

GEOLOGI FOR SAMFUNNET

GEOLOGY FOR SOCIETY



Report no.: 2013.004		ISSN 0800-3416	Grading: konfidensiell til 31.12.2014	
Title: Kjemisk og mineralogisk karakterisering av kvartsitt fra Hanestad				
Authors: Axel Müller, Jan Egil Wanvik			Client: Hågen Hanestad	
County: Hedmark			Commune: Rendalen	
Map-sheet name (M=1:250.000) Lillehammer			Map-sheet no. and -name (M=1:50.000) Hanestad	
Deposit name and grid-reference: Hanestad			Number of pages: 8	Price (NOK): 64,00
Fieldwork carried out: -			Date of report: 14.01.2013	Project no.: 343300
Person responsible: Henrik Schiellerup				
<p>Sammendrag</p> <p>Den undersøkte finkornete, grå kvartsitten fra Hanestad er gjennomgående uren med høyt Al_2O_3 ($4,7 \pm 0,8$ wt.%) og Fe_2O_3 ($0,7 \pm 0,5$ wt.%) innhold. Årsaken til høyt aluminium og jern er flere volumprosent av mineralene kalifeltspat, kalsiumfeltspat, muskovitt og biotitt i bergarten. Dermed oppfyller denne bergart ingen av kvalitetskravene for silisium- eller glassproduksjon. Gjennomsnittskornstørrelse av kvarts er ca. $250 \mu\text{m}$ (0,25 mm). Kornstørrelsen er for liten til å lage en sandfraksjon for å kunne separere kvarts fra de andre mineralene.</p> <p>Likevel har kvartsitten sannsynligvis bra pukkeegenskaper fordi kvartsitten er veldig tett og har lite sprekker. Bergarten er kanskje egnet som betongtilsats men for denne kvalitetsdefinerings kreves testing av mekaniske og termiske egenskaper av kvartsitten.</p>				
Keywords: Teknisk rapport		kvartsitt	Hanestad	
XRF				

Innhold

1. Innledning	4
2. Prøver og analysemetoder.....	4
2.1 Prøver	4
2.2 Optisk mikroskopi	5
2.3 Røntgenfluorecensspektrometri (XRF)	5
3. Resultater	5
3.1 Kvartsittmineralogi	5
3.2 Kvartsittkjemi	8

Figurer

Figur 1. Foto av kvartsittprøver fra Hanestad levert til NGU.	4
Figur 2. A - Oversiktsmikroskopbilde av Hanestad kvartsitt som hovedsakelig består av finkornet mosaikk av kvarts, samt små mengder kalifelspat, plagioklas, muskovitt (svart) og høyt innhold av serisittomvandlet (mikrokrystallin muskovitt) feltspat (svart og mørkbrunt område). Bildet gjennomsettes av en tynn kvartsgang (hvite piler) som består av mikrokrystallin kvarts. B – Mikroskopisk detaljbilde som viser hovedsakelig kvarts med serisitt på korn grenser (hvite piler). Bildene er blitt tatt med kryssete polarisatorer.	6
Figur 3. A – Mikroskopisk detaljbilde av Hanestad kvartsitt som viser to kalifeltspatkorn (kfs) mellom kvartskorn. B - Mikroskopisk detaljbilde av Hanestad kvartsitt som viser kvarts og små mengder av kalifeltspat (kfs), muskovitt (mus) og høyt innhold av serisittomvandlet (mikrokrystallin muskovitt) feltspat (kornet brunt område mellom korn). Bildene er blitt tatt med kryssete polarisatorer.	7

Tabeller

Tabell 1. Hovedelementkonsentrasjoner av Hanestad kvartsitt bestemt med XRF. Konsentrasjoner er i vekt prosent (wt.%).	8
Tabell 2. Veiledende kjemiske kvalitetskrav for ulike anvendelser og eksempler av kvartsittforekomster i drift. Verdier representerer maksimumkonsentrasjoner av de kritiske elementer. Hanestad kvartsitt oppfyller ingen av disse kravene og kornstørrelse er for lavt til å lage en sandfraksjon.	8

1. Innledning

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har blitt kontaktet av Hagen Hanestad 22. oktober 2012 for å gjennomføre en kjemisk og mineralogisk undersøkelse av kvartsitt fra Hanestad med hensyn til kjemisk kvalitet for silisium- eller glass-produksjon.

Kvartsitt er en omvandlet (metamorf) sandstein som inneholder mer enn 90% kvarts (SiO_2) og med varierende mengder av feltspat ($(\text{K,Na,Ca})\text{AlSi}_3\text{O}_8$), glimmer ($(\text{K,Na,Ca})_2(\text{Al,Mg,Fe})_4\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH,F})_4$) og andre mineraler som forurensninger.

Kvartsittbergarter utgjør ofte store volum; de har ofte lengdeutstrekning på flere km og med mektigheter på flere hundre meter. Kvartsitt er en viktig råvare for smelteverksindustrien til fremstilling av ferrosilisium og ferrosilisium-magnesium; disse er i neste omgang råstoff for stålframstilling. De forskjellige anvendelser har forskjellige kvalitetskrav, men gjennomgående gjelder at "jo renere jo bedre". I tillegg stilles det krav til bergartens mekaniske og termiske egenskaper; d.v.s. hvordan kvartsen som stykkkvarts (grov pukkstørrelse) oppfører seg under smelteprosessen.

2. Prøver og analysemetoder

2.1 Prøver

Hagen Hanestad leverte ca. 20 kg grovkornet pukk til NGU. Bergarten fra Hanestad er en finekornet, grå, tett kvartsitt som gjennomsettes stedvis av tynne, hvite kvartsganger (<1 cm mektig; Figur 1).



Figur 1. Foto av kvartsittprøver fra Hanestad levert til NGU.

2.2 Optisk mikroskopi

Et petrologisk, 30 µm tykt tynnslipp (4,8 x 2,4 cm) av en representative prøve ble laget for mikroskopisk undersøkelse. Mikroskopering er blitt gjennomført med optisk polarisasjonsmikroskop. Mikroskopbilder er blitt tatt med et digitalt kamera festet på mikroskopet.

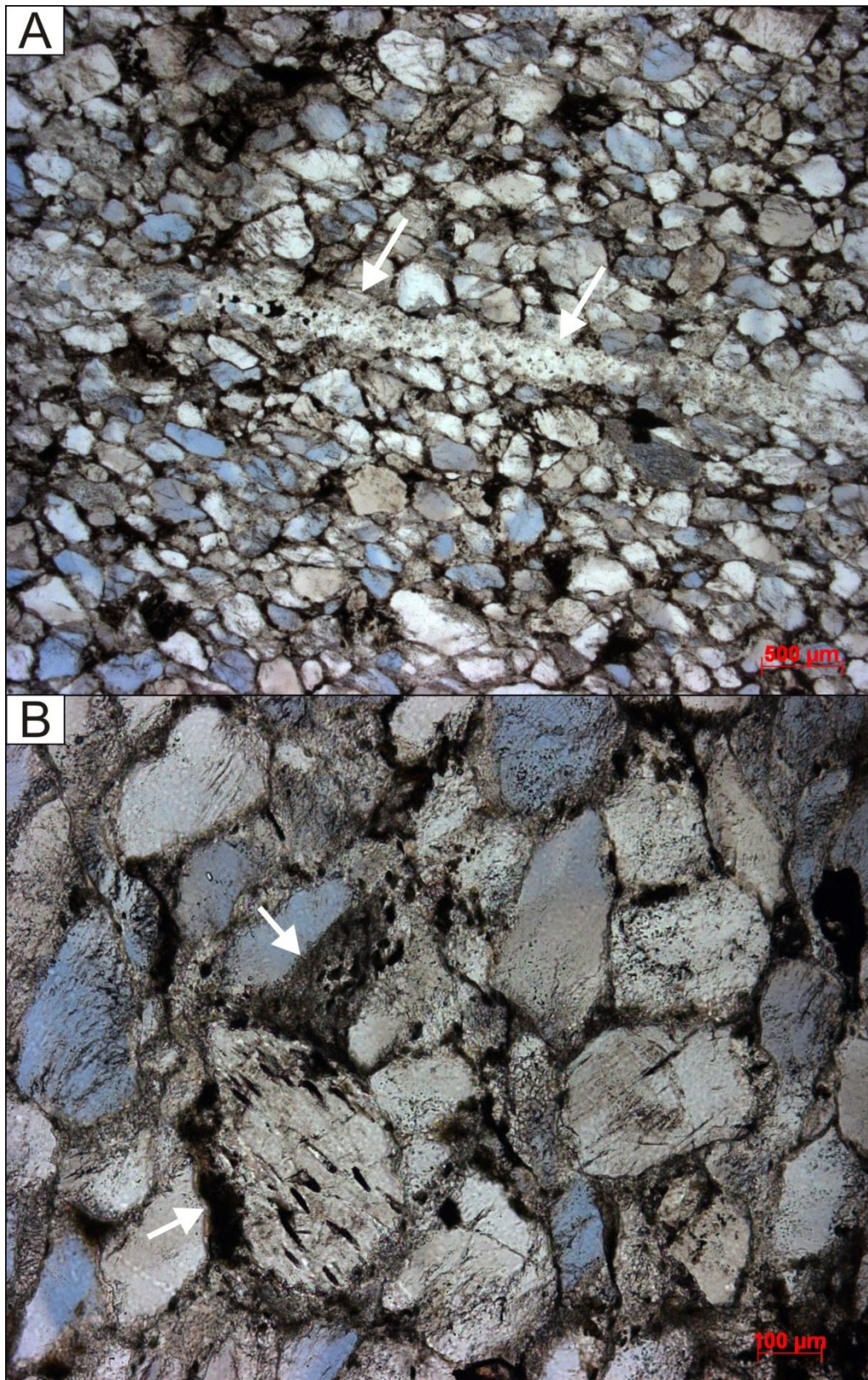
2.3 Røntgenfluorescensspektrometri (XRF)

Tre representative prøver av kvartsittiske bergarter har blitt analysert med standard røntgenfluorescensspektrometri (XRF) som gir mengden av grunnstoffene silisium (Si), aluminium (Al), titan (Ti), jern (Fe), mangan (Mn), magnesium (Mg), kalsium (Ca), natrium (Na), kalium (K) og fosfor (P) på oksidform, samt totalinnhold av flyktige stoffer (vann, kullsyre, etc., angitt som glødetap GI tap). Før analyse har prøvene blitt knust og møllet ned til en kornstørrelse av <20 µm.

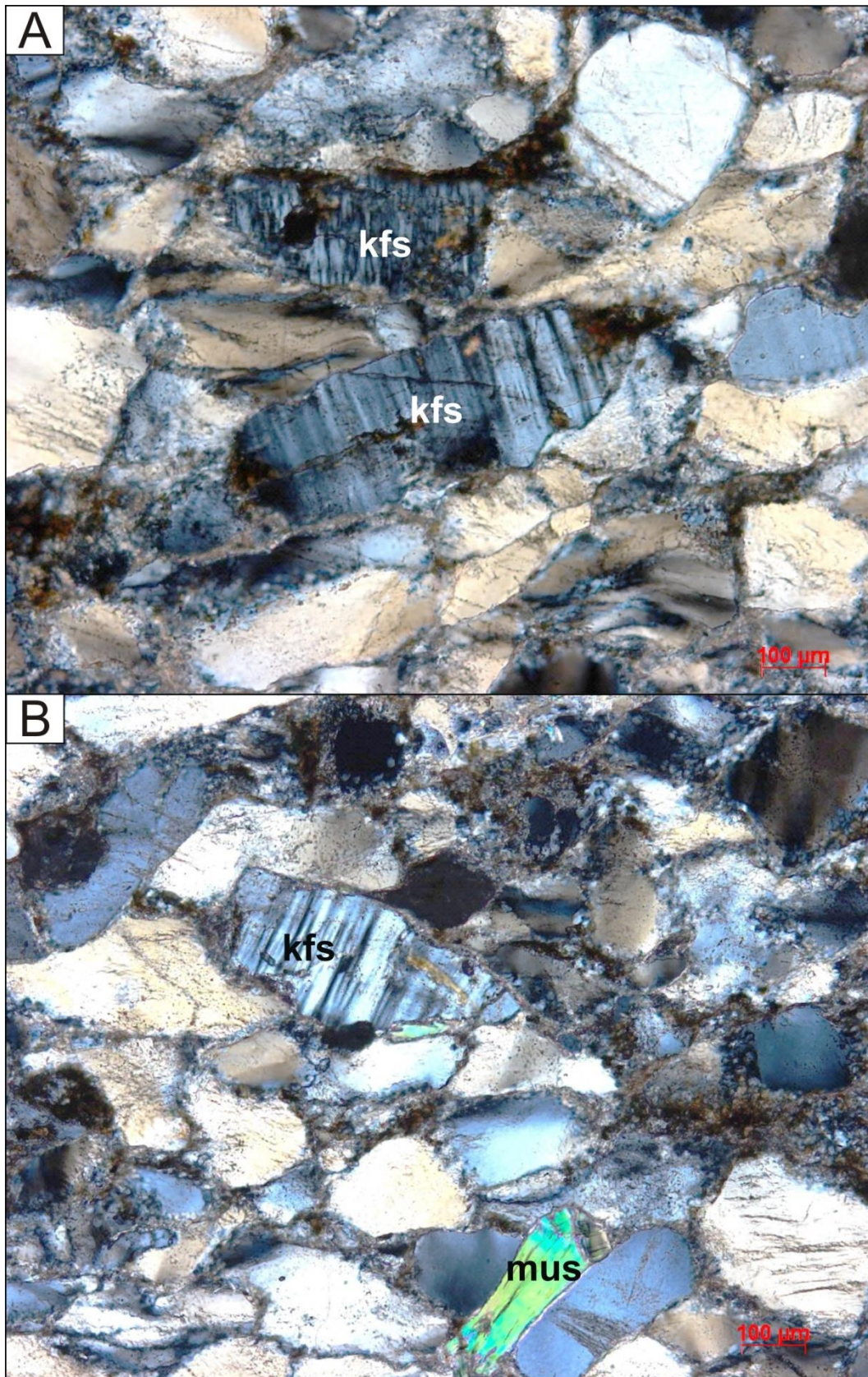
3. Resultater

3.1 Kvartsittmineralogi

Kornstørrelse av kvartskorn i Hanestad kvartsitten varierer fra 50 til 500 µm (0,05 til 0,5 mm) med et gjennomsnitt på ca. 250 µm (0,25 mm). De avlange kvartskornene er deformert. Ved siden av kvarts fins flere volum prosent kalifeltspat ((K,Na)AlSi₃O₈), kalsiumfeltspat ((Na,Ca)[Al(Si,Al)Si₂O₈]), muskovitt (KAl₂(AlSi₃O₁₀)(OH)₂) og biotitt (K(Fe²⁺,Mg)Al(Al₂Si₂O₁₀)(OH)₂) samt aksessoriske mengder av opake jernmineraler. De tynne, hvite kvartsgangene består av mikrokrystallin kvarts. Kornstørrelsen av kvartsen er for liten til å lage en sandfraksjon av kvartsitten for å kunne separere de andre mineraler fra kvartsen.



Figur 2. A - Oversiktsmikroskopbilde av Hanestad kvartsitt som hovedsakelig består av finkornet mosaikk av kvarts, samt små mengder kalifelspat, plagioklas, muskovitt (svart) og høyt innhold av serisittomvandlet (mikrokrystallin muskovitt) feltspat (svart og mørkbrunt område). Bildet gjennomsettes av en tynn kvartsgang (hvite piler) som består av mikrokrystallin kvarts. B – Mikroskopisk detljbilde som viser hovedsakelig kvarts med serisitt på korngrenser (hvite piler). Bildene er blitt tatt med kryssete polarisatorer.



Figur 3. A – Mikroskopisk detaljbilde av Hanestad kvartsitt som viser to kalifeltspatkorn (kfs) mellom kvartskorn. B - Mikroskopisk detaljbilde av Hanestad kvartsitt som viser kvarts og små mengder av kalifeltspat (kfs), muskovitt (mus) og høyt innhold av serisittomvandlet (mikrokrystallin muskovitt) feltspat (kornet brunt område mellom korn). Bildene er blitt tatt med kryssete polarisatorer.

3.2 Kvartsittkjemi

Kvartsitten har relativt lavt silisiuminnhold (90,0 wt.%) og høyt aluminium-, jern-, magnesium- og titaninnhold (Tabell 1). På grunn av lavt SiO₂ og høyt Al₂O₃ og Fe₂O₃ kan denne bergarten ikke brukes som råstoff for silisium- eller glassprodukter (Tabell 2). Det minste kjemisk kvalitetskrav har kvartsråstoff for produksjon av farget flaskeglass med <3,0 Al₂O₃ wt.% og <1,5 Fe₂O₃ wt.%.

Tabell 1. Hovedelementkonsentrasjoner av Hanestad kvartsitt bestemt med XRF. Konsentrasjoner er i vekt prosent (wt.%).

	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	gjennomsnitt
SiO ₂	88,6	90,6	90,8	90,0±1,2
Al ₂ O ₃	5,45	3,90	4,76	4,70±0,78
Fe ₂ O ₃	1,20	0,451	0,364	0,672±0,460
TiO ₂	0,056	0,088	0,111	0,085±0,028
MgO	0,391	0,179	0,166	0,245±0,126
MnO	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
CaO	0,054	0,079	0,038	0,057±0,021
Na ₂ O	<0,1	0,17	0,30	0,19±0,10
K ₂ O	3,08	2,57	2,97	2,87±0,27
P ₂ O ₅	0,015	0,016	0,018	0,016±0,002
Gl,tap	1,14	0,734	0,488	0,787±0,329
sum	100,0	98,8	100,0	99,6±0,7

Tabell 2. Veiledende kjemiske kvalitetskrav for ulike anvendelser og eksempler av kvartsittforekomster i drift. Verdier representerer maksimumkonsentrasjoner av de kritiske elementer. Hanestad kvartsitt oppfyller ingen av disse kravene og kornstørrelse er for lavt til å lage en sandfraksjon.

	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	K ₂ O	P ₂ O ₅	MgO	fraksjon
Produkt								
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
Råstoffeksempler								
Melkfjell	0,5-0,6	0,2	0,02	0,02		0,01	0,02	
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
Nettside 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
Web www.ngu.no/en-gb/*