

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

Sisältö—Innehåll

Outokumpu Oy:n Kemin kaivos ja Tornion tehtaat

Kalervo Räisänen:

— Outokumpu Oy:n kromituotanto

J. Kujanpää:

— Malmiesiintymän geologia

P. Kerola:

— Avolouhos

L. Heikkilä:

— Rikastamo

Heikki Tuovinen:

— Ferrokromin tuotanto

Pentti Hokkanen:

— Sintraamo

Seppo Blomqvist:

— Sulatto

A. Jernström, P. Kostamo, T. Hätönen:

Koverharin LD- ja tankovalulaitos

Hans Josephsson:

New method for the production of liquid sulphur dioxide

Paavo Maijala:

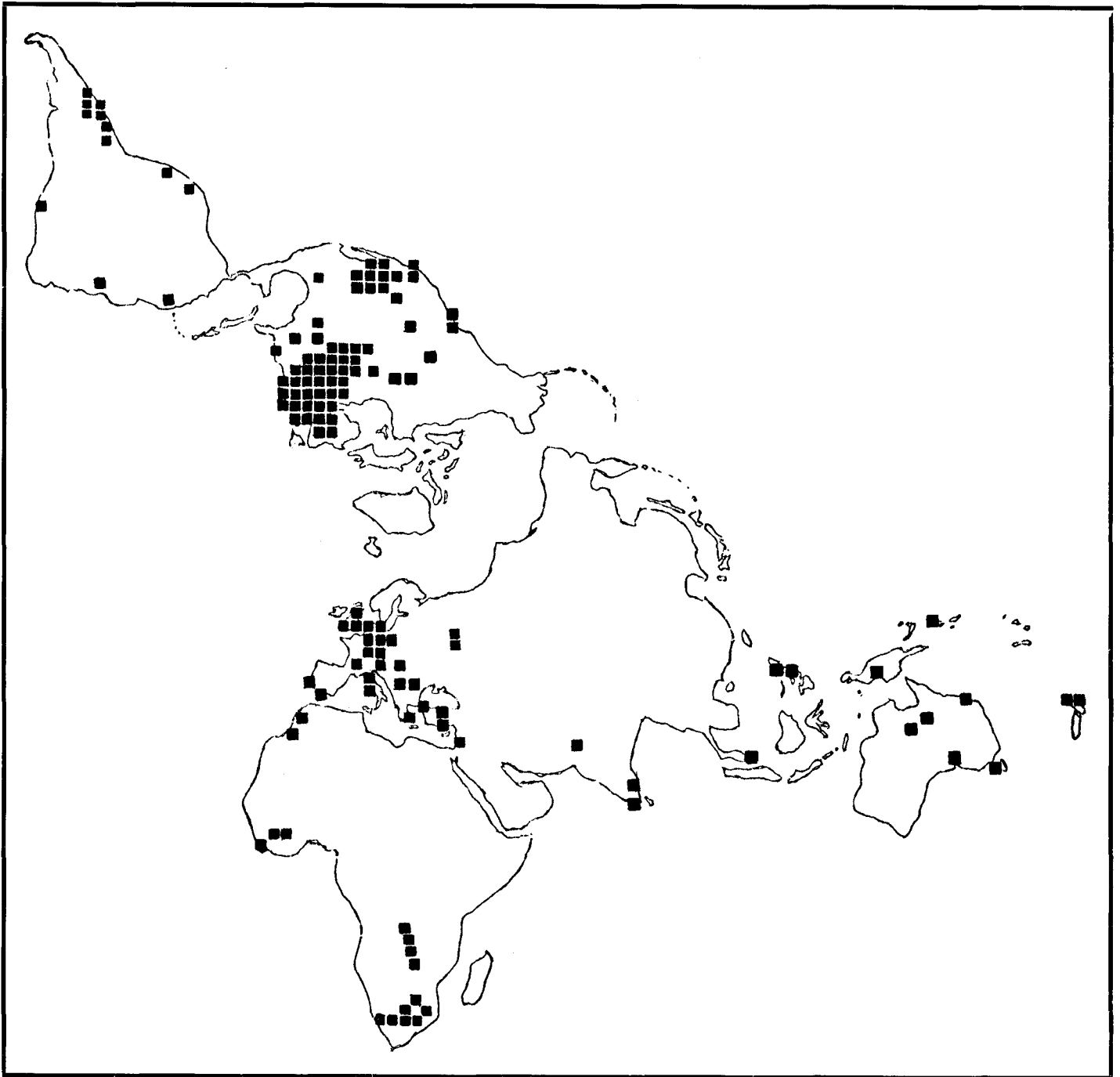
Kansainvälinen kalliomekaniikkasymposiumi

Nancy'ssa

Kalliomekaniikan päivät 1971

Kalliomekaniikkatoimikunnan säännöt

Uutisia



Yksi musta neliö on yksi asiakas.

Hyvä niinkin, mutta se ei kerro kaikkea.

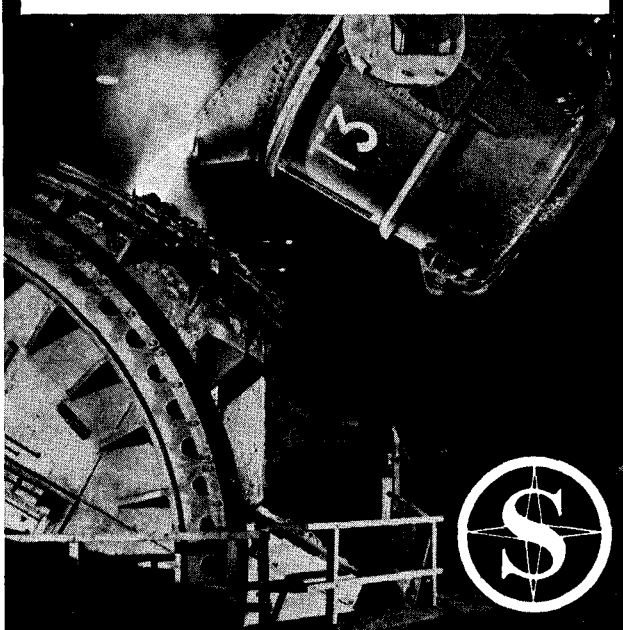
Kertomatta jää muun muassa kuinka monta asiakasta meillä on pohjoismaissa. Pienen mittakaavan takia ne piti nimittäin kokonaan jättää pois. Niitä on kuitenkin viitisenkymmentä.

Myöskään se ei kerro että moni neliö edustaa useampaa myytyä laitetta. Näistä ne-

liöistä me olemme erikoisen iloisia, koska ne todistavat että asiakas on ollut tyytyväinen ja halukas kääntymään uudelleen meidän puoleemme.

Kehitystoimintamme ja korkealuokkaisen työemme ansiosta olemme saaneet tunnustusta vaativalta kaivosinsinööriseurakunnalta sekä pystyneet luomaan laajaa kansainvälistä asiakaspiiriä, joka jatkuvasti kasvaa.

STEETLEY

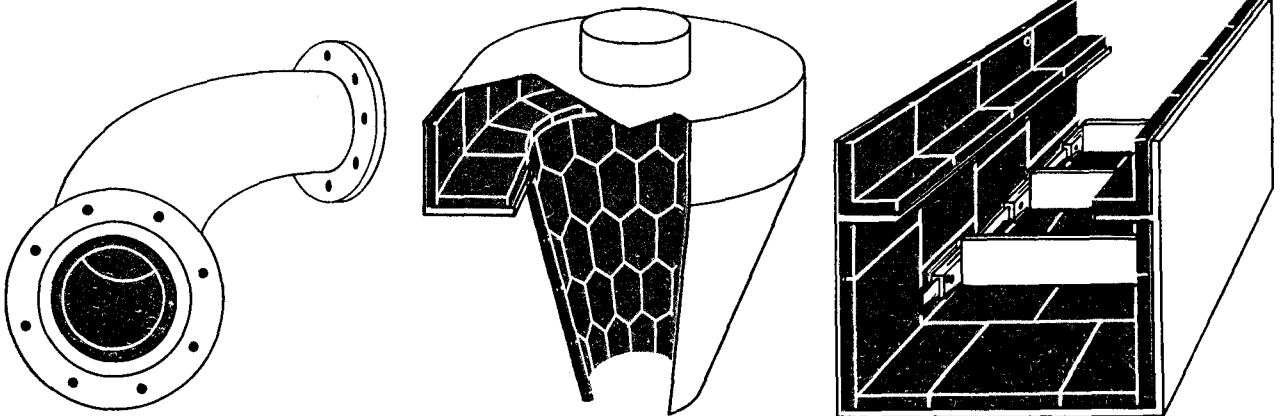


huippuluokan tulenkestäviä aineita

Euroopan suurimpana magnesiitti- ja dolomiitti-tuotteiden valmistajana Steetley on jatkuvasti seurannut teräsprosessien nopeata kehitystä voidakseen täyttää kaikki korkealuokkaisille tulenkestäville aineille asetettavat vaatimukset. Uusista ajanmukaisista tuotantolaitoksistaan Steetley voi nyt toimittaa kaikki viimeisimmät tulenkestävien aineiden tyypit Kaldo-, LD- ja valokaariuuniprosesseihin.

Nämä uudet Steetleyn tuotteet vastaavat kaikkia nykyisten teräsprosessien vaihtelevia vaatimuksia erilaisissa käyttöolosuhteissa. Käyttäkää Tekin Steetleyn laajaa kokemusta hyväksenne! Steetleyn asiantuntijoilta saatte oikeat vastaukset – ja nopeasti. Steetleyn palveluun liittyy myös täydellinen vuorauksen sekä neuvonta-, tuotanto- ja varastointikysymyksissä.

Ottakaa yhteys,
annamme mielellämme lisätietoja.



sulabasaltti suojaa kulumiselta

Hankaaminen ja kuluminen aiheuttavat kalliita vahinkoja ja seisonta-aikoja. Vahingot voidaan välttää käyttämällä Kalenbornin sulabasalttia. Tätä kulutusta erinomaisesti kestävä aine on tuotettu Kalenbornissa jo 30 vuoden ajan. Kaikkialla maailmassa on Kalenbornin sulabasaltilla vuorattuja, pitkäksi aikaa kulumiselta suojattuja laitoksia.

Kääntykää puoleemme halutessanne yksityiskohtaisia tietoja Kalenbornin ohjelman tarjoamista eduista. Kalenbornissa valmistetaan sulabasaltin lisäksi "Kalen"-, "Kalceram"-, "Kalsica"- ja "Kalelast"- tuotteita, joiden joukosta varmaankin löydätte oikean ratkaisun laitoksienne kulumisongelmiin.



OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

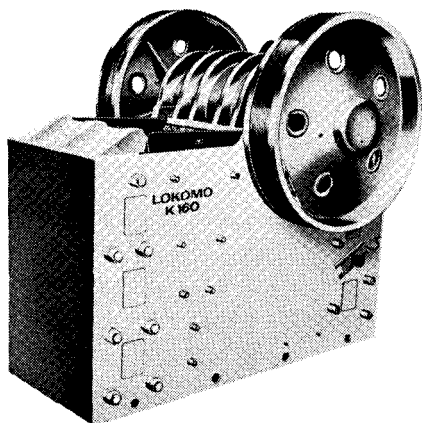
00380 HELSINKI 38
KARVAAMOKUJA 6
PUHELIN 55 44 88
20100 TURKU 10
L. RANTAKATU 21
PUHELIN 24 779
90120 OULU 12
ILMARINKATU 1
PUHELIN 24 312



Vaikka kallioperustamme onkin maailman lujimpia, sen murskaaminen olisi leikintekoa Lokomo-kalustolle. Tästä sen pelastaa vain sen kauneus.

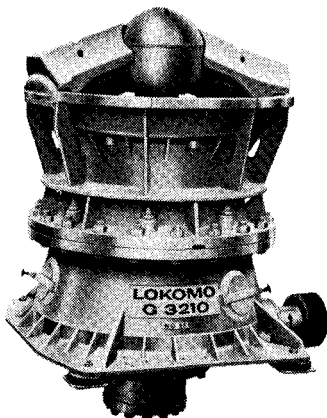
KIERTOMURSKAIN LOKOMO K 160

Kita-aukko 1600 x 1300 mm
Kiinteän leuan pituus 2950 mm
Alapään min. asetusalue 250—400 mm
Kapasiteetti e.o. asetuksilla 250—400 m³/h
Paino 107 tonnia



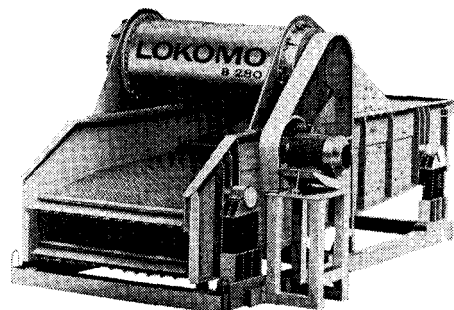
KARAMURSKAIN LOKOMO G 3210

Sisäkartion suurin läpimitta 1000 mm
Syöttöaukko 320 mm
Iskuliike 16—25 mm
Asetusalue 35—70 mm
Kapasiteetti 70—160 m³/h
Paino 16 tonnia



HORISONTTAALISEULA LOKOMO B 280

Tasoluku 2 (vaihtoehtoisesti 3)
Tason pinta-ala 8 m²/taso
Moottori 22 kW/1445 rpm

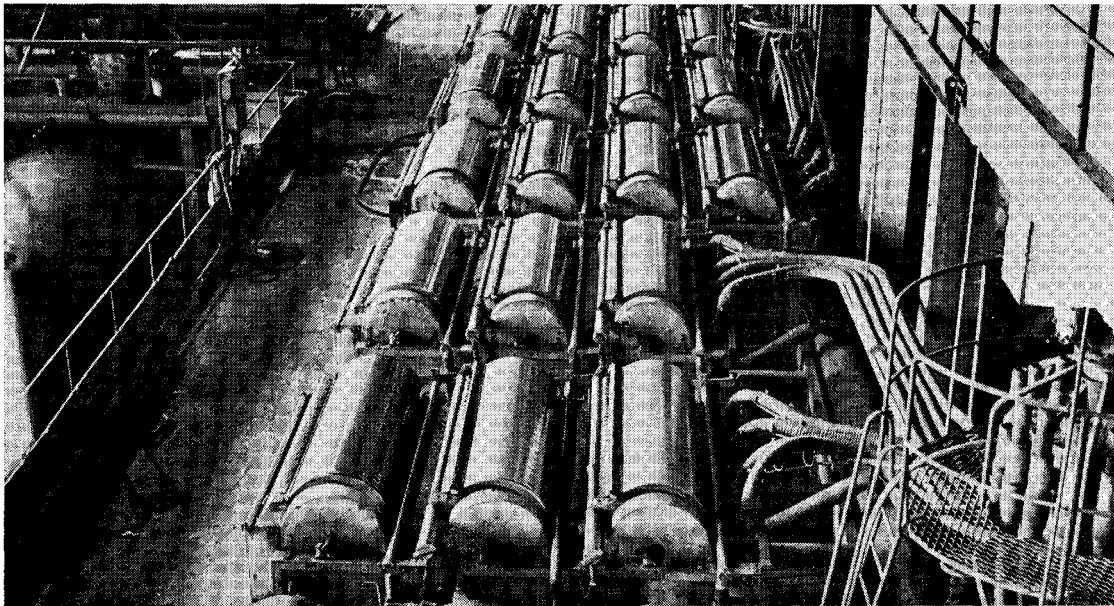


Maailman lujin kivilaji — jääkauden paljastama graniitti ja pohjoisen arktiset olosuhteet — vuoden keskilämpötila 70. leveysasteella nollan alapuolella asettavat murskainkalustolle erittäin suuret vaatimukset. Koneiden on säilytettävä toimintakykynsä vielä yli 40°C pakkasessa. Ja murskattava samalla maailman lujinta kiveä. Siksi käytettävät rakenteet ja materiaalit on tutkittava ja testattava perinpohjaisesti. Kuten Lokomolla. Lokomon murskauskoneita käytetään mm. LKAB:n ja Boliden AB:n kaivoksissa Ruotsissa ja Outokummun kaivoksissa Suomessa. Maailman lujinta kiveä murskaamassa.

Viidenkymmenen vuoden kokemus murskainten valmistajana ja tuhannet toimitetut yksiköt ovat nostaneet Lokomo-murskainkaluston maailman huippuluokkaan. Oman terästehtaan ansiosta ei laadusta missään vaiheessa ole tarvinnut tinkiä. (Alihankkijana olemme toimittaneet mm. kilpailijoillemme murskainten akseleita!) Yksittäisten murskain-, seula- ja syötinyksikköjen lisäksi valmistamme myös pitkälle automatisoituja murskain- ja seulonta-asemia. Teemme myös suunnitelmia asiakkaittemme kokonaisprojekteista ja olemme aina valmiit auttamaan murskausalun ongelmassa.

LOKOMO

Rauma-Repola Oy Lokomon Tehtaat
Tampere puh. 931 — 33 100



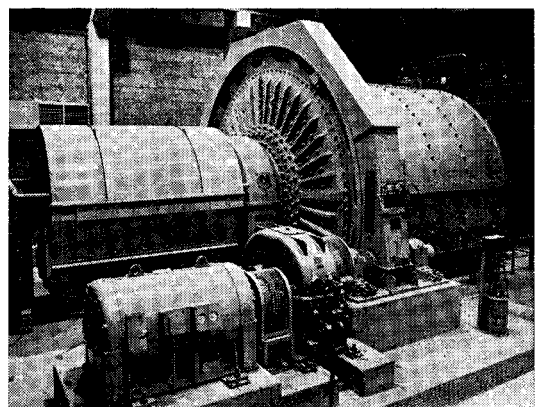
THUNE-EUREKA

toimittaa vuoriteollisuudelle laajan valikoiman koneita ja laitteita, kuten:

- **MAGNEETTIEROTTIMIA**
monine käyttömahdollisuuksineen
- **MYLLYJÄ**
- **SUOTIMIA**
- **NÄYTTEENOTTOLAITOKSIA**

OY GRÖNBLOM AB

Helsinki – Turku – Tampere – Oulu



Profiloitu kierresaumaputki PKG tuo hyvää ilmaa edullisesti.

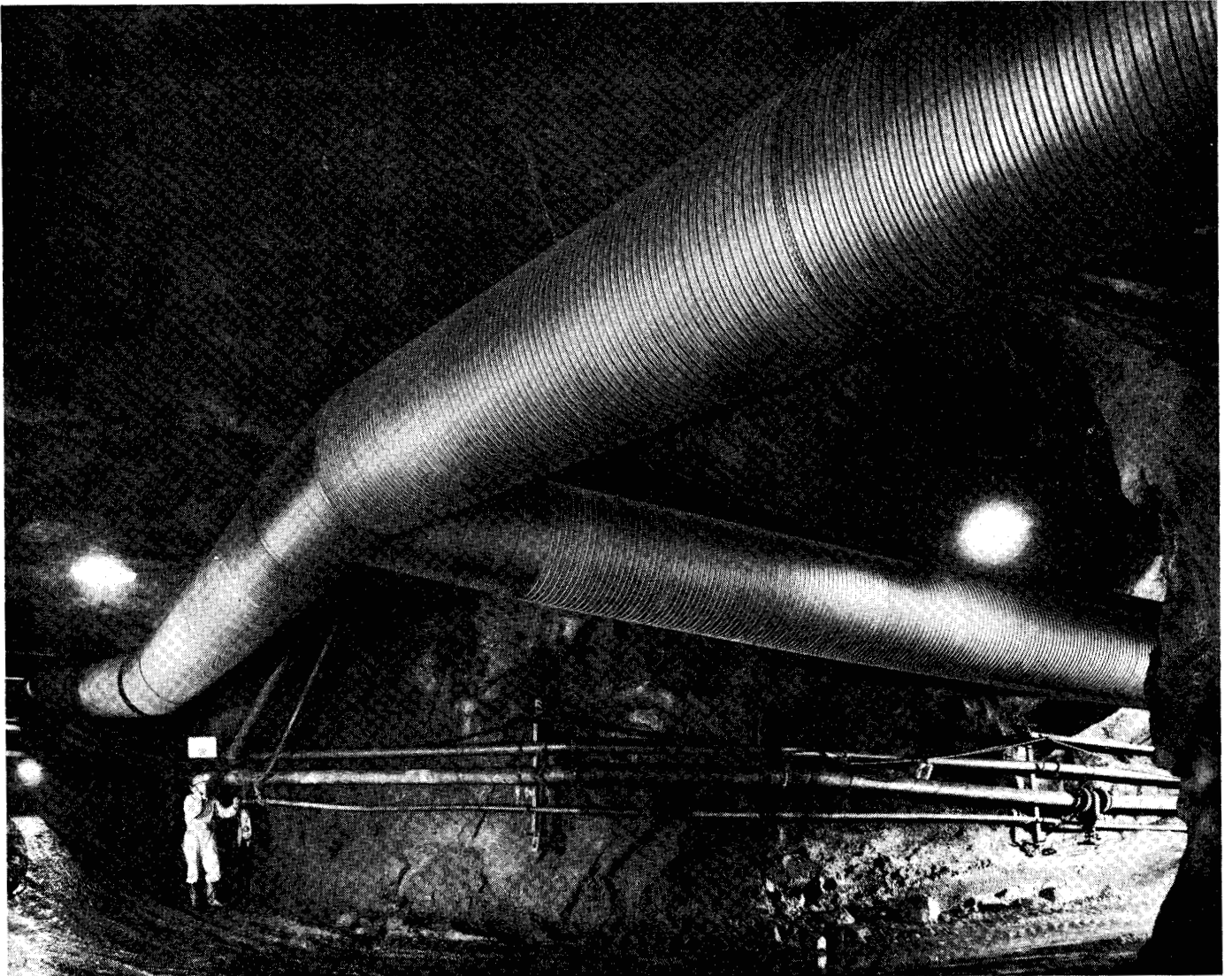
Profiloitu kierresaumaputki PKG soveltuu erityisen hyvin kaivosten ja tunnelityömaiden ilmanvaihtoputkeksi. PKG kestää käsittelyä ja on kevyt. Se on tehty kuumasinkitystä teräksestä, $s = 0,5$ mm. PKG voidaan valmistaa asennuspaikalla, joten kuljetuskustannukset jäävät pieniksi. Huomatkaa myös putken huokea hinta. Halkaisijat 250 . . . 1000 mm.

Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksessa on ilmanvaihtoon käytetty PKG-putkea.



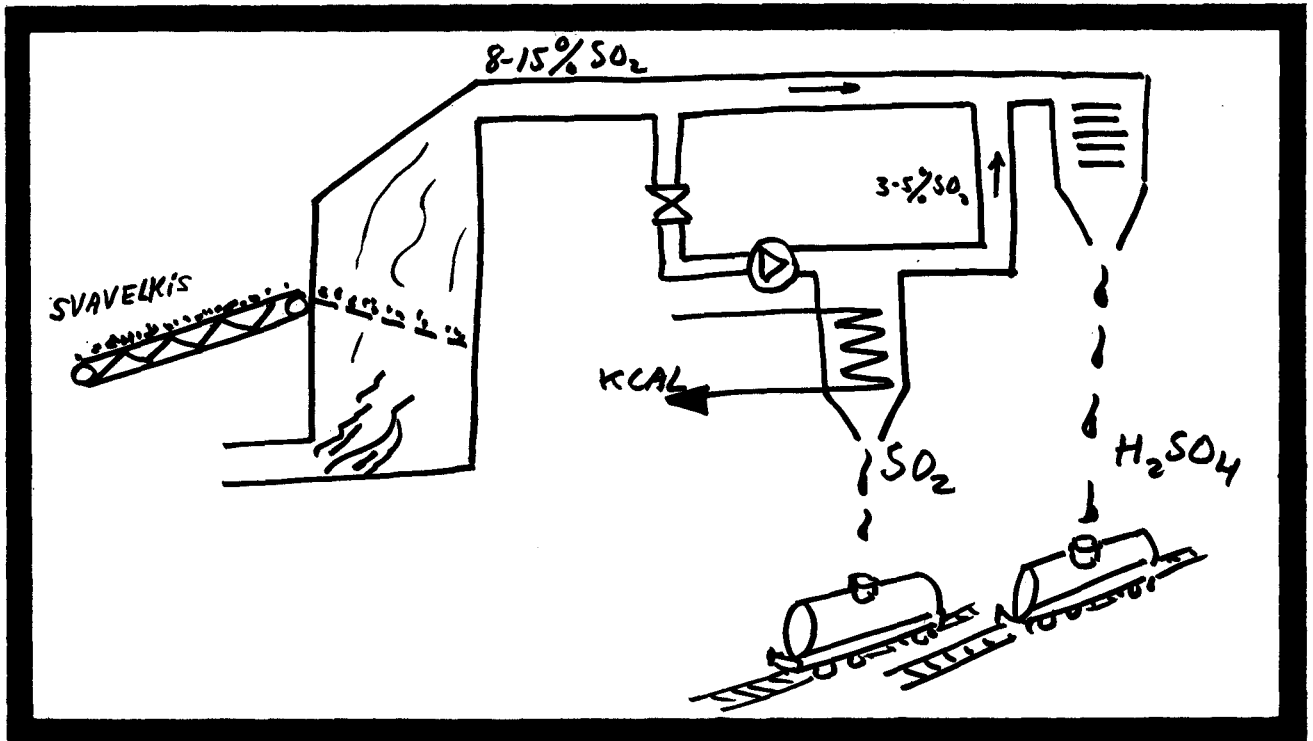
OY NOKIA AB
KAAPELITEHDAS

PL 419, 00101 HKI 10 Puh. 821 601



VARFÖR BARA H_2SO_4 ?

När Ni kan göra så här



PARTIELL UTKONDENSERING AV SO_2

erbjuder flera fördelar jämfört med den konventionella metoden, dvs "ABSORPTION — AVDRIVNING — KONDENSERING AV HÖGPROCENTIG GAS".

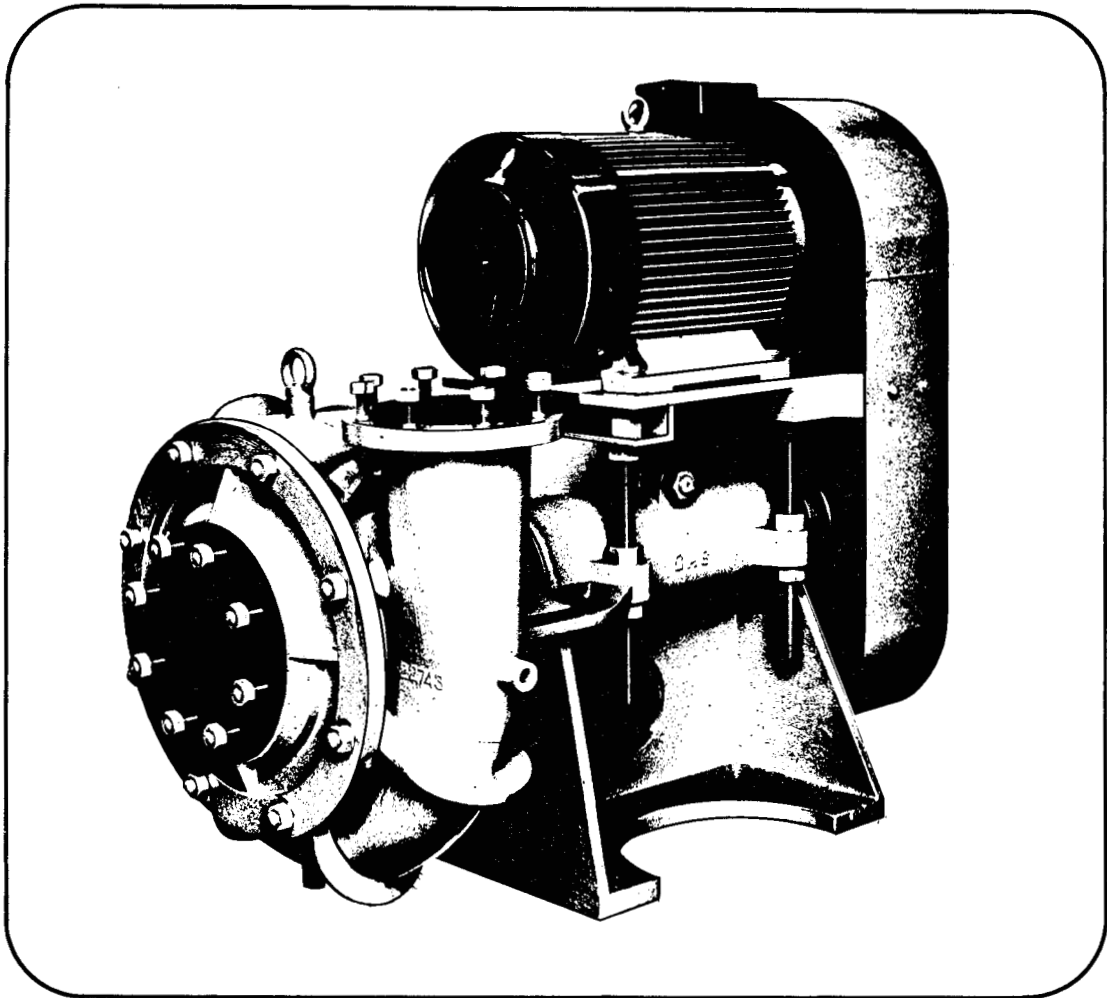
- Låg kapitalkostnad.
- Optimal energiförbrukning, varvid el-kraft, termisk energi och pumparbete skall summeras.
- Möjlighet att anpassa produktionen av H_2SO_4 resp flytande SO_2 till marknadens behov.
- högsta tillförlitlighet är ett krav — STAL skruvkompressorer går 40.000 timmar utan inspektion.
- kraftekonomin är avgörande med hänsyn till den kontinuerliga driften och de låga förångningstemperaturerna.
- kontinuerlig och kraftekonomisk kapacitetsreglering krävs för att anpassa produktion till efterfrågan.

Vill Ni veta mera om metoden, vänd Er till

Oy **STAL-LAVAL** Ab

HELSINGFORS
tfn. 659 466

STAL Refrigeration AB
NORRKÖPING



Vuorenvarma pumppu

OKR-keskipakopumppu on tarkoitettu erityisesti kuluttavien lietteiden ja vastaavien aineiden pumppaukseen. Pumppu on varustettu vaihdettavalla kumivuorilla ja kumitetulla juoksupyörällä. Valmistetaan myös kokonaan NiHard-aineesta. Käytetään vuori- ja kemianteollisuudessa.



G.A. Serlachius Oy
Konepajateollisuus Mänttä
puh. 934-47 101



**aina
kuorman
verran
edellä.
Huollossakin.**

Senhän Te jo tiedätte – maansiirtotöissä MF-pyöräkuormaaja on voimatekijä. Paiskii kuormia katkeamattomassa tahdissa. MF ei aiheuta työmaalla katkoja. MF-maansiirtokoneiden huoltoverkosto on maan mittavin, Se käsittää kahdeksan maansiirtokoneisiin erikoistunutta huolto-korjaamoa. Eniten täydellisesti varustettuja huolto-autoja, eniten ammattitaitoisia huoltomiehiä. Hankkijan MF-huolto on aina lähellä.

Pitäkää jalat maassa maansiirtokonetta valitessanne. MF-pyöräkuormaajilla on pystyvin huolto – MF-pyörät pyörivät varmasti.



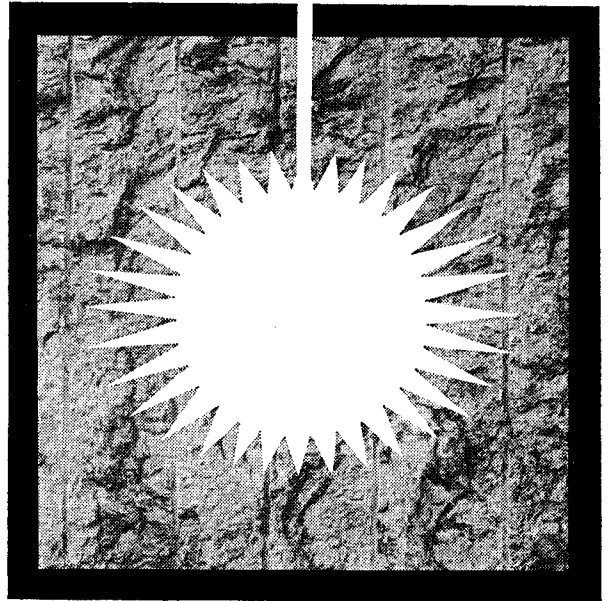
✓✓ HANKKIJAJA



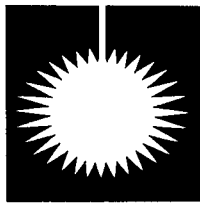
VIHTAVUORESTA SILOSEX

uusi
louhintaräjähdyksaine

Vihtavuoren tehtaillamme on kehitetty uusi, erityisesti tarkkuuslouhintaan tarkoitettu jauhemainen varmuusräjähdyksaine SILOSEX. SILOSEXia toimitetaan pakattuna 10 kg:n pahvilaatikoihin. Toistaiseksi on saatavana vain patruunakokoa 24 x 380 mm, joka sopii käytettäväksi Ø 28–45 mm poranrei'issä.



VIHTAVUOREN
**VA-SÄHKÖ-
NALLI**



**turvallisuutta
räjäytystöihin**

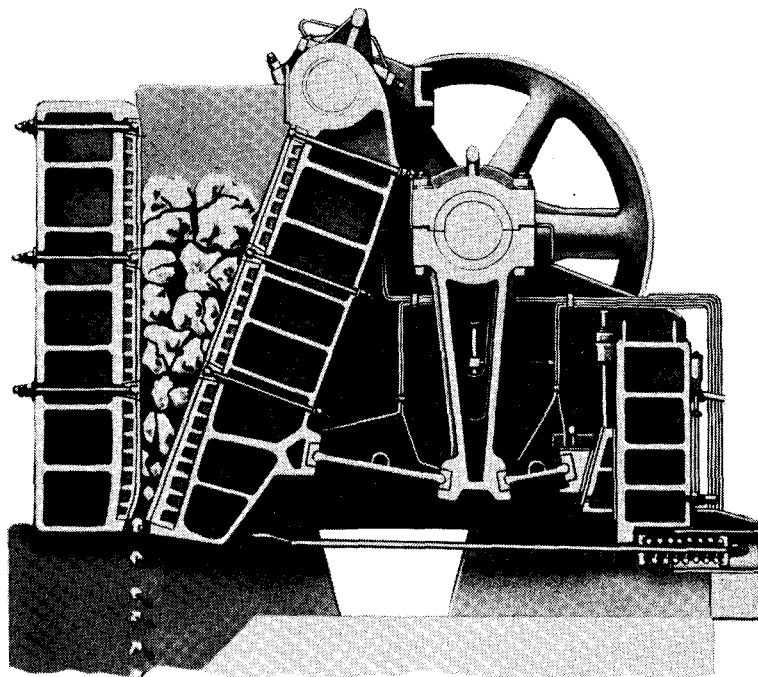
Vihtavuoren VA-sähkö-nalli on varmuusominaisuuksiltaan huomattavasti turvallisempi kuin pienvirtanallit. Suuren syttymisenergian vuoksi tarvitaan VA-sähkö-nallien sytyttämiseen kondensaattori-laukaisulaite. Sähköräjäytysnallien ja räjähdysaineiden käyttötavat selviävät mm. Räjähdysaine-konttorin julkaisusta.

Vihtavuoren VA-nallit

Nallilaji	Syttymisenergia mWs/ohm	Johtimen pituus	Johtimen väri	Hidaste- ero
Momenttinalli	80–140	2,4 ja 6 m	harmaa-valkoinen	
Lh-nalli	"	"	harmaa-vihreä	25 ms
Puolisekuntinalli	"	"	harmaa-punainen	1/2 sek.

RIKKIHAPPO OY





Kiinteitä tai siirrettäviä

Murskaus ja lajittelulaitoksia kaivos- rakennus- ja kemianteollisuuden tarpeisiin, suurempien yksiköiden vuosikapasiteetin ollessa jopa 1,4 milj. m³.

Avolouhoksille olemme kehittäneet teloilla liikkuvia yksiköitä, joista suurempien teho on 500 t/h.

SKET:n murskaus- ja lajittelulaitokset takaavat Teille suuren suorituskyvyn taloudellisesti.

SKET

VEB SCHWERMASCHINENBAU-KOMBINAT "ERNST THÄLMANN" MAGDEBURG

DDR — 3011 Magdeburg

Edustus Suomessa:
Oy Axel von Knorringin
Teknillinen Toimisto
Karvaamokuja 6
00380 HELSINKI 38
Puh. 55 44 88

Vientiytymä:

INVEST EXPORT

Volkseigener Aussenhandelsbetrieb der DDR
DDR — 108 Berlin, Johannes Dieckmann Str 7—9
Saksan Demokraattinen Tasavalta

MILJOONIEN TONNIEN PIIRILEIKKI.



32 tonnin CAT 769 B

Olemme tuoneet Suomeen ensimmäisen CAT 769 B maansiirtoauton.

Se kuljettaa yhdellä kertaa 31,8 tonnia maata. Tai 17 kuutioita.

Emme mielellämme myisi vain yhtä tällaista autoa.

Vaan kaksi.

Ja tähän tiimiin vielä yhden CAT 988 pyöräkuormaajan.

Koko systeemi perustuu tarkkoihin laskelmiin: Mitä isompi kalusto, sitä enemmän kuutioita.

Ja mitä nopeammin urakasta selviätte, sitä kannattavampaa se on teille.

Suoraan sanoen; nämä koneet tarvitsevat isoja urakoita.

Sadoista tuhansista miljooniin tonneihin.

Miljoonien tonnin piirileikki

Se toimii näin:

Sillä aikaa kun CAT 988 kuormaa toista CAT 769 B autoa, toinen on tyhjentämässä.

Ja tämä piirileikki pyörii katkeamatta.

Mitä vähemmän autot seisovat huollossa, sitä kannattavammaksi urakka tulee.

Tästä hyvä esimerkki: Cökcekayan patorakennustyömaalla Turkissa viisi CAT 769 B:tä ajoi 20 tuntia päivässä.

Yhteensä 13 082 työtuntia.

Olosuhteissa, joissa muut autot eivät kestäneet.

Ja vain 3,5% työajasta kului huoltotoimenpiteisiin. Tätä me kutsumme hyväksi käyttövalmiudeksi.

Mitä nopeammin, sitä kannattavammin

Siksi CAT 769 B kiihtyy nopeasti täydellä kuormallakin. Planeettavaihteiston ansiosta.

Mahtavasta koostaan huolimatta CAT 769 B on ketterä ja tottelee kevyesti kuljettajaa. Kääntösäde on 7,6 m.

Öljyjäähdytetyt, ilman- ja öljynpaineella toimivat erikoisjarrut kestävät kuumenematta ja häipymättä armottoman pitkiä alamäkiä.

Ilmajousitus sallii vauhdin sellaisessakin maastossa, johon muut autot eivät edes pääse.

Nähkää se

Meillä on vielä kymmeniä tarinoita siitä, miten CAT 769 B:t ovat saavuttaneet uskomattomia tuloksia maailmalla.

Kaivoksissa. Louhoksissa. Patorakennuksilla. Isoilla tietyömailla.


Ja miten ne ovat parantaneet kannattavuutta urakoissa, joissa aikaisemmin on käytetty muun merkisiä maansiirtoautoja.

Lisää tietoja saatte pyytämällä meiltä CAT 769 B esitteen. Soittakaa, kirjoittakaa tai tulkaa käymään.



WIHURI-YHTYMÄ OY
WITRAKTOR

HELSINKI - TAMPERE - ROVANIEMI
☎ 822921 - ☎ 63633 - ☎ 5271

Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä.

HUMBOLDT

JONES vahvamagneettinen märkäeroitin

jonka käyttöaloja ovat:

1. Heikkomagneettisten mineraalien erottaminen, esim. hema-
tiitti, sideriitti, ilmeniitti, kromi, magnesium, nikkeli, sinkki, molyb-
deeni jne.

2. Heikkomagneettisten epäpuhtauksien poistaminen, esim. hie-
kasta, savesta, apatiitista, talkista, kaoliinista, bauksiitista jne.

7 eri mallia. Roottorit \varnothing 90—317 cm. Suurimman syöttöteho 110
ton/h hematiittimalmia. Suomeen on tilattu kaksi eroitinta.



MACHINERY OY

TEOLLISUUSK. 29, HELSINKI

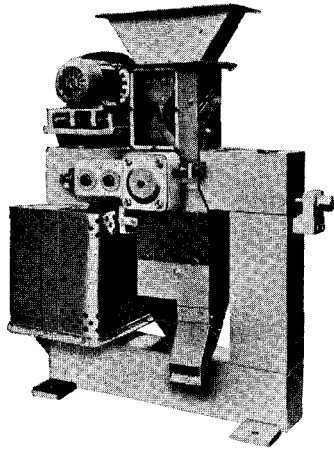
PUH. 716 711

—**tiecone**

POSTIOS. PL 129
00101 HELSINKI 10

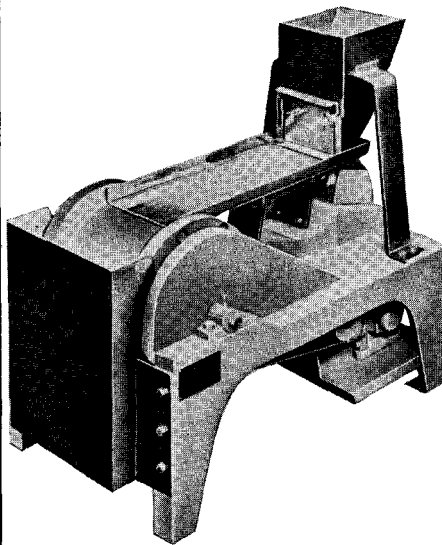
Labor-vahvakenttä-telaerotin

tyyppi 1-2-250
Käyttömahdollisuudet
Näytteiden, joissa
heikkomagneettisia osueita,
ja jotka ovat hienojakoisia,
luokittelu
Syöte: 1 mm:iin asti
Teho: 300 kg/h saakka riippuen
syöttäjästä



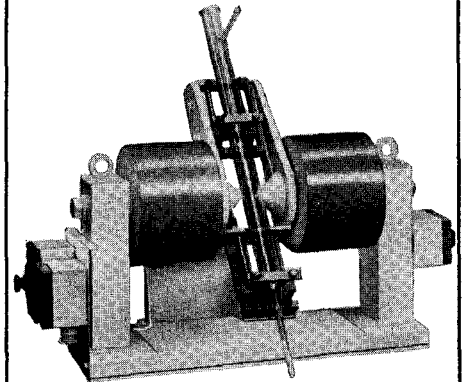
LP-rumpu-magneettierotin

tyyppi PTS 202
Käyttömahdollisuudet
Mineraalinäytteiden jakaminen,
joissa vahvamagneettisia osueita
Rautaosasten erottelu näytteistä
Syöte: 15 mm:iin asti
Teho: aina 200 kg/h syöttäjän
asetuksesta riippuen



Labor-koeputkimagneetti

tyyppi TM
Käyttömahdollisuudet
Pienempien näyte-erien (5 g)
magneettisten osueiden
ja niiden ominaisuuksien tutkiminen
Magneettisen osan erotukseen
hienoimmistakin
raesuuruksista jne.
Liettäminen



Magneettierottimia laboratorioita ja koelaitoksia varten

Teemme myös laboratoriolaitteita murskaukseen, jauhatukseen,
luokitukseen, jaotukseen sekä vedenerotukseen.



WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG
463 Bochum · Postfach 27 30 · Telefon 53 91 · Telex 825 807 a wedg d
VUORIKONE OY

Aleksanterink. 48 · Helsinki 10 · Tel. 65 55 19 / 65 55 43

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r. y.

Hallitus: joht. Jürgen Schmidt, puheenjohtaja, joht. Tor Stolpe, varapuheenjohtaja, dipl.ins. Raimo Eriksson, joht. Nils Gripenberg, prof. Aarno Kahma, dipl.ins. Heikki Konkola, tekn.lis. Toimi Lukkarinen, joht. Esko Mattila.

Rahastonhoitaja: Prof. Paavo Maijala, TKK-vuoriteollisuusosasto, Otaniemi puh. 46 01 44.

Sihteeri: dipl.ins. Rolf Söderström, Paraisten Kalkki Oy, Parainen, puh. 921-74 44 22.

Kaivosjaosto: joht. Caj Holm, puheenjohtaja, tekn.lis. Raimo Matikainen, sihteeri, Lohjan Kalkkitehdas Oy, Virkkala, puh. 912-2411.

Metallurgijaosto: dipl.ins. Raimo Eriksson, puheenjohtaja, dipl.ins. Esko Erkkilä, sihteeri, Rautaruukki Oy, Raahе, puh. 982-3191.

Geologijaosto: fil.tri Veikko Vähätalo, puheenjohtaja, fil.lis. Jorma Mustala, sihteeri, Outokumpu Oy, Töölönk. 4. Hki 10, puh. 44 05 11.

Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto: prof. Risto Hukki, TKK puheenjohtaja, muut johtok.jäsenet: tekn.lis. Kyösti Kitunen, PKOY, Äkäsjoensoo, dipl.ins. Esko Lehtonen, OKU Oy Oravikoski, dipl.ins. Risto Rinne, Rautaruukki Oy, Otanmäki ja dipl.ins. Veikko Appelberg, sihteeri, OKU Oy, Helsinki, Töölönkatu 4, puh. 44 05 11.

Toimitus: Prof. Paavo Maijala, päätoimittaja, virkapuh. 46 01 44, prof. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, virkapuh. 46 00 11, rouva Kaija Marmo, toimitussihteeri, puh. 46 21 92.

Toimituksen osoite: 02150 Otaniemi, Otakallio 2 B 19.

Ilmoitushinnat: kansisivut 750:—, muut sivut 600:—, puolisivu 400:— ja neljännessivu 300:—. Irtonumeron hinta 4:—.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

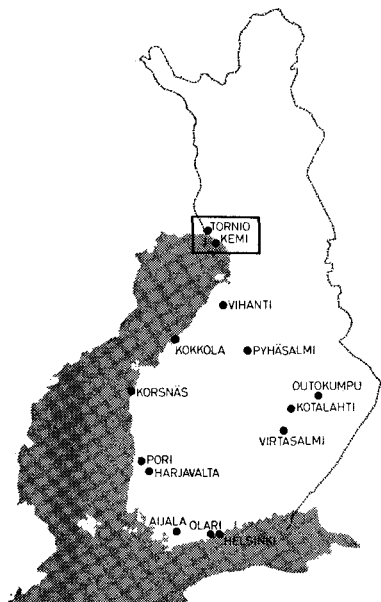
N:o 2

1971

29. VUOSIKERTA

Outokumpu Oy:n kromituotanto

Kromituotannon johtaja Kalervo Räisänen



Toiminnan yleispiirteet

Tuotantolaitokset:

Kemin kaivos sijaitsee Kemin maalaiskunnan Elijärvellä, n. 7 km Kemin kaupungista koilliseen. Tuotantoprosessi käsittää louhinnan, murskauksen ja rikastuksen. Tuotteena on kromirikaste, jota valmistetaan eri puhtausas-

teita käytettäväksi metallurgisiin tarkoituksiin, kemiallisen kromiteollisuuden raaka-aineiksi, tai valuhiekaksi. Myös kromipalamalmia tuotetaan. Tuotantomittakaava on n. 350.000 tonnia malmia/v, josta saadaan n. 130.000 ton rikasteita ja 30.000 ton palamalmia.

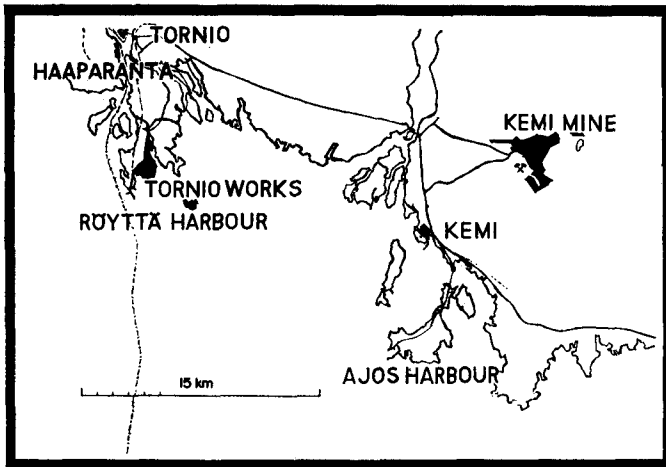
Tornion tehtaat sijaitsevat Röytän sataman läheisyydessä n. 10 km Tornion kaupungin keskustasta etelään. Tuotantoprosessi käsittää kromirikasteen pelletoinnin ja pellettien sähkösulatuksen ferrokromiksi. Tarvittaessa on lisäprosessina käytettävissä kromirikasteen väkevöinti eli raudan osittainen poisto. Tuotteena oleva ferrokromi on korkeahiilistä ns. charge grade -laatua. Tuotantomittakaava on n. 40 000 ton ferrokromia vuodessa, jonka määrää sähkösulatusuunin n. 20 MW:n syöttöteho. Pellettejä voidaan tuottaa myös kauppatavaraksi yli oman tarpeen.

Tuotantolaitosten tähänastinen kehitys:

Kemin Elijärvен kromimalmi löytyi v. 1959. Alkusysäyksen antoivat sukeltaja Martti Matilaisen löytämät kromimalmilohkareet.

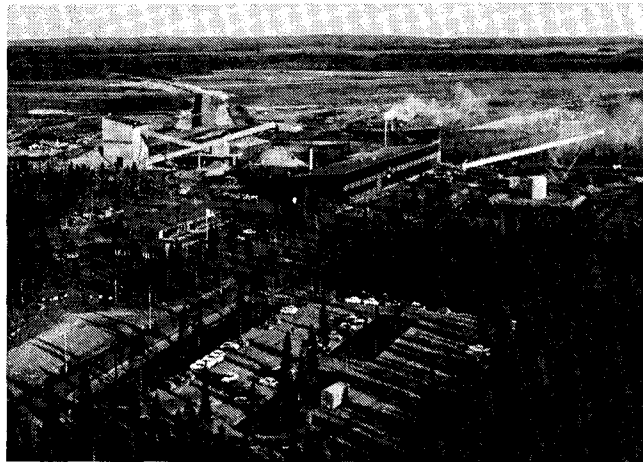
Malmin alustavat tutkimukset muodostuivat varsin pitkällisiksi. Geologisen Tutkimuslaitoksen vv. 1959—60 suorittamien malmitutkimusten jälkeen aihe siirtyi optiolla Outokumpu Oy:lle, joka vv. 1960—64 teki laajoja malmi-, rikastus- ja metallurgisia tutkimuksia. Päätös tuotantotoimintaan ryhtymisestä tehtiin v. 1964 lopussa.

Malmia oli silloin inventoitu 33 milj. tonnia kahdeksana malmiona, joilla kaikilla on puhkeama. Louhinnassa



saatavan malmin arvioitiin sisältävän 25% Cr_2O_3 ja Cr:Fe suhteen olevan, 1,55. Käytännössä on nämä arvot hieinan ylitetty.

Sekä rikastusta että metallurgista jalostusta varten oli kehitettävä uudet teknilliset menetelmät, koska tämän laatuista kromimalmeja ei oltu aikaisemmin normaalioloissa hyväksikäytetty.



Kuva 1. Kemin kaivos
Fig. 1. Kemi Mine

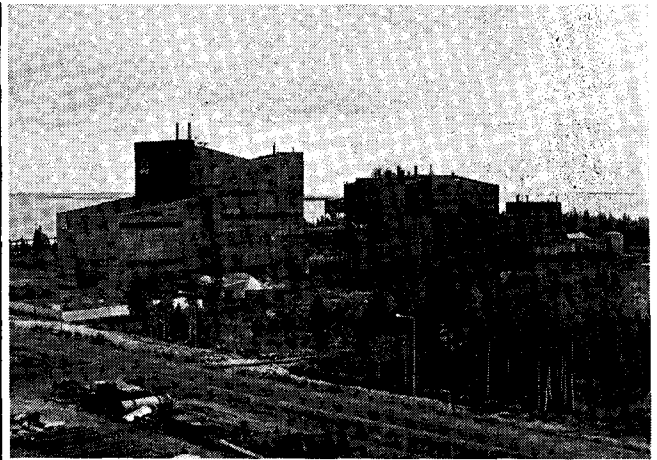
Kaivostointa aloitettiin avolouhoksen valmistavilla toimenpiteillä v. 1965 ja koerikastamon rakennustyöillä v. 1966. Alue oli suota, rämettä, nevaa ja pieniä järviä, yleensä asumaton erämaata.

Koerikastamo, jonka teho oli 7 000–8 000 ton malmia kuukaudessa, valmistui koeajoon keväällä 1967. Sen antamien kokemusten mukaan aloitettiin v. 1968 varsinaisen rikastamon rakennustyöt, ja tämä valmistui toukokuussa 1969, jolloin koerikastamon toiminta päättyi.

Tornion ferrokromitehtaan rakennustyöt alkoivat keväällä 1967. Sijoitukseen Tornion Røytän alueelle johtivat sopiva ja riittävän laaja vapaa rakennusalue, eri liikennemuotojen, kuten maantie- ja rautatieyhteyksien ja sataman läheisyys, sekä mahdollisten tulevien laajennusten tai uusien toimintamuotojen huomioonotto.

Ferrokromitehdas valmistui koeajoon asteittain kesän 1968 aikana niin että ensimmäinen ferrokromin lasku tapahtui 2. 8. 1968. Erillisenä prosessina toimivaa väkivointia koeajettiin jaksottain vv. 1969–70 aikana.

Kun sekä kaivoksen että ferrokromitehtaan teknilliset menetelmät ovat suureksi osaksi uudet ja vailla entisiä esikuvia, on syytä tyydytyksellä todeta, että nämä mene-



Kuva 2. Tornion tehtaat
Fig. 2. Tornio Works

telmät ovat osoittautuneet toimintakelpoisiksi. Luonnollisesti niiden jatkuva tutkimus ja kehittäminen on ollut ja on edelleen tarpeen sekä tehon että tuotteiden laadun hiomiseksi yhä paremmiksi.

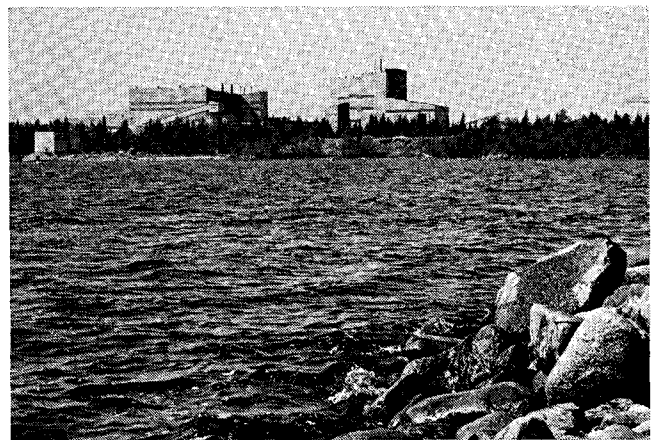
Tuotanto-osastojen teknillisissä selostuksissa esitetään lähemmin prosessien toimintaa ja kokoonpanoa.

Henkilöstö:

Kemin kaivoksen keskimääräinen henkilövahvuus oli v. 1970 122, ja lisäksi oli vierasta työvoimaa 64. Korkeaan vieraan työvoiman määrään on syynä louhinnan ja maanpoiston urakointi.

Tornion tehtailla oli v. 1970 keskivahvuus 327, ja lisäksi vierasta työvoimaa, lähinnä kone- ja sähköasennustöissä, 31.

Henkilöstö on molemmilla laitoksilla suurimmaksi osaksi paikallista, ja tarvittaessa erikoistehtäviin yhtiön toimesta koulutettu. Eräistä ammattiryhmistä, kuten hitsaajista, levysepistä, sähkö- ja instrumenttiasentajista esiintyy jatkuvasti selvää puutetta. Syynä on työntekijöiden siirtyminen, koulutuksen saatuaan, eteläisemmille työmaille.



Kuva 3. Tornion tehtaat meren puolelta
Fig. 3. Tornio Works seen from the sea

Henkilöstö asuu laitosten lähiseutujen taajamissa, ja yleensä itse hankkimissaan asunnoissa. Laitoksien yhteydessä ei ole asutusalueita. Omistusasuntojen hankintaa tuetaan yhtiön eläkesäätiöiden myöntämin lainoin.

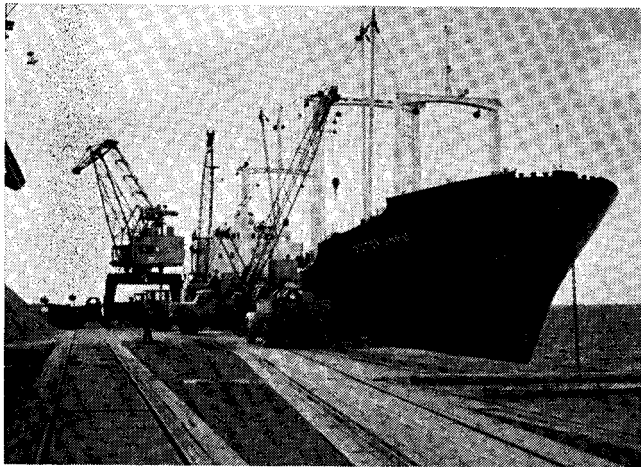
Liikenteen laitoksille hoitavat yksityiset liikennöitsijät, mutta henkilöstö käyttää runsaasti myös omia kuluvälineitään.

Markkinointi:

Ferrokromin markkina-alueena ovat tähän mennessä olleet kaikki Länsi-Euroopan maat, joilla on kromia käytävää erikoisterästeollisuutta. Myös merentakaisiin maihin — USA, Australia, Japani — on ollut vientiä. Korkeahiilisen ferrokromin osuus kromimarkkinoista on viime vuosina ollut nousussa, mikä johtuu uusista ruostumatomien teräksien valmistusmenetelmistä. Tämän seurauksena on kysymys tuotanto-ohjelman laajentamisesta muihin ferrokromilaatuihin jätetty toistaiseksi odotamaan.

Rikasteiden vientialueena ovat myös olleet Länsi-Euroopan maat. Kotimaistakin kysyntää on ollut valuhiekalle. Yleensäkin kromiitihiekalle, jonka käyttö valimoissa on kaikkialla melko uutta, näyttää syntyvän nopeasti lisää kysyntää maailmanmarkkinoilla.

Vientisatamina on käytetty pääasiassa Röyttä, mutta myös Kemin Ajosta, vähemmän muita satamia. Myös Ruotsin rautatieverkon kautta on talvisin kuljetettu. Kuljetusmuoto ja -tapa ovat tietysti paljolti ostajien toivomusten varassa.



Kuva 4. M/S. »Outokumpu» lastaa ferrokromia Röydessä
Fig. 4. M/S »Outokumpu» loading ferrochrome at Röyttä harbour

Ympäristönsuojelu:

Kemin kaivoksen rikastusprosessi perustuu vahvamaagneettiseen rikastukseen, eikä siinä käytetä kemikaaleja. Täten jäteveden puhdistus onnistuu hyvin selkeytysmenetelmällä. Selkeytys tapahtuu kaksiosaisessa n. 100 ha:n padotussa altaassa. Selkeytynyt jätevesi johdetaan aluksi Iso-Ruonaaja nimiseen puroon ja sitä kautta Pohjanlahteen.

Jätevettä vaikeampi ympäristöprobleema on pölyn muodostus murskaus- ja kuivarikastusprosessissa. Pölyn pääasiallinen syy on malmin talkkipitoisuus. Kaivoksen sijainnista johtuen on pölyn haitta lähinnä esteettinen. Kuitenkin pölyn estämis- ja poistomenetelmiä on kehitetty ja jatkuvasti parannetaan prosessin kaikissa yksityiskohdissa.

Tornion tehtaiden prosessin jätevedet ovat joko uunien jäähdytysvesiä tai kaasujen pesuvesiä. Jäähdytysvesien lämpötila ja lämpösisältö ovat niin pienet, ettei niiden lämpösaastevaikutus ole mereenlaskukohdissakaan havaittavissa. Kaikki uunien polttoaasut pestään ennen ilmakehään päästämistä, vaikka kaasut eivät sisälläkään esim. rikkiä muutoin kuin koksissa ja polttoöljyissä olevan rikin ansiosta. Pesussa vesiin tuleva pääasiallinen epäpuhtaus on kiintoaines, ja tämä taas on koksi- ja kro-

mirikastepölyä. Kiintoaines poistetaan vedestä selkeytysaltaissa, ja palautetaan prosessiin. Selkeytynyt vesi johdetaan jäähdytysvesiin yhdistettynä Pohjanlahteen.

Jätevesien osalta olisi saattanut aiheuttaa tiettyä hankaluutta ja laskukohdan saastumista väkevöinnissä syntyvä ferrosulfaattiliuos. Ferrokromitehtaan valmistuessa perustui ainoa käyttökelpoinen teollisuusmittakaavainen väkevöintimenettely siihen, että metalliseksi redusoitu rauta liuotettiin rikkihappoon. Täten syntyvä ferrosulfaattiliuokselle ei tunneta sellaista käyttöä tai tuhoamiskäsittelyä, joka olisi kromituotannon taloudellisten mahdollisuuksien rajoissa. Sen vuoksi anottiin tälle liuokselle laskulupaa Pohjanlahteen monimutkaisen väliarastointi- ja pumppaussysteemin ja 18 km pituisen purkujohdon kautta.

Siinä vaiheessa kun vesioikeudellinen lupapäätös tähän asiaan saatiin, oli kuitenkin jo väkevöinnille kehitetty Outokumpu Oy:n toimesta täysin uusi prosessi, joka ei perustu liuotukseen, eikä yleensäkaan aiheuta erillistä jätevesikysymystä. Lisäksi kaikki tässä uudessa prosessissa syntyvät tuotteet kelpaavat teollisuuskäyttöön.

Tulevaisuus:

Kromituotannon perustana oleva malmi on suuri ja toiminnan aikatahtaimet pitkät. Nyt valmistettavista perustuotteista, kromirikasteista ja ferrokromista, lähtien on todennäköistä, että tuotantoprosessien kehitys jatkuu edelleen. Mahdollisuudet sekä tuotantovolyymin että jalostusasteen nostamiseen ovat raaka-aineen puolesta olemassa. Tuotannon edelleen kehittäminen riippuu paljolti kromimarkkinoista, niin kehityksen suunnan kuin toimenpiteiden ajoituksenkin osalta.

Summary:

The Kemi chromium ore deposit in Northern Finland, about seven kilometers northeast of Kemi town, was found in 1959. The deposit is estimated to contain about 33 million tons of ore with a Cr_2O_3 -content of 25 %, and Cr/Fe ratio of 1.55. The exploitation of this kind chromite deposition required many years of research and development work in order to solve the concentrating and metallurgical problems.

The open pit mining was started in 1965, the pilot concentrating plant in 1966—67 with a capacity of 100,000 tpy, and the full scale concentrating plant in 1969. This plant has a capacity of 350,000 tpy, and produces about 130,000 tpy chromite concentrates and 30,000 tpy lump ore. A part of the concentrate is produced as moulding sand to use in steel foundries. The ore is concentrated by a high intensity magnetic method developed for the local conditions.

The metallurgical treatment of the concentrate is carried out at Tornio Works about 40 kilometers from the mine and 10 kilometers south of Tornio town, near Röyttä harbour. Tornio Works were built in 1967—68, and comprise a sintering plant, smelting plant and upgrading plant to raise the chromium content of the product in case this would be needed. The production capacity is about 40,000 tpy charge grade high carbon ferrochrome. The concentrate from Kemi Mine is reground, pelletized and sintered. The melting charge is preheated in rotary kiln and melted in electric furnace, which has an efficiency of 20 MW. Production capacity of pellets is big enough to allow selling of sintered chromium pellets as byproduct.

Most of the output from Tornio Works and a part of the concentrates from Kemi Mine is exported at present. They are shipped from Röyttä harbour or from Kemi harbour at Ajos, or sent by rail through Sweden.

The amount of personnel was in 1970 at Kemi Mine about 185 and at Tornio Works 360.

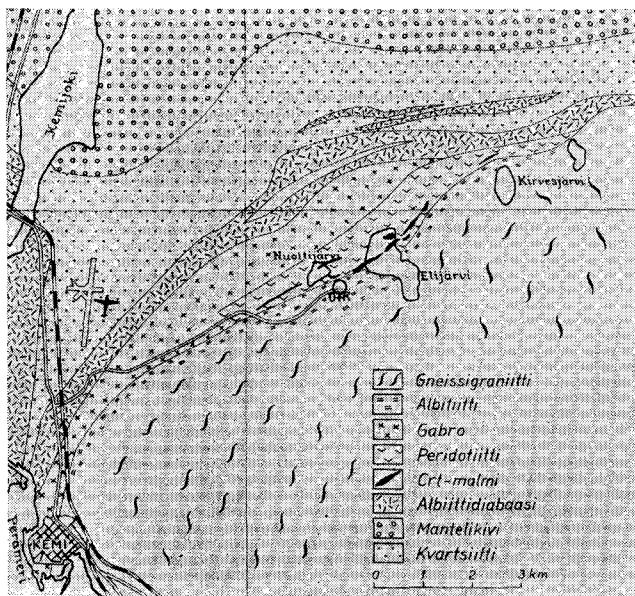
Neither the mining nor the metallurgical operations represent any significant environment pollution problems. No chemicals are used in the concentrating process. The gases from the metallurgical processes are washed. All waste waters are clarified in settling dams or throughs before discharging to the sea.

Malmiesiintymän geologia

Fil. lis. J. Kujanpää:

Esiintymän geologinen sijainti

Kemin mlk:n Elijärven alueen kromimalmit sijaitsevat emäksisessä-ultraemäksisessä, kerrosjuonimaisessa syväkivimuodostumassa, joka on intrudoitunut Pudasjärven gneissigraniittialueen ja iältään karjalaisena pidetyn Peräpohjan liuskealueen väliseen kontaktiin. Muodostuma alkaa Kemin kaupungista Perämeren rannalta jatkuen vahvimmillaan 1500 m levyisenä noin 15 km koilliseen (kuva 1).



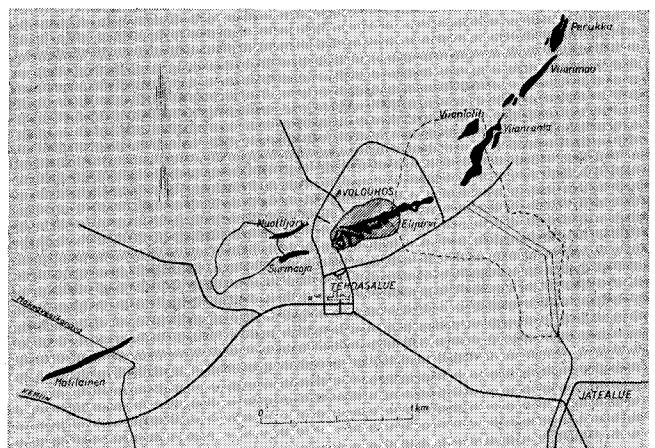
Kuva 1. Kemin alueen geologia pääpiirteissään
Fig. 1. The general geology of the Kemi region

Peräpohjan liuskealueessa on pohjimmaisena keskimäärin kaksi kilometriä paksu ja useita kymmeniä kilometrejä pitkä kvartsiittikerros (ns. Kivalon kvartsiitti), jonka alle on tunkeutunut ohueksi kerrokseksi albiittidiabaasia ja jonka päälle on purkautunut pinnallisia vihreäkiviä synnyttäviä laavoja. Valtaosa liuskealueesta koostuu satunnaisesti hiilipitoisesta fylliitistä, jonka erottaa kvartsiitista ja sen päällä olevista laavakivistä vahvuudeltaan vaihteleva kerroksellisten emäksisten liuskeiden horisontti. Välikerroksina on runsaasti kvartsiitteja ja dolomiittisiä kalkkikiviä sekä paikallisesti erilaisia konglomeraatteja. Juonikivilajeina malmeja sisältävässä muodostumassa tavataan etupäässä albiittidiabaasia sekä karkearakeista, lähes monomineraalista albitiittiä; viimeainittu esiintyy koko muodostuman pohjan alla vähintään puolen kilometrin vahvuudelta breksioiden ultraemäksisiä kivilajeja kuin myös niitä lävistäviä albiittidiabaasijuonia. Harvemmin esiintyy kvartsikeratofyyri- ja kvartsijuonia sekä kiisu- ja kultapitoisia karbonaatti-maasälpä-kvartsijuonia.

Malmeja sisältävä muodostuma

Emäksinen-ultraemäksinen, kromimalmeja sisältävä kerrosjuoni edustaa tyypillistä esimerkkiä paikallaan gravitatiivisesti differentioituneesta, kerroksellisesta plutonisesta intruusiosta. Muodostuman yläosa koostuu täysin amfiboliutuneista, anortosiittisia välikerroksia sisältävistä pyrokseenigabroista, jotka muodostuman keskivaiheilla, juuri ennen ultraemäksistä alaosaa, ovat terveitä ja enimmäkseen noriittisia. Gabrohorisontti on vahvimmillaan noin kilometrin paksuinen. Kerrosjuonen alaosa koostuu kokonaisuudessaan ultraemäksisistä kivilajeista, lähinnä vuorottelevista pyrokseeniitti- ja peridotiittikerroksista sekä kromiittimalmista. Yhtenäinen kromiittirikas horisontti esiintyy 50–200 m etäisyydellä muodostuman pohjasta, ja malmin ympärillä peridotiitit ovat muuttuneet serpentiiniteiksi ja talkki-karbonaattikiviksi, joissa alkuperäiset peridotiitin rakennepiirteet ovat kuitenkin useimmiten hyvin säilyneet. Kauneimmillaan magmaattinen kerroksellisuus esiintyy välittömästi yhtenäisen kromiittihorisontin yläpuolella vyöhykkeessä, jonka paksuus vaihtelee 20–50 m. Kerroksellisuus ilmenee ohuiden peridotiitti-, pyrokseeniitti-, serpentiini-, talkki-karbonaattikivi- ja kromiittikerrosten vuorotteluna, joka on paikoin rytmillistä. Talkki-karbonaattikivi on tektonisoitunut voimakkaasti koko muodostuman pohjaa vasten ollen 5–50 m vahvuudelta myloniittista talkki-kloriittiliusketta. Ultraemäksisen osan paksuus on vahvimmillaan sama kuin gabrohorisontissa eli noin 1000 metriä.

Alkujaan lähes vaakatasossa syntynyt muodostuma kaatuu nyt noin 70° pohjoiseen noudattaen Peräpohjan liuskealueen pohjan kaadetta.



Kuva 2. Nuottijärven-Elijärven alueen malmit
Fig. 2. The ore bodies of the Nuottijärvi-Elijärvi area

Kromimalmit

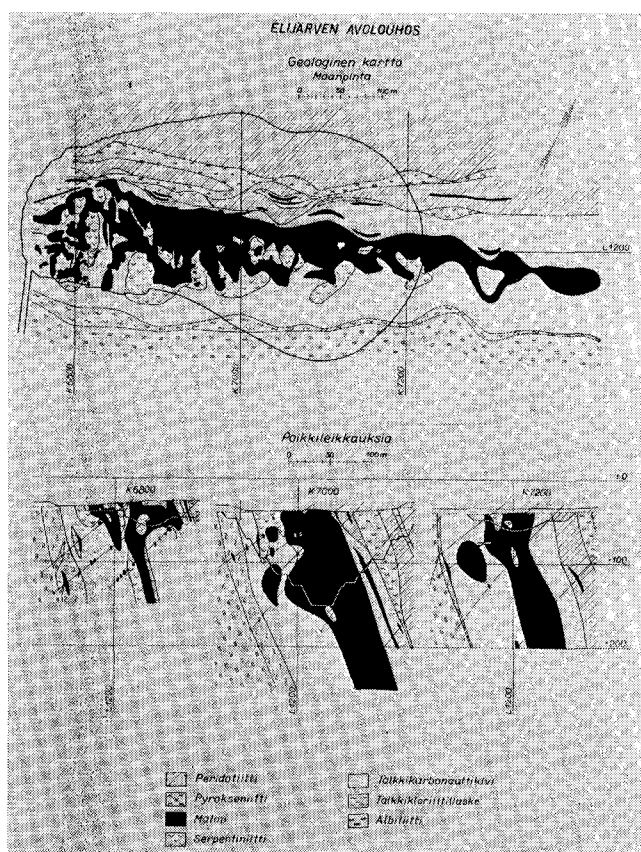
Jatkuva, muodostuman kaakkoiskontaktin suuntaa noudatteleva kromiittihorisontti vaihtelee vahvuudeltaan vain muutamasta senttimetristä joihinkin metreihin. Nuottijärven-Elijärven alueella, muodostuman paksuimmassa osassa, kromiittikerroksessa kuitenkin esiintyy 4.5 km matkalla kuusi peräkkäistä, mittasuhteiltaan ekonomista laajentumaa. Niiden lisäksi on noin 100 m varsinaisen kromiittikerroksen yläpuolelta tavattu kaksi erillistä malmiota, toinen Nuottijärven länsirannalla ja toinen Elijärven koillisnurkalla. Näiden kahdeksan malmin sijainti ja nimet on kaavamaisesti esitetty kuvassa 2, ja niiden yhteiset todetut malmivarat ovat noin 33 milj. tonnia malmiä, jonka keskipitoisuus on 27% Cr_2O_3 ja $\text{Cr}:\text{Fe} = 1.55$. Tällöin keskimääräinen inventaariotaso on noin 110 m kallionpinnan alapuolella. Viimeinen suurehko kromiittihorisontin laajentuma on löytynyt Kirvesjärven pohjoispuolelta, noin 1.5 km Perukan malmiosta koilliseen (kuva 1), mutta malmin hajanaisuuden ja heikon laadun sekä kairausreikien vähyyden vuoksi ei inventaariota tämän malmin osalta ole suoritettu.

Alueen ainoa suhteellisen yksityiskohtaisesti tunnettu malmin on Nuottijärven ja Elijärven välissä sijaitseva Elijärven malmin, jonka länsipäässä aloitettiin avolouhinta vuonna 1966. Tämän malmin inventoidut malmivarat ovat noin 14.5 milj. tonnia, mistä määrästä suunnitellulla avolouhoksella on otettavissa 6.8 milj. tonnia. Malmin yksityiskohtainen rakenne näkyi oheisessa maanpintakartassa sekä avolouhoksen keskeltä ja kummastakin päästä esitetyissä leikkauksissa. Malmin kokonaispituus on 670 m (avolouhososa 450 m) ja maksimipaksuus 95 m.

Tyypillistä Elijärven malmiolle on kattopuolen sivukivien kerroksellinen rakenne, joka jatkuu vielä malmin yläosassakin. Sen sijaan malmin alaosa sekä koko malmin länsipää on voimakkaasti breksioitunut, mistä johtuen malmi sisältää erittäin runsaasti vaihtelevankokoisia, louhinnan kannalta varsin hankalia sivukivisulkeumia. Malmin jalkapuolen kivilaji on valtaosaltaan talkki-karbonaattikiveä, joka sisältää runsaasti kooltaan ja muodoiltaan vaihtelevia kromiittipahkuja. Itse malmi voidaan isäntäkivensä mukaan jakaa kahteen päätyyppiin: pehmeä, talkkipohjainen malmi ja kova, serpentiini-pohjainen malmi. Jälkimmäisen osuus koko määrästä on noin 15%. Omamuotoisina, keskim. 0.2 mm suuruisina kiteinä esiintyvä kromiitti on ainoa ekonomisessa määrin esiintyvä malmimineraali. Muita tavattuja oksideja ovat magnetiitti, ilmeniitti, hematitiitti ja rutiili; sulfideista voidaan mainita pyriitti, kuparikiisu ja milleriitti. Harmineraalit ovat valtaosaltaan talkkia, karbonaattia (magnesiitti ja dolomiitti) ja serpentiiniä.

Summary:

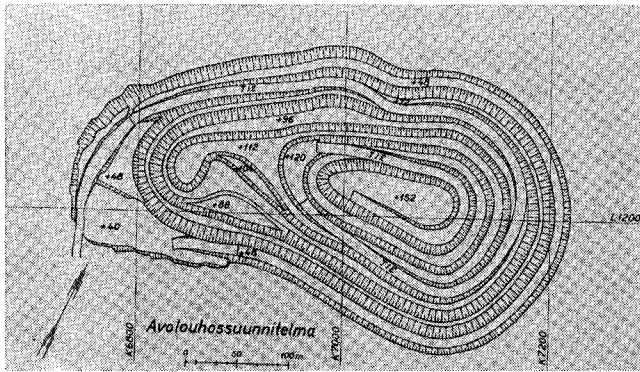
The chromite ores of the Kemi area belong to a 15 km long and 50–1500 m thick basic-ultrabasic layered plutonic intrusion between the Karelian schist area of Peräpohja and a large massif of migmatite granite. The upper part of the layered formation consists of gabbros and the lower part is ultrabasic, the whole formation is dipping about 70° to northwest. The ore zone is situated 50–200 m above the bottom of the formation and in the surroundings of lakes Nuottijärvi and Elijärvi there are eight individual ore bodies of economical size. The total size of the ore bodies is about 33 million metric tons and the average content is 27% Cr_2O_3 and $\text{Cr}:\text{Fe} = 1.55$. Chromite is the only mineral of economic importance, the ore contains also minute amounts of ilmenite, hematite and sulphides of Cu, Ni and Co.



Kuva 3. Elijärven malmin puhkeama ja poikkileikkauksia
Fig. 3. The outcrop and vertical sections of the Elijärvi ore body

Avolouhos

Dipl.ins. P. Kerola:



Louhintatyöt

Tasaisten kangasmaitten ja alavien soiden alla on vaihtelevassa syvyydessä erittäin epätasainen kallion pinta; maasto on parikymmentä metriä ylempänä kuin kymmenen kilometrin etäisyydellä oleva Pohjanlahden pohjukka; laaja sadealue aiheuttaa tulvia, jotka nopeasti purkautuvat mereen. Nämä luonnonolot ovat johtaneet toteutettuihin ratkaisuihin, joissa veden juokсутusta on tehostettu syventämällä laskuojia ja patoamalla louhosalue. Ensimmäiseksi louhintakohteeksi valittiin Elijärven malmin pienimmän moreenipeitteen (2–10 m) ja keskeisen sijaintinsa vuoksi.

Louhintasuunnitelmat

Kaikki suunnitelmat rajoittuvat toistaiseksi avolouhintaan, koska kivilajit ovat heikkoja ja malmi ulottuu kalliopintaan. Elijärven malmin avolouhoksen muoto on suunniteltu jo kolmeen kertaan ja nykyinenkin suunnitelma pätee vain tänä vuonna; suunnitelmien uusimista on helpottanut v. —68 käyttöön otettu ATK-ohjelma, joka optimoi leikkauksittain taloudellisimmat louhintarajat (Vuoriteoll. 1. n:o 2, 1968). Nykyinen suunnitelma antaa Elijärven malmiosta yhteensä 6,8 mton malmiä, mikä edellyttää sivukiven louhintaa 6,5 mton ja pintamaiden poistoa 650 000 m³ (Avolouhos, kuva).

Malmin laatu vaihtelee mataliin rintauksiin, joita on kolme varmuustasanteitten välillä. Seinämän kokonaiskaltevuus tulee olemaan 45°–50°. Ajotien leveys on 10 m ja kaltevuus 1:10. Jyrkin ulkopuolinen kaarre on säteeltään 45 m. Tie tulee kulkemaan kuvasta poiketen pääosaltaan jalkaraakussa, koska katossa on vaihtelevan paksuinen metapyrokseeniittikerrostuma, joka nopeasti rapautuu soraksi. — Kemin kaivoksella on etsitty menetelmää, jolla voitaisiin louhinnan edistyessä tarkkailla seinämien muutoksia lämpösäteilyn eroja seuraamalla (Maist. J. Mustala Kalliomek.—70).

Kesälouhinta 1966—68

Ensimmäinen louhinta-urakka sisälsi patoihin tarvittavan sivukiven ja koerikastamon ensimmäisen vuoden malmin louhinnan. Kaksi seuraavaakin vuotta louhittiin vain kesäisin, murskattiin kasoihin ja käytettiin koerikastamoon ympäri vuoden.

	Malmi, ton	Raakku, ton	Irtomaan, m ³
1965—66	73 500	333 500	680 000
1967	86 000	90 000	—
1968	143 400	126 500	21 000

Taul. 1 Kesälouhintojen määrät. (Irtomaan poisto v.-66 sisälsi runsaasti patotöitä.)

Kesälouhinta täytti hyvin sille asetetut tehtävät; prosessista riippumatta murskattiin avokasaan talven tavat ja pakkasten tultua monttu suljettiin. Haittapuolelta voidaan mainita kasan jäätyminen, mikä aiheutti »sekundääristä louhintaa» ja rikastamon syöttövaikeuksia, sillä kasan sisässä tapahtuu valmistusvaiheessa lajittamista kerroksiin, jotka talvella jäätyvät.

Nykyinen toiminta

Uuden rikastamon valmistuttua keväällä -69 on louhinta ollut jatkuvaa. Sama urakoitsija, Hanhirova-Yhtymä Torniossa, tulee kohta louhineeksi viisi vuotta. Urakka käsittää louhosalueen kaikki työt; vain tutkimustyöt, vedenpoisto ja valaistus ovat Outokumpu Oy:n töitä. Yksikköhinnat ovat muodossa mk/kiintokuutiometri, minkä selvittää kaivoksen oma mittausryhmä.

Porauskaluston muodostaa kaksi vaunuporakone-kompressorisyksikköä. Poraus on keskimääräistä helpompaa, koska kuluminen on vähäistä. Tunkeutuminen on kovassa malmissa 12 m/h, pehmeässä malmissa 20 m/h ja raakassa 11 m/h. Kruunun kestoikä on 400–500 m.

Poraus

Etu × väli	2.0 × 2.2 m
Reikä Ø	2 1/2"
Kaltevuus	65°
R.pituus	9.5 m
Gardner Denver	ATD-3100 2 kpl
»	SP-600-DB 1 »
Atlas Copco	PT 900 Gd 1 »

Räjähdyksainetta kuluu 160 g/ton; eniten käytetään aniittia, seuraavaksi dynamiittia. ANO:a käytetään vain kuivissa rei'issä, mikä on käynyt syvemmällä harvinaisemmaksi. Laukaisu tapahtuu pienvirta-LH-nalleilla. Urakoitsija hoitaa itsenäisesti räjähdysaineitten hankinnan, varastoinnin, panostuksen ja laukaisun; Outokumpu Oy on luovuttanut urakoitsijan käyttöön suurvaraston ja hälytyslaitteet.

Panostus

Pohja	7 kg Dyn
Varsi	12 kg Aniitti
Etut.	1.2 m p.soija
Om.lat	0.54 kg/k-m ³
Kul.	160 g/ton

Lastauksessa on urakoitsija käyttänyt kuutta konetta, joista kaksi on louheen lastauksessa kerrallaan. Rengasvaurioita on vaikea välttää talkin liukastamalla pohjalta ja urakoitsija on käyttänyt säännöllisessäkin lastauksessa Cat 977 K:ta. Malmin lastauksessa näyttää kuitenkin sovinainen kaivukone edullisimmalta. (Läpimenevä 1.2 m³:n kauha).

Lastaus

Malmia k.a.	135 ton/h
Raakkua	140 »
Teräsmies JT-43	47 »
Bucyrus Erie 54 B	70 »
Åkerman H-21	33 »
Cat 977 K	22 »
Euclid 72-51	17 »
Cat 966 B	16 »

Kuljetuksen runko muodostuu kuudesta raskaasta autosta, joista neljä on säännöllisesti louheen ajossa. Malmin keskikuljetusmatka on yksi kilometri ja raakulla puolitoista. — Moreenin kuljetuksessa on urakoitsija käyttänyt myös aliurakointia.

Kuljetus

Euclid R-15	10 m ³	6 kpl
M-Bentz 2620	»	4 »

Apukoneet vastaanotossa ja teiden teossa ovat olleet 4. ja 6. ton puskutraktorit.

Sepeliksi soveltuu kivi huonosti, koska se on mekaanisesti heikkoa. Kattoraakusta louhittava peridotiitti on kuitenkin osoittautunut kelvolliseksi rautateiden pintasepeliksi, jota urakoitsija on toimittanut VR:lle yli 100 000 ton raakkukasalta, jonka yhteydessä on kaksivaiheinen murskaus (MK-120 ja MK-63), seulonta ja siilot (Årbro).

Pumppaus

Avolouhoksessa on vedentulo voimakkainta keväällä ja syksyllä. Varsinaista pintavettä tulee vain se mitä padotulle alueelle (0.5 km²) sataa, mutta avolouhokseen hakeutuu rikkonaisessa kalliossa ja pohjamoreenissa vettä, jonka määrä on kevättulvien aikana n. 10 000 l/min.

Pohjan kuivatusta on kokeiltu salaojituksella, mutta kun sen elinikä jää yhdeksi vuodeksi on siirrytty avo-ojaan. Jos vesi pääsee talvioloissa louhoksen pohjalta esiin, käy lastauspaikkojen ja teiden hoitaminen vaikeaksi.

Kokoamisaltaaksi louhitaan n. 1000 m³:n pohjakaivo, johon lasketaan teräslevystä tehty pumppukaivo. V:n 1971 lopulla siirrytään Sarlinin CR 15- ja CR30-uppumpppujen käyttöön.

Putkiston pääosan muodostaa 2 kpl 6" muoviputkia, joista toinen on lämpöeristetty.

Välipumppuaseman säiliössä on kaksi OKRP-80-pysty-pumppua, joiden käyntiä ohjaavat rajakatkaisijat. Varapumppuna säiliön ulkopuolella on vanha Karhulan Zeta-Laval-pumppu. Vedennoston korkeuserot ovat pohja — välipumppuasema 15 m ja välipumppuasema — selkäoja 20 m.

Sähköenergia

Päämuuntoasemalta on vedetty 20 kV:n linja louhoksen sivulla olevalle alamuuntajalle, jonka teho on 1 000 kVA. Mitoituksessa on varauduttu sähkökäyttöiseen kompressoriin.

Tulevaisuuden suunnitelmat

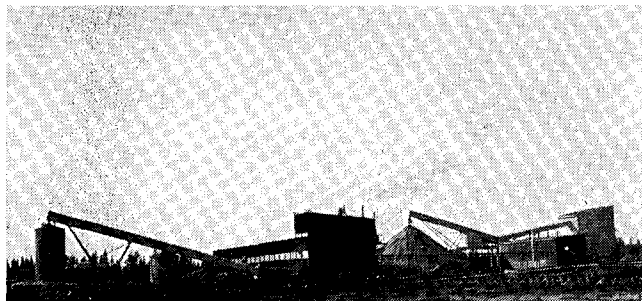
Rikastuksen sanelemat laatuvaatimukset malmille, tuotantomäärät ja louhinnan kustannukset elävöittävät tutkimuksia ja suunnittelua. Laadullisesti ja louhinnallisesti edullisimpia malmioita on jo tiedossa, mutta niiden avaukseen liittyy kalliita maasto- ja vesistötoita. Louhinnan urakointi on perusteltua niin kauan kuin koko kaivoksen toiminta hakee uomiaan.

Summary:

The open pit of Elijahävi deposit will give 6,8 milj. tons of chromite low benches — 8 m — are necessary for selective quarrying. All the works are done by a local contractor. In beginning quarrying was done on summers but after 1969 it has been continuous.

Rikastamo

Dipl.ins. L. Heikkilä:



Kuva 1. Rikastamon rakennukset, oikealla murskaamo, sen edessä koerikastamo, sitten korjaamo-rikastamorakennus ja vasemmalla rikastesiilot.

Fig. 1. The buildings of the dressing plant, the crushing plant on the right, in front of it testplant, then the repair shop and the dressing plant and concentrate bins on the left.

Rikastuksen tarkoitus

Rikastamon ensisijaisena tarkoituksena on valmistaa kromirikastetta ferrokromin raaka-aineeksi Tornion tehtaille. Tämä merkitsee noin 25% sisältävän talkki-serpentiinipohjaisen malmin rikastamista tuotteeksi, jonka Cr_2O_3 -pitoisuus on noin 43% Cr_2O_3 . Tornion tehtaitten kromirikastetarve on nykyisin noin 85.000–100 000 tonnia vuodessa. Lisäksi Tornion tehtaajat käyttävät raaka aineena vuosittain noin 30 000 tonnia palamalmia, mikä erotetaan murskaukseen liittyvän seulonnan yhteydessä.

Rikastamo pystyy myös tuottamaan malmin laadusta ja rikastustavasta riippuen myyntiin kromirikastetta, jonka Cr_2O_3 -pitoisuus on 46% Cr_2O_3 ja SiO_2 -pitoisuus noin 2%. Osa tästä rikasteesta ilmaluokitellaan, pestään ja myydään valuhiekkana. Tänä vuonna toimitetaan myyntiin noin 30 000 tonnia kromirikastetta ja 3 000 tonnia valuhiekkaa.

Rikastustutkimukset

Kemin kromimalmin rikastustutkimukset käynnistyivät vuonna 1960 ja niitä tehtiin voimaperäisesti koko vuosikymmenen ajan. Tutkimuksissa käytiin läpi lähes kaikki mahdolliset rikastusmenetelmät.

Menetelmätutkimukset voidaan jakaa kolmeen osaan:

1. Vaahdotustutkimukset
2. Ominaispaineroihin perustuvat tutkimukset
3. Magneettisiin rikastusmenetelmiin perustuvat tutkimukset

Vaahdotus oli aluksi selvästi tärkein tutkimusten aihe. Porasydännäytteistä saadulla materiaalilla tehtiin satoja kokeita. Erikseen suoritettiin tehdasajoja Outokummussa ja Harjavallassa. Koetulokset osoittivat, että malmista voitiin normaalilla oksidimalmien vaahdotusmenetelmällä, käyttäen vaahdotuskemikaaleina mänty-polttoöljyemulsiota, saada kromirikaste, joka sisälsi 44%

Cr_2O_3 . Menetelmä oli kuitenkin kallis ja monimutkainen. Ennen varsinaista kromiitin vaahdotusta jouduttiin suorittamaan liejunerotus ja talkinvaahdotus. Menetelmän hylkäämisen perusteluissa mainittiin myös jätevesikäsittelyn hoitamisessa mahdollisesti esiintyvät vaikeudet.

Ominaispaineroihin perustuvista menetelmistä oli ensiksi esillä Humphrey-spiraalien käyttö. Kustannusmielessä tämä menetelmä oli erittäin houkutteleva. Sillä ei kuitenkaan saavutettu niin saannin kuin rikasteen laadunkaan suhteen riittävän hyviä tuloksia. Alle 200 meshin raelukat menivät kaikki jätteeseen. Tärypöytä puolestaan oli selvästi Humphreyspiraalia parempi. Sen selektiivinen erotuskyky ulottui 50μ raekokoon saakka. Tärypöytä olisi varsin hyvin sovelnut uuden rikastamon esirikastuskoneeksi, mutta sen vaatiman suuren lattiapinta-alan ja korkean hankintahinnan vuoksi päätettiin merkävaiheessa tyytyä syklonien käyttöön.

Koetoiminnan loppuvaiheessa olivat magneettiset rikastusmenetelmät etualalla. Kuivarikastuskoneista testattiin Kemin koerikastamossa vuosina 1967–1969 Salzgitter-kuivaerottimet, jotka sittemmin valittiinkin lopullisiksi rikastuskoneiksi. Erikseen kiinnitettiin suurta huomiota märkä-vahvamagneettisiin erottimiin. Niitä ei kuitenkaan ollut markkinoilla kapasiteetiltaan riittävän suuria, joten hyvistä laboratoriotuloksista huolimatta menetelmästä täytyi toistaiseksi luopua. Rikastussuunnittelussa huomioitiin kuitenkin mahdollisuus myöhemmin siirtyä käyttämään tätä menetelmää.

Vuonna 1971 keväällä päästiin märkävahvamagneettisissa rikastustutkimuksissa niin pitkälle, että päätettiin hankkia kaksi märkäerotinta koekäyttöön. Uudet märkäerottimet saadaan tehdasajoon kesällä 1972.

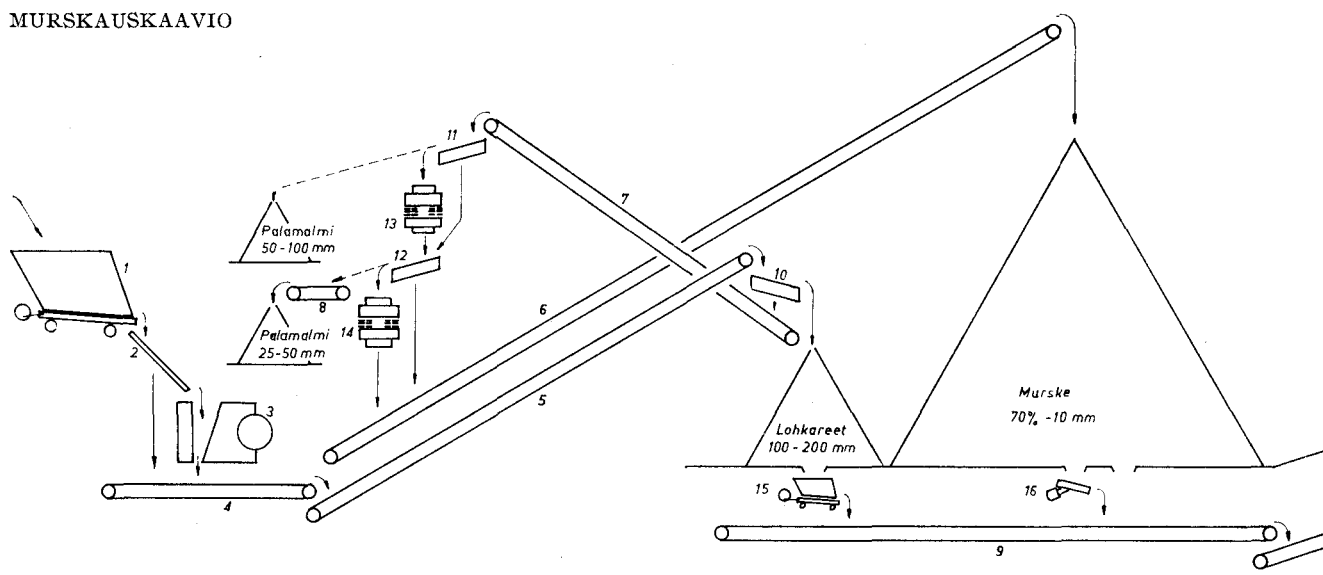
Rikastamon rakentaminen

Tuotantomittakaavaisen rikastamon rakentamisesta Kemiin tehtiin päätös huhtikuussa 1968. Rikastamon yksityiskohtainen prosessisuunnittelu tehtiin rinnan koerikastamon käytön kanssa. Rikastamon rakennustilojen suhteen pyrittiin väljyyteen, jotta mahdolliset laajennukset voidaan myöhemmin ainakin osaksi toteuttaa rakennusten sisällä. Murskaamon ja rikastamon ynnä niiden välisen tunnelin yhteistilavuus on $35\,000 \text{ m}^3$. Rikastamohalli on rakennettu välittömästi korjaamon yhteyteen, jotta huolto- ja korjaustoiminta saataisiin mahdollisimman joustavaksi.

Murskaus

Murskaamorakennuksen tilavuus on $7\,500 \text{ m}^3$. Pohja on $18 \times 13,5 \text{ m}$ ja korkeus pohjalattiasta nosturin juoksu-kiskon pintaan 23,5 m. Rakennus on noin 10 m korkeuteen tehty paikalleen valetusta betonista ja siitä ylöspäin teräsrunkoisena betonielementeistä. Rakennus on kylmä, ohjaamotilassa käytetään sähkölämmitystä.

MURSKAUSKAAVIO



Kuva 2: SELITYKSET 1 Vaunusyötin 2 Säleikkö 3 Lohkaremurskain 4-9 Hihnakuuljetin 10-12 Täryseula 13 Symons St kartiomurskain 14 Symons Sh kartiomurskain 15 Vaunusyötin 16 Tärysyötin

Fig. 2. LEGEND 1. Wagon feeder 2. Grizzly 3. Jaw crusher 4-9. Belt conveyor 10-12. Vibrating screen 13. Symons Standard crusher 14. Symons Sh kartiomurskain 15. Wagon feeder 16. Vibrating feeder

Murskaamon suunnittelussa on huomioitu vuonna 1966 Outokumpu Oy:ssä istuneen murskainkomitean esittämät yleiset näkökohdat, jotka olivat:

1. Yksivaiheinen leukamurskaus.
2. Esimurskaimen tuote soveltuu syötettäväksi kartiomurskaimen ja siitä voidaan seuloa lohkarkeitä kärkeän autogeenijauhituksen syötteeksi.
3. Yksilinjainen murskaus.
4. Oltu mukana kehittämässä kotimaista lohkarermurskainta.
5. Kartiomurskainten perustusten ja tilakysymysten osalta on varauduttu 7 jalan murskainten käyttöön myöhemmin.
6. Kaikkien murskainten edessä on seula tai säleikkö, jonka kautta hieno aines ohittaa murskaimen.
7. Markkinoilla olevat varmatoimiset instrumentit ja mittarit on otettu valvontalaitteiden suunnittelussa huomioon.

Koneiden sijoittelussa on tehty vertailuja kotimaisten malmikaivosten murskaamojen välillä. Erityisesti on käyty läpi hyvät ja huonot kokemukset ns. maanpintamurskaamoilta (Harjavallan kuonarikastamo, Virtasalmi ja Raajärvi). Selvitysten ja koetehdaskokemusten perusteella on

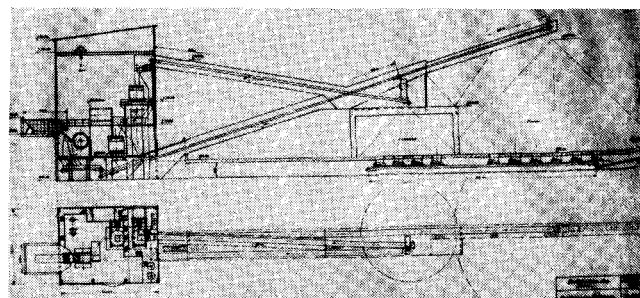
- murskainten sijoittelussa pyritty keskitykseen siten, että karkea- ja hienomurskaimet ovat lähellä toisiaan ja yhden miehen valvottavissa.
- lohkarermurskaimelta siirto kartiomurskaimiin tapahtuu hihnakuuljettimilla, jotka on sijoitettu siten, että lohkareseulonta voidaan toteuttaa murskauksen välivaiheena.
- hienomurskauksessa on koneiden sijoittelu täsmälleen sama kuin tornimurskaamoissa, koska näistä murskaamoista on taloudellisessa mielessä pelkästään hyviä kokemuksia.
- lohkarkeit ja murske on sijoitettu kasoiksi maanpinnalle, jolloin siloja ei ole tarvittu. Silojen poisjättämisestä on puoltanut saadut kokemukset siitä, että malmi jäätyy herkästi keväisin ja syksyisin. Maanpäällisiin kasoihin mahtuu paljon tavaraa.

- murskaamon pöly on pääasiassa talkkia (alle 10% Cr_2O_3) ja siksi se otetaan liettämällä pystypymppuun ja pumpataan suoraan jätteeseen.
- murskaamon lattiapinta-alasta on erotettu 2.5×5 m ala ohjaamo- ja sähkölaitetiloiksi siten, että alimpana on 1000 kVA:n muuntaja, sitten 400 V:n kytkinlaitos, tämän päällä aputilahuone ja ylimpänä ohjaamo.
- on valittu kaksitasoiset seulat, joilla aikaansaadaan tehokas seulonta ja raekoon tarkka rajaamismahdollisuus.

Murskaamo on mitoitettu kapasiteetille 200 tonnia tunnissa. Murskauksen kulku on oheisen kaavion mukaisesti seuraava:

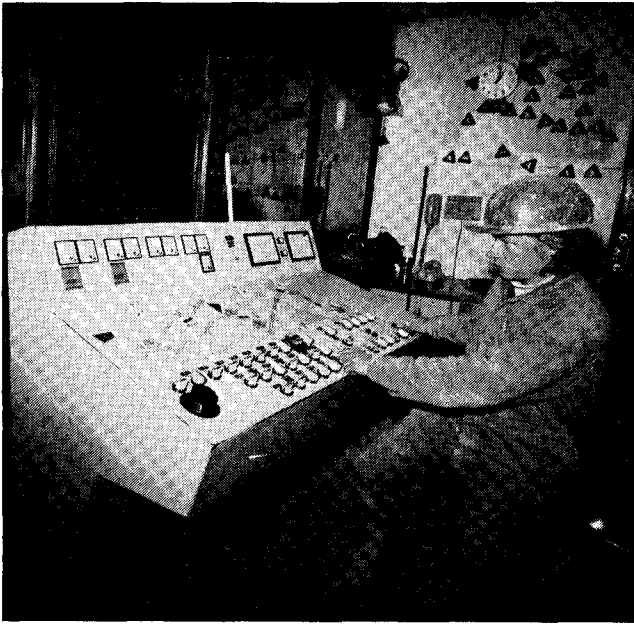
Avolouhokselta kuorma-autoilla tuotu louhe kaadetaan vaunusyöttimeen, koko 1500×5000 mm. Syöttimen hyötytilavuus lisälaidoilla varustettuna on 50 m^3 . Syöttimen pohjalevy viettää 3° kaltevuudessa lohkarermurskaimelle. Vaunusyötin on varustettu säädettävällä tasavirtamootorilla ja syöttimen iskunpituutta voidaan muuttaa välillä 50-300 mm.

Vaunusyöttimeltä louhe joutuu lohkarermurskaimen, koko 1500×1200 . Murskain on varustettu 132 kW:n liukurengasmootorilla, joka antaa epäkeskoakselille kier-



Kuva 3. Murskaamon yleiskuva.

Fig. 3. The lay-out of the crushing plant.



Kuva 4. Murskaamon ohjaamo.

Fig. 4. The control panel of the crushing plant.

rosluvun 160 k/min. Murskaimen asetuksen ohjearvolla 150 mm saavutetaan sillä kapasiteetti 225 m³/h. Murskaimen paino on 82 tonnia ja sen edessä on 100 mm säleiköpalkit. Murskaimen on valmistanut kotimainen yritys, Murskauskone Oy, ja se on prototyyppi. Murskaimen asetuksen säätö tapahtuu välilevyillä. Kulutuslevyt ovat suorat ja kaikki 4 levyä ovat keskenään identtiset. Jotta murskainta voidaan ajaa pienellä asetuksella, on kiinteän leuan alle asennettu 100 mm välilevy. Murskaimen valmistusta valvoi VTT ja sen lujuuslaskuista on tehty diplomityö.

Säleikön ja murskaimen läpäissyt tavara joutuu c/c 8 m hihnakuuljettimelle ja siitä edelleen 17° nousukulmassa kulkevalla c/c 58 m kuljettimelle, jolta kivet putoavat kolmiportaiselle välppäseulalle. Välppien etäisyys on 90 mm. Seulan tarkoituksena on erottaa jauhinkappaleet lohkarajauhatus varten. Lohkareseulan läpäissyt tavara kulkeutuu kartiomurskaukseen. Mikäli lohkarokasa täyttyy tai jos lohkarokaa ei tarvita, voidaan kaukotoinen kääntökontin avulla ohjata myös lohkaroket kartiomurskaukseen.

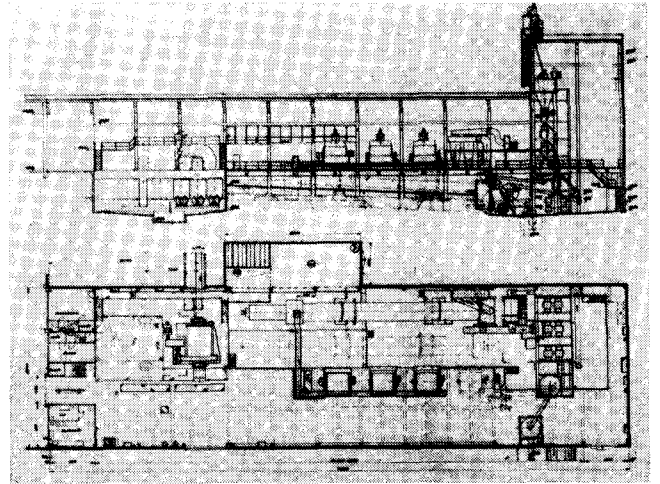
Kartiomurskaimen syöttökuljettimen pituus on c/c 48 m ja nousukulma 10°. Kummankin Symons murskaimen edessä on seulat. Seuloilta voidaan ottaa ulos palamalmia sulaton tarpeita varten. Ylempi seula on Hewitt-Robinsin valmistama, aikanaan koerikastamon tarpeita varten hankittu. Siinä on seulovana pintana SKEGA:n 50 × 50 mm silmäaukkoinen kumipalkkiseula. Alempi seula 1 500 × 4 500 mm on Murskauskoneen tekemä. Seula on varustettu 25 × 25 mm silmäaukkoisella verkolla.

Ylempi murskain on 5½ jalan Symons Standard ja alempi 7 jalan Symons Sh murskain. Edellistä ajetaan 30 mm ja jälkimmäistä 8 mm asetuksella. Murskaimet on asennettu vaijeriripusteisille perustoille ja niitä käyttää oikosulkumootorit. Valmiiksi murskattu tuote ajetaan c/c 85 m kuljettimella ulkokasaan. Kasaan mahtuu tavaraa noin 30 000 tonnia.

Murskaamon pölynpoistoa varten imetään sieltä ilmaa 40 000 m³/h. Pöly lietetään ja pumpataan jätteeseen. Murskaamolla oli alunperin pölyn erottamista varten

syklonit. Ne ovat kuitenkin osoittautuneet liian epäteräviksi ja murskaamolle on tämän vuoksi tilattu letkusuodatin.

Murskeen karkeus on 100% alle 25 mm ja noin 70% alle 10 mm.



Kuva 5. Rikastamon yleiskuva.

Fig. 5. The lay-out of the ore dressing plant.

Rikastamorakennus

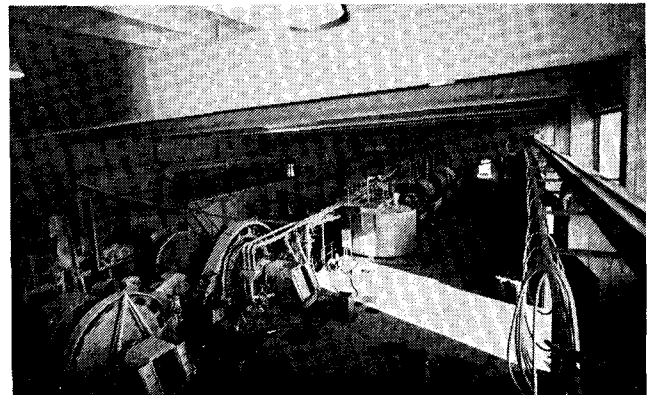
Rikastamorakennus on 22 m leveä ja 78 m pitkä. Tehdshalli on maanpintaan saakka paikalleen valettua betonia ja siitä ylöspäin elementtirakenteinen, teräsbetonirunkoinen. Rikastamon korkeus on ilman kellaritiloja lattiapinnasta nosturin kiskoon 6.3 m ja loppuosassa 12 m:n matkalla on vastaava korkeus 14 m.

Siltä varalta, että kromiitille myöhemmin löydetään tehokas märkä, vahvamagneettinen rikastusmenetelmä, on rikastamon lattiasta 11 × 36 m alue tehty betonielementeistä. Elementit voidaan myöhemmin korvata kokonaan tai osittain ritilätasoilla.

Rikastamolla on kiinteä lämmitysjärjestelmä. Lämminilmakehittämiä on 7 kpl à 80 000 kcal. Kokemusten perusteella asennustöiden yhteydessä lämmittimistä oli paljon hyötyä. Ei tarvinnut turvautua tilapäislämmittimiin ja työt tulivat muutenkin paremmin tehdyksi.

Rikastamon pitkällä sivulla on ohjaamo, jakokeskus ja muuntamo. Nämä huonetilat ovat kolmessa kerroksessa ja niiden pinta-ala on 18 × 6 m.

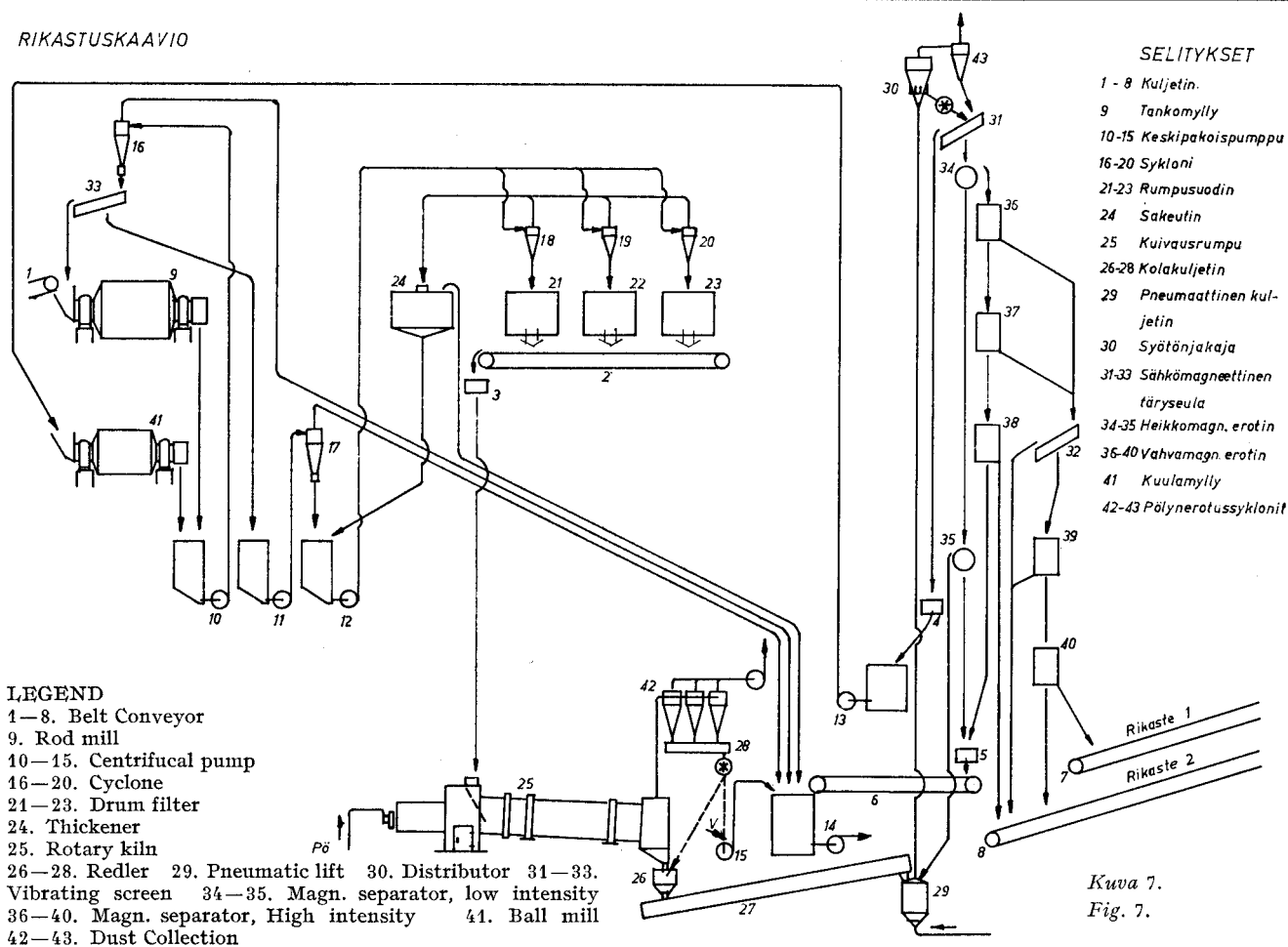
Rikastamon päätyyn korjaamoa vasten on sijoitettu toimisto- ja laboratoriotilat kolmeen kerrokseen.



Kuva 6. Sisäkuva rikastamolta.

Fig. 6. Interiorphoto of the ore dressing plant.

RIKASTUSKAAVIO



LEGEND

- 1—8. Belt Conveyor
 9. Rod mill
 10—15. Centrifugal pump
 16—20. Cyclone
 21—23. Drum filter
 24. Thickener
 25. Rotary kiln
 26—28. Redler 29. Pneumatic lift 30. Distributor 31—33. Vibrating screen 34—35. Magn. separator, low intensity
 36—40. Magn. separator, High intensity 41. Ball mill
 42—43. Dust Collection

SELITYKSET

- 1 - 8 Kuljetin.
 9 Tankomylly
 10-15 Keskipakoispumppu
 16-20 Sykloni
 21-23 Rumpusuodin
 24 Sakeutin
 25 Kuivausrumpu
 26-28 Kolakuljetin
 29 Pneumaattinen kuljetin
 30 Syötönjakaja
 31-33 Sähkömagneettinen täryseula
 34-35 Heikkomagn. erotin
 36-40 Vahvamagn. erotin
 41 Kuulamylly
 42-43 Pölynerotussyklonit

Kuva 7.
 Fig. 7.

Jauhatus ja liejunpoisto

Rikastuskaavio on esitetty oheisena

Lohkare- ja murskekasan alla olevaa tunnelia pitkin kuljetetaan malmi jauhatukseen. Lohkareesyöttiminä on käytetty neljää vaunusyötintä ja murskesyöttiminä 6 kpl IFE-tärysyötintä. Jauhatus on automatisoitu siten, että ennalta valittu lohkaresyötin käynnistyy silloin, kun myllyn tehonotto saavuttaa valitun minimiarvon. Vastavasti, kun teho nousee max-arvoon, syötin pysähtyy.

IFE-syöttimien murskemäärää ohjaa hihnavaa'an asetuservo. Hihnavaaka on sähköinen, tyyppiä Max Sievert. Myllyyn menevä vesimäärä mitataan ja säädetään vakioksi suhteessa murskemäärään.

Jauhaminen suoritettiin aluksi lohkaresyöttimien avulla, myös run of mine jauhatusta yritettiin. Runsaan vuoden käytön jälkeen siirryttiin toukokuussa 1970 tankojauhatukseen. Syynä muutokseen oli malmin kovuuden suuret vaihtelut, mistä aiheutui heilahteluja tehtaan kapasiteetissa. Tankojauhatuksen avulla kyettiin turvaamaan tasainen jauhatustulos malmin laadusta riippumatta.

Jauhaminen on molemmilla menetelmillä suoritettu samassa myllyssä, koko $\varnothing 3\,200 \times 4\,500$ mm. Myllyssä on liukulaakerit. Sekä laakereilla että hammaspyörillä on omat kiertovoiteluöljylaitteet. Myllyn voimansiirto on mitoitettu 700 kW:n moottorin mukaan. Nykyisin myllyä käyttää 500 kW:n moottori, joka antaa sille kierrosluvun 18,2 k/min, eli 73% kr. Myllyn vuoraus on tehty Karhulan 90c9 valusta, matalat palkit ovat 150 mm korkeita ja korkeat 220 mm.

Kuivarikastuspiiristä palautettu ylikarkea välituote jauhetaan märkänä $\varnothing 2\,750 \times 3\,200$ mm arinatyyppisessä myllyssä, jossa käytetään jauhinkappaleina kuulia ja cylpebejä.

Tankokulutus on ollut luokkaa 400 g/malmitonni ja suunnilleen saman verran on käytetty kuulia ja cylpebejä.

Jauhatushienous on ollut 20% alle 200 mesh. Jauhatasta seuraa liejunpoisto, mikä tapahtuu kaksinkertaisella syklonoinnilla. Lietepumppuina käytetään Serlachiuksen OKR 125/360 Ni-hard pumppuja. Käyttömootoreina pumpeissa on tasavirtamootorit, joitten kierroslukua ohjaa syklonien syöttöpaine. Näin syklonien toiminta pysyy tasaisena. Syklonit ovat itsemitoitettu- ja vastavirtapesusykloneja. Syklonien aliteaukkoa voidaan käsikäyttöisesti säätää Salan kumihylsyventtiilien avulla.

Syklonoidun tuotteen raekoon ylärajaa kontrolloidaan märkäseulonnan avulla. Ensimmäisen syklonivaiheen alite seulotaan Hewitt-Robinsin Vibrex MS 7 seulalla, jossa seulovana pintana on Duenero-kumi. Seulan erotusraja on 1 mm kohdalla. Seulontaa jatketaan $\frac{1}{2}$ mm erotusrajalla toimivalla kaariseulalla. Kaariseulan käytöstä on tarkoitus luopua ja siirtää yksivaiheiseen märkäseulontaan, jonka erotusraja on $\frac{1}{2}$ mm.

Vedenpoisto

Vedenpoisto aloitetaan syklonisakeutuksella. Sakeutettu liete suodatetaan top-feed rumpusuotimilla, koko $\varnothing 2\,500 \times 3\,000$ mm. Suotimia on 3 kpl, joista kulloinkin käytetään kahta. Kutakin suodinta varten on oma Nash H9 imukone ja yhteinen Howden kompressori.

Suodittu tavara kuivataan nolla kosteuteen A. Ahlströmin valmistamassa kuivausrummussa, koko $\varnothing 2\,500 \times 24\,000$ mm. Kuivaukseen liittyy automatiikka. Syötetty rikastemäärä punnitaan, öljymäärä mitataan ja ne antavat mitta-arvon öljymäärän säätäjälle, jolle

asetusarvon antaa kuivausrummun loppupään lämpötila.

Kuivattu rikaste putoaa edelleen ketjukuljettimilla, joita seuraa 30 m korkea, pystysuora nosto. Nosto tapahtuu Möllerin pneumaattisella kuljettimella, jossa ilmapuhallus saadaan Aerezner-kiertomäntäkompressorista.

Kuivarikaste jaetaan kompressorin paisuntasäiliössä kolmeen identtiseen kuivarikastuspiiriin. Jako tapahtuu siten, että vaakasuoraa paisuntasäiliön iskulevyä vasten nostettu tavara putoaa säiliön pohjalle, joka on jaettu kolmeen yhtä suureen sektoriin.

Kuivarikastus

Tämä rikastusvaihe käsittää kuivaseulonnan, heikkomagneettisen magnetiitin erotuksen ja vahvamagneettisen kromiitin rikastuksen viidessä vaiheessa.

Kunkin kuivarikastuspiirin alussa on sulkusyötin, joka automaattisesti sulkeutuu mikäli joku piirin kone pysähtyy. Tämän jälkeen kuiva syöte seulotaan Siebtechnikin sähkömagneettisilla täryseuloilla, erotusraja 0.5 mm. Seulan ylitte palautetaan jauhatukseen.

Alle 0.5 mm materiaalista erotetaan magnetiitti Kruppin heikkomagneettisilla separaattorilla. Erottimet toimivat suojaseparaattoreina ennen kromiitin rikastusta. Ellei magnetiittia poistettaisi, tukkeutuisivat vahvamagneettiset erottimet varsin nopeasti. Magneetikenttä, noin 1100–1300 gaussia, aikaansaadaan $\varnothing 315 \times 1400$ mm rumpujen sisällä olevilla kestromagneeteilla. Rumpujen kierroslukua voidaan ohjaamosta käsin muuttaa portaattomasti.

Varsinainen kromiitin rikastus suoritetaan Salzgittererottimilla. Näiden separaattorien valintaan päädyttiin monivuotisen koetoiminnan tuloksena. Lisäyksenä normaaliin erotintyyppiin hankittiin näihin separaattoreihin portaaton kenttävoimakkuuden ja erotintelojen kierrosluvun säätömahdollisuus. Kumpaakin tekijää voidaan säätää ohjaamosta käsin. Erottimien kierroslukusäätö tapahtuu voimakkaan magneetikentän vuoksi staattisilla jaksolukumuuttajilla muuttamalla oikosulkumootoreihin syötetyn virran jaksolukua.

Prosessikaaviosta selviää rikastuksen kulku erottimilla. Kaikkien sekarakeiden poistamiseksi joudutaan kahdelta ensimmäiseltä portaalta saatu eturikaste seulomaan vielä 0.3 mm erotusrajalla. Tässäkin työvaiheessa käytetään Siebtechnikin sähkömagneettisia täryseuloja. Seulonnan jälkeen neljännellä portaalla käytetään erottimissa ns. minikenttää, joka tarkoittaa noin 4000 gaussin kenttävoimakkuutta. Tällä erotuksella poistetaan rikasteesta magnetiittitunut serpentiini. Vahvamagneettisen kentän voimakkuus on muilla portailla noin 16 000 gaussia.

Viimeisellä erottimella rikaste jaetaan kahteen osaan, magneettiseen tuotteeseen, joka on myyntirikastetta, sisältäen 45–47% Cr_2O_3 ja 2% SiO_2 :ta sekä huonompaan rikasteeseen, jonka Cr_2O_3 -pitoisuus on 42–43% Cr_2O_3 . Jälkimmäinen rikaste on tarkoitettu Tornion tehtaitten raaka-aineeksi ja edellinen myyntiin tai valuhiekan valmistuksen syötteeksi.

Kuivarikastukseen sisältyy tehokas pölynpoisto. Pölyä imetään märkäerottimen kautta yhteensä 50 pisteestä. Imetty ilmamäärä on noin 40 000 m³/h.

Valuhiekka

Koerikastamon toimintaan on liittynyt myös kokeilut rikasteen käyttämiseksi valuhiekkoina. Koekenttänä on ollut kolme kotimaista yhtiötä ja VTT. Kokeissa on to-



Kuva 8. Valuhiekkatehtaan valvonta hoidetaan keskusvalvomosta kahden television avulla.

Fig. 8. The operation of the washing plant for foundry sand is controlled by the means of two television sets in the central control room.

dettu, että Kemin kromirikaste soveltuu varsin hyvin valuhiekoiksi. Kromirikaste sinänsä ei käy valimoille, vaan siitä joudutaan ilmaluokittimilla poistamaan -200 meshin realuokat. Jotta tuote olisi mahdollisimman puhdas talkista, joudutaan se pesemään. Pesun avulla viimeisetkin hienot talkkirakeet saadaan pois kromiitista.



Kuva 9. Valuhiekan säkitystä.

Fig. 9. The packing of chromite sand.

Varastointi

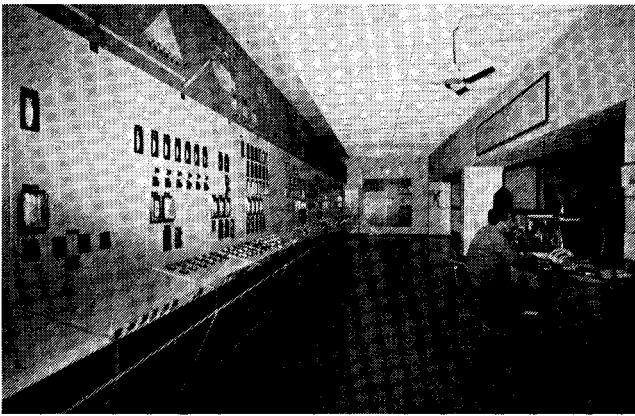
Rikasteet varastoidaan betonisiiloihin, joista kuiva rikaste lastataan tärysyöttimen ja hihnakuljettimen avulla autoihin. Osa valuhiekasta pakataan säkkeihin ja tynnyreihin.

Jäte

Jäte ei sisällä mitään kemikaaleja ja se pumpputaan 2 km:n päässä olevalle jätealueelle 8" muoviputkea pitkin. Jätteen pumppausta varten on 3 kpl LP-150 pumppuja. 1.7 km:n päässä tehtaalta on välipumppuasema, jonne on sijoitettu jatkopumppausta varten 2 kpl Salan SPV-365/6 pumppuja.

Instrumentointi ja prosessipuhelin

Instrumentoinnin päämääränä on ollut valita varmatoinnukset, käytössä kokeillut instrumentit. Koska toimilaitteita on vähän, on valittu sähköinen instrumentointi.



Kuva 10. Rikastamon ohjaamo.

Fig. 10. The central control panel of the ore dressing plant.



Kuva 11. Laboratorion analysaattorit.

Fig. 11. The dry analysers of the laboratory.

Edellä tekstissä on selostettu jauhatuksen ja kuivauksen automatiikka. Muista instrumenteista mainittakoon murskaamalla:

- kaikkien kuljettimien taittorummuissa on pyörimisen valvojat
- kartiomurskainten tehoa seuraamassa on tehopiirturit
- kaikkien suurten koneitten tehonottoa seurataan myös A-mittareista
- ensimmäisellä nousukuljettimella on tehonottopiirturi
- alemmalla kartiomurskaimella on suppilohälytin
- lohkarermurskaimen jälkeen on asennettu METOR-raudanilmaisin

jauhatuksessa:

- on lietetiheyden mittaus ja säätö myllyn tuotteelle pumppukaivossa
- kaivojen pinnan säätö kolmannessa pumppausvaiheessa vesimääräsäädöllä
- syklonien paineen vakiointi pumppujen tasavirta-moottoreilla
- pinnankorkeuden hälyttimet lietekaivoissa ja suodintaissa
- suppilon tukkeumahälytin lohkaremyllyllä

kuivauksessa:

- pneumalle tulevan tavaran lämpötilahälytin
- kuivausrummun syöttösuppilon tukkeumahälytin
- kolien pyörimisen valvojat

muualla:

- kaikissa kuljettimissa kiristyspäissä pyörimisen valvojat
- vesi- ja jäteputkissa painemittarit.

Rikastamon käytön hoitoa valvomaan on hankittu erillinen prosessipuhelin, jolla tietoliikenne hoidetaan käyttömiehiltä ohjaamoon.

Laboratorio

Geologista tutkimusta ja rikastamon käyttöä varten on rakennettu toimistosiipeen pieni laboratorio. Se käsittää näytehuoneen, jossa on erillinen osa hieitten valmistusta varten sekä varsinainen kemiallinen laboratorio. Kemiallisen laboratorion pinta-ala on 54 m². Siellä tehdään säännöllisesti tunneittain Cr₂O₃ ja SiO₂ analyysit.

Analysointiin käytetään kahta kuiva-analysointilaitetta. Toisella Am-Be aktiivointianalysointilaitteella analysoidaan rikastenäytteistä kromi ja pii ja toisella plutoniumiso-

tooppianalysointilaitteella malmi- ja jätenäytteistä kromi. Näinollen prosessin kontrolliin ei enää käytetä ollenkaan luosanalyysointia.

Vesi

Rikastamon tarvitsema vesi ostetaan tehtaalta 1.6 km päässä sijaitsevasta Veitsiluoto Oy:n raakavesikanavasta. Vesi pumputaan kanavaan Kemijoesta. Rikastamon käyttämä vesimäärä on noin 5 m³/min. Pumppujen tiivistevesiä ja syklonien pesuvesiä varten on rikastamolla erikseen korkeapainevesiverkko.

Energia

Sähköenergia saadaan Pohjolan Voima Oy:n Isohaaran voimalaitokselta. Energian kulutus v. 1971 rikastamolla jakaantui käyttöpaikoittain seuraavasti:

Murskaamo	3.7 kWh/t
Jauhatus	11.5 »
Vedenpoisto	6.6 »
Rikastus	5.6 »
Jätteen käsittely	3.2 »
Yhteiset	2.5 »
Yhteensä	33.1 kWh/t

Henkilöstö

Murskaamoa ajetaan keskeytyvässä 2-vuorotyössä ja sitä hoitaa 1 mies/vuoro. Tasojen puhdistuksia varten on 1 päivämies.

Rikastamolla työskentelee keskeytymättömässä vuorotyössä etumies/ohjaamonhoitaja, 2 käyttömiestä ja vuorolaborantti. Päivämiehiä on erikseen 3 miestä.

Laboratoriossa on analyttisellä puolella 3 laboranttia ja näytteenkäsittelyhuoneessa lisäksi 2 henkilöä.

Insinöörejä on kehitysvaiheessa olevassa tehtaassa 4 kpl. Heidän vakanssit ovat: suunnitteluinsinööri, tutkimusinsinööri, käyttöinsinööri ja rikastamon päällikkö. Käyttöinsinööri on opistotutkinnon suorittanut. Teknikkoja on 2, nimittäin käyttöä hoitava, vastaava työnjohtaja ja tutkimusteknikko.

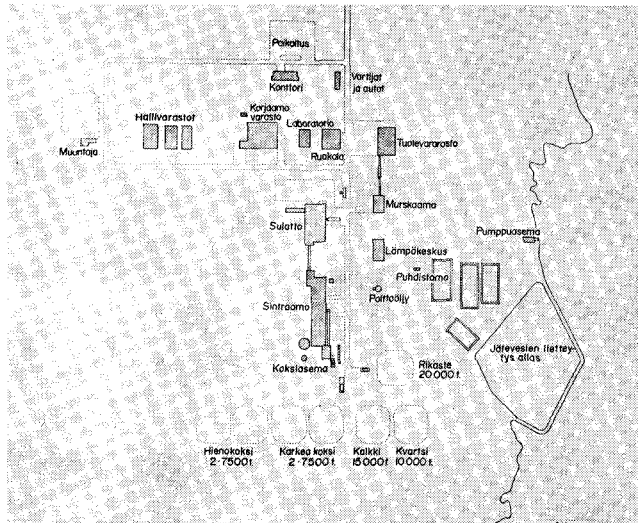
Summary:

The products of the dressing plant are: Ore pebbles 30 000 t/y, chrome concentrate for the production of ferrochrome 100 000 t/y, concentrate for world markets 30 000 t/y and foundry sand 5 000 t/y.

After very intensive researches the high-intensity dry magnetic separating method has been preferred. The different stages of the concentrating process are: Wet rod-ball milling, desliming by cyclones, drying and dry magnetic separation. At 1972 also the highintensity wet magnetic separators will be taken into the trial run in the mill.

Ferrokromin tuotanto Outokumpu Oy:n Tornion tehtailla

Dipl.ins. Heikki Tuovinen



Kuva 1. Tornion ferrokromitehtaan sijoituskaavio
Fig. 1. The location of the different plants at Tornio Works

Tuotantomenetelmät

Kemin kromimalmista saatava kromiittirikaste ei yleisen käsityskannan mukaan ole lainkaan sovelias raaka-aine metallurgiseen edelleen jalostukseen. Metallurgiseen käyttöön tarkoitettun kromimalmin tulee nimittäin täyttää seuraavat kolme tärkeintä päävaatimusta:

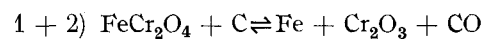
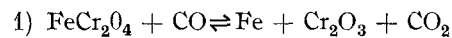
- malmin tulee olla palamalmia
- kromi — rautasuhde tulee olla vähintään 3
- kromioksidipitoisuus tulee olla vähintään 48%

Kemin kromiittirikaste ei täytä yhtään näistä päävaatimuksista. Niinpä lähdetessä kaavailemaan ferrokromin valmistusta jouduttiin lähtemään liikkeelle siitä tosiasiallisesta, että kromiittirikaste on ensin saatettava sellaiseen muotoon, että ferrokromin valmistus tunnetuilla menetelmillä on mahdollista ja että tuotteen laatu saadaan maailman markkinavaatimuksia vastaavaksi.

Kromirikasteen kappalemuotoon saattaminen oli rautamalmien vastaavien sintrausmenetelmien pohjalta periaatteessa tuttu. Koetehdas-mittakaavassa suoritettujen kokeilujen jälkeen lähdettiin soveltamaan pelletisointi-kuilusintrausmenetelmää, joka tuotantomittakaava huomioon ottaen osoittautui edullisimmaksi.

Kromi — rautasuhteen parantaminen sen sijaan on jo vaikeampi prosessi, koska rikasteen sisältämä rauta on pääasiassa sitoutuneena kromiittihilaan. Lisäksi kromiitti on suhteellisen stabiili yhdiste korkeissakin lämpötiloissa.

Tornion väkeväntiprosessia varten kehitetyssä menetelmässä ylimääräinen rauta saadaan pelkistymään metalliseksi raudaksi 1200–1400°C lämpötilassa kaksin hiilen avulla periaatteessa seuraavien reaktioiden mukaan



Pelkistys tapahtuu pyörivässä rumpu-uunissa vastavirta periaatteella polttoaineena raskas öljy. Koska matalakrominen ferrokromi ei ollut tunnettu ferrokromin käyttäjien keskuudessa täytyi tuotteen markkinoille pääsyn varmistamiseksi kehittää nopeasti riittävän varma menetelmä ylimääräisen raudan erottamiseksi. Menetelmäksi valittiin tällöin rikkihappoliuotus. Saman aikaisesti jatkettiin kuitenkin tutkimuksia yksinkertaisemman, halvemmän ja ympäristön suojelun kannalta edullisemmän menetelmän kehittämiseksi. Markkinoiden muututtua 1970 alussa edullisemmiksi matalampikromisen ferrokromin suhteen voitiin rikkihappoliuotuksesta luopua ja jatkaa loppuun mekaanisen erotusmenetelmän kehittämisen tuotantomittakaavassa. Menetelmä perustuu osittain magnetisiin osittain ominaispaineroihin.

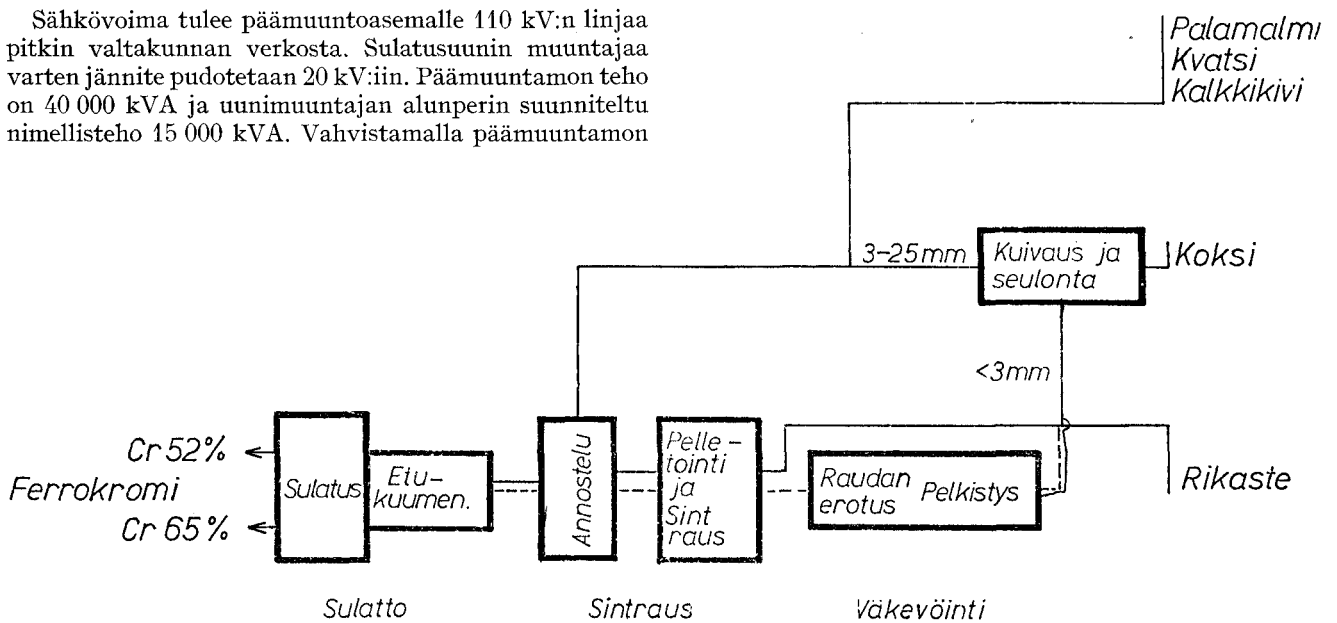
Koska sintrauksesta ja väkeväinnistä tai ylimääräisen raudan sulatuksesta aiheutuu lisäkustannuksia pyrittiin sulatusmenetelmä kehittämään mahdollisimman taloudelliseksi. Käyttämällä hyväksi sulatusprosessissa muodostuvat hiilimonoksidikaasut sulatusuunin panoksen sekä ferrokromisenkkojen kuumennukseen voidaan kustannuksia kompensoida. Lisäksi pellettipanos jo sinänsä paremman reaktiivisuuden ja kaasujen läpäisykyvyn ansiosta on jonkin verran edullisempi tehonkulutuksen suhteen kuin palamalmipanos.

Tuotantopuitteet

Ferrokromituotannon, hallinnon, huollon ja kunnossapidon vaatimat rakennukset on pyritty sijoittamaan tehdasalueelle (kuva 1) siten, että mahdollisille laajennuksille jää parhaat mahdolliset edellytykset.

Tornion tehtaiden rakennusten kokonaiskuutiotilavuus on noin 130 000 m³. Väkeväinti-sintraamo ja sulatto ovat teräsrunkoisia, murskaamo, lämpökeskus ja merivesipumppaamo teräsbetonirunkoisia. Kaikissa näissä rakennuksissa on seinärakenteena betonielementit ja katto-rakenteena siporexlaatat. Tuotevarasto ja kylmät tarveainevarastot ovat teräsrunkoisia aaltopeltihalleja. Konttori-, korjaamo-, laboratorio-, ruokala- ja portinvartijarakennuksissa on päärakennemateriaalina kalkkihiekkatiili.

Sähkövoima tulee päämuuntoasemalle 110 kV:n linjaa pitkin valtakunnan verkosta. Sulatusuunin muuntajaa varten jännite pudotetaan 20 kV:iin. Päämuuntamon teho on 40 000 kVA ja uunimuuntajan alunperin suunniteltu nimellisteho 15 000 kVA. Vahvistamalla päämuuntamon



Kuva 2. Ferrochromin tuotantokaavio

Fig. 2. The schematic drawing for ferrochrome production at Tornio Works

ja uunimuuntajan välistä syöttökaapelia ja tehostamalla uunimuuntajan jäähdytystä on uunimuuntajan nimellisteho voitu nostaa 24 000 kVA:iin.

Väkevointi-sintraamon prosessivetenä sekä uunien jäähdytys- ja kaasujen pesuvetenä käytetään merivettä, jonka suolapitoisuus on melko alhainen, kloridipitoisuus keskimäärin 500 mg/l. Tarvittava talousvesi saadaan Tornion kaupungin vesijohtoverkosta. Rakennusten lämmitystä varten on lämpökeskuksessa kuumavesikattila ja prosessihöyryn kehitystä varten 10 tonnin pakettikattila. Höyryä tarvitaan lähinnä öljypolttimissa hajoitushöyrynä ja rumpusuotimilla rikasteen kosteuden alentamiseen pelletointikosteuteen. Varavoima saadaan diesel-aggregaatista.

Uudishankinta sekä suuremmissa korjaus- ja kunnossapitotöissä pyritään hyväksikäyttämään mahdollisimman paljon ulkopuolisia konepajoja, mutta ottaen huomioon paikalliset olosuhteet joudutaan kuitenkin oman kunnossapidon puitteissa varautumaan melko monipuoliseen ja korkeaan toimintavalmiuteen. Ammattityövoiman puute paikkakunnalla pakottaa jatkuvasti pitämään kunnossapitotöissä ulkopuolisilta yrityksiltä vuokrattua työvoimaa. Samoista syistä johtuen joudutaan myös harrastamaan melko monipuolista koulutustoimintaa.

Tuotteiden toimitusten ja muualta ostettavien raaka-aineiden hankintojen kausiluontoisuudesta johtuen kuljetukset on urakoitu ulkopuolisille kuljetusliikkeille. Kvartsiitti ja dolomiitti hankitaan noin 30 km:n päässä sijaitsevalta Rauma-Repolan Liedakkalan louhoksilta. Koksi tulee pääasiassa Englannista ja Saksasta. Suurimpana vaikeutena raaka-aineiden hankinnassa on tarpeeksi matalarikkisen koksen saanti.

Raaka-aineet varastoidaan ulkona maapohjaisella varastokentällä, tuotteet osittain tuotevarastossa osittain asfalttipohjaisella varastokentällä ulkona. Sekä raaka-aineiden että tuotteiden talvivarastoinnissa esiintyy jonkin verran vaikeuksia lumen ja jäätymisen takia.

Tuotantokapasiteetti ja tuotteet

Sulatusuuni suunniteltiin alunperin 28 000 ferrochromitonin vuosikapasiteetille. Nostamalla sulatusuunin tehoa sekä kehittämällä valmistusmenetelmiä ja prosessilaitteita on vuosikapasiteetti saatu nousemaan noin 40 000 ferrochromitonniin.

Sinrattuja pellettejä pystytään oman tarpeen lisäksi tuottamaan noin 30 000 tonnia myyntiin.

Nykyisin tuotetaan pelkästään 52% kromia sisältävää ferrochromia, mutta menetelmät ovat valmiina ja laitteet voidaan kunnostaa melko lyhyen toimitusajan puitteissa tarvittaessa myös 65% kromia sisältävän ferrochromin tuotantoon (kuva 2). Tuotettaessa ns. väkevöityä ferrochromia syntyy noin 10% kromia sisältävä rautarikas sivutuote, jota voidaan käyttää esimerkiksi teräksen raaka-aineena.

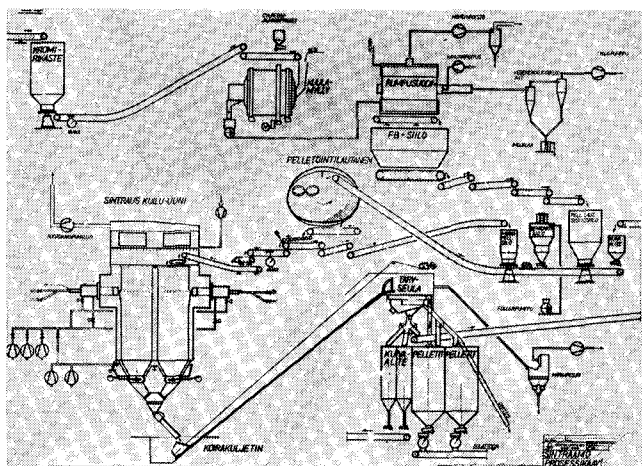
Asiakkaiden toivomusten mukaan valmistetaan nykyään kolmea normaaliferrokromilaatua. Luokittelu eri laatuihin tapahtuu tuotteen piipitoisuuden mukaan ja toimitukset tapahtuvat seuraavien takuu- ja tyyppianalyysien puitteissa:

Laatukoodi	Analyysi	Cr	Si	C	S	Pi
		min	max	max	max	max
52851540	takuu	52,0	1,5	8,5	0,040	0,25
	tyypill.	52,5	1,4	8,0	0,035	0,19
52822035	takuu	52,0	2,0	8,2	0,035	0,25
	tyypill.	52,5	1,8	7,9	0,030	0,19
52803030	takuu	52,0	3,0	8,0	0,030	0,25
	tyypill.	52,5	2,6	7,7	0,025	0,19

Taulukon esittämistä takuu- ja tyyppianalyyseistä joudutaan poikkeamaan tarvittaessa sen mukaan minkä komponentin analyysiarvoja kukin asiakas pitää käyttötarkoituksiaan varten tärkeimpänä.

Sintraamo

Dipl.ins. Pentti Hokkanen



Sintraamo

Kemin kaivoksella rikastetun kromirikasteen hienous on n. 20%—0,074 mm sen tullessa Tornion tehtaalle. Jotta siitä voidaan valmistaa sulattamalla ferrokromia, on se saatava suurempaan kappalekokoon. Tämä tapahtuu tehtaalla sintraamalla rikasteen pelletoinnin ja pellettien sintrauksen avulla. Sintraamon prosessikaavio pääpiirteissään on oheisessa kuvassa 4. Prosessi on Outokumpu Oy:n oma suunnittelu. Sintraamon tuotanto on n. 300 tonnia sintrattuja pellettejä vuorokaudessa. Prosessi on hyvin pitkälle automatisoitu, miesvahvuuden ollessa koko linjalla 1 työnjohtaja ja 4 työntekijää vuorossa.

Jauhatus ja suodatus

Pelletointia varten joudutaan kromirikaste hienontamaan raekokoon 85%—0,074 mm. Hienonnus tapahtuu märkäjauhatusena kumioidussa arinamylyssä. Jauhinkappaleina käytetään Ø 28 mm:n sylpebejä, joiden kulutus on n. 4 kg jauhettua rikastetonta kohti.

Jauhituksen jälkeen suodatetaan rikaste rumpusuotimella pelletoinnin vaatimaan kosteuteen 9,5%. Suodinpinta-ala on n. 23 m². Suodatuksen jälkeen rikaste joutuu siiloon, joka toimii 8 tunnin väliavarastona ennen pelletointia ja sintrausta.

Pelletointi

Rikasteen pelletointi tapahtuu pelletointilautasella sintraamon ylimmässä kerroksessa sintrausuunin syöttötasolla. Pelletointilautasen halkaisija on 5 metriä, sen kaltevuus lattiatasoon nähden on 50° ja kierrosnopeus 8 r/min. Sideaineena pelleteissä käytetään n. 1% bentoniittia. Kosteat pelletit seulotaan pelletoinnin jälkeen 10 mm:n rullaseulalla. Seulalan alite palautetaan pelletointiin ytimiksi. Seulalan ylittepelletit, joiden koko vaihtelee Ø 10–30 mm:iin syötetään sintraukseen.

Sintraus

Pellettien sintraus tapahtuu kaksikuiluisessa sintrausreaktorissa. Kuilujen poikkileikkaus on suorakaide (1,2 × 2,8 m) ja kuilujen yhteinen tilavuus on n. 60 m³. Sintraus voidaan jakaa neljään vaiheeseen: pellettien kuivaukseen, kuumennukseen, sintraukseen ja jäädytykseen.

Pellettien kuivaus tapahtuu uunissa välittömästi patjan pinnassa n. 10 cm:n matkalla. Tässä ja pellettien kuumennusvaiheessa estää sideaine pellettien särkymisen. Pellettien kuivalujuus (= puristuslujuus tasopintojen välissä) on 10–15 kg/pelletti. Kuumennus vaiheen aikana hajoavat rikasteessa olevat karbonaatit luovuttaen CO₂:n. Samoin poistuvat rikasteen kidevedet. Pellettien sintrauslämpötila on n. 1350°C. Sintrausvaiheessa sintraantuvat pelletin rikasterakeet toisiinsa niin, että pellettien lopullinen puristuslujuus on luokkaa 300 kg/pelletti. Sintrauksen yhteydessä hapettuu rikasteen sisältämä Fe₃O₄ ja n. 70% FeO:stä Fe₂O₃:ksi.

Sintrauksen lämmöntarpeesta vastaa 4 Urquhart-öljypoltinta (2 kuilua kohti). Polttoaineena näissä käytetään raskasta polttoöljyä, jonka kulutus on 20–30 kiloa tuotettua pellettitonniä kohti rikasteen laadusta riippuen. Pellettien jäädytys tapahtuu uunissa ns. alailmojen avulla. Pellettien ulostulolämpötila on n. 300°C.

Uunin muurauksesta voidaan mainita, että kuumen vyöhykkeen tiilet ovat alumo tiiliä (60–73% Al₂O₃) ja kylmempien vyöhykkeiden tiilet taas ovat shamottitiiliä (32–39% Al₂O₃).

Sintratut pelletit seulotaan 5 mm:n seulalla. Seulalan alite, jonka määrä on n. 2–3%, palautetaan sintrausprosessiin pelletoinnin kautta. Päälle 5 mm:n materiaali syötetään sulaton syöttösiiloihin.

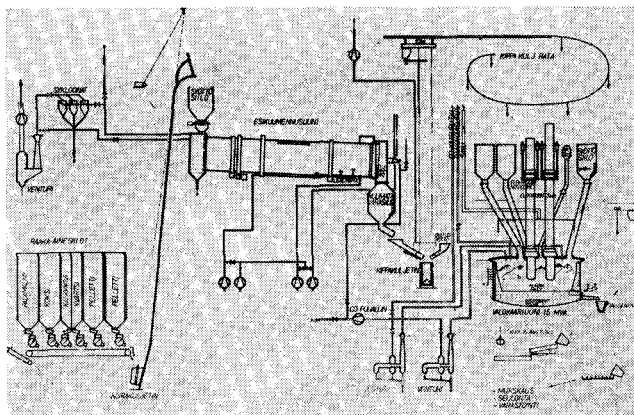
Summary:

The sintering plant

The fineness of the chrome concentrate from Kemi Mine is about 20%—0,074 mm. Before smelting the concentrate has to be pelletized and sintered, which take place in the sintering plant at Tornio Works. The concentrate is first steered to wet grinding and filtering. The fineness of the concentrate is after this about 85%—0,074 mm and its humidity is 9,5%. Pelletizing is performed with the pelletizing disc, (diameter 5 m). As the binding material in the pellets 1% bentonite is used. The pellets are sintered in the shaft kiln. Sintering temperature is about 1350 °C. After sintering the pellets are steered to sieving. The pellets over 5 mm are fed into the silos of the smelting plant and the material under 5 mm goes back to pelletizing and sintering.

Sulatto

Dipl.ins. Seppo Blomqvist



Raaka-aineet

Ferrokromin sulatuksessa käytetään raaka-aineina kromipellettejä, pelkistettyä kromirikastetta, Kemin palamalmia, kvartsia, dolomiittia ja koksia. Palamalmiin, kvartsin ja dolomiitin, jotka toimivat pääasiassa kuonanmuodostajina, kappalekoko on 1"–2". Pelkistimenä toimivan koksen raekoko on 3–10 mm ja 10–25 mm. Seossuhde pyritään määräämään niin, että kuonan kokoomus ($\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{SiO}_2$) on likimain 30–30–30% ja koksimäärä sellainen, että tuotteen analyysi Si:n suhteen on määrätty. Kuonan kokoomuksesta joudutaan kuitenkin usein tinkimään; esimerkiksi milloin käytetyn koksen rikki on korkea, joudutaan ajamaan emäksisemällä kuonalla.

Annostus

Raaka-aineet siirretään hihnakuljettimilla betonisiiloihin, joihin mahtuu n. 2–3 vrk tarve. Näistä syöttöseos annostellaan automaattisen punnituslaitteiston avulla hihnakuljettimelle ja edelleen koirakuljettimen avulla etukuumennusuuniin syöttösiiloon. Punnitus toimii panoksittain ja siihen on yhdistetty kirjanpitokone, joka rekisteröi syöttemäärät.

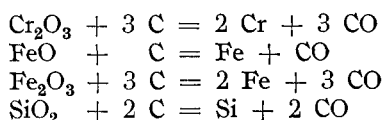
Etukuumennus

Syöttöseos kuumennetaan n. 1000°–1100°C lämpötilaan pyörivässä rumpu-uunissa, jonka nimellimitat ovat \varnothing 2,8 m \times 42 m. Polttoaineena käytetään valokaariuunissa syntyvää 90% CO-kaasua. Tällä toimenpiteellä saadaan syntynyt häkääsu tuhottua ja samalla säästetään sähköenergiaa sulatuksessa n. 800 kWh/tonni ferrokromia. Kuuma syöttöseos siirretään kippakuljettimella valokaariuunin syöttösiiloihin, joista se omalla painollaan valuu uuniin.

Sulatus ja valu

Varsinainen ferrokromin sulatus tapahtuu 24 MVA:n suljetussa ELKEM 3-vaihe valokaariuunissa, jossa on Söderberg-elektrodit.

Uunissa tapahtuvat pelkistysreaktiot ovat periaatteessa seuraavat:



Todellisuudessa reaktiot ovat kuitenkin monimutkaisempia, sillä lämpötilasta riippuen tapahtuu erilaisten karbidien ja silisidien muodostumista.

Sulatuksessa pelkistyneet metallit laskeutuvat raskaampina uunin pohjalle muodostaen ferrokromisulan ja muut aineet muodostavat sulan kuonakerroksen metallin pinnalle. Sulan metallin ja kuonan lasku tapahtuu kahden tunnin välein poraamalla laskureikä auki. Metallin ja kuona valuvat muurattuun senkkaan, josta kuona poistuu ylivuotona rakeistukseen. Laskussa on kuonan lämpötila n. 1700°C ja metallin n. 1600°C. Astiaan jäänyt ferrokromi valetaan n. 2 tonnin painoisiksi harkoiksi.

Tuotteen käsittely

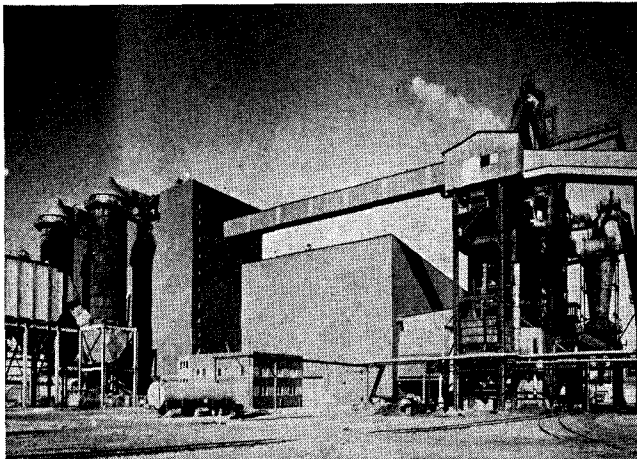
Ferrokromiharkot eivät sellaisenaan ole valmiita markkinoitaviksi, vaan ne joudutaan murskaamaan 1"–6" raekokoon. Tämä tapahtuu kahdella erityisesti tähän tarkoitukseen konstruoidulla murskaimella. Murskattu ja seulottu ferrokromi markkinoidaan pääasiassa bulk-tavarana, mutta jonkin verran myös pakattuna puulaatikoihin tai peltitynnyreihin. Pääasiallisin markkinointikohde on Eurooppa, mutta myös USA:han, Australiaan ja Japaniin on jonkin verran ollut toimituksia.

Summary:

The charge for smelting of ferrochrome, consisting of chrome concentrate pellets, lump ore, coke, quartzite and dolomite, is charged with an automatic weighing system. The charge is preheated in a rotary kiln to 1000–1100 °C. The carbon monoxide gases of the electric arc furnace are used as combustible. Ferrochrome is smelted in 24 MVA ELKEM 3-phase electric arc furnace. Metal is casted in moulds and crushed into pieces of 1"–6" and marketed either in bulk or packed in pallet boxes or steel drums.

Koverharin LD- ja tankovalulaitos

Dipl.ins. A. Jernström, dipl.ins. P. Kostamo ja dipl.ins. T. Hätönen



Kuva 1. Yleiskuva terästehtaasta

1. Johdanto

Koverhar sijaitsee Hankoniemen kaakkoisrannalla Tammissaaren ja Hangon puolivälissä (23° 19' it. pit., 59° 53' pohj. lev.)

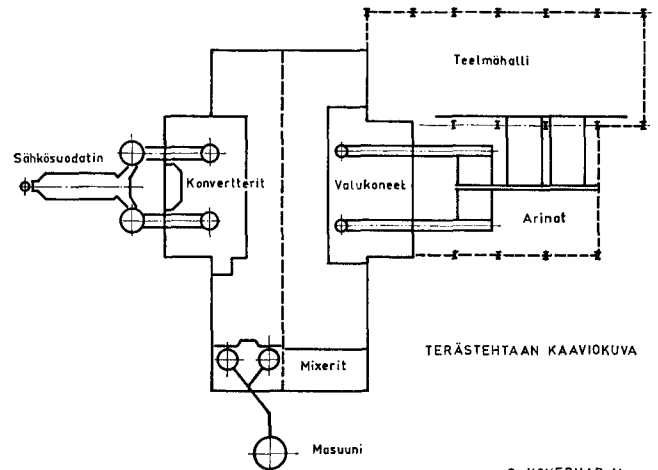
Ensimmäinen vaihe, masuunilaitos, aloitti tuotantonsa v. 1961. Harkkorautatoimitukset ovat menneet OVAKO:oon, Domnarfvet:iin, sekä useille muille asiakkaille.

Päätös terästehtaan rakentamisesta tehtiin helmikuussa v. 69.

Eri kehitysvaiheet voidaan luetteloida seuraavasti:

- Rakennuspäätöksen toteuttamista varten nimetty projektiryhmä piti ensimmäisen kokouksessa 19. 3. 69.
- Terästehtaan pääkoneistot tilattiin elokuussa 1969.
- Peruskivi muurattiin 23. 3. 70.
- Terästedasrakennuksen ensimmäinen seinäpilari pystytettiin 14. 5. 70.
- Elokussa -70 tehtaan teräsrunko oli pystyssä ja koneasennukset olivat käynnissä.

- Happitehtaan päätislauskolonne nostettiin paikalleen 5. 8. 70.
- Käyttömiehistön 4 ensimmäistä ammattikurssia alkoivat 7. 9. 70.
- Terästehtaan harjannostajaisia vietettiin 18. 9. 70.
- Terästehtaan rungon loppukatselmus oli 17. 12. 70.
- Ensimmäinen kuumakoe suoritettiin 26. 4. 71.



Kuva 2. Kaaviokuva terästehtaasta

Oy KOVERHAR Ab

2. Terästehtaan laitteet

2.1 Mikserit

Mikserit (2 kpl) ovat nk. kipattavaa senkkatyyppeä, kapasiteetiltaan 300 tn kumpikin. Laitteiston on toimittanut DEMAG AG.

Vuorauksena on MgO-tiilet, kannen ollessa Cr₂O₃-MgO-massaa.

Tarvittava lisälämpö miksereihin tuodaan kansiin sijoitetuilla öljypolttimilla.

2.2 LD-konvertterit

2.2.1 Konverttereja on 2 kpl, à 50 tn, tilavuus 36,6 m³. Yksi konverttereista on kerrallaan käytössä, toisen ollessa vuoraukorjauksessa tai reservinä mahdollisen häiriön sattuessa.

Konvertterilaitteet on toimittanut VÖEST AG. Vuorauksena on toistaiseksi käytetty kauttaaltaan dolomiittia; lähitulevaisuudessa kuitenkin siirrytään nk. kombinaatiovuoraukseen, jossa voimakkaimmin kuluvat kohdat on korvattu dolomiittia kestävämmällä vuorauksmateriaalilla. Happilanssi on 3-reikäinen, reiän halkaisija 26 mm; O₂-virtausnopeus max 10 000 Nm³/h 10 kp/cm²:n paineella.

2.2.2 Siilot

Yläsiiloja on 11 kpl seuraavasti

- 4 kpl CaO
- 2 » LD-pöly
- 1 » Malmi
- 1 » Koksi
- 1 » FeSi
- 1 » Bauksiitti
- 1 » Fluspaatti

Annostelu konvertteriin tapahtuu vaaka- ja välisiilojen kautta. CaO ja malmi annostetaan automaattisesti ennalta määrätyn ohjelman mukaisesti.

Alasiiloja on 5 kpl:

- 1 kpl SiMn
- 1 » FeSi
- 1 » FeMn (C)
- 1 » FeMn
- 1 » varalla (esim. FeCr tai FeMn (N))

Annostus valusankoon tapahtuu raakavaunun ja välisiilon kautta.

2.2.3 Kamina

Putkityyppien kaminan alaosan muodostaa nk. huuva. Tämän jälkeen on pystysuora osa, sen jälkeen vuorattu väliputki, mikä edelleen liittyy jäädytystorniin.

Savukaasujen lämpötila on konvertterin suuaukossa n. 1700°C ja väliputkessa n. 1000°C. Höyrymäärä on n. 9 tn yhtä puhallusta kohti.

2.2.4 Pölynerotus

Nk. LD-pölyä muodostuu n. 700 kg/puhallus. Pöly on koostumukseltaan etupäässä hienojakoista rautaoksidia.

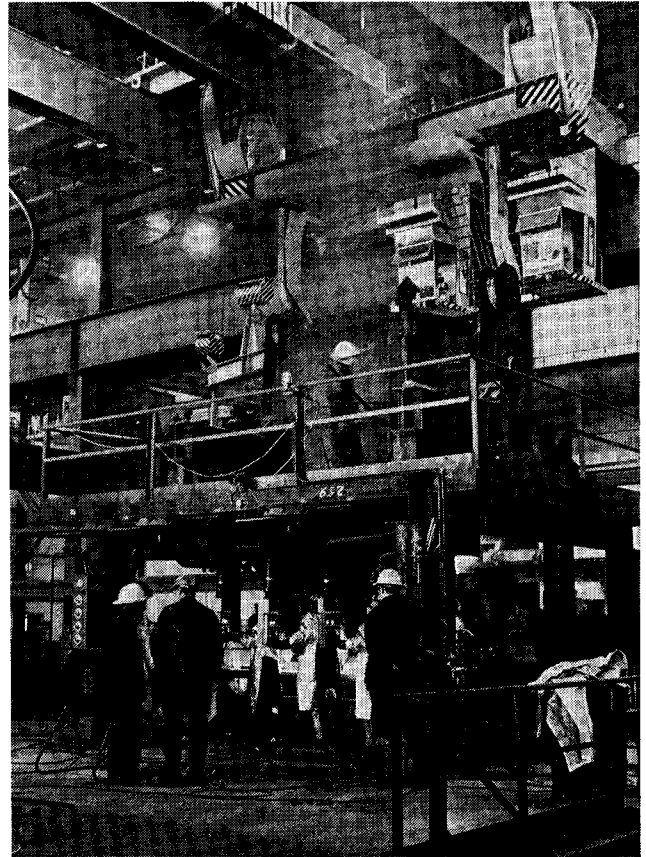
Erotus tapahtuu 3-vaiheisessa sähkösuodatinlaitteistossa, toimittajat Suomen Puhallintehdas ja Svenska Fläktfabriken.

Kuivana saatava LD-pöly johdetaan sähköfilttereistä umpinaisella kuljettimella sille varattuun siiloon ja panostetaan edelleen konvertteriin.

Valmistaja takaa läpimenevälle kaasulle puhtausasteen max 150 mg/m³.

2.2.5 Valuhallilaitteisto

Laitteistoista mainittakoon valusankojen kuumennuspaikat, sulkutankojen kuivausuuni sekä teräksen ja kuonan siirtoon tarvittavat vaunut.



Kuva 3. Tankovalukone

3.2 Tankovalulaitteisto

Kaikki tankovalulle tuleva teräs kaasuhuuhdellaan typellä, joka saadaan omalta happitehtaalta. Huuhtelu tapahtuu valusankoon laskettavalla huuhtelutangolla.

Valukoneita on kaksi kappaletta, molemmat ovat nelitankoisia. Koneet ovat Concast-S-tyyppisiä, Schloemanin ja Gränges Engineering'in toimittamia. Teelmäkoko on 100 × 100 mm ja koneen taivutussäde on 5 m. Itse kone muodostuu seuraavista pääosista:

- Valusankoteline
- Väliallas, vetoisuus n. 4 tn, suutiilien Ø 14 mm ja niiden välinen etäisyys 900 mm. (Väliallasvaunuja ja — esikuumennuspaikkoja on 3 kpl)
- Kokillit, jotka on valmistettu kuparista, niiden pituus on 800 mm, ne on syövytetty puolikartioksi (sivun pituus on yläpäässä 0,8 mm suurempi kuin keskellä ja alhaalla), kulman pyörityssäde on 6 mm ja kokillit on kovakromattu sisäpinnaltaan 0,08 mm paksuisella kerroksella. Kokillin ulkopinta on vesi-jäädytetty ja sisäpinnalla on rypsiöljyvoitelu.

- Kokillin liikekoneisto, jolla aikaansaadaan 5 m:n sädettä seuraava edestakainen liike, jonka nopeus vaihtelee sinimuotoisesti. Iskutiheys on joko 150 iskua/min tai 100 iskua/min ja iskunpituus on säädettävissä välillä 0–24 mm.
- Kokillin alapuolella sijaitseva toisiojäähdytysrengas, jossa on 8 teelmää kohti suunnattua täyskartiovesisuutinta.
- Toisiojäähdytyskaari, jonka kaikille neljälle sivulle on kiinnitetty samanlaisia vesisuuttimia kuin toisiojäähdytysrenkaassa n. 30 cm välein. Toisiojäähdytys- on jaettu kahteen vyöhykkeeseen, joiden vesimäärä on erikseen säädettävissä.
- Veto- ja oikaisukone, jossa on kolme rullaparia, näistä kaksi ylärullaa on vetävä, muiden ollessa vapaarullia. Molemmilla vetävillä rullilla on oma tasavirtamootorinsa jotka ovat tyristoriohjattuja. Tarvittava puristusaine rullille saadaan erillisestä hydrauliliikkayksiköstä.
- Välirollerata, jota pitkin tanko siirtyy leikkurille.
- Leikkuri, joka on hydraulinen. Maksimi leikkausvoima on 200 tn. Leikkauksen aikana koko leikkuri liikkuu tangon mukana sen nopeudella, liike aikaansaadaan hydraulisesti. Leikkuri on automaattinen, se saa leikkauskäskyn elektronisesti laskijalaitteelta johon haluttu teelmän pituus on asetettu. Leikkauksen tarkkuus on ± 3 mm.
- Leikkurin jälkeinen rullarata, jota pitkin teelmä siirtyy työntäjälle. Tällä rullaradalla on myös automaattinen leimauslaite, joka iskee jokaisen teelmän päähän sulatuksen ja linjan numeron.
- Työntäjä, joka siirtää teelmät jäähdytysarina I:lle.
- Jäähdytysarina I, joka on ns. askelpalkki-tyyppinen, ts. jokaisen liikkeen aikana teelmät pyörähtävät 90° pituusakselinsa ympäri ja siirtyvät samalla eteenpäin arinalla. Tämä takaa tasaisen jäähtymisen ja suoran teelmän. Arinan liike aikaansaadaan hydraulisesti ja se pystyy käsittelemään teelmäpituudet 2–9,2 m.
- Siderullarata, jota pitkin teelmät siirtyvät jäähdytysarina II:lle.
- Jäähdytysarina II, joka on samantyyppinen kuin arina I. Arinoille I ja II mahtuu yhteensä n. 100 tn teelmiä, siis kaksi sulatusta.
- Niputusrullarata, joka vie teelmät niputuskoneelle.
- Niputuskone, joka koostuu heittäjistä, jotka poistavat teelmät rullaradalta ja taskuista, joissa teelmät niputetaan n. 5 tn taakoiksi.
- Koko arinasysteemi leikkureilta niputuskoneelle on täysautomaattinen.

2.4 Nosturit ja kuljettimet

Nostureita on terästehtaalla 11 kpl:

- panostusnosturi + aputelferi
- romunpanostusnosturi
- konvertterin muurausnosturi
- lassinosturi

- sulkutankojen nosturi
- valunosturi
- valuhallin huoltonosturi
- tankovalun huoltonosturit 2 kpl
- teelmähallin nosturi

Materiaalien siirrot tapahtuvat hihnakuljettimilla raaka-ainevaraston siiloista (2 kpl) LD-laitoksen ylä- ja alasiiloihin.

Nosturit ja kuljettimet on toimittanut KONE OY.

2.5 Happitehdas

Happitehtaan on toimittanut LINDE AG. Laitos on kapasiteetiltaan 6000 Nm³/h min 99,5%:sta happea.

Päälaitteet ovat:

- 4-asteinen turboahdin
- kivitäytteiset regeneraattorit
- expansioturbiinit
- tislaukskolonni
- 2-askelinen turboahdin puhtaalle hapelle
- mäntäkompressori sekä 2 kpl à 150 m³ välisäiliöitä

2.6 Laboratoriot

Aikaisemman nk. märkälaboratorion lisäksi on hankittu laitteet erilaisia analyysejä varten kuivamenetelmällä.

Päälaitteiston muodostaa ARL-17000-Röntgenspektrometri rikaste-, sintteri-, rauta-, teräs- ja kuonanäytteitä varten.

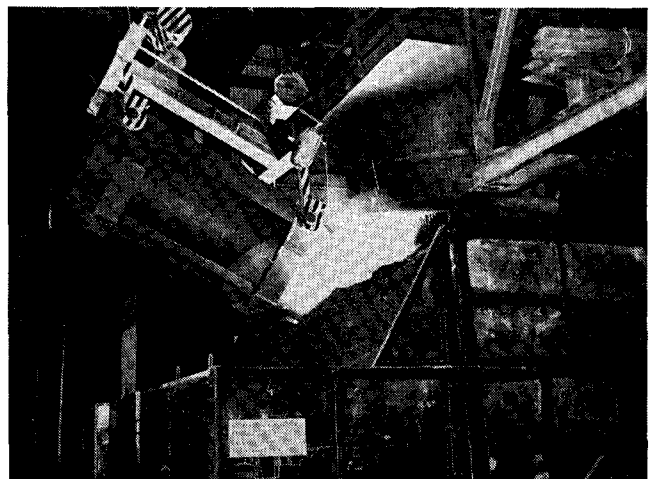
Analysointiaika on n. 1 min. Analyysi käännetään %-yksiköiksi Mincal-tietokoneella. Hiili määritetään LECO-analysaattorilla, samoin typpi.

Lisäksi kuuluvat laboratorioon tarvittavat laitteet näytteiden valmistamiseksi.

3. Prosessin kuvaus

3.1 Teräksen valmistus

Masunin lasku tapahtuu suoraan miksereihin, siis ilman välisiirtoja. Tämä on harvinainen ratkaisu, mutta on täällä osoittautunut käyttö-kelpoiseksi.



Kuva 4. Romun panostus konvertteriin

Mikseriraudan analyysi on keskimäärin seuraava:

C n. 4,3%, Si n. 0,7%, Mn n. 0,7%, P ja S max 0,050%

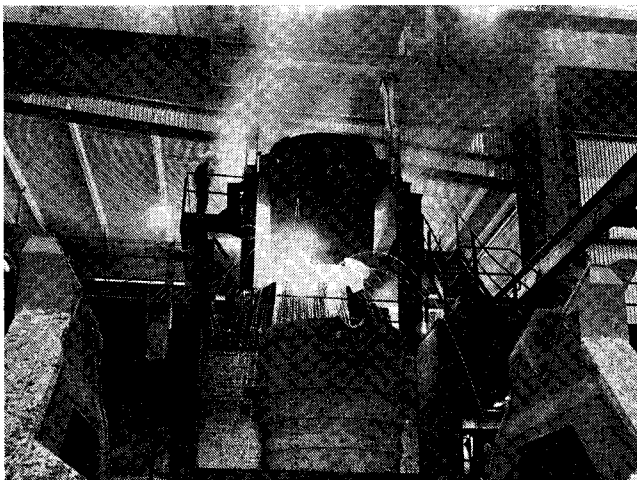
Rauta on analyysiltään hyvin sopivaa LD-valmistuksen raaka-aineeksi.

Mikseristä panostuksenkaan kipattu sula raakarauta tuodaan nosturilla kuonanvetopaikalle, jossa kuonanpoiston lisäksi suoritetaan lämpötilan mittaus sekä näytteenotto.

Ennen puhalluksen aloittamista on tällöin käytävissä pääraaka-aineen määrä (nosturivaaka), analyysi ja lämpötila. Näiden tietojen avulla määritetään tarvittavat CaO- ja jäähdytysmateriaalimäärät.

Fe-panos muodostuu seuraavista aineista ja määristä (keskiarvoja):

— sula raakarauta	48 tn
— romua	2,5 tn
— LD-pölyä	0,7 tn
— malmia	0,7 tn



Kuva 5. Teräksen valu senkasta välialtaaseen

Panostuksen jälkeen aloitetaan välittömästi puhallus, samoin kalkin ja fluksiaineiden lisäys alkaa.

Periaatteena on, että puhalluksen ensimmäisen puoliskon aikana on kaikki CaO ja malmi lisätty konvertteriin.

Puhallusaika on n. 17 min, jonka jälkeen konvertteri kipataan näytteenottoasentoon C-pikamääritystä sekä lämpötilan mittausta varten.

Tämä toimenpide uusitaan mahdollisen korjauspuhalluksen (esim. C korkea tai lämpötila liian matala) jälkeen. Lisäksi otetaan spektrometrinäyte, joka lähetetään putkipostilla laboratorioon analysoitavaksi.

Kun analyysi on saatu, määritetään tarpeellinen seos, varataan seosaineet siiloista ja aloitetaan kaato.

Kaikki seostus sekä teräksen tiivistäminen tankovalettavaksi tapahtuu valusenkkaan kaadon eri vaiheissa.

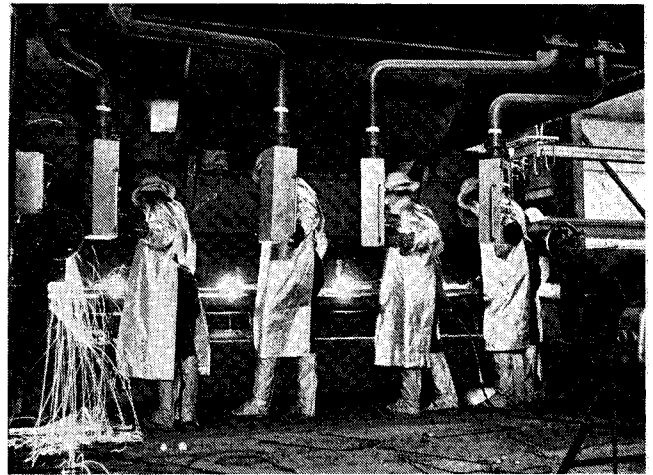
Kaatoaika on n. 5 min, jonka jälkeen tapahtuu kuonan kaato vastakkaiselle puolelle.

Tavoitelämpötila valusangossa on välillä 1600°C — 1640°C riippuen valmistettavasta laadusta.

3.2 Teräksen tankovalu

Kuten laitekuvauksen yhteydessä mainittiin, huuhtelaa kaikki tankovalulle tuleva teräs n. 15 sek. tyypellä, jonka jälkeen mitataan lämpötila. Typenpaine on 4kp/cm. Huuhtelun tarkoitus on tasoittaa mahdolliset lämpötilaerot sangon pohjan ja pinnan välillä sekä aikaansaada seosaineiden tasainen jakautuminen sulaan. Mikäli teräksen lämpötila on liian korkea, sitä voidaan laskea kaasupuhalluksella ja romun lisäyksellä.

Kaasuhuuhtelun jälkeen valusanko nostetaan valukoneen päälle ja sulkutanko avataan. Välialtaan suutiilet on ennen valun aloitusta suljettu asbestitulpilla, jotka avataan välialtaan täytyttyä sulalla teräksellä, ts. välialtaassa ei ole sulkutankoja. Valun aikana teräksen pinta välialtaassa pyritään pitämään vakiona valusangon sulkutangon avulla. Teräksen lämpötila välialtaassa on n. 1490°—1550°C analyysistä riippuen. Mikäli lämpötila on liian matala sitä voidaan kohottaa lisäämällä välialtaaseen CaSi:tä ja puhaltamalla pinnan alle hapetta.



Kuva 6. Teräksen valu käynnissä tankovalulaitoksella

Valunopeus on n. 2,5—2,8 m/min, ja valuaika n. 55 min, kun kaikki neljä linjaa ovat mukana.

Kokillijäähdytysveden määrä on 1100 l/min/linja ja sen lämpötila kohoaa n. 8°C. Tangon jähmeän kuoren paksuus välittömästi kokillin alla on n. 8 mm ja sen lämpötila n. 1100°C.

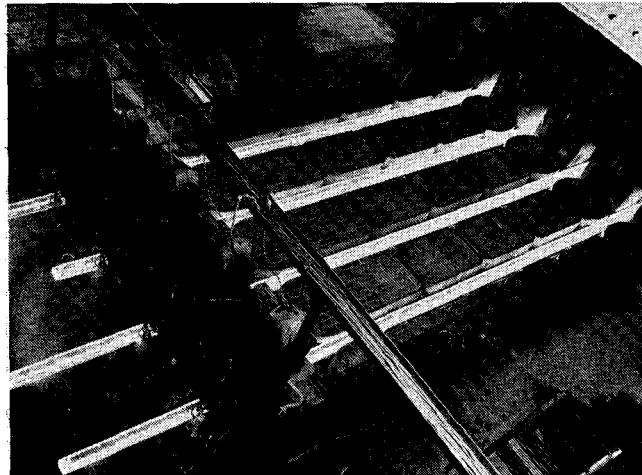
Toisiojäähdytysveden määrä on n. 350 l/min/linja. Tangon pinta-lämpötila pyritään pitämään toisiojäähdytyksen aikana vakiona tasaisen jähmettymisen varmistamiseksi.

Toisiojäähdytyksen jälkeen tangon metallurginen rakenne on seuraava: hienorakeinen pintakerros n. 5—7 mm, joka on syntynyt nopean jähmettymisen aikana kokillissa ja karkearakeinen sisäosa joka on syntynyt toisiojäähdytyksessä. Kokonaisuuena ottaen nopean jähmettymisen vuoksi suotautumia ei ole.

Arinoilla tapahtuvan jäähtymisen aikana ei teelmien rakenne enää muutu. Niputukseen tullessaan niiden lämpötila on n. 180°C joten ne voidaan nostaa suoraan rautatievaunuihin.

Teelmien laatutaso on ollut varsin tyydyttävä, niinpä mm. kokilliliikkeen aiheuttamat iskunjäljet ovat olleet

pieniä, samoin sälöjä ei yleensä ole havaittu. Sisäisen rakenteen selvitys ja toisiojäähdytyksen ohjaus tullaan tekemään ns. Bauman-kuvien perusteella, joiden valmistamista varten tarvittava laitteisto on tätä kirjoitettaessa rakennusvaiheessa.



Kuva 7. Teelmien veto ja oikaisu sekä hydraulinen leikkaus

Tankovalulaitos on suunniteltu siten, että perättäisvaluja (= valetaan kaksi tai useampia sangollisia terästä samalla välialtaalla valua välillä keskeyttämättä) voidaan tehdä helposti. Tämän hetkinen käytäntö on se, että valetaan kaksi valua perättäin, jonka jälkeen joudutaan vaihtamaan väliallas. Myös kolme valua perättäisenä on kokeiltu, mutta välialtaan suutiilien kulumisen vuoksi ovat valunopeudet kolmannen valun aikana nousseet liian suuriksi (3 m/min), mistä syystä läpijuoksuvaara kasvaa ja enemmistä kokeista on toistaiseksi luovuttu. Lähitulevaisuudessa tullaan kokeilemaan parempia suutiilejä, jolloin 5—7 valua perättäisenä on täysin mahdollista.

4. Tuotannon kehittyminen

Tuotanto aloitettiin kahdessa vuorossa, sulatuksien lukumäärän rajoituksessa kuitenkin 3—5 kpl:een johtuen siitä, että mikserit eivät vielä olleet käyttökunnossa (raakarauta otettiin masuunin laskun yhteydessä).

Kesäkuussa tuotanto nousi 1000—1500 tn:iin viikossa. Juhannuksen jälkeen tapahtui siirtyminen 3-vuorotyöhön ja tuotanto nousi n. 2000 tn:iin viikossa.

Syyskuussa tuotanto oli n. 11 000 tn, ja paras vuorokausituotanto on tähän mennessä ollut 744 tn teelmiä.

Tuotanto jatkuu toistaiseksi 15 viikonvuorossa.

Mainittakoon tässä yhteydessä, että laitoksen vuosikapasiteetiksi on laskettu 350 000 tn teelmiä.

5. Valmistettavat teräslaadut

Valmistusohjelma on toistaiseksi käsittänyt kymmenkunta erilaista laatua.

C-pitoisuus on vaihdellut välillä .07—.70%, Si .10—.35% ja Mn .40—1,50%. P ja S ovat kaikille laaduille olleet .040% max

Teelmien pituudet ovat vaihdelleet välillä 2,0—9,1 m.

Suurin toimitus toistaiseksi on mennyt Brasiliaan, käsitäten yhteensä 20 000 tn teelmiä.

6. Työvoima

3-vuorotyöhön tarvittavasta työvoimasta on suurin osa saanut koulutuksensa 6—8 kk. kestäneillä ammattikursseilla. Onnistuneeksi katsottava koulutus käsitti sekä teoreettista opetusta, että käytännön harjoitteluja. Harjoittelu tapahtui pääosiltaan OVAKO:n tuotantolaitoksilla, mutta myöskin mm. Rautaruukki Oy:ssä LD-harjoittelun osalta.

Lisätyövoima, kun siirretään 4-vuorotyöhön, on tarkoitus kouluttaa vastaavanlaisilla kursseilla, harjoittelu paikkana on yksinomaan Koverharin Rauta- ja Terästehdas.

Summary:

Koverhar steel works has started in april 1971. The production is based on BOF-continuous casting line with an annual capacity of 350,000 ton billets.

The steel qualities have until yet been different construction steels with carbon-content from 0,07 to 0,70 %.

One of the main principles in the compact plant is, that the blast furnace is tapping directly into two mixers, and an other, that BOF-precipitate is charged back into converters.

New method for the production of liquid sulphur dioxide

Hans Josephsson, M. Sc. Mech. E. STAL Refrigeration AB, Norrköping, Sweden

STAL Refrigeration AB of Norrköping, Sweden, has delivered a plant for separation of SO_2 , working on the principle of partial condensation to *Swedish Lurgi*, on behalf of Stora Kopparberg's sulphuric acid factory at Falun.

The following gives some viewpoints on this new method.

The market for sulphur dioxide

The world market for sulphur dioxide is not dynamically growing but cellulose, synthetic fibre and foodstuff industries are stable consumers of the substance.

Gaseous SO_2 is often manufactured locally by the consumers but for economic reasons, and with regard to pollution, there is a tendency towards large-scale production in special plants entirely made for SO_2 . In such cases and for natural reasons, sulphur dioxide will be distributed in liquid form.

Various methods for liquid SO_2 production

In the traditional plants, one has attempted to attain a liquefaction efficiency as high as possible. Plant economy

Jatk. siv. 103

Myyntipellettien analyysit liikkuvat seuraavissa rajoissa:

$Cr_2O_3 = 42$	-45%	$MgO = 12,0$	-10%
Fe	$17,5-19\%$	$CaO = 1,0$	$-0,3\%$
$SiO_2 = 5,5$	$-3,5\%$	$P = 0,003$	$-0,002\%$
$Al_2O_3 = 13,5$	$-14,0\%$	$S = 0,01$	$-0,005\%$

Pellettien toimitukset tapahtuvat Cr_2O_3 -pitoisuuden pohjalla. Ns. väkevöidyn ferrokromin laatuluokat ovat periaatteessa samat kuin 52% kromia sisältävän ferrokrominkin. Kromipitoisuus on tällöin tietenkin korkeampi ja rautasisältö pienempi. Hiilipitoisuus on myös hieman korkeampi, mutta metallista rautaa seuraavien epäpuhtauksien kuten esimerkiksi rikki-, fosfori- ja koboltti-pitoisuudet ovat alhaisemmat.

Summary:

For production of ferrochrome, on the basis of Kemi chrome concentrate, at Outokumpu Oy, Tornio Works, the development of new upgrading and pelletizing — sintering methods as well as the development of the most economic smelting process have been accomplished.

At the beginning the production was planned to be 28 000 tons per year but the development of the equipments and production methods has permitted the production of about 40 000 tons per year.

Nowadays only ferrochrome, with 52 % chrome is produced, but it is also possible, if needed, to produce ferrochrome containing 65—70 % chrome.

Besides of ferrochrome deliveries to customers, there are also possibilities to deliver chrome pellets to other ferrochrome producers.

Vuorimiesyhdistyksen jaostojen jäsenyys ja tarkistettu jäsenluettelo

Yhdistyksessä on nyt neljä jaostoa uusimman rikastus- ja prosessitekniikan jaoston aloitettua tänä vuonna toimintansa. Jotta jaostot toteaisivat täsmällisen jäsenmääränsä ja sen mukaan voisivat järjestää tarkoituksenmukaista toimintaa, pyydetään jäseniä oheista korttia käyttäen 15. 1. 72 mennessä ilmoittamaan vastaisen osallistumisensa jaostotoimintaan. Vakiintuneen käytännön mukaan on yhdistyksen jäsenellä ollut mahdollisuus kuulua yhteen tai useampaan jaostoon. Koska yhdistyksen jäsenmäärä on viime vuosina kasvanut varsin nopeasti, pitää yhdistyksen hallitus suositeltavana, että kukin jäsen kuuluisi vastaisuudessa yhteen omaa toimialaansa parhaiten edustavaan jaostoon.

Muut kortissa pyydyt tiedot tulevat ensi vuonna julkaistavaan jäsenluetteloon.

and environmental factors have been determining considerations for the optimal liquefaction efficiency. Production and liquefaction of SO_2 have either taken place in plants specially built for this purpose or in connection with some metallurgical industries where gaseous SO_2 is obtained both as a valuable and — from the environmental point of view — disastrous by-product. In such processes, a refrigeration plant is required, the type of which depends on the liquefaction pressure. The process is based on the method of absorption of SO_2 in water — evaporation of a high percentage gas and finally, liquefaction either by means of water-cooling (at comparatively high pressures) or refrigeration.

The new method means, however, that the raw gas from the sulphur or pyrite oven, instead of being absorbed and evaporated, is taken direct to a liquefaction plant in which an economically optimal portion of the gas is separated. The residual gas contains, however, so much SO_2 that, for economical reasons and with regard to pollution, it cannot be exhausted to atmosphere. For this reason the new process presupposes an alternative use of SO_2 usually the production of H_2SO_4 . Fig. 1 shows the principle of the process.

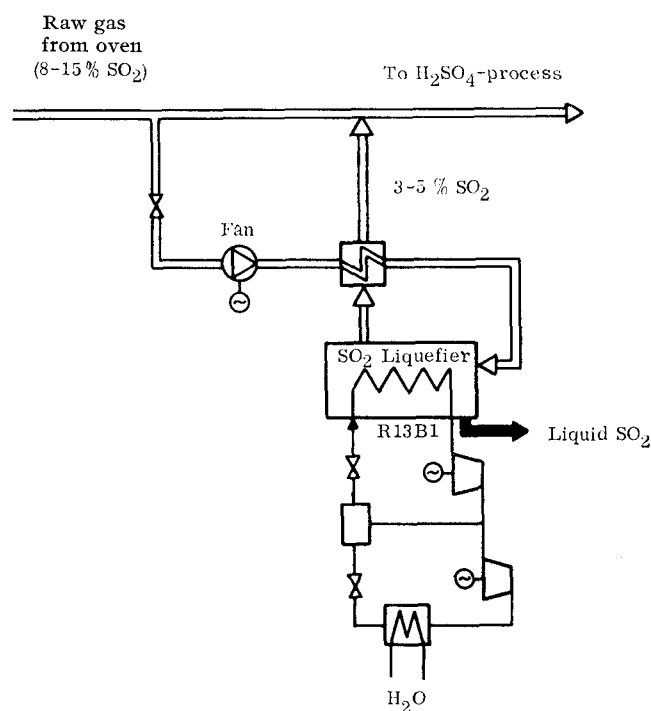


Fig. 1. Principle diagram of the partial separation process

Liquefaction takes place at a far lower temperature than that of the traditional method, which means that the specific power consumption for the liquefaction itself becomes fairly high. On the other hand, energy is saved because of the absence of pumping work for absorption water which is considerable at high water temperatures and of steam for the evaporation, both necessary in the traditional method.

The table below shows approximate values of some parameters determining the running costs of the two alternatives, but it should be noted that these costs largely depend on gas analysis, water temperature and liquefac-

tion efficiency, and they therefore only indicate how a technical/economical analysis could turn out in a specific case.

	Absorption/ evaporation method	Partial separation method
Power consumption, kWh/kg SO_2	0.08	0.2
Water consumption, m^3 /ton SO_2	80	53
Steam consumption, kg/ton SO_2	3000	—

To make the picture complete, the difference in investment should be assessed, and the ratio between the investment for the traditional method versus the new one has proved to be around 1.5.

Experience has shown that if an industry, which for various purposes consumes SO_2 , has the choice between the two processes, partial separation is generally the more advantageous, unless very special circumstances should prevail (cheap steam and cold water). To the mere viewpoints of profit must be added the flexibility of the method. The production of SO_2 and H_2SO_4 can always be adapted to the existing market conditions. Another argument in favour of the new method is naturally the fact that no pollution by SO_2 occurs.

Important parameters on the gas side

For a fixed amount of liquefied SO_2 and a given raw gas analysis, the raw gas flow can be chosen optionally. A high flow means a lower liquefaction efficiency with a higher condensation temperature as a result, and vice versa. The choice has naturally a bearing on both running and fixed costs, and fig. 2 shows these as a function of

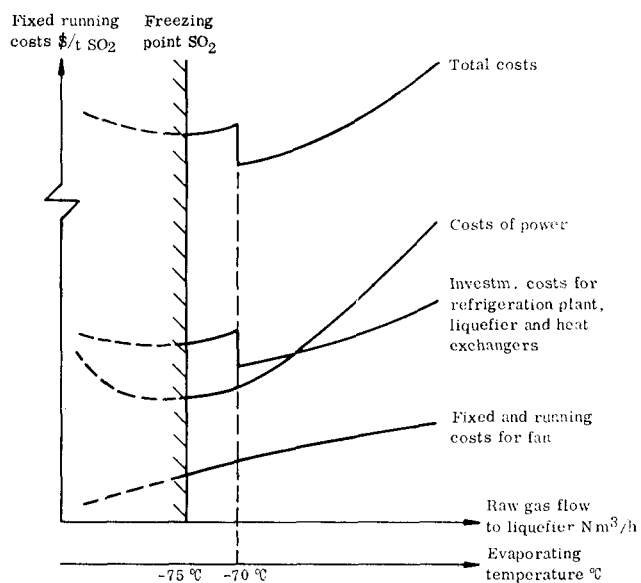


Fig. 2. Tendencies of cost functions determining raw gas flow to liquefier

the gas flow. As there is a definite relation between the flow and the liquefaction temperature (and thus also the evaporating temperature), the abscissa has a temperature scale.

The proportion of the costs could be discussed. The essential thing is, however, that investment costs have a discontinuity due to demand for more advanced materials at low temperatures, which gives a minimum of the total costs depending on the norms to be used. A factor that further limits the adoption of lower temperatures is the freezing point of SO_2 , which lies at about $-75^\circ C$.

Utilization of cold residual gas to precool the raw gas is a necessity from the economical point of view. Fixed and running costs for the total plant and the investment costs of the heat exchangers decide the optimum degree of precooling, and in most cases the calculation has shown that precooling down to about $-40^\circ C$ is optimal.

The refrigeration circuit

The design of the refrigeration circuit is also a result of optimization considerations, and *fig. 3* shows the overall arrangement of a plant.

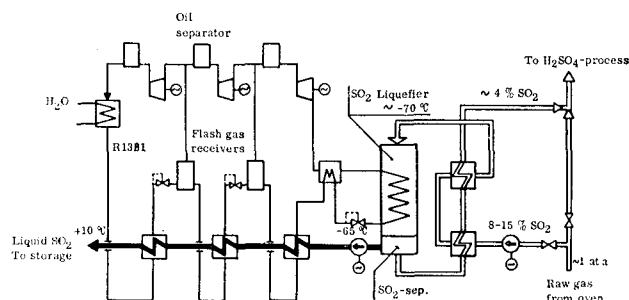


Fig. 3. Diagram of refrigeration plant for partial separation of SO_2

The refrigeration part of the plant is based on the use of screw compressors, which are particularly suitable with regard to the high pressure ratios. The requirement for good power economy is pronounced, however, for which reason compression generally takes place in several stages (in this case 3), with intercooling by means of flash gas. This kind of intercooling has its advantage in simplicity and in the fact that the oil flow to the evaporator becomes reduced.

In order to improve the power economy still further, and in order to bring the liquefied SO_2 to a suitable temperature before storage, there is a gradual exchange of heat between refrigerant condensate and liquefied SO_2 .

It should also be mentioned that the R13B1 refrigerant is used with the aim of keeping down the swept volumes and minimizing the power consumption.

As mentioned above, one of the main motives for the partial separation method is to secure a possibility for variation of the production of SO_2 and H_2SO_4 . This causes a requirement for continuous capacity control within wide limits and with maintained good power economy. As is probably known, one of the principal features of the screw compressor is this capability.

The plant can be started to full load without auxiliary apparatus. Within a very short time, the nominal temperature and pressures are reached, and a proportional electro-hydraulic control system then maintains evaporation and intermediate temperatures at constant and accurate values, independently of the SO_2 production.

The demand for high availability of the plant is imperative, and the 40 000 operating hours between overhaul of the screw compressors satisfies this demand. Stand-by equipment as well as components specially designed for continuous operation at low temperatures are other features that contribute to maintaining a high availability.

SO_2 liquefier — refrigerant evaporator

The SO_2 liquefier is a shell-and-tube evaporator with a liquid separator mounted on its top. The SO_2 gas flows through the tubes and before the residual gases are fed further to the H_2SO_4 process, all liquefied SO_2 is separated in a special vessel. The liquefier is supplied as a complete unit mounted in a casing with insulated walls and containing all auxiliaries, e.g. expansion valves, oil returner, relief valves, etc. *Fig. 4* shows a gas liquefier ready for delivery. The advantage of this unit design is that all parts of the evaporator can easily be inspected without damaging the insulation.

The evaporator design is optimal with regard to pressure drop, heat transfer, refrigerant volume and investment.

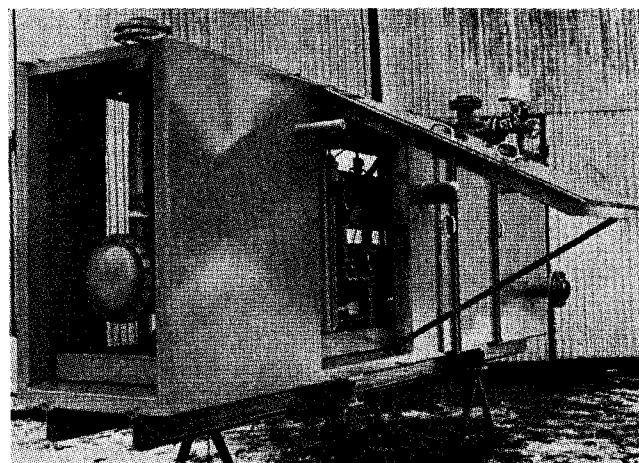


Fig. 4. Gas liquefier prior to delivery

Summary/Resumé

A new method for partial condensation of sulphur dioxide from low-percentage raw gas is introduced. A comparison with the traditional method for production of liquid sulphur dioxide is made, particularly with regard to application and economy. Considerations in connection with the refrigeration circuit employed are also presented.

Une nouvelle méthode pour la condensation partielle d'anhydride sulfureux du gaz brut à bas titre est introduite.

Une comparaison avec la méthode traditionnelle pour la production de l'anhydride sulfureux est faite, particulièrement en ce qui concerne l'application et l'économie.

Des considérations relatives au circuit frigorifique employé sont également présentées.

Kansainvälisen kalliomekaniikkayhdistyksen järjestämä Symposiumi Nancy'ssa, Ranskassa 4-6. 10. 1971

Prof. Paavo Maijala

Johdannoksi lienee aihetta kertoa lyhyesti tämän kansainvälisen yhdistyksen toiminnasta.

International Society for Rock Mechanics (ISRM) on verrattain nuori yhdistys, niin kuin on kalliomekaniikkakin tunnustettuna tieteenä nuori. Yhdistys perustettiin prof. Leopold Müller'in toimesta Salzburgissa Itävallassa v. 1962. Hän toimi yhdistyksen puheenjohtajana vuoden 1966 syksyyn saakka, jolloin Lissabonissa valittiin uudeksi puheenjohtajaksi Manuel Rocha, Portugalista.

Tämä yhdistys (ISRM) järjesti ensimmäisen kansainvälisen kongressin Lissabonissa 1966. Kongressiin osallistui 42 maasta 854 kalliomekaniikasta kiinnostunutta henkilöä — sekä tiedemiehiä että käytännön miehiä, — fyysikkoja, matemaatikkoja, insinöörejä, geologeja ym. — Suomesta oli 6.

Yhdistyksen toimintaohjelmaan kuuluu kansainvälisen kongressin järjestäminen joka neljäs vuosi sekä väli-vuosina symposiumien järjestäminen. Kongressien ohjelma on tähän mennessä ollut hyvin laaja aihepiireiltään, käytännöllisesti katsoen kalliomekaniikkaan kuuluva koko tutkimuskenttä. Symposiumien ohjelmat ovat sen sijaan melko rajoitettuja.

Vuoden 1968 symposium pidettiin Madridissa (lokakuussa). Sen järjesti Espanjan kansallinen ryhmä ja aiheena oli »Perustuksissa olevien kalliomassojen ominaisuuksien määrittäminen ja kalliomassojen käyttäytymisen havaitseminen».

Vuoden 1969 symposium pidettiin Oslolla (23—25. 9. 69). Siihen osallistui myös suomalaisia. Symposiumin aiheena oli »Large Permanent underground Openings» eli »suuret pysyvät maanalaiset kalliotilat». — Edustin Suomea yhdistyksen Council'in kokouksessa. Council kokoontuu kerran vuodessa eli juuri kongressien ja symposiumien yhteydessä.

Vuonna 1970 järjesti ISRM järjestyksessä toisen kansainvälisen kongressin Belgradissa. Jugoslaviassa. Siihen osallistui kaikkiaan lähes 900 henkilöä, 12 Suomesta. —

Kongressin päättyessä valitsi yhdistyksen Council tohtori Leonard Obert'in, Yhdysvalloista puheenjohtajaksi seuraavaksi nelivuotiskaudeksi. Seuraavaksi kongressipaikaksi valittiin Denver, Colorado. — Yhdistyksen jäsenmäärän ilmoitettiin olevan yli 4500.

ISRM:n Council kokoontui lokakuun 3. päivänä Nancy'ssä siellä pidetyn symposiumin aattona. Edellisenä päivänä oli hallituksen kokouksessa Suomen kalliomekaniikkatoimikunta hyväksytty Suomen viralliseksi edustajaksi, kansalliseksi ryhmäksi, yhdistykseen. Samassa yhteydessä oli hyväksytty Unkarin ja Uuden Seelannin liittyminen. Council'in kokouksessa oli siten hallituksen lisäksi virallisia edustajia 27 maasta. Osallistuin ainoana Suomesta sekä Council'in kokoukseen että sen jälkeiseen symposiumiin.

Seuraavan ISRM:n symposium'in järjestää Sveitsin kansallinen ryhmä syyskuussa 1972. Aiheena tulee olemaan »Stress problems in tunneling».

Australiassa järjestetään helmikuussa 1973 seuraava symposium.

Yhdistyksen seuraava kansainvälinen kongressi tulee olemaan Denver'issä, Coloradossa, syyskuun ensimmäisen viikon aikana 1974.

Yhdistyksen virallinen julkaisu »Rock Mechanics» painetaan Itävallassa. Sitä ilmestyy 5 numeroa vuodessa. Artikkelit ovat englannin- ja saksankielisiä. Yhdistyksen jäsenet saavat julkaisun tilaushinnasta huomattavan alennuksen.

Yhdistys julkaisee myös neljä kertaa vuodessa »News»-lehteä, jossa on uutisia yhdistyksestä sen kansallisten ryhmien toiminnoista, tulevista kongresseista yms. ja alan julkaisuista referaatteineen. Lehti tulee kaikille jäsenille ilmaiseksi.

Hyvin kauaskantoista on yhdistyksen »Commission'ien» eli toimikuntien toiminta. Näitä toimikuntia on jo useita, osa on julkaisut jo lopullisen kertomuksenkin aiheestaan. Toimikuntia on perustettu käsittelemään seuraavia aiheita: Terminology, Symbols and Graphic Representa-

tion, Teaching of Rock Mechanics, Standardization on Site Investigation Techniques, Standardization on Laboratory and Field Tests ja Definition of the Most Promising Lines of Research.

Näihin toimikuntiin on valittu eri puolilta maailmaa n. puoli tusinaa jäsentä kuhunkin. Nämä henkilöt ovat huomattavia asiantuntijoita juuri ko. aiheen piirissä. Ensinmainitusta aiheesta on toimikunta julkaissut luetelon symboleista maaliskuussa 1970. Lopullisen kertomuksen toiminnastaan on julkaissut toimikunta, joka käsitteli aihetta Definition of the Most Promising Lines of Research. Tämä kertomus ilmestyi tammikuussa 1971.

Kalliomekaniikka on tieteenä vielä niin nuori, että esim. terminologiassa on paljon tarkistettavaa. On kuitenkin hyvä tieteen kehitykselle, että siitä kuten muistakin aiheista päästään varhaisessa vaiheessa kansainvälistä yhteisymmärrykseen.

Symposium Nancy'ssa

Lokakuun 4–6 päivänä, 1971 pidettiin Nancy'ssa kansainvälinen, ISRM:n järjestämä symposium, jonka aiheena oli »Rock Fracture» (Fissuration des roches, Risse und Klüfte im Fels). Tämä aihe oli jaettu kolmeen teemaan. Teema 1 käsitti erikokoisten luonnollisten ja keino-tekkoisten kallion rakojen syntyä, kuvausta ja tutkimusmenetelmiä.

Teema 3 oli kivien ja rakoilleiden kallioiden ominaisuuksista ja mekaanisesta käyttäytymisestä.

Teema 2:n otsikkona oli rakoilleen kallion käsittely ja lujittaminen.

Ensimmäiseen teemaan liittyi 21 artikkelia. Ne käsiteltiin kahdessa osassa. Ensimmäiseen kuuluivat laboratorioissa tehdyt tutkimukset. Niitä selosti ranskalainen Pierre Morlier yhteenvedossaan. Marokkolainen Abdellatif Chaoui toimi puheenjohtajana. — Artikkelit käsittivät mm. erilaisten aaltoliikkeiden seismisten ja ultraäänien etenemistä kalliossa ja kallion rikkonaisuuden tai huokoisuuden vaikutusta niihin.

Hauraiden kivien käyttäytyminen ennen särkymistään.

Kiven alkurakoilut kolmiulotteisessa kuormituksessa.

Mikrorakoilun synty kivessä hitaan termisen vaihtelun aikana, + 20°C — + 500°C.

Raon karkeuden ja leikkauslujuuden välinen suhde.

Teeman toisen osan, joka käsitteli tutkimuksia kenttäolosuhteissa, yhteenvedon suoritti ranskalainen Micher Dayre. Puheenjohtajana oli amerikkalainen Don Deere. Artikkelien aiheet käsittivät mm.

Näytteenotto rikkonaisesta kivistä esi-injektioinnilla suoritettuna sidonnan avulla.

Seismisen menetelmän käyttö kallion rikkonaisuutta tutkittaessa. Rakopintojen korkeuden mittaus ns. profilografilla ja geologin kompassilla. Korkeiden betonipatojen perustuksessa olevien tektonisten murtumien ja rakojen arviointi.

Rakoilun synty ja luonne sekä sen vaikutus erilaisissa rakenteissa.

Toisen teeman aihepiiristä oli kirjoitettu 30 artikkelia. Laboratoriotutkimuksia koskevista kirjoituksista antoi yhteenvedon ranskalainen Pierre Sirieys. Puheenjohta-

na jatoimi etelä-afrikkalainen Z. Bianiawski. Kirjoitukset käsittelivät mm.

Tutkimuksia mallien avulla määrättäessä anisotropoisessa kivessä (perustuksessa) jännitystiloja ja muodonmuutoksia.

Sisäisen kitkan mekanismista maa- ja kivilajeissa.

Lämpötilan vaikutuksesta rakoilleen aineksen läpi tapahtuvaan veden tiikkumiseen.

Jännitystilän jakautuminen näytteissä leikkausjännitystä tutkittaessa. Mikroiseismisen aktiivisuuden viimeaikaisista sovellutuksista kokeelliseen kalliomekaniikkaan.

Kivinäytteiden koon vaikutuksista lujuuteen.

Iskevän ja murskaavan porauksen tavasta särkeä kiveä.

Kiven väsymisilmiöistä.

Mikrorakenteen vaikutus kiven särkymiseen laboratoriomittakaavassa. Hauraan kiven särkymisen jälkeisistä ominaisuuksista.

Malli- ja in-situ-tutkimuksia käsiteltiin kahdessa vaiheessa 2. teeman jälkiosassa. Mallikokeita käsitteleviä artikkeleita selosti ranskalainen Vincent Maury ja puheenjohtajana toimi sveitsiläinen Giovanni Lombardi. In-situ-kokeista julkaistuja kirjoituksia selosti ranskalainen Claude Louis ja puheenjohtajana oli saksalainen Michael Langer. Kirjoitusten aiheista mainittakoon:

Rakojen täyteaineen osuus kallion leikkauslujuuteen.

Kallioperustuksissa tehdyissä leikkauskokeissa (in-situ) saatujen muodonmuutosten arvostamisesta.

Patoperustusten analysoinnista.

Kalliopenkereiden sortumisen jälkeisistä analysoinneista.

Kiven hydraulinen särkyminen on käyttökelpoinen tekniikka kaivostyössä ja kalliomekaniikassa.

Kolmannesta teemasta, siis kallion lujittamisesta, oli julkaistu 12 artikkelia. Niitä selosti ranskalainen Marc Panet. Puheenjohtajana oli belgialainen Pierre Stassen. Aiheista mainittakoon:

Laboratoriotutkimuksia pultituksen suunnittelusta.

Puristus- ja hiipumakokeita pultitetuilla ja pultittamattomilla kivillä.

Kalliopultituksesta Japanissa.

Kalliomasojen käyttäytymisen mittaus ja pulttien tehokkuus suorakulmaisessa, pultitetussa tunnelissa.

Katon käyttäytyminen erilaisilla pultituksilla.

Polyesterimuovin käyttö kallion lujituksessa (Pulttien juotosaineena).

Epoxy muovin käyttö kalliorintauksen lujittamisessa.

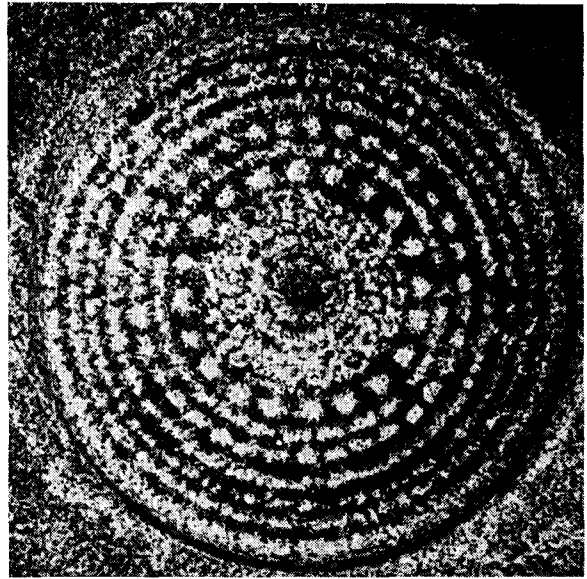
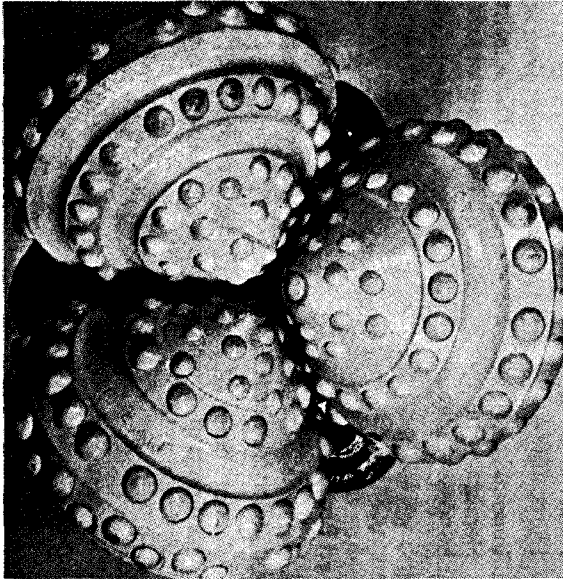
Seismisen luotauksen käyttö esi-injektioinnin tulosten tarkkailussa.

Kalliomasojen vedenpoisto.

Räjähdystarinoiden tutkiminen räjäytyksissä esiraon kanssa tai ilman.

Symposiumin aiheista kiinnostivat minua eniten mikro-seismiikkaa ja seismistä luotausta käsittelevät, samoin kuin kalliopulttien käyttö ja niiden käytön suunnittelu sekä testaus.

Kalliomekaniikan päivät 1971



Kiertoporakoneen kartiorullaterä ja sen jättämä jälki kalliassa.

Järjestyksessä viidennet kalliomekaniikan päivät pidettiin Suomalaisen Klubin huoneistossa Helsingissä marraskuun 17. ja 18. päivinä. Avaussanat lausui professori Paavo Maijala, joka Suomen kalliomekaniikkatoimikunnan johtokunnan puheenjohtajana toi näiden päivien järjestäjänä toimineen johtokunnan terveiset kertoen samalla toimikunnan perustamisesta ja sen liittymisestä kansainvälisen yhdistyksen jäseneksi. Toimikuntaan on liittynyt 51 henkilöä jäseneksi. Koska toimikunta on ollut olemassa vasta vajaan puolivuotta, ei näiden päivien aikana ollut vielä aihetta pitää varsinaista vuosikokousta. Sääntömääräinen vuosikokous pidetään siis ensi vuoden kalliomekaniikkapäivien yhteydessä.

Prof. Maijala oli ainoana Suomesta osallistunut Nancy'ssä Ranskassa pidettyyn kalliomekaniikan symposiumiin ja sen yhteydessä pidettyyn kansainvälisen yhdistyksen Council'in kokoukseen. Näistä on tässä lehdessä erillinen selostus.

Dipl.ins. Esko Arhippainen kertoi *kalliomekaanisista näkymistä Brasiliassa*. Hän on yhtiönsä edustajana oleskellut pitkään koillis-Brasiliassa eräällä voimalaitostyömaalla valvomassa mm. irtokivi- ja maamassoista tehdyn padon rakentamista ja sen perustana olevan kallion tutkimista sekä valmistamista perustukseksi. Kallioperän

erilaisuus verrattuna Suomen kallioperään ja siitä aiheutuneet erikoiset ongelmat olivat kiinnostavaa kuultavaa.

Maisteri Antti Mikkosen kertoman mukaan *mannerjäätikön lävistäminen syväkairauksella*, kiertoporauksella, Grönlannissa ei ole aivan yksinkertainen tehtävä. Kun sitten vielä oli otettava näyte liikkeessä olevan jäämassan alla olevasta malmista, oli materiaalihukkaa odotettavissa. Kokemukset olivat tulevaisuutta varten varmaankin hyödyllisiä. Urakka saatiin myös onnellisesti suoritetuksi.

Maisteri Juha Kalla kertoi erästä *kevyen öljyn kalliovarastosta*, joka tällä kertaa oli louhittu (rakennettu) Nokialla. Sen yhteydessä havaitut ja koetut ilmiöt olivat niin samanlaisia kuin monissa aikaisemmissa tapauksissa. Lähellä kallion pintaa esiintyvä suhteellisen suuri vaakataso jännitystila, puristus, sai aikaan komujen putoilemista tilojen katosta sekä välipilariin pitkän vaakatasossa olevan halkeaman. Räjähdytysten jälkeiset kallion rauhoitusajajat ovat myös tuttuja muilta työmailta. Käytetyt lujitustoimet olivat etupäässä pultituksia.

Iskuporakoneen käytöstä kalliotutkimuksissa oli kaksi esitelmiä, joissa molemmissa todettiin erillispyörittäjällä varustetun iskuporakoneen sopivan mm. irtomaa-

Suomen kalliomekaniikkatoimikunta Finnish Committee for Rock Mechanics

SÄÄNNÖT

I. Perustaminen ja tarkoitusperät

1 §.

Suomen kalliomekaniikkatoimikunta on kolmen yhdistyksen, Suomen Geoteknillisen Yhdistyksen, Raken-
nusgeologisen Yhdistyksen ja Vuorimiesyhdistyksen perustama yhteinen toimikunta, jonka tarkoituksena on

- toimia Suomessa kalliomekaniikan kehittämiseksi ja edistää tästä tieteestä ja sen sovellutuksista kiinnostuneiden henkilöiden ja yhteisöjen välistä yhteistoimintaa
- toimia Suomea edustavana elimenä yhteistoiminnassa muiden maiden vastaavien toimikuntien tai yhdistysten kanssa ja »kansallisena ryhmänä» kansainvälisessä kalliomekaniikkayhdistyksessä, International Society for Rock Mechanics.

2 §.

Toimikunnan virallisissa toiminnoissa suorittavat allekirjoituksen kaikki alussa mainitut perustajayhdistykset yhdessä. Toimikunnan taloudelliset asiat annetaan vuorotellen perustajayhdistysten hoidettaviksi kaksi vuotta kerrallaan.

3 §.

- Tarkoitukseniensä saavuttamiseksi toimikunta
- järjestää kansallisia ja kansainvälisiä kokouksia ja opintomatkoja
 - edistää alan julkaisu- ja tutkimustoimintaa
 - edistää kansallista edustusta kalliomekaniikkaa koskeissa asioissa tieteellisissä laitoksissa ja kansainvälisissä kongresseissa
 - julkaisee vuosittain selostuksen Toimikunnan edellisen vuoden toiminnoista, samoin kuin tekee ehdotuksia tulevista toiminnoista.

kerroksen paksuuden määrittämiseen sekä tunkeutumise nopeuksia vertaillen myös erilaisten kivilajien erottamiseen. Esitelmiä pitivät fil.tri Veikko Lappalainen ja dipl.ins. Jukka Murtoaro.

Oy Martor Ab:n edustaja ins. S. Heikari esitteli pienen sähköpneumaattisen porakoneen, jolla pystytään poraamaan pienikokoisia Ø 12—22 mm:n reikiä betoniin ja kalliioon. Tällainen porakone, jossa on myös iskumekanismi lienee sopiva esim. sähkökaapelien, betonirappausverkkojen yms. kiinnitykseen kalliotiloissa.

Kallion räjäytyksistä aiheutuvien värinöiden mittauksista sekä värinöiden vaikutuksista rakennuksiin kertoi dipl.ins. Raimo Vuolio. Hän toi esille myös vakuutusyhtiöiden kannan näihin asioihin. Uutuutena esiteltiin räjäytysten seurauksena syntyvän ilma-aallon vaikutuksia ja mittaustapoja. — Mittareiden käyttöön louhintapaikalla ja sen läheisyydessä tutustuttiin Helsingin Metron työmaalla Hakaniemen torin läheisyydessä. Tämän toisen kokouspäivän iltapäivällä tehdyn tutustumiskäynnin yhteydessä saatiin myös selostus Helsingin Metron tämän hetkisestä rakennusvaiheesta sekä lähisuunnitelmista. Sen esitti Metron rakennusosaston päällikkö dipl.ins. Jouko Rantanen.

Kallion jännitystilan mittaukseen sopivien laitteiden kehittäminen on edelleenkin meneillään. Pohjoismaisena yhteistyönä on suoritettu eräiden tällaisten laitteiden

tulosten vertailua käytännössä. Tästä sekä erityisesti ns. *Leemanin kolmidimensionaalisen laitteiston* käytöstä kertoi tekn.lis. Raimo Matikainen.

Ins. Antti Salonen selosti erilaisia *kallion pultitusmenetelmiä*, erilaisten pulttien käyttöä ja niiden pitävyyden koestamista. Pultituksen pitävyyden jälkitarkkailun tarpeellisuus on todettu viimeaikoina hyvin monissa tapauksissa.

Fil.lis. Jorma Mustala antoi erään esimerkin kaivosten suurlouhosten esitutkimuksista. Hän korosti ennen kaikkea tarkan rakoilututkimuksen merkitystä esitutkimuksissa. Tämän ja eräiden muidenkin geologisten perusasioiden avulla voidaan päästä louhintateknillisiin kannanottoihin.

Toisen kokouspäivän aikana esittivät myös Hagkonsult Ab:n edustajat porareikäkiikariaan sekä porareikätelevisiota. Lyhyt esitys antoi melko hyvän käsityksen näiden laitteiden mahdollisuuksista porareikien seinämien tutkimuksissa.

Osanotto kalliomekaniikan päiville oli verrattain runsas. Kaivosinsinöörien joukossa oli havaittavissa selvä kato, mutta sen sijaan rakennusinsinöörit olivat mukana entistä runsaslukuisemmin. Kaikkiaan oli päivillä n. 90 osanottajaa.

II. Jäsenet

4 §.

Kalliomekaniikkatoimikuntaan kuuluu sekä henkilöettä yhteisöjäseniä.

5 §.

Toimikunnan jäsenyys on avoin kaikille kalliomekaniikasta tai tämän tieteen sovellutuksista kiinnostuneille henkilöille, olivat nämä sitten perustajayhdistysten jäseniä tai muita näiden yhdistysten ulkopuolella olevia Suomen kansalaisia.

6 §.

Toimikuntaan hyväksytään henkilöjäseniksi vain kansainväliseen kalliomekaniikkayhdistykseen (ISRM) liittyneet tai liittyvät henkilöt ja yhteisöjäseniksi em. yhdistyksen kannattajajäsenet. Toimikuntaan henkilöjäseniksi hyväksytyt henkilöt ilmoittaa toimikunta ilman eri hakemusta kansainväliseen yhdistykseen.

7 §.

Hyväksymisen jäseneksi suorittaa hakemuksen perusteella toimikunnan johtokunta.

8 §.

Toimikunnan jäsenillä on oikeus:

- a) osallistua toimikunnan järjestämiin kokouksiin, konferensseihin, kongresseihin ja opintomatkoihin
- b) saada toimikunnan julkaisuja
- c) käyttää hyväkseen toimikunnalle kuuluvia kirjoja, aikakauslehtiä ja muita julkaisuja.

9 §.

Toimikunnan jäsenillä on seuraavia velvollisuuksia:

- a) myötävaikuttaa toimikunnan arvovallan säilymiseen kehittämällä ja ilmaisemalla tietoja kalliomekaniikan alalla
- b) harjoittaa niitä toimintoja, joita heille on osoitettu
- c) noudattaa ja kunnioittaa toimikunnan sääntöjä ja toimikunnan kokouksen päätöksiä
- d) maksaa toimikunnan kokouksen hyväksymän liittymismaksun ja vuosimaksun.

10 §.

Toimikunnan jäsenen luopuminen jäsenyydestä suoritetaan toimikunnan johtokunnalle osoitetulla kirjeellä.

11 §.

Jäsenyyden uudistaminen tapahtuu samalla tavalla kuin uudeksi jäseneksi pyrittäessä.

12 §.

Toimikunnan jäsenen, joka ei suorita velvollisuuksiaan tai jättää osoitteensa ilmoittamatta yli kahden vuoden aikana, katsoo toimikunnan johtokunta luopuneen jäsenyydestä.

III. Toimihenkilöt

13 §.

Toimikunnan johtokunnan muodostavat perustajayhdistysten hallitusten nimeämät edustajat, kaksi jokai-

sesta yhdistyksestä. Nämä valitsevat keskuudestaan puheenjohtajan, varapuheenjohtajan ja sihteerin. Sihtööri voidaan myös valita johtokunnan ulkopuolelta.

14 §.

Perustajayhdistykseen kuulumattomat henkilöjäsenet saavat nimetä johtokuntaan yhden lisäjäsenen, mikäli tällaisten henkilöjäsenien lukumäärä ylittää kymmenen.

15 §.

Johtokunnan toimikausi on kaksi vuotta kerrallaan.

IV. Toimikunnan vuosikokous

16 §.

Toimikunnan jäsenet kutsutaan kerran vuodessa vuosikokoukseen. Vuosikokous voidaan pitää jonkun neuvottelukokouksen tms. yhteydessä.

17 §.

Toimikunnan vuosikokouksessa

- a) voidaan ehdottaa sääntöjen muutoksia, jotka vaativat myös perustajayhdistysten hallitusten hyväksymisen
- b) johtokunta antaa selostuksen toiminnastaan sekä toimintasuunnitelmansa
- c) kuullaan toimikauden taloutta hoitavan perustajayhdistyksen jäsenen selonteko
- d) tarkistetaan liittymis- ja jäsenmaksujen suuruudet
- e) keskustellaan johtokunnassa käsitellyistä toimikunnan jäsenien ehdottamista asioista.

18 §.

Toimikunnan vuosikokous valitsee kokoukselleen puheenjohtajan ja sihteerin. Mikäli näiden valinta on suoritettava äänestämällä ja äänet menevät tasan, kokouksen avajaan, johtokunnan puheenjohtajan tai varapuheenjohtajan ääni ratkaisee.

V. Johtokunta

19 §.

Johtokuntaan kuuluvat henkilöt ovat kalliomekaniikkatoimikunnan toimihenkilöitä. Johtokunnan tehtävänä on:

- a) edustaa toimikuntaa
- b) valvoa, että toimikunnan asioita hoidetaan sen sääntöjen ja vuosikokouksen hyväksymien päätösten mukaisesti
- c) pitää yhteyttä kansainväliseen kalliomekaniikkayhdistykseen (ISRM)

VI. Toimikunnan lopettaminen

20 §.

Toimikunnan lopettamisesta voidaan tehdä äänestyksen perusteella päätös vain vuosikokouksessa, joka on kutsuttu kokoon tätä asiaa varten.

21 §.

Toimikunnan lopetettua toimintansa jaetaan sille kertyneet julkaisut yms. vuosikokouksessa tehdyn päätöksen mukaisesti.

Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian ja mineralogian laitos

30. 10. 1971 tarkastettiin julkisesti fil.lis *Jouko Talvitiien* väitöskirja: »Seismotectonics of the Kuopio region, Finland». Vastaväittäjinä toimivat prof. Mauno T. Porkka ja Aimo K. Mikkola, kustoksena prof. Heikki V. Tuominen.

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Asa, Marjatta: »Radiometrisiä iänmäärittäyksiä Kainuusta».

Tenhola, Markku: »Hyvinkään gabroalueen petrologiasta».

Vaasjoki, Matti: »Tshohkoaviv alueen geologiasta».

Geologian ja paleontologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Alftan, Antti: »Ähtärinjärven jääkauden jälkeinen kehitys».

Envall, Matti: »Itämeri Hämeenlinnan alueella siitepölyzoonin IV lopussa ja V aikana».

Sandman, Olavi: »Bodominjärven rantakerrostuman Cladocera-mikrofossiileista».

Lisäksi sivulaudatur:

Heikkinen, Olavi: »Kallioperän topografian vaikutus lasiaalisten kasaantumismuotojen syntyyn ja sijaintiin».

TURUN YLIOPISTO

Geologian ja mineralogian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

Blomqvist, Ralf: »Lokalahden saariston kallioperä». Prof. K. J. Neuvosen johdolla.

Maaperägeologian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

Tanskanen, Heikki: »Hivenalkuaineiden vertikaalinen esiintyminen turvekerrostumassa». Prof. Martti Salmen johdolla.

ÅBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Fil.kand. examina:

Leif Bergman: »En anorogen granits inverkan på den omgivande berggrundens tektonik. Fjälkskransgraniten,

Houtskär — Iniö, SW-Finland». Arbetet har utförts under ledning av prof. Nils Edelman.

Mary Ehlers: »Användning av flygbildtolkning vid undersökning av krosszoner i berggrunden». Arbetet har utförts under ledning av prof. Nils Edelman.

OULUN YLIOPISTO

Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Isohanni, Markku: »Palovaaran — Suhangon alueen kallioperä Perä-Pohjan liuskealueen kaakkoisosassa». Prof. J. Seitsaaren johdolla.

Korkalo, Tuomo: »Peräpohjan liuskealue Tervolan Varejärven alueella». Prof. J. Seitsaaren johdolla.

Prosessitekniikan osasto

Ingalsuo, Osmo Pekka Juhani: »Seoslannoitteiden kuitaus». Työtä valvoi prof. Väinö Veijola.

Kinnula, Tuomo Kalevi: »Absorptio kennopakkauskolonnissa». Työtä valvoi vt.prof. Jorma Sohlo.

Kokko, Markku Antero: »Aksiaalinen sekoittuminen levylämmönvaihtimessa». Työtä valvoi vt.prof. Jorma Sohlo.

Krogerus, Helge Johannes: »Ferrokromikuonan rikastustutkimuksia». Työtä valvoi prof. Urmas Runolinna.

Myllykoski, Kullervo Matias: »Poistokaasun rikkiyhdisteiden talteenotto». Työtä valvoi prof. Väinö Veijola.

Pekkala, Pentti Juhani: »Metaanin reformointi höyryllä I». Työtä valvoi prof. Väinö Veijola.

Usipaavaliemi, Erkki Juhani: »Elohopean poisto sinkkitehtaan pasutuskaasuista». Työtä valvoi vt.prof. Jorma Sohlo.

Teknillisen fysiikan osasto

Ensio, Antero: »Tuotantotietojen keruujärjestelmän systeemisuunnittelu ja ohjelmointi».

Huotari, Pertti: »Höyryyn kehitykseen ja jakeluun liittyviä dynaamisia tutkimuksia».

Jutila, Esa: »Tietokonesäätöön soveltuvan laboratoriosessin suunnittelu, rakentaminen sekä mallin laatiminen».

Kässi, Tuomo: »Hiili- ja kromipitoisuuden vaikutus hiiletyskarkaisuteräksen jäännösausteniittipitoisuuteen».

Lankinen, Pekka: »Laboratoriosessin säätö ja optimointi prosessitietokoneella».

Lappalainen, Lauri: »Röntgensäteilyllä väritettyjen KCl-, KCl-Ag- ja KCl-Tl-kiteiden spontaaninen ja valolla stimuloitu eksoelektroniemissio».

Lenkkeri, Jaakko: »Monikiteisten Cu-Al-seosten kimmodulien mittaaminen ultraäänipulssimenetelmällä».

Miettinen, Teuvo: »Bauschinger-efekti C-Mn-teräkissä».

Myllylä, Pekka: »Fe-V-C-N-systeemissä tapahtuvaa erkautumista koskeva röntgenmetallograafinen tutkimus».

Pulkkinen, Martti: »Pyriittiunin reaktiokuilun materiaalisista malleista».

Soininen, Raimo: »Lämpökäsittelytilan vaikutus niukahiilisten rakenneterästen sitkeysparametreihin».

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Vuoriteollisuusosasto

22. 5. 1971 tarkastettiin julkisesti tekn.lis. *Tero Hakkaraisen* väitöskirja: »Formation of Coherent Cu₂Ti Precipitates in Copper-Rich Copper-Titanium Alloys». Vastaväittäjinä toimivat prof. Eero Suoninen ja apul. prof. Veikko Lindroos ja kustoksena prof. Heikki Miekko-oja.

1. 9. 1971 tarkastettiin julkisesti tekn.lis. *Karri Vartiainen* väitöskirja: »The Effect of Silica Inclusions on the Strengthening of Copper Single Crystals during Plastic Deformation». Vastaväittäjinä toimivat prof. Sakari Heiskanen ja tekn.tri Jarl Forstén ja kustoksena prof. Heikki Miekko-oja.

25. 9. 1971 tarkastettiin julkisesti tekn.lis. *Jyrki Juuselan* väitöskirja: »Kinetics and Mechanism of Hydrogen Reduction of Some Uranium Oxides». Vastaväittäjinä toimivat dos. Simo Mäkipirtti ja tekn.tri Lauri Holappa ja kustoksena prof. M. H. Tikkanen.

13. 11. 1971 tarkastettiin julkisesti tekn.lis. *Heikki Kleemolan* väitöskirja: »Effect of the Precipitation of Copper, Carbon and Nitrogen on the Strain-Hardening of Low-Carbon Steel». Vastaväittäjinä toimivat prof. Markku Mannerkoski ja dos. Aulis Saarinen, valvojana prof. Martti Sulonen.

Tekniikan lisensiaatin tutkintoja:

Niskanen, Pentti: »Den kvantitativa tolkning av aeromagnetiska kartor med låg flyghöjd» prof. Mikkolan ja Purasen johdolla.

Autio, Matti Tapani: »Tutkimus syötteen lietetiheyden vaikutuksesta muuten vakio-olosuhteissa toimivan suodattimen suodatekapasiteettiin» prof. Hukin johdolla.

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

Asikainen, Seppo Juhani: »Tutkimus ympäristöstävällisen lasipullon valmistamiseksi» prof. Tikkasen johdolla.

Fager, Kurt Erik: »Reunarepeily messingin Ms 160 ja paristosinkin kuumavalssauksessa» prof. Sulosen johdolla.

Hallila, Erkki Antti: »Remanenttimagnetismin merkityksestä magneettisessa tulkinnessa» prof. Mikkolan johdolla.

Hannula, Jorma Kalervo: »Tutkimuksia Ni-Co-rikasteen sulfatoinnista ja kloorauksesta» prof. Tikkasen johdolla.

Havola, Pekka Antero: »Tutkimus austeniitin hajautumisen yhteydessä tapahtuvasta hiilen partiitiosta eräissä niukasti seostetuissa teräksissä» prof. Miekko-ojan johdolla.

Heiskanen, Kari Gustav-Henrik: »Tutkimus kobolttipentlandiitin käyttäytymisestä Luikonlahden rikastamon vaahdotuspiirissä» prof. Hukin johdolla.

Johansson, Rauno Juhani: »Boorikuidun terminen stabiloiminen boorikarbidilla» prof. Tikkasen johdolla.

Järvinen, Paaavo Antero: »Austeniittis-ferritisten suotumattomien terästen käyttäytyminen kuumavetoko-keessa» prof. Sulosen johdolla.

Kallioinen, Jouko Olavi: »Tutkimus suodatukseen vaikuttavista tekijöistä Outokumpu Oy:n Kotalahden kaivoksen rikastamossa» prof. Hukin johdolla.

Korpisalo, Arto Lauri: »Louhostilojen täytöstä Kotalahden kaivoksessa» prof. Majjalan johdolla.

Kytö, Seppo Markku Ilmari: »Raudan pallotus esipelkistettäessä kromiittia hiilellä» prof. Tikkasen johdolla.

Laako, Tero Jussi: »Suuntaukset kobolttipohjaisten muokattavien superseosten kehityksessä» tekn.tri Rätyn johdolla.

Mikkola, Osmo Kalevi: »Kalkin laadun ja lisäaineiden vaikutus kuonanmuodostukseen valokaariuunissa» prof. Tikkasen johdolla.

Mikkola, Pekka Antero: »VLF-menetelmästä» prof. Purasen johdolla.

Murole, Kauko Matti Olavi: »Pallografiittivaluraudan austenointi» apul.prof. Lindroosin johdolla.

Myyri, Jorma Rikhard: »Tutkimus peitostekuonien kostutuksesta teräsalustalla» prof. Tikkasen johdolla.

Osara, Jouko Ilmari: »Tutkimus kobolttia ja nikkeliä sisältävän pasutteen klooraamisesta» prof. Tikkasen johdolla.

Rikka, Pekka Olavi: »Hiilipitoisuuden ja eräiden lämpökäsittelyjen vaikutus matalahiilisen Cr-Mn-Nb-teräksen ominaisuuksiin» prof. Sulosen johdolla.

Ritakallio, Pekka Oskari: »Tutkimus raekoonjakautuman vaikutuksesta kovametallin rakenteeseen» prof. Tikkasen johdolla.

Therman, Rolf Yrjö Arnold: »Erään metallurgisen laitoksen varaosahuollon suunnittelu» prof. Carlsonin johdolla.

Vaarala, Kari Pekka Tapio: »Kalliotilojen stabiilisuu-teen vaikuttavat tekijät» prof. Majjalan johdolla.

Veistaro, Martti Arne Harry: »Tutkimus yttriumferriitin valmistuksesta» prof. Tikkasen johdolla.

VUORIMIESYHDISTYS — BERGMANNAFÖRENINGEN r.y:n

Vuosikokous

pidetään Helsingissä
23—24. 3. 1972

Kokouksesta ilmoitetaan myöhemmin postitettavassa kutsussa.

VUORIMIESYHDISTYS — BERGMANNAFÖRENINGEN r.y:s

Årsmöte

hålles i Helsingfors
den 23—24. 3. 1972

Närmare uppgifter meddelas i inbjudan som postas vid en senare tidpunkt.

UUTISIA JÄSENISTÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

Prof. *Paavo Asanti* vietti 2 kk Iranissa Iranin standardi- ja teollisuuden tutkimuslaitoksen, ISIRI:n, metallinkoetuslaboratorion suunnittelutehtävissä syys-lokuun aikana -71.

Dipl.ins. *Matti Johansson* on kesäkuussa 1971 nimetty Kymin OY:n Karkkilan tehtaan materiaalintutkimuspäälliköksi.

Yli-ins. *Karl-Johan Björkas* on 1. 8. 1971 nimetty Oy L. M. Ericsson Ab:n valmistusosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Raimo Eriksson* on nimetty yli-insinööriksi.

Dipl.ins. *Kalevi Eskola* on nimetty Outokumpu Oy:n raaka-aineiden ostajohtajaksi. Tekn.tri *Kaarlo Hakalehto* on nimetty TKK:n kalliomekaniikan dosentiksi.

Teollisuusneuvos *Erkki Hakapää* Outokumpu Oy:n pääkonttorista on siirtynyt eläkkeelle.

Teollisuusneuvos *A. W. Heino* on nimetty Typpi OY:n ja Rikkihappo Oy:n fuusion yhteydessä syntyneen yhtiön toiseksi varapääjohtajaksi ja johtokunnan toiseksi varapuheenjohtajaksi.

Vuorineuvos *Martti Hovi* on nimetty Typpi Oy:n ja Rikkihappo Oy:n fuusion yhteydessä syntyneen yhtiön pääjohtajaksi ja johtokunnan puheenjohtajaksi.

Dipl.ins. *Tor-Leif Huggare* on 1. 9. 1971 nimetty Outokumpu Oy:n Kokkolan Sinkkitehtaan johtajaksi.

Dipl.ins. *Erik Jakowleff* on nimetty 1. 1. 72 alkaen OVAKO-ryhmään kuuluvan Oy Koverhar Ab:n Rauta- ja Terästehtaan hallintopäälliköksi.

Dipl.ins. *Viljo Järvenpää* on nimetty 1. 9. 1971 Oy Ahlsell & Ågren Ab:n myyntipäälliköksi.

Dipl.ins. *Matti Kilpinen* hoitaa toistaiseksi Oy Tampella Ab:n Tamrockin markkinointipäällikön tehtäviä.

Dipl.ins. *Matti Kivijärvi* on siirtynyt Teollisuuden Voima Oy:n palvelukseen.

Dipl.ins. *Börje Klaiile* on nimetty 1. 9. 71 alk. Outokumpu Oy:n erikoistuotteiden vientijohtajaksi.

Dipl.ins. *Vesa Koskinen* on 6. 6. 71 nimetty Tamrockin loughintakoneiden myyntipäälliköksi markkinointialueena kotimaa.

Yli-ins. *Gunnar Laatio* on nimetty 1. 9. 71 alkaen Outokumpu Oy:n kaivosteknisen ryhmän johtajaksi pääkonttoriin.

Fil.tri. *Veikko Lappalainen* on nimetty 1. 8. 71 Neuvotteleva insinööri Oy Kjessler & Mannersträhle Ab:n rakennusgeologian osaston osastopäälliköksi sekä hoitamaan pääyhtiön ulkomaisia rakennusgeologisia konsultointitehtäviä.

Vuorineuvos *Jaakko Lehmus* on nimetty Rikkihappo Oy:n ja Typpi Oy:n fuusion yhteydessä syntyneen yhtiön ensimmäiseksi varapääjohtajaksi ja johtokunnan ensimmäiseksi varapuheenjohtajaksi. Hän toimii samalla yhtiön tuotanto-osaston johtajana.

Dipl.ins. *Paavo Leinonen* on nimetty 14. 10. 71 Rautaruukki Oy:n Otanmäen kaivoksen rikastusosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Antti Linna* on siirtynyt Neste Oy:n palvelukseen maakaasuasioita käsittelevään ryhmään. Lisäksi hänen toimialaansa kuuluvat eräät erikoistehtävät.

Tekn.lis. *Paavo Maijala* on nimetty Teknillisen Korkeakoulun loughintatekniikan professoriksi.

Tri-ins. *Rolf Malmström* on 1. 9. 1971 nimetty Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden johtajaksi.

Ins. *Bengt Adahl* on nimetty Saksaan perustetun yh-

tiön Bauer Tamrock-Maschinen-fabrik GmbH:n toimitusjohtajaksi.

Dipl.ins. *Jukka Murtoaro* on nimetty Oy Tampella Ab Tamrockin markkinatutkimusinsinööriksi 6. 6. 71.

Dipl.ins. *Risto Myyryläinen* on 1. 11. 71 alk. nimetty Outokumpu Oy pääturvallisuusinsinööriksi.

Yli-ins. *Reino Mäkelä* on 1. 9. 71 alk. nimetty Rautaruukki Oy:n operatiiviseksi johtajaksi.

Dipl.ins. *Esko Nermes* on 1. 11. 71 alk. nimetty Outokumpu Oy:n Rikkitehtaan päälliköksi.

Dipl.ins. *Erik Nyholm* on 1. 9. 71 alk. nimetty Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaitten johtajaksi.

Dipl.ins. *Asko Ojanen* on nimetty 1. 11. 71 alk. Outokumpu Oy:n Kokkolan Sinkkitehtaan elektroluysiosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Kalevi Onnela* on nimetty Oy W. Rosenlew Ab:n markkinointipäälliköksi.

Maist. *Veikko Orpana* on 23. 6. 71 suorittanut Doktor der Montanistischen Wissenschaften tutkinnon Itävallan Vuoriteknillisessä Korkeakoulussa Leobenissa. Väitöskirjan aihe: »Prognosen und Erzverteilungsmodelle als Hilfsmittel für die Zentrale Planung in Erz- und Stahlunternehmen».

Dipl.ins. *Olli Paasikoski* on 1. 1. 72 alk. nimetty Oy W. Rosenlew Ab:n tuotekehittelyosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Lauri Pajari* on 3. 6. 71 nimetty Outokumpu Oy:n erikoistuotteiden myyntipäälliköksi.

Fil.tri. *Heikki Papunen* on 12. 5. 71 nimetty geologian ja mineralogian dosentiksi Turun Yliopistoon.

Fil.maist. *Eero Pehkonen* on siirtynyt Outokumpu Oy:n malminetsintäosastolle Helsinkiin.

Dipl.ins. *Eero Pekuri* on siirtynyt Paraisten Kalkki Oy:n palvelukseen Lappeenrantaan.

Yli-ins. *Pentti Rautimo* on lokakuussa 1971 nimetty Outokumpu Oy:n varatoimitusjohtajaksi toimialanaan mekaaninen metallurgia.

Tekn.tri. *Krister Relander* on 1. 9. 71 alk. nimetty Rautaruukki Oy:n tutkimus- ja kehitystoimen johtajaksi.

Dipl.ins. *Matti Riala* on nimetty 1. 9. 71 Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksen johtajaksi.

Dipl.ins. *Risto Rinne* on 14. 10. 71 nimetty Rautaruukki Oy:n erikoisasiantuntijaksi.

Fil.maist. *Erkki Ruotsi* on nimetty 1. 2. 72 alk. Ovako-ryhmän sisäisen tarkastuksen osaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Erkki Suhonen* on nimetty yli-insinööriksi.

Dipl.ins. *Pekka Sundqvist* on nimetty Rautaruukki Oy:n Rautuvaaran kaivoksen tuotantopäälliköksi.

Dipl.ins. *Holger Sweins* on nimetty yli-insinööriksi.

Yli-ins. *Heikki Tanner* nimetty Outokumpu Oy:n pääkonttoriin tuotannolliseksi johtajaksi.

Tekn.lis. *Tapio Tuominen* on nimetty 1. 9. 71 Outokumpu Oy:n metallurgisen tutkimuslaitoksen johtajaksi.

Dipl.ins. *Osmo Vartiainen* on nimetty 1. 11. 71 alk. Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaitten neuvottelevaksi insinööriksi, joka toimii tehtaan johtajan alaisena.

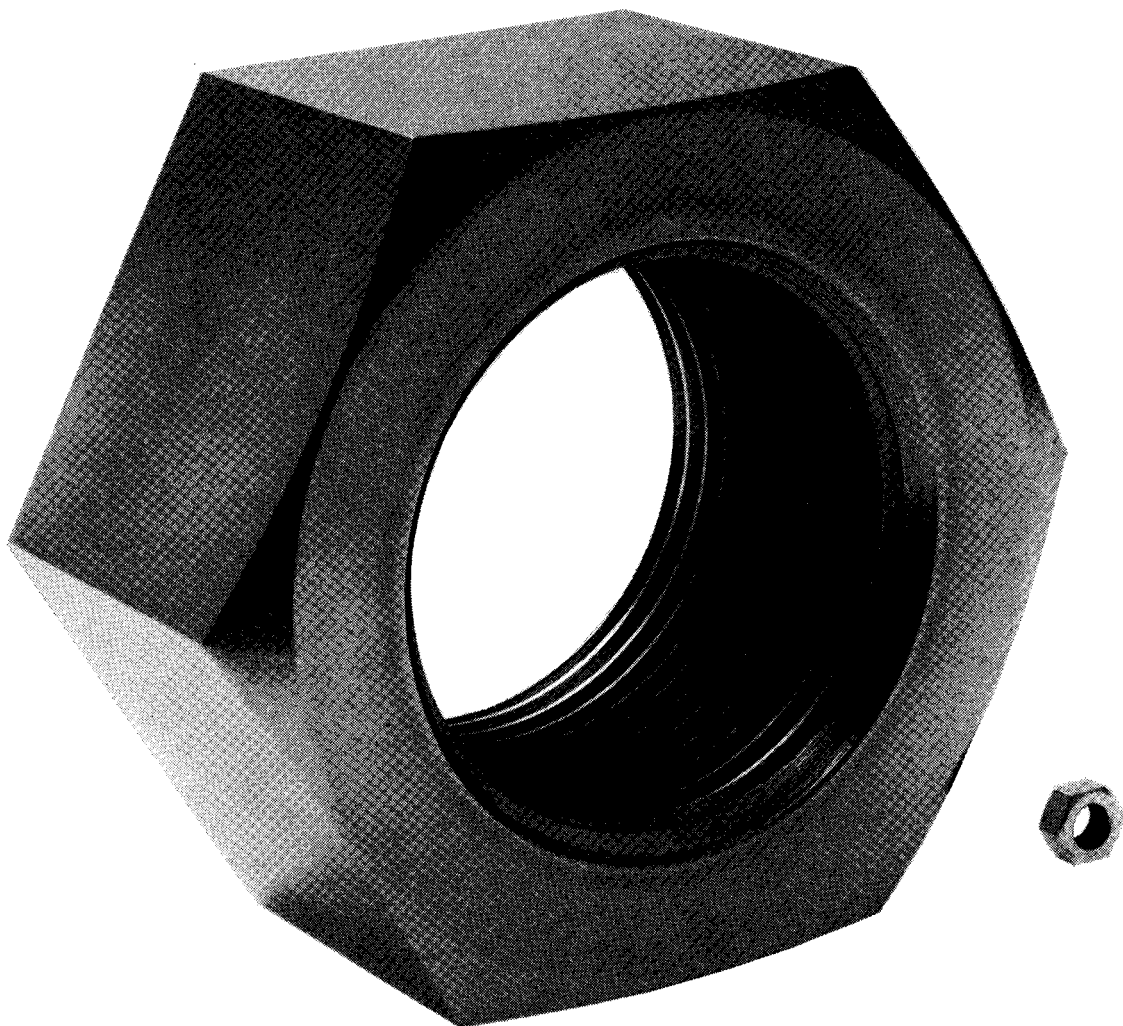
Fil.tri. *Valto Veltheim* on marraskuussa 71 matkustanut vuodeksi Liberiaan, misä hän liittyy YK:n rahoittamaan, Länsi-Liberian geologiaa tutkivaan kansainväliseen työryhmään.

Dipl.ins. *Per Westerlund* on nimetty yli-insinööriksi.

Tekn.lis. *Jouko Vuorinen* on nimetty Kymin Osakeyhtiön Karkkilan tehtaan metallurgisen tutkimusosaston päälliköksi.

Vuorimiesyhdistyksen tutkimuselosteita ja kirjoja

		hinta lvv:neen
Tutkimuseloste n:o	1 »Kulutusta kestävä materiaali»	loppunut
»	» 2 »Malmiteknilinen näytteenotto»	»
»	» 3 »Jatkotankoporaus»	»
»	» 4 »Öljypolttimet»	11,50
»	» 5 »Maakairaus ja pliktaus	11,50
»	» 6 »Putket ja rännit»	11,50
»	» 7 »Jatkotankoporausken sovellutus louhintaan»	11,50
»	» 8 »Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä»	11,50
»	» 9 »Rikastamoiden jätealueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla»	11,50
»	» 10 »Kuiturakenteet»	11,50
Liite n:o 10:een	»Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta»	5,60
Tutkimuseloste n:o	11 »Raakkulaimennus»	11,50
»	» 12 »Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulko- seinärakenteet»	56,—
Piirustusliite n:o	12:een	loppunut
Tutkimuseloste n:o	13 »Vedenpoisto kaivoksesta»	11,50
»	» 14 »Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa»	17,—
»	» 15 »Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä»	20,—
Kuvaliite n:o	15:een	20,—
Tutkimuseloste n:o	16 »Jauheiden kuivatus»	15,—
»	» 17 »Pölyn talteenotto»	11,50
»	» 18 »Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta»	50,—
»	» 19 »Kulutusta kestävä materiaali» — n:o 1:n täydennys —	11,50
»	» 20 »Rikastamoiden instrumentointi»	20,—
»	» 21 »Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet»	27,—
»	» 22 »Tulenkestävät keraamiset materiaalit»	20,—
»	» 24 »Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus»	20,—
»	» 25 »Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset»	20,—
»	» 31 »Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa» Selvitys normi- ja toimenpide-ehdotuksineen	20,—
»	» 32 »Seulonta»	40,—
	»Kaivosten turvallisuusopas» (myös ruotsinkielisenä)	3,—
	»Räjätysopas» (2. painos)	4,—
	»Kaivosmiehen käsikirja»	5,—
	»Kaivossanasto»	8,—
	»Kalliomekaniikan päivät 1967»	35,—
	»Kalliomekaniikan päivät 1968»	40,—
	»Kalliomekaniikan päivät 1969»	40,—
	»Kalliomekaniikan päivät 1970»	40,—
	»Kalliomekaniikan sanasto»	10,—



Kertomus yksityiskohdasta

Nämä ovat L 175-murskaimeen kuuluvia muttereita. M 99 ja M 8.

Runkokappaleiden kiinnitystä ja heilurin maadoituskaapelia varten.

Murskaimissamme on tuhansia yksityiskohtia, järeitä kuin M 99 tai melkein kellosepäntyytä. Kaikissa on kuitenkin ollut johtoajatukseen tehdä paras mahdollinen ratkaisu toimintoon.

Sama periaate on ollut ideana myös murskainkokoja valitessa.

Leukamurskainten valmistussarjan olemme tehneet monipuoliseen murskaukseen

L 75 x 55
L 100 x 80
L 125 x 100
L 150 x 120
L 175 x 145
L 200 x 160

Tämän lisäksi olemme valmiit palvelemaan erikoiskysymyksissä; valmistamaan murskaimia räätälintyönä ja toimittamaan laitoskokonaisuuksia avaimet käteen periaatteella.



MURSKAUSKONE

SALPAKANGAS Puh. 918-801311 TELEX 16-180

Vain kovat aseet voittavat tässä kovassa maailmassa.

Miehet menevät läpi kallion. Kaivoksissa. Louhoksilla. Rakennus- ja tietyömailla. Hyvä on. Mutta pelkkä meno ei riitä. Ei nykyään. Työn pitää myös kannattaa. Niin tekijälle kuin teettäjällekin. Ja kannattavuuteen vaikuttaa



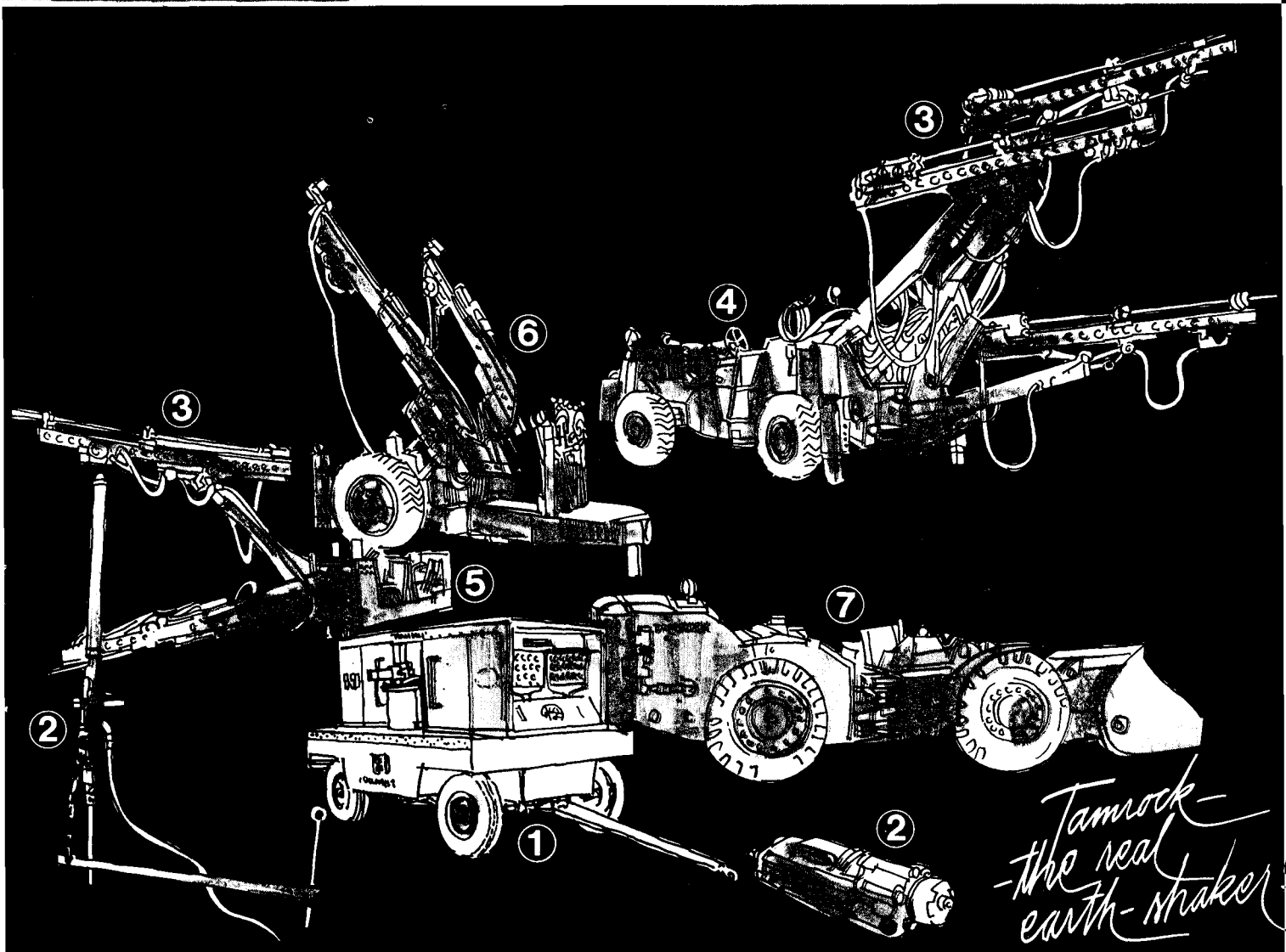
ratkaisevasti kalusto, jota käytetään kallion sisään poraamalla. Tässä astuu kuvaan Tamrock. Tamrock valmistaa porauskalustoa, jonka laadusta ei tingitä yhtään hinnan vuoksi. Kovassa työssä tämä ominaisuus kääntyy käyttäjän eduksi. Tamrock kalustolla tulevat porametrit halvimmiksi.

Tämän Tamrock-ajatuksen hyväksymisestä kautta maailman kertoo valtava kasvumme — kaksinkertais- tamme joka vuosi. Ja kehityksen vauhti tuntuu kiihtyvän. Yhä useammat haluavat ostaa halpoja porametrejä. Tamrockin tuotanto muodostaa täydellisen järjestelmän. Jokaiseen työhön täs-

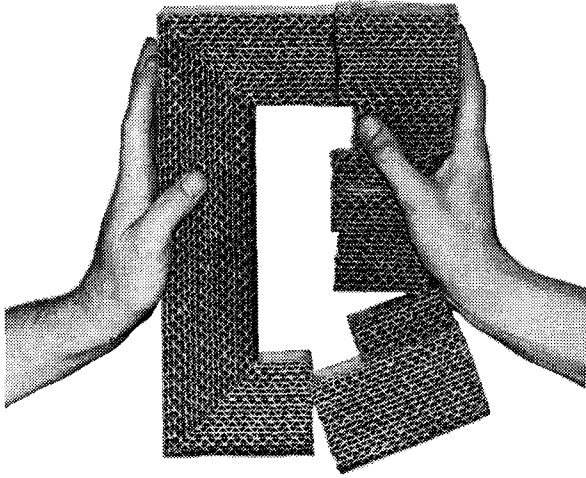
mälleen sopiva kone tai laite. **Keskustelkaa näistä Tamrockin miesten kanssa**
● Kompressorit (1, Polair 850) ● Kallioporakoneet (2, L 400 ja Tampella-menettelmä) ● Hydrauliset puomit (3, RP 625 ja MR 500) ● Porausjumbot (4, Paramatic-jumbo; 5, Minirondo raidejumbo; 6, Duo) ● Lastauskoneet (7, Toro)

TAMROCK

OY TAMPPELLA AB • TAMROCK DIVISION • TAMPERE •
TELEX 22193 rock sf • PUH. 931-32 400

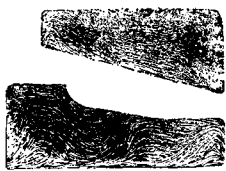


*Tamrock -
the real
earth-shaker!*

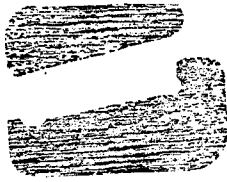


Sama luonnonlaki tekee Koyo-laakerit vahvemmiksi

Koyo laakereiden lujuus, luotettavuus ja pitkä kestäikä ovat Koyon käyttämän tyhjiösulatetun teräksen raerakenteen ansiota. Koyon patentoima laakerinrenkaiden tyssäystaonta- ja valssausmenetelmä takaa rakeiden oikean suuntaisuuden. Koyo laakereiden käyttövarmuuden ansiosta niillä on suurin markkinaosuus Japanissa. Noin puolet Japanin vierintälaakereiden koko viennistä — kuula-, neula- ja rullalaakerit mukaan laskettuina — tulee Koyon neljältä huippuajanmukaiselta tehtaalta. Tulevatko Teidän laakerinne?



Koyon tyssäystaontamethän mukainen raerakenne.



Raerakenne tavanomaisessa laakerin renkaassa.

Koyo

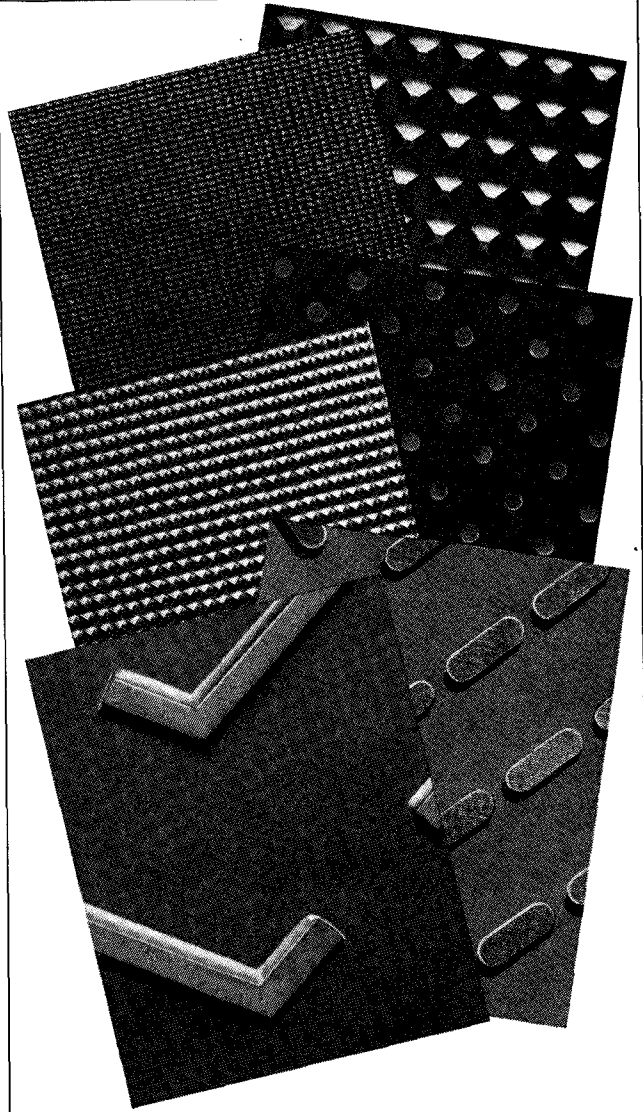
LAAKERIT



Maahantuojat:

HELSINGIN LAAKERIY

Höyläämötie 3, 00380 Helsinki 38. Puh. 55 31 55



NOKIA-kuljetinhihnat tunnetaan pitävistä pintakuvioista

Nokia-kuljetinhihnoja valmistetaan paitsi sileäpintaisina, myös pintakuvioituina tavallista suuremman nostokulman saavuttamiseksi. Pintakuviomallit ovat: ripakuvio, kitkapinta, 5 mm pyramidi, 12 mm pyramidi, nappulakuvio ja nastakuvio. Sileäpintaisia varastossa.

Pintakuviointi parantaa myös hihnan iskun- ja lämmönkestävyyttä.

Tilaustyönä Nokia-kuljetinhihnoja valmistetaan kaikkiin tarkoituksiin asiakkaan vaatimusten mukaan.



OY NOKIA AB
KUMITEHDAS

LUOTETTAVAT TIEDOT MAA-JA KALLIOPERÄSTÄ

Meillä on yli kolmen vuosikymmenen kokemus
vuoriteollisuuden ja malminetsinnän alalla.

Suoritamme Teille

- syväkairaukset
- maanäytteiden oton
- geofysikaaliset mittaukset
- geologiset ja geokemialliset tutkimukset
- kallion jännitystilän määritykset
- louhintojen suunnittelun
- nostoköysien tarkastukset



SUOMEN MALMI OY

Otaniemi, puh. 460 633

lämpöä vettä ilmaa

Högforsin LVI-valmisteet on jo pitkään tunnettu ja tunnustettu kotimaisina huipputuotteina. Monipuoliseen tuotantoomme kuuluvat muun muassa ammeet, lattiakaivot, kannakkeet, vesilukot ja muu saniteettivalu, venttiilit, pien-, kiinteistö- ja aluelämmityskattilat, kaukolämmitys- ja teollisuuskattilat, siirrettävät lämpökeskukset, ilmastointilaitteet ja -laitteistot, lämmönvaihtimet, radiaattorit, konvektorit, sähköradiaattorit, pumput.

högfors

Kymin Osakeyhtiö
Metalliteollisuus

Tarjoamme teollisuudelle

Kvartsihiekkää

valimo- ja puhallushiekaksi.

Black Hills Wyoming

bentoniittia muottien sideaineeksi

Black Hills Wyoming bentoniitti antaa hiekkaseokselle korkean tuore- ja kuumalujuuden, hyvän kuivalujuuden ja sullottavuuden.

Tulenkestäviä vuorausmassoja

kupoli- ja induktiouunien vuorauksiin.

Lohjan teollisuushienokalkkia

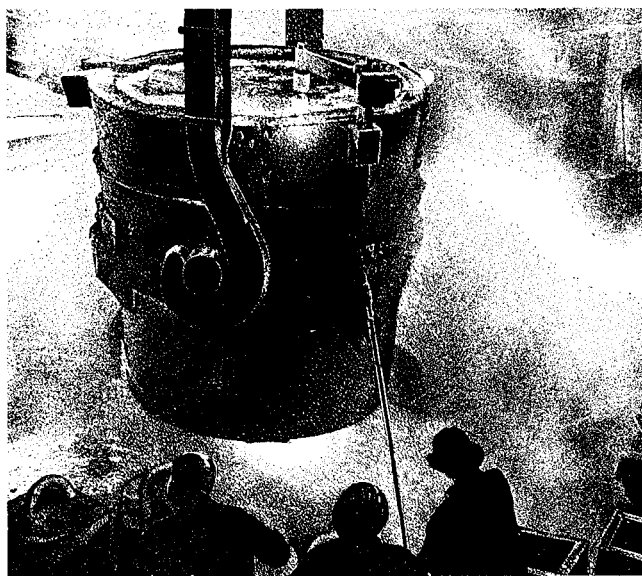
Korkealaatuista teknistä kalsiumhydroksiidia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hinnaltaan halvinta emästä neutralisointiprosesseihinne.



Ottakaa yhteyttä. Annamme mielellämme lisätietoja.

LOHJAN KALKKITEHDAS OY

Virkkala puh. 912-41511



**Ovakon teräkset
vievät kehitystämme
eteenpäin**

OVAKO

IMATRAN TERASTEHDAS
AMINNEFORSIN TERASTEHDAS
TURUN RAUTATEHDAS
KOVERHARIN RAUTA- JA
TERASTEHDAS

Ilmoittajat — Annonserer

Airam/Kometa	Nokia/Kumitehdas
A. Brink	Outokumpu
Ekströmin Koneliike	Ovako
Enso	Hans Palsbo
Geofinn	Rautaruukki
Grönblom	Rikkihappo
Hankkija	Rotator
Helsingin Laakeri	Serlachius
Invest Export	Stal-Laval
Knorring	Suomen Malmi
Kymin Oy/Högfors	Tallberg/Vuorikoneet
Lohjan Kalkkitehdas	Tampella/Tamrock
Lokomo	Tulenkestävät Tiilet
Machinery	Wedag/Vuorikone
Murskauskone	Witraktor
Nokia/Kaapelitehdas	Woods Puhallin

第一 新石

BAN JAKU

THE TOYO BEARING MFG. CO. LTD

NTN

UA TYPE

RASKAAN SARJAN LAAKERIT

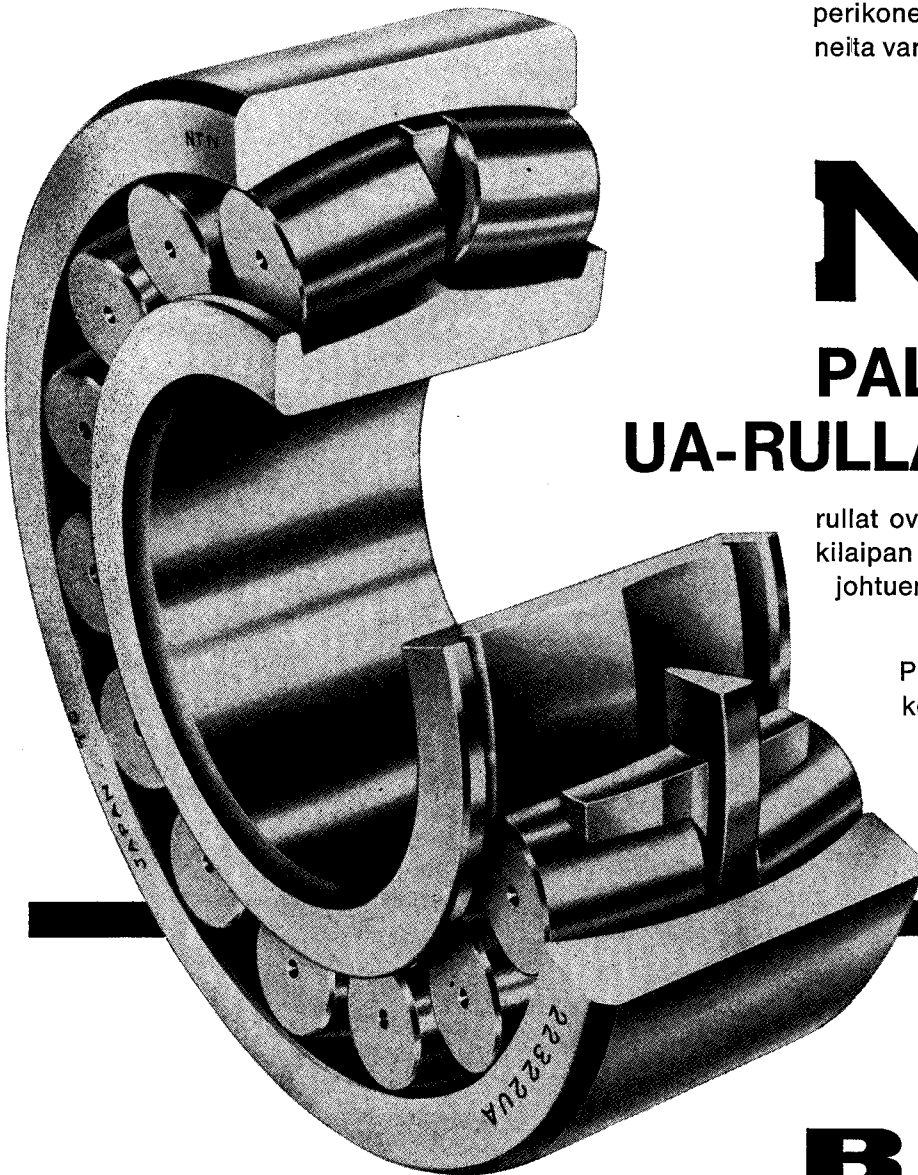
rakennusalan koneita, valssaamoja, paperikoneita ja raskaan teollisuuden koneita varten.

NTN

PALLOMAISTEN UA-RULLALAAKERIEN

rullat ovat tavanomaisten laakerien keskilaipan verran entistä pitempiä. Tästä johtuen kantavuusluku on lisääntynyt ja kestoikä kaksinkertaistunut.

Pidennetty rullarakenne takaa laakerien moitteettoman toiminnan ja kestävyuden vaikeissakin olosuhteissa.



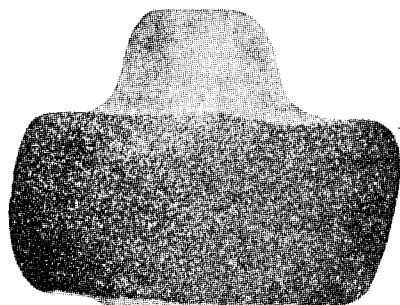
Maahantuoja:


BRINK

OSAKEYHTIÖ ARNOLD BRINK

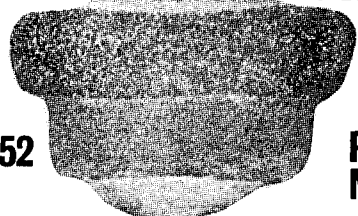
Museokatu 32. 00100 Helsinki 10.
Puhelin 44 01 44. Telex 12-1353.

Maailmankuulua tuotantoa maaperän käsittelyyn



AM-9 CHEMICAL GROUT

**AEROSPRAY 52
BINDER**



**ROC-LOC 540
MINING KIT**

CYANAMID

- Maaperän lujittamiseen
- Maaperän vesitiivistykseseen
- Rikkinäisten kalliopintojen vuoraamiseen
- Erikoisaine kalliopuluttausta varten
- Irtopölyn sitomiseen

OSAKEYHTIÖ

Ekströmin

KONELIIKE

HELSINKI 10 • P.LOK. 10 310 • PUH 11421

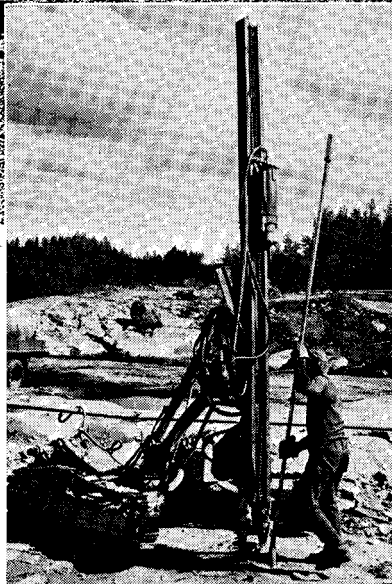
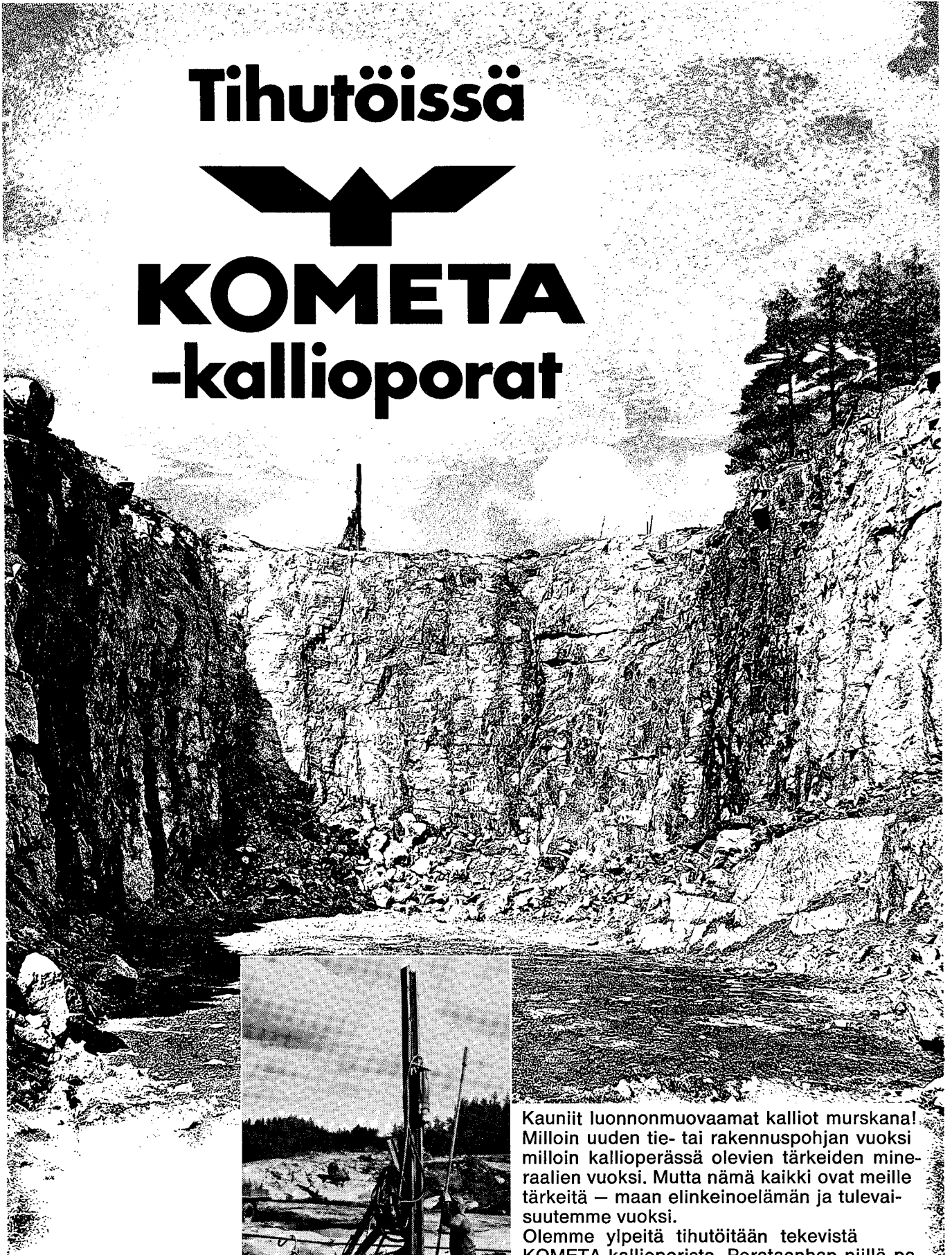


GEOFINN^{BY}

Tihutöissä



KOMETA -kallioporat

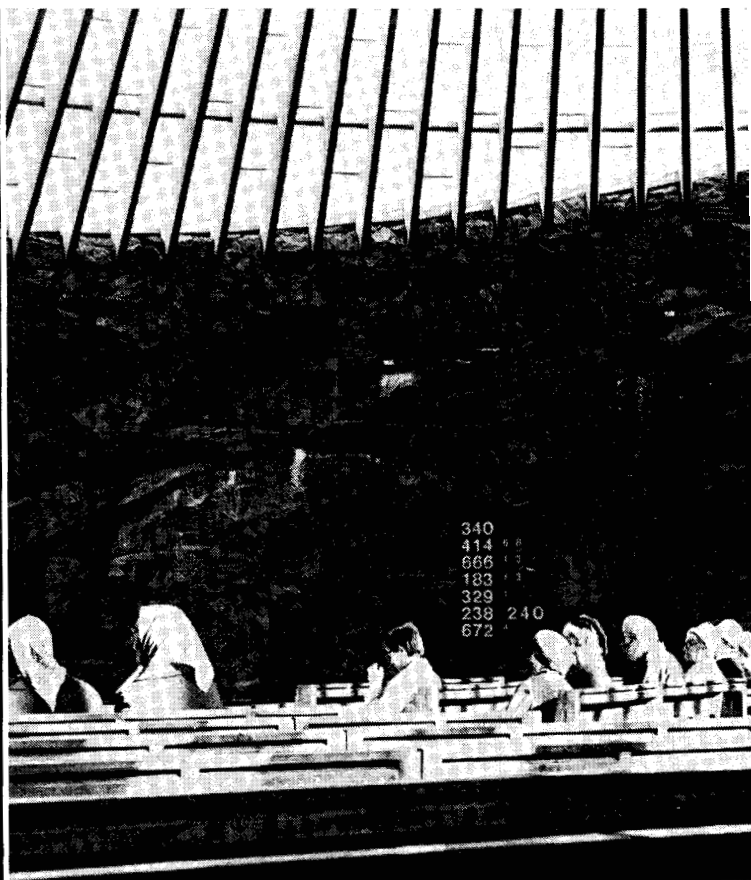
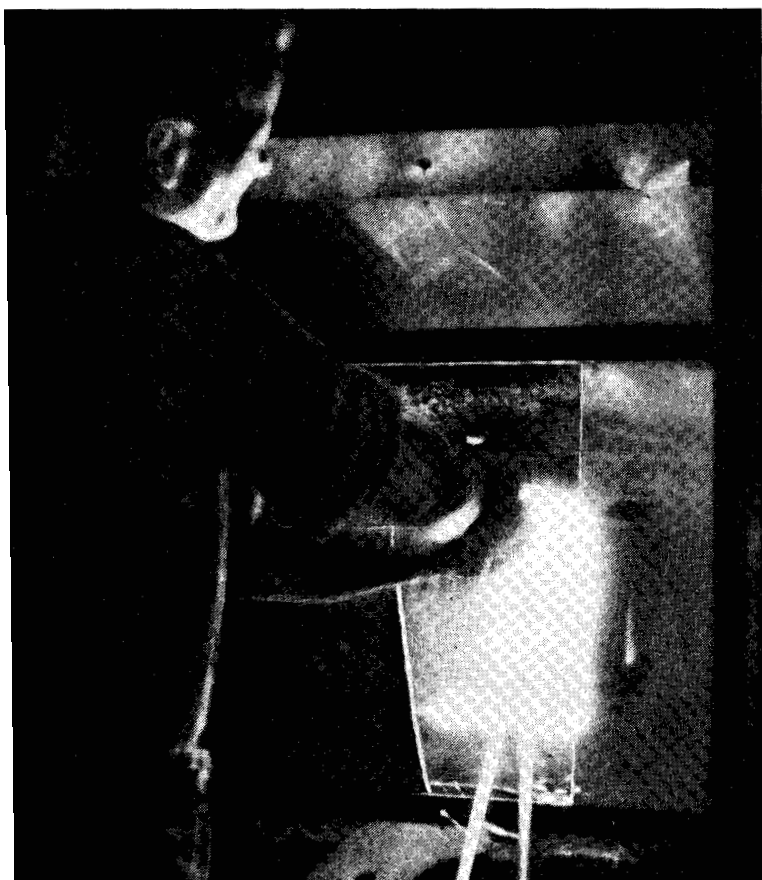


Kauniit luonnonmuovaamat kalliot murskana! Milloin uuden tie- tai rakennuspohjan vuoksi milloin kallioperässä olevien tärkeiden mineraalien vuoksi. Mutta nämä kaikki ovat meille tärkeitä — maan elinkeinoelämän ja tulevaisuutemme vuoksi.

Olemme ylpeitä tihutöitään tekevistä KOMETA-kallioporista. Porataanhan niillä parempaa tulevaisuutta. Tässä tulevaisuudessa ovat KOMETA-porat vahvasti mukana. Runsaasti yli puolet ammattimiehistämme käyttävät KOMETA-kallioporia — niitä tehoporia.

OY AIRAM AB
KOMETA
TEHTAAT

Helvetillinen kuumuus tai taivaallinen viileys.



Woods on ratkaissut ongelman.

Karhulan Lasitehtaan lasiuunit jäähdytetään Woods -puhaltimilla. Ne käyvät siellä tunnista tuntiin, vuodesta toiseen. Ne valittiin, koska niiden käyttövarmuus ja pieni tehon tarve olivat aivan omaa luokkaansa. Vuotuisen energiasäästön muihin puhaltimiin verrattuna laskettiin vastaavan puhaltimen koko hankintahintaa.

Taivallahden (Temppeli aukion) kirkon ilmastoinnista vastaavat Woods-puhaltimet. Täällä ne luovat taivaallisen viileän ja miellyttävän ilmapiirin – ja hiljaisesti: kirkkosalin melu jää alle N25-melukäyrän, vaikka salin seinään on upotettu kolme puhallinta, joiden pyörimisnopeus on 2.850 1/min.

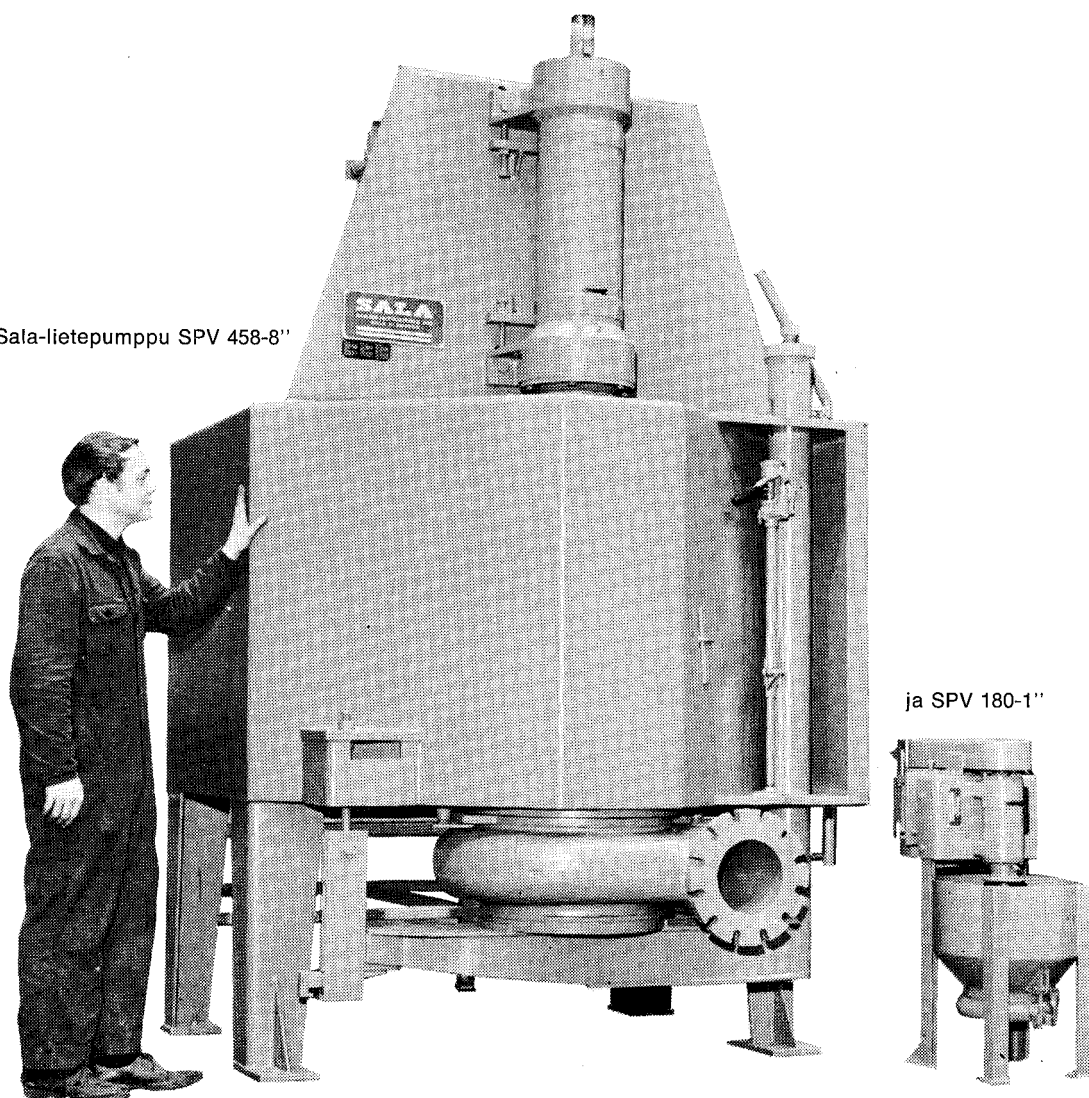
Olipa puhallinongelmanne mikä tahansa, Woods pystyy sen ratkaisemaan. Woods'in puhallinvalikoimasta Teidän on mahdollista löytää juuri omiin olosuhteisiinne sopivat puhaltimet.

Woods Puhallin Oy kuuluu osana Euroopan suurimpaan puhallintehtaaseen. Suomessa on käytössä jo tuhansia Woods-puhaltimia.

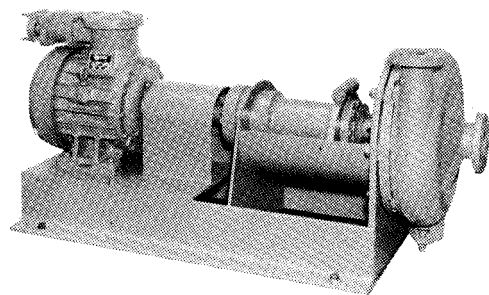
WOODS  **paneet ilman toimimaan.**

Woods Puhallin Oy Kirkkokatu 9, H:ki 17 Puh. 659 677

Sala-lietepumppu SPV 458-8"



SALA -lietepumput kuluttavien ja syövyttävien lietteiden pumppaamiseen



Sala-lietepumppu VAP 234-2"

SALA-lietepumput on suunniteltu erityisesti kaivos- ja prosessiteollisuuden tarpeita varten. Salan pumppuohjelmaan kuuluu sekä vaaka- että pystyakselisiä keskikokoisempia pumppuja, pumppukoot 1"–8" ja tehoalue n. 100 l/min.–10 000 l/min. Pumppaustehtävistä riippuen voidaan Sala-pumput varustaa kulutusosilla, jotka ovat joko kumioituja-, Ni-Hard-valua, haponkestävää terästä tai silisiumkarbiinia. Kulutusosat ovat keskenään vaihtokelpoisia. Suomeen on toimitettu useita satoja Sala-lietepumppuja.

Annamme mielellämme yksityiskohtaisia lisätietoja.



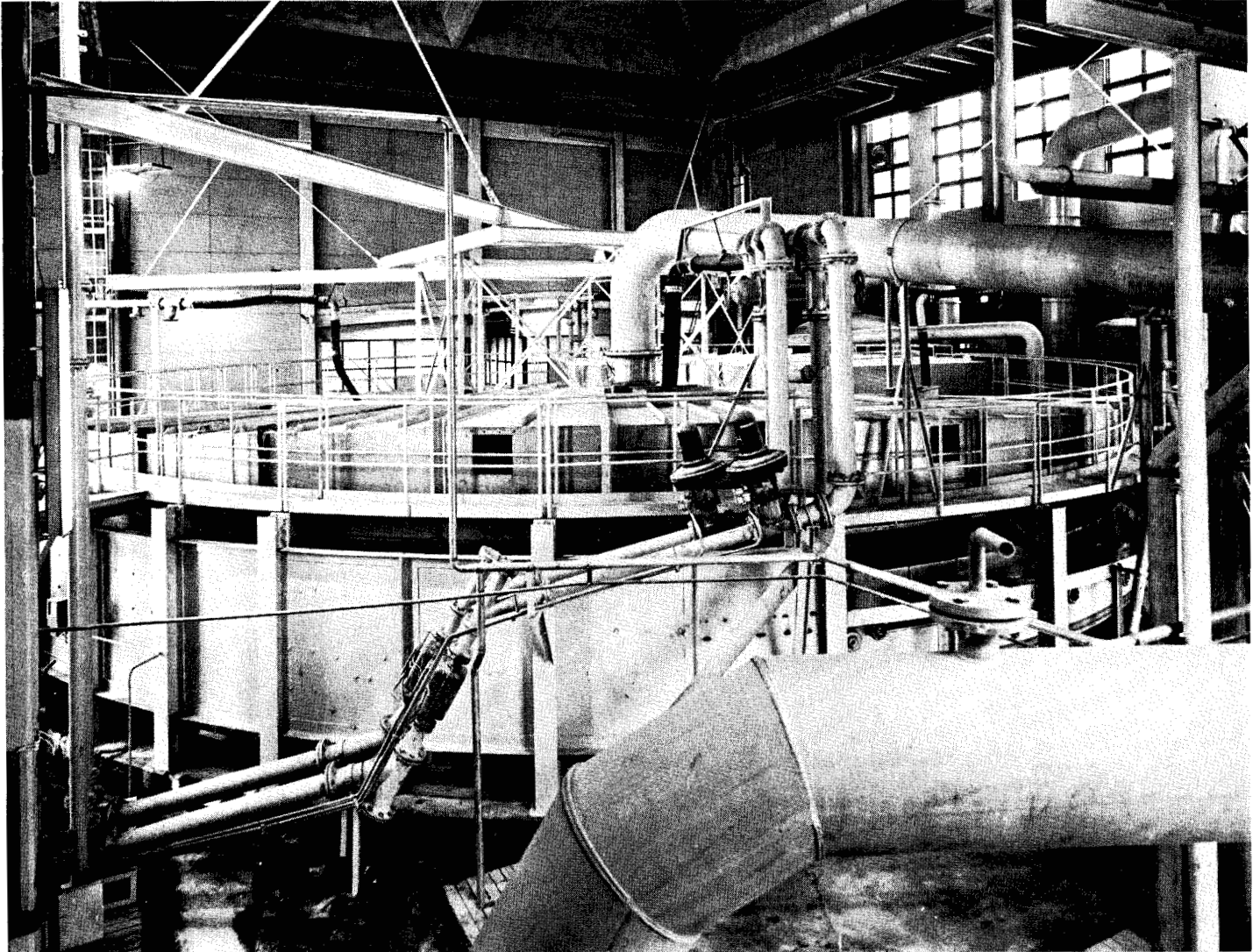
JULIUS TALLBERG

VUORIKONEET

Aleksanterinkatu 21 Helsinki 10 Puh.13611

suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle

Enso valmistaa The Eimco Corporationin lisenssillä erilaisia kaivosteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja suodattimia ja sakeuttimia sekä muita laitteita kiinteiden aineiden erottamiseksi nesteistä.



Enso-Eimco Tilting Pan suodatin Rikkihappo Oy:n Siilinjärven tehtailla.

- EIMCOBELT SUODATTIMIA
- EXTRACTOR SUODATTIMIA
- AGIDISC KIEKKOSUODATTIMIA
- TILTING PAN SUODATTIMIA
- RUMPUSUODATTIMIA
- PAINESUODATTIMIA
- TOP FEED SUODATTIMIA
- PRECOAT SUODATTIMIA
- SAKEUTTIMIA
- SELKEYTTIMIÄ

ENSO

ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ ● KONEPAJARYHMÄ ● SAVONLINNA
PUHELIN 21 941 ● TELEX 5613 enso sf