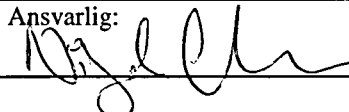


NGU Rapport 99.115

Jernmalmen på Andørja, Ibestad kommune -
Vurdering av kvalitet på superslig og
apatittkonsentrat

Rapport nr.: 99.115		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Jernmalmen på Andørja, Ibestad kommune - Vurdering av kvalitet på superslig og apatittkonsentrat				
Forfatter: Ingvar Lindahl og Frank D. Priesemann		Oppdragsgiver: Ibestad kommune		
Fylke: Troms		Kommune: Ibestad		
Kartblad (M=1:250.000) Narvik		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1332 I - Andørja		
Forekomstens navn og koordinater: Andørja, UTM 59500/763700		Sidetall: 20	Pris: 60,- kr	
Feltarbeid utført: Sommeren 1998		Rapportdato: 08.12.1999	Prosjektnr.: 2725.03	Ansvarlig: 
Sammendrag:				
<p>Det er gjort en undersøkelse for å framskaffe nye data for å kunne vurdere om jernmalmen på Andørja har spesielle fordeler for økonomisk utnyttelse. Det er gjort mineralogiske undersøkelser av malmen og av magnetitt- og apatittkonsentrat fra forekomsten. En prøve på ca. 25 tonn er tatt ut og oppredningsforsøk er gjort hos MINPRO AB i Sverige. Magnetitt- og apatittkonsentrat er framstilt som så er videre undersøkt.</p> <p>Kvaliteten på magnetittkonsentratet er undersøkt av Rana Gruber AS. Dette er gjort med henblikk på å vurdere det som superslig til Høganes prosessen og vurdere det som utgangsmateriale for pigment og andre spesialprodukter. Konsentrat fra malmen til superslig er av for dårlig kvalitet. Det skyldes at innholdet av SiO₂, svovel, titan og vanadium er for høyt. Verdiene ligger for høyt i forhold til de maksimalverdier som Høganes har oppgitt. Magnetittkonsentratet har heller ikke en kjemisk renhet eller farger som gjør det egnet til pigment. Magnetitten er lett å mikronisere men har ikke egenskaper som gjør at den kan brukes til fotokopiering eller til framstilling av rødt pigment. Dette er Rana Grubers vurdering av kvaliteten.</p> <p>Kvaliteten på apatittkonsentratet er undersøkt av NGU. Med de inneslutninger som er i apatitten fra Andørja er det oppnådd et så godt konsentrat av apatitt som en kan forvente. To bruksområder er vurdert. For bruk av apatitten til gjødsel er klorinnholdet for høyt (0.1 % Cl). Det må i så fall brukes som tilblending til andre konsentrater med lavt klorinnhold. Innholdet av tungmetaller og radioaktive grunnstoffer er lavt i apatitten fra Andørja, noe som er ønsket i gjødselmarkedet. Apatitten har et relativt lavt innhold av sjeldne jordartsoksyder, ca. 0.1 %, noe som ikke gjør den attraktivt som kilde for sjeldne jordarter. Yttrium innholdet i apatitten er imidlertid relativt høyt. Apatittkonsentratet fra Andørja vil mest sannsynlig la seg omsette på markedet men ikke være spesielt foretrukket.</p>				
Emneord: Jernmalm	Mineralogi		Økonomisk vurdering	
Prøvetaking	Superslig av magnetitt		Oppredningsforsøk	
Apatittkonsentrat				

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. JERNMALMFORKOMSTEN PÅ ANDØRJA	6
3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV FOREKOMSTEN	7
4. MINERALOGISKE UNDERSØKELSER	9
5. OPPREDINGSFORSØK HOS MINPRO AB	10
6. SUPERSLIG MED HENBLIKK PÅ PIGMENT (Rana Gruber AS)	12
6.1 Resultater	12
6.2 Konklusjon	15
7. UNDERSØKELSER AV APATITTKONSENTRATET	16
7.1 Konklusjon	18
8. LITTERATUR	19

FIGURER

1. Geografisk lokalisering av jernmalmfeltet på Andørja
2. Chondritt normaliserte sjelden jordartsmønstre

VEDLEGG

1. Analyse av superslig fra MINPRO AB
2. Kjemisk analyse av superslig fra Molab as
3. Fargestyrke og farge av superslig som pigment fra Colorana, Rana Gruber AS
4. Farge på pigment fra Colorana, Rana Gruber AS
5. Analyse av apatittkonsentratet fra ACME

1. INNLEDNING

Forekomsten ligger på ca. 68 grader og 50 minutter nordlig bredde og 17 grader og 20 minutter østlig lengde. Beliggenheten av forekomsten er ved Kråkrø på øya Andørja i Ibestad kommune i Troms fylke (Figur 1).

Øyene Andørja og Rolla er i ferd med å bli knyttet sammen veimessig gjennom en undersjøisk tunnel. Andørja er i dag knyttet til veinettet med bru til Salangen hvor nærmeste tettsted er Sjøvegan (ca. 30 km) og nordover til Sørreisa (ca. 60 km) og Finnsnes (ca. 80 km). Kommunikasjonsmessig er også kommunen knyttet til Harstad med ferge (ca. 1 time) og lokalbåt. Avstand til nærmeste flyplasser er Bardufoss (ca. 90 km) og Evenes (ca. 55 km fra Harstad).

Ibestad kommune som utgjøres av øyene Andørja og Rolla er veldrevet og er sterkt interessert i et variert næringsliv med levedyktige bedrifter i kommunen. Det betyr at de vil ønske bergverksindustri velkommen til kommunen som den tilretteleggingen som allerede er gjort klart viser. Kommunene har sørget for å sikre bergrettigheter til jernmalforekomstene på Andørja og har kjøpt området som trengs for drift. Ibestad kommune er interessert i en seriøs investor for om mulig å etablere drift på ressursen. Kommunen vil overføre bergrettighetene til en seriøs investor. Kommunen vil bidra til tilrettelegging av et nødvendig industriområde med utskipningsfasiliteter ved forekomsten.

De logistiske forholdene ligger så godt til rette som de kan i forhold til geografisk beliggenhet. Forekomsten ligger like ved sjøen, hvor det er utmerkede forhold for å etablere kai og havn. Det er også rikelig tilgang på vann til eventuell prosessering av råmalmen på stedet og tilgang på elektrisk kraft. Det er gjort utredninger for bygging av både kai, anlegg og drift (Barlindhaug A/S 1991, Aas, Henriksen og Olsen 1993, Holm og Paulsen 1993). Det finnes stabil og kompetent arbeidskraft i området som dels har anleggserfaring fra landsdelen.

Ordfører Arne Ekman i Ibestad kommune har vist stor interesse for å få undersøkt om jernmalforekomsten ved Kråkerø på Andørja kan utnyttes. Ordføreren har tatt kontakt med NGU gjennom fylkesprogrammet for Troms først for å sette sammen et prospekt for forekomsten for å finne fram til mulige investorer. Dette er det laget ei skisse for. Som et resultat av dette kom vi senere fram til at det var nødvendig og viktig å løfte prosjektet videre fram. Det var nødvendig å finne ut om supersligen har god kvalitet for Høganes og om den kan brukes til pigment og andre spesielle mineralprodukter. Videre var det viktig å undersøke apatittkonsentratet fra malmen og dets kjemiske kvalitet og innhold av sjeldne jordarter. Dette er viktig for økonomien ved en eventuell utnyttelse av forekomsten.

NGU har bidratt til dette med:

- Utforming av en skisse for et prospekt for forekomsten.
- Utforming av et prosjekt og søknaden om finansiering gjennom Landsdelsutvalget (LU).
- Prosjektledelse (I. Lindahl) i forbindelse med gjennomføringen av prosjektet.

Målet med prosjektet har vært:

1. Undersøke malmens mineralogi med hensyn til utnyttelse av magnetitt og apatitt.
2. Ta ut en prøve på 25-30 tonn malm fra forekomsten.
3. Opprede prøven hos MINPRO AB i Sverige for framstilling av magnetitt superslig og et flotert apatittkonsentrat.
4. Undersøke magnetitt superslig med henblikk på framstilling av mikroniserte spesialprodukter og pigment (Rana Gruber AS).
5. Undersøke kvaliteten på apatitt konsentratet fra forekomsten, og om dette kan utnyttes.
6. Evaluering av muligheter for utnyttelse av forekomsten

Finansieringen av prosjektet er gjort av LU, Ibestad kommune, Rana Gruber AS og NGU. Organisering av prosjektet er satt opp etter pålegg fra LU og har vært følgende:

Prosjektledelse er lagt til NGU ved I. Lindahl. Ibestad kommune som fikk tilsagn om delfinansiering fra LU har vært regnskapsfører. LU som har bidratt med den største delen av finansieringen forlangte en styringsgruppe for prosjektet. Denne har bestått av:

Ordfører Arne Ekman, Ibestad kommune (formann)

Fylkesgeolog Gunnar Aker Johannessen, Troms Fylkeskommune

Adm. dir. Egil Nordvik, Rana Gruber AS

Forsker Ingvar Lindahl, NGU (prosjektleder)

Utførende har vært:

Arne Ekman for organisering av prøveuttak med Gunnar Aker Johannessen som rådgiver.

Arne Ekman for organisering av transport av prøven til Sverige.

MINPRO AB for oppredning av prøven.

Rana Gruber AS ved Frank D. Priesemann for testing av magnetitt konsentratet.

NGU ved Ingvar Lindahl for organisering av kjemiske analyser av apatittkonsentratet.

NGU ved Ingvar Lindahl for prøvetaking av malmen for mineralogiske undersøkelser.

Preparatene for mineralogiske undersøkelser er laget ved NGU.

Prøvemateriale som ble til overs ligger lagret ved Rana Gruber AS (ca. 1 tonn superslig) og ved NGU på Geodatasenteret på Løkken (ca. 700 kg apatitt konsentrat).

Prosjektet er utført etter planen med en liten forsinkelse hos MINPRO AB og Rana Gruber AS på grunn av stort arbeidspress. Den faglige sluttrapporten er blitt forsinket på grunn av prosjektleders endring i arbeidssituasjon.

2. JERNMALMFORKOMSTEN PÅ ANDØRJA

Jernformasjonen i den kaledonske fjellkjeden i Nordland og Troms kan følges fra Elsfjorden i Vefsn, Nordland til Tromsøysundet ved Tromsø by. De båndede jernmalmenes finnes i sedimentære bergartsekvenser, lokalt med innslag av vulkansk materiale. Denne typen jernmalm blir gjerne benevnt Dunderslandstypen. Jernmalmenes kan ha varierende mengde innhold av mangan som oftest sitter i granat (Håfjellsmulden i Ofoten) og fosfor (apatitt) som er typisk for malmenes på Andørja, Sjøfjell i Ballangen og lokalt andre steder. De apatittførende jernmalmenes er gjerne knyttet til sedimenter med større innslag av vulkanitter enn de som er fattige på fosfor. Forskjellige lag av jernmalm innenfor noen få meter kan variere sterkt i fosforinnhold (i cm skala).

Tektonostratigrafisk tilhører bergartene på Andørja til Salangen gruppen. Det er i den samme geologiske enheten, dog med andre lokale enhetsnavn, at jernforekomster er utbredt i Nordland. Malmenes har ofte både hematitt og magnetitt som jernmineral i sterkt varierende mengdeforhold. Det gjelder både mellom forekomstene og innenfor en og samme forekomst. I jernmalmen på Andørja dominerer magnetitt totalt. Det er i det hele tatt ikke beskrevet eller observert at hematitt opptrer som mineral i malmen. En liste over den litteratur som er av størst betydning for beskrivelse av Andørjamalmen er gitt til slutt i denne rapporten.

Metamorfosegraden for jernformasjonene i Nordland er vanligvis av amfibolitt grad. Kornstørrelsen på malmenes blir dermed middelmørnig til grovkørnig. De er ofte intenst foldet under den kaledonske fjellkjedefoldning. Sedimentene innen formasjonen er omdannet til glimmerskifer, granatglimmerskifer, kalkglimmerskifer, kvartsitt, marmor og amfibolitt (Gustavson 1972).

Den båndede magnetitt-malmen på Andørja opptrer innenfor en 70 - 180 m tykk amfibolitt, sannsynlig av vulkansk opprinnelse. En tynn marmor finnes både over og under amfibolitten. Under den nederste marmoren finnes granatglimmerskifer og over den øverste marmoren den samme bergarten, men her med innslag av pegmatitter og gneiser i linser og lag (Søvegjartho 1978).

Jernmalmen opptrer i flere forskjellige linser og lag med varierende tykkelse, fra 3 - 20 meter. Noen av lagene ligger så tett sammen at de kan drives sammen, kanskje over mektigheter på opptil 50 meter. Malmen er lavgehaltig. Det gjennomsnittlige magnetitt-innholdet ligger på ca. 25 % (ca. 18 % Fe- magnetisk). Fosforinnholdet i råmalmen i form av apatitt ligger på ca. 1 %, men varierer en hel del. Magnetitt og apatitt er de potensielt økonomisk interessante mineralene i forekomsten.

Malmen på Andørja har som nevnt en amfibolitt som vertsbegart. Magnetitt og noen få korn av kis (magnetkis) er malmineralene i forekomsten. Gangmineralene er hornblende, plagioklas (oligoklas), bioittitt, kvarts, og lokalt noe granat. I små pegmatitter opptrer lokalt

ansamlinger av sulfider, også her mest magnetkis. Malmlinsene faller svakt (15-25 grader) mot øst og nordøst.

Det er ikke gjort kartlegging eller undersøkelser i felt innenfor dette prosjektet utenom prøvetakning for oppredning og for mineralogiske undersøkelser. Det finnes et trettitalls rapporter i NGUs Bergarkiv, hvorav de viktigste er med i Litteraturlisten til slutt i denne rapporten. Forekomstens form og linsemessige oppbygging er godt beskrevet av Søvegjarto (1978).

3. TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV FOREKOMSTEN

Jernmalforekomsten ved Kråkerø på Andørja var kjent allerede rundt 1910 og så tidlig som i 1912 ble det boret 5 diamantborhull i forekomsten, totalt 550 meter (Vogt 1917, Munster 1917, Johansson 1917). I perioden 1940 - 44 ble det gjort omfattende undersøkelser på forekomsten, bl.a. med geologisk kartlegging, prøvetaking og oppredningsforsøk. Christiania Spigerverk A/S gjorde de mest omfattende undersøkelsene på forekomsten i perioden 1957 - 1963 med geologiske kartlegging, geofysikk og omfattende diamantboringer og oppredningsforsøk (Nordsteien 1959, Nystad 1959, Geis 1962a og 1962b).

I 1972 fusjonerte Christiania Spigerverk A/S med Elkem A/S og rettigheter og data ble overført til dette selskapet. Totalt er det på forekomsten boret 14 147 meter fordelt på 125 hull. Ved gjennomskjæring av de forskjellige malmlagene er det mulig å skille ut 6 forskjellige lag. De totale reservene i følge Elkem A/S er på omkring 74 mill. tonn, hvorav 52 mill. tonn er brytbar malm.

På NGUs nasjonale Geodatasenter på Løkken finnes det lagret 3562 meter borkjerner fra 25 borhull på Andørja- forekomsten. Disse er tilgjengelig for interessenter.

Søvegjarto (1978) har gjort en malmberegning av hoveddelen av forekomsten som gir følgende tonnasje for påvist malm i forskjellige lag. Dette må mest betraktes som en geologisk reserve.

	Tykkelse (m)	mill. tonn	% magnetitt	% Fe magn	% fosfor
Kuliberget	20.0	24.0	28.2	20.4	1.19
Malmlag 3	20.2	35.0	19.3	14.0	0.81
Gropa	29.5	11.1	26.4	19.1	0.97
Måsan	20.0	6.9	20.0	14.5	-
Måsan vest	7.5	0.3	30.6	22.1	-
Malmlag 1	10.0	2.2	15.4	11.1	-
Malmlag 4	10.0	9.0	16.6-20.0	12.0-14.5	-
Malmlag 6	10.0	2.8	16.6	12.0	-
Samlet tonnasje		91.3			

Falkhammer - Ibestad gjennomførte en evaluering av forekomsten rundt 1990 som også inkluderte større prøveuttak for oppredning og en ny malmberegning.

Omfattende oppredningsforsøk på malmen er utført i flere perioder av forskjellige laboratorier helt fra tiden under første verdenskrig og framover. Dette er i periodene:

1915-1920 diverse mer primitive anrikningsforsøk

1942-1944 diverse forsøk i regi av Christiania Spigerverk A/S

1960-1962 ved Oppredningslaboratoriet på NTH (NTNU) (Digre 1962).

1990-1991 hos MINPRO AB i Stråssa i Sverige (60 tonn) fra stolldrif (MINPRO 1990).

Forsøkene hos MINPRO AB omfattet ca. 60 tonn råmalm utbrutt med stolldrif for å skaffe råmalm uten påvirkning av forvitring. Oppredningsforsøkene fastla malmens maleegenskaper og ga magnetittkonsentrater fra magnetseparasjon, og erfaring med flotasjon av apatitt og et apatittkonsentrat for videre undersøkelser.

Malmen er finkornig og den må males langt ned for å oppnå tilstrekkelig renhet i produktene. Med en viss tillempling har autogenmaling gitt tilfredsstillende resultater. Forsøkene har vist at det ut av en viss del av magnetitten kan fremstilles superslig som tilfredsstillende spesifikasjoner fra Høganes (Søyland 1991). Av resterende magnetittmengde kan det fremstilles en normalslig. Videre kan det fra malmen framstilles et rent konsentrat av apatitt med over 17 % P (Søyland 1991).

Kvalitetene på produktene ut fra pilotforsøk som er gjort i 1990-1991 vil ligge omtrent på (tall i prosent):

Jernslig		Apatittslig	
69 -72	Fe	53.4	CaO
0.03-0.05	P	39.7	P ₂ O ₅
0.4 - 0.6	S	1.2	CaF ₂
0.7 - 1.6	SiO ₂	1.1	FeO + Fe ₂ O ₃
0.3	CaO	0.91	SiO ₂
0.3	TiO ₂	0.2	MgO
0.02	MnO	0.06	MnO
0.04	Cr	0.65	SrO
0.01	Ni	0.23	Cl
0.02	V	0.001	Cd

Ved justering av nedmaling og utvinning kan konsentratenes renhet kanskje bli noe større.

En rekke kalkyler er gjennomført for en eventuell utnyttelse av forekomsten. Det gjelder investering i bygg og for nødvendig oppredningsutstyr. Videre er det gjort vurderinger av

nødvendig kraftbehov og vannbehov etter forskjellige konsepter. Kai for utskipning er også planlagt. De mest omfattende arbeidene er gjort av Kilborn Inc. rundt 1990. Se for øvrig litteraturlisten.

Det må også nevnes at jernmalforekomsten ble prøvetatt av NGU for analyse midt på 1990-tallet. Data for dette ligger inne i NGUs Malmdatabase og er tilgjengelig ved å slå opp i denne. Prøvene som ble samlet er analysert på ca. 30 grunnstoffer.

4. MINERALOGISKE UNDERSØKELSER

Det er tidligere gjort svært begrensede mineralogiske undersøkelser av forekomsten.

Prøvetakingen som ble gjort av malmen sommeren 1998 besto i å samle inn prøver i profil over mektigheten av forekomsten. Det ble gjort i veiskjæringer langs hovedveien over øya hvor det er enkelt å samle friske prøver. Det ble i profilet samlet inn 7 prøver som det er framstilt polerte tynnslip av. I tillegg er det tatt typeprøver fra stollen ved veien og tippmaterialet fra den samme stollen, som det er framstilt av 2 polerslip og 2 tynnslip av. Disse preparatene er undersøkt i mikroskop. Dette er bakgrunn for beskrivelsen av råmalmen som er gjort her.

Hoveddelen av malmen er en middelskornet båndet apatittførende magnetittmalm med omkring 25 % magnetitt og 2-4 % apatitt. Magnetitt og apatitt er de økonomisk interessante mineralene. Apatittinnholdet kan variere nokså mye innenfor et håndstykke. Innholdet varierer fra lag til lag i cm-skala i den båndede malmen. Variasjonen er et resultat av den primære avsetningen av malmen. Silikatmineralene er hornblende, feltspat (oligoklas), kvarts og biotitt med små og vekslende mengder granat og magnetkis. Det er også observert litt svovelkis og litt kobberkis i noen av slipene

Den båndede malmen er noen steder krenulasjonsfoldet i cm skala. Det finnes også detaljfolder i dm skala som kan ses makroskopisk. I malmen finnes mindre pegmatittiske utsvetninger eller mobilisater som består av kvarts, opptil cm store mørke granater, biotitt og magnetkis.

Magnetitten er ren uten inneslutninger av andre oksyder. Den opptrer som veldefinerte krystaller med noe veksling i kornstørrelse. I mikroskopet ser det ut som det går an å lage et meget rent mineralkonsentrat dersom en frimaler magnetitten.

Apatitten opptrer i veldefinerte rundede krystaller. Den kan være helt ren og glassklar, men det finnes også apatitt med en hel del inneslutninger av silikatene og av magnetitt. I enkelte krystaller ser det ut til at inneslutningene kan være blærerom som er fylt med gass/veske. Kornformen på apatitten tilsier at mineralet lett kan skilles fra de andre mineralene, mens

inneslutningene tilsier at det vil måtte komme med en del forurensninger fra dem i konsentratet.

Kismineralet som dominerer helt er magnetkis som sitter som enkeltkorn i malmen. Kisen synes å være anrikt i bånd som har med den primære malmavsetningen å gjøre. Utenom magnetkis er det funnet litt svovelkis og i to av slipene litt kobberkis.

Av *gangmineraler* i malmen dominerer hornblende og kvarts. I tillegg finnes noe plagioklas og noe biotitt. Granat opptrer lokalt i ganske store mengder. Den er ofte anrikt i mm-tykke bånd langs lagene i malmen med mer eller mindre idiomorfe krystaller. Granaten har en poikiloblastisk tekstur med inneslutninger av de andre mineralene som malmen består av.

Malmens tekstur er typisk metamorf ut fra mineralenes inneslutninger, krystallform og korngrenseforhold.

De pegmatittiske utsvetningene består av kvarts og sulfider mobilisert og anrikt ved hjelp av løsninger. I randsonen til utsvetningene er det dannet ny biotitt.

5. OPPREDNINGSFORSØK HOS MINPRO AB

Tidligere oppredningsforsøk på malmen er beskrevet under avsnittet om "Tidligere undersøkelser av forekomsten".

De forsøkene som er gjort ved denne undersøkelsen er utført på materiale fra stolldriften som ble gjort i 1990. Prøvematerialet tatt ut av entreprenør ved forekomsten og transportert til Stråssa i Sverige. Arne Ekman organiserte dette og Gunnar Aker Johannessen veiledet på stedet for å få tatt ut materiale fra malmtippene med minst mulig oksydert malm. Ca. 25 tonn ble sendt over til Sverige og prosessert ved MINPROs anlegg høsten 1998. Dette er en repetisjon på oppredningsforsøkene som ble gjort i 1990-1991. Det var nødvendig å gjøre dette for å framskaffe superslig og et apatittkonsentrat for videre testing i dette prosjektet.

Når det gjelder detaljert flytskjema for forsøket som er gjort henvises til rapport fra MINPRO AB (1990). Fra oppredningsforsøket ble det framstilt superslig av magnetitt og et flotert apatittkonsentrat.

Supersligen fra forsøket ble sendt direkte til Rana Gruber AS for testing som superslig, råstoff for pigmentframstilling og eventuelt andre spesialprodukter. Det framkom 1230 kg superslig som ble sendt til Rana Gruber AS i månedsskiftet november - desember 98, og som er utgangsmaterialet for forsøkene beskrevet av Frank Priesemann i Kapittel 6.

Superslignen fra MINPRO AB holdt 9 % fuktighet og hadde følgende kjemiske sammensetning og kornstørrelse etter analyse hos MINPRO AB:

	<i>Kjemisk analyse</i>	<i>Sikteanalyse</i>		Vekt%	Kumulativ vekt%
		Maskevidde			
	%	µm	mesh		
Fe (total)	71.8	106	140	0.7	99.3
SiO ₂	0.28	75	200	8.5	90.8
P	0.010	53	270	27.2	63.6
S	0.029	45	325	19.3	44.3
		38	400	15.1	29.3
		< 38	< 400	29.2	-

Apatittkonsentratet ble levert med 6 % fuktighet. 775 kg ble sendt til NGUs nasjonale Geodatasenter på Løkken og den oppgitte analyse på produktet ble gitt som følger:

	<i>Kjemisk analyse</i>	<i>Sikteanalyse</i>		Vekt%	Kumulativ vekt%
		Maskevidde			
	%	µm	mesh		
P	17.0	106	140	3.8	96.2
Fe (total)	0.78	75	200	9.5	86.7
S	0.048	53	270	16.5	70.2
Cl	0.23	45	325	11.4	58.8
		38	400	10.3	48.5
		< 38	< 400	48.5	-

Resultatet fra forsøket i 1998 ga litt høyere innhold av Fe i superslignen enn ved forsøkene i 1990. Apatittkonsentratet ble som forventet. Ytterligere analyser og rapport kommer senere fra MINPRO AB.

6. SUPERSLIG MED HENBLIKK PÅ PIGMENT (Rana Gruber AS)

Av Frank D. Priesemann, Rana Gruber AS.

MINPRO AB, Sverige, har stått for oppredningen og anrikningen av magnetitt fra Andørja malmen til superslig. Råstoffet ble malt ned, anrikt over trommelseparatorer og flottert for SiO₂ og svovel. Konsentratet skal evalueres av Rana Gruber AS for anvendelse innen pigmenter og andre avanserte spesialprodukter.

Prøvematerialet:

- Superkonsentrat av Andørja magnetitt som levert av MINPRO AB, prøve 1198 (vedlegg 1).
- Rana Gruber AS pigmentstandarder.

Undersøkelser:

Prøven ble levert til kjemisk analyse og bestemmelse av siktekurve. Det ble gjennomført maleforsøk med utgangspunkt i superkonsentrat i Rana Gruber`s spesialmøller som brukes til framstilling av pigmenter og andre spesialprodukter. Det ble tatt prøver fra hvert nedmalingsstrinn som ble tørket, kalsinert, de-agglomerert og evaluert i henhold til våre etablerte kvalitetsnormer.

6.1 Resultater

1.) Kjemisk analyse og siktekurve.

De kjemiske analysene av magnetittkonsentrat fra MINPRO AB av Andørja malm oppfyller ikke kravene til superslig definert av svenske Höganäs AB. Innholdet av SiO₂ er med 0,28% (MINPRO analyse, Vedlegg 1) for høy. Svovel-innholdet med 0,029% er i tillegg utenfor spesifikasjonen. Totalanalysen utført av Molab as viser en TiO₂-andel på 0,32% som vil være problematisk for Höganäs (Vedlegg 2). Det er ikke sjekket innholdet for vanadium i prøven. Vanligvis ledsager høye titan gehalter høye vanadium gehalter. Höganäs har allerede i dag et problem med vanadium fra supersligen til LKAB og vil neppe være interessert i å kjøpe andre råstoffer som kan forverre situasjonen.

Siktekurven for prøven med en d₉₀=75 mikron er for fin og vil derfor neppe bli akseptert av Höganäs (Vedlegg 1).

Når det gjelder råstoff til spesialprodukter er det å skille mellom ulike anvendelsesområder. Prøven er ikke i henhold til spesifikasjonen for framstilling av Rana Gruber`s CM-1 som er utgangspunkt for magnetiske produkter innen fotokopiering på grunn av for høy SiO₂, svovel og krom. Det ble derfor ikke undersøkt de magnetiske egenskapene til magnetittkonsentratet.

Når det gjelder råstoff til pigmenter må prøven males ned til rett utgangspunkt for mikronisering i spesialmøller. Dette vil kreve ekstra malekostnader og malekapasitet. Den kjemiske profilen er akseptabel for et råstoff til svarte pigmenter men det vil ikke være mulig å fremstille et brukbart rødt pigment av Andørja magnetitt på grunn av de høye konsentrasjonene for TiO₂. Titan i magnetitt opptrer som ulvitt- eller ilmenitt-forurensninger i gitteret og har en fargegivende effekt.

2.) Mikronisering i spesialmølle.

Magnetittkonsentratet fra Andørja ble først malt ned i spesialmølle FM-50 til rett utgangskornstørrelse. Deretter ble produktet malt ned i 10 trinn til sluttfinhet. Malebetingelser var som følger:

Trinn	%-fast	Amp.	Malelegemer	Temp.
Formaling	50	36	1.6 - 2.5 mm	40
1. trinn	50	33	1.6 - 2.5 mm	38
2. trinn	50	33	1.6 - 2.5 mm	40
3. trinn	50	32	1.6 - 2.5 mm	45
4. trinn	50	33	1.6 - 2.5 mm	43
5. trinn	45	32	1.6 - 2.5 mm	42
6. trinn	45	32	0.6 - 1.0 mm	42
7. trinn	45	33	0.6 - 1.0 mm	46
8. trinn	45	33	0.6 - 1.0 mm	42
9. trinn	45	34	0.6 - 1.0 mm	46
10. trinn	45	35	0.6 - 1.0 mm	42

Det ble ikke rapportert komplikasjoner under malingen. Magnetitten oppførte seg lik andre råstoffer som er testet tidligere. Gjennom tilvekst av overflate endres viskositeten. Det ble justert for %-fast etter 6. maletrinn.

3.) Evaluering av farge

Fra alle maletrinn ble det tatt prøver for evaluering av farge og fargestyrke mot etablerte Rana Gruber standarder. Resultatene av undersøkelsen er summert i tabeller nedenfor og vises i tillegg gjennom fargekort som Vedlegg 3.

Fargestyrken for Andørja svart pigment øker trinnvis med hvert maletrinn fram til trinn 7 for deretter å vise kun mindre endringer til tross for ytterligere nedmaling. Fenomenet er kjent fra eget råstoff og andre magnetitt-råstoffer testet ved Rana Gruber AS. Maksimal fargestyrke mot CM-5 pigment oppnås med maletrinn 10 som viser en fargestyrke på 138% i forhold til CM-5. Fargestyrken er teoretisk, men vil ikke være oppnåelig gjennom fremstillingsprosessen siden tørkingen av pigmentslurry vil redusere den opprinnelige fargestyrken. Med dagens etablerte utstyr er CM-5 produktet det ytterste Rana Gruber er i stand til å produsere med hensyn til fargestyrke.

Andørja magnetitten er tilsynelatende noe lettere å nedmale som vises gjennom resultatene fra trinn 3 og 5. Andørja trinn 3 oppnår allerede CM-4 svarthet mens trinn 5 er 10% svartere enn CM5-MTM som er utgangspunktet for tørket CM-5. Forholdene er kjent fra andre magnetitt-

råstoffer. For å gi en ranking av magnetitt-råstoffer testet per dags dato, oppnår Andørja magnetitten en posisjon i midten av feltet for undersøkte magnetitter. Det finnes altså magnetitt-råstoffer som er enda lettere å male enn Andørja magnetitten.

Fargen evalueres gjennom verdier for DA og DB. Andørja trinn 3 som tilsvarer CM-4 er mer rød (DA positiv) og mer gul (DB positiv). Pigmentet er dermed mer brunt enn pigmentet fremstilt av magnetitt fra Rana Gruber. DB- verdien for Andørja magnetitten ligger utenfor spesifikasjonene til Rana Gruber`s produkt CM-4 (DB maks. +0,500) (Vedlegg 4).

Når det gjelder Andørja trinn 5 som passer best til CM-5 pigmentet bekreftes tendensen med at Andørja magnetitten går mot mer brun i forhold til de etablerte Rana Gruber pigmentene.

Colour measurements of paint draw-downs

Muller dispersion, Alkyd F48 binder

Measurements by: MacBeth Coloreye 3100, 10° observer, D65, SPIN, UV-adj., large area.

Sample	Comment	DL	DA	DB	DC	DE	Rel. tint-strength %
Reduction							
CM-1C Std.	Referanse						100
1. trinn		1,184	-0,166	-0,067	0,110	1,197	92,1
CM-4-Std.	Referanse						100
2. trinn		1,034	-0,277	-0,138	0,198	1,079	93,8
3. trinn		0,206	0,104	0,634	-0,642	0,675	98,4
CM-5-Std.	Referanse						100
CM-1C-Std.		7,708	-0,415	-0,398	0,485	7,729	59,1
CM-4-Std.		2,534	-0,069	-0,214	0,224	2,544	84,4
1. trinn		8,892	-0,580	-0,466	0,595	8,923	54,5
2. trinn		3,568	-0,346	-0,352	0,422	3,601	79,1
3. trinn		2,739	0,035	0,420	-0,418	2,772	83,0
CM-5-Std.	Referanse						100
CM5-MTM-Std.		-2,321	0,370	1,013	-1,067	2,559	116
4. trinn		0,544	0,045	0,386	-0,386	0,668	96,4
CM-5-Std.	Referanse						100
CM5-MTM-Std.		-2,280	0,395	1,285	-1,339	2,647	116
5. trinn		-3,453	0,111	0,521	-0,532	3,494	125,6
CM-5-Std.	Referanse						100
CM5-MTM-Std.		-2,331	0,338	0,904	-0,954	2,523	116,2
6. trinn		-3,144	0,138	0,286	-0,309	3,160	123
CM-5-Std.	Referanse						100
CM5-MTM-Std.		-1,904	0,308	0,991	-1,034	2,168	113
7. trinn		-4,423	0,282	0,797	-0,838	4,503	133,4
CM-5-Std.	Referanse						100
CM5-MTM-Std.		-1,858	0,330	0,889	-0,936	2,084	112,6
8. trinn		-4,583	0,394	1,009	-1,069	4,710	134,4
CM-5-Std.	Referanse						100
CM5-MTM-Std.		-1,462	0,276	0,721	-0,763	1,654	109,7
9. trinn		-3,996	0,492	1,397	-1,469	4,261	129,2
CM-5-Std.	Referanse						100
CM5-MTM-Std.		-1,675	0,283	0,848	-0,888	1,899	111,3
10. trinn		-5,030	0,486	1,541	-1,607	5,283	138,2

Resultatene for kalsinert svart, dvs. hematitt rødt, er som følger:

Colour measurements of paint draw-downs

Muller dispersion, Alkyd F48 binder

Measurements by: MacBeth Coloreye 3100, 10° observer, D65, SPIN, UV-adj., large area.

Sample	Comment	DL	DA	DB	DC	DE	Rel. tint- Strength %
Reduction							
CRM-60D Std.	Referanse						100
5. trinn		1,033	0,445	0,905	0,718	1,444	94,5
CRM-70D Std.	Referanse						100
5. trinn		1,051	-0,098	0,580	0,100	1,204	93,9

Trinn 5 Andørja magnetitt gir etter kalsinering og de-agglomerering en rød farge som er ganske nær Rana Gruber standard CRM-70D. Fargen er imidlertid flyttet mot gul som indikeres gjennom en positiv DB. Dette er i utgangspunkt ikke problematisk så lenge Rana Gruber fargen legges til grunn. Problemet oppstår imidlertid ved en sammenligning med standardfarger fra Bayer AG som er mye mindre gul enn våre egne naturlige produkter. Med Andørja vil denne avstanden øke og gjennom dette skape et enda større problem.

6.2 Konklusjon

Superkonsentratet fremstilt av Andørja magnetitt gjennom MINPRO AB er etter det Rana Gruber AS kjenner til ikke egnet til produksjon av jernsvamp ved Höganäs.

Materialet representerer en magnetitt som ikke viser spesielle fordeler med hensyn til kjemisk renhet eller farger til pigmentformål.

Produktet er ikke godt nok for tilvirkning av spesialprodukter innen fotokopiering.

Produktet er noe lettere å male enn Rana Grubers eget råstoff men gir ingen fordeler med hensyn til farge for svarte pigmenter.

Materialet vil ikke kunne brukes til produksjon av røde pigmenter.

Rana Gruber AS rår for tiden over andre magnetitt råstoffer som gir større fordeler med hensyn til maling ved samtidig å bidra med høy kjemisk renhet og særskilte farger.

7. UNDERSØKELSER AV APATITTKONSENTRATET

De viktige undersøkelsene av apatittkonsentratet ble gjort for å finne ut om:

1. Kjemien er slik at det kan brukes som utgangsmateriale for gjødsel (fosfat).
2. Om innholdet av sjeldne jordarter (REE) er slik at disse kan utnyttes fra apatitten eventuelt før bruk av den som utgangspunkt for gjødsel (fosfat).

I forbindelse med planleggingen av prosjektet undersøkte vi om det fantes noe apatittkonsentrat igjen fra flotasjonsforsøket utført hos MINPRO AB i 1990. Det viste seg at Tom Jørgensen hos Norsk Hydro hadde en liten rest igjen som han var villig til å kjøre en orienterende analyse på. Hans telefoniske informasjon gikk ut på at klor (Cl) -innholdet sannsynligvis ligger på 0.2 - 0.25 % i apatitten fra Andørja. Samtidig fikk Tom Jørgensen gjort en orienterende analyse av mengde REE. Han konkluderte at mengde sjeldne jordartsoksyder (REO) ligger på ca. 0.1 %.

Til sammenligning holder apatitten som Norsk Hydro kjøper fra Kola på ca. 0.9 % REO. I et nytt anlegg for REE anrikning fra apatitt for økonomisk utnyttelse er 0.1 % REO for lavt, men det kan være at et nedskrevet anlegg kan utvinne REE med fortjeneste fra en så lavgehaltig apatitt. Jørgensen mente videre at innholdet av Yttrium er relativt høyt i Andørja apatitten, noe som kan være interessant. Innholdet av klor (Cl) bør ligge under 0.1 % for bruk av apatitten til gjødselproduksjon. Han var likevel ikke helt avvisende på at Andørja apatitten eventuelt kunne brukes i Glomfjord som tilblending til andre apatittkonsentrater.

Prøve av apatittkonsentratet fra MINPROs oppredningsforsøk i 1998 ble sendt fra NGU til ACME i Vancouver, Canada for analyse. Resultatene er sammenstilt i nedenforstående tabell. Analysesertifikat hvor også analysemetode er beskrevet nærmere er gitt i Vedlegg 5. Analyseverdiene fra to forskjellige analysemetoder er temmelig like (se tabellen), noe som tilsier god analysenøyaktighet.

ICP/MS analysene er brukt til å lage et diagram for chondritt normaliserte verdier for sjeldne jordarter i apatitten som er vist i Figur 2. Kurven viser igjen spesielle trekk med hensyn til REE innhold.

Om en summerer opp verdiene for sjeldne jordartsoksyder i apatittkonsentratet fra de verdiene som er kommet fra ACME og som er presentert i nedenforstående tabell viser at innholdet ligger på omkring 0.1 % REO.

Tabell med sammensatte analyseresultater fra ACME i Canada. Analysemetodene er nøytronaktivering -NAA, ICP og ICP/MS. Analysesertifikatene er vedlagt i Vedlegg 5. (L betyr mindre enn)

Element	NAA		ICP		ICP/MS	
Gull (Au)	19	ppb				
Sølv (Ag)	L 5	ppm				
Arsen (As)	3.1	ppm	L 5	ppm		
Barium (Ba)	240	ppm			20.0	ppm
Vismut (Bi)					0.1	ppm
Brom (Br)	L 0.5	ppm				
Kadmium (Cd)			0.9	ppm		
Kalsium (Ca)	39	%				
Kobber (Cu)			11	ppm		
Kobolt (Co)	L 1	ppm			1.1	ppm
Krom (Cr)	L 5	ppm				
Cesium (Cs)	L 1	ppm			0.3	ppm
Gallium (Ga)					L 0.5	ppm
Jern (Fe)	0.78	%				
Hafnium (Hf)	L 1	ppm			0.6	ppm
Kvikksølv (Hg)	L 1	ppm				
Iridium (Ir)	L 5	ppb				
Molybden (Mo)	L 1	ppm	L 2	ppm		
Natrium (Na)	0.04	%				
Nikkel (Ni)	L 20	ppm	2	ppm		
Niob (Nb)					L 0.5	ppm
Bly (Pb)			8	ppm		
Rubidium (Rb)	L 15	ppm				
Antimon (Sb)	0.5	ppm			2.3	ppm
Scandium (Sc)	0.3	ppm	L 1	ppm		
Selen (Se)	L 3	ppm				
Tinn (Sn)	L 0.01	%			2	ppm
Strontium (Sr)	0.43	%			4211.4	ppm
Tantal (Ta)	L 5	ppm			L 0.1	ppm
Tallium (Tl)					L 0.1	ppm
Thorium (Th)	15.4	ppm			14.8	ppm
Uran (U)	5.4	ppm			4.7	ppm
Vanadium (V)					L 2	ppm
Wolfram (W)	L 1	ppm			L 1	ppm
Sink (Zn)	L 50	ppm				
Zirkonium (Zr)					16.9	ppm
Yttrium (Y)					205.6	ppm
Lanthan (La)	122	ppm			107.8	ppm
Cerium (Ce)	215	ppm			203.5	ppm
Prasodymium (Pr)					31.00	ppm
Neodym (Nd)	137	ppm			105.1	ppm
Samarium (Sm)	27.4	ppm			24.4	ppm
Europium (Eu)	7.0	ppm			5.47	ppm
Gadolinium (Gd)					27.59	ppm
Terbium (Tb)	5.4	ppm			5.69	ppm
Dysprosium (Dy)					27.12	ppm
Holmium (Ho)					5.89	ppm
Erbium (Er)					13.90	ppm
Tamarium					2.30	ppm
Ytterbium (Yb)	11.9	ppm			10.04	ppm
Lutetium (Lu)	1.87	ppm			1.72	ppm

Som bruk for *gjødsel* (fosfat) ligger innholdet av Cl for høyt. På grunn av inneslutninger av andre mineralfaser og inneslutninger av veskefaser i blærerom i apatitten er det lite sannsynlig at apatitkonsentratet blir lavere i Cl-innhold med ytterligere nedmaling før flotasjon. Likevel kan det ikke utelukkes at et apatitkonsentrat av Andørja kvalitet kan brukes som en tilblending til et råstoff i gjødselproduksjon. Innholdet av uran og thorium og andre uønskede tungmetaller (Pb, Zn, Cd, etc.) er lavt, noe som kan gjøre Andørja apatitt konsentrat ønsket under spesielle forhold.

Som råstoff for *sjeldne jordarter* er innholdet i apatitten fra Andørja ned mot den nedre grense for at det skal kunne være økonomi for utvinning. I et anlegg uten kapitalkostnader vil det kunne tas ut med profitt.

7.1 Konklusjon

Apatitten fra Andørja har et høyere Cl-innhold enn ønsket for bruk som fosfatråstoff i gjødsel. Det kan ikke brukes til gjødsel uten at det er tilblending med andre apatitkonsentrater som er lav i Cl. Ikke noe tilsier at en ut fra ytterligere rensing av konsentratet kan oppnå et bedre produkt. Innholdet av tungmetaller i apatitten er lavt og sett utfra det gunstig for gjødselproduksjon.

Innholdet av REE i apatitten fra Andørja er såpass lavt (ca. 0,1 % REO) at det ikke kan utvinnes med profitt på et anlegg som tar ut de sjeldne jordartene. Blanding av konsentratet med andre rike konsentrater gjør at en kan få ut jordartene.

Hovedkonklusjonen er at apatitkonsentratet fra Andørja jernmalforekomst ikke er spesielt attraktivt med hensyn til verken gjødsel eller for utvinning av sjeldne jordarter. Likevel vil det mest sannsynlig være mulig å selge.

8. LITTERATUR

- Barlindhaug A/S 1991: Ibestad kommune, industriområde Kråkerø, forprosjekt. *Ibestad kommunes arkiv*, 18 sider.
- Boltke, H. 1962: Ergebnisse der untersuchungen der Eisenlagerstätte Rolløya. *NGU Ba. 3252*, 3 sider.
- Brostrup Muller og Carstens C.W. 1944: Memorandum over Andørja jernmalforekomst. *NGU Ba. 1145*, 47 sider.
- Digre, M. 1962: Andørja - undersøkelse vedrørende malmprøvenes kvalitet. *BV*, 4 sider.
- Digre, M. 1989: Vedrørende Andørja jernmalm - Vurdering. *Oppredningslab. NTH*, 10 sider.
- Geis, H. P. 1962a: Resultater av undersøkelsene på Andørja 1961. *Christiania Spigerverk rapport - BV*, 12 sider.
- Geis, H. P. 1962b: Resultater av de geologiske undersøkelsene på Andørja sommeren 1961. *Christiania Spigerverk rapport - Ibestad kommunes arkiv*, 4 sider.
- Geis, H. P. 1967: Die Stellung der norwegische Eisenerzlagertatte Andørja in der kaledonische geosynklinale. *Geol. Rundschau*, 56, p 561-567.
- Gustavson, M. 1960: Rapport for geologisk feltarbeide, Andørja. *Intern rapport Christiania Spigerverk*, 3 sider.
- Gustavson, M. 1966: The Caledonian mountain chain of Southern Troms and Ofoten areas. Part I. Basement rocks and Caledonian meta-sediments. *NGU 239*, 162 sider.
- Gustavson, M. 1972: The Caledonian mountain chain of Southern Troms and Ofoten areas. Part III. Structures and structural history. *NGU*, 283, 56 sider.
- Holm, T. og Paulsen, G. 1993: Industriområde på Kråkerø. Prosjektoppgave Narvik Ingeniørhøgskole. *Ibestad kommunes arkiv*.
- Johansson, J. 1917: Asta jernmalmfelt. *NGU Ba. 1237*, 4 sider.
- Kilborn Inc. 1991a: Andørja magnetite project, southern Troms region, Norway - Feasibility study, volume 1. Falkhammer-Ibestad, *BV 4267*, ca. 50 pp.
- Kilborn Inc. 1991b: Andørja magnetite project, southern Troms region, Norway - Feasibility study, volume 2. Falkhammer-Ibestad, *BV 4268*, ca. 50 pp.
- MINPRO AB 1990: Processchema før anrikning av apatittførende magnetittmalm från Andørja. *Ibestad kommunes arkiv*.
- Munster, Ths. 1917: Rapport over befaring av Arsta og Furnes jernmalmfelter på Andørja 5.-6. Aug. 1917. *BV*, 8 sider.
- Nordsteien, O. 1959: Diamantboring på Andørja 1958. *BV*, 7 sider.
- Nystad, O. 1959: Andørja jernmalmfelts geologi. *Diplom NTH – Bergavdelingen*.
- Skardal, O. 1995: Andørja magnetitt prosjekt. Oppgave info for bergindustrien på NTH. *Ibestad kommunes arkiv*, 39 sider
- SINTEF Bergteknikk, 1991: I Kilborne 1991 (se referanse ovenfor):
- Feasibility study at Andørja Iron ore deposit. In situ resources, 18 sider.
 - Rock Mechanics Investigations at Andørja Iron Ore Deposit, sider.
 - Feasibility study at Andørja Iron Ore Deposit. In situ Resources, Multiseam Model, 9 sider.

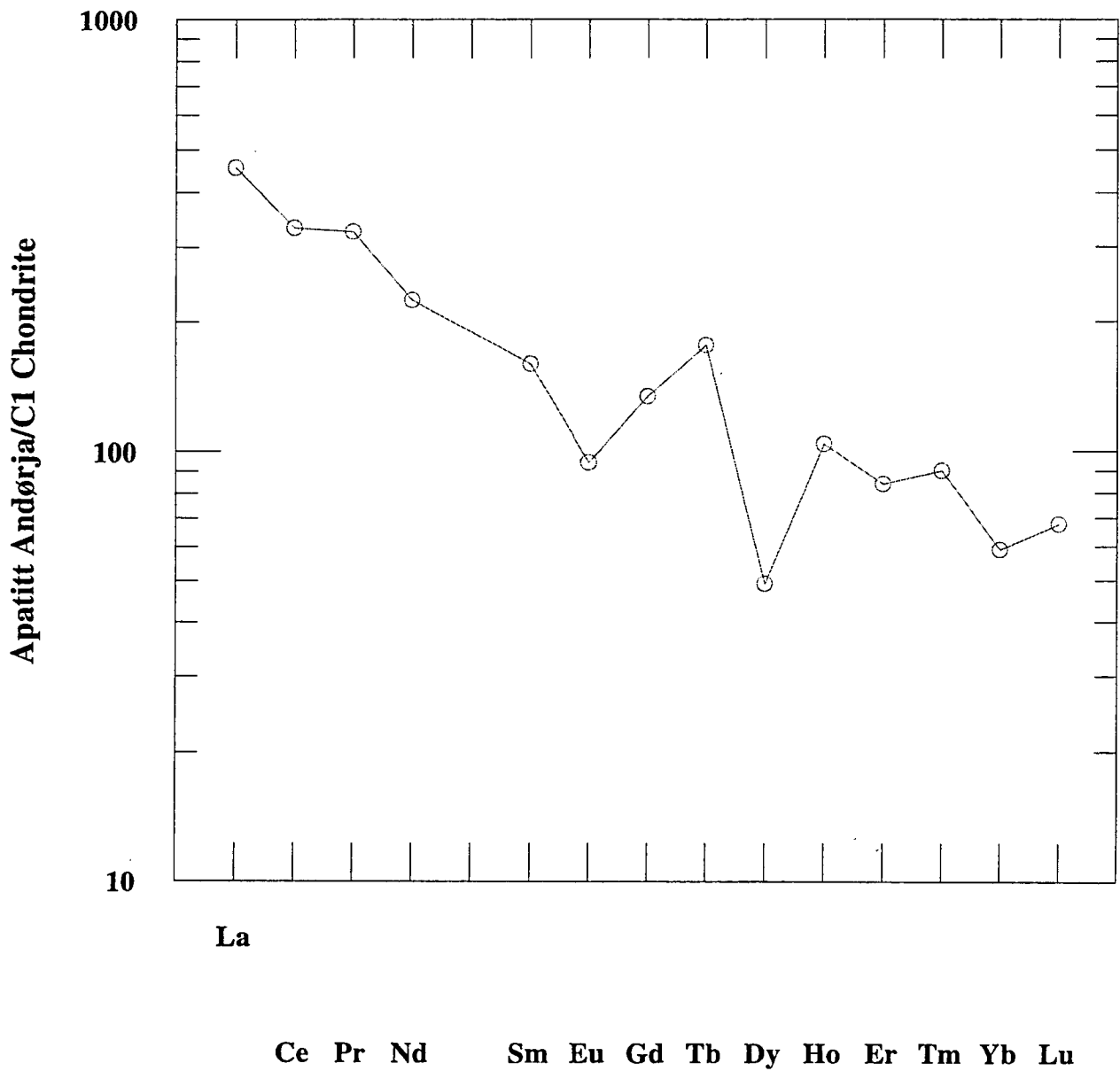
- Søyland, J. 1991: Procedure for the development of the Andørja Magnetite Deposit. *Dr. Ing. Avhandling ved Bergavdelingen, NTH, Trondheim, 121 sider.*
- Søvegjarto, U. 1978: Geological Investigation of Various Norwegian Magnetite Deposits. *Ibestads kommunes arkiv.*
- Vogt, J. H. L. 1917: Asta jermalmfelt på Andørja. *NGU Ba. 2462, 4 sider.*
- Wanvik, J. E. 1983: Andørja magnetittforekomster. Oppsummerende rapport til Bergmesteren vedrørende Elkems utgatte mutinger NM 10 - 15/1974 i NB. *Rapp. BV 1356.*
- Aas, Henriksen og Olsen: 1993: Prosjektering av kai Kråkerø industriområde. *Hovedoppgave Narvik Ingeniørhøgskole.*

I Bergvesenets (BV) arkiv:

- En rekke notater fra Oppredningsforsøk utført for Christiania Spigerverk A/S, senere Elkem A/S.
- Analyserapporter for boringene fra feltet.
- Beskrivelse av borkjernene fra feltet.



FIGUR 1: Geografisk lokalisering av jernmalmfeltet på Andørja



FIGUR 2. Chondritt normaliserte sjelden jordartsmønster for apatittkonsentratet fra Andørja.

MINPRO AB

Date 1998-11-20

Ref code

Vedlegg 1

Your date

Your ref

26. NOV 1998

MP Ove Johansson, gb
Our ref

cc: Ibestad kommune
V/Ordföreren
N-9450 HAMNVIK Norge

Rana Gruber
Att: Frank Priesemann
Gullsmedvik
N-8600 MO I RANA NORGE

Ingvar Lindahl
NGU
Postboks 3006
N-7002 TRONDHEIM Norge

Angående superslig Andörja

Vi vill härmed meddela att vi i går med bilfrakt skickade ca 1060 kg superslig framställd ur järnmalm från Andörja. Sligen var förpackad i 2 fat placerade på en pall. Bruttovikt 1230 kg. Adress Rana Gruber, Att: Frank Priesemann, Gullsmedvik, N-8600 Mo i Rana.

Den levererade supersligen var filterfuktig med ca 9 % vatten.

Kemisk analys

Fe_{tot} 71,8 %
SiO₂ 0,28 %
P 0,010 %
S 0,029 %

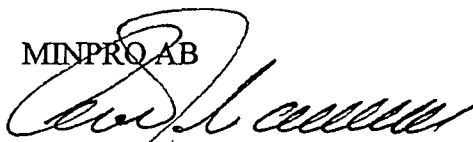
Siktanalys

Maskvidd		Vikt %	Ack % fint
µm	mesh		
106	140	0,7	99,3
75	200	8,5	90,8
53	270	27,2	63,6
45	325	19,3	44,3
38	400	15,1	29,2
<38	400	29,2	

Den ovan redovisade Fe-halten är några tiondelar högre än som uppnåddes i tidigare försök med Andörja-malm. Halten kommer att kontrolleras i samband med den fullständiga kemiska analys, som skall utföras. Resultatet kommer att redovisas tillsammans med övriga försöksdata i vår sammanfattande rapport från framställningen.

Med vänlig hälsning

MINPRO AB



Ove Johansson

MINPRO AB

Telephone

Telefax

Postgiro

Bankgiro

Org nr

Odalvägen
S-711 77 STRÅSSA
Sweden

National 0581-431 10
International +46-581-432 40

0581-432 40
+46-581-432 40

478 69 22-7

633-0385

556048-8958

Vedlegg 1. Kjemisk analyse av superslig fra MINPRO AB.



Adresse/Adress: Postboks/P.O.Box 500, Svenskeveien 20, N-8601 Mo i Rana, Norway
Telefon/Phone: +47 75 13 63 50
Telefax: +47 75 13 68 31
Foretaksnr./Enterprise no.: NO 953 018 144 MVA

Oppdragsgiver/ oppdragsgivers referanse/ oppdragsgivers adresse:

Rana Gruber AS
v/F.Prieseemann
Postboks 434
N-8601 MO

Journalnummer: G199-12 Antall sider: a 1 av: 1
Rapport: **ANALYSERAPPORT**
Rapportnr.: Rapporteringsdato: 12.02.99

Materiale :Andørja magnetitt,MINPRO 1998
Prøve ank. Molab :05.02.99
Undersøkelse :Kjemisk analyse

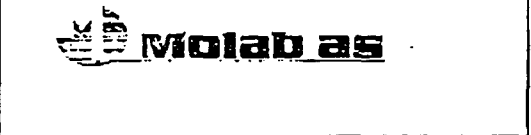
Element	%
SiO ₂	0,24
Fe tot.	71,53
Al ₂ O ₃	0,56
MgO	<0,01
MnO	0,02
CaO	0,04
K ₂ O	0,02
TiO ₂	0,32
P ₂ O ₅	0,007
Cr	0,009
Ni	0,002
Cu	0,001
Zn	0,004
Mo	0,001

Godkjent av: P. Bernersen

Utløst av: L. Heian

Stempel fra Prøvelaboratorium

Erklæring
• Prøvsresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter
• Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as.

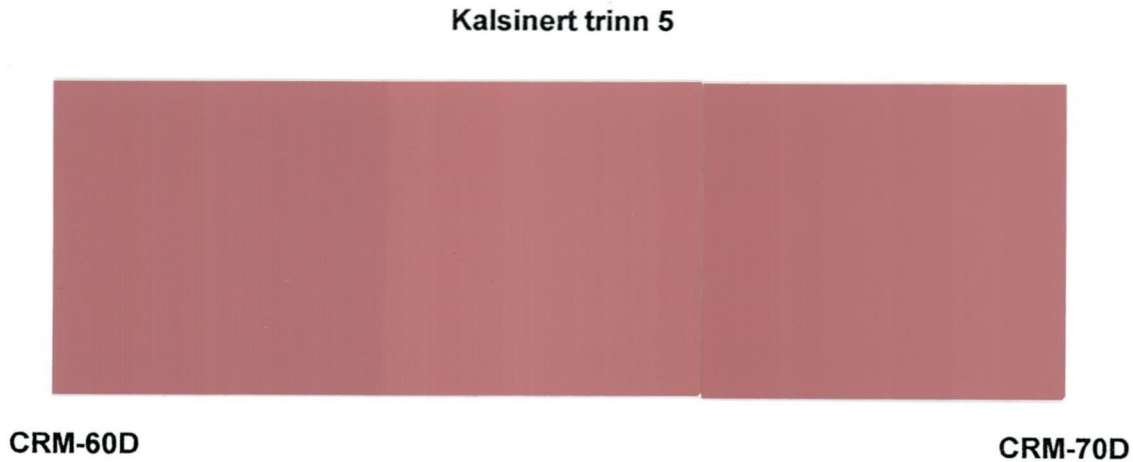


Maleforsøk med Andørja magnetitt. Undersøkelse av fargestyrke og farge.
Fargekort i reduksjon 1+5 med titanhvitt.

1.) Andørja magnetitt trinn 5 mot CM5-MTM



2.) Andørja magnetitt trinn 5 kalsinert mot CRM-60D og CRM-70D



Vedlegg 3. Fargestyrke og farge av superslig som pigment fra Colorana, Rana Gruber AS.



COLORANA® RANA GRUBER AS

Adresse: Postboks 434, N-8601 Mo i Rana
Tel.: +47 75 15 33 55 - Fax: +47 75 15 04 41

Vedlegg 7

Spesifikasjon

N 04/95 side 1/1

PRODUKT: COLORANA^R CM-4

BESKRIVELSE: Naturlig jernoksydpigment, svart
CAS-No. 1317-61-9

BESKAFFENHET: Svart pulver

FARGE OG FARGESTYRKE: (mot COLORANA CM-4 standard)

Bindemiddel: Alkydal F 48 (Bayer AG)

	Min.	Maks.	Testmetode
1:5 Reduksjon med Bayer-Titan R-KB-2			ASTM D 387
Δa	-0.5	0.5	
Δb	-0.5	0.5	
ΔE		1.0	
Relativ fargestyrke i %	95	105	

Vedlegg 4. Farge på pigment fra Colorana, Rana Gruber AS.



GEOCHEMICAL ANALYSIS CERTIFICATE



Geological Survey of Norway PROJECT 2725.03 File # 9805576

P.O. Box 3006 - Lade, N-7002 Trondheim Norway Submitted by: Ingvar Lindahl

SAMPLE#	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	As ppm	Cd ppm	Sc ppm
98/01084-001 MALM IL/gsa	<2	11	38	8	2	<5	.9	<1

ICP - .250 GRAM SAMPLE IS DIGESTED WITH 10ML HClO4-HNO3-HCL-HF AT 200 DEG. C TO FUMING AND IS DILUTED TO 10 ML WITH DILUTED AQUA REGIA. THIS LEACH IS PARTIAL FOR MAGNETITE, CHROMITE, BARITE, OXIDES OF AL,W,ZR & MN AND MASSIVE SULFIDE SAMPLES. AS, CR, SB, AU SUBJECT TO LOSS BY VOLATILIZATION DURING HClO4 FUMING.
- SAMPLE TYPE: FLOAT CONC.

DATE RECEIVED: DEC 30 1998 DATE REPORT MAILED: *Jan 26 / 99* SIGNED BY: *C. Leong* TOYE, C.LEONG, J. WANG; CERTIFIED B.C. ASSAYERS

Vedlegg 5 - side 1.
Kjemisk analyse av apatitkonsentratet fra ACME.

VEDL. 5 - side 1



GEOCHEMICAL ANALYSIS CERTIFICATE



Geological Survey of Norway PROJECT 2725.03 File # 9805576

P.O. Box 3006 - Lade, N-7002 Trondheim Norway Submitted by: Ingvar Lindahl

SAMPLE#	Ba	Bi	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
98 01084-001 MALM IL gsa	20.0	.1	1.1	.3	<.5	.6	<.5	.5	2.3	2	4211.4	<.1	14.8	<.1	4.7	<2	<1	16.9	205.6	107.8	203.5	31.00	105.1	24.4	5.47	27.59	5.69	27.12	5.89	13.90	2.30	10.04	1.72
STANDARD SO-15	2232.4	9.0	21.0	3.1	14.9	13.9	24.4	66.1	8.3	14	380.4	1.4	22.1	.5	20.6	154	15	701.4	26.6	33.0	58.5	7.02	20.2	4.1	1.19	4.05	.90	4.27	.85	2.29	.44	2.35	.44

REE - LIBO2 FUSION, ICP/MS FINISHED.
- SAMPLE TYPE: FLOAT CONC.

DATE RECEIVED: DEC 30 1998 DATE REPORT MAILED: *Jan 28/99* SIGNED BY: *C. Leong* D. TOYE, C. LEONG, J. WANG; CERTIFIED B.C. ASSAYERS

Vedlegg 5 - side 2.
Kjemisk analyse av apatitkonsentratet fra ACME.

Vedl. 5 - Side 2



GEOCHEMICAL ANALYSIS CERTIFICATE



Geological Survey of Norway PROJECT 2725.03 File # 9805576

P.O. Box 3006 - Lade, N-7002 Trondheim Norway Submitted by: Ingvar Lindahl

SAMPLE#	Au	Ag	As	Ba	Br	Ca	Co	Cr	Cs	Fe	Hf	Hg	Ir	Mo	Na	Ni	Rb	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Th	U	W	Zn	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
	PPB	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPB	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
98/01084-001 MALM IL	19	<5	3.1	240	<.5	39	<1	<5	<1	.78	<1	<1	<5	<1	.04	<20	<15	.5	.3	<3	<.01	.43	<.5	15.4	4.8	<1	<50	122	215	137	27.4	7.0	5.4	11.9	1.87

ANALYSED BY NEUTRON ACTIVATION FROM ACTIVATION LABORATORIES (ANCASTER, ON).
- SAMPLE TYPE: FLOAT CONC.

DATE RECEIVED: DEC 30 1998 DATE REPORT MAILED: Feb 8/99 SIGNED BY: *C. Leong* TOYE, C. LEONG, J. WANG; CERTIFIED B.C. ASSAYERS

Vedlegg 5 - side 3.
Kjemisk analyse av apatitkonsentratet fra ACME.

VEDL 5 - side 3