



Bergvesenet rapport nr 7236	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr Oppredningslaborato riet -NTH	Oversendt fra Stavanger Staal A/S	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Rapport vedr.: Supplerendepilotflotasjon og maleforsøk med malmprøve fra Bruvannsstollen.

Forfatter

Sandvik Knut Lyng

Dato År

Feb 1975

Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

Stavanger Staal A/S

Kommune Ballangen	Fylke Nordland	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 13311	1: 250 000 kartblad Narvik
----------------------	-------------------	--------------	-----------------------------	-------------------------------

Fagområde
Oppredning

Dokument type

Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)

Råna
Bruvannsfeltet

Råstoffgruppe
Malm/metall

Råstofftype
Ni, Cu

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Rapporten er vedlagt følgebrev av 26.02.1975.

Hensikten med disse forsøkene var å få flere dimensjoneringsdata for flotasjonskretsen og se på malemetodens virkning på flotasjonsresultatene. det ble reist spørsmål om skadelige elementer i avgangsvannet og om semiautogen maling var en mulighet.

forsøkene viser at malemetoden har mindre betydning for flotasjonen. Mengden av Cu-ioner i avgangsvannet er høyt ved benyttet pH. Høyere pH eller resikulasjon av vannet kaan redusere problemet. sedimenteringsegenskapene til avgang og konsentrat ble undersøkt. semiautogen maling er neppe særlig aktuell.



UNIVERSITETET I TRONDHEIM - NORGES TEKNISKE HØGSKOLE

OPPREDNINGSLABORATORIET 7034 TRONDHEIM - NTH

TELEFON (075) 30100 - LINJE 145

Overing. Grønli,
Stavanger Staal,
4900 JØRPELAND.

DERES REF.

VÅR REF. KLS/eg 35/75

DATO 26.2.1975.

- ./.
- Vedlagt oversendes en rapport fra supplerende pilotforsøk med Rånemalm. Forsøkene ble delvis utført på grunn av usikkerhetsmomenter som kom frem ved de økonomiske overslag.
- ./.
- Dessuten vedlegges et notat vedrørende rapport av oktober 1974.

Vennlig hilsen

Knut L. Sandvik
Knut L. Sandvik

Vedlegg.

✓ Kopi: Geolog Mathiesen, NGU.

R A P P O R T

FOR STAVANGER STAAL A/S

VEDR. SUPPLERENDE PILOTFLOTASJON OG MALEFORSØK
MED MALMPROVE FRA BRUVANNSSTOLLEN.

TRONDHEIM, Febr.1975.

Knut L. Sandvik

Knut L. Sandvik

Saksbearbeider: Sandvik.

Lab.arbeide: Vatn, Gården, Rein
og Thraning.

1. SAMMENDRAG.

Denne forsøksrekken var utført for å komplementere opplysningene om Rånamalmens flotasjonsegenskaper. Det ble fastslått at malemetode (konvensjonell kontra autogen) har mindre betydning for flotasjonsegenskapene. Videre viste målinger at mengden Cu-joner i avgangsvannet er noe høyt ved den benyttede pH, 3,95 mg/l. Flotasjon ved høyere pH eller resirkulasjon av vannet kan redusere dette problem. Resirkulasjon av vannet kan videre redusere utgiftene til reagenser noe. Et enkeltforsøk med resirkulasjon antydte at dette muligens kunne gi lavere gehalter i konsentrat enn ikke resirkulasjon, men dette må undersøkes nærmere. I denne forbindelse ble det også utført forsøk for å fastlegge sedimenteringsegenskaper for avgang og konsentrat.

Et enkelt forsøk med semiautogen maling, bruk av få store kuler med stor diameter, ga et minsket kraftforbruk og noe grovere maleprodukt. Metoden er neppe særlig aktuell i dette tilfelle.

2. FORSØKETS HENSIKT.

Som nevnt i sammendraget kom det ved prosjekteringen av anlegget opp en del punkter som burde undersøkes nøyere.

Malemetodens innvirkning på flotasjonsresultater. Flere dimensjoneringsdata for flotasjonskretsen var ønskelig.

Er konsentrasjonen av skadelige elementer i avgangsvannet så høye at en kan vente påbud?

Sedimentasjonshastigheter for konsentrat og avgang måtte fastlegges.

Er semiautogen maling en mulighet for forekomsten?

3. RÅGODS.

Det var fremdeles igjen en rest peridotitt fra grunnstollen i Råna mottatt juni 1973. Denne var nå svært tørr, men virket lite oksydert. Til forsøkene med konvensjonell maling ble det knust ned til -10 mm. Grunnet segregering varierte Ni-gehalten i godset fra 0,33% til 0,37% og Cu-gehalten fra 0,09% til 0,18%.

4. FORSØKSOPPLEGG.

Det ble utført i alt 5 pilot flotasjonsforsøk pluss to forsøk med semiautogen maling. Ved de fire første forsøk ble pågangen -10 mm malt i en stav-kulemøllekrets lukket med syklon.

Data for møller:

	<u>Diam. mm</u>	<u>Longde mm.</u>	<u>Turtall</u>
Stavmølle	470	1.000	Variert etter behov
Kulemølle	700	700	39 r.p.m.
Autogenmølle	700	1.000	37 r.p.m.
Syklon.	Innvendig mål	54 mm ^φ	
	Utløpsdyse	7,5 mm ^φ	

Autogenmalekretsen var oppstilt på samme måte som vist i rapport av sept. 73. Nedmalingen ved flotasjonsforsøkene ble forsøkt holdt i område 67-72% -200 M, hovedsaklig ved å variere turtallet på stavmøllen. Segregering av pågangen til møllen gjorde at variasjonen ble vesentlig større i området 67 til 78% -200 M.

Forsøkene 28-31 var basert på konvensjonell maling. Nr. 32 var basert på autogenmaling og forsøkene 33 og 34 var rene maleforsøk med semiautogen maling. Ved disse ble møllen tilsatt 87 kg grove kuler.

7 stk. 125 mm^φ, 3 stk. 100 mm^φ og 9 stk. 70 mm^φ.

Mengden malesten i møllen ble noe redusert for å holde chargenivået noenlunde konstant. Chargevekten ble økt fra 340 til 380 kg.

Påsetning var ved forsøk 28 og 29 150 kg/h, ved forsøkene 30 og 31, 120 kg/h, mens den måtte reduseres til 108 kg/h ved autogenmaling, forsøk 32. Pulptetthet i pågang flotasjon ble holdt på 40% fast. Flytskjema for de fleste forsøk er vist i figur 1. Nominell oppholdstid i de forskjellige deler av flotasjonskretsen er vist i tabellen.

Påsetninger:

kg/h		150	120	108
l/h		375	300	270
Sted	Volum l	Nominelle oppholdstider i min.		
Agitasjonstank	20	3,2	4,-	4,4
- " -	20	3,2	4,-	4,4
Rougher	51	8,1	10,-	11,3
Scavenger	51	8,1	10,-	11,3
1 grovrens	38	6,-	7,4	8,5
2 grovrens	6	1,-	1,2	1,3
1 rens	12	1,9	2,4	2,7
2 rens	6	1,-	1,2	1,3
Total	204	32,5	40,2	45,2

Brukte reagenser var KAX (kaliumamylxanthat) Dowfroth 250 eller Teefroth B. pH ble regulert til 6,5 med svovelsyre tilsatt rougher pågang og i en del tilfelle også til scavenger pågang. Tilsatsene ved de forskjellige forsøk er vist i neste tabell.

		Forsøksnr.				
	Tilsattpunkt	P-28	P-29	P-30	P-31	P-32
Svovelsyre kg/t	Agitasjonstank 1	ikke målt	ikke målt	1,4	1,1	1,35
- " -	1.scavenger	0	0	ikke målt	0,25	0,20
Total					1,35	1,55
Xanthat g/t	Agitasjonstank 1	39	58	52	80	60
- " -	1. scavenger	38	51	48	60	52
	2. grovrens	0	19	19	28	24
		77	128	109	168	136
Skummer g/t	Agitasjonstank 2	48	36	55	25	60
	1. scavenger	10	32	35	35	10
Total		58	68	90	60	70

Forsøk 31 ble utført med omtrent 70% resirkulering av driftsvann.

Analysar: Cu-og Ni-analyser ble foretatt ved Oppredningslaboratoriet etter bromvannsmetoden (NGU's oppskrift).

5. FORSØKSRESULTATER FLOTASJON.

Analysar og utvinninger på de viktigste produkter er oppstilt i tabellen. Vektfordeling og derved utvinninger er basert på Ni-analysene. Svovelanalysen er antagelig mer pålitelig og samsvaret mellom analysert og beregnet pågangsverdi for svovel gir derfor en god pekepinn om analysenes og forsøkets nøyaktighet. Antar en nøyaktighet på utvinningen

$\pm 5\%$ Ni

Forsøk	Produkt	Vekt ford. %	Analyser %				Fordeling %		
			Ni	Cu	S	Uløst	Ni	Cu	S
P-28	Anal.påg.	100	0,38	0,11	1,99 [†]				
Mating 150 kg/h	Rougher	6,3	4,9	1,19	24,4		81	68	†
67,1% -200 M	Konsen- trat	3,9	6,9	1,93	33,9	5,6	70	87	
Stav-kulemølle	Total avg.	96,1	0,12	0,01	0,29		30	13	
(Dårlig balanse [†])	Ber.påg.		0,38	0,84	1,59				
P-29	Anal.påg.	100	0,34	0,09	1,82				
Mating 150 kg/h	Rougher	7,8	4,01	1,00	21,43		92	92	90
67,2% -200 M	Konsen- trat	5,2	5,96	1,48	29,95	12,7	91	90	89
Stav-kulemølle	Total avg.	94,8	0,035	0,01	0,19		9	10	11
	Ber. Påg.		0,34	0,086	1,73				
P-30	Anal.påg.	100	0,37	0,166	1,78				
Mating 120 kg/h	Rougher	8,-	4,-	1,28	20,65		86	62	92
67% -200 M	Konsentrat	4,6	6,6	2,2	31,91	9,7	82	61	86
Stav-kulemølle	Total avg.	95,4	0,07	0,07	0,22		18	39	14
	Ber.påg.		0,37	0,168	1,67				
P-31	Anal.påg.	100	0,33	0,085	1,71 [†]				
Mating 120 kg/h	Rougher	16	1,93	0,54	9,89		93	82	93
78% -200 M	Konsentrat	6,4	4,60	1,53	26,04	17,5	90	93	90
Stav-kulemølle	Total avg.	93,6	0,023	0,008	0,21		10	7	10
Resirk. av vann	Ber.påg.		0,32	0,105	1,87 [†]				
P-32	Anal.påg.	100	0,37	0,18	1,81				
Mating 108 kg/h	Rougher	12,6	2,46	0,89	12,89		96	97	93
72% -200 M	Konsentrat	7,2	4,90	1,51	24,52	20,2	96	97	94
Autogenmaling	Total avg.	92,8	0,017	0,004	0,13		4	3	6
	Ber. påg.		0,37	0,115	1,87				

Total avgang er sammensatt av to komponenter, scavengeravgang som kommer fra direkte flotasjon av pågangen i rougher og scavenger og en grovreanseavgang som kommer fra en renseflotasjon av mellomprodukter som scavengerkonsentrat og renseflotasjon. Grovreansekretsen må derfor ta hånd om de vanskeligste produkter i kretsen, og avgangen blir derfor meget høyere enn avgangen fra den enklere scavengerflotasjonen.

Forsøk		Analyser				Fordeling		
		Vekt%	Ni	Cu	S	Ni	Cu	S
P-28	Scav.avg.	91,7	0,07	0,01	0,16	62	75	47
	Grovrenseavg.	4,4	0,86	0,08	4,04	38	25	53
	Endelig avg.	96,1	0,12	0,01	0,29	100	100	100
P-29	Scav.avg.	90,-	0,01	0,01	0,11	31	95	52
	Grovrenseavg.	4,8	0,42	0,01	1,94	69	5	48
	Endelig avg.	94,8	0,035	0,01	0,19	100	100	100
P-30	Scav.avg.	92	0,06	0,07	0,22	77	95	60
	Grovrenseavg.	3,4	0,52	0,12	2,78	23	5	40
	Endelig avg.	95,4	0,07	0,07	0,22	100	100	100
P-31	Scav.avg.	70,3	0,007	0,007	0,06	15	55	19
	Grovrenseavg.	23,4	0,12	0,018	0,77	85	45	81
	Endelig avg.	93,6	0,032	0,008		100	100	100
P-32	Scav.avg.	81,4	0,006	0,0035	0,06	30	75	41
	Grovrenseavg.	11,4	0,095	0,010	0,61	70	25	59
	Endelig avg.	92,8	0,017	0,04	0,13	100	100	

En del prøver fra undersøkelsen ble undersøkt under mikroskop i slip. I pågangen var det meget lite halvkorn eller smittede korn av bergart-sulfider å se. Flammestruktur pentlandit-magnekis forekom ikke. Det var noen få halvkorn og smittede korn kobberkis-magnetkis-pentlandit, men mengdemessig ubetydelig.

Konsentratet holdt en god del bergart, spesielt i de grovere fraksjoner. Noe av denne bergarten var smittet av pentlandit eller kobberkis.

I scavengeravgangen var det vanskelig å finne sulfider i det hele tatt. De som forekom kunne være helkorn av pentlandit eller magnetkis.

Grovrenseavgangen holdt noe mere halvkorn, men mest bergart. En del frimalte sulfider gikk tapt i de finere fraksjoner.

Konklusjon: Halvkornproblemet har liten betydning.

6. VURDERING AV FLOTASJONSRESULTATER.

Flotasjonsresultatene viser en ganske stor spredning. De første forsøkene ga gode konsentrater med høy Ni-gehalt og lite bergart, men lav utvinning. Ved de påfølgende forsøk ble derfor kretsen operert for å finne hvor langt utvinningen kunne drives. Dette resulterte i dårligere konsentrater. Konsentratene kan antagelig bedres uten særlig tap av utvinning ved å sette inn flere rensetrinn for konsentratet.

En kurve over konsentratgehalt ved alle forsøk som funksjon av utvinning er vist i figur 2. Ved innsats av flere rensetrinn burde kurven la seg bringe opp til den stiplede linjen.

6,4 - 6,5% Ni ved 90% utvinning burde kunne være mulig for den benyttede pågang.

En grunn til at det er vanskelig å få til god flotasjon er at skumdannelsen ved pH 6,5 er dårlig. Kretsen måtte derfor opereres med et meget høyt pulpnivå for å få en god utvinning. Dette førte til at en god del bergart skvalpet over i rougher og scavengerkonsentratet. I et kommersielt anlegg vil derfor god nivåkontroll være viktig.

Høyere pH ved rougher scavengerflotasjonen vil gi bedre skum og minsket syreforbruk. En vil imidlertid risikere mere bergart i konsentratet. Dette skal undersøkes nærmere i en egen benkforsøksserie.

Variasjonen i resultater var så pass stor at en vanskelig kan avgjøre om reagensdosering eller nedmaling har hatt særlig innflytelse på resultatene. Kurven i figur 2 tyder imidlertid på at forsøk P-31 er dårligere enn de andre. I dette tilfelle hadde en imidlertid både en meget fin nedmaling og resirkulering av vann.

Mikroskopiering av produktene viste at det var lite halvkorn. Smittede korn kunne muligens nedsette konsentratgehalter noe. Ommalning av grovresekkonsentratet kunne redusere dette problemet på en billig måte samtidig som at frimalte sulfidoverflater ble skrubbet.

7. ANDRE UNDERSØKELSER.

Forurensning av avgangsvann:

Avgangsvannet og prosessvannet ved forsøk P-31 og avgangsvannet ved forsøk P-32 ble analysert på de mest uønskede elementer Ni og Cu.

		<u>Ni p.p.m</u>	<u>Cu p.p.m</u>	<u>F p.p.m</u>
P-31 Resirkulert vann.	Før filtrering	0,14	4,6	-
	Etter filtrering	0,14	0,03	-
Avgangsvann.	Før filtrering	0,088	4,7	-
	Etter filtrering	0,08	0,02	-
P-32 Avgangsvann.	Før filtrering	0,33	3,95	0,23
	Etter filtrering	0,34	0,02	0,01

Kobbergehaltene er betenkelig høye før filtrering. Minimumsverdier i Ontario, Canada er < 1 p.p.m f.eks., men i Norge avgjøres de i hvert enkelt tilfelle. Grunnen til den høye Cu-gehalt er sannsynligvis at Cu-joner lutes ut på grunn av lav pH. Problemet kan derfor løses ved å flotere ved høyere pH, muligheten for dette skal undersøkes, eller vannet kan resirkuleres. Cu-jonene skulle ikke medføre noen problemer ved resirkulasjon. De burde tvert imot aktivere magnetkis.

Sedimentasjonshastigheter:

Fordi fortykning av avgang og konsentrat kan være aktuelt ble sedimentasjonshastighetene fastlagt. De var ganske høye. Bilag 1 viser forsøksdata. Konsentratets laveste settlingshastighet er 1,7 cm/min og avgangens 2,3 cm/min.. Dette er settlingshastighet for fasegrensen pulp-vann. Det tar vesentlig lenger tid før vannet er helt klart. Saltvannstilsats reduserer den tid det tar før vannet blir helt klart vesentlig. Skal vannet resirkuleres er en viss turbiditet (uklarhet) av underordnet betydning.

8. SEMIAUTOGEN MALING.

Forsøkene viste at semiautogen maling ga høyere malekapasitet og grovere produkt i åpen krets. I lukket krets var gevinsten ved semiautogen maling liten. Grunnen er antagelig den at pulpen har så høy sp.v. at stålkulene ikke kan slå istykker de mindre malestein. Effekten ville antagelig vært større i en større mølle. Pår vi noe gods som gir problemer med malestein av kritisk størrelse, d.v.s. malestein som er for små til å utføre malearbeide og for store til å fjernes fra møllen, kan metoden bli prøvd igjen.

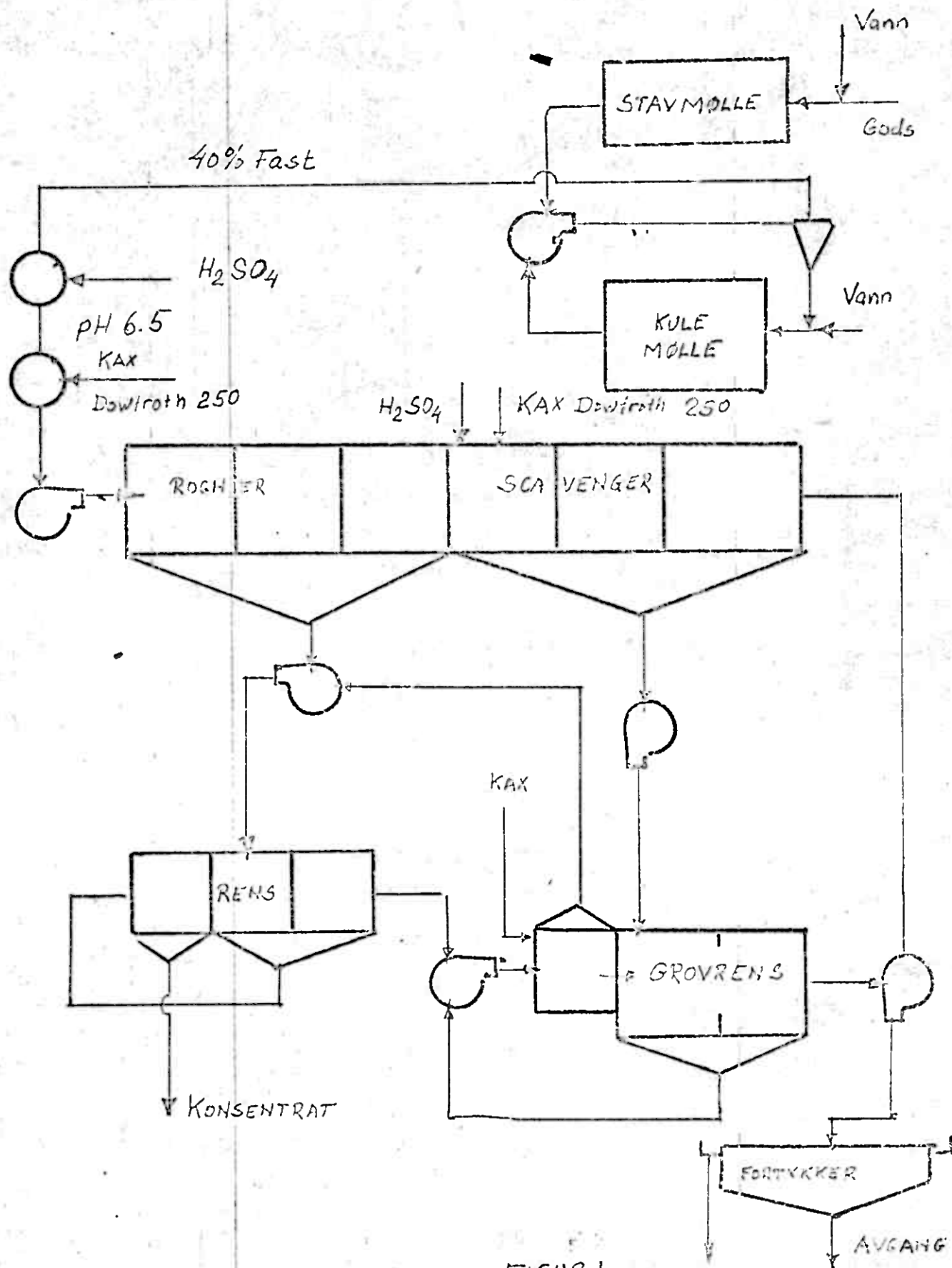
Den nåværende prøve er problemfri fra et autogenmalemessig synspunkt. Forsøksdata er tabulert og sammenlignet med tilsvarende data fra vanlig autogen maling.

Forsøk med semiautogen maling.Råna peridotitt.

<u>Forsøksnr.</u>	<u>P-32</u>	<u>P-7</u>	<u>P-33</u>	<u>P-34</u>
Dato	17/12-74	14/8-73	19/12-74	20/12-74
Malemetode	Autogen lukket krets	Autogen åpen krets	Semiautogen åpen krets	Semiautogen lukket krets
Kjøretid t.min.	5,25	3,10	1,50	1,35
Chargevekt kg.	340	335	345	385
Forandring av chargevekt kg/h	-10	-10	-20	+10
Mating kg/h	108	108	161	156
Mengde maleprodukt kg/h	117	118	197	135
Vann l/h	152	150	240	240
%fast maleprodukt	43	44	45	36
Maleprodukt % -200 M	72	56,7	42,6	52,3
kW brutto	2,95	2,80	2,80	3,05
kW korr.	0,85	0,85	0,85	0,90
kW netto	2,10	1,95	1,95	2,15
kWh netto pr. tonn produkt	17,9	16,5	9,9	15,9
kg -200 pr. kWh	40,0	34,2	42,9	32,8

FLYTTSKJEMA

PILOTFORSØK MED RÅNÅLM DES 1974



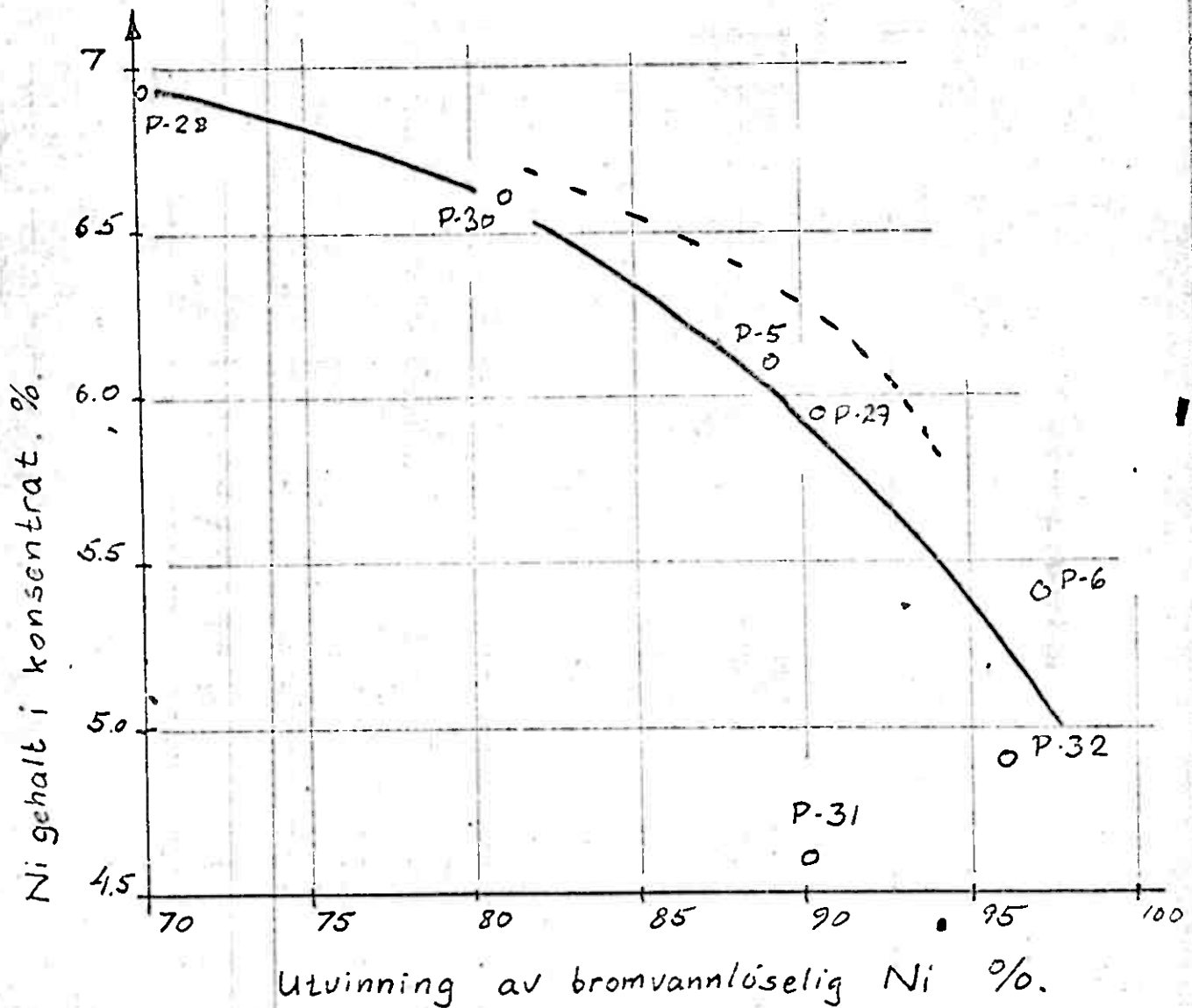
FIGUR 1

OPPREDNINGSLABORATORIET NYH

KLS.

RÅNA.

KONSENTRATGEHALT, Ni, SOM FUNKSJON AV UTVINNING.



P-5 } Autogenmaling
P-6 }
P-32 }

P-28 } Ståv-kulemølle maling
P-29 }
P-30 }
P-31 }

P-31 Resirkulering av vann.

Figur 2. Foregått med malm fra staven ved Bruvann.
Oppfædningsskolelaboratoriet NTH for 1975-76.

SÄVA: mätning av sättningshastighet

1. Scavengeravgång. 300 ml pulp trymmt ut till 10. pH = 7.5

1/1	Min →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	CM →	4	6	9	13	16	20	23	25		

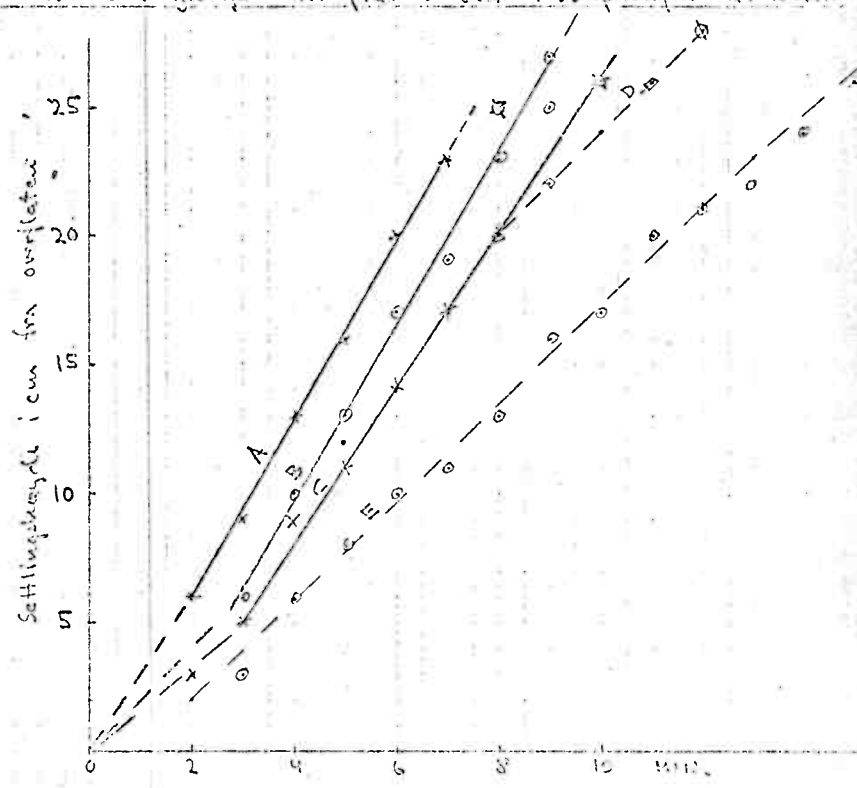
B 2. Scavengeravgång. 300 ml pulp trymmt ut till 10 pH = 7.3

B	1210	CM →	0	1	6	10	13	17	19	23	27	30
---	------	------	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

C Konstrukt. 300 ml pulp trymmt ut till 11 pH = 7.4

C	1230	CM →	0	2	5	9	11	14	17	20	25	28
---	------	------	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Anm. Prover uttatt i 1 l vatskylator, som ble smedd opp
ned noen ganger til prøven var i suspensjon for lussing → 20



Fullstendig settet.

RANA, måling av setlingshastighet

Endelig avgang. 300 ml pulp tynnet ut til 1 l pH = 7.3

D	Min →	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
KI 1230	CM →	3									
	Min →	12									
	CM →	28	stopp								

Konsentrat. 300 ml pulp tynnet ut til 1 l pH = 7.7

E ¹⁾	Min →	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
KI 1245	CM →	2	3	6	8	10	11	13	16	17	20
	Min →	12	13	14	15	16	17	17.5			
	CM →	21	23	24	26	28	29	30	Stopp		

1) Noget diffus grense.