



Bergvesenet rapport nr 7228	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.: Male- og flotasjonsforsøk i benkskala med råmalm, utført i april/juni 1973				
Forfatter Sandvik Knut Lyng		Dato År Sept 1973	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, Co			

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Rapporten gir en gjennomgang av en forsøksserie med materiale fra borhull.. målsettingen var å kartlegge forekomstens flotasjonsegenskaper og dels fastlegge betingelsene for pilotforsøk og undersøkelsesmetodikk for fattige malmer.

Kartleggingen av flotsjonsegenskapene er ikke fullstendig. Mengden uløst i konc varierer med pågangens opprinnelse, det være seg peridotitt eller pyroxenitt, mens de i avgang hodt seg relativt jevnt.

Det antydes at utvinningene kan komme til å ligge rundt 75 % for Ni, 93 % for Cu og 60 % for Co.

Mathiesen/Bagd

Stavanger Staal,
v/overing. Grønli,
4900 Jørpeland.

19/9-73	
2.3	9
pu	3/20
5.2	
V.4	
Ark.	

139/KLS/abb

13.sept.1973.

Benkforsøk med Rånalm.

Vedlagt oversendes en foreløpig rapport om benkforsøk med Rånalm. Som det fremgår synes resultatene fra en del forsøk å være relativt dårlige, noe som muligens skyldes forsøksutførelse-analyse. Disse forsøk vil derfor bli repetert, men jeg antar de foreliggende data også har interesse.

Vennlig hilsen

Knut L. Sandvik

Knut L. Sandvik

Kopi:NGU

OPPREDNINGSLABORATORIET

NTH - TRONDHEIM

R A P P O R T

FOR

STAVANGER STAAL A/S

Vedr.: Male- og flotasjonsforsøk i
benkskala med råmalm

April/juni 1973

NTH, Trondheim, september 1973

Saksbearbeider: Sandvik

Forsøksarbeide: Gaarden

*Hva er anal. med for
og hva med b. v.*

1. SAMMENDRAG

En større forsøksserie med kjerneprøver fra borhull i Ranafeltet har blitt utført. Serien hadde delvis formålet å kartlegge forekomstens flotasjonsegenskaper og delvis å fastlegge betingelser for det etterfølgende pilotforsøk samt å utarbeide en undersøkelsesmetodikk for fattige malmer.

*5:2 x 11
Cm
0.00 1/2
Sulf. Ni.*

Kartleggingen av flotasjonsegenskaper er ennå ikke fullstendig idet avgangen ved enkelte forsøk ble høyere enn hva som kan ansees rimelig. Dette skyldes sannsynligvis forsøkenes utførelse eller analysen av produktene. Forsøkene hvor dette er tilfelle vil bli repetert. For de øvrige forsøk lå avgangsverdiene nokså jevnt på 0,08% Ni, som antyder at Ni-innholdet i silikatene er relativt stabilt. Dette gjelder ikke pyroxenitt hvor det ble oppnådd en avgang på 0,03% Ni. Konsentratgehaltene er ved bulkflotasjon av sulfider en funksjon av forholdet S/Ni i råmalmen (vedlegg 4). For de fleste malmer antas den å bli 5-7% Ni.

M. 7

Innholdet av silikater i konsentratene vil for malmen i peridotitt antagelig bli noe i overkant av hva pilotforsøkene antydde, mens den for andre bergarter kan bli enda høyere, spesielt for pyroxenittene. Cu-utvinningen kan regnes å bli over 90% mens Co-utvinningen blir av samme størrelsesorden som antydde ved pilotforsøkene 60-65%.

2. FORSØKSMATERIALE

Forsøksmateriale var borkjerneprøven fra Råna knust ned til - 4 mm. Gods for de forskjellige forsøk fremkom ved at malm fra homogene sammenhengende partier ble splittet ut på basis av borlogg og analysedata. Gjennomsnittsgehalten for prøvene ble muligens lavere enn hva som kan oppnås ved en viss selektivitet ved brytning da endel fattige mellomliggende partier ble inkludert i prøvene.

Godset ble siktet på 2,38 mm sikt og overkorn ble knust på spindelkvern før maling.

3. FORSØKSUTSTYR - STANDARDBETINGELSER

På grunn av de små mengder floterbart gods i prøvene ble godsmengden pr. forsøk økt fra de vanlige 1-2 kg til 5 kg. Det ble da større mengder konsentrat å arbeide med. Godset ble malt i en lukket batchmølle 400 mm Ø x 105 mm ved 55 r.p.m. Kulecharge 15 kg, vanntilsats 3,5 l. Ved standardforsøk ble maletiden satt til 35 min hvilket for de fleste påganger ga ca. 55% - 200 masker. Rougherflotasjon ble foretatt i en 10 l Denver laboratoriecelle ved 37-38 vekt % fast ved 1100 r.p.m. og renseflotasjon i en 2,3 l Fagergrenselte. % fast i denne ble en funksjon av konsentratmengden som skulle renses. Flotasjonsbetingelser ved standardforsøk:

	Reagens	g/t	pH	Tid min
Agitering	Svovelsyre		6,5	5
Samlertilsats	K-amyloxanthat	40		3
Skummertilsats	MIBC	10		
"	Aerofroth 65	7		

1. trinns flotasjon: Til skumdannelsen slutter

Samlertilsats:	K-amyloxanthat	60	1
----------------	----------------	----	---

2. trinns flotasjon: Til skumdannelsen slutter

Konsentrat fra 1. og 2. trinn ble kombinert og renses to ganger.

4. INNLEDENDE FORSØK OG FORSØK FOR Å FORBEREDE PILOTFORSØK

De innledende forsøk tok sikte på å fastlegge standardbetingelser for de øvrige benkforsøk, mens endel videre forsøk siktet på å fastlegge betingelser for pilotundersøkelsen.

A) Nedmaling. For å få nok prøver til nedmalingsforsøk ble ut-splittede partier av BH 235-150 og 235-160 slått sammen til en storprøve. For det første ble prøven fra 180 til 236 m nyttet og for det andre fra 194 til 254 m. Disse prøver var ifølge borloggen ganske like.

Analyse av samleprøven var 0,28 Ni, 0,03 Cu, 0,02 Co og 0,98 S, altså en relativt fattig prøve. Valgte maletider var 21, (forsøk 5) 28, (no. 3) 35, (forsøk 2) og 42 min (no. 4). Sikting av avgangen fra flotasjonsforsøkene viste at dette ga nedmalingene 37,8%, 41,8%, 53,6% og 60,5% - 200 masker. *49 min?*

Resultatene fra det beste av forsøkene, no. 4 42 min nedmaling er vist tabellarisk i vedlegg 3.

Kumulative gehalter i konsentrat som funksjon av kumulativ utvinning ved forskjellig nedmaling er vist grafisk i vedlegg 1.

Resultatene gir en viss indikasjon på at økt nedmaling gir bedre utvinning. Tallene er imidlertid noe usikre. Minskes avgangsgehalten ved forsøk med 53,6%-200 M nedmaling fra 0,09 Ni til 0,08% Ni vil kurvene for denne nedmaling nær falle sammen med kurven for 60,5%-200 M. Analysenøyaktigheten er kritisk for resultatvurderingen. *5?*

35 min maletid ble valgt som standard før resultatene av denne undersøkelse forelå og er derfor muligens grovere enn optimalt.

B) Samler. Kaliumamylxanthat er stort sett brukt som samler ved Ni-flotasjon i Canada. Finnene som delvis arbeider med fattige impregnasjonsmalmer bruker imidlertid kaliumethylxanthat. For å sammenligne samlerne ble en relativ rik peridotittmalm fra borhull 270-135 67,3-120 m brukt. Analyser: 0,50 Ni, 0,11 Cu, 0,026 Co og 2,05 S.

Begge reagensene ble undersøkt ved henholdsvis 25 og 37 min nedmaling. Resultatene er vist grafisk i vedlegg 2, forsøk 17 med komb av KAX og 37 min maling er dessuten tabullert i vedlegg 3. Det går frem at resultatene også i dette tilfelle er relativt jevne. Amylxanthat synes å gi de beste resultater ved fin nedmaling og dessuten de høyeste gehalter på det rensede konsentrat.

Svovelgehalten i avgang ved bruk av amylxanthat ble 0,08% S mens den ved bruk av ethylxanthat ble 0,16% S. Forskjellig nedmaling ga derimot ikke noe entydig utslag. Amylxanthat ble derfor valgt som samler ved pilotforsøkene.

C) Skummer. Ingen spesielle forsøk ble utført for å fastlegge gunstig skummer. Å få en brukbar skumdannelse bød på problemer, men en kombinasjon av MIBC og aerofroth 65 ga et brukbart skum for benkforsøkene.

5. FORSØK FOR Å ANSLÅ FORVENTEDE RESULTATER FRA ENKELTE SONER AV MALMEN

Resultater fra forsøksserien er tabullert i vedlegg 3. Som det går frem forekommer det endel tvilsomme analyser, spesielt av påganger og avganger. I tillegg er det flere forsøk hvor flotasjonen ikke er ført langt nok slik at avgangen langt over-

stiger de verdier en burde vente. Disse forsøk vil bli kjørt om igjen med noe lengre nedmaling samt lengre flotasjonstid.

6. SAMMENLIGNING AV BENK OG PILOT FLOTASJONSFORSØK

Syklon overløp ble ved pilotforsøk P-4 prøvetatt og prøvene ble flotert etter standard opplegg for benkforsøk. Resultatene fra disse forsøk er sammenlignet med resultatene fra pilotforsøket.

Forsøk nr.	Produkt	Vekt %	Analyser %			Fordeling % Ni
			Ni	Uløst	S	
21	Kons.	5,1	5,3	9,2		71
	Renseavg.	5,0	0,78	49		10
	Avgang	89,9	0,08		0,16	19
	Beregn. pågang		0,38			
22	Kons.	5,5	5,6	8,5		76
	Renseavg.	2,2	0,47	50		3
	Avgang	92,3	0,09		0,18	21
	Beregn. pågang		0,40			
Pilot-4	Kons.	5,6	5,6	6,1	33,3	78
	avgang	94,4	0,08		0,10	22
	Beregn. pågang		0,39			
	Analyse-pågang		0,40		1,98	

Stavanger Staal A/S

VURDERING AV RESULTATER I FORSKJELLIGE MALMSONER

Hull	Prod.	Gehalter %					Utv. sanns. %			
		Ni	Cu	Co	S	Uløst	Ni	Cu	Co	S
235-180 olivinnoritt	Pågang	0,20	0,05	0,01	1,29	-				
210-242 m fattig **	Kons.	3,5	0,9	0,2		32	-	-	-	-
	Kons.mulig	4,0	1,1	0,2		17				
235-170, 256-300 m flere berg- arter **	Pågang	0,4*	0,07	0,01	1,22	-				
	Kons.	6,0	1,5	0,26	-	25				
	Mulig kons.	6,2	1,6	0,3	-	14				
	Avg.	0,15***			0,17					
235-170, 300-340 m peridotitt **	Pågang	0,60*	0,11	0,03	2,40	-				
	Kons.	6,9	1,7	0,32	-	7				
	Mulig kons.	6,9	1,7	0,32	-	6				
	Avg.	0,15***		0,10						
235-150/160 180-236 m/ 194-254 m peridotitt	Pågang	0,28	0,03	0,02	0,98	-				
	Kons.	6,4	1,40	0,30	-	17,8	73	<90	60	92
	Mulig,kons.	6,7	1,40	0,3	-	10				
	Avg.	0,08		0,08						
235-160 256-278 m pyroxenitt	Pågang	0,15	0,04	0,01	1,13	-				
	Kons.	2,07	-	-	-	57,6	(Talkholdig)			
	Mulig,kons.	3,0	-	-	-	28,0	64,0	-	-	-
	Avg.	0,03			0,22					
270-135 38-52 m peridotitt	Pågang	0,29	0,07	0,02	1,27	-				
	Kons.	6,20	1,59	0,28	-	13,4				
	Mulig,kons.	6,50	1,60	0,3	-	9,0	78	93	60	93
	Avg.	0,07			0,10					
270-135 52-67,3 m pyroxenitt **	Pågang	0,13	0,04	0,01	0,64	-				
	Kons.	4,8	1,4	0,28	-	28,1				
	Mulig kons.	5,0	1,5	0,3	-	16,0				
270-135 peridotittrik 67,3-126	Pågang	0,50	0,11	0,026	-	-				
	Kons.	6,65	1,5	0,24	-	20,0				
	Mulig,kons.	6,7	1,6	0,3	-	10,0	79			
	Avg.	0,08	-	-	0,08	-				
270-135 peridotittrik 184-213,9	Pågang	0,63	0,15	0,036	3,76	-				
	Kons.	5,4	1,5	0,28	-	5,1				
	Mulig,kons.	5,4	1,5	0,3	-	5,0	80	92	70	95
	Avg.***	0,14			0,17					

* Tvilson analyse

** Nytt forsøk planlagt

*** Regner med at avgangen kan reduseres

Sammenligningen tyder på at kontinuerlig kjøring gir noe bedre resultater enn benkflotasjon. Endelig avgang får noenlunde like analyser, likeså renses benkkonsentrat og endelig flotasjonskonsentrat. Mengden uløst i konsentrat ved benkforsøkene er høyere enn uløst ved pilotforsøkene. Utvinningen ved pilotforsøk ligger nesten på samme nivå som utvinning av konsentrat og renseavgang tilsammen.

Det må bemerkes at godset for disse benkforsøk er autogenmalt i åpen mølle i motsetning til hva som ellers er praksis ved benkforsøk. Egne forsøk for å bringe innvirkningen av denne faktor på det rene er planlagt.

7. VURDERING AV RESULTATER

Ventede resultater fra de enkelte hull og hullseksjoner er tabullert i tabell 1. Endel av disse opplysninger er ført videre til vedlegg 4 som viser maksimalt oppnåelige konsentratgehalter ved forskjellige forhold mellom S og Ni i råmalmen. Disse gehalter er beregnet ved at man antar 20% bergart i konsentratet, 100% sulfidutvinning, samt at alle sulfider inneholder 40% svovel. Forholdet mellom S/Ni bør maksimalt være 6:1 for å få konsentrater med over 5% Ni. De fleste fremstilte konsentrater holdt betydelig mer enn 20% bergart og forsøkspunktene ligger derfor lavere enn maksimalkurven.

Mengden uløst i konsentrat varierte med pågangens opprinnelse. Minst uløst i konsentratene fikk en generelt for de bergarter som i borloggen var merket peridotitter. Olivinnoritt og andre bergarter ga et generelt høyt innhold av uløst, mens konsentratet fra pyroxenitt i hull 235-160, 256-278 m holdt talk som i sin helhet endre i konsentratet. Dette er den eneste sterkt talkholdige prøve som er truffet på i denne forsøksserien. Ved brytning bør det unngås at pyroxenitter av denne type ender i

pågangen. Talkinnholdet syntes ikke å være noe problem ved den andre pyroxenittprøven.

Uløstgehalten i alle de undersøkte prøvene var høyere enn hva den var for prøven til pilotforsøkene. Dette kan skyldes at autogenmaling gir en heldigere oppbrytning av mineralene enn kulemøllmaling som er brukt ved benkforsøk og ytterligere forsøk er nødvendig for å bringe dette på det rene.

Avgangsgehaltene lot seg i de fleste tilfelle bringe ned i 0,08% Ni og ofte tilsvarende S. Avgang fra den talkholdige pyroxenitten lot seg bringe helt ned i 0,03% Ni, antagelig på grunn av lavt silikatnikkelinnhold.

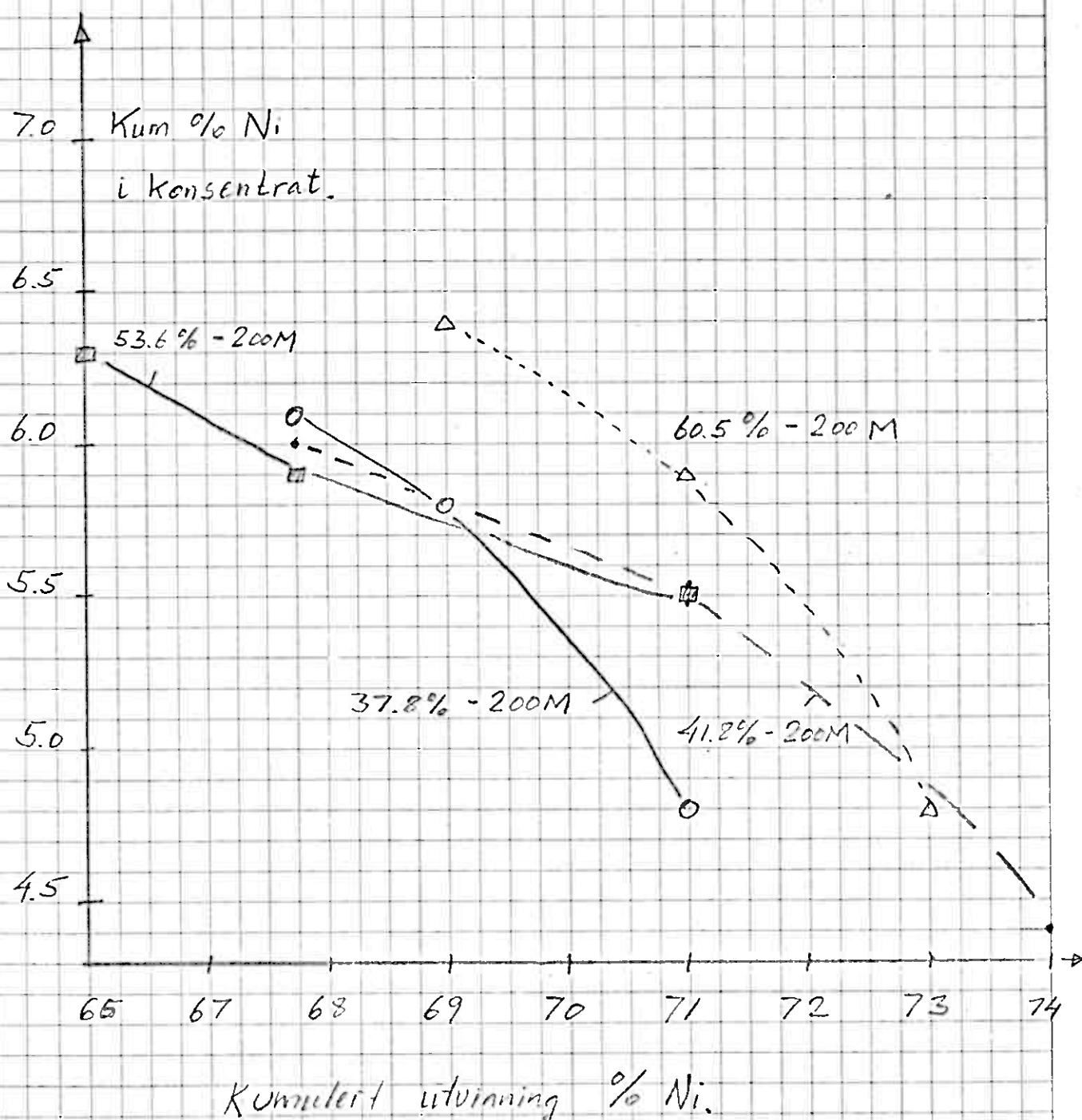
Alle forsøk med vesentlig høyere avgangsgehalter enn 0,08% Ni vil bli repetert for å avgjøre om Ni-innholdet skyldes forsøkets utførelse eller eventuell silikatnikkel.

Det er derfor tidlig å spesifisere forventede Ni-utvinninger for de enkelte malmsoner. En generell antydning turde være Ni 75%, Cu 93% og Co 60%. Fastleggelsen av utvinning for Cu og Co er bare basert på analyser av pågang og konsentrat.

BENKFORSG MED RÅNAMALM

NEDMALINGSFORSØK

Kumulert gehalt som funksjon av Kumulert utvinning. Kurver for forskjellig nedmaling.



STAVANGER STÅLK A/S

Blad/Bilag

Vedlegg 2

Dato 5/9 73

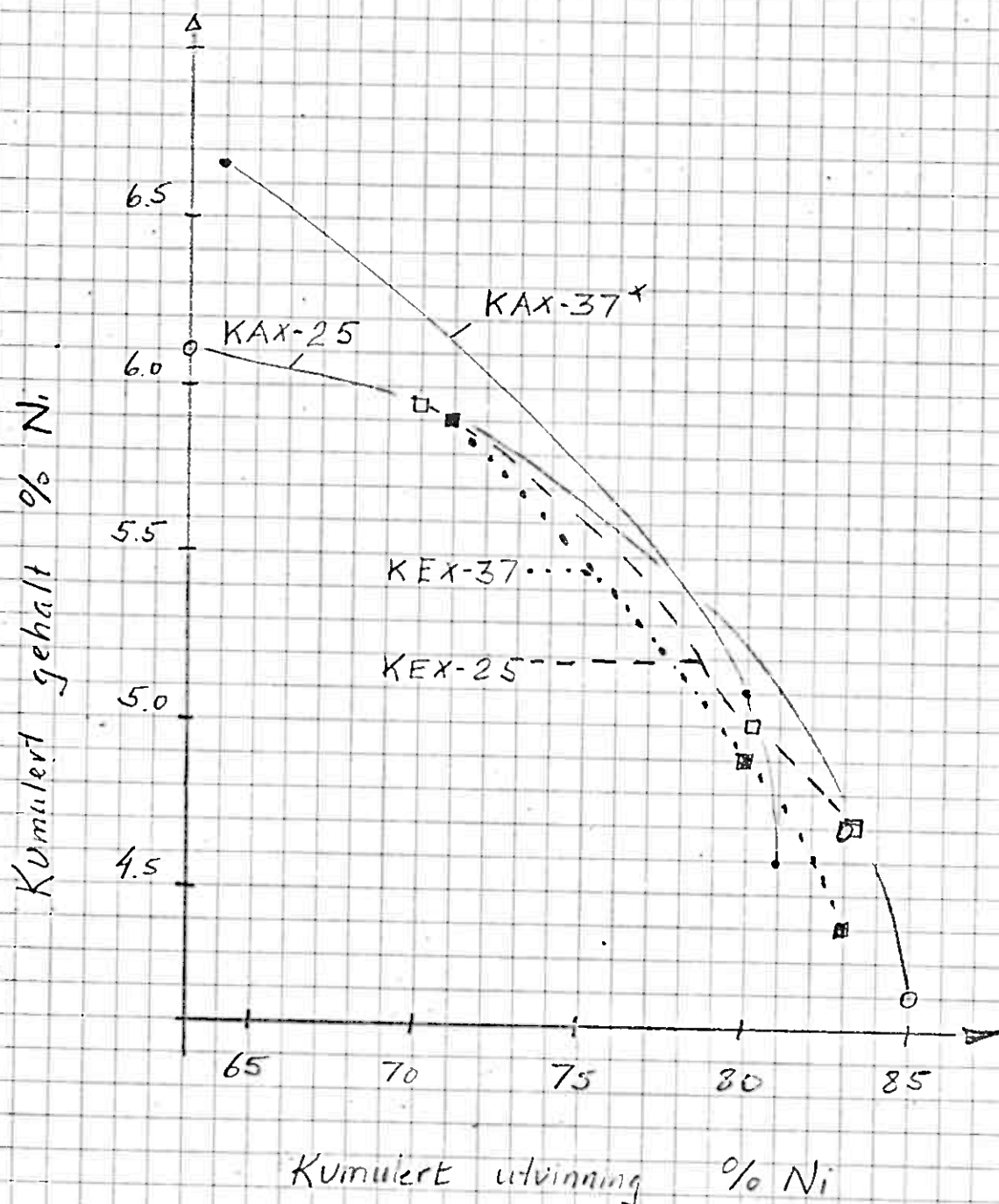
Signatur

KLS

BENKFORSØK MED RÅNÅLM

SAMLERFORSØK.

Kumulert gehalt som funksjon av kumulert utvinning.



* Tallene etter reagensbetegnelsen refererer til minutter mottid.

Stavanger Staal A/S

BENKFORSØK MED RÅNAMALM

ENKELTRESULTATER

Hullopplysn.	Produkt	Vekt		Analyser %			Kum. utv. % Ni
		gram	kumgr.	Ni	Kum Ni	Kum uløst	
230-180	Kons.	212		3,5	3,5	32	56
210-242 m	2 RA	44	256	0,9	3,1	38	59
olivinnoritt	1 RA	71	327	0,5	2,5	48	62
fattig	Avg. 4700			0,11*			
	Ber.påg. 5027			0,265			
<u>Forsøk 14</u>	Analyse påg. 5000			0,20			
235-170	Kons.	208		6,0	6,0	25	59
256-300 m	2 RA	34	242	1,8	5,6	29	62
øvre sone	1 RA	90	332	1,1	4,3	40	70
flere bertart.	Avg. 4683			0,15*			
<u>Forsøk 15</u>	Ber.påg. 5015			0,41			
	Analyse påg. 5000			0,40	(Analysen muligens for høy?)		
235-170	Kons.	259		6,9	6,9	7	69
300-340 m	2 RA	12	271	2,0	6,8	8	70
nedre sone	1 RA	43	314	0,9	5,9	15	71
peridotitt	Kons.3	76	390	0,7	4,9	23	73
<u>Forsøk 16</u>	Avg. 4621			0,15			
	Ber.påg. 5011			0,51			
	Analyse påg. 5000			0,60	(Analysen er for høy)		
Hullene	Kons.	158		6,4	6,4	18	69
235-150/160	RA-2	18	176	1,5	5,9	21	71
kombinert	RA-1	46	222	0,7	4,8	27	73
180-236 m og	Avg. 4800			0,08			
194-254 m	Ber.påg. 5022			0,29			
<u>Forsøk 4**</u>	Analyse påg. 500			0,28			

* Tvilsom analyse/forsøksutførelse

** Finere maling enn øvrige forsøk

*** Talk i produktet

Stavanger Staal A/S

BENKFORSØK MED RÅNAMALM

ENKELTRESULTATER

Hullopplsyn.	Produkt	Vekt		Analyser %			Kum. utv. % Ni
		gram	kumgr.	Ni	Kum Ni	Kum uløst	
235-160	Kons.***	235		2,07	2,07	58	61
256-278	RA-2	52	287	1,03	1,88	60	60
Pyroxenitt	RA-1	146	433	0,85	1,53	64	64
	Avg. 4580			0,03			
<u>Forsøk 6</u>	Ber.påg. 5013			0,155	(Talk i produktene)		
	Analyse påg. 5000			0,15			
270-135	Kons.	212		6,20	6,20	13,4	77
38-52 m	RA-2	14	226	1,22	5,80	16,0	78
peridotitt	RA-1	60	286	0,64	4,80	20	80
	Avg. 4720			0,07			
<u>Forsøk 7</u>	Ber.påg. 5006			0,33			
	Analyse påg. 5000			0,29			
270	Kons.	118		4,8	4,8	28	53
pyroxenitt	RA-2	18	136	0,9	4,2	35	54
57-67,3 m	RA-1	61	197	0,31	3,0	46	55
	Avg. 4813			0,10*			
<u>Forsøk 8</u>	Ber.påg. 5010			0,215			
	Analyse påg. 5000			0,13			
270-135	Kons.	242		6,65	6,65	25	64
peridotittrik	RA-2	169	411	2,82	5,1	24	80
67,3-120	RA-1	51	462	0,71	4,6	26	81
	Avg. 4562			0,09			
<u>Forsøk 17**</u>	Ber.påg. 5024			0,505			
	Analyse påg. 5000			0,50			
270-135	Kons.	453		5,4	5,4	5,1	74
peridotittrik	RA-2	26	479	2,2	5,2	6,5	76
184-213,9	RA-1	104	583	1,6	4,6	12,7	81
	Avg. 4436			0,14			
<u>Forsøk 13</u>	Ber.påg. 5019			0,635			
	Analyse påg. 5000			0,63			

STAVANGER STAAL AIS

Blad/Vilag

VEDLEGG 4

Dato 10/9 73

Signatur

KLS

BENKFORSK MED RÅNÄLM.

KONSENTRATGEHALT SOM FUNKSJON

AV FØRHOJDET S/Ni I FLOTASJON SPÆGANG.