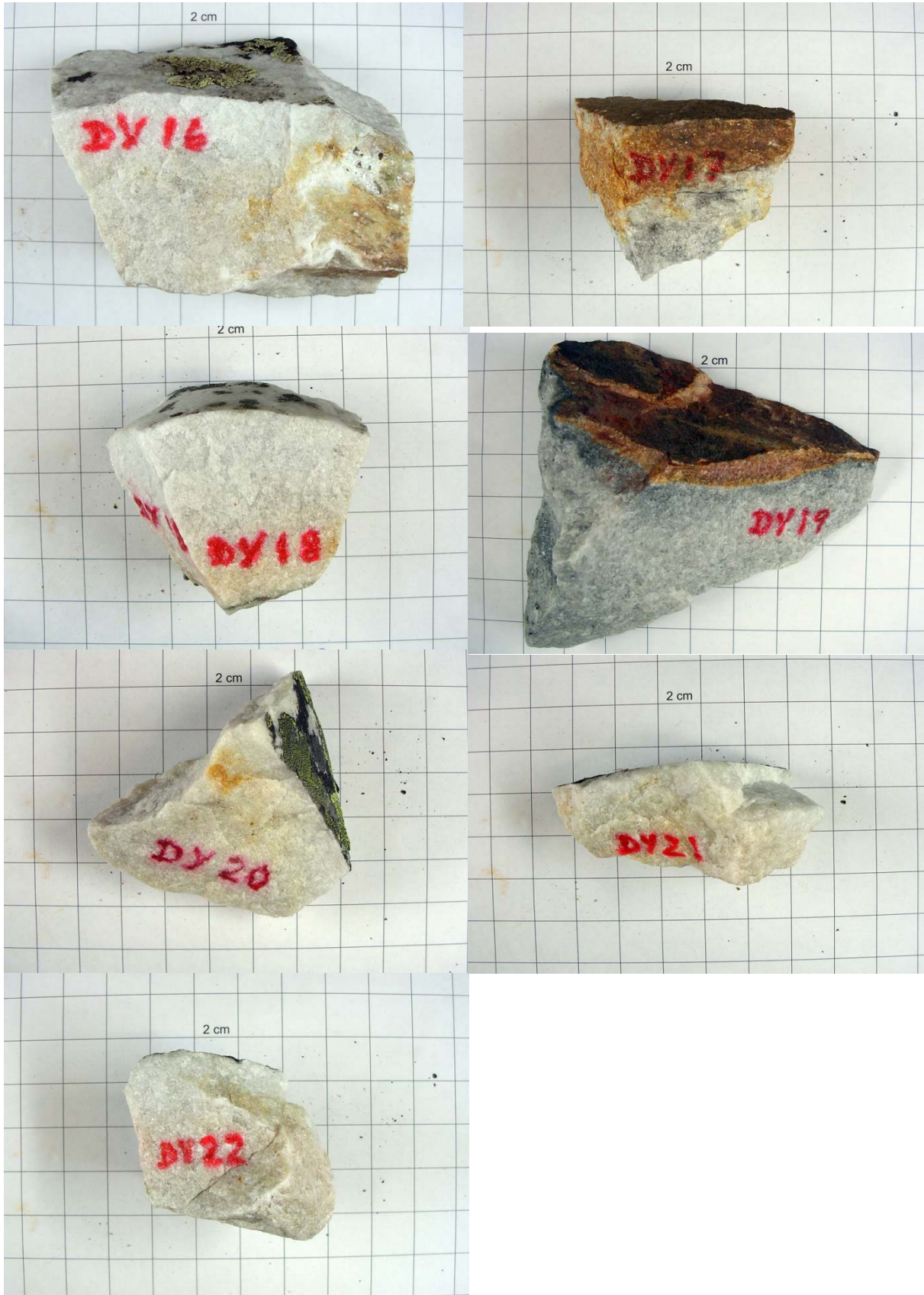




















**ALS Chemex**  
**EXCELLENCE IN ANALYTICAL CHEMISTRY**  
ALS Sweden AB  
Hammarvagen 22  
SE-943 36, Ojebyn  
Phone: 46 911 65 800 Fax: 46 911 60 085 www.alschemex.com

To: NGU  
LEIV ERIKSSONS VEI 39  
7491 TRONDHEIM  
NORWAY

Page: 2 - A  
Total # Pages: 2 (A - D)  
Finalized Date: 19-DEC-2008  
Account: NORGEO

Project: 327200

**CERTIFICATE OF ANALYSIS PI08170872**

Sample Description	Method Analyte Units LOR	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	
		SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	CaO %	MgO %	Na2O %	K2O %	Cr2O3 %	TiO2 %	MnO %	P2O5 %	SrO %	BaO %	LOI %	Total %
		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	
DY1		97.54	0.51	0.37	<0.01	0.10	0.10	0.08	<0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.01	<0.01	-0.03	98.69
DY1A		98.32	0.70	0.36	<0.01	0.11	0.04	0.12	<0.01	0.01	0.01	0.016	<0.01	<0.01	0.04	99.73
DY1B		96.67	1.48	0.33	0.07	0.10	0.52	0.10	<0.01	<0.01	0.01	0.018	0.01	<0.01	0.01	99.32
DY2		98.50	0.51	0.38	<0.01	0.11	0.02	0.12	<0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.01	<0.01	0.01	99.67
DY2A		98.32	0.35	0.65	<0.01	0.10	0.08	0.04	<0.01	<0.01	0.01	0.015	<0.01	<0.01	0.01	99.57
DY3		98.25	0.74	0.39	<0.01	0.11	0.02	0.17	0.01	<0.01	0.01	0.014	<0.01	<0.01	0.03	99.74
DY3A		98.30	0.53	0.34	<0.01	0.10	0.04	0.08	<0.01	<0.01	0.01	0.012	<0.01	<0.01	0.02	99.43
DY4		98.53	0.44	0.59	<0.01	0.10	0.04	0.09	0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.01	<0.01	0.01	99.83
DY5		98.59	0.44	0.42	<0.01	0.10	0.08	0.07	<0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.01	<0.01	0.15	99.87
DY6		98.59	0.44	0.42	<0.01	0.10	0.08	0.07	<0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.01	<0.01	0.15	99.87
DY7		97.99	0.44	0.35	<0.01	0.10	0.05	0.07	<0.01	<0.01	0.01	0.014	<0.01	<0.01	-0.02	99.00
DY8		98.27	0.25	0.44	<0.01	0.10	0.02	0.05	<0.01	<0.01	0.01	0.015	<0.01	<0.01	-0.01	99.14
DY9		98.56	0.48	0.42	<0.01	0.11	0.08	0.07	<0.01	<0.01	0.01	0.018	<0.01	<0.01	-0.01	99.74
DY11		97.79	0.83	0.32	<0.01	0.10	0.19	0.12	<0.01	0.02	0.01	0.012	<0.01	<0.01	0.08	99.47
DY12		98.59	0.52	0.33	<0.01	0.10	0.05	0.06	<0.01	<0.01	0.01	0.012	<0.01	<0.01	0.06	99.73
DY13		98.00	1.04	0.42	<0.01	0.11	0.06	0.18	<0.01	0.03	0.01	0.017	<0.01	<0.01	0.09	99.96
DY14		97.39	1.21	0.35	0.02	0.12	0.12	0.26	<0.01	0.04	0.01	0.018	<0.01	<0.01	0.10	99.64
DY15		96.80	0.91	0.40	0.03	0.14	0.04	0.09	<0.01	0.03	0.01	0.019	<0.01	<0.01	0.08	98.55
DY16		96.89	1.40	0.35	0.01	0.11	0.07	0.28	<0.01	0.07	0.01	0.021	<0.01	<0.01	0.16	99.38
DY17		98.46	0.57	0.48	<0.01	0.10	0.16	0.08	<0.01	<0.01	0.01	0.017	<0.01	<0.01	-0.02	99.85
DY18		98.76	0.40	0.45	<0.01	0.10	0.03	0.08	<0.01	<0.01	0.01	0.016	<0.01	<0.01	-0.02	99.83
DY19		97.83	0.58	0.68	<0.01	0.10	0.05	0.11	<0.01	<0.01	0.01	0.012	<0.01	<0.01	0.08	99.45
DY20		98.12	0.77	0.40	<0.01	0.11	0.09	0.15	<0.01	0.01	0.01	0.015	<0.01	<0.01	0.04	99.72
DY21		98.25	0.65	0.50	0.02	0.11	0.11	0.10	<0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.01	<0.01	0.01	99.78
DY22		94.79	2.66	0.43	0.18	0.08	0.88	0.25	<0.01	<0.01	0.01	0.012	0.01	<0.01	0.05	99.35



**ALS Chemex**  
**EXCELLENCE IN ANALYTICAL CHEMISTRY**  
 ALS Sweden AB  
 Hammarvagen 22  
 SE-943 36, Ojebyn  
 Phone: 46 911 65 800 Fax: 46 911 60 085 www.alschemex.com

To: NGU  
 LEIV ERIKSSONS VEI 39  
 7491 TRONDHEIM  
 NORWAY

Page: 2 - A  
 Total # Pages: 2 (A - D)  
 Finalized Date: 19-DEC-2008  
 Account: NORGEO

Project: 327200

**CERTIFICATE OF ANALYSIS PI08170872**

Sample Description	Method Analyte Units LOR	WEI-21	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81
		Recvd Wt. kg	Ag ppm	Ba ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm	Cu ppm	Dy ppm	Er ppm	Eu ppm	Ga ppm	Gd ppm	Hf ppm	Ho ppm
DY1		1.29	<1	5.1	9.9	<0.5	20	0.02	<5	0.75	0.48	0.12	0.7	0.85	1.2	0.14
DY1A		1.18														
DY1B		1.44														
DY2		1.38														
DY2A		2.44	<1	5.1	7.1	3.3	20	0.12	8	0.64	0.39	0.12	0.8	0.71	0.8	0.12
DY3		Not Recvd														
DY3A		1.36														
DY4		1.96														
DY5		1.70														
DY6		1.63														
DY7		2.11	<1	6.7	6.2	<0.5	20	0.05	<5	0.54	0.32	0.09	1.0	0.60	1.0	0.11
DY8		2.49														
Sample Description	Method Analyte Units LOR	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81
		La ppm	Lu ppm	Mo ppm	Nb ppm	Nd ppm	Ni ppm	Pb ppm	Pr ppm	Rb ppm	Sm ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Tb ppm	Th ppm
DY1		0.5	0.01	2	0.2	0.1	5	5	0.03	0.2	0.03	1	0.1	0.1	0.01	0.05
DY1A																
DY1B																
DY2																
DY2A		4.5	0.06	<2	0.2	3.6	7	<5	0.94	2.8	0.74	<1	6.0	<0.1	0.11	0.78
DY3																
DY3A																
DY4																
DY5																
DY6																
DY7		4.3	0.05	<2	<0.2	3.1	5	<5	0.83	2.9	0.60	<1	6.6	<0.1	0.10	0.86
Sample Description	Method Analyte Units LOR	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-MS81	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06	ME-XRF06
		Ti ppm	Tm ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Yb ppm	Zn ppm	Zr ppm	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	CaO %	MgO %	Na2O %
DY1		<0.5	0.06	0.35	<5	3	4.3	0.44	<5	43	97.54	0.51	0.37	<0.01	0.10	0.10
DY1A											98.32	0.70	0.36	<0.01	0.11	0.04
DY1B											96.67	1.48	0.33	0.07	0.10	0.52
DY2											98.50	0.51	0.38	<0.01	0.11	0.02
DY2A		<0.5	0.06	1.35	<5	1	3.5	0.39	<5	29	98.32	0.35	0.65	<0.01	0.10	0.08
DY3																
DY3A											98.25	0.74	0.39	<0.01	0.11	0.02
DY4											98.30	0.53	0.34	<0.01	0.10	0.04
DY5											98.53	0.44	0.59	<0.01	0.10	0.04
DY6											98.59	0.44	0.42	<0.01	0.10	0.08
DY7		<0.5	0.05	0.26	<5	1	3.0	0.31	<5	38	97.99	0.44	0.35	<0.01	0.10	0.05

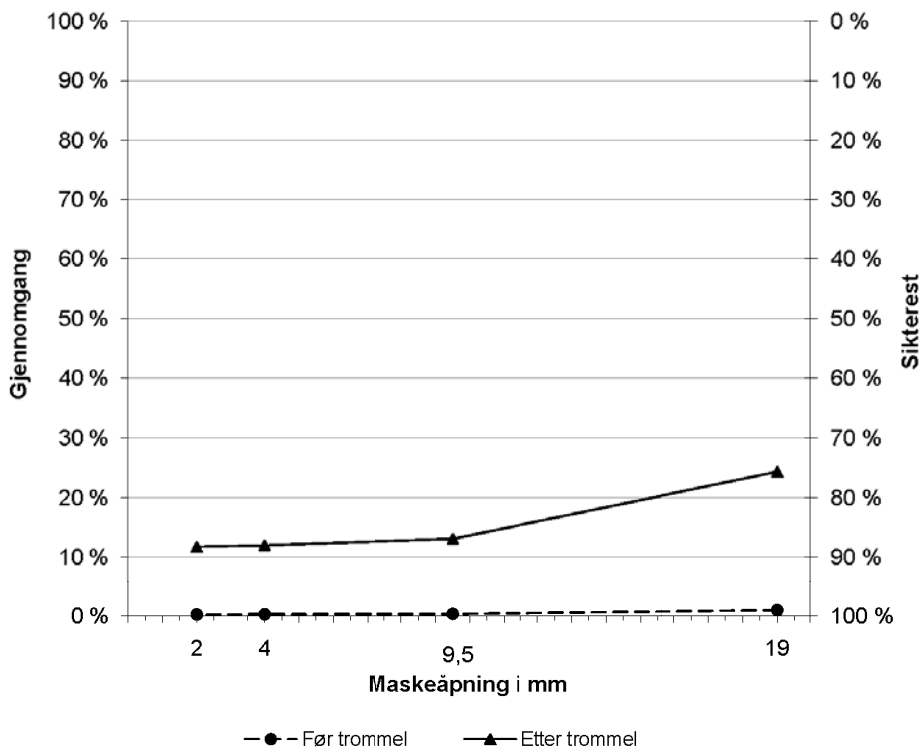
### Rapport for termisk stabilitet

Ordrenr. : 33332  
Oppdr.giver : NGU  
Materiale : Kvartsitt  
Mottatt dato : 06.02.2009  
Prøvemerkning : DY2

Sikt mm.	% kummulert på sikt	
	Før trommel	Etter trommel
20,0	99,1 %	75,7 %
9,5	99,7 %	86,9 %
4,0	99,7 %	88,0 %
2,0	99,8 %	88,3 %
0,0	0,2 %	11,7 %

Kohesjonsindeks: 99,1      Kvalitet: 1

Termisk stabilitetsindeks: 84,7      Kvalitet: A



Dato: 17.02.2009

Signatur: M.Sandnes



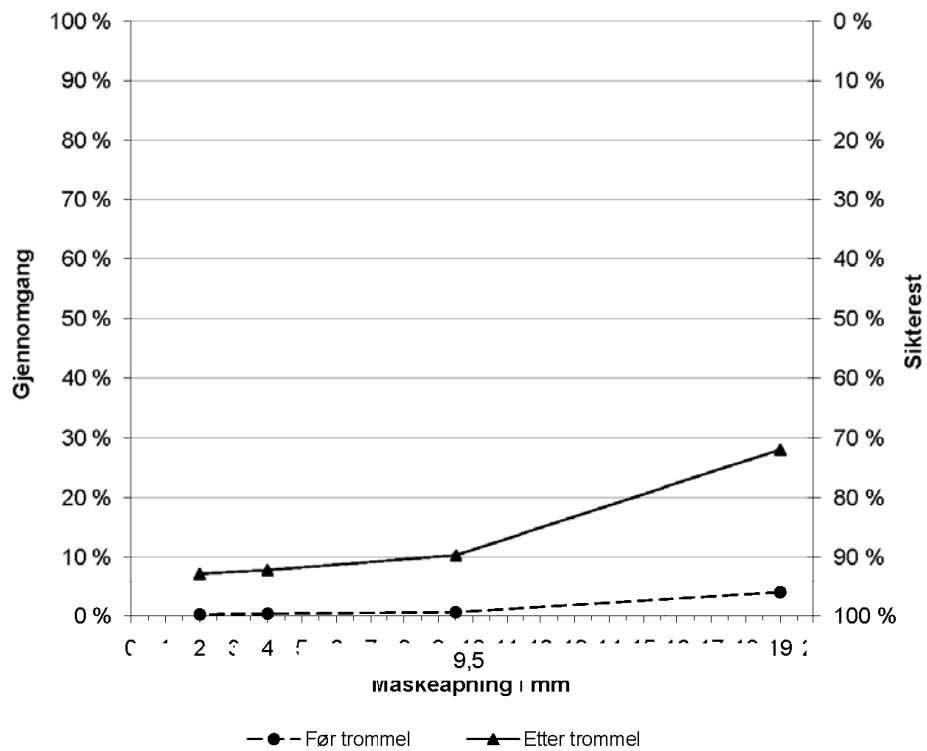
### Rapport for termisk stabilitet

Ordrenr. : 33332  
 Oppdr.giver : NGU  
 Materiale : Kvartsitt  
 Mottatt dato : 06.02.2009  
 Prøvemerkning : DY19

Sikt mm.	% kummulert på sikt	
	Før trommel	Etter trommel
20,0	96,1 %	72,0 %
9,5	99,4 %	89,7 %
4,0	99,7 %	92,2 %
2,0	99,8 %	92,8 %
0,0	0,2 %	7,2 %

Kohesjonsindeks: 96,1      Kvalitet: 1

Termisk stabilitetsindeks: 86,6      Kvalitet: A



Dato: 17.02.2009

Signatur: M.Sandnes

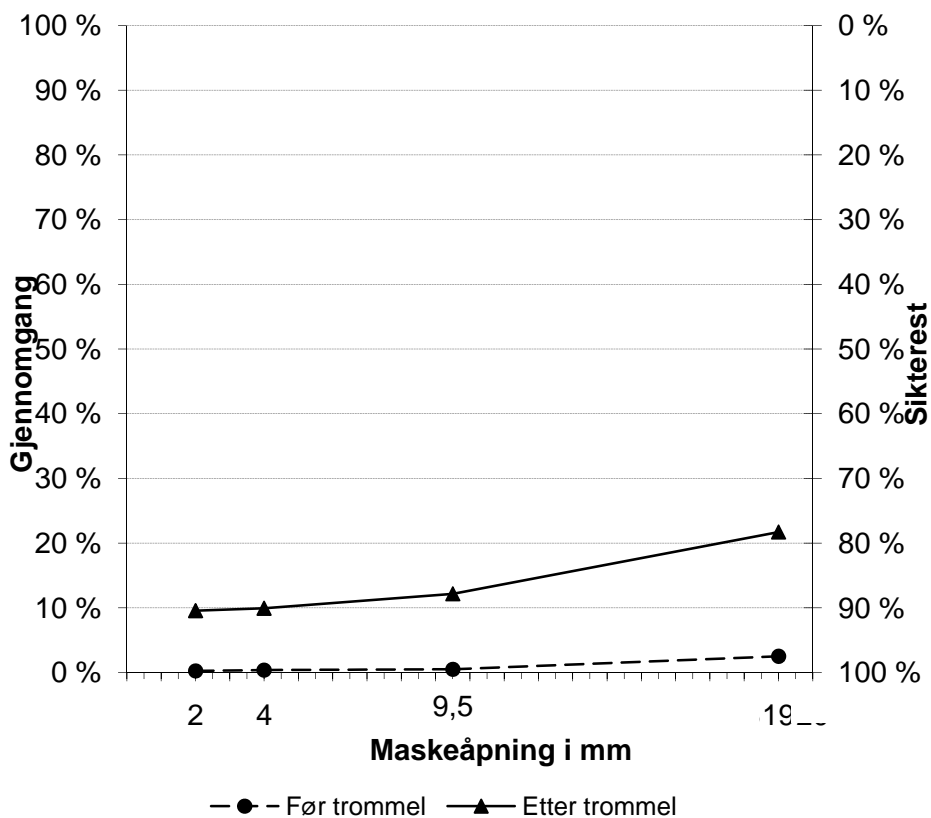
### Rapport for termisk stabilitet

Ordrenr. : 32032  
 Oppdr.giver : NGU  
 Materiale : Prøve fra Melkfjell  
 Mottatt dato : 07.10.2005  
 Prøvemerkning :

Sikt mm.	% kumulert på sikt	
	Før trommel	Etter trommel
20,0	97,5 %	78,3 %
9,5	99,5 %	87,8 %
4,0	99,6 %	90,1 %
2,0	99,8 %	90,5 %
0,0	0,2 %	9,5 %

Kohesjonsindeks: 97,5      Kvalitet:

Termisk stabilitetsindeks: 86,7      Kvalitet: A



Sauvatnet

Kommune	250' kartbl.	50' kartbl.	50' kartbl. nr.	Koord. øst	Koord. nord	Kartbilag
Rana	Mo i Rana	Kallvatnet	2027 II	488500	7341000	11, 12

På nordøstsida av Umbukta stryker flere smale kvartsitthorisonter i nordøstlig retning i en lengde på ca 4 km, over Sauaksla og til Sauvatnet i øst. Kvartsitten tilhører Kjerringfjellgruppen i Rødingsfjelldekkekompleks. Kvartsitten selv er relativt ren med gjennomsnittlige  $Al_2O_3$ -verdier på mellom 0.4 og 0.8%. Et hovedproblem er det imidlertid at kvartsitten på hele strekningen er gjennomført av mørke ganger (diabas/ amfibolitt), noe som vil komplisere et eventuelt uttak.

Mektigheten varierer ganske mye. I de vestlige områder er kvartsitten splittet opp i mektigheter på mellom 15 og 25 m. I det østlige området øker imidlertid tykkelsen, og oppe på fjellet **Sauaksla** er mektigheten i følge Ulrik Søvægjarto på flere hundre meter. Søvægjarto sier at kvartsittsonen helt oppe på toppen av fjellet Sauaksla et areal på 500x500 m. Fallet er 50° mot NV, og dette innebærer at betydelige volumer er tilstede. Søvægjarto har beregnet at 30 mill. tonn vil kunne tas ut i et dagbrudd om halve volumet regnes som kvartsitt av brukbar kvalitet. Også i Sauaksla er kvartsitten nemlig gjennomført av mørke ganger. Disse gangene vil ytterligere vanskeliggjøre et uttak der oppe i 1100 – 1200 m's høyde. Kvartsitten selv har opptil 5-7 m tykke benker og er nok av lignende kvalitet som forekomsten ved Sauvatnet. Enkeltpøver (av Søvægjarto 91) fra fjellet viser  $Al_2O_3$ -innhold på omkring 0.4% i de beste prøver og 0.8% i dårligere prøver. I kvartsittura på østsida av fjellet gjennomførte Rana Metall i 1994 prøvetaking av borkaks (112 prøver) ved støvboring i rutenett av et areal på omkring 1 km<sup>2</sup>. Gjennomsnittet av prøvene viste  $Al_2O_3=0.79\%$ .

I **Sauvassskardet** kommer kvartsittsonen ned fra Sauaksla, og ved Sauvasshytta like nord for Østre **Sauvatn** avsluttes sonen mot øst med et 200x 500 m stort kvartsittfelt. Mektigheten der er ikke så lett å angi, men minst 50 m er nok tilstede. Kvartsitten i dette feltet har nærmest blitt brukket opp til en stor breksje, der store stykker av kvartsitt har fått oppfylt mellomrommene av en matriks av amfibolitt.

I dette feltet ved Sauvasshytta/Sauvasskaret har Rana Metall utført detaljert kartlegging og prøvetaking, og 360 tonn utsprenget materiale ble kjørt ut med snøscooter i 1993. Materialet ble handskeidet og prøvesmelting ble utført ved Ila og Lilleby Smelteverk i Trondheim. Gjennomsnittsanalysene av  $Al_2O_3$  er opplyst til å være på 0.47% etter skeiding, og kvartsen gikk bra i ovnene. Til sammenligning var gjennomsnittet av 20 stk prøver tatt i 1991 på 0.795%  $Al_2O_3$ , og en samleprøve tatt av undertegnede (JW97-37) viste 0.79%  $Al_2O_3$ . Disse verdiene er for øvrig identiske med gjennomsnittsverdien fra borkaksprøvene i ura, nevnt foran.

PR.NAVN	Lokalitet	Al2O3	Fe2O3	TiO2	MgO	CaO	Na2O	K2O	MnO	P2O5	Gl.tap
JW97-37	Sauvatnet	0,79	0,07	0,06	<0.01	<0.01	0,15	0,09	<0.01	<0.01	0,19



Tabell 2. Kjemiske analyser av kvartsitter i området Sauaksla - Umbukta.

Pr.mrk	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
K1	<b>0.75</b>	0.01	0.04	<0.01	0.12	0.09	0.15
K2	<b>0.85</b>	0.01	0.03	<0.01	0.21	0.17	0.12
K3	<b>14.95**</b>	0.01	0.01	<0.01	1.84	0.12	6.97**
K4-1	<b>1.53*</b>	0.02	0.07	<0.01	0.26	0.33	0.31
K4-2	<b>1.16</b>	0.16	0.07	0.03	0.27	0.16	0.17
K4-3	<b>0.47</b>	0.01	0.03	<0.01	0.17	0.16	0.10
K4-4	<b>0.60</b>	0.01	0.05	<0.01	0.08	0.10	0.13
K4-5	<b>0.36</b>	0.01	0.03	<0.01	0.13	0.11	0.15
K4-6	<b>0.23</b>	0.01	0.01	<0.01	0.05	0.02	0.07
K4-7	<b>0.34</b>	0.01	0.02	<0.01	0.10	0.04	0.05
K4-8	<b>0.70</b>	0.01	0.02	<0.01	0.07	0.03	0.11
K5	<b>0.58</b>	0.01	0.03	<0.01	0.10	0.05	0.10
K6-1	<b>0.23</b>	0.47	0.01	0.03	1.61	1.07	<0.01
K6-2	<b>0.17</b>	0.01	0.01	<0.01	0.13	0.34	<0.01
K6-3	<b>0.47</b>	0.01	0.01	<0.01	0.07	0.05	0.07
K6-4	<b>0.50</b>	0.01	0.04	<0.01	0.13	0.13	0.13
K6-5	<b>0.41</b>	0.01	0.02	<0.01	0.07	0.07	0.06
K7-1	<b>1.41</b>	0.01	0.06	<0.01	0.28	0.14	0.21
K7-2	<b>0.90</b>	0.01	0.04	<0.01	0.05	0.01	0.27
K7-3	<b>0.64</b>	0.01	0.04	<0.01	0.02	<0.01	0.13
K7-4	<b>0.23</b>	0.01	0.01	<0.01	0.40	0.34	0.02
K8	<b>2.35*</b>	0.18	0.11	<0.01	0.04	0.18	1.06*

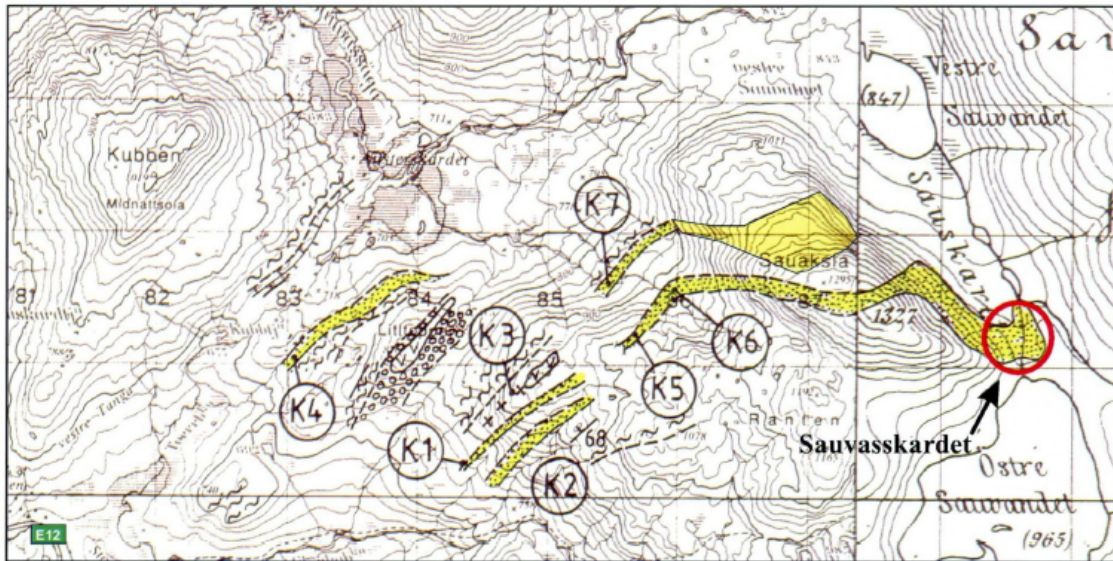
Analysene er utført ved SINTEF MOLAB, Mo i Rana

\* Over kurve i XRF program

\*\* Må betraktes som retningsgivende

SiO<sub>2</sub> er ikke bestemt, i ren kvartsitt beregnes SiO<sub>2</sub> på differens

Målestokk 1:50.000



**Kvartsitten ved Sauvatn-Sauaksla** (Modifisert etter Lund 1996)

Tabell 2 Kjemiske kvalitetskrav for ulike anvendelser, med råstoffeksempler

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	fraksjon
<b>Produkt</b>								
SiMn	ca 1,0				0,4	ca 0,02		stykkstørrelse
FeSi	0,5-0,6		0,2	0,05		0,25		stykkstørrelse
FeSi høyren	0,5			0,002				stykkstørrelse
Si-metall	0,1-0,3	0,1	0,01	0,005		0,005		stykkstørrelse
farget flaskeglass	3,0	1,5						sandfraksjon
fiberisolasjon	2,2	0,3						sandfraksjon
fiberglass	0,3	0,3						sandfraksjon
Si-karbid, svart	0,25	0,07	lav					sandfraksjon
Si-karbid, grønn	0,05	0,02	0,001					sandfraksjon
<b>Råstoffeksempler</b>								
<b>Melkfjell</b>	<b>0,5-0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>		<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	
Tana	0,5	0,5	0,03	0,04		0,002	0,01	
Mårnes	0,55	0,15		0,03		0,007		
Sverige, Dalsland	0,4-0,7	<0,1	0,1	0,04-0,06		<0,01	0,03	
Spania, Silex	0,4	<0,1	0,007	0,006		0,003	0,011	





Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
Telefax 73 92 16 20  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

*Geological Survey of Norway  
PO Box 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norway*

*Visitor address  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim*

*Tel (+ 47) 73 90 40 00  
Fax (+ 47) 73 92 16 20  
E-mail [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Web [www.ngu.no/en-gb/](http://www.ngu.no/en-gb/)*