



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 5790	Intern Journal nr	Intern arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra arkiv Nordlandske	Ekstern rapport nr NGU	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Undersøkelse vedrørende risiko for selvantennelse i nikkelkonsentrat fra Rana gruver. NGU-rapport nr. 1406				
Forfatter Laboratorieingeniør Rolf Nilsen		Dato År 1975	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Stavanger Staal A/S	
Kommune Ballangen	Fylke Nordland	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 13311	1: 250 000 kartblad
Fagområde Oppredning		Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Rana	
Råstoffgruppe Malm/metall		Råstofftype Ni		
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse Sammendrag av rapporten: Risiko for selvantennelse i Ni-konsentrat fra Rana gruver er påvist. Ni-konsentratet er sammenlignet med magnetiskonsentrat fra Roros. Ni-konsentratet synes mindre reaktivt enn magnetiskonsentratet. Varmeutviklingen er temperaturavhengig og øker med stigende temperatur. Reaksjonshastigheten øker med økende finkornighet. Største risiko for selvantennelse synes å foreligge ved omkring 9 % fuktighet i konsentratet.				

Oppdragsgiver:

STAVANGER STAAL A/S

NGU Rapport nr. 1406

Undersøkelse vedrørende risiko
for selvantennelse i nikkel-
konsentrat fra Råna gruver.

Oppdragsgiver:
Stavanger Staal A/S

NGU Rapport nr. 1406

Undersøkelse vedrørende risiko for selvantennelse
i nikkelkonsentrat fra Råna gruver.

November 1975

Saksbearbeider:
Laboratorieingeniør Rolf Nilsen

Norges geologiske undersøkelse
Kjemisk avdeling
Postboks 3006
7001 Trondheim
Tlf.: (075) 15860

Sammenfatning:

Risiko for selvantennelse i Ni-konsentrat fra Råna gruver er påvist. Ni-konsentratet er sammenlignet med magnetkiskonsentrat fra Røros. Ni-konsentratet synes mindre reaktivt enn magnetkiskonsentratet.

Varmeutviklingen er temperaturavhengig og øker med stigende temperatur. Reaksjonshastigheten øker med økende finkornighet. Størst risiko for selvantennelse synes å foreligge ved omkring 9 prosent fuktighet i konsentratet.

INN H O L D

SAMMENFATNING	2
INNLEDNING	4
FORSØKSMATERIALE	5
EKSPERIMENTELL UTFØRELSE	6
FORSØKSRESULTAT	7
DISKUSJON	9
FIGURER	10

Innledning:

Det foreliggende arbeid er utført for å undersøke om risiko for selvantennelse foreligger i Ni-konsentrat fra Råna gruver. Det er vel kjent at finmalt magnetkis ofte selvantenner ved lagring i friluft. Ni-konsentratet består for en stor del av magnetkis og en slik mulighet er derfor ventet.

Oppdraget er mottatt gjennom direktør Karl Ingvaldsen.

Ved røsting av kis går reaksjonen direkte mellom kis og luft med SO_2 og jernoksyder som reaksjonsprodukter, mens tørr kis ved vanlig utetemperatur kan lagres uten at reaksjon finner sted. Først når vann kommer til gjennom fuktighet i luften eller i form av nedbør starter en oksydasjon av kisen ved vanlig temperatur med dannelsen av hovedsaklig elementært svovel og jernoksyhydrater, eksempelvis gøtit. Først når temperaturen stiger til over 100°C starter dannelsen av merkbare mengder SO_2 . Og har temperaturen en gang kommet så høyt at kis og luft reagerer direkte, er det meget vanskelig å stanse reaksjonen.

Selv uten tilførsel av luft kan kis og vann reagere. Ved $45 - 50^\circ\text{C}$ merkes etter en tid lukten av hydrogensulfid. Reaksjonen er langsam i forhold til luftoksydasjon. Reaksjonen er ikke nærmere undersøkt av forfatteren. Den kan være viktig hvis varmetviklingen er så sterk at den kan påskynde luftoksydasjon i de ytterste skikt i en kishaug eller silo ved varmetilførsel innenfra etter at luften inne i haugen er oppbrukt.

Reaksjonen mellom kis, luft og vann er eksoterm. Reaksjonshastigheten stiger sterkt med temperaturen.

Den eksperimentelle vanskelighet ved undersøkelse av kis-, luft-, vannreaksjonen ved vanlig temperatur har bestått i å finne en egnet reaktor. Reaksjonsvarmen ved lave temperaturer er såvidt liten at vanlig glassapparat gir for sterk avkjøling. Ved tidligere forsøk med magnetkis har forfatteren funnet at en termosflaske er godt egnet til formålet.

Termosflasken opptrer som en tilnærmet adiabatisk reaktor, og en antar at forholdene inne i flasken tilnærmet kan sammenlignes med forholdene inne i en stor kishaug eller silo.

Forsøksmateriale:

Ni-konsentrat fra Råna gruver, usiktet, levert gjennom dosent Sandvik ved NTH.

Flotasjonskonsentrat av magnetkis fra Røros 1969, usiktet.

do. do. Røros 1970, våtsiktet.

Analyse av Ni-konsentrat:

Kjemisk:

Element	%	Mol/100 gram	
Ni	5.20	0.0886	
Fe	41.68	0.7463	
Cu	1.18	0.0186	
Zn	0.06	0.0009	
S	28.38		0.8850
Uløst i Lunges væske	13.63		
H ₂ O	0.55		
Sum	90.68	0.8544	0.8850

Sikteanalyse:

Våtsikting, inn 100 gram nativ kis

Fraksjon mm	gram, tørket etter våtsikting
- 0.84 + 0.25	0.1
- 0.25 + 0.105	11.0
- 0.105 + 0.062	16.3
- 0.062 + 0.044	19.4
- 0.044 + panne	48.8
Sum	95.6

Eksperimentell utførelse:

Den eksperimentelle utførelse er delt i to:

- A. Måling av varmeutvikling i termoflaske.
 - B. Måling av oksygen-vann opptak ved relativt høy temperatur (96.5°C).
-
- A. Måling av varmeutviklingen i en tilnærmet adiabatisk reaktor (termosflaske):

Som reaktor ble benyttet en 250 ml termosflaske. Et glassrør for innblåsning av luft gikk ned til bunnen av flasken.

Termoelement med tilkopling til skriver og termometer (1/10°C) ble plassert omtrent midt i flasken.

Flasken ble fylt med en blanding av kis og vann.

Det ble gjort forsøk med luft/oksygen og nitrogen, 99.9% N₂, rest O₂. Gassen ble fuktet i vaskeflaske før innblåsning. Til sammenligning ble gjort forsøk med magnetkis, Røros 1969. Forsøkene ble noen ganger avbrutt ved arbeidstidens slutt, gassen avstengt til neste arbeidsdag, for å hindre en ukontrollert temperaturstigning overstigende 100°C i løpet av natten.

Vann som fordampet ble med mellomrom erstattet ved ny tilsats gjennom gassinnledningsrøret.

- B. Måling av oksygen-vann opptak ved 96.5°C.

Et porselenskip med ca. 180 mg kis ble satt inn i et rør og luft mettet med vanddamp ledet over kisen. Hele apparaturen ble plassert i termostat og forsøket kjørt ved 96.5°C.

Formålet var å finne vektøkningen som funksjon av tiden og dessuten se om avgassene inneholdt SO₂ og/eller H₂S. Vektøkningen som funksjon av tiden gir opplysning om reaksjonshastigheten.

Magnetkisen fra Røros 1970 ble brukt til sammenligning.

Forsøksresultat:

Reaksjonshastigheten (varmeutviklingen) er sterkt avhengig av temperaturen og fuktighetsinnholdet i kisen.

Fig. 1, 2 og 3 viser temperaturen i termoflasken som funksjon av tiden med forskjellige gasser og fuktighetsinnhold.

Fig. 4 viser vektøking av kisen i prosent som funksjon av tiden ved konstant temperatur, 96.5°C .

Avgassene fra forsøkene med luft inneholdt bare meget små mengder SO_2 eller H_2S .

Beregning av varmeutvikling i kisen:

Grunnlaget for varmeutviklingsberegningene er tid-temperatur-kurvene.

En har gått ut fra sammenhengen

$$P = \left\{ \frac{(M \cdot C_{\text{kis}} + m \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} + W) T \cdot 4.184}{h \cdot 3600} + U \right\} \frac{1000}{M}$$

P = varmeutvikling i kisen, watt per kg

M = vekt av kisen, gram

m = vekt av vanninnhold i kisen, gram

C_{kis} = kisens spesifikke varme, antatt $0.14 \text{ cal/gram. grad}$

$C_{\text{H}_2\text{O}}$ = vannets spesifikke varme, $1.0 \text{ cal/gram. grad}$

W = termosens vannverdi, 15 cal/gram

U = termosens varmetap, temperaturavhengig, watt

T = temperaturdifferensen over tidsintervallet, $^{\circ}\text{C}$

h = tidsintervall, timer

En har sett bort fra varmemengden som går med til å fordampe eventuelt vann. Denne effekt medregnet vil gi noe høyere varmeutvikling for kisen.

I tabellen nedenfor er gjengitt sammenhengen mellom forsøks-
 tid, kises temperatur og den beregnede varmeutvikling:

Råna nikkelkonsentrat, 9% vanninnhold.

Forsøks- tid fra start timer	Middeltemperatur i tidsintervallet °C	Beregnet varme- utvikling watt/kg kis
23 - 30	27	0.4
49 - 56	56	3
122 - 125	66	5
144 - 146	69	4
146 - 152	77	2

Når varmeutviklingen synker mot slutten av forsøket, antar en det skyldes
 at reaksjonen har gått så langt at det dannede elementærsvovel legger
 seg som en hinne rundt kiskornene og beskytter mot videre oksydasjon.
 Analyse av konsentratet etter forsøket viser 6.2 % S^O som gir en
 omsetningsgrad lik 22 % for kisen.

Diskusjon:

Forsøkene viser at risikoen for selvantennelse i Ni-konsentrat under ugunstige forhold er til stede. Fuktighetsinnholdet og kornstørrelsen har stor betydning. Positiv varmeutvikling i termosene fikk en bare med fuktighetsinnhold cirka 9%, mens 4.8% og 13% ikke ga tenning. Oksygen eller luft ga omtrent samme resultat i den foreliggende undersøkelse. Dette kan synes noe uventet, men kan skyldes så stort overskudd av O_2 at oksygen ikke var hastighetsbegrensende faktor. Denne antagelsen støttes av det forhold at usiktet magnetisk konsentrat, Røros 1969, ga ca $32^{\circ}C$ temperaturstigning med 99.9% N_2 , rest O_2 , og Ni-konsentrat $2 - 3^{\circ}C$ temperaturstigning over rumtemperatur under samme betingelser. Ovenstående indikerer samtidig at magnetisk konsentratet var betydelig mer reaktivt enn Ni-konsentratet. Nå vil imidlertid konsentratenes reaktivitet i høy grad være avhengig av forutgående lagring og kornfordeling i materialet. I starten fikk en for Ni-konsentrat 2.6 ganger større oksydasjonshastighet for kornstørrelse mindre enn 0.044 mm sammenlignet med usiktet konsentrat ved $96.5^{\circ}C$. For Røroskonsentrat (magnetkis) fikk en 13 ganger større reaksjonshastighet for kornstørrelse mindre enn 0.044 mm sammenlignet med kornfraksjonen mellom 0.044 og 0.062 mm under de samme betingelser.

I den foreliggende undersøkelse har en forsøkt å finne de optimale betingelser for selvantennelse. Ved lagring og transport vil problemet være det motsatte. Men en kjenner for tiden ingen patentløsning. Minimal tilførsel av luft må i alle fall tilstrebes. I Finland er forsøkt innblåsning av CO_2 (avkjølte forbrenningsgasser?) med gunstig resultat. Ved lagring kan øking av fuktigheten ut over 12 - 13% kanskje tenkes. Ved sjøtransport er fuktighetsinnhold over 8 - 10% i seg selv risikobetont på grunn av kisen flytningsegenskaper. Tørking av kisen til mindre enn 3% fuktighet vil bli kostbart.

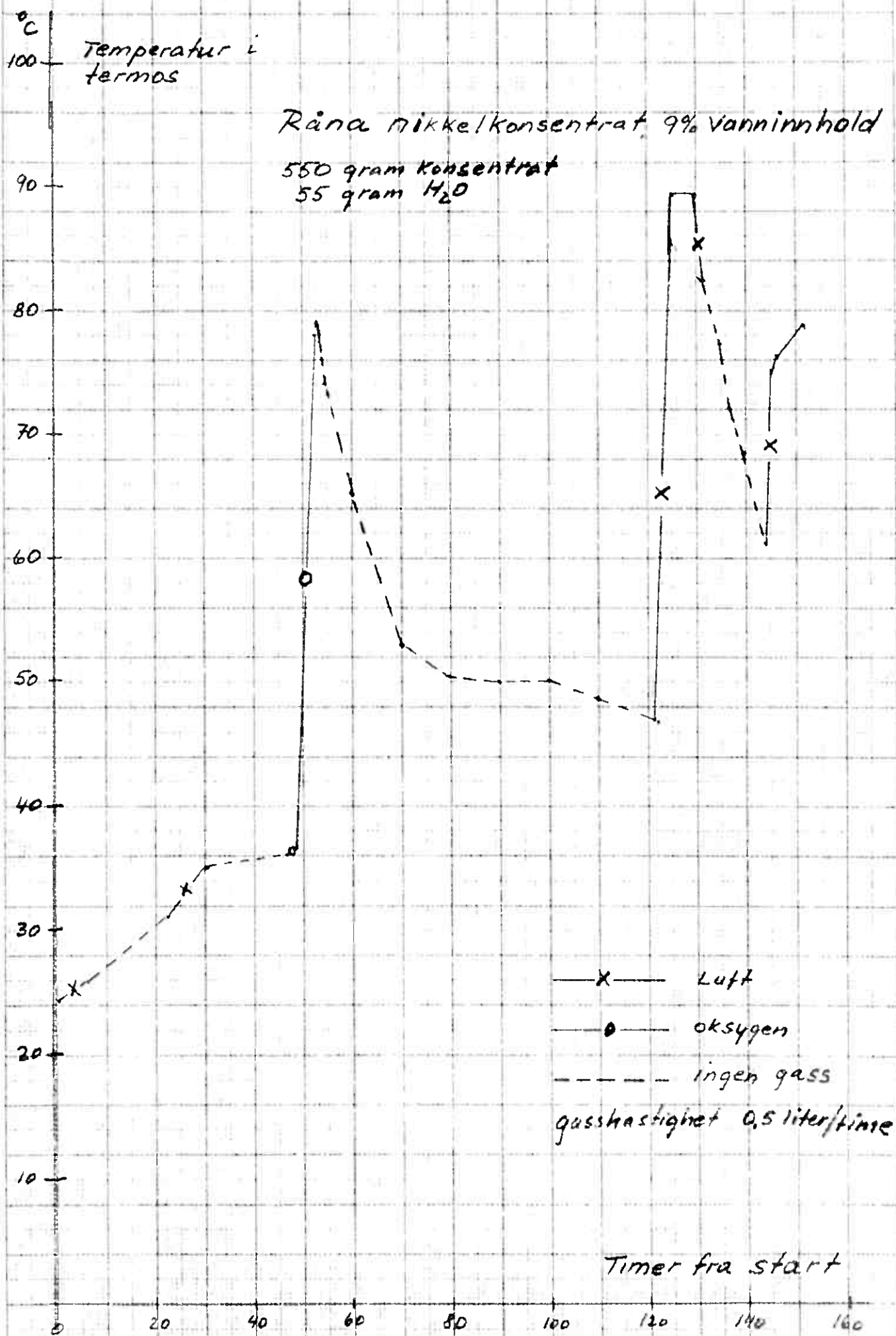


Fig. 1

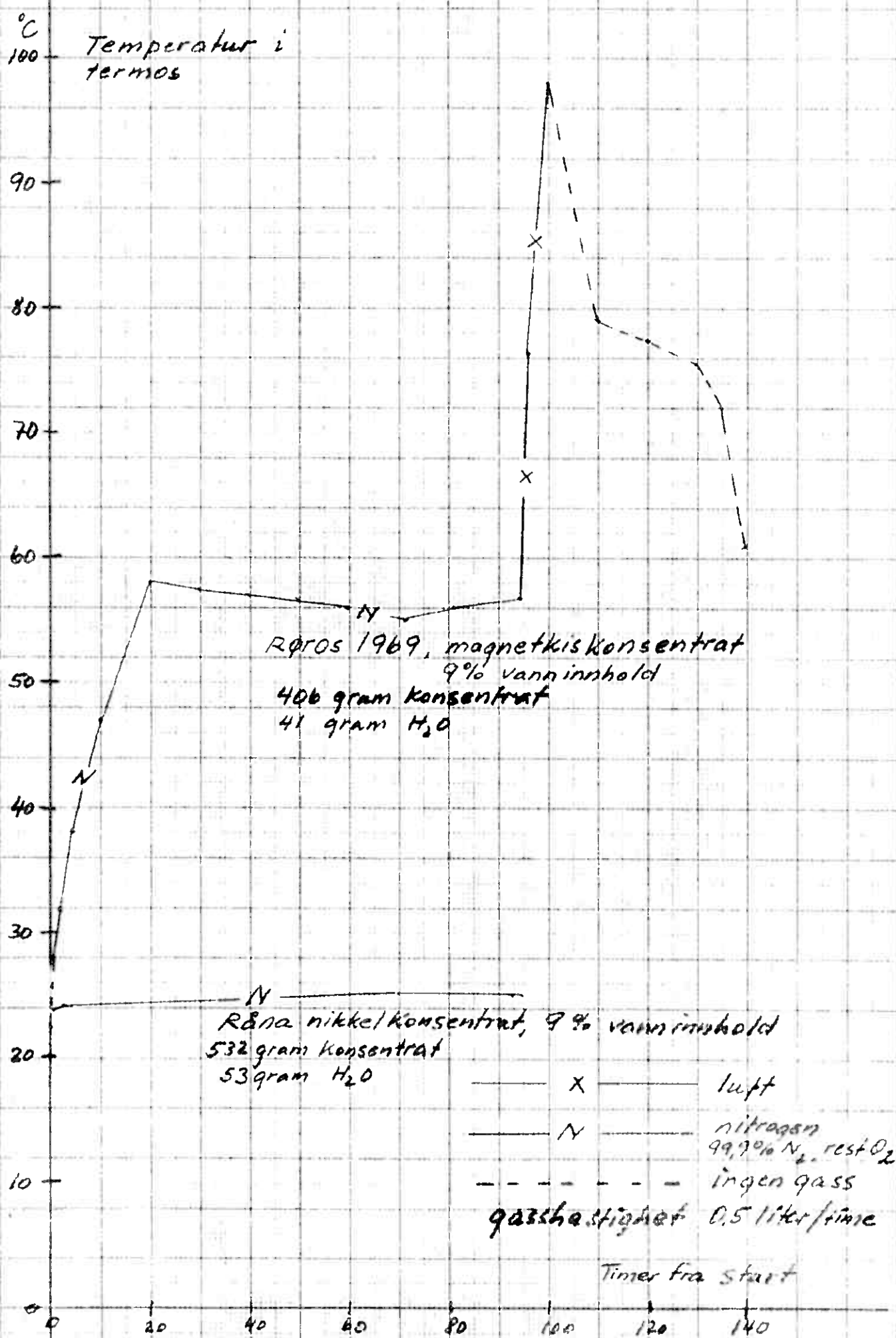


Fig. 2

°C Temperatur i
termos

80

70

60

50

40

30

20

10

Råna nikkel konsentrat
Luft som oksydasjonsmiddel
0.5 liter/time

4.8% H₂O

513 gram konsentrat
26 gram H₂O

13% H₂O

481 gram konsentrat
72 gram H₂O

Timer fra start

0

20

40

60

80

100

120

Fig. 3

100-4

Vektøking i prøven som funksjon av reaksjonstid

temperatur $96,5^{\circ}\text{C}$

inngående luft mettet med H_2O

% Vektøking i prøven

$$\frac{\Delta M}{M}$$

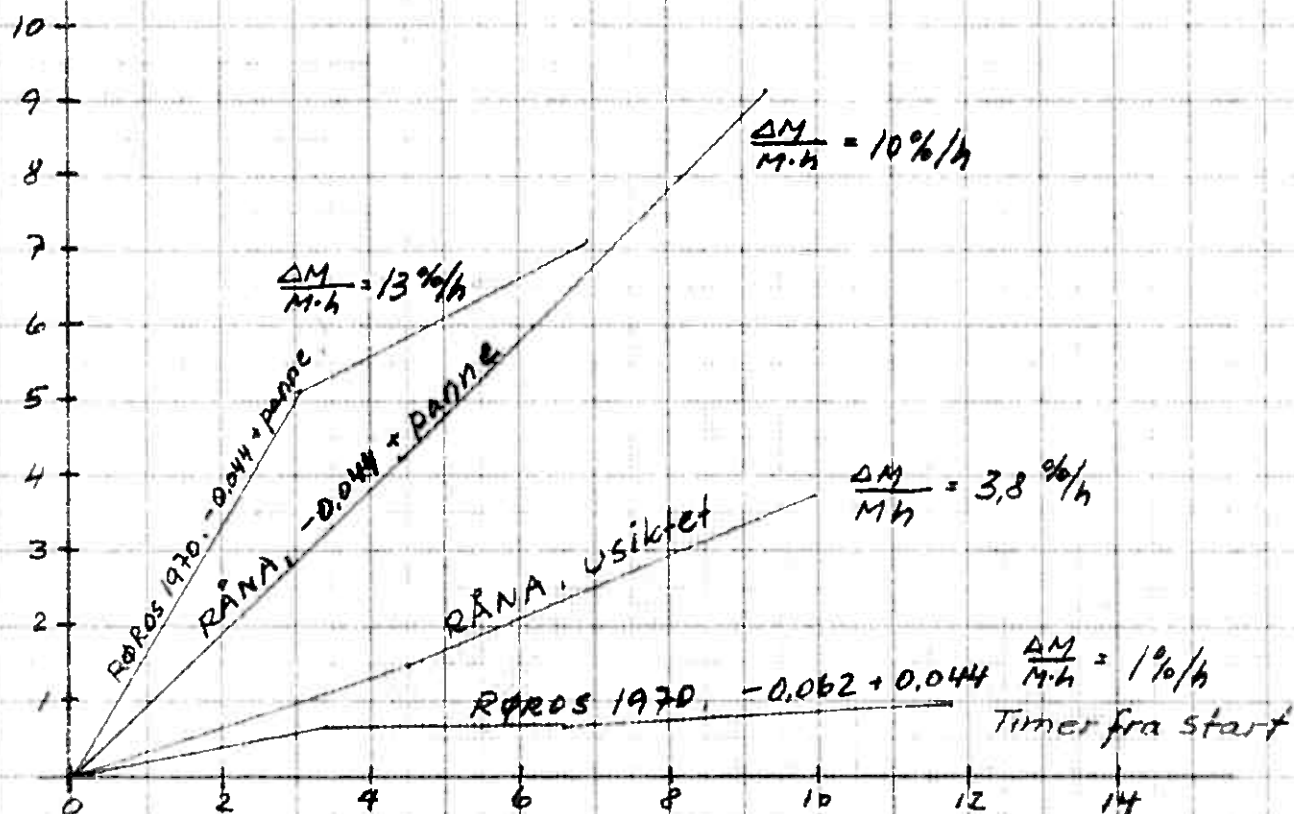


Fig. 4