



# Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

## Rapportarkivet

|                                             |                    |                            |                                   |                     |
|---------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Bergvesenet rapport nr<br><b>BV 3799</b>    | Intern Journal nr  | Internt arkiv nr           | Rapport lokalisering<br>Trondheim | Gradering           |
| Kommer fra ..arkiv                          | Ekstern rapport nr | Oversendt fra              | Fortrolig pga                     | Fortrolig fra dato: |
| Tittel<br>Rapport over Søve Gruver, Ulefoss |                    |                            |                                   |                     |
| Forfatter<br>Johnsen, Tormod                |                    | Dato<br>03.03 1964         | Bedrift<br>Norsk Bergverk A/S     |                     |
| Kommune<br>Nome                             | Fylke<br>Telemark  | Bergdistrikt<br>Østlandske | 1: 50 000 kartblad<br>17134       | 1: 250 000 kartblad |
| Fagområde<br>Geologi<br>Malmberegning       | Dokument type      |                            | Forekomster                       |                     |
| Råstofftype<br>Malm/metall                  | Emneord<br>Nb      |                            |                                   |                     |
| Sammen drag                                 |                    |                            |                                   |                     |

Rapport over Sjøve Gruver, Ulefoss.Beliggenhet.

Sjøve Gruver i Roms kommune, Telemark, ligger ca. 30 km NV for Skien.

I. Geologi og mineralogi.

Niob går ikke inn som bestanddel i de vanlige bergartsdannende mineraler, og danner derfor en rekke sjeldne mineraler som i naturen dannes i de siste ledd i krystallisasjoner av en bergartsmeltemasse.

Man finner ofte niobmineraler i områder med alkalibergarter, som man antar er dannet ved reaksjon mellom kalksten og vulkanske smeltemasser.

Disse områder med alkalibergarter inneholder ofte mer eller mindre oppsmeltede karbonatbergarter, såkalte karbonatitt. Til disse hører søvitt, som er en krystallinsk kalksten som først ble beskrevet av professor W.C. Brøgger og oppkalt etter Sjøve på Ulefoss.

Sjøvefeltet (eller Fensom/dal), som er på ca. 6 km<sup>2</sup>, er et geologisk interessant felt på grunn av de mange sjeldne bergarter som opptrer her. De viktigste karakteristiske bergarter i feltet er: (se bilag 1)

Karbonatbergarter.

- a. Søvitt er en overveiende kalkspatbergart som inneholder mindre mengder av apatitt, magnetitt, silikatmineraler og niobmineraler. De kalkrike søvittene er hvite av farge og ligner i utseende helt en vanlig marmorbergart.
- b. Rauhaugitt, en karbonatbergart som ved siden av kalsiumkarbonat også inneholder betydelige mengder magnesiumkarbonat og jernkarbonat i form av mineralet ankeritt. Den inneholder også mindre mengder apatitt, magnetitt, silikatmineraler og små mengder niobholdige mineraler.
- c. Rødberg er rød av farge og består vesentlig av kalkspat som er rødfarget av fine innsprengninger av mineralet jernglans (hematitt). Enkelte deler av denne bergart er så rik på jernglans at den kan anvendes som jernsalm. De gamle fers gruber ble drevet på jernmalm av denne type.

### Alkaliske silikatbergarter.

De mest utbredte bergarter av denne type er de nefelinholdige bergarter urbitt, ijolit og melteigit.

Vibekitt er en bergart som vesentlig består av pyroksen og hornblende.

Hollitt er en kalksilikatbergart som vesentlig består av kalkspat og pyroksen.

Den yngste bergart i feltet er dumfjernitt, som er en sort bergart med porfyrinupprengninger av sort glimmer (biotitt) i en finkornet grunnmasse.

Fenitt er en syenittisk bergart som særlig opptrer langs feltets grenser, og som antas å være dannet ved en reaksjon mellom den alkaliske smelterassen og den ergivende gneis.

I de fleste bergarter i feltet har man funnet niobmineraler ved mikroskopiske undersøkelser av tynnsliip, og mange kjemiske analyser av forskjellige bergarter i feltet viser små mengder niobosyd. Inndelertid er det hittil bare feldspathoide bergarter som har vært gjenstand for en mere detaljert undersøkelse på niob. Svartbergartene opptrer som oftest som store eller mindre gangformede masser som gjennomtrenger silikatbergartene, med unntakelse av dumfjernitten. Små årer av svartitt opptrer også sparsomlig inne i silikatbergartene. Som en alminnelig regel finner man det største innhold av niobmineraler nær grensen mot silikatbergartene.

### De niobførende svartitters mineral sammensetning.

Ved mikroskopiske undersøkelser av tynnsliip, røntgenogrammer og kjemiske analyser er det funnet følgende mineraler i de niobførende svartitter:

Kalkspat ( $\text{CaCO}_3$ ) sp. nr. 2, 7. Hårdhet 3. Sammensetning: 56 %  $\text{CaO}$  og 44 %  $\text{CO}_2$ . Det er vanlig å finne hovedmassen av svartittbergartene. Det er også funnet enkelte små mengder svartitt og andre mineraler som opptrer som små årer i feltet. Disse bergartene er av en annen art enn de som er funnet i feltet.

Columnitt ( $\text{Ca}_2(\text{Nb}_2\text{O}_7)_2$ ) og pyroksen ( $\text{Ca}(\text{MgFe})\text{Si}_2\text{O}_6$ ) som er vanlig i feltet. De er funnet i enkelte svartitter.

Flusspat (eng. fluorite)  $\text{CaF}_2$ , sp.v. 3,2. H.4. Dette mineral er funnet av Brøgger ved mikroskopiske undersøkelser av søvitt, men er sikkert en sjeldenhet i denne bergart.

Magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , sp.v. 5,2. H.6. Etter foreliggende kjemiske analyser inneholder magnetitten i søvittbergartene ca. 0.5% vanadium.

Jernglans (eng. hematite)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , sp.v. 5,3. H.6. Finnes i søvitt oftest som tynne plateformede krystaller.

Svovalkis (eng. pyrite)  $\text{FeS}_2$ , sp.v. 5,0. H.6. Opptrer i velutviklede krystaller mest som terninger.

Tungspat (eng. barite) sp.v. 4,5. H.3.

Korund (eng. corundum) sp.v. 4,0. H.9. Dette mineral finnes i søvitt som små ellipsoidiske korn uten tydelige krystallflater.

Rutil,  $\text{TiO}_2$ , sp.v. 4,7. H.6. Er funnet som små røde nåler i enkelte niobkonsentrater.

#### Silikatmineraler:

Hornblende, sp.v. 2,9-3,2. H. 5,5. I søvittmalmen finnes 3 forskjellige typer hornblende. Den alminneligste er en tremolit som opptrer i rosettformede krystallaggregater. Dessuten opptrer i enkelte deler av malmen også en grønn alminnelig hornblende og en blå alkalihornblende.

Glimmer (eng. mica), sp.v. 3,0. H.3. Den mest alminnelige glimmer er en mørk biotit. I enkelte malmtyper finnes også den lyse muskovit.

Topas, sp.v. 3,5. H.8. Finnes i små mengder som fargeløse krystaller med gode krystallflater.

Zirkon,  $\text{ZrSiO}_4$ , sp.v. 4,2. H.7. Opptrer i små firkantede krystaller. Ved bestråling med kvartslampe vises den sterke fluoresens med en gulrød farge.

Koppit og Kolumbit er påvist ved røntgendiagrammer.

Koppit,  $\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ , sp.v. 4,5. H.5. Opptrer som oftest i tydelige oktaedriske krystaller. Fargen er brun til grå med en noe fettaktig glans og høy lysbrytning. Krystallene inneholder ofte innslutninger av kalkspat og apatit.

Kolumbit,  $\text{FeNb}_2\text{O}_6$ , sp.v. 5,3. H.6. Oftest uten krystallform og med meget innslutninger av kalkspat og apatit. Ved siden av disse niobmineraler finner man også en del koppitlignende mineraler, som

skiller seg fra den beskrevne koppit i farge og krystallhabitur.

Thorium og de sjeldne jordartselementer må antas å gå inn isomorft i niobmineralene.

#### Malmens struktur.

Sjøvittene er vanligvis forholdsvis grovkornede bergarter.

Mikroskopiske undersøkelser av tymslip viser at kalkpatkornene gjennomsnittlig har en diameter på ca. 2 mm, og i enkelte deler av malmen kan kalkpatkornenes diameter gå opp til 20 mm.

Krystallene av koppit og kolumbit viser oftest inneslutninger av kalkpat og apatit, og deres diameter varierer fra 0,1 til 10 mm. Den gjennomsnittlige diameter kan anslås til ca. 1 mm.

Magnetitkrystallene er oftest større enn niobmineralene og har sjelden inneslutninger av andre mineraler.

Silikatmineralene glimmer og hornblende danner forholdsvis store krystaller og krystallaggregater med en diameter som oftest er over 1 mm. Den gjennomsnittlige diameter kan anslås til ca. 5 mm.

Apatitten viser seg under mikroskopet som avrundede korn uten krystallflater. Diameteren varierer fra 0,1 til 3 mm, og er antakelig gjennomsnittlig ca. 0,2 mm.

#### Malmreserver.

Av vedlagte geologiske kart (bilag 1) ser en at Sjøvefaltet er svært overdekket, noe som gjør det vanskelig å kartlegge malmgangene. Sjøvefaltet består av 3 niobiferende kalkområder:

1. Sjøvefaltet ved Karsjø.
2. Sjøvefaltet i den gang fra Karsjø og SV.
3. Tiltrefaltet, som ligger ca. 1 km syd for Sjøvefaltet og er direkte i Sjøvefaltet.

Driften i 1951 ble utført på basis av undersøkelser vi kjente i Sjøvefaltet, det vil si etter Cappelens I. (bilag 2). Her var beregnet et kvantum på ca. 8000 tonn høykvalitets malm. Ved boringer i 1954 ble det påvist en stor mengde malm, der den forutsetningen vi har i dag - bruddet i Cappelens I. mellom delene C II, III, IV og V - viste at totalt kvantum er på ca. 10 mill. tonn. I 1961 ble det ved diamant-

boringer påvist en ny malmsone NV for dagbruddet Cappelen I. Denne malmsone er blitt kalt Cappelen IV b, og det er påvist ca. 0.5 mill. tonn malm. Malmen i Cappelenfeltet holder gjennomsnittlig ca. 0.36%  $Nb_2O_5$ .

Hydroforekomsten er fattig og holder gjennomsnittlig 0,20%  $Nb_2O_5$ .

Tuftefeltet er antakelig det største malmfeltet vi har, men p.g.a. mye overdekke er feltet for lite undersøkt. Flere diamantborhull viser søvittganger som fører niob, men hittil er det boret for lite til å finne sammenheng i disse gangene. Som vedlagte bilag 3 viser, er det i alt utført ca. 30.000 m diamantborhull fordelt på de 3 felt.

Følgende tabell viser en oversikt over malmforråd, oppfaret malm og produksjon:

| <u>Cappelen- + Tufteforekomstene</u> |                                      |                             |             |                            |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------|
|                                      | Beregnet malmforråd<br>brytbar malm: | Oppfaret bryt-<br>bar malm: | Produksjon: | Sum<br>brutt<br>pr.1/1.64: |
| 1/7 1953                             | 250.000 t                            | 250.000 t                   | 14.185 t    |                            |
| 1/1 1954                             | 250.000                              | 250.000                     | 45.608      |                            |
| 1/1 1955                             | 455.000                              | 200.000                     | 85.057      |                            |
| 1/1 1956                             | 1.145.000                            | 115.000                     | 98.620      |                            |
| 1/1 1957                             | 1.225.000                            | 65.000                      | 84.940      |                            |
| 1/1 1958                             | 1.140.000                            | 200.000                     | 89.482      |                            |
| 1/1 1959                             | 1.025.000                            | 200.000                     | 94.158      |                            |
| 1/1 1960                             | 931.000                              | 190.000                     | 112.537     |                            |
| 1/1 1961                             | 819.000                              | 470.000                     | 102.543     |                            |
| 1/1 1962                             | 966.000                              | 500.000                     | 121.335     |                            |
| 1/1 1963                             | 1.000.000                            | 500.000                     | 131.995     | 980.460 t                  |
| 1/1 1964                             | 975.000                              | 450.000                     |             |                            |

Beregninger av malmreservene er basert på diamantboringer, oppfaring og tilredning i gruben. Pr. 1/1.64 har følgende malmreserver:

|                      | Påvist brytbar malm: | Oppfaret brytbar malm: |
|----------------------|----------------------|------------------------|
| Cappelen IV          | 115.000 t            | 115.000 t              |
| " IV b               | 350.000              | 300.000                |
| " V                  | 250.000              | 0                      |
| " V b                | 150.000              | 0                      |
| Tufte over stollnivå | 40.000               | 35.000                 |
| " under " til cone O | 70.000               | 0                      |
|                      | <u>975.000</u>       | <u>450.000</u>         |

## II. Gravedriften.

Malmen - søvitten - har god holdfasthet, mens derimot sidebergartene, som er hollait og fenit, viser mindre holdfasthet i bergfester o.l. Hollaiten opptrer også med fete kloritslepper som gjør sidefjellet dårlig. Avbygningsgraden har vi satt til 75 % for Cappelenforekomsten og 80% for Tufteforekomsten.

Cappelenforekomsten ser ut for å være en mektig kalkbank som er mer eller mindre impregnert med m.b. Den er gjennomskåret av en rekke forkastninger og diabasganger som til dels vanskeliggjør avbygningen. Fallet varierer fra  $45^{\circ}$  til  $0^{\circ}$ , og mektigheten varierer fra 10 - 25 m. Den nye Cappelenmalm - Cappelen IV b - er en steiltstående malngang på  $65^{\circ}$  og med en mektighet på 8 - 10 m.

Tuftemalmen er steiltstående med ca.  $65^{\circ}$  fall og med mektighet på 10 - 12 m. Den første Tuftemalm som ble brutt ut, viser et strek N-S, men det ser ut som streket endrer seg og svinger mere over til Ø.V.

Gruvekartene er i 1:1000, 1:500 og 1:200.

Kalken er lett å bore, og vi regner vanligvis en borsenkning på ca. 50 cm pr. min. ved et arbeidstrykk på 6 kg/cm<sup>2</sup>. Kalken er seig å sprengte og krever relativt stort sprengstofforbruk. Borslitasjonen er liten. Vanlige meiselsk; er kan slipes 6 ganger, og det bores 50 - 60 m mellom hver sliping. Et bor holder vanligvis 300 - 350 m. Da får vi stengbrudd før bårdmetallet er utslitt.

Vanntilsaget er forholdsvis jevnt over hele året, og vi regner med at det årlig pumpes ut ca. 250.000 m<sup>3</sup> vann.

### Cappelenforekomsten.

Sommeren 1953 startet vi med dagbrudd i Cappelen I, men allerede i 1954 måtte vi planlegge pumpingen og avbygningen av den dypere liggende malm som vi hadde påvist ved diamannboringer set for hovedforkastningen i dagen. Det ble besluttet å løse den nye Cappelenmalm ved en loddsjakt i utkanten av malmen og med horisontaltransport frem til en knasestasjon ved sjakten. (Bilag 4).

Hovedsjakten har et profil på 2,5 x 6,5 m og utbygget ved rom for skip, karr og fa. ing. Den er 187 m dyp, og i bunnen er spranget ut pumpestasjon, hvor det er montert 2 stk. centrifugalpumper, hver med en kapasitet på 50 m<sup>3</sup>/h.

Sjaktspottet er konstruert med skip og personheis, og Koespillet er montert i toppen av det 38 m høye sjakttårnet, og styrepult for heisefører er plassert nede i tårnet ved tippesissjonen.

Cappelenmalmen har en maktighet på 10-25 m og et fall fra 0 - 45° og strøket er Ø-V.

Bryting av malmen foregår med langhullsboring i åpne strusser med bergfester. Hvor malmen har et fall på 45°, underføres malmen med transportort og taprønger hvor malmen enten luses opp og kjøres eller skrapses frem til knuserstasjon.

Har malmen lite fall, blir strussene åpnet med en takkive og taket boltet og nettet for å sikre horisontaltransporten i de åpne strussene, hvor takhøyden kan variere fra 15 - 25 m. Oppføringen foregår med Simco 630 B (elektrisk lastebil), og transporten foregår i 2,5 m<sup>3</sup> Granbyvogner og med diesellok frem til den underjordiske knuserstasjon. Her blir malmen knust i pøllmølle AP-5 til minus 5" før den heises opp sjakten i en boretransporter med 5 t lyftelast.

#### Tuftefeltet.

I Tuftefeltet brytes en malm som har et fall på 65° og en maktighet på 10-12 m. Produksjonen fra Tufte har tjent som supplering til produksjonen fra Cappelenfeltet. Her i undergrube malmen i Tufte nærmer ble det drevet en transporttoll på 900 m fra vegen ved Hørje og sydover under Tufte. Stollen ligger på cote 23 og gir bare lyvning av malmen mellom cote 23 og utgående på cote 75 - 80.

Brytningen på Tufte foregår dels som mellomverkubrytning med langhullsboring og dels som dagbrudd. Malmen lastes i tverrslag med Atlas IM56 og transporteres ut grunnstollen i 2,5 m<sup>3</sup> Granbyvogner trukket av et 5 t diesellok. Ved grunnstollens åpning har vi omlasting til lastebiler som transporterer malmen til knuseriet ved oppredningsverket.

#### Andre felter.

Nord-vest for hovedforkastningen ved C I i dagen har vi ved diamantboringer påvist en ny malmsone, den såkalte Cappelen IV b malm, på ca. 500.000 tonn. Denne malm har et fall på 65° og en maktighet på ca. 8 - 10 m, og er delvis oppført med en hovedtransportort og tverrslag på 135 m nivået, som er vårt hovedtransportnivå i Cappelenforekomsten i dag.

### III. Maskinell utrustning.

#### a) Sjakhais.

Heisespillst er et Koepespill levert av KEMA i 1956.

Trommelen er 2,1 m i diameter og har fire spor for 1" liner.

Den elektriske motor er en vekselstrøm-asykronmotor på

180 kW, 220 V, 50 per. og 730 c.p.m.

Heisen har 2 høyre og 2 venstre langslåtte Koepeliner med en virkelig bruddlast på 33,7 tonn. Vekten pr. m er 2,48 kg.

Underlinen er 127 mm bred og 27 mm tykk og har en vekt på 9,95 kg/m. Kurv og skip er levert av G.H.E. og har følgende hoveddata:

Skip: Nyttelast 5 t, nettovekt 6,5 t.

Kurv: Vekt 9 t inkl. ballastvogn og plater.

Den elektriske utrustning er levert av Fraton.

Heisehastighet 4 m/sek.

#### b) Pressluft, rør, bormaskiner.

Følgende kompressorer er installert:

Atlas AR35 85 kW, n = 435 16 m<sup>3</sup>/min.

" ARL 50 " n = 600 9,1 "

Balcke (gammel) 133 kW, n = 360 19,5 m<sup>3</sup>/min.

Fra kompressorhuset fører 6" luftledning ned sjakten til 135 m nivå, hvor vi har fordeling med 2" ledninger til de forskjellige arbeidsplasser.

Vanlige bormaskiner og langhulls bormaskiner er levert av Atlas Copco.

Vi har følgende bormaskinpark:

3 stk. komplette utrustninger for langhulls boring, nemlig:

2 BBC 44 - RBL

1 BEC 43 - RBL

10 " BEC 15, vanlige bormaskiner

2 " RH 656 4 W

c) Lastmaskiner - skrapespill.

Vi har følgende lastmaskiner:

|        |           |       |             |     |               |
|--------|-----------|-------|-------------|-----|---------------|
| 2 stk. | Einco     | 630   | elektriske  |     |               |
| 1 "    | Atlas     | IM 56 |             |     |               |
| 1 "    | "         | IM 35 |             |     |               |
| 1 "    | Einco     | 21 B  |             |     |               |
| 1 "    | 2 træklet | Sala  | skrapespill | 288 | 40, elektrisk |
| 1 "    | 3         | "     | "           | 388 | 40, "         |
| 1 "    | 2         | "     | Ingerslev   | 15  | HK, "         |

d) Lokomotiver - vagnar.

|        |        |           |                    |       |                     |
|--------|--------|-----------|--------------------|-------|---------------------|
| 1 stk. | Ruston | diesellok | 5 t                | 25 HK | vandkjølt, gænselt. |
| 1 "    | Levahn | "         | 4,5 t              | 25 HK | luftkjølt, nyt.     |
| 2 "    | Einco  | 401       | luftløk            | 1,5 t |                     |
| 12 "   | Granby | vagnar    | 2,5 m <sup>3</sup> |       |                     |

e) Kruiser under jord.

På 135 m niveauet i grave er monteret en prallmølle med følgende data:

Havemag prallmølle AP-5.

Omdrejningstal på motor: 225.

Totalvægt: 45,5 ton.

Motor: 125 HK, 4 - HK.

Kapasitet: 100 - 200 m<sup>3</sup>/h.

Sjaktens tekniske specifikationer:

D = 720 mm, L = 1350 mm

Løfteevne 1500 kg

V = 1,0 m<sup>3</sup>/sek.

40 HK motor/150 rpm.

IV. Effekter.

a) Kruiseren med en bremse, anbragt på og en hastighed på 4 m/sek. Er en kruiser på 100 t. for 1 skift.

Ved 11 m/sek. er kruiseren med en skap med en oplyst dobbelt hastighed fra 100 t. til 150 t. eller lige stor kapacitet fra 150 t. til 200 t. og oplyst.

b) Ved 11 m/sek. er kruiseren med 20 t. og 100 t. en kruiser på 40 m/sek. er kruiseren med 100 t. Ved 11 m/sek. er kruiseren med 100 t. ligger kapaciteten på 100 t. 10 m/sek. er kruiseren.

- c) De elektriske lastmaskiner Eimco 630 E har kapasiteter som varierer med stenstørrelsen. Under gunstige forhold med passende stenstørrelse er lastekapasiteten med disse maskiner ca. 300 t/skift.
- d) Ortene drives vanligvis i størrelse  $2,5 \times 2,5$  m, altså  $6,25$  m<sup>2</sup>. Inklusive boring, skyting, opplasting, utkjøring 150 m og skinnelegging er inndriften  $0,75$  m/mann/skift. Ann.forbruk ca.  $2,60$  kg/m<sup>3</sup> eller  $16$  kg/m. Vanlig driving av feltort med 1 mann pr. skift som bare borer og skyter, har en inndrift på  $1,50$  m/mann/skift.

#### V. Oppredningsverket.

Pyrochlormineralene varierer i form, størrelse og spesifikk vekt.

Vi regner med en frimalingsgrense på 100 mesh ( $0,104$  mm).

Koppitkrystallene kan variere fra rene oktaedriske krystaller til uregelmessige splinter med glassaktige bruddflater. Koppiten har meget forskjellig farge, fra lys gul til brunsvart, og den spesifikke vekt varierer fra  $3,3 - 4,5$ . Apatitkornene er som regel helt frikrist, likeløst hornblende, som opptrer i lange, tyne nåler, og glimrer, som opptrer i tynne spalteflak.

Oppredningsprosessen er basert på borsivasking, og her fjernes hovedmengden av kalksten og silikatinnesalter. Av og til kan de tyngre silikater (hornblende) skape vanskeligheter, idet disse ikke blir fjernet i tilstrekkelig grad og vil forårsake for høyt  $\text{SiO}_2$ -innhold i sluttproduktet. Den støvelkis vi har, fjernes ved flotasjen, magnetitten ved magnetseparasjon.

Stamtre i bilag 5 viser i hovedtrekkene malms gang fra gruva til det produkt vi produserer i oppredningsverket. Dette produkt gjennomgår så en salpetersyrebehandling for å fjerne kalk og apatitt. Som sluttprodukt fås et niobkonsentrat med  $50-55\%$   $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $3\%$   $\text{SiO}_2$ ,  $0,2\%$  P og  $1,5\%$  S. Råmalmen holder ca.  $0,36\%$   $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , og vi får et utbytte på ca.  $50\%$ .

I oppredningsverket er installert i alt ca.  $900$  kW, og gjennomsnittlig regner vi med et forbruk på  $21$  kWh/tonn råmal. Primærdriften er en  $5' \times 10'$  Denver støvmølle med en kapasitet på ca.  $20$  t/h. Støvmøllasjen er  $50$  gr/tonn. Kalkstenen sliter svært lite på foringene, som bare er skiftet 1 gang på 10 år.

### Maskinelt utstyr i oppredningsverket.

I oppredningsverket er installert en hel rekke store og små enheter som er detaljregistrert i eget register, men her skal vi bare ta med de største enhetene.

I knuseriet har vi bl.a.:

- 1 Harscoett prellmølle AP-4-S med en 115 HK motor.  
Møllen går med 550 o/min og har en kapasitet på 40 t/h.  
Stavslibetasje 40 gr/tonn.
- 1 Symons Cone-crusher 3' Standard med en elektrisk motor på 90 HK.
- 1 vibrasjonssekt og 3 transportbelter.

I vaskeriet har vi bl.a. følgende utstyr:

- 1 primærkveile 5' x 10' Denver. Motor 145 HK. Kapasitet 20 t/h.
- 1 sekundærkveile, Hardinge 3' x 6' med 6 HK motor.
- 1 " Denver 3' x 6' med 25 HK motor.
- 1 Horrich kullsekt.
- 1 18" hovedtransportbelt.
- 2 Wabash vibrasjonssektier 1 x 2 m, dobbeltdekket.
- 44 stk. 30" x 30" diagonalsektier vannbord.
- 12 " Denver Flotasjonssektier nr. 12.
- 5 " Wabash magnetiseparatorer 600 mm Ø.
- 16 " Archway-spiraler.
- 1 " Gula trommefilter, 7' x 0,9 x 0,9 m.
- Etter 2", 3", 4" og 6" pumper for konsentrater og avgang.

### VI. Metallurgisk anlegg.

Det nikkonsentrat vi produserer, inneholder 0,20 - 0,25 % P og ca. 1,5 % S. Enkelte kunder krever mindre innhold av P og S, og vi har derfor bygget et metallurgisk anlegg hvor vi fjerner P og S samt smelter ferronick aluminotermisk. Bilag 6 viser prosessens gang i smelteverket.

Følgende skjema viser sammensetningen av de niobprodukter vi leverer:

Niobkonsentrater:

| Kvalitet                | A             | B             | C             |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| $\text{Nb}_2\text{O}_5$ | 53 - 58 %     | 53 - 58 %     | 53 - 58 %     |
| $\text{Ta}_2\text{O}_5$ | 0,4 - 0,6 %   | 0,4 - 0,6 %   | 0,4 - 0,6 %   |
| $\text{TiO}_2$          | 6 - 8 %       | 6 - 8 %       | 6 - 8 %       |
| $\text{SiO}_2$          | 1,5 - 3 %     | 1,5 - 3,5 %   | 1,5 - 3,5 %   |
| $\text{SnO}_2$          | 0,02 - 0,04 % | 0,02 - 0,04 % | 0,02 - 0,04 % |
| P                       | 0,04 - 0,05 % | 0,15 - 0,2 %  | 0,17 - 0,25 % |
| S                       | 0,03 - 0,05 % | 0,08 - 0,1 %  | 1 - 1,5 %     |
| C                       | 0,03 - 0,15 % | 0,08 - 0,15 % | 0,05 - 0,1 %  |

Ferroniob

Nb

Ta

Ti

Si

Al

Sn

P

S

C

For edelstål:

60 - 64 %

0,4 - 0,6 %

1,5 - 2 %

2 - 2,5 %

1 - 2,5 %

0,02 - 0,05 %

0,05 - 0,07 %

0,04 - 0,05 %

0,04 - 0,08 %

For lavlegert stål:

60 - 64 %

0,4 - 0,6 %

1,5 - 2,5 %

2 - 3,5 %

1 - 3 %

0,02 - 0,05 %

0,3 - 0,5 %

0,7 - 1 %

0,04 - 0,08 %

VII. Hjelpesvedlegg. (Bilag 7)

Vedlagte plankart i målestokk 1:5000 viser bedriftens eiendommer og bygninger, hvor nummereringen refererer seg til bygningsbeskrivelsene under pkt.VIII boliger - tanter - eiendommer.

Nr. 12 - Kontorbygning med plass for teknisk og merkantilt personell samt pøse.

Nr. 13 - Materiallager og materialforvalterkontor.

Nr. 16 - Kjemisk laboratorium hvor vi utfører alle løpende drifts-analyser - salgsanalyser etc.

Nr. 21 - Mekanisk verksted hvor vi utfører alle alminnelige reparasjoner.

Nr. 26 - Elektrisk verksted for mindre reparasjoner og vedlikeholdsarbeider av elektriske motorer og utstyr. Dellager for elektrisk materiell.

Nr. 27 - Velferdsbygg med spisesal - garderobe - bad og kontor.

Nr. 29 - Transformatorstasjon hvor vi har installert følgende transformatorer:

3 stk. Schorch type OSD 20.000/230 V a 500 kVA.  
1 " Per Kara 20.000/5000 V, 500 kVA.

#### VIII. Boliger - tomter - eiendommer.

##### Gårdsbruk

1. Nedre Tufta, Gnr. 23, bnr. 1.

Våningshus med en rommelig og to mindre leiligheter.  
En driftsbygning og et mindre uthus, begge i dårlig forfatning.  
Ca. 65 mål innmark.  
Fra eiendommen er det utleid 3 boligtomter T1, T2 og T3.

2. Øvre Tufta, Gnr. 23, bnr. 2, 11 og 31.

Våningshus med en rommelig leilighet.  
En driftsbygning i dårlig forfatning og et mindre uthus.  
Ca. 45 mål innmark.  
Ca. 30 mål havnehage.  
Ca. 10 mål skog.

3. Tufta, Gnr. 23, bnr. 6.

Våningshus med to leiligheter, hvorav 1 ledig.  
Bryggerhus i dårlig forfatning.  
Driftsbygning i dårlig forfatning.  
Ca. 65 mål innmark.

Dyrket mark på de ovennevnte gårdsbruk er bortleid forholdsvis kortsiktig.

##### Boliger, alle med eiendomstomt.

4. Sjåstad.

2-mannsbolig med 2 garasjer, ikke utskilt parsell.  
Ligger på eiendommen Søve Gruver gnr. 24, bnr. 93.

5. Eide, Gnr. 24, bnr. 72 og 96.

Enebolig og et lite uthus.

6. Solli, Gnr. 24, bnr. 16 og 41.

Enebolig med garasje og et lite uthus.

6b. Brubakk, Gnr. 23, bnr. 29. Enebolig.

7. Selhøy, Gnr. 23, bnr. 39. 2-mannsbolig med 2 garasjer.

8. Aarnheim, Gnr. 23, bnr. 40.

2-mannsbolig. Det høyer også 2 garasjer til som ligger på Vintarvoll, gnr. 23, bnr. 50.

9. Helle I og II. Gnr. 23, bnr. 42 og 45.

Enebolig med 2 garasjer, ledig.

10. Vintarvoll. Gnr. 23, bnr. 50.

Enebolig med garasje (se 5. Arnheim).

11. Solbak. Gnr. 23, bnr. 55.

Enebolig.

Bedriftsområde, gnr. 24, bnr. 89, 90, 91, 92, 93 og 95.  
og driftsbygninger.

A) Evje. Gnr. 24, bnr. 89, ca. 2,5 mål.

12. Kontorbygning.

21,5 x 10,2 m, 5,5 m høy trebygning.

Grunnmur av betong med kjeller under hele huset.

Kjelleren inneholder fyrrum, bad, W.C. og 8 stk. lagerrom.

1.etasje inneholder 10 rom, korridor, gang med trapp,

2 stk. W.C. og bøttekott.

2.etasje inneholder 10 rom og kjøkken, korridor, dusj,

2 stk. W.C.

13. Lagerbygning.

16 x 11,40 m, h. 2,60, trebygning.

Tilbygg 7 x 3 m, h. 2,60 m.

14. Garasje.

7,56 x 5,70, h. 2,80 m, trebygning.

B) Norsjøstrand, gnr. 24, bnr. 90, ca. 2 mål.

15. Bod for diamantboringsutstyr.

24 x 6 - h. 3 m., trebygning

C) Strandveien I, gnr. 24, bnr. 91, ca. 2 mål.

D) Strandveien II, gnr. 24, bnr. 92, ca. 2 mål.

Bortleid som boligtomt.

E) Søve Gruver, gnr. 24, bnr. 93, ca. 130 mål.

Av eiendommen er bortleid en tomt 0,75 mål, T.4.

16. Laboratoriebygning.

26 x 8,30, h. 2,70 m, trebygning.

Betongmur. Kjeller under hele huset, som inneholder 10 rom.

1.etasje, 8 rom, 3 stk. W.C.

17. Bod for laboratoriet, trebygning.

18. Flyttbar Moelven brakke.

19. Skur, trebygning.

20. Smie, trebygning.

21. Verkstedbygning.

12,50 x 7,20 m, h. 2,90 m, trebygning på betongmur, med sveiseverksted 6 x 5 m, h. 2,80 m, trebygning, og skur for lastemaskin og bulldozer med smøregrav, 11 x 5 m, h. 4 m.

22. Pumpehus. 8 x 5,9 m, 3 m høyt, oppført av betong.

23. Vaskeribygning.

Bygningen med tilbygg består av følgende:

- a) Vaskeriet. Byggets rektangulære hoveddel 48 x 24,5 x ca. 11 m høyt.
- b) Knuseriet, 21,0 x 5,0 m x ca. 11,0 m høyt.
- c) Utbygg over clamthickner. Her er innebygget spiserom, toalett, formannskontor og skifterom. 12,5 x 12,5 x ca. 7 m høyt.
- d) Pumpestasjon, 5 x 12 x 8 m, 3 etasjer med avdeling for forsøk og driftslaboratorium.
- e) Råmalmsiloer av betong, 2 stk.
- f) Utbygg for tørkeovn, 3 x 5 m, 2 etasjer, betong i første etasje. Teglstensmur i vegg i 2. etasje.
- g) Tippebro for magnetitt med 50 m tralleopor.

Gulvet i 1. etasje er i betong.

Vegger i 1. etasje er av jernbetong. De øvrige vegger av tre.

Hovedgulv som danner 2. og 3. etasje, er båret av jernbetong søyler og dragere med jernbetongdekke.

I øverste etasje er det et mellomiekk av tre båret av jernkonstruksjoner og tilfar av box.

Taket bæres av søyler av tre. Det har sperrer av jern og åser av tre.

h) Konsentratsiloer, firkantede, 2 stk. av tre, kledd innvendig med jernplater. Tunnel for rentransporter fra vaskeriet.

i) Heisetårn av jernbetong, 9 x 9 m, 38 m høyt, i 8 etasjer med heisesjakt, malmsilo, rennverron. Rom for elektrisk utstyr. Støpt trapp med gelender av jern helt til topp.

24. Bramstasjon, 5,50 x 4 m, h. 3 m, trebygning.  
En bod 3 x 2, h. 2,40 m.
25. Bulldozergarasje, 7,3 x 4 m, h. 2,8 m, trebygning.
26. Kompressorhus og elektrikerverksted med lager og smekkerverksted.  
Kompressorhus 10 x 6,30 - h. 4 m, trebygning, oppført på betongmur.  
Sammenhengende med elektrikerverksted og lager av tre, 28,30 x 8,30  
- h. 3 m.
27. Velferdsbygg, 16,75 x 6,5 m, h. 2,70 m, trebygning.  
Inneholder spisesal, kontor, garderobe, gang med trapper ned  
til kjelleretasjen. Kjellerarene er støpt i betong med betongdekke.  
Kjelleretasjen inneholder fyrrom, bad med dusj og servanter, W.C.,  
garderobe med 76 skap.
28. Driftskontor og lager, 9 x 4,2 - 2,7 m høyt, trebygning.
29. Trafestasjon i betong med tilbygg av tre.
30. Skur, trebygning.
31. Smelteverk, 30 x 13 m, h. 10 m, oppført av jernbetong. 13 cm tykke  
vegger, 13 søyler, 2 dragere med skinner for heisekran. Skråtak  
av jernbetong. Cyl. saltsilo i betong. Avtrekkspipe av tagsten  
70 x 70 cm, h. 10 m.

F) Gur. 24, bnr. 95, ca. 8 mål.

## II. Mannskapsfordeling pr. 20/2.64.

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| Gruvedriften                    | 28 menn       |
| Kompressorkjørere               | 2 "           |
| Oppredningsverket               | 18 "          |
| Mak. verksted                   | 6 "           |
| El. verksted                    | 3 "           |
| Laboratoriet                    | 4 "           |
| Div. dagarb., vakter, vask etc. | 11 "          |
| Smelteverket                    | 5 "           |
| Diamantborere                   | 4 "           |
|                                 | <hr/> 61 menn |
| Funksjonærer                    | 16 "          |
| I alt                           | <hr/> 97 menn |

X. Kostnader skakl. rentar og avskrivninger for urensset konsentrat beregnet pr. tonn råmalm.

|                       | 1960  | 1961  | 1962  | 1.halvår 1963 |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------|
|                       | kr.   | kr.   | kr.   | kr.           |
| Gruvedrift            | 13,09 | 17,71 | 12,32 | 12,78         |
| Oppredning            | 8,06  | 7,91  | 6,75  | 7,06          |
| Administrasjon        | 4,58  | 4,25  | 3,61  | 3,20          |
| Div. hjelpeavdelinger | 6,16  | 6,50  | 5,85  | 5,36          |
|                       | 31,89 | 36,37 | 28,53 | 28,40         |

XI. Råmalm, utvinning, salg, diamantboring og biprodukter.

|      | Kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> pr. tonn pågang: | Kg Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> i urensset kons. pr. tonn pågang: |
|------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1954 | 5,1                                                | 1,80                                                                |
| 1955 | 4,1                                                | 1,76                                                                |
| 1956 | 3,1                                                | 1,35                                                                |
| 1957 | 3,1                                                | 1,31                                                                |
| 1958 | 3,4                                                | 1,62                                                                |
| 1959 | 3,7                                                | 1,83                                                                |
| 1960 | 3,6                                                | 1,79                                                                |
| 1961 | 3,6                                                | 1,87                                                                |
| 1962 | 3,4                                                | 1,71                                                                |
| 1963 | 3,6                                                | 1,69                                                                |

Salg.

|                      | 1960  | 1961  | 1962  | 1963  |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Niobkonsentrat, tonn | 263,5 | 170,1 | 309,5 | 290,7 |
| Ferroniob, tonn      | 43,7  | 79,6  | 32,9  | 39,0  |

Diamantboring for fremmede ca. 3000 m pr. år.

Svovelkis ca. 600 tonn pr. år, med ca. 42% S.

Jernslig, produksjonen er ca. 1000 tonn pr. år med ca. 62 % Fe, 1,50% S og ca. 0.14 % P. Intet salg siste 2 år.

Jordbrukskalk (avgang fra oppredningsverket), salg ca. 4000 tonn pr. år.

Apatitt ca. 200 tonn F utvunnet fra forkonsentratet.

### Transporter.

Svovelkis har vi transportert i 300 t lakters ca. 150 km til Lysaker Kemiske Fabrikker ved Oslo.

Jernmalmen kan sendes med bil ca. 30 km til kai i Skien.

Niobproduktene sendes vanligvis ca. 160 km med bil til kai i Oslo.

## XII. Oppredningsforsøk.

Oppredningen i dag skjer ved gravimetrisk anriking på vaskebord og spiraler. Fra forkonsentratet fjernes svovelkis ved flotasjon og magnetitt ved magnetseparasjon. Kalk og apatitt fjernes ved salpetersyrebehandling hos frammede, men da samarbeidsavtalen er sagt opp fra 1/7.64, har vi vært nødt til å intensivere vårt forsøksprogram for å finne en ny og bedre oppredningsmetode basert på flotasjon. Vår nåværende prosess gir et utbytte på ca. 50%, og helt siden starten i 1952 har det vært arbeidet for å finne bedre oppredningsmetoder for niobalm. Det har vært drevet forsøk ved Oppredningslaboratoriet ved N.T.H. i Trondheim, ved vårt eget anlegg på Sjøve og ved laboratorier og institutter i utlandet. Fra 1952 og frem til 1963 kan vi gi følgende oversikt over utførte forsøk:

### 1) Gravimetrisk anriking:

- a) Anriking på vaskebord og spiraler. En metode som vi benytter i dag.
- b) Dorr Pen-American Jig. Vi har en jig som er prøvet i møllekretsen for å ta ut irikorn snarest mulig. Den vasket imidlertid lite selektivt og tilførte konsentratet svært meget silikater. Dessuten tilførte den pulpen svært meget vann. Den er ikke i bruk nå.
- c) The Holman Vibratory Classifier. The Holman Bros. Ltd., Cambo, England, har utviklet en klassifiserer som samtidig skal egne seg som grovvasker som gir fattig avgang og derved kan redusere pågangen på våre vanlige bord. De har kjørt forsøk for oss, men resultatene var negative.
- d) Air table og air jig. Disse maskiner er egentlig avarter av vanlige vaskebord og setmaskiner for bruk i vannfettige strøk. De kan imidlertid gjøre ganske godt arbeid, hvorfor vi hos Knapp & Bates Ltd., London, har kjørt et grovt forsøk med en air jig. Den arbeider bra, men ikke bedre enn våre nåværende vaskebord. En slik metode forutsetter bærsmaling av malmen og kan kun komme på tale hvis man går over til en slik malemetode.

## 2) Flotasjon

Direkte flotasjon av niobmineralene er den metode som lover mest hvis man kan få den til. Derfor er det lagt ned meget arbeide på dette felt både hos oss og ellers i verden, men uten direkte positivt resultat hittil.

Ved Oppredningslaboratoriet ble det i 1952 utført flotasjonsforsøk etter denne linje, men de førte ikke frem.

Denne i London ved dr. Wrobel har også arbeidet for oss med dette uten resultat. Dr. Wrobel mener å ha funnet frem til en reagens, men det er meget dyrt og fremstilles ennå ikke industrielt. Såvidt vi kan forstå, er denne mulighet svært tvilsom.

## 3) Elektrostatisk separasjon.

Elektrostatisk separasjon er prøvet både ved Oppredningslaboratoriet, N.T.H., hos Carpco, U.S.A., og hos Kjøde i Bergen. Oppredningslaboratoriet fant at metoden ikke var brukbar da den mørkere og lysere korppit har motsatt elektrostatiske egenskaper. Carpco klarte heller ikke å oppnå noe godt resultat med råmalmen.

## 4) Invers flotasjon.

En annen mulig metode er å flotere vekk kalk og apatit, silikater, kis m.v. og på denne måte få enriktet niobmineralene.

Kalk og apatitflotasjon av råmalmen.

Denver Equipment Co., ved dr. Wrobel, valgte i 1952 først å arbeide etter denne linje. De kom imidlertid ikke frem til brukbare resultater.

På Seve har vi også arbeidet meget med problemet etter flere retningslinjer.

- a. Først kalkflotasjon, så apatitflotasjon.
- b. Bulkflotasjon av kalk og apatit.
- c. Selektivt skille av kalk og apatit i bulkene.
- d. Flotasjon av niob fra "avgangen" fra kalk-apatit-flotasjon.

Selektivt skille kalk-apatit lyktes ikke for oss, hverken i direkte flotasjon eller fra bulk-konsentratet. Vi vet at man enkelte steder lykkes og har prøvet samme metode, men med dårlig resultat.

Billiton floterer apatiten ut i Panda Hill. De har prøvet med vår malm, men det gikk ikke.

Oppredningslaboratoriet ved N.T.H. har arbeidet med problemet i 1958 og 1959. De har fulgt en ny linje, og professor Mortenson har tatt et godt skritt mot løsningen. Men vi klarer ikke å få rikere konsentrat enn 50 - 60 % apatit, og det er for fattig for markedet.

Bulkflotasjon av kalk og apatit har til hensikt å fjerne mest mulig av disse mineraler med minst mulig tap av niobmineraler. Laboratorieforsøk på Søve i 1954 - 55 lovte muligheter. Forsøkene ble fortsatt i pilotmålestokk. Resultatene ble ikke så gode her som ved laboratorieforsøkene. Men den ordinære drift var i denne tid vanskelig og variabel, og dette hindret pilotforsøket så meget at det måtte stoppes.

Kennecott Copper Corp. har utviklet en flotasjonsmetode for niobmineraler som bygger på prinsippet med bulkflotasjon av kalk og apatit. De opplyser å ha fått meget bedre resultater av kalk-apatitflotasjonen ved anvendelse av varm pulp, noe som krever tilgang på billig damp.

I tidsrommet 1960 - 1962 har St. Lawrence Columbian & Metals Corp. drevet forsøk med flotasjon av niobmalm, og det har lyktes dem å finne frem til en prosess som gir ca. 70% utbytte. Etter de opplysninger vi har om malms sammensetning ved St. Lawrence, skulle vår malm være av lignende type, og det burde derfor være store sjanser for at vi også kunne forbedre utbyttet ved en hensiktsmessig flotasjonsprosess.

Som nevnt i første avsnitt under pkt. 12, har vi nåttet intensivere vår forskersvirksomhet, og sommeren og høsten 1963 er det foretatt flotasjonsforsøk på Søve og i Trondheim ved ingeniør Ljøkjell, i England ved professor Fleming og dr. Robinson (Warren Spring Laboratory) og i U.S.A. hos The Calighar Co. Det er både foretatt totalflotasjon av råmalm og en kombinasjon av bordsvasking og videre flotasjon av konsentratet.

Ved kombinert bordsvasking og flotasjon er det ikke oppnådd tilstrekkelig utbytte. Totalflotasjon av råmalm har gitt bedre resultat. På denne vei er ingeniør Ljøkjell kommet lengst.

Proessen bygger på flotasjon i flere trinn. (Se forenklet stamtre i bilag 8.) Med amerikanske reagenser viser forsøkene i batch-skala følgende resultater:

Kons. 47,2 %  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , 6,5 %  $\text{SiO}_2$  og ca. 76 % utvinning.

En regner med at silikatflotasjon vil senke  $\text{SiO}_2$ -innholdet til ca. 2,5 % mot at utbyttet går ned til ca. 70 %.

Som nevnt er forsøkene kjørt som batch-forsøk. Det fremstilles da flere mellomprodukter som tilbakesføres kretsen. For beregning av utbytte er disse forutsatt å floters som vanlig pågang. Dette kan imidlertid ikke bekreftes uten forsøk i pilot-skala.

Resultater av slamflotasjon + rougherflotasjon er svært avgjørende for utbyttet. Her viser de utenlandske laboratorier like gode resultater som ingeniør Ljøskjell med samme reagensutgifter:

|                | Kons. % $\text{Nb}_2\text{O}_5$ : | % utvinning: |
|----------------|-----------------------------------|--------------|
| Ing. Ljøskjell | 1,69                              | 86,3         |
| " "            | 6,48                              | 85,0         |
| Warren Spring  | 4,25                              | 82,9         |
| Galigher       | 2,10                              | 88,7         |

Under batch-forsøkene er det prøvet både amerikanske og svenske reagenser, men disse reagenser må prøves i pilot-skala for å se hvilke sluttprodukter vi får samt reagensforbruket.

Prøvene fra forsøkene i England er analysert, og de viser at konsentratet ikke behøver sintres. Vi har nå sintringsutgifter på kr. 1,30 pr. kg  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , svarande til kr. 3,25 pr. tonn råmaln. En må imidlertid være oppmerksom på at de prøver en her å bygge på, er meget små, så noen sikkerhet for denne beregning har en ikke. Imidlertid er det all grunn til å mene at den finere maling vil bevirke at konsentratet blir vesentlig renere for svovel og fosfor.

I tiden 1/1 - 1/4 1964 bygger vi et pilotanlegg hvor det er meningen å gjennomføre flotasjonsforsøk ved kontinuerlig kjøring av råmaln fram til fullt ferdig niobkonsentrat. Resultatene av disse forsøk skulle kunne si oss hvilket utbytte vi kan regne med ved et fremtidig oppredningsverk basert på totalflotasjon av råmaln. (Forsøkene er i gang pr. 1/3.64.)

### XIII. Fremtidsvurderinger.

En fremtidig produksjon bør baseres på en størrelsesorden på 150-200.000 tonn råmalm pr. år. Vi har pr. 1/1.64 ca. 975.000 tonn brytbar malm, som er tilstrekkelig for 6 års drift med ca. 150.000 tonn råmalm pr. år.

Diamantboringer har flere steder vist indikasjoner på malm. For en rasjonell planlegging må forekomstene undersøkes nærmere, og det er store muligheter for å finne nye malaganger både i Tuftefeltet og andre steder i Søvefeltet.

En fortsatt drift vil kreve betydelige investeringer både til malmundersøkelser, utvidet oppfæringsarbeid i gravene og til ombygging av oppredningsverket til en ny flotasjonsprosess.

Vi må regne med følgende investeringer:

|                                                |     |                      |
|------------------------------------------------|-----|----------------------|
| Diamantboring Tufte og Cappelen                | kr. | 300.000              |
| Transportert fra 135 m nivå mot Tufte          | "   | 700.000              |
| " " " " " " Østfeltet                          | "   | 50.000               |
| Sjaktsenkning med nye stasjoner                | "   | 800.000              |
| Tilredning av malm i Cappelen IV b og Tufte    | "   | 50.000               |
| Ny kompressor                                  | "   | 100.000              |
| Kruseri u.dagan etc. og fjernstyring av heisen | "   | 500.000              |
| Ombygging av oppredningsverket                 | "   | 1.700.000            |
| Tap under ombygging                            | "   | 800.000              |
| Sum                                            |     | <u>kr. 5.000.000</u> |

Basert på 150.000 tonn råmalm med 0,36% nioboksyd regner en ved totalflotasjon å få 350 tonn nioboksyd i konsentrat (70% ekstraksjon =  $2\frac{1}{2}$  kg nioboksyd pr. råtonn). Kostnadene kan da regnes slik:

|                                                                | 1000 kr.pr.år: | Kr.pr.råtonn: |
|----------------------------------------------------------------|----------------|---------------|
| 1. Administrasjon, lager, laboratorium, div.hjelpeavd. etc.    | 815            | 5,80          |
| 2. Gruvedrift                                                  | 1610           | 11,50         |
| 3. Oppredning                                                  | 1640           | 11,70         |
| 4. Renter driftskreditt og renter og avskrivning av ny kapital | 770            | 5,50          |
| 5. Fornysler                                                   | 140            | 1,00          |
| Totale omkostninger (ekskl. gammel gjeld)                      | 4975           | 35,50         |

Detta svarer til kr. 14,20 pr. kilo nioboksyd i flotasjonskonsentratet.

Det knytter seg visse usikkerhetsmomenter til oppredningsutbyttet og til utgiftene til kjemikalier til oppredningen. Disse punkter kan bli nærmere avklart ved forsøkene i pilotmålestokk i løpet av vinteren.

Prognose basert på flotasjon Søve-råmaln 0,36 % nioboksyd,  
70 % ekstraksjon = 2,50 kg nioboksyd/råtonn.

140.000 t råmaln/350 t Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

1000 kr.

Ny investering:

|                                                     |              |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| 1. Geologi-oppfaring, komplettert presslufteranlegg | 2.500        |
| 2. Oppredning                                       | 1.700        |
| 3. Tap under ombygging, innkjøringsomkostninger     | 800          |
| 4.                                                  | <u>5.000</u> |

Produksjonsomkostninger:

1000 kr./år:

kr./råtonn:

|                                                                     |              |                           |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------|
| 5. Administrasjon                                                   |              |                           |
| 6. Løger                                                            |              |                           |
| 7. Laboratorium                                                     |              |                           |
| 8. Brakker, messer, boliger                                         |              |                           |
| 9. Div. hjelpeavd., veier og tøtter                                 |              |                           |
| 10. Sum: 5 - 9                                                      | 760          | 5,43                      |
| 11. Grubedrift                                                      | 1.610        | 11,50                     |
| 12. Oppredning                                                      | 1.500        |                           |
| 13. Syrerenssk                                                      | 140          |                           |
| 14. Sum oppredn.: 12-13                                             | 1.640        | 11,71                     |
| 15. Salgsomkostninger etc.                                          | 55           |                           |
| 16. Renter                                                          | 120          |                           |
| 17. Sum: 15-16                                                      | 175          | 1,25                      |
| 18. Sum totalt: 10, 11, 14, 17                                      | 4.185        | 29,89                     |
| 19. Fra linje 4: Ny kapitaltjeneste,<br>renter og amort. 13%        | 650          | 4,64                      |
| 20. Fornyelse prod.apparat                                          | 140          | 1,00                      |
| 21. Totale prod.omk. ekskl. gl.gjeld                                | 4.975        | 35,53                     |
| 22. Regnskapet balanserer ved pris<br>pr. kg nioboksyd i flot.kons. | kr.14,21 gir | 35,53 kr.<br>råmalnverdi. |

Biinntekter som reduserer selvkost, er ikke tatt med her.

Driftskostnadene bygger på de opplysninger vi har fra tidligere driftsregnskap, bortsett fra omkostninger ved flotasjon, hvor vi må basere oss på de opplysninger vi har fra de foreløpige forsøk som ennå ikke er kontrollert i pilot-skala.

Ulefoss, 3. mars 1964

*Tormod Johnsen*  
Tormod Johnsen

Vedlegg.



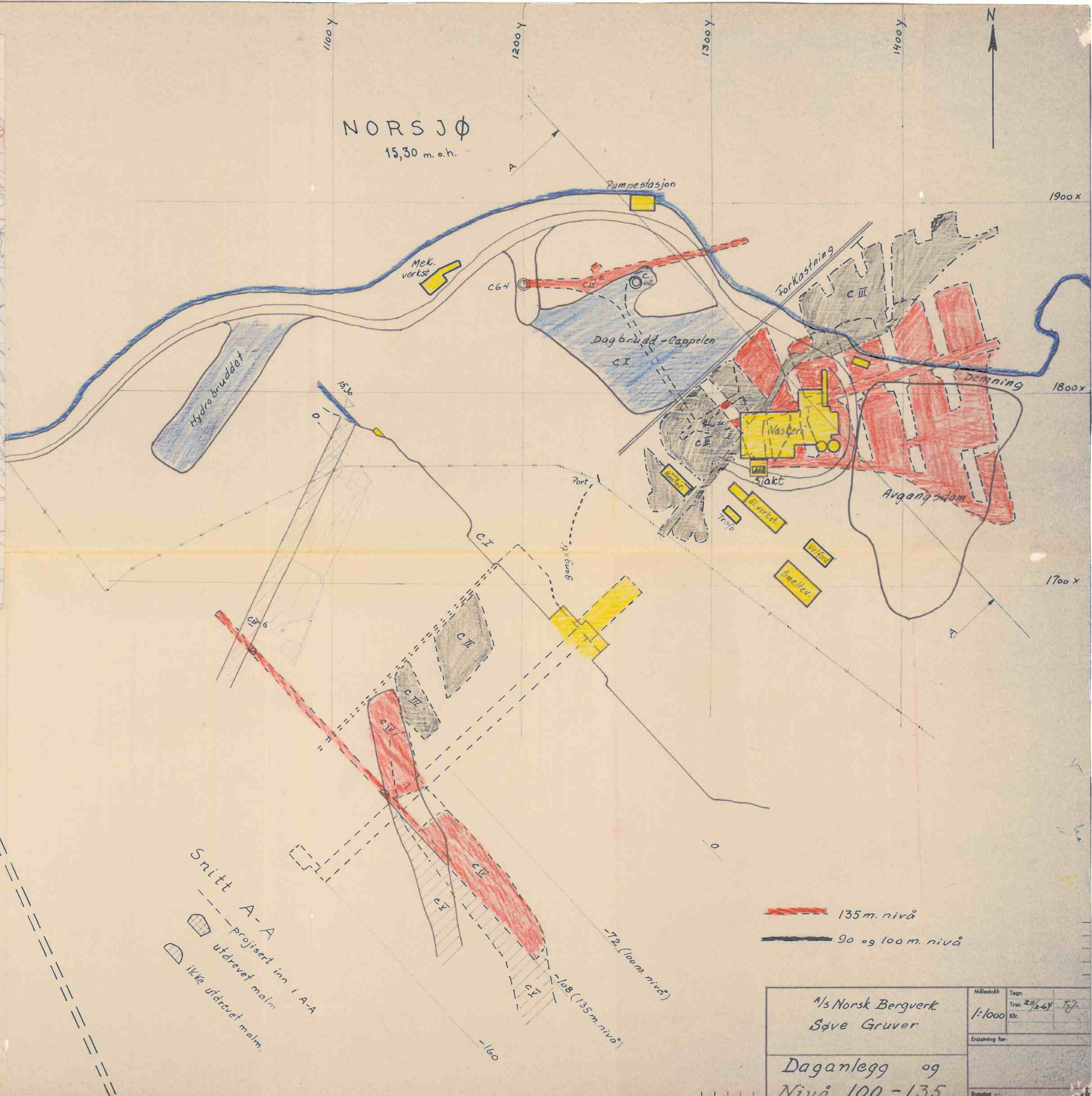
Fig. 2. Geological map of the Fen area.  
Scale: 1:10 000. Contour interval 50 m.

1. Archaean bedrock, mostly gneiss and gneissous granite.
2. Granitic breccia.
3. Fenitized gneiss and breccia.
4. Massive fenite, at some places also comprising nepheline syenite (juvite).
5. Vipetoite.
6. Melteigite, ijolite, and urtite.
7. Different basic silicate rocks, to a large extent altered to biotite-calcite and chlorite-calcite rocks.
8. Pyroxene-savite and savitic melteigite.
9. Savite in dykes, at some places together with rauhaugite type 1.
10. Extended complexes of savite together with rauhaugite type 1 and biotite-calcite rocks.
11. Damjernite in dykes.
12. Damjernite and damjernite breccia in extended bodies.
13. Rauhaugite type 2.
14. Redberg (carbonate-laminate rock).
15. Concentration of iron ore, in the rauhaugite magnetite, in the redberg mostly hematite.
16. Faults. Cross-marks on downthrow side, on both sides if the direction of dislocation is not known. Observed faults fully drawn, interpolated ones stippled.

Sharp rock boundaries are marked with fully drawn lines, diffuse boundaries with dotted lines. The parts of the area which are covered by loose deposits, are left white. Here the rock boundaries, inferred from the geomagnetic map, are marked with stippled lines. The rocks are marked with figures which correspond to their number in the legend.



Bilay 2



Bilag 3

Gjærding over den Anvendelse af de for malmundersøkelser  
ved Skov E. nr. 111-100-  
nr. 3/1 1964

|      | Højde<br>m | Bredde<br>m | Samlet   |                 | Tilføje  |                   | Diversus | Sum         |
|------|------------|-------------|----------|-----------------|----------|-------------------|----------|-------------|
|      |            |             | m. guld  | Samlet<br>Guld. | Tilføje  | Diversus<br>Guld. |          |             |
| 1950 | 100        | 100         | 111,70   |                 | 108,40   |                   | 559,30   | 1.740,52 m  |
| 1951 | 100        | 100         | 107,00   |                 | 100,00   |                   |          | 4.021,09 "  |
| 1952 | 100        | 100         |          |                 | 100,00   |                   |          | 564,53 "    |
| 1953 | 100        | 100         | 2.700,00 |                 | 1.700,00 | 1.000,00          |          | 4.507,44 "  |
| 1954 | 100        | 100         | 1.000,00 |                 | 100,00   | 1.000,00          |          | 6.043,05 "  |
| 1955 | 100        | 100         |          | 100,00          | 700,00   | 1.500,29          | 188,90   | 2.421,42 "  |
| 1956 | 100        | 100         |          |                 |          |                   |          | 27,80 "     |
| 1957 | 100        | 100         | 100,00   |                 |          |                   |          | 2.199,33 "  |
| 1958 | 100        | 100         |          |                 | 100,00   |                   |          | 3.237,47 "  |
| 1959 | 100        | 100         | 100,00   |                 | 100,00   | 100,00            |          | 2.703,00 "  |
| 1960 | 100        | 100         |          |                 |          | 100,00            |          | 1.650,55 "  |
| 1961 | 100        | 100         | 100,00   | 100,00          | 100,00   | 100,00            |          | 1.136,05 "  |
| 1962 | 100        | 100         | 700,00   | 100,00          |          | 100,00            |          | 1.287,20 "  |
|      |            |             |          |                 |          |                   | 700,00   | 30.539,95 m |

B. 1234

27

0

Areal:  $6,1 \times 2,1 \text{ m} = 12,8 \text{ m}^2$ .

Øverste del er utstøpt.

Heisemaskin: Koesespill

Trommel: 2100 mm  $\varnothing$  m/4 spor.Heiseliner: 2 høyre + 2 venstre 1"  $\varnothing$ 

langslåtte, 2,5 kg/m

1 underline 10 kg/m.

Skip: Bunttemning

6500 kg, nyttelast 5 t.

Kurv: 9000 kg inkl. ballast.

2 etasjer (2 x 12 personer)

Motor: Vekselstrøm - asynkron

180 kW/220 V, 50 per.

730 r.p.m.

÷ 108

135 m nivå, transportnivå

÷ 133

160 m nivå - lastestasjon

÷ 160

nytt transportnivå

Transportasjon

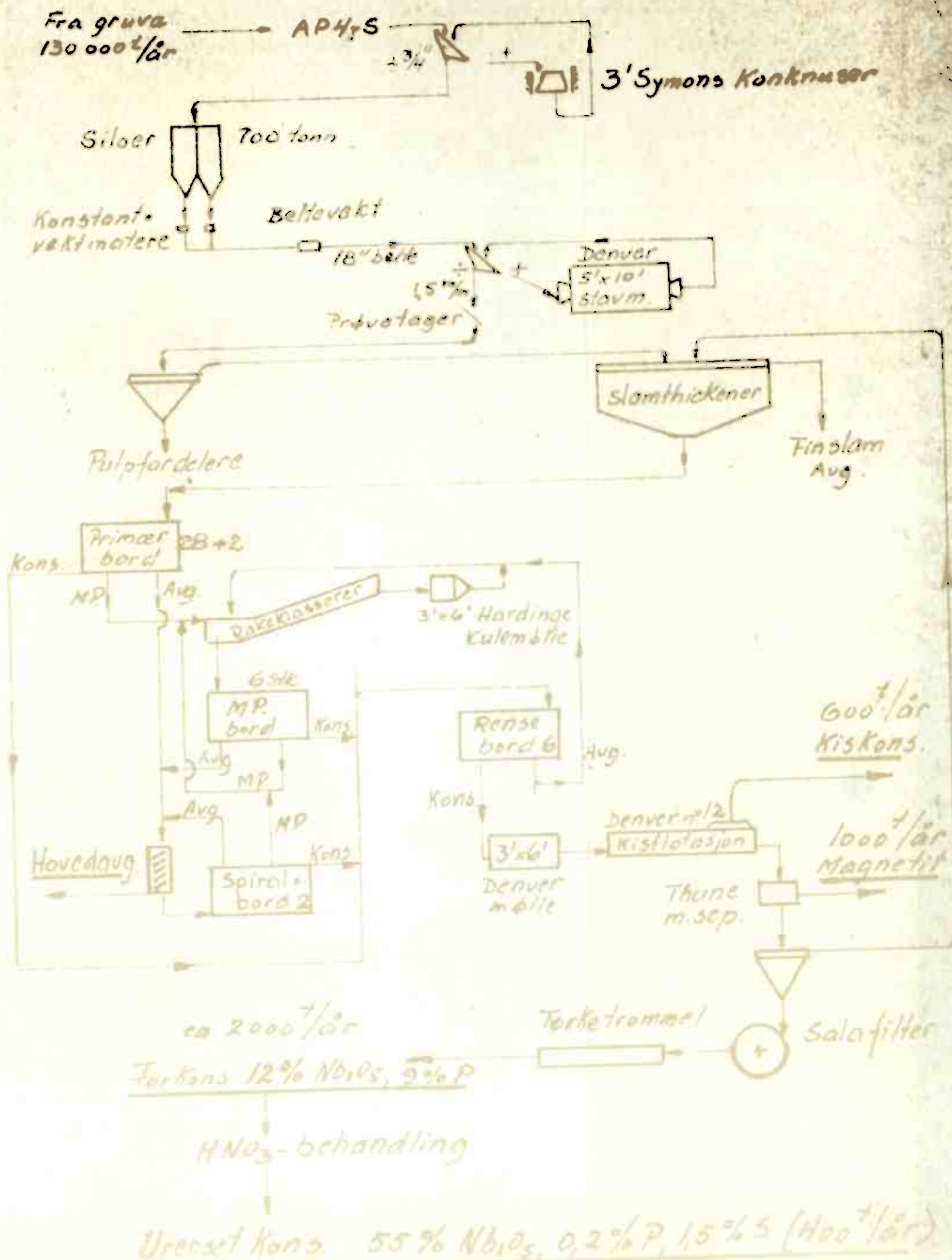
÷ 220

ny transport

B. 12. 5

# Oppredningsverket Flowsheet.

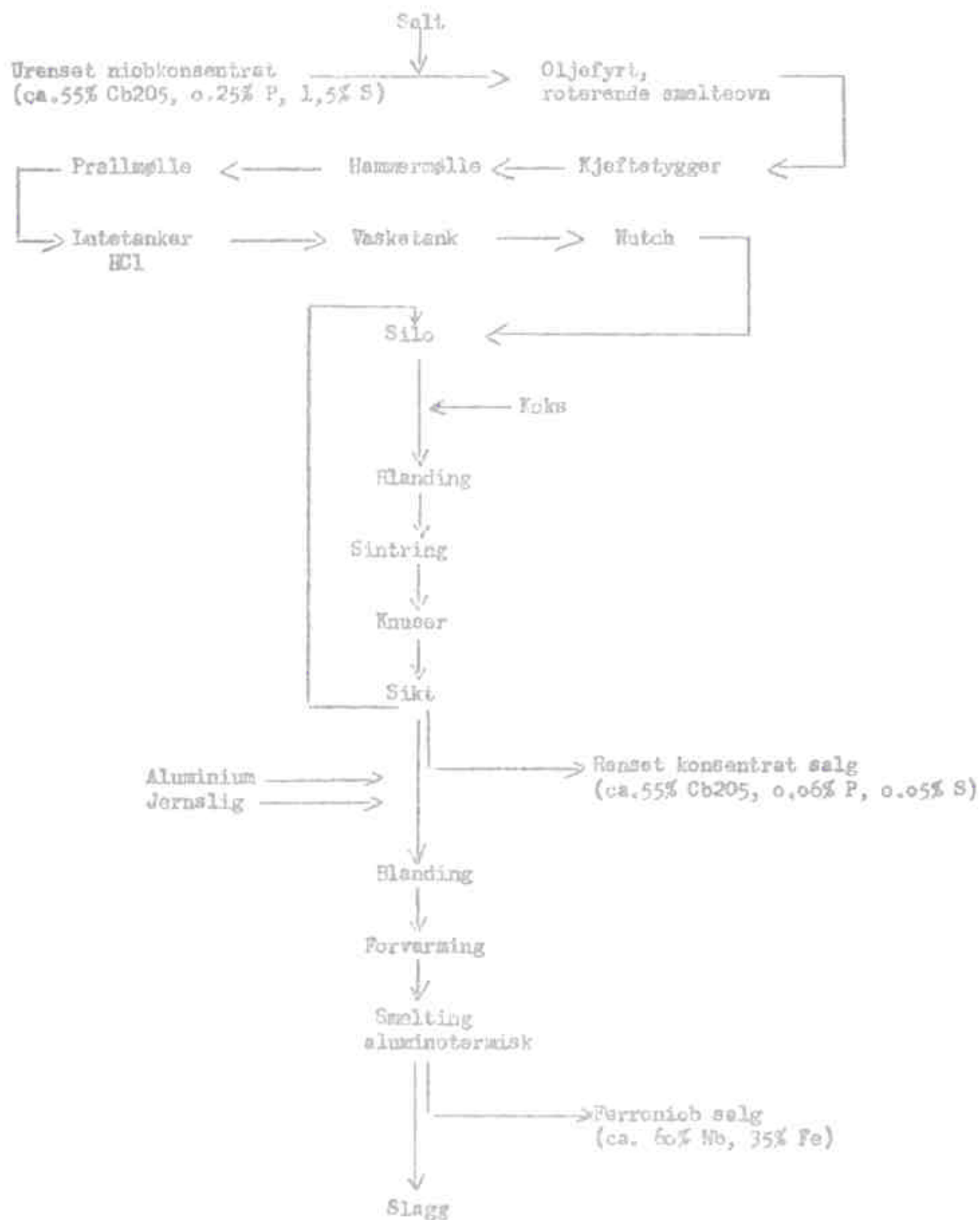
Bilag



B. 1. 2. 3. 6

## Smelteverket

NO 10 1000 10 10 10 10 10 10 10 10

Flowsheet

Bib. 7

KART  
over  
SØVITT - FELTET  
ULEFOSS  
M. = 1:5000

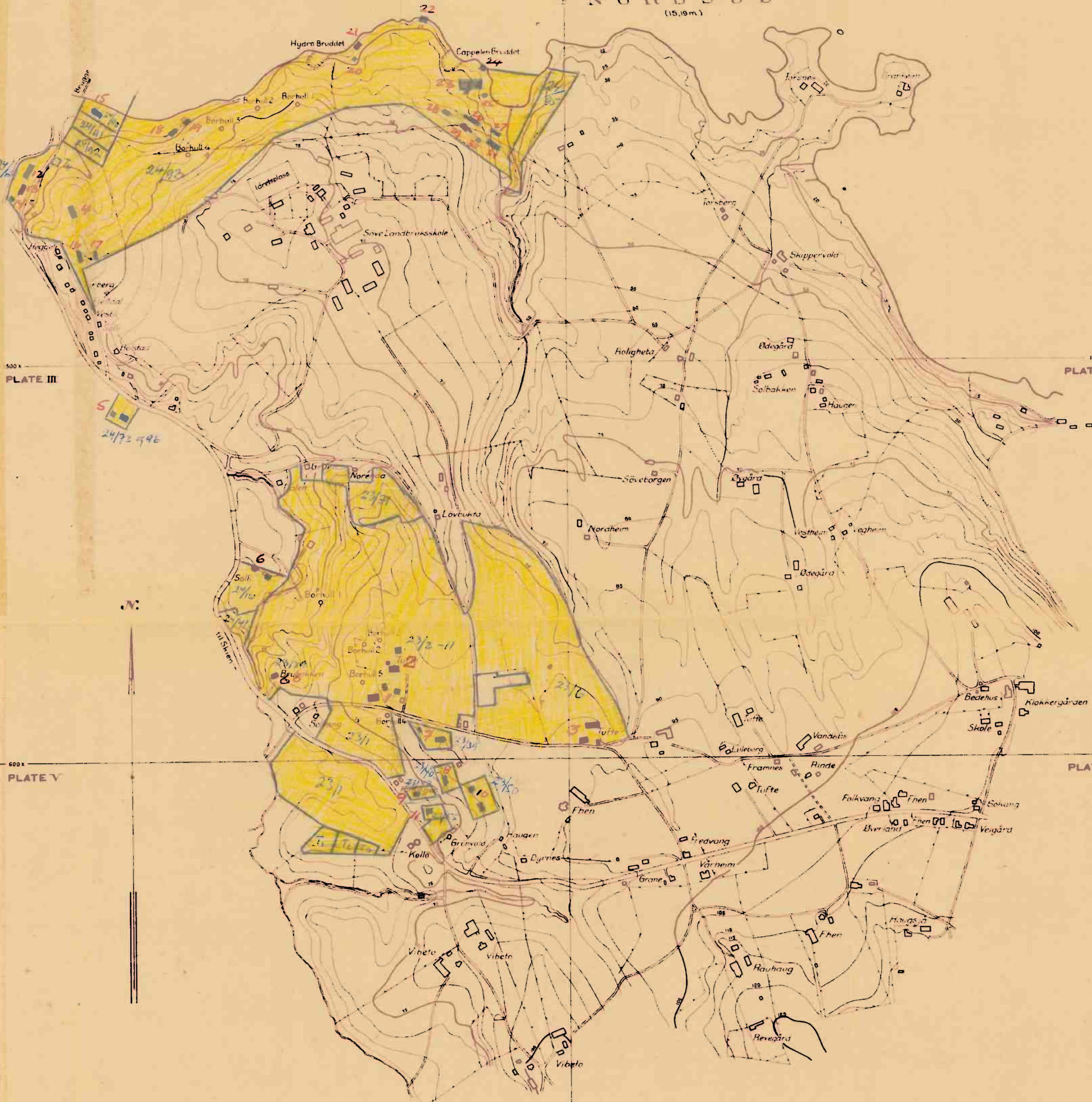
Ekv. 5m.

Røde tall se pkt. VIII s. 13-16

PLATE I

PLATE II

NORDSJØ  
(15,19 m)



Biology 3

Fremtidig skematise for total flotasjon.

