



# Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

## Rapportarkivet

|                                                                                     |                                                 |                                           |                                                                                                   |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Bergvesenet rapport nr<br><b>4712</b>                                               | Intern Journal nr                               | Internt arkiv nr                          | Rapport lokalisering                                                                              | Gradering<br><b>Fortrolig</b> |
| Kommer fra ..arkiv                                                                  | Ekstern rapport nr<br>Minpro<br>4621/1990-11-21 | Oversendt fra<br>Arne Ekman<br>17.12.1997 | Fortrolig pga<br>Muting                                                                           | Fortrolig fra dato:           |
| Tittel<br>Processchema för anrikning av apatittförendende magnetitmalm från Andørja |                                                 |                                           |                                                                                                   |                               |
| Forfatter<br>Ohlson, Perlof<br>Zedig, Christer                                      |                                                 | Dato    År<br>21.11 1990                  | Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)<br>Swedish Mineral Processes AB<br>Ibestad kommune |                               |
| Kommune<br>Ibestad                                                                  | Fylke<br>Troms                                  | Bergdistrikt                              | 1: 50 000 kartblad<br>13321                                                                       | 1: 250 000 kartblad<br>Narvik |
| Fagområde<br>Oppredning                                                             | Dokument type                                   |                                           | Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)<br>Andørja Ibestad                          |                               |
| Råstoffgruppe<br>Malm/metall                                                        | Råstofftype<br>Fe magnetitt                     |                                           |                                                                                                   |                               |
| Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse                           |                                                 |                                           |                                                                                                   |                               |

*mottatt fa Anne Edman 17.12.1997*  
*OV*

26 NOV 1990

BV 4712

# MINPRO AB

TEKNISK RAPPORT

4621/1990-11-21

PROCESSHEMA FÖR ANRIKNING AV APATITFÖRANDE  
MAGNETITMALM FRÅN ANDØRJA

**Mail address**

Box 333  
S-717 03 STORA  
Sweden

**Telephone**

National 0581-431 10  
International 46-581-431 10

**Telefax**

National 0581-432 40  
International 46-581-432 40

**Telex**

73344  
Minpro S

• MP Perolof Olsson

## PROCESSSCHEMA FÖR ANRIKNING AV APATITFÖRANDE MAGNETITMALM FRÅN ANDÖRJA

Med ledning av anrikningstekniska försök i pilot-anläggning har ett processschema utvecklats för tillverkning av superslig, ordinarie magnetitlig samt apatitlig av malm från Andörja.

Processschema med angivet produktutfall hänför sig till malm med samma karaktäristika som gäller för det 50-tons prov vilket varit föremål för laboriestudien.

Det undersökta provets halter uppgick till: 32 % Fe, 1,3 % P och 0,46 % S. Innehållen av värdemineral var ~25 % magnetit och ~6,5 % apatit.

### Processschema

Det i bilaga 1 illustrerade flytschemat upptar de enhetsoperationer vilka ingår i anrikningsprocessen. För att få schema så överskådligt som möjligt har ej inritats förekommande hjälputrustningar såsom fickor, matare, stup, band, godspumpar etc.

I schema angivna produktionstal har baserats på en verkskapacitet av 1 milj ton råmalm per år.

### Krossning

På grund av malmens hårdhet och sammansättning måste cirka halva tonnaget finkrossas till -20 mm före malningen. Autogenkvarnen skall sålunda chargerats med lika delar av fraktionerna minus 250-300 mm och minus 20 mm.

Malmen mals helt autogent i en kvarn med längd/diameterförhållandet  $\geq 1$ . Kvarnen körs i sluten krets med hydrocyklon. För att avlasta kvarnen, reducera energiförbrukningen samt undvika slammalning magnetsepareras den utgående kvarnprodukten innan den returneras via hydrocyklonen för ommalning. Den magnetiska returen skall demagnetiseras före cykloneringen.

Överloppsprodukten från hydrocyklonen, d v s malprodukten passerar en finsikt för avskiljning av magnetitförande, grova (~0,2 mm) halvkorn vilka returneras till kvarnen för ommalning. Den avskilda, omagnetiska produkten vilken uppgår till ca 45 % av ingående malm går vidare till processen för utvinning av apatit.

Energiförbrukningen kommer att uppgå till 18 kWh/t vid den autogena malningen av malmen.

MP Perolof Olsson, bj

### Primär magnetseparering

Den malda, magnetitrika malmen anrikas på konventionella trumseparatorer. Fem magnetrullar i serie torde krävas för att åstadkomma optimal rening inför efterföljande upparbetning till superslig. Det erhållna förkoncentratets finlek är 90 % <90  $\mu\text{m}$  och 60 % <45  $\mu\text{m}$ . Dess halter uppgår till 64 % Fe, 8 %  $\text{SiO}_2$ , 0,2 % P och 0,3 % S.

Det avskilda omagnetiska godset vilket motsvarar ~25 % av ingående malm avvattnas och sammanförs sedan med den primära omagnetiska produkten och leds till processavdelningen för apatit. Den sistnämnda, omagnetiska produkten behöver ej avvattnas efter den har en för apatitflotationen lämplig fastgodshalt (>30 vikt %).

### I Supersligtillverkning

#### Gravimetrikrets

Det primära koncentratet innehåller en betydande andel magnetitförande halvkorn av kvarts och granat, vilka är utomordentligt svåra att anrika till superslig. Utöver de magnetitsmittade partiklarna innehåller det också en del ytterst finkornigt, slamhaltigt material vilket också är svårt att rena med avseende på  $\text{SiO}_2$ .

Magnetitkoncentratet passerar först en demagnetiseringsspole och därefter en hydrocyklon för avslamning. Det avslammade godset (Hc-underloppsprodukt) primärsepareras i spiraler och efterrenas sedan på skakbord. Efterreningen kan sannolikt också ske i spiral men skakbord är att föredraga eftersom de är enklare att övervaka och regelbundet justera in till rätt avskiljningsgräns under driftsmässiga förhållanden.

Det gravimetriska koncentratet, 71,5 % Fe och 0,3 %  $\text{SiO}_2$ , uppfyller praktiskt taget kravet på renhet med avseende på  $\text{SiO}_2$  ~0,25 %. Fosfor- och svavelhalterna blir dock för höga och måste reduceras genom flotation.

#### Efterrening av superkoncentratet

Det gravimetriska koncentratet avvattnas på en magnetrulle. Behandlingen omfattar därefter en lätt ommalning efterföljd av sulfidflotation, fosforflotation,  $\text{SiO}_2$ -flotation samt magnetseparering.



MP Perolof Olsson, bj

- a) Malningen utförs i konventionell kvarn chargerad med exempelvis 25 mm kulor.

Energibehov: 3 kWh/t malprodukt.

- b) Sulfidflotationen utförs i naturlig pulpmiljö, pH ~8,5, med K-amyloxantat som samlarreagens och lämplig skumbildare t ex Dowfroth 250. Flotationstid:  $\leq 10$  minuter.
- c) Fosforflotationen för avskiljning av restapatit sker i alkalisk pulpmiljö, pH  $\geq 10,5$  (natronluttillsats) med Safacid (fettsyra från Jahres Fabrikker Norge) som samlarreagens och gult dextrin som tryckande reagens. Flotationstid:  $\leq 10$  minuter.
- d) Silikatflotationen är sannolikt nödvändig för att säkerställa en jämn sligkvalitet. Den kan genomföras direkt efter fosforflotationen och i samma pulpmiljö med lämpligt aminreagens t ex Lilaflo D814. Förekommande granatkorn floterar dessvärre ej och måste därför avskiljas medelst magnetseparering. Flotationstid:  $\leq 10$  minuter.
- e) Magnetsepareringen skall utföras med låg godsbelastning på två seriekopplade rullar.

Av den erhållna Supersligen filtreras 55.000 t/år för avsalu medan 5.000 t/år mals till pigmentfinlek ( $\geq 50$  % minus 2  $\mu$ m) filtreras och torkas. Finleksdata för Supersligen är 90% minus 65  $\mu$ m och 50 % minus 45  $\mu$ m. SiO<sub>2</sub>-halten uppgår till 0.21 %.

Fullständiga analysdata framgår av bilaga 2.

## II. Tillverkning av ordinär magnetitlig

Efter uttaget av supersligen återstår cirka 3/4 av magnetiten i de restprodukter som avskilts i den gravimetriska kretsen, d v s överloppsprodukt från hydrocyklon, spiral- och skakbordsavfall samt skumprodukter från flotation av supersligen.

- a) Avvattning

Samtliga produkter exkl skumprodukterna avvattnas i en gemensam förtjockare, t ex typ Lamella till  $\geq 65$  vikt % fast före malning. Vattnet recirkuleras för återanvändning.

- b) Malning

Det avvattnade, magnetitförande godset mals i en kvarn chargerad med  $\leq 30$  mm kulor eller cylpebs till en finlek av ~80 % minus 45  $\mu$ m. Malningsenergin uppgår till 7 kWh/t malprodukt.

1990-11-21

4621/1990-11-21

MP Perolof Olsson, bj

c) Magnetseparering

Malprodukten inkl skumprodukterna från "supersligkretsen" magnetsepareras på tre rullar i serie. Erhållen slig med finleken 90 % minus 65  $\mu$ m och 80 % minus 45  $\mu$ m filtreras och lagras i sligsilo.

Produktionen beräknas uppgå till 230.000 ton/år med halten  $\geq 67$  % Fe.

III Tillverkning av apatitslig

Ingåendet till apatitprocessen utgörs såsom tidigare nämnts av omagnetiskt gods från magnetsepareringarna av den autogenmalda malmen. Mängden uppgår till ~700.000 t/år om råmalmskapaciteten ligger vid 1 milj ton/år. Godset innehåller cirka 2 % P vilket motsvarar cirka 10 % apatit.

Apatitprocessen inleds med ett primärt flotationssteg för avskiljning av förekommande sulfidmineral. Sulfiderna cirka 8.000 ton/år tas ut som en separat produkt. Efterföljande apatitflotation omfattar ett råsteg med rendragningskrets samt koncentratrepetering i två steg.

Följande produktdata gäller:

- Sulfidprodukt (8.000 t/år),  $\geq 30$  % S och  $\geq 55$  % Fe.
- Apatitslig, 17,2 % P och 0,8 % Fe.

Fullständiga analysdata för apatitsligen återfinnes i bilaga 2.

a) Primär sulfidflotation

Godset blandas ett par minuter med K-amyloxantat och floterar därefter i en råapparat med tillsats av skumbildare, t ex DOW 250. Skumprodukten repeteras och filtreras. Repeteringsresten återförs till blandaren för K-amyloxantat.

Den sulfidrenade produktens pH höjs med natronlut till 9,5 varpå dextrin tillsätts i den första blandaren och Berol 857 (ATRAC) i den andra. Apatiten råfloterar och repeteras sedan i två steg. Restprodukten renfloterar med en liten mängd B857. Sekundärskummet returneras till råapparatens inlopp.

Apatitkoncentratet filtreras och torkas (om kunden, Norsk Hydro så kräver).

MP Perolof Olsson, bj

För apatitsligtillverkningen får man räkna med följande reagensförbrukningar beräknade på ingåendet till flotationskretsen.

K-amyloxantat = 50 g/t, DOW 250 ~25 g/t, NaOH = 100 g/t, dextrin = 200 g/t, Berol 857 (ATRAC) = 300 g/t.

Restprodukten från apatitflotationen uppgår till 622.000 t/år. Den förs samman med det omagnetiska godset från magnetitsligproduktionen, ca 20.000 t/år och avleds som avfallsprodukt från verksamheten, d v s 642.000 t/år.

### Produktutfall

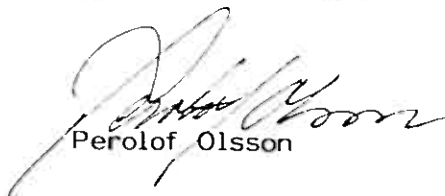
Följande produktutfall kan förväntas vid anrikning av malm av 50-tons provets sammansättning.

| Produkter             | Produktion<br>ton/år | Vikt<br>% | Halt %       |       |       | Fördelning % |    |    |
|-----------------------|----------------------|-----------|--------------|-------|-------|--------------|----|----|
|                       |                      |           | Fe           | S     | P     | Fe           | S  | P  |
| Superslig             | 60.000               | 6,0       | 71,5         | 0,006 | 0,006 | 13,7         |    |    |
| Magnetitslig          | 230.000              | 23,0      | 67,1         | 0,046 | 0,15  | 48,8         |    |    |
| S:a Fe-slig           | 290.000              | 29,0      | 68,0         |       |       | 62,5         |    |    |
| Apatitslig            | 60.000               | 6,0       | 0,8          | 0,050 | 17,2  | 0,1          |    | 80 |
| Sulfidprod.           | 8.000                | 0,8       | 56,0         | 32,0  |       | 1,4          | 55 |    |
| S:a Restprod          | 642.000              | 64,2      | 17,7         |       |       | 36,0         |    |    |
| Ing malm ber<br>anal. | 1000.000             | 100,0     | 31,6<br>31,9 | 0,46  | 1,3   | 100,0        |    |    |

Fullständiga analysdata för superslig, magnetitslig och apatitslig redovisas i bilaga 2.

Analysering, beräkning och utvärdering av utförda pilotförsök pågår. Resultaten kommer att redovisas i en separat rapport.

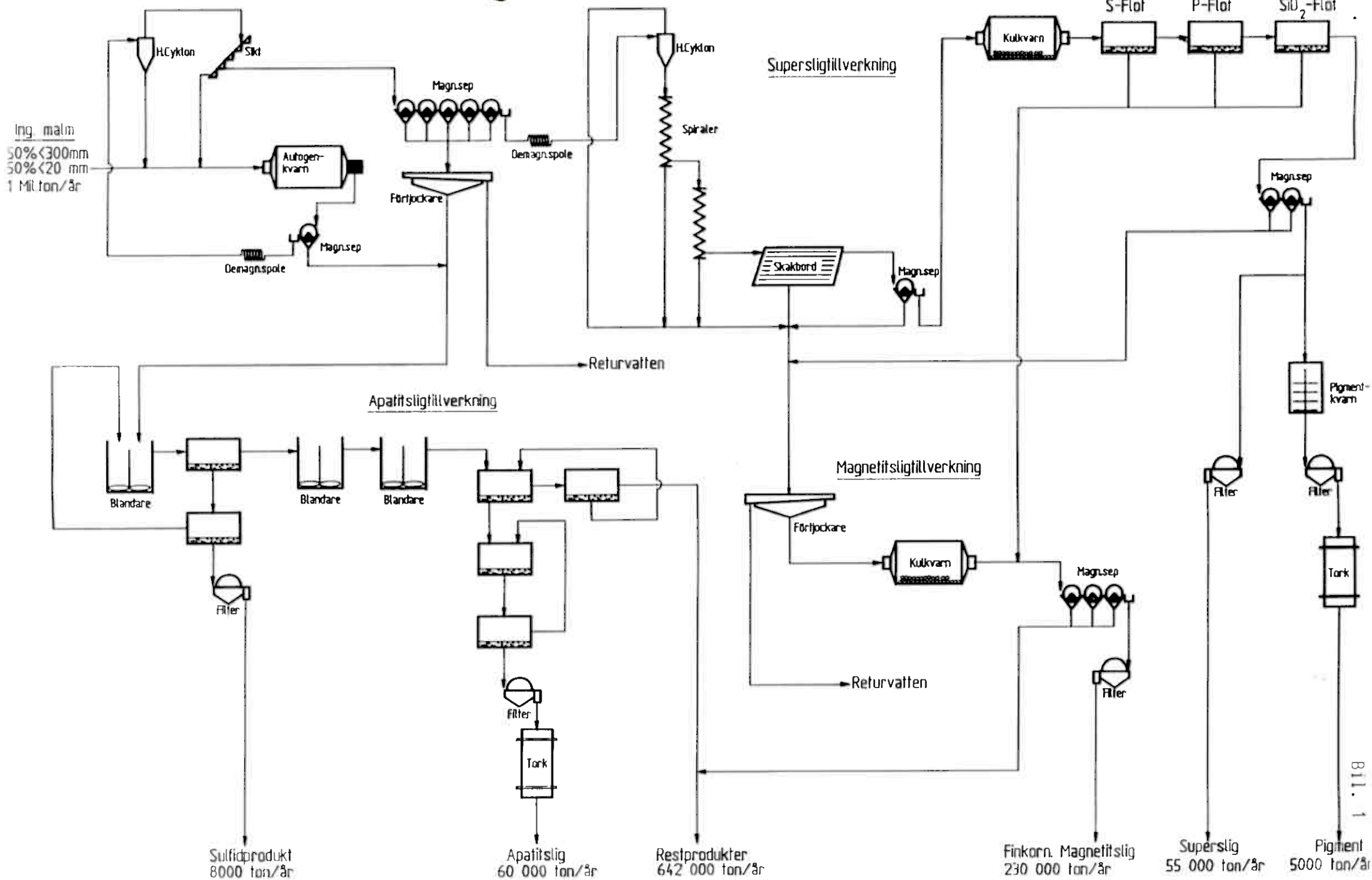
Stråssa den 21 november 1990

  
Perolof Olsson

Christer Zedig

  
Arne Hagström

# apatitförande magnetitmalm från Andorja





## Fullständig kemisk analys av SUPERSLIG

|                                | Halt % |
|--------------------------------|--------|
| FeO                            | 31,6   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 67,2   |
| SiO <sub>2</sub>               | 0,21   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,014  |
| MnO                            | 0,03   |
| CaO                            | 0,02   |
| MgO                            | 0,04   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,53   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,41   |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,03   |
| S                              | 0,006  |
| Na <sub>2</sub> O              | <0,01  |
| K <sub>2</sub> O               | <0,01  |
| LOI                            | 0,2    |
| Summa                          | 100,29 |
| Fe <sub>tot</sub>              | 71,50  |
| P                              | 0,006  |
| Mn                             | 0,02   |
| V                              | 0,017  |
| Cu                             | 0,001  |
| Zn                             | 0,003  |
| Pb                             | 0,003  |
| Ni                             | 0,003  |
| Co                             | 0,004  |

## Fullständig kemisk analys av MAGNETITSLIG

|                                | Halt % |
|--------------------------------|--------|
| FeO                            | 31,1   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 61,3   |
| SiO <sub>2</sub>               | 4,5    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,34   |
| MnO                            | 0,05   |
| CaO                            | 0,58   |
| MgO                            | 0,49   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,84   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,40   |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,03   |
| S                              | 0,046  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,04   |
| K <sub>2</sub> O               | 0,04   |
| LOI                            | 0,3    |
| Summa                          | 100,06 |
| Fe <sub>tot</sub>              | 67,05  |
| P                              | 0,15   |
| Mn                             | 0,04   |
| V                              | 0,015  |
| Cu                             | 0,001  |
| Co                             | 0,004  |
| Zn                             | 0,003  |
| Pb                             | 0,004  |
| Ni                             | 0,005  |

## Fullständig kemisk analys av APATITSLIG

(Prov levererat till Norsk Hydro)

|                                | Halt % |
|--------------------------------|--------|
| FeO                            | 0,6    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,5    |
| SiO <sub>2</sub>               | 0,91   |
| MnO                            | 0,06   |
| CaO                            | 53,4   |
| CaF <sub>2</sub>               | 1,3    |
| MgO                            | 0,19   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,07   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,01   |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,01   |
| S                              | 0,050  |
| As                             | 0,002  |
| Cl                             | 0,23   |
| CO <sub>2</sub>                | 1,8    |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,06   |
| K <sub>2</sub> O               | 0,01   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 39,7   |
| SrO                            | 0,65   |
| Summa                          | 99,55  |
| Fe <sub>tot</sub>              | 0,83   |
| P                              | 17,34  |
| Mn                             | 0,05   |
| V                              | 0,004  |
| F                              | 0,65   |
| Ca <sub>tot</sub>              | 38,8   |
| Cd                             | <0,001 |
| Sr                             | 0,55   |

Finleksdata för sligerna.

| Siktöppning |               | Superslig |               | Magnetitslig |               | Apatitslig * |               |
|-------------|---------------|-----------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| µm          | Mesh<br>Tyler | Vikt<br>% | Ack %<br>fint | Vikt<br>%    | Ack %<br>fint | Vikt<br>%    | Ack %<br>fint |
| 210         | 65            |           |               |              |               |              |               |
| 150         | 100           |           |               |              | 100,0         |              | 100,0         |
| 105         | 150           |           | 100,0         | 0,2          | 99,8          | 1,9          | 98,1          |
| 75          | 200           | 5,1       | 94,9          | 3,9          | 95,9          | 8,3          | 89,8          |
| 53          | 270           | 41,1      | 53,8          | 9,7          | 86,2          | 15,5         | 74,3          |
| 45          | 325           | 13,8      | 40,0          | 6,8          | 79,4          | 9,3          | 65,0          |
| 38          | 400           | 22,1      | 17,9          | 10,2         | 69,2          | 16,5         | 48,5          |
| <38         | <400          | 17,9      |               | 69,2         |               | 48,5         |               |
| Summa       |               | 100,0     |               | 100,0        |               | 100,0        |               |

\* Leveransprov om 500 kg översänt till Norsk Hydro 1990-10-25.





## ATRAC 857

ATRAC 857 is intended to be used as a collector for mineral flotation, preferably for salt type minerals like apatite, fluorspar, baryte and scheelite.

### Physical data

|                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| Appearance, 20 °C | liquid                         |
| Density, 20 °C    | approx 1.020 g/cm <sup>3</sup> |
| Flash point       | > 100 °C                       |
| pH, 5% in water   | approx 3                       |
| Pour point        | < -10 °C                       |
| Viscosity, 20 °C  | approx 600 mPa s               |

### Other properties

ATRAC 857 is compatible with nonionic and anionic flotation agents and commonly used modifying agents.

### Application

In laboratory testing a 1% solution in water is recommended and prepared in the following way: To a beaker containing 50-75 grams of water add 1.0 gram ATRAC 857. While stirring and checking pH add diluted sodium hydroxide (5 w%) until pH is 7-9. Add water to 100 grams total. Use this solution within 24 hours.

In plant scale ATRAC 857 can be added as such as it is readily dispersible in water.

Required dosage depends on many factors but is usually in the order of 50-200 g per ton flotation feed.

### Handling, storage and toxicity

Storage of ATRAC 857 below 20°C is recommended.

ATRAC 857 has low acute oral toxicity, is moderately irritating to the skin and in concentrated form moderately to strongly irritating to the eyes.

If concentrated ATRAC 857 is spilt or splashed onto bare skin, it should be rinsed off with soap and water. If concentrated ATRAC 857 comes in contact with the eyes, rinse immediately off with large quantities of water. If irritation remains call for medical attention.