

NGU Rapport nr. 89.165

**SLUTTRAPPORT**

for undersøkelse av

**SVANVIK KVARTSFOREKOMST**

Rapport nr.	89.165	ISSN 0800-3416	Åpen/ <del>Åpen</del> for salg
Tittel: Sluttrapport for undersøkelse av Svanvik kvartsförekomst.			
Forfatter: J.E. Wanvik		Oppdragsgiver: NGU/Finmarksprogrammet Finmark Fylkeskommune/Sør-Varanger Invest A/S	
Fylke: Finnmark		Kommune: Sør-Varanger	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Kirkenes		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 2433 I Svanvik	
Forekomstens navn og koordinater: Svanvik kvartsförekomst, 383.4 7709.7		Sidetall: 14	Pris: Kr. 34,-
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 19.12.1989	Prosjektnr.: 23.-1886.32	Seksjonssjef: <i>Helmer Bergh</i>
Sammendrag:  <p>Utvalgte gode partier av forekomsten er oppredet med flotasjon og magnetseparasjon. Etterfølgende syrevasking har gitt en maksimal rensing med denne sammensetning. Al = 15 ppm, Fe = 1 ppm, Ti = 0,6 ppm, Na = 15 ppm, K = 5 ppm og Ca = 5 ppm. Sporelementer stort sett under 0,1 ppm.</p> <p>Kvaliteten tilfredsstillende til visse kvaliteter optisk glass, men for lite potensielt markedsvolum gjør bygging av kostbart renseanlegg uaktuelt.</p> <p>Høyt kalkspat-innhold i forekomsten gjør at kvartsen ikke kan anvendes uten oppredning. En stort kvartsförekomst på minst 1 mill. tonn er imidlertid påvist.</p>			
Emneord	Industrimineraler	Oppredning	
Kvarts			
Norges geologiske undersøkelse Biblioteket			

## INNHold.

1. INNLEDNING.....	3
2. RENSEFORSØK.....	3
2.1. FLOTASJON OG MAGNETSEPARERING.....	3
2.1.1.RESULTATER.....	3
2.2. SYREVASKING.....	4
2.2.1. RESULTATER AV SYREVASKINGEN.....	5
2.3. SAMLEDE RESULTATER FRA RENSEFORSØKENE..	7
3. PRODUKTMULIGHETER.....	8
4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON.....	8

Bilag 1. Flytskjema for utførte oppredningsforsøk ved SINTEF.

Bilag 2. Kjemiske analyser av analyserte prøver.

## **1. INNLEDNING.**

Den hydrotermale kvartsføremkomsten ved Svanvik ble oppdaget i 1984, og undersøkelser av føremkomsten tok til i 1985. De gjennomførte undersøkelser i feltet og rensforsøk og markedsvurderinger er rapportert i NGU rapportene 87.081 og 89.078. Etter sistnevnte rapport er det blitt gjennomført oppredningstester ved SINTEF på utvalgt materiale, samt en serie med syrevaskeforsøk her ved NGU. Disse undersøkelsene rapporterer i det etterfølgende.

Undersøkelsesarbeidet er muliggjort med bevilgninger fra Distriktenes Utbyggingsfond, Sør-Varanger Invest og Sør-Varanger kommunene.

## **2. RENSEFORSØK.**

Ved de opprednings- og rensforsøk som tidligere er utført har en bevisst kjørt med rågods som er representativt for den gjennomsnittlige kvalitet av føremkomsten. Med en god basis i disse resultatene er det nå blitt valgt ut forsøksmateriale fra de beste partier av borkjernene, benevnt typeprøve nr.2 i rapport 87-081. Dette råstoffet er kjørt gjennom oppredningstester ved SINTEF og syrevaskeforsøk ved NGU. Vi har således nå fått et bilde på hvilke kvaliteter som kan produseres fra disse beste partier av føremkomsten.

## **1. FLOTASJON OG MAGNETSEPARERING.**

Flotasjonsforsøkene ble også denne gang utført ved NTH, og er rapportert i SINTEF-rapport STF36 F89055.

Det ble kjørt gjennom to forskjellige flotasjonsforsøk med prøvematerialet, og flytskjemaene er gjengitt i bilag 1. Råmaterialet denne gang inneholdt betydelig mindre mengde med kalkspat enn i den gjennomsnitts-"malmen" som ble flotert forrige gang (Rapp. nr. 03/87 Oppredningslaboratoriet). Det ble derfor nå flotert uten et innledende trinn med fettsyresåpe. Det var tilstrekkelig med de to hovedtrinnene: petroleumsulfonat for fjerning av jernholdige mineraler og amin for feltspatmineraler.

Kjøringene ble basert på erfaringene fra de forrige flotasjonsforsøkene, men en fullt ut optimal gjennomkjøring ble selvsagt ikke oppnådd ved kun to kjøring. Flotasjonen fungerte imidlertid tilfredsstillende ifølge SINTEF, og en brukbar rensing ble oppnådd.

Ved begge kjøringene ble det benyttet en høyintensitets permanentmagnet-separator, i det ene tilfellet før flotasjon, og i det andre tilfellet etter flotasjon.

## 2.1.1 RESULTATER AV OPPREDNINGSFORSØKENE.

De kjemiske analyser (se tabell 2.1) viser at sluttproduktet ble renest der magnetsepareringen kom til slutt (P3). Tørrmaling i det første tilfellet kontra våtmaling i det andre tilfellet, skaper imidlertid visse usikkerhetsmomenter som vanskeliggjør en god vurdering av de to alternative magnetplasseringene i prosessen. Trolig er våtsikting mest relevant når det gjelder kvartsmateriale, og dermed vil det være naturlig å sette en slik tørr magnetseparator inn etter flotasjonen.

De kjemiske analyser, viser at det ble oppnådd en tilsvarende renhet i produktet (P3) som ved de forrige kjøringene av gjennomsnittsmateriale SK3 og SK4. Dette var selvsagt noe skuffende i og med at SK3 og SK4 var gjennomsnittsmalm, mens vi denne gang kjørte med materiale fra de bedre partier av forekomsten. Hadde man kjørt gjennom flere petroleumsulfonat- og amin-trinn ville nok rensingen blitt noe bedre.

Det er også sannsynlig at forsøkene viser at oppredningen er såpass effektiv at en selv med et noe mere forurenset råstoff oppnår omtrent samme renhet som med det renere råstoffet som ble kjørt nå.

Uansett så er det en grense for hvor rent produkt en kan oppnå med flotasjon og magnetseparering, og vi har i alle fall fått et godt bilde på hvilket nivå en flotasjons- og magnetsepareringsprosess kan bringe Svanvik-kvartsen ned på.

	Al	Fe	Ti	Na	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Ni	Cr	Mn	P
P3	34	19	1,0	17	21	16	3	1,6	0,4	2,2	3,8	0,3	0,2
P4	30	31	1,1	18	15	24	3	0,5	0,3	4,1	6,9	0,6	0,4
SK3 (flotert NTH)	32	17	1,2	18	29	11	5	0,1	0,1	1,0		0,3	
SK3+permroll NTH	39	14	1,2	20	37	13	6	0,1	0,1	0,8		0,3	
SK3+permroll NGU	41	13	1,2	27	25	13	7	0,2	0,2	0,8	1,3	0,2	0,2
SK4 (flotert og magn.- separert NTH)	38	21	1,5	22	34	17	6	0,5	0,2	1,8		0,4	
SK4+permroll NGU	46	16	1,2	22	33	14	7	0,4	0,5	1,1	2,0	0,3	0,2

Tabell 2.1. Resultater av de nye flotasjons- og magnetsepareringsforsøkene. De tidligere forsøkene er også medtatt i tabellen. Verdier i ppm.

## 2.2. SYREVASKING.

Begge de to nye oppredningsproduktene P3 og P4 ble kjørt gjennom en serie med syrebehandlingsforsøk.

Basert på erfaringene fra syrevaskingen av oppredet gjennomsnittsmalm, SK3, ble prøvene denne gang vasket med en blanding av saltsyre og flussyre. Behandlingen foregikk dels ved romtemperatur, og dels ved 80°C. Enkelte av prøvene ble også

forvarmet i ovn til 1000°C før syrevaskingen. Se oppstillingen i tabell. 2.2.1.

Foruten ovennevnte metodikk, ble det også kjørt en annen syrevaskings-serie som er basert på en oppskrift vi har mottatt fra A/S Olivin. Denne ble utarbeidet i forbindelse med at firmaet i vår gjennomførte en grundig vurdering av råstoff og prosess på Drag da de hadde opsjon på kjøp av Minnor etter konkursen. A/S Olivin testet både Drag-kvartsen og andre forekomster med denne metodikken. I denne inngår både flussyre, kongevann og svovelsyre, og gir ifølge firmaet en maksimal rensning av et kvartsprodukt. Den kjemiske analyse av en slik syrevasket kvarts vil da angi de forurensninger som er bundet i gitteret, og som derfor ikke vil være mulig å fjerne.

### 2.2.1. RESULTATER AV SYREVASKINGEN.

Som tidligere viser det seg at syrebehandling gir en merkbar renseeffekt på produktene fra magnetseparering og flotasjon.

Som forventet er varm syre mer effektiv enn kald.

Forvarmingen til 1000°C ble nå foretatt i porselensdigler, men gav fortsatt en merkbart høyere innhold av Fe, Cr, Ni, Cu og Zn enn i de prøvene som ikke ble forvarmet. Muligens ble det også med porselensdiglene et bidrag av disse elementene, men det kan også være en mulighet for at det foregår en sintring av forurensninger ved oppvarmingen, som rett og slett vanskeliggjør syras virkning. Derimot kan det på de forvarmede prøvene registreres at Al blir noe mer redusert ved syrebehandlingen enn de øvrige. Forskjellen er imidlertid minimal og det må konkluderes med at forvarming av kvartsen før syrebehandling ikke gir noen klar positiv effekt.

Den ene prøven som ble sjokkavkjølt etter forvarmingen, ble heller ikke nå lettere rensset av syre, og en slik avkjøling synes å være uten virkning.

Totalt sett synes den anvendte blandingen av fluss-syre og saltsyre å være effektiv, og jerninnholdet har i alle prøvene med varm syrebehandling faktisk kommet ned i underkant av 2ppm. Al ser ut til å kunne bringes ned til ca 15ppm og til 0,6ppm. Det eneste elementet som er virkelig gjenstridig er Na, og de gjenværende 15ppm skyldes nok væskeinneslutninger i kvartsen - som ikke lar seg fjerne.

Denne anvendte behandlingen med saltsyre og flussyre vil nok kunne være aktuell i industriell skala, men for virkelig å se hvor langt ned i rensing det lar seg gjøre å komme, ble den ovennevnte kraftige syreprosedyren til A/S Olivin anvendt. De kjemiske analyser av produktene viser små endringer i forhold til den første prosedyren, men en ytterligere reduksjon av jerninnholdet til ca. 0,6ppm ble oppnådd.

En komplett liste av de kjemiske analyserer gjengitt i bilag 2.

* Syrebetingelser		* Analyseresultater i ppm.															
* Råstoff	Trinn 1	Trinn 2	Trinn 3	prøve nr.	Al	Fe	Ti	Na	K	Ca	Mg	Cr	Ni	Ba	Sr	Li	Cu
P3	ingen forvarm.	romtemp.		1	24	2,2	0,6	17	10	12	1,4	0,2	0,06	0,3	0,2	1,0	0,1
P4		1 time		4	27	4,8	1,0	16	9	11	1,3	0,7	0,3	0,3	0,2	0,9	0,2
P3		1,2N HCl		2	19	0,9	0,5	13	6	10	1,0	0,05	0,01	0,2	0,2	0,9	0,1
P4				5	15	1,5	0,6	13	5	6	2,7	0,27	0,05	0,2	0,1	0,9	0,1
SK4		+		1988	14	1,2	0,6	15	5	4	0,9	0,01	0,01	0,2	0,1	0,6	0,2
SK4		5,5N HF	80°C														
P3	1000°C	1 time		1988	11	2,0	0,6	17	6	5	0,6	0,5	0,7	0,1	0,1	0,6	0,9
P4	forvarm.			3	13	4,6	0,5	12	6	8	1,3	1,1	1,5	0,1	0,2	1,1	1,9
P4				6	12	5,6	0,6	12	5	8	0,5	1,3	2,3	0,1	0,2	1,1	1,0
P4				7*	12	6,9	0,7	12	5	7	0,4	1,4	2,3	0,1	0,2	1,1	1,0
P3	15% HF	nei	nei	10	25	0,8	0,5	12	5	8	0,9	<0,001	0,01	0,2	0,1	0,9	0,1
P4				13	17	0,9	0,6	13	5	18	0,7	0,02	0,02	0,2	0,2	1,0	0,3
P3	80°C	kongevann	nei	11	16	0,6	0,5	11	5	4	0,6	0,002	<0,01	0,1	0,1	0,9	0,0
P4	1 time			14	16	0,6	0,5	12	5	4	0,6	<0,001	0,01	0,2	0,1	0,9	0,0
P3		1t 80°C	9N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12	15	0,6	0,5	11	5	4	0,5	0,03	<0,01	0,1	0,1	0,9	0,0
P4			1t 80°C	15	15	0,5	0,5	12	5	4	0,6	0,001	<0,01	0,2	0,1	0,9	0,0

Tabell 2.2.1. Kjemiske analyser av syrevaskeforsøkene. Prøven merket \* ble sjokkavkjølt etter varmebehandlingen. Verdier i ppm.

### 2.3. SAMLEDE RESULTATER FRA RENSEFORSØKENE.

I tabell 2.3.1 er gitt en oppsummering av resultatene fra alle rensforsøkene som er utført med Svanvik-kvartsen, og disse tallene bør være en meget god indikasjon på de renhetsnivåer en realistisk kan oppnå ved ulike grader av oppredning i industriell skala.

*****						
*	Råmalm	Magnetsep.	Flotert og	Flotert, magnetsep.		*
*		(Permroll)	magnetsep.	.....		*
*	(gj. sn.)			og syrevasket : med kongevann		*
*****						
* Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1500	350	55	30	: 30	*
* Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1200	80	20	1,5-2,0	: 0,9	*
* TiO <sub>2</sub>	60	6	2	1,0	: 0,8	*
* Na <sub>2</sub> O	<1000	50	27	20	: 16	*
* K <sub>2</sub> O	660	200	25-35	6	: 6	*
* CaO	4600	1100	20	7	: 6	*
* MgO	700	50	8	1,2	: 1	*
*					:	*
* Al	800	200	30	15	: 15	*
* Fe	840	60	15	1,0-1,5	: 0,6	*
* Ti	30	4	1,2	0,6	: 0,5	*
* Na	<1000	40	20	15	: 12	*
* K	550	160	20-30	5	: 5	*
* Ca	3300	780	15	5	: 4	*
* Mg	400	30	5	1	: 0,6	*
* Mn	40	7	0,3	< 0,03	: 0,01	*
* P			0,2	< 0,01	: < 0,01	*
* Cu		7	0,1-1,5	0,1	: < 0,03	*
* Zn		1	0,1-0,3	< 0,03	: < 0,001	*
* Pb		1,3	0,2	0,01	: < 0,01	*
* Ni		0,4	1-2	0,01?	: < 0,01	*
* Co		0,1	< 0,1	0,005	: 0,006	*
* V		0,2	0,04	0,02	: < 0,0005	*
* Mo		0,3	0,5	< 0,04	: < 0,001	*
* Cd			0,001	< 0,04	: < 0,003	*
* Cr			2-5	< 0,1?	: < 0,03	*
* Ba		3,3	0,6	0,2	: 0,1	*
* Be		0,03	< 0,01	< 0,01	: < 0,0001	*
* Sr		1,8	0,3	< 0,15	: 0,1	*
* Zr			< 0,03	< 0,02	: < 0,01	*
* Li		0,9	0,9	0,9	: 0,9	*
* B			< 1	< 1	: < 1	*
* Cr			5	< 0,3	: < 0,03	*
* Ni			< 5	< 0,05	: < 0,01	*
*****						
* Sum		1300	390	115	: 105	*
*****						

Tabell 2.3.1 Oppsummering av resultater fra rensforsøkene. Verdier i ppm.



### 3. PRODUKTMULIGHETER.

Ulike grader av rensing av kvartsen vil kunne tilfredsstillende kravene til ulike produktkategorier, og oppsummering av disse følger med henvisning til tabell 2.3.1.

Råmalm: For høyt innhold av Ca (kalkspat) selv i de beste deler av forekomsten gjør at kvartsen ikke kan anvendes verken til Si-metall, Si-karbid eller ferrosilisium.

Håndskedet: Ved kontinuerlig håndskedning kan det muligens la seg gjøre å sortere ut de kalkspatrike partier av den beste del av forekomsten slik at produktet kan anvendes til silisium-metall. Dette er vel lite aktuelt i dag.

Magnetseparert: Nødvendiggjør nedknusing, og utelukker således i dag Si-metall. Ca-innholdet blir fremdeles for høyt til Si-karbid produksjon. Tilfredsstillende kravene til flaskeglass og lignende dårlig betalte anvendelsesområder. Ikke økonomisk.

Flotert og magnetseparert: Si-karbid kvalitet oppnåes. En kvalitet som er bedre enn det beste som tilbys av europeisk natursand. Produktet blir liggende i et mellomskikt med svakt markedspotensiale i dag. Prisleiet i natursand-klassen (brilleglass) er lavt.

Flotert, magnetseparert og syrevasket: En betydelig forbedring av produktet er oppnådd, med Fe-innhold helt ned til rundt 1ppm. Visse kvaliteter av optisk glass er hermed oppnådd, bl.a. Pilkington's spesifikasjoner. Flere andre produsenter av optisk kvarts burde være innen rekkevidde. Lite markedsvolum innen denne klassen vil imidlertid være for dårlig basis for drift av et kostbart rensanlegg.

### 4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON.

Undersøkelsene av den hydrotermale kvartsgangen ved Svanvik har vist at vi her har å gjøre med en forekomst på minst 1 mill. tonn. Kvartsen er dessverre for forurenset av kalkspat til at den kan anvendes direkte til f.eks. Si-metall.

Oppredning må til, og ved flotasjon og magnetseparering oppnåes kvaliteter som er bedre enn den beste europeiske natursand. Prisleiet er imidlertid for lavt.

Ved en etterfølgende syrebehandling av oppredningsproduktet kan jerninnholdet bringes helt ned til rundt 1 ppm. Kravene til flere produsenter av optisk glass ser dermed ut til å være oppnådd. Et beskjedent markedsvolum i den vestlige verden pr. år på bare 10.000 tonn totalt innen kategorien optisk glass som helhet, vil imidlertid ikke gjøre drift av et kostbart rensanlegg regningsvarende.

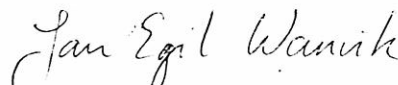
Som konklusjon kan man derfor kun håpe på at nye anvendelsesområder (som f.eks. solcellekvarter) vil kunne skape ny etterspørsel for den kvalitet som kan produseres av Svanvik-kvartsen (med bl.a. lavt bor-innhold).

Et mulig alternativ, som også i dag kan ha en viss realisme, er å ta ut kvartsen og

transportere den ubehandlet til et eksisterende verk som f.eks. Minnor i Tysfjord eller Norfloat ved Lillesand. Dette vil ikke gi særlig uttelling når det gjelder arbeidsplasser i Sør-Varanger kommune, og er således en lite attraktiv løsning. De nevnte firmaer er imidlertid informert om Svanvik-forekomsten, og har ikke vist aktiv interesse pr. i dag for en slik mulighet.

Undersøkelsene har i alle fall vist at vi her har lokalisert en stor kvarttsforekomst, som forhåpentligvis kan få sin anvendelse i fremtiden.

Trondheim 19. desember 1989.

  
Jan Egil Wanvik  
forsker

#### RAPPORTLISTE.

NGU-rapport nr. 87.081. "Svanvik kvarttsforekomst i Pasvik, Sør-Varanger kommune". J.E.Wanvik, april 1988. 28s. 5 bilag.

NGU notat ("salgsbrosjyre"). "Svanvik kvarttsforekomst i Pasvik" J.E.Wanvik, 29/4 1988. 6s.

NGU rapport (ikke nummerert). "Statusrapport mai 1988 for undersøkelse av Svanvik kvarttsforekomst." J.E.Wanvik 3/5 1988. 8s. 2 bilag.

NGU-rapport nr. 89.078. "Statusrapport 1989 for undersøkelse av Svanvik kvarttsforekomst." J.E.Wanvik, 6/6 1989. 18s. 2 bilag.

NGU-rapport nr. 88.060. "Seismiske målinger Svanvik-kvarts, Pasvik 1987." T. Lauritsen, 17/3 1988. 8s. 2 bilag.

Rapport vedr. oppredningsforsøk Svanvik-kvarts. N.E.Johannessen, Norfloat A/S 29/5 1987. 3s.

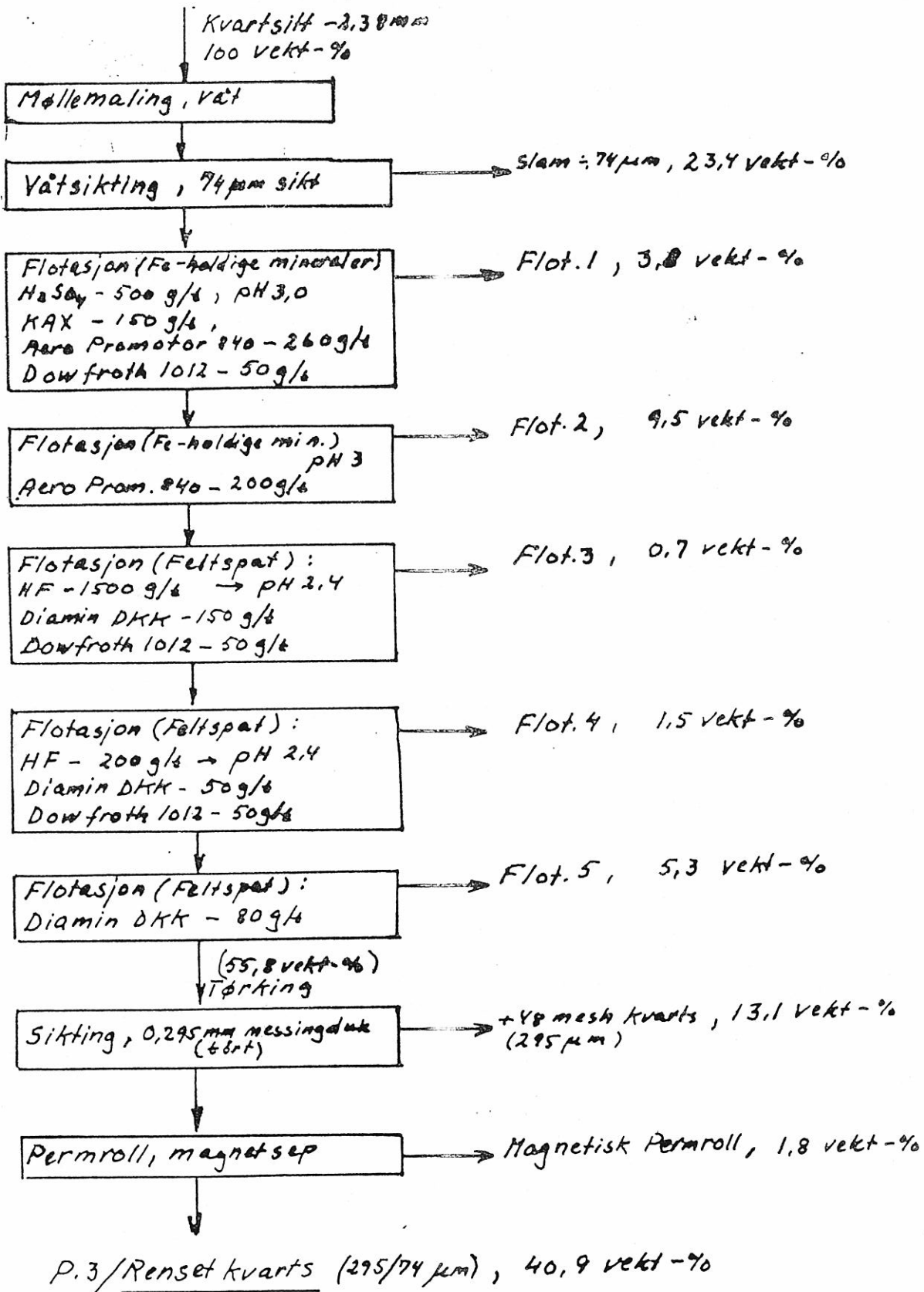
Oppredningslaboratoriet NTH. Rapport nr. 03/87. "Flotasjon av kvarttsittprøve fra Svanvik". M. Lahti, 30/4 1987. 6s. 7 bilag.

SINTEF-rapport STF36 F89055. "Flotasjon av kvarttsprøve fra Pasvik." P.Ljøkjell, 26/6 1989. 5s. 5 bilag.

Diverse kjemiske analyserapporter fra Kjemisk avdeling, NGU.

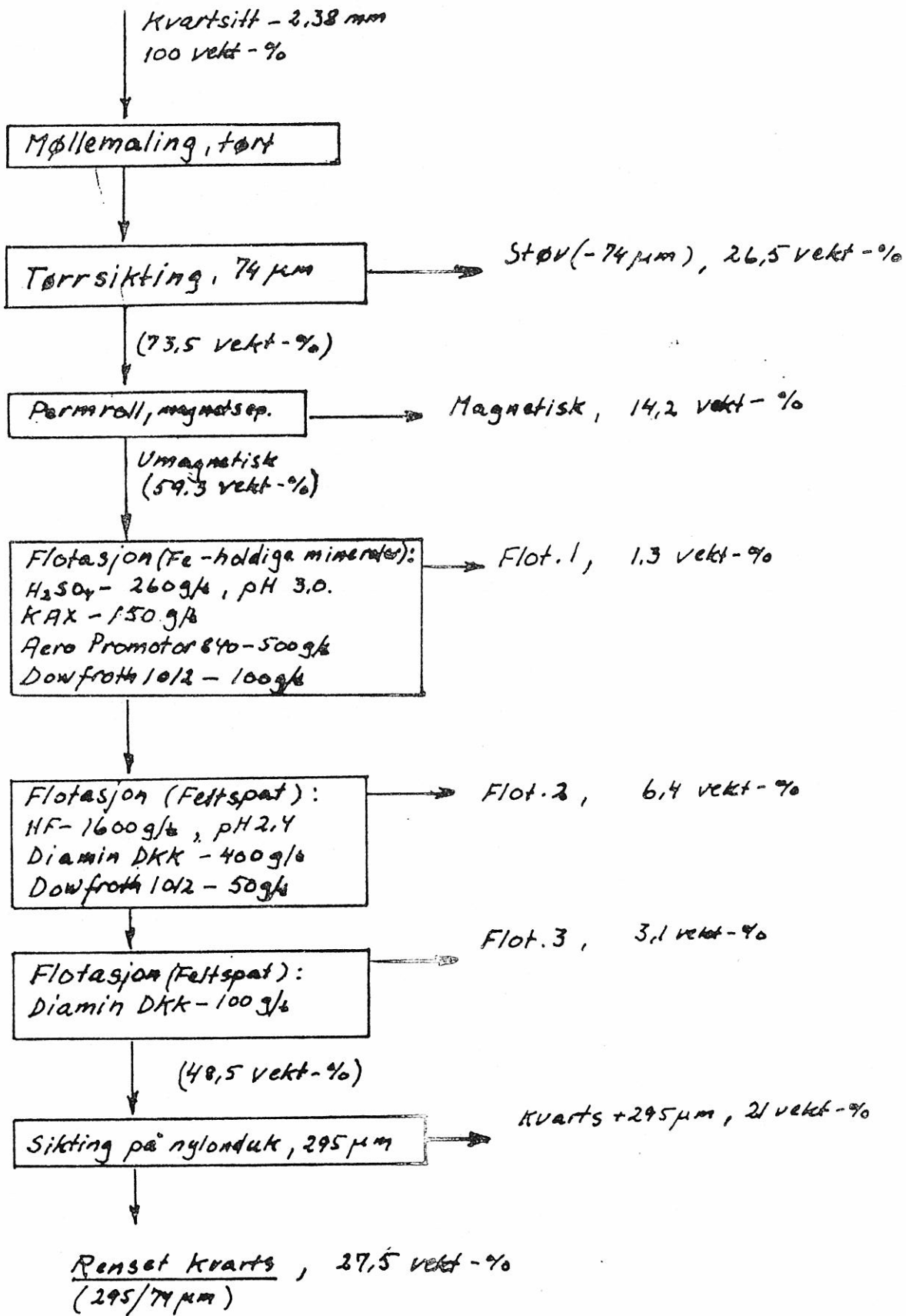
## PASVIK - KVARTSITT/NGU

Forsøk P.3



# PASVIK - KVARTSITT / NGU

Forsøk P.4



## ANALYSE-RAPPORT.

Norges Geologiske Undersøkelse.

Prosjektnr: 23.1886.32

Oppdragsnr: 126/89

Oppdragsgiver: NGU BERGGRUNNSAVD. V/J.E.WANVIK

Instrument: PLASMA

	Si ppm	Al ppm	Fe ppm	Ti ppm	Mg ppm	Ca ppm	Na ppm	K ppm	Mn ppm	P ppm
Nedre grense	10.0	5.0	.6	.3	5.0	5.0	2.0	25.0	.3	10.0
	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Co ppm	V ppm	Mo ppm	Cd ppm	Cr ppm	Ba ppm
Nedre grense	.2	.1	5.0	2.0	1.0	.5	1.0	1.0	2.0	.3
	Sr ppm	Zr ppm	Ag ppm	B ppm	Be ppm	Li ppm	Sc ppm	Ce ppm	La ppm	
Nedre grense	.1	.3	.5	.3	.1	.2	.2	3.0	1.0	

Ovennevnte grenser er deteksjonsgrenser m)lt p) analyseprogrammets 'blank', multiplisert med 100 (tynningsfaktor for de fleste prøvetyper). for avvikende tynningsfaktor omregnes grensene. For prøver med høyere bakgrunnsniv) vil grensene kunne bli betydelig høyere enn de angitte.

Disse data er lagret i % p) NGU's data-anlegg p) filen A12689.BRK.KJAN  
 Prøvenavnet kan leses som heltall, høyrejustert fra kolonne 7 med 8. kolonne  
 til ) markere A- el. B-prøver dvs (I7,A1,29(A1,F12.8))

Format : (A8,29(A1,F12.8))

Bilag 2





Prosjektnr: 23.1886.32

Oppdragsnr: 126/89

	11	12	13	14	15
Si	< .1 ppm	< .1 ppm	1.9 ppm	< .1 ppm	< .1 ppm
Al	16.2 ppm	14.5 ppm	16.6 ppm	15.7 ppm	15.4 ppm
Fe	.8 ppm	.7 ppm	1.1 ppm	.7 ppm	.7 ppm
Ti	.5 ppm	.5 ppm	.6 ppm	.5 ppm	.5 ppm
Mg	.6 ppm	.5 ppm	.7 ppm	.6 ppm	.6 ppm
Ca	4.1 ppm	4.1 ppm	18.3 ppm	4.3 ppm	4.4 ppm
Na	11.4 ppm	11.4 ppm	12.7 ppm	12.1 ppm	12.0 ppm
K	4.6 ppm	4.5 ppm	5.3 ppm	5.0 ppm	4.7 ppm
Mn	.0 ppm	.0 ppm	.1 ppm	.0 ppm	.0 ppm
P	< .1 ppm	< .1 ppm	< .1 ppm	< .1 ppm	< .1 ppm
Cu	.0 ppm	.0 ppm	.3 ppm	.0 ppm	.0 ppm
Zn	< .0 ppm	< .0 ppm	.0 ppm	.0 ppm	.0 ppm
Pb	< .0 ppm	< .0 ppm	1.7 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Ni	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Co	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
V	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Mo	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Cd	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Cr	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Ba	.1 ppm	.1 ppm	.2 ppm	.2 ppm	.2 ppm
Sr	.1 ppm	.1 ppm	.2 ppm	.1 ppm	.1 ppm
Zr	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Ag	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
B	.5 ppm	.6 ppm	.4 ppm	.4 ppm	.5 ppm
Be	< .0 ppm	< .0 ppm	.0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Li	.9 ppm	.9 ppm	1.0 ppm	.9 ppm	.9 ppm
Sc	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
Ce	< .0 ppm	< .0 ppm	.1 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm
La	< .0 ppm	< .0 ppm	.1 ppm	< .0 ppm	< .0 ppm