

# VUORITEOLLISUUS

---

# BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

## *Sisältö—Innehåll*

**Pertti Voutilainen:**

Geologiset ja kaivosteknilliset tietokonesovellutukset Outokumpu Oy:ssä.

**Unto Paakkinen:**

Tietokone vaahdotusprosessissa.

**Kyösti Kitunen:**

Paraisten Kalkki Oy:n Kolarin sementtitehdas

**Nils Arppe:**

Sementin valmistus Kolarin tehtaalla.

**Olli Hermonen:**

Dieselhydraulinen kaivosjuna.

**Tapani Kilponen:**

Rikki-pölyräjähdyksistä kaivoksissa.

**Sven Eketorp:**

Järn- och stältillverkningens huvudlinjer.

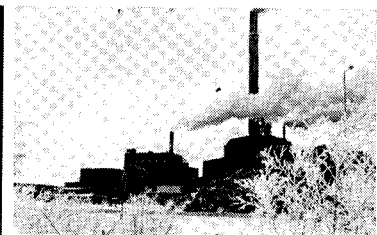
**Kauko Järvinen** muistelee.

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta.

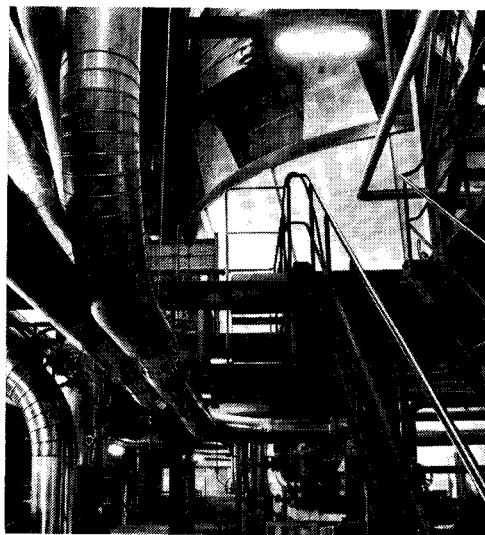
Vuosikertomus 1969.

Uutisia-Nyheter.

Vuorimiesyhdistyksen säännöt.

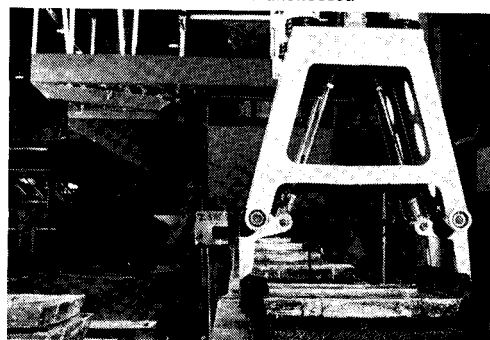


# special high grade ZINC from Finland



Teholtaan maailman suurin pasutusuuni

Sinkki valetaan harkoiksi valukoneessa



## Viime vuoden lopussa lähti käyntiin sinkkitehdas KOKKOLASSA

Sinkkiämme käytetään mm.:

- kuumasinkkitykseen
- sinkkipainevaluseoksiin
- kupariseoksiin

Tuotanto-ohjelmassa tulevat olemaan puhtaista sinkeistä seuraavat laadut:

ZN 99,995 } "Special high grade"  
 ZN 99,99 }  
 ZN 99,95 } "High grade"

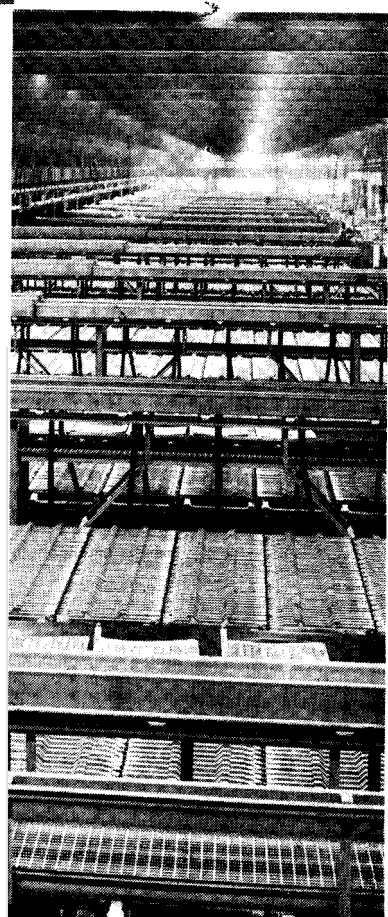
Toimitukset ovat 25 kg:n litteinä harkkoina, jotka niputetaan 1 000 kg:n taakoiksi.

Sinkin lisäksi Kokkolan sinkkitehtaassa tuotetaan myöskin kadmiumia.

Ottakaa yhteys myyntiosastoomme.

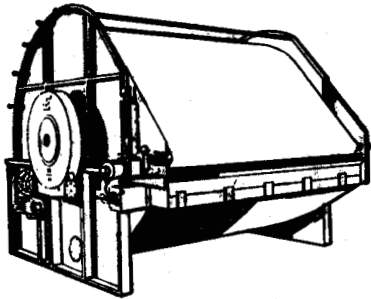
## OUTOKUMPU OY

Pääkonttori, Töölönkatu 4,  
 Helsinki 10, puh. 44 05 11

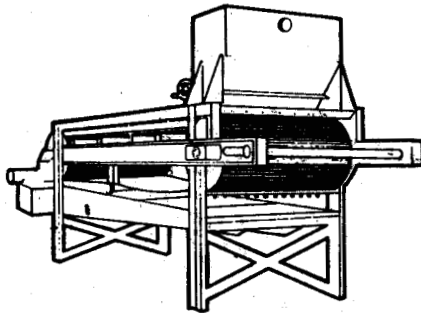


Sinkkielektrolyysihalli

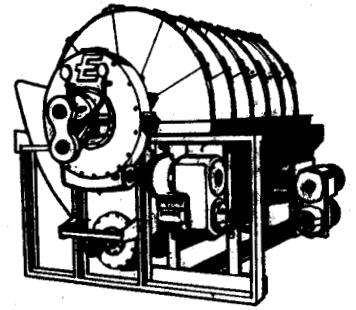
# suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle



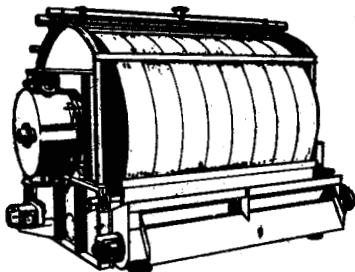
**EIMCOBELT SUODATIN**



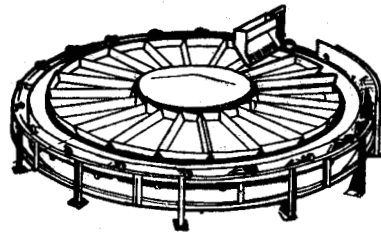
**EXTRACTOR SUODATIN**



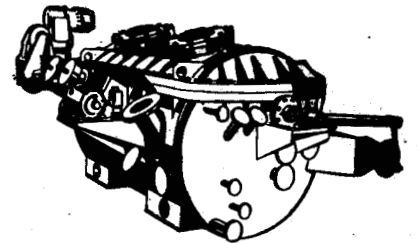
**AGIDISC KIEKKOSUODATIN**



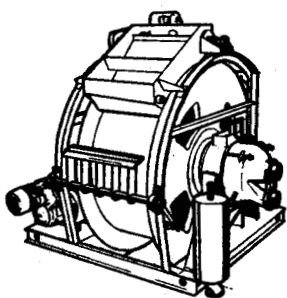
**RUMPUSUODATIN**



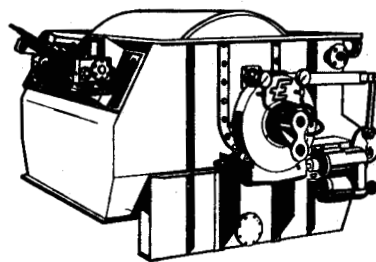
**TILTING PAN SUODATIN**



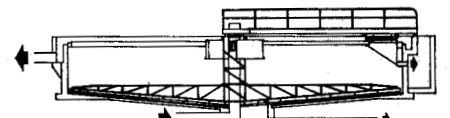
**PAINESUODATIN**



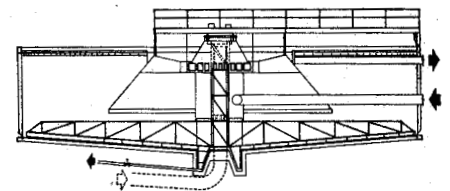
**TOP FEED SUODATIN**



**PRECOAT SUODATIN**



**SAKEUTIN**



**SUURTEHOREAKTIOSELKEYTIN**

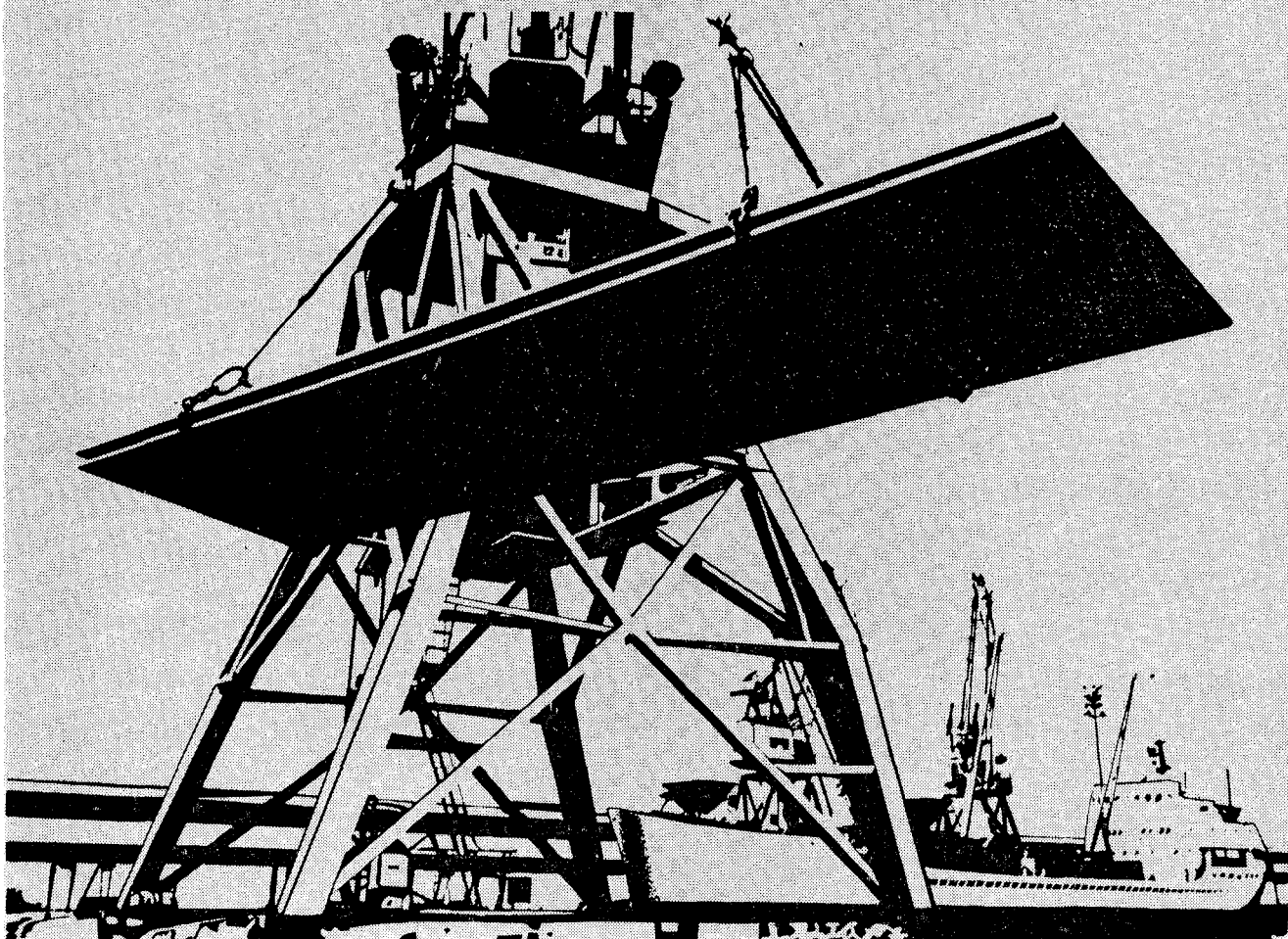
# ENSO

**ENSO - GUTZEIT OSAKEYHTIÖ**

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

**KONEPAJA • SAVONLINNA**

# korkealuokkaisia teräslevyjä maamme teollisuudelle



Lähellä Pohjois-Suomen rautakaivoksia on Rautaruukki Oy:llä mahdollisuus edullisimmalla tavalla käyttää raaka-aineena omien kaivostemme tuottamia rikasteita. Uudenaikaiset koneet ja valmistusmenetelmät sekä hyvän koulutuksen saanut

henkilökunta takaavat tuotannon korkealaatuisuuden. Kaikki nämä ovat yhdessä vaikuttamassa Rautaruukki Oy:n kilpailukykyyn niin kotimaassa kuin ulkomailla.

MALMINETSINTÄÄ • KAIVOSTOIMINTAA • RAUTAA • TERÄSTÄ

## **RAUTARUUKKI OY**

Ruoholahdenkatu 4 • Helsinki 18 • Puh. 64 22 21



# RÄZISION

ist im modernen Industrie-Ofenbau und bei der Fertigung feuerfester Steine eine wesentliche Voraussetzung für rationelle und qualitativ einwandfreie Erzeugung von Stahl und Metall.

## RADENTHEINER MAGNESITERZEUGNISSE

verdienen in dieser Hinsicht Ihr volles Vertrauen, denn sie haben sich seit langen Jahren im In- und Ausland – auch höchsten Ansprüchen gegenüber – hervorragend bewährt.

**Oy Tulenkestävät Tiilet Ab**

Eerikinkatu 14 A Helsinki 10 Puh. 645 341 – 645 342  
Eriksgatan 14 A Helsingfors 10 Tel. 645 341 – 645 342

# VIHTAVUORI ”siirtää vuoria”

Vihtavuoren räjähdysainetuotannon kehitys kertoo, miten tärkeäksi tekijäksi nämä tuotteet ovat muodostuneet nykyaikais-  
ta yhteiskuntaa rakennettaessa.

**RIKKIHAPPO OY** 



# Yksi mies ja uusi Cavo 510 siirtävät 600 tonnia 1 työvuorossa

Vain yksi mies ja yksi kone hoitavat lastauksen, kuljetuksen ja kuormauksen. Se merkitsee tuotantoa. Se merkitsee myös kapasiteettia. Kapasiteettia, jota ei voita mikään muu paineilmakäyttöinen, kumipyöräinen kuormaaja. Uudella Cavo 510 Auto-loaderilla voi yksi mies siirtää 600 tonnia kiveä 50 metrin matkan kuudessa työtunnissa.

## Terveempi ilmapiiri

Sama työ pystytään tietenkin tekemään myös dieselkuormaajalla. Mutta silloin menetätte ne edut, joita vain paineilma tarjoaa:

1. Ei pahanhajuisia, epäterveellisiä pakokaasuja.
2. Kuormaajan paineilma parantaa saastunutta ilmaa.
3. Erityistä tuuletusta ei tarvita.

## Toimii 3 x 3 metrin perissä

Cavo 510 antaa suuren kapasiteetin pienissä perissä. Se voi kääntyä milteipä markankokoisessa tilassa. Suuret ilmakumipyörät kulkevat helposti epätasaisessa louhoksessa ja irtonaaisessa lietteessä.

Nelipyörävetoisuuden ansiosta lastaus on mahdollinen jopa 1 : 6 -kulmassa. Ja voitte täyttää lastauskauhan yhdellä otolla; renkaita kuluttavaa liukupyörimistä ei tapahdu.

Tämä merkitsee kapasiteettia, jota ei voita mikään paineilmakäyttöinen kumipyöräinen kuormaaja! Käyrä osoittaa normaalia lastauskapasiteettia suhteessa matkaetäisyyteen.



## Saatavana myös kauha-kuormaajana

Peränaajossa sekä täyttö- ja välitaso-louhinnassa on Cavo 510 ylivoimaisesti taloudellisin kuormaustapa lastaus- ja purkauspaikan välimatkan ollessa aina 200 metriin saakka.

Tonneissa ilmaistu kapasiteetti on laskettu 8-tuntisen työvuoron mukaan, jolloin tuottamaton aika on 20 % ja louhitun malmin volyymipaino 2.5 tonnia/m<sup>3</sup>.

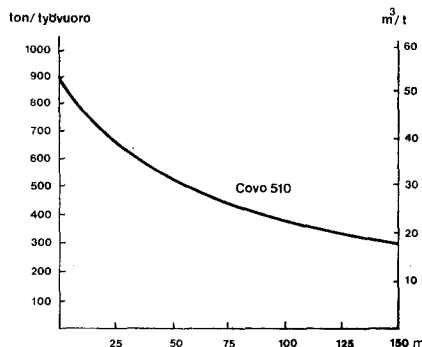
Pitempien etäisyyksien ollessa kyseessä saatte suurimman taloudellisen hyödyn Cavo 520 kauha-kuormaajalla.

Sen nettolastauskapasiteetti on n. 100 m<sup>3</sup> irtonaista kiveä tunnissa kuormatuna 10—15 tonnin kuorma-autoihin.

## Kauko-ohjaus

Atlas Copco tarjoaa ainoan markkinoilla olevan kauko-ohjausjärjestelmän koneenkäyttäjän turvallisuuden takaamiseksi silloin, kun putoavat kivet ovat vaarana.

Se voidaan liittää kaikkiin Atlas Copcon lastauskoneisiin.

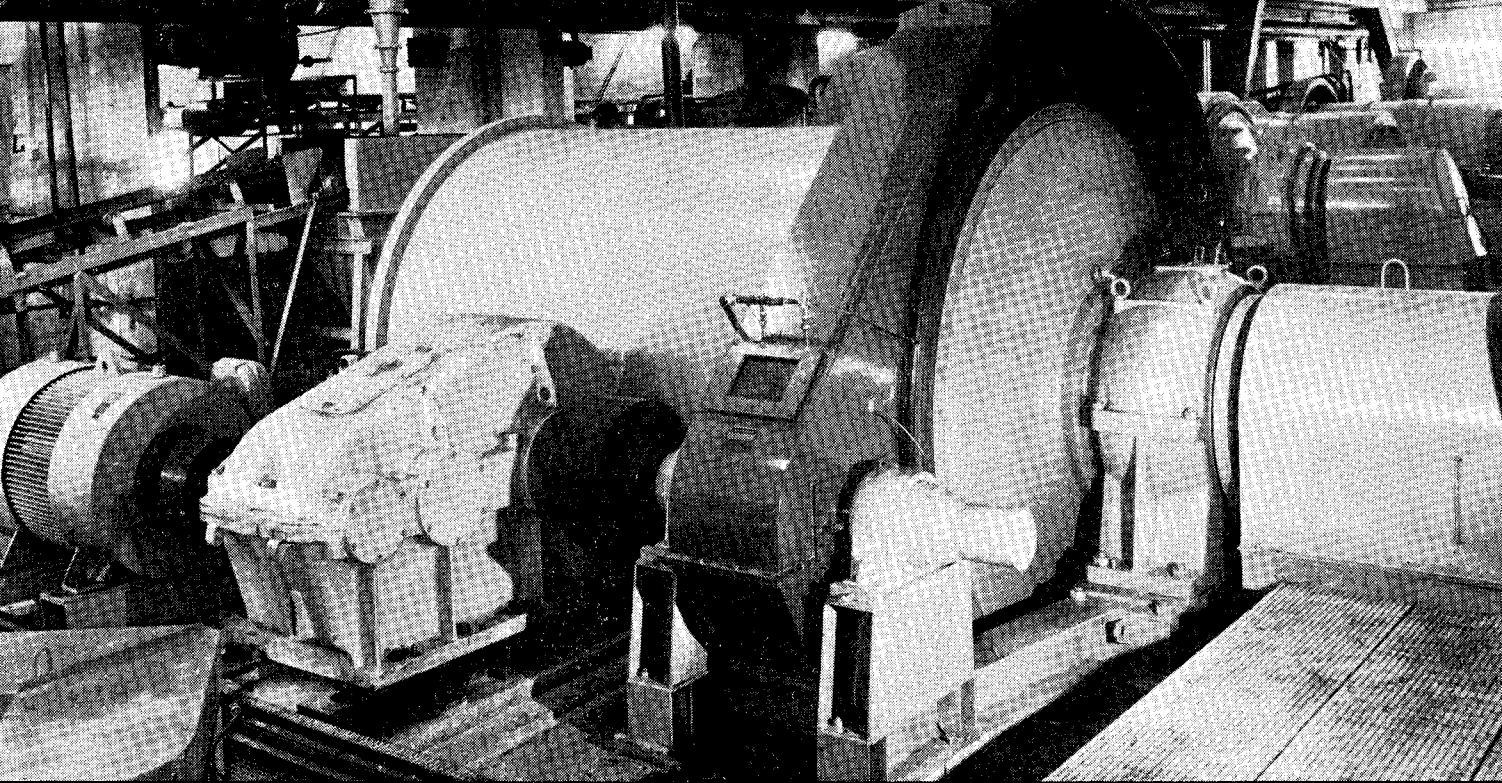


**Atlas Copco**

**JULIUS TALLBERG**  
**ATLAS · COPCO · MYYNTI**

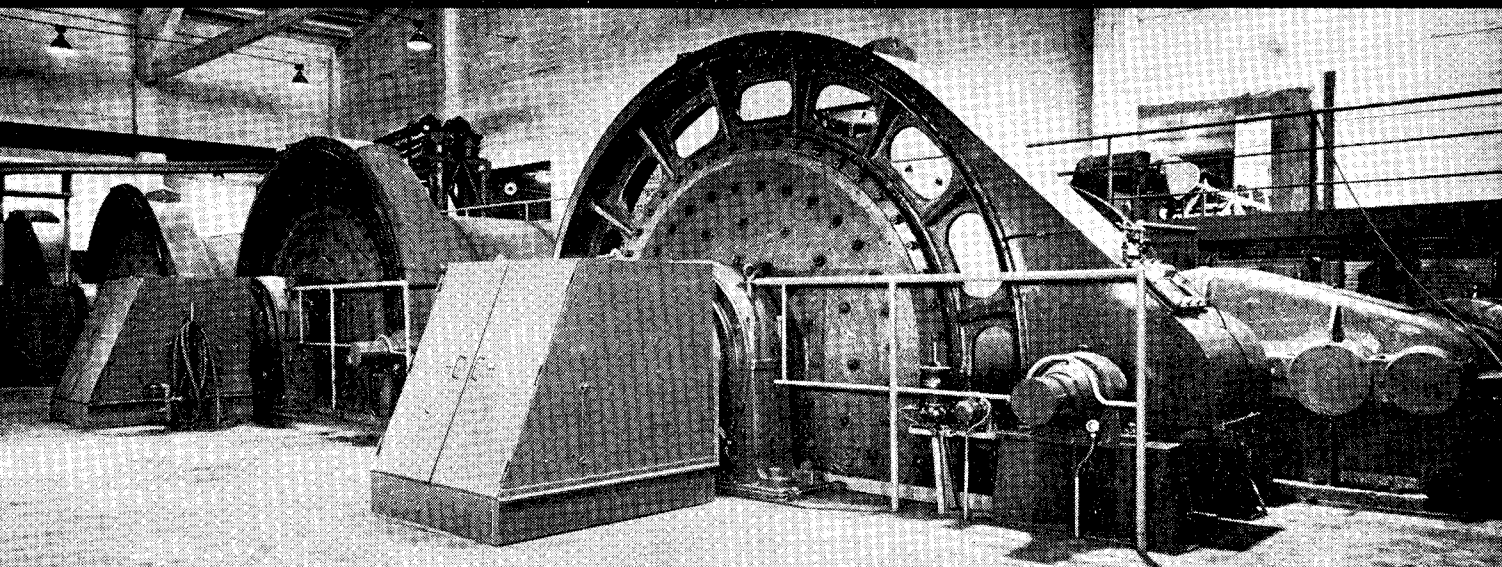
Vattuniemenkatu 2, Helsinki 21,  
puh. 670 112, telex 12-1601

Myyntikonttorit: Tampere, Järvensivuntie 71, puh. 50 023,  
50 024 — Kuopio, Likolammentie 16, puh. 82 418, 82 419 —  
Kokkola, Niittykatu 2, puh. 11 185 ja 11 186.



# **WÄRTSILÄN malmimyllyt tehokkaaseen jauhatukseen**

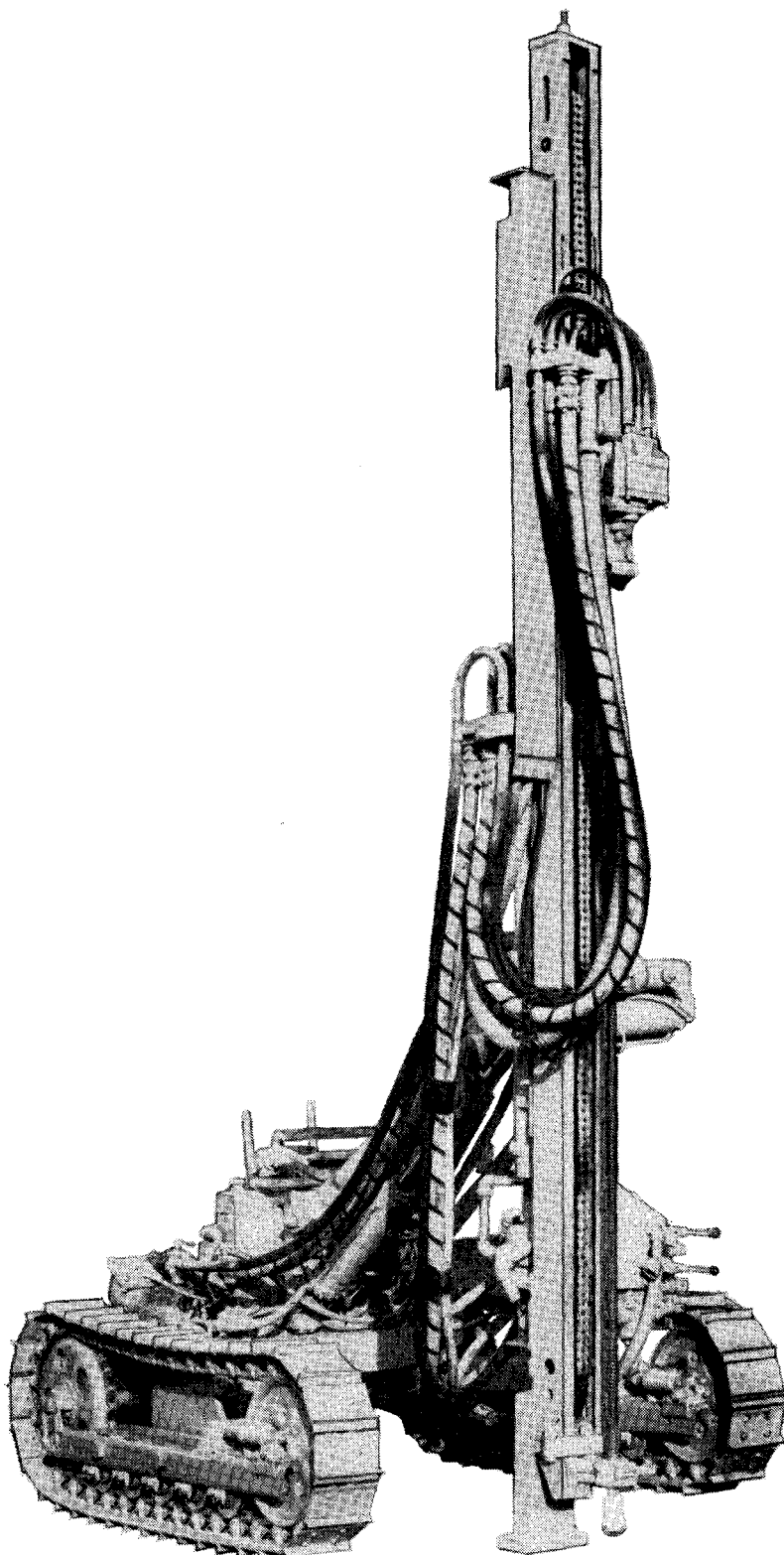
Pyörivä mylly on kautta aikojen tunnettu malmirikastuslaitosten jauhimena. Uskotteko Te, että sen rakenne voidaan muuttaa vastaamaan nykyajan vaatimuksia? Me uskomme. Pitkäaikaisen kokemuksemme avulla olemme voineet kehittää niinkin vanhat koneet kuin myllyt nykyajan tasolle.



# **WÄRTSILÄ**

HELSINGIN TEHDAS PUH. 70 671 TELEX 12623





**Voimakkain. Tehokkain. Maastokelpoisin.  
CRAWLAIR CM 250 vaunuporakone. Ingersoll Randin uusin.  
Enemmän tuottavuutta poraukseen. Uusi voimakas 2-toiminen  
porakone, erillispyöritys tai jaksottainen pyöritys – lisää  
porametrejä työvuoroa kohden. Telojen suurempi  
kosketuspinta-ala, automaattiset telajarrut – vakavuutta.  
Voimakkaat telamoottorit, suuri maavara, viisi telarullaa –  
maastokelpoisuutta Crawlair CM 250 – kestävyyttä,  
tuottavuutta. Siirrettävät hallintalaitteet.  
Turvallisuutta, helppoa valvontaa.**

**ROTATOR**

**koneita kovaan käyttöön**



Matalaprofiilinen Caterpillar 966 pyöräkuormaaja työssä suomalaisella kaivoksella.

# MATALAPROFIILINEN CATERPILLAR 966 nykyaikaista voimaa erikoiskäyttöön

Caterpillar Tractor Co. on maailman suurin maansiirtokoneiden valmistaja. Caterpillar\*) pyöräkuormaajat tunnetaan perusteellisesti tutkitusta rakenteestaan ja vuosia edellä olevasta laadustaan. Caterpillar pyöräkuormaajat edustavat nykyaikaista

voimaa, monipuolisuutta, tehokkuutta ja turvallisuutta.

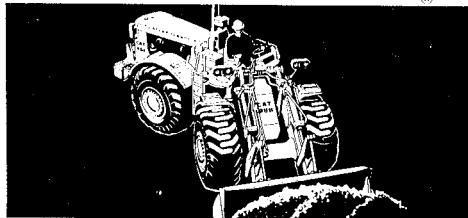
Suurina sarjoina valmistettavan kestävän Caterpillar koneen etuja voidaan käyttää hyväksi myös maanalaisten kaivostunneleiden erikoistöissä.

Cat 966 pyöräkuormaaja voidaan saada yksinkertaisella rakennemuutoksella matalaprofiiliseksi – näin se soveltuu erityisen hyvin tunnelityökentelyyn. Koneen rakenne voidaan tarvittaessa muuttaa takaisin normaalikoneeksi vastaavaksi.

Kuljetustunnelien rakentamisessa säästetään aikaa ja kuluja, jos tunnelit voidaan rakentaa pieniprofiiliseksi ja mataliksi. Kiskottomaan kuljetusjärjestelmään voidaan siirtyä turvallisesti, sillä materiaalin-

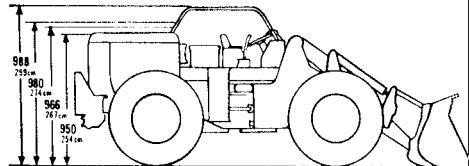
käsittelykoneet – Caterpillar traktorit – ovat käyttövarmoja. Ei seisokkeja, ei käyttöhäiriöitä. Cat pyöräkuormaajien pakokaasujen puhdistus voidaan järjestää erittäin tehokkaaksi – näin varmistetaan tunnelistöissäkin työntekijöiden turvallisuus.

## CATERPILLAR



## NYKYAIKAISTA VOIMAA

\*) Caterpillar ja Cat ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä.



**CATERPILLAR**  
MAANSIIRTOKONEITA  
myy ja huoltaa  
**WIHURI-YHTYMÄ OY**  
**WITRAKTOR**  
HELSINKI – TAMPERE – ROVANIEMI

**Kannattaako Lokomon kitamurskaimesta maksaa enemmän kuin jostakin toisesta? Kyllä vain. Sillä tuotetun murskeen hinta kuutiometriä kohden tulee halvemmaksi.**

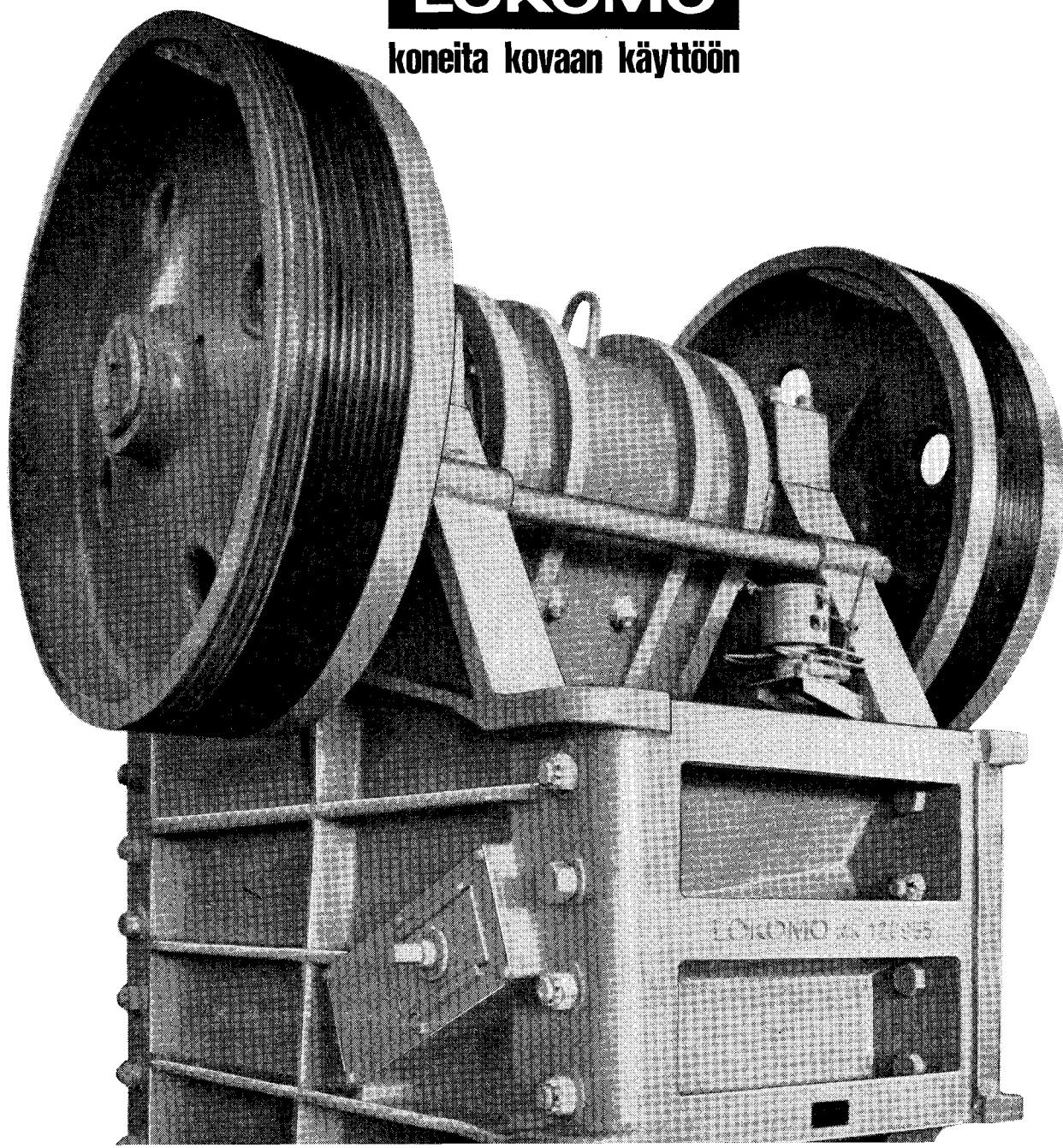
**Te tiedätte mitä se merkitsee vuosien kuluessa?**

**Lokomon kitamurskaimissa on pitkä kiinteä leuka ja pieni ala-asetus. Tämä mahdollistaa suuren murskausasteen yllirasittamatta jälkimurskaimia.**

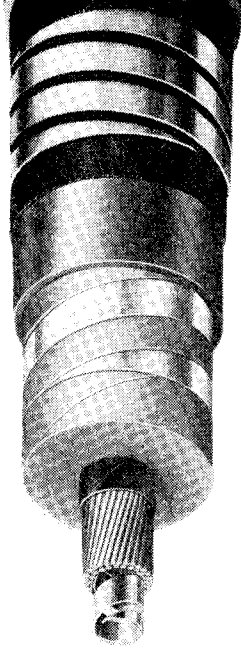
**Ja pienentämättä kokonaistuottoa. Runsaasti mitoitettu runko, vauhtipyörä ja käyttömoottori takaavat käytössä todella suuren murskaustehon. Ja halvemmän murskeen/m<sup>3</sup>. Kysykää muut murskaavat tosiasiat Lokomolta.**

**LOKOMO**

**koneita kovaan käyttöön**

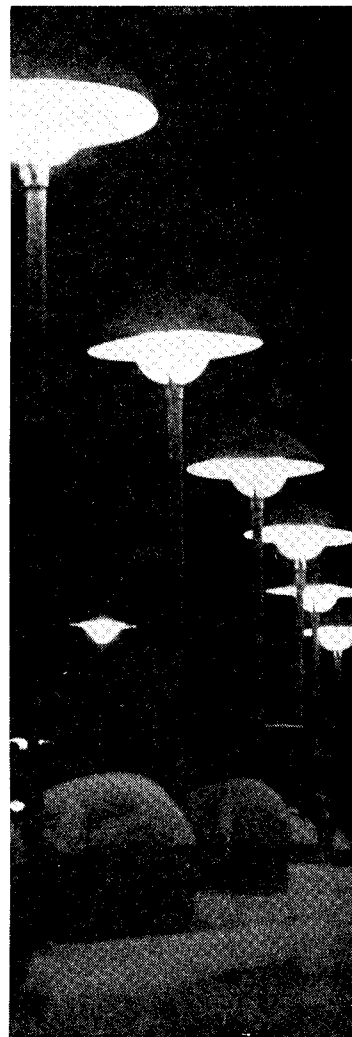
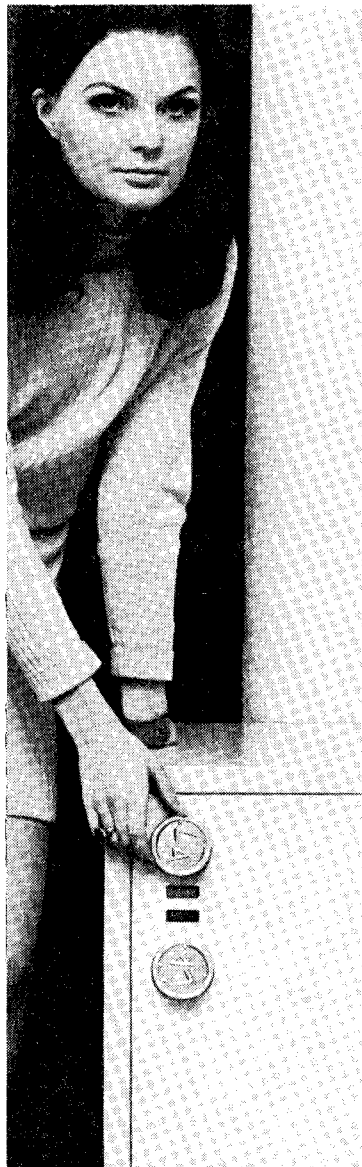
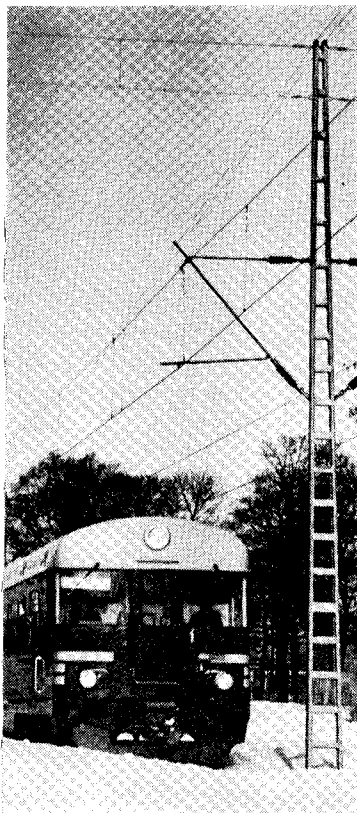
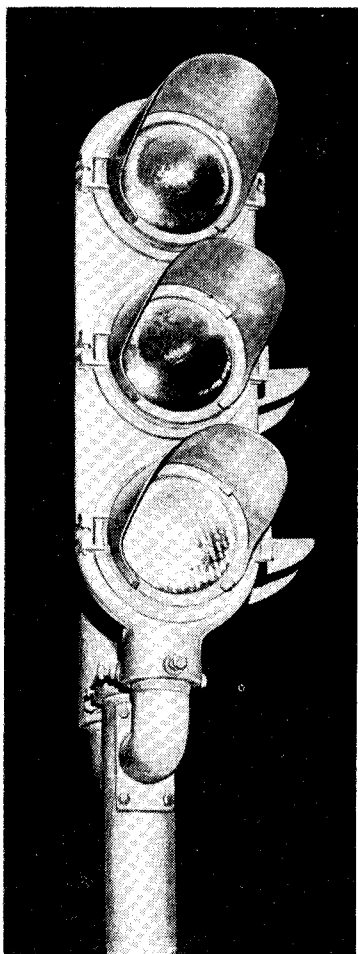


moni  
tärkeä  
asia



on kaapelin  
varassa

joka päivä. Kaapeli on osa elämäämme. Siksi kaapeli tehdään kestävämmän – kaikkea käyttöä. Ja kaapelin jokainen yksityiskohta on luotettava. Kaikissa tilanteissa.



**OY NOKIA AB**  
**KAAPELITEHDAS**



Suomalaista kaapelia -  
johtavaa laatua

# Steetley-vuorauksella ennätysellinen kestokyky valokaariuuneille

Steetleyn laajat valokaariuuni-tutkimukset ovat tuottaneet merkittävän sarjan tulenkestäviä vuorausaineita. RW-tiilet ovat saavuttaneet ennätysellisen pitkiä kestoajoja mm. Steel, Peach & Tozer'in 120 tn, English Steel Corporation'in 100 tn ja Dorman Long'in 80 tn uuneissa.

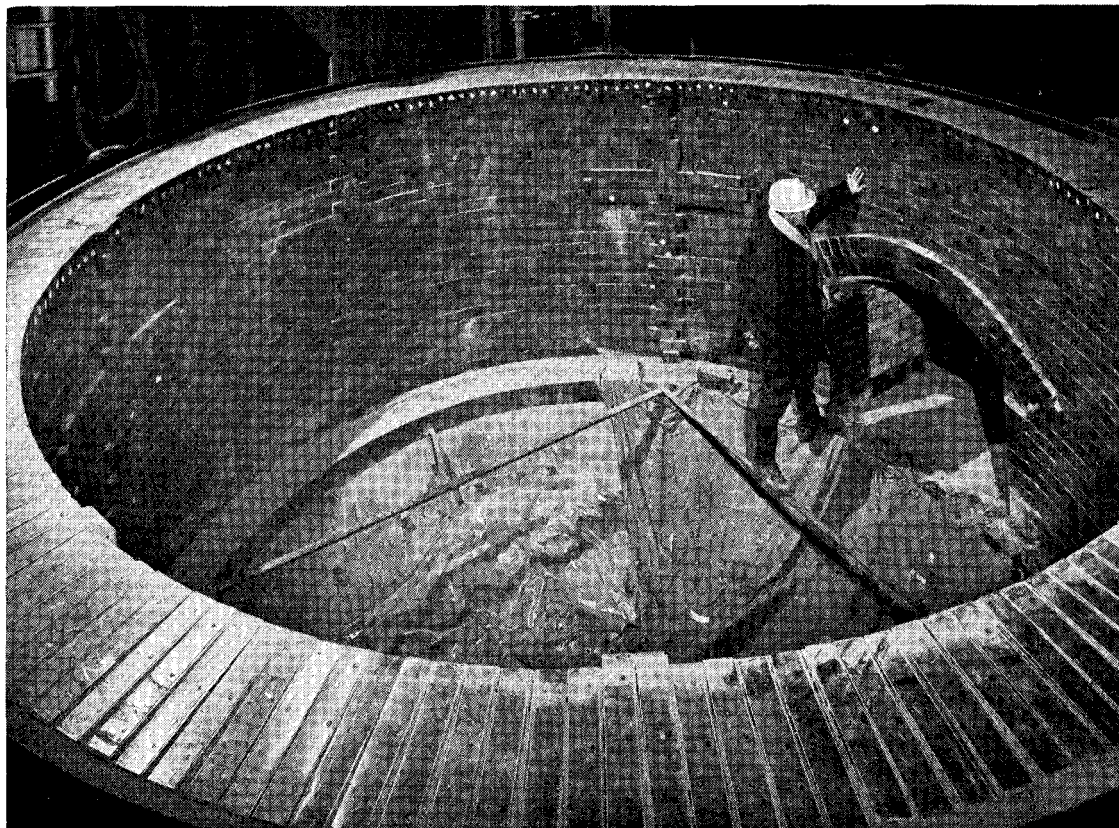
Tiiviissä käytössä olevissa valokaariuuneissa joutuvat tiilet kovan kemiallisen hyökkäyksen kohteeksi lähinnä korroosiota aiheuttavan kuonan taholta. Lisäksi tulee huomattavia lämpötilanvaihteluita ja kulumista panostuksen yhteydessä. On myös huomioitava valokaarien liikkeistä johtuvat erittäin korkeat paikalliset lämpötilat, sekä säteilyvaikutukset varsinkin sulatusvaiheen aikana.

Steetleyn RW-sarja (Reinforced-Welded) — peltivaippaiset valutiilet — kestävät nämä äärimmäisen rasittavat käyttöolosuhteet. Korkean halkeamiskestävyyden ansiosta RW-tiilet soveltuvat myös jaksottaisessa käytössä oleviin uuneihin, joiden vuorilämpötila vaihtelee erittäin paljon.

Vuosien kuluessa Steetley on kehittänyt suuren määrän tulenkestäviä aineita hiiliterästä, seostettuja ja ruostumattomia teräksiä sekä sekalaisia teräksiä valmistaviin valokaariuuneihin. Yhtiön kokemus ja jatkuva tuotekehittely tulevat asiakkaiden — teräksentuottajien hyväksi ympäri maailman. Prosessi- ja paikalliset käyttöolosuhteet huomioiden Steetleyn uuniteknikot kehittävät optimaalisen taloudellisen tuloksen antavia tulenkestäviä aineita ja vuorusrakenteita.

**Tiedustelkaa Tekin Steetleyltä sopivia rakenteita ja vuoraustyyppäjä laitoksellenne!**

Steetley RW 100 tiilillä vuorattu 100 tn valokaariuuni.



**STEETLEY**

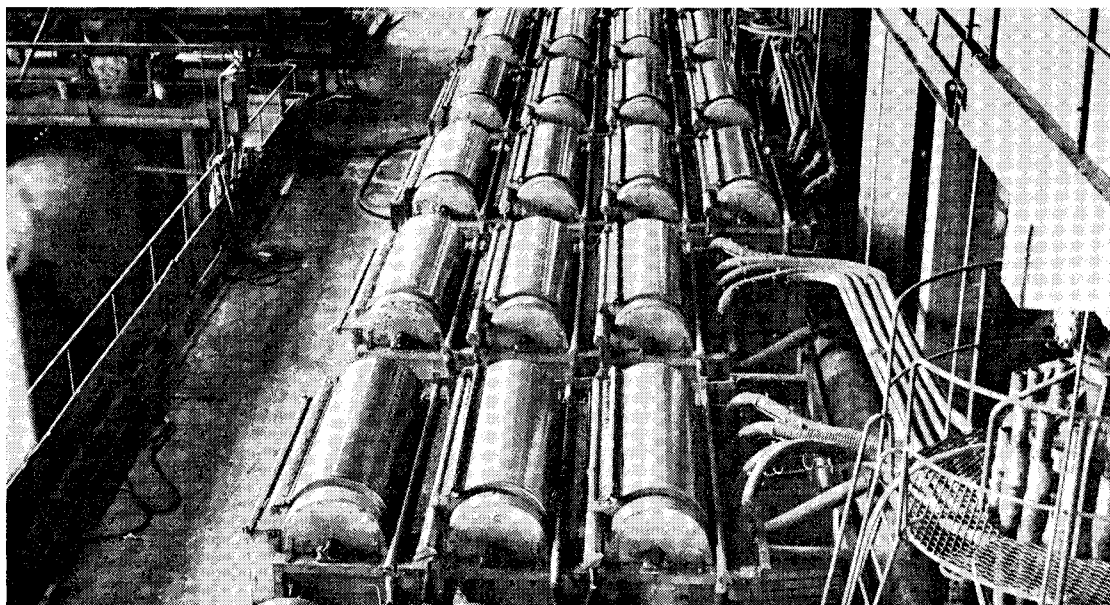
Euroopan suurin  
magnesiitti- ja dolomiittituotteiden valmistaja.

Tiesittekö, että Knorring täyttää kesäkuussa 80 vuotta!



OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

HELSINKI 37  
KARVAAMOKUJA 6  
PUHELIN 45 44 88  
TURKU  
L. RANTAKATU 21  
PUHELIN 24 779  
OULU  
ILMARINKATU 1  
PUHELIN 24 312



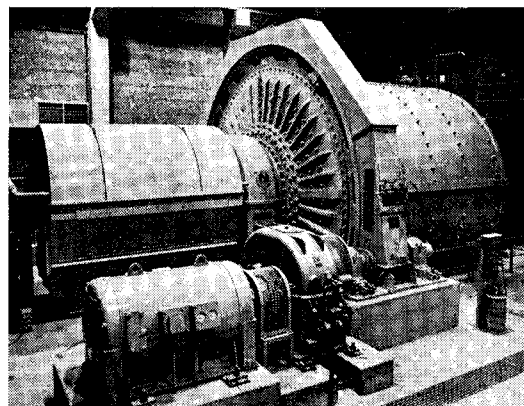
# **THUNE-EUREKA**

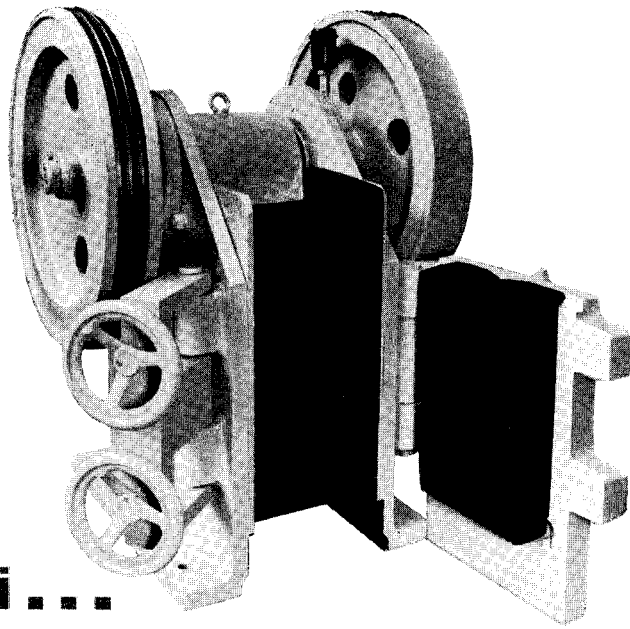
toimittaa vuoriteollisuudelle laajan valikoiman koneita ja laitteita, kuten:

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

**OY GRÖNBLOM AB**

Helsinki – Turku – Tampere – Oulu





**Kuin ovi...**

**...avautuu Labor**

**murskaajamme päätylevy. Tämä mahdollistaa murskaustilan nopean ja perusteellisen puhdistuksen näyte-erien välillä.**

**Valmistamme Labor**

**leuka- ja kitamurskaajia tehoalueelle 100-3000 kg/h.**

**Labor-laitteiden**

**valmistusohjelmamme**

**käsittää laitteita murskaamista, jauhatusta sekä**

**luokittelua varten.**

**WEDAG**

**WEDAG · 463 BOCHUM · HERNER STRASSE 299**

**VUORIKONE OY HELSINKI 10, ALEKSANTERINKATU 48, 655519, 655543**

885

# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r. y.

Hallitus: teollisuusneuvos Erkki Hakapää, puheenjohtaja, dipl. ins. Jürgen Schmidt, varapuheenjohtaja, fil.maist. Rolf Boström, joht. Nils Gripenberg, prof. Aarno Kahma, tekn.lis. Toimi Lukkarinen, joht. Esko Mattila ja dipl.ins. Per Westerlund.

Rahastonhoitaja: dipl.ins. Paavo Maijala, Outokumpu Oy, Oksasenkatu 4 b A, Helsinki 10, puh. 44 05 11.

Sihteerit: dipl.ins. Heikki Konkola, Outokumpu Oy, Töölönk. 4, Hki 10, puh. 44 05 11 ja dipl.ins. Antti Palomäki, Paraisten Kalkki Oy.

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, Raabe, puh. 982-3191.

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

Toimitus: dipl.ins. Paavo Maijala, päätoimittaja, virkapuh. 44 05 11, prof. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, virkapuh. 46 00 11, rouva Kaija Marmo, toimitussihteeri, puh. 46 21 92.

Toimituksen osoite: 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 1

1970

28. VUOSIKERTA

## Geologiset ja kaivosteknilliset tietokonesovellutukset Outokumpu Oy:ssä

*Dipl.ins., kauppat.kand. Pertti Voutilainen, Outokumpu Oy, Helsinki  
Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 19. 3. 1970 pidetty esitelmä*

Tässä esityksessäni en pyri käsittelemään kaikkia niitä geologisia ja kaivosteknillisiä ongelmia, joiden ratkaisemiseen tietokonetta on Outokumpu Oy:n piirissä käytetty. En myöskään tule puuttumaan sovellutusten ATK-teknillisiin yksityiskohtiin. Sen sijaan yritän muutaman käytännön esimerkin avulla antaa kuvan siitä, minkälaisiin tehtäviin tietokone tällä sektorilla saattaa soveltua.

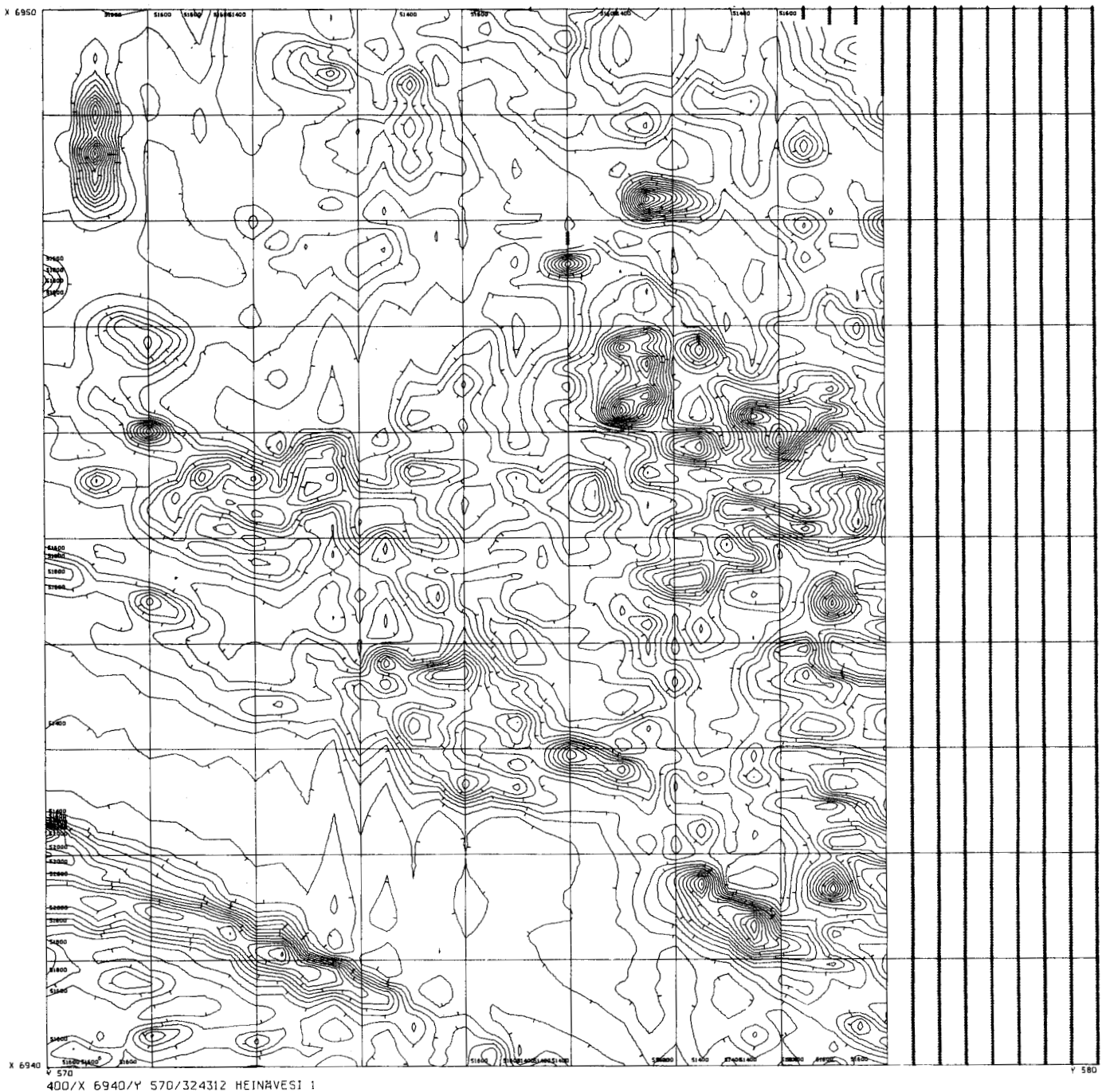
### Lentomittaustulosten käsittely

Malminetsinnän sovellutuksita otan esimerkiksi lentomittaustulosten käsittelyyn. Mitattavat suureet ovat mag-

neettinen totaali-intensiteetti sekä sähköiset reaali- ja imaginäärikomponentit. Havainnot tehdään lentämällä pitkin yhdensuuntaisia linjoja, joiden välimatka on tavallisesti 250 metriä. Suureet rekisteröidään 2 kertaa sekunnissa. Kun lentonopeus on 200 km/h, tulee havainnotopisteiden välimatkaksi em. linjoilla noin 28 metriä. Rekisteröinti tapahtuu automaattisten laitteiden avulla magnetofoninauhalle.

Ensimmäinen käsittelyvaihe maassa on tietojen siirtäminen reikänauhalle. Tällöin kunkin mitatun suureen arvot lävistetään omalle nauhalleen. Nämä nauhat muodostavat tietokonekäsittelyyn lähtöaineiston.





Kuva 1. Tietokoneeseen liitettyä piirturilla piirretty aeromagneettinen kartta.

Fig. 1. Aeromagnetic contour map plotted by computer.

Tietokonekäsittelyllä mittaustulokset saatetaan samavokäyräkarttojen muotoon (kuva 1). Nämä ovat lopullisia tuloksia, joiden pohjalta geofysikaalinen tulokinta suoritetaan. Tietokonekäsittely alkaa reikänauhojen lukemisella tietokoneen muistiin. Täältä tiedot vietään magneettinauhalle rekisteriin, jossa muodossa niiden käsittely on joustavaa ja nopeaa. Piirtämistä varten muodostetaan lineaarisella interpolaatiotekniikalla tasavälinen havaintomatriisi, jonka pohjalta tietokoneeseen liitetty piirturi piirtää käyräkartat.

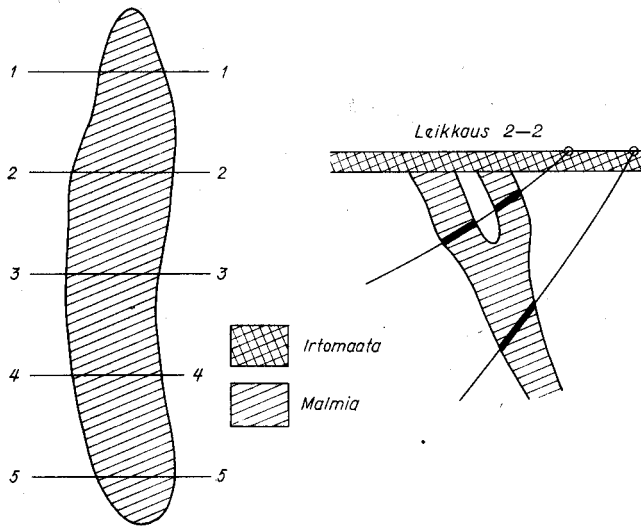
Edellä kuvattu esimerkki edustaa tyypillistä malmin-

etsinnän tietokonesovellutusta. Menetelmän kannattavuus perustuu sekä tietojen saannin nopeuteen että piirtäjätyössä saavutettaviin säästöihin.

Mainittakoon tässä yhteydessä, ettei tällaisia karttoja aikaisemmin laadittu ollenkaan, koska työtä pidettiin liian suurena. Saatujen kokemusten perusteella voidaan myös sanoa, että tietokoneella piirrettyjen karttojen laatu on korkea, jopa korkeampi kuin mihin käsityönä päästään. Tämä johtuu piirtäjän subjektiivisten näkemysten puuttumisesta tietokonekäsittelyssä.

**Malmiarvion laadinta**

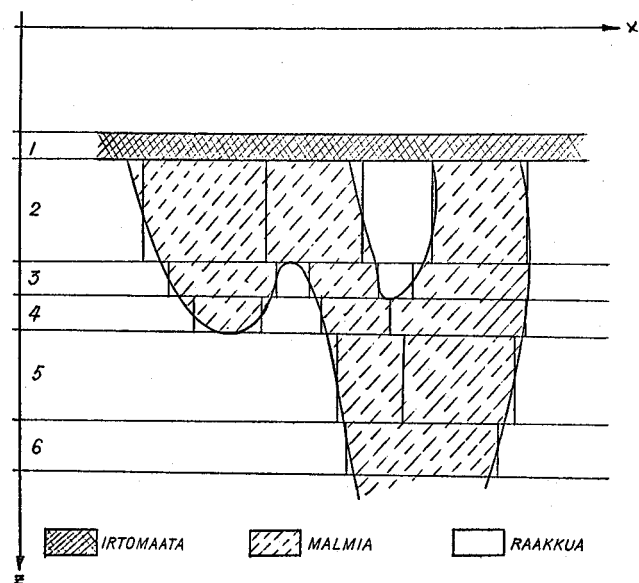
Malmiarvion tehtävänä on ilmoittaa malmivarojen määrä ja laatu. Se muodostaa perustan louhinnan kannattavuus- ja suunnittelulaskelmille. Malmiarvio laaditaan syväkairauksella saadun näytemateriaalin perusteella. Meidän oloissamme näytemateriaalin perusteella. Meidän oloissamme näytemateriaalin perusteella. Meidän oloissamme näytemateriaalin perusteella.



Kuva 2. Malmin geologinen kuva piirretään kairaustulosten perusteella.

Fig. 2. The geological features of the orebody are drawn on the basis of drillhole data.

ns. kairausprofiileista. Saatujen näytteiden ja tunnetun ympäristögeologian avulla voidaan kuhunkin profiiliin piirtää sen geologinen kuva (kuva 2). Nämä kuvat yh-



Kuva 3. Malmin jakaminen lohkoihin tapahtuu pitoisuus- ja kivilajivaihteluiden mukaan.

Fig. 3. The orebody is distributed into blocks according to differences in grade and rock type.

dessä näyteanalyysien kanssa muodostavat varsinaisten malmiarviolaskelmien perusaineiston.

Kun malmiarvion laadintaan tarkoitettua tietokoneohjelmaa ryhdyttiin Outokumpu Oy:ssä kehittämään, asetettiin tavoitteeksi menetelmä, joka mahdollisimman hyvin palvelisi kaivostoimintaan kuuluvia taloudellisia laskelmia. Päädyttiin ns. lohkoperiaatteeseen.

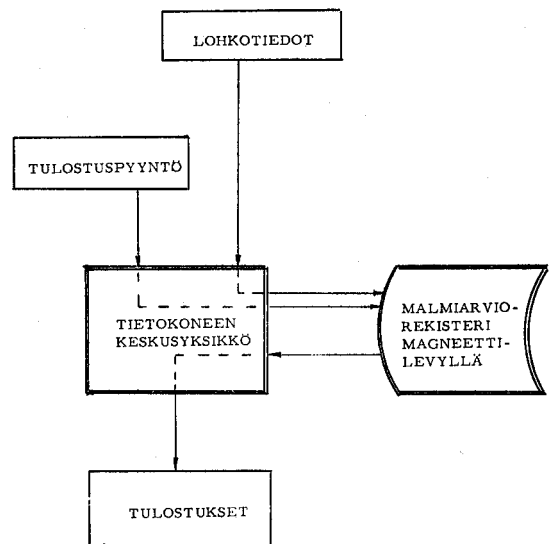
Tässä menetelmässä malmiesiintymä jaetaan kairausprofiilien perusteella lohkoihin, joiden rajat määräytyvät kivilaji- ja pitoisuusvaihteluiden mukaan (kuva 3). Lohkorakenteen avulla tietokoneen muistiin muodoste-

OUTOKUMPU OY  
OUTOKUMMIN KAIVOS

SYVYYSVAALI	KESKIPITOISUUDET KAIRAREIÄSSÄ NO. 468/LEIKKAUS NO. 9325						OM
	CU	S	FE	ZN	NI	CO	
8.50 - 61.65	0.053	1.516	3.282	0.017	0.204	0.027	2.740
11.00 - 61.65	0.056	1.542	3.346	0.018	0.205	0.028	2.751
12.40 - 61.65	0.057	1.439	3.184	0.015	0.209	0.028	2.750
13.90 - 61.65	0.058	1.423	3.173	0.014	0.212	0.029	2.749
20.00 - 61.65	0.065	1.544	3.022	0.016	0.222	0.032	2.758
22.40 - 61.65	0.065	1.444	3.063	0.016	0.216	0.030	2.752
25.00 - 61.65	0.069	1.437	2.765	0.018	0.217	0.030	2.750
28.80 - 61.65	0.072	1.453	2.807	0.020	0.213	0.027	2.758
32.40 - 61.65	0.069	1.432	2.763	0.019	0.211	0.024	2.741
32.80 - 61.65	0.071	1.465	2.812	0.019	0.213	0.025	2.761
35.50 - 61.65	0.077	1.482	2.875	0.021	0.216	0.027	2.769
40.00 - 61.65	0.088	1.540	3.036	0.026	0.222	0.031	2.784
42.80 - 61.65	0.102	1.665	3.220	0.028	0.238	0.034	2.790
45.95 - 61.65	0.122	1.759	3.385	0.033	0.248	0.039	2.808
48.80 - 61.65	0.145	2.038	3.603	0.041	0.274	0.045	2.752
52.10 - 61.65	0.192	2.466	4.123	0.055	0.327	0.057	2.741
53.25 - 61.65	0.215	2.762	4.318	0.054	0.356	0.064	2.726
56.25 - 61.65	0.241	2.864	4.550	0.057	0.387	0.061	2.735
57.55 - 61.65	0.311	3.682	5.359	0.072	0.440	0.077	2.718
58.70 - 61.65	0.060	1.900	3.000	0.020	0.240	0.030	2.650
6.50 - 59.70	0.053	1.502	3.293	0.017	0.203	0.027	2.753
11.00 - 59.70	0.054	1.527	3.359	0.018	0.205	0.028	2.755
12.40 - 59.70	0.057	1.420	3.192	0.014	0.208	0.028	2.754
13.90 - 59.70	0.058	1.403	3.180	0.014	0.211	0.029	2.754
20.00 - 59.70	0.065	1.527	3.023	0.016	0.221	0.032	2.763
22.40 - 59.70	0.065	1.421	2.858	0.016	0.215	0.030	2.757
25.00 - 59.70	0.070	1.411	2.751	0.018	0.216	0.030	2.756
28.80 - 59.70	0.073	1.425	2.795	0.021	0.211	0.027	2.765
32.80 - 59.70	0.070	1.491	2.769	0.019	0.209	0.024	2.760
32.80 - 59.70	0.072	1.433	2.798	0.019	0.211	0.025	2.769

Kuva 4. Lohkojen pitoisuudet saadaan kairaus-tietojen perusteella laaditusta keskipitoisuustaulukosta.

Fig. 4. The grades of the blocks are obtained from the average-content table based on drillhole data.



Kuva 5. Malmiarviosysteemin rakenne.

Fig. 5. Computer system for ore inventory calculations.

taan esiintymän pienoismalli. Tätä varten tietokoneelle ilmoitetaan kunkin lohkon kivilaji, analyysit ja ominaispaine sekä paikka koordinaatistossa. Lohkojen pitoisuu-

Malmin lähtöarvot ja parametritiedot eivät vastaa mitään todellista esiintymää.

## LOHKOMALMIARVIO/MALMI ABC

CUT OFF-RAJA .20 % NI

LEIKK. NO.	TASOVAALI	VAIKUTUS-MATKA	MALMIA TONNIA	KESKIM. OM. PAINO	CU	NI	MALMIN KESKIPITOISUUDET CO
100	40.0-100.0	50.0	354000	2.95	.24	.43	.10
200	40.0-100.0	50.0	435000	2.90	.21	.40	.09
300	40.0-100.0	50.0	590000	2.95	.18	.25	.12
YHTEENSÄ		150.0	1379000	2.93	.20	.34	.11

Kuva 6. Malmiarviotulostus.

Fig. 6. Tons and grades of ore calculated and printed by computer.

sia määriteltäessä voidaan käyttää hyväksi kairaustietojen käsittelyyn tarkoitettua tietokoneohjelmaa, joka laskee mm. analysoitujen metallien keskipitoisuudet kaikille mahdollisille näytepätkien muodostamille syvyysvälikombinaatioille (kuva 4). Tämä tulostus muodostaa valmiin taulukon, josta pitoisuudet voidaan valita kuttakin lohkoa parhaiten edustavan syvyysvälän kohdalla. Haluttaessa voidaan kullekin lohkolle taloudellisia laskelmia varten ilmoittaa rikastettavuusominaisuuksia kuvaava luku ns. rikastettavuuskerroin.

Lohkotiedot lävistetään reikäkorteille, jotka syötetään tietokoneeseen. Tämä tallettaa mallin magneettilevyille malmiarviorekisteriin. Varsinaisia malmiarviotietoja saadaan tästä rekisteristä syöttämällä koneeseen tulostuskortti, jolla määritellään se, mitä tuloksia tietokoneesta kussakin ajossa halutaan saada (kuva 5). Malmiarvio-

ohjelman avulla voidaan saada vastaus mm. seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka paljon malmitonneja esiintymä sisältää ja mitkä ovat vastaavat pitoisuudet, kun valitaan jokin cut off -raja (kuva 6)?
- Mikä on kunkin kivilajin osuus näistä tonneista?
- Mitkä ovat kunkin kivilajin keskimääräiset pitoisuudet?
- Millä tavalla malmitonnit jakautuvat eri pitoisuusluokkiin (kuva 7)?

On huomattava, ettei lohkorakennetta piirrettäessä oteta kantaa siihen kysymykseen, mikä lohko on malmia ja mikä ei. Tämä seikka määritellään vasta tulostuskortilla. Näin menetellen laskelmat voidaan nopeasti uusia esim. markkinahintojen oleellisesti muututtua.

## PITOISUUSJAKAUTUMA/LOHKOMALMIARVIO/MALMI ABC

NI LEIKKAUKSET 100, 200, 300

CUT OFF-RAJA .20 % NI

PITOISUUSLUOKKA	TONNEJA	OSUUS PAINO-%	KUMULATIIVINEN OSUUS PAINO-%	JAKAUTUMA GRAAFISENA
- .00	0	.00	.00	
.00 - .10	0	.00	.00	
.10 - .20	0	.00	.00	
.20 - .30	590000	42.78	42.78	DDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDD
.30 - .40	0	.00	42.78	
.40 - .50	789000	57.22	100.00	DDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDD
.50 -	0	.00	100.00	
YHTEENSÄ		1379000	100.00	

LEIKKAUKSEN KESKIPITOISUUS .34

LEIKKAUKSEN KESKIHAJONTA .00

Kuva 7. Malmitonnien jakautuminen eri pitoisuusluokkiin.

Fig. 7. Grade distribution of ore.

AVOLOUHOSLASKELMA/MALMI ABC

23.03.70

LEIKKAUS NO. 200		POHJASYV. 110.0 M		VAIK.MATKA 50.0 M		RAAKKULAIMENNUS 10 %			MATERIAALIKOODIT			TUOTTO	
VASEN SEINÄ	KALTEVUUS	OIKEA SEINÄ	KALTEVUUS	IRTOMAA M <sup>3</sup>	MALMIÄ TON	RAAKKUA TON	TONNIT YHT.	MALMIN CU	KESKIPITOISUUDET NI	CO	MK/MALMIT.	YHT.	
90.0	50.0	120.0	50.0	104550	557090	548373	1105463	0.25	0.41	0.09	+12.96	+7218487	
90.0	50.0	125.0	50.0	107050	564340	597998	1162338	0.25	0.41	0.09	+12.51	+7057147	
90.0	50.0	130.0	50.0	109550	571590	647623	1219213	0.25	0.41	0.09	+12.06	+6895808	
90.0	50.0	135.0	50.0	112050	578840	697248	1276088	0.25	0.40	0.09	+11.63	+6734468	
95.0	50.0	120.0	50.0	102050	555930	493493	1049423	0.25	0.41	0.09	+13.18	+7325451	
95.0	50.0	125.0	50.0	104550	563180	543118	1106298	0.25	0.41	0.09	+12.72	+7164111	
95.0	50.0	130.0	50.0	107050	570430	592743	1163173	0.25	0.41	0.09	+12.28	+7002772	
95.0	50.0	135.0	50.0	109550	577680	642368	1220048	0.24	0.40	0.09	+11.84	+6841432	
100.0	50.0	120.0	50.0	99550	548680	444493	993173	0.24	0.41	0.09	+12.94	+7101476	
100.0	50.0	125.0	50.0	102050	555930	494118	1050048	0.24	0.41	0.09	+12.48	+6940136	
100.0	50.0	130.0	50.0	104550	563180	543743	1106923	0.24	0.40	0.09	+12.04	+6778797	
100.0	50.0	135.0	50.0	107050	570430	593368	1163798	0.24	0.40	0.09	+11.60	+6617457	
105.0	50.0	120.0	50.0	97050	541430	395493	936923	0.23	0.40	0.09	+12.74	+6896078	
105.0	50.0	125.0	50.0	99550	548680	445118	993798	0.23	0.40	0.09	+12.27	+6734738	
105.0	50.0	130.0	50.0	102050	555930	494743	1050673	0.23	0.40	0.09	+11.82	+6573399	
105.0	50.0	135.0	50.0	104550	563180	544368	1107548	0.23	0.39	0.09	+11.39	+6412059	

Kuva 8. Avolouhosohjelman tulostus.

Fig. 8. Output of open pit design program.

### Avolouhoslaskelmat

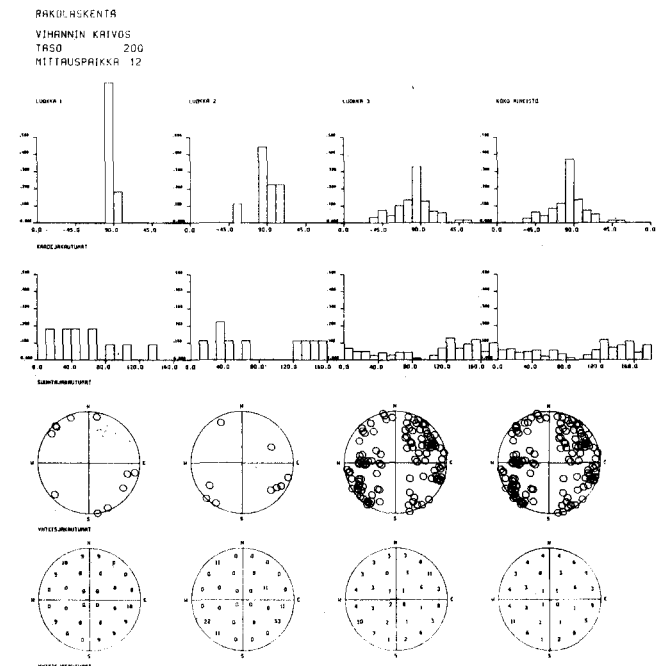
Avolouhoksen suunnitteluun tarkoitettu tietokoneohjelma käyttää myös hyväkseen edellä kuvattua lohkomallia. Ohjelman avulla voidaan määrittellä louhoksen optimimuoto. Tämä tapahtuu laskemalla kussakin kairausprofiilissa useiden eri louhosvaihtoehtojen tiedot ja valitsemalla näiden perusteella ne vaihtoehdot, jotka louhoskokonaisuudeksi yhdistettynä antavat suurimman yhteenlasketun tuoton. Laskentaa varten tietokoneeseen syötetään arvioidut tuotantokustannukset, saannit ja tuotteiden hinnat sekä laskettavan louhosvaihtoehdon paikkaa ja muotoa osoittavat tiedot. Louhoksen paikka ja muoto kairausprofiilissa määrittellään pohjatason nurkkapisteiden koordinaattien ja seinämien kaltevuuskulmien avulla. Samalla kertaa voidaan kummallekin seinämälle yhdellä pohjatasolla määrittellä neljä eri asentoa. Täten ohjelma voi kerralla laskea  $4 \times 4 = 16$  louhosvaihtoehdon tiedot. Tulostuksena saadaan kunkin vaihtoehdon osalta irtomaan määrä, malmi- ja raakku-tonnit, malmin pitoisuudet sekä tuotto markkoina (kuva 8).

Louhoksen lopullinen suunnittelu profiilikohtaisten tietojen avulla suoritetaan käsityönä. Periaatteessa tämäkin vaihe voitaisiin automatisoida. Näin pitkälle ei kuitenkaan ole katsottu aiheelliseksi mennä, sillä tällaisen ohjelman laatiminen ilmeisesti olisi suuri työ. Tuon ohjelman nimittäin pitäisi ottaa huomioon mm. avolouhosten suunnittelun yksityiskohdat ja kalliomekaaniset seikat, joiden saattaminen tietokoneohjelman muotoon on hankalaa.

### Kallion rakoilutaipumusten tutkiminen

Louhittavan kiven rakoilutaipumuksien tunteminen on

tärkeää esim. louhosten ja pilarien suunnasta päätettäessä. Mittaamalla kallioon louhitun tilan — esim. perän — katossa ja seinässä esiintyvien rakojen suunta ja kaade,



Kuva 9. Rakolaskennan tuloksia.

Fig. 9. Dip and strike distributions of joints in various size classes.

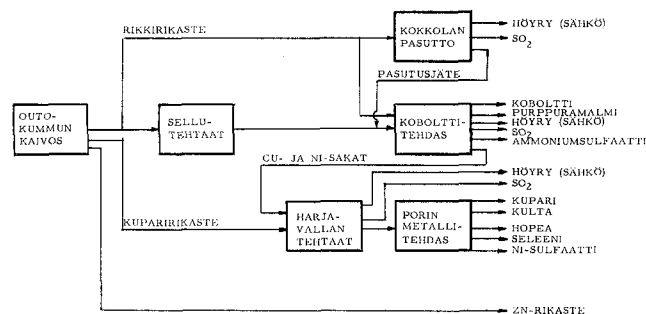
voidaan laatia ennuste kyseisen kiven rakoilutaipumuksista. Käytännössä tällainen tutkimus suoritetaan ns. rakolaskentana, jolloin mitataan suuri joukko rakoja alueelta, jonka rakoilutaipumuksia pyritään selvittämään.

Rakolaskennan tulokset esitetään tavallisesti stereografisen projektion muodossa. Kun tämän piirtäminen käsityönä on varsin suuri työ, on tarkoitusta varten laadittu tietokoneohjelma, joka samalla piirtää erikseen myös rakojen suunta- ja kaadejakautumat. Kokonsa perusteella raot laskennassa jaetaan kolmeen eri luokkaan. Tietokonetulostuksessa (kuva 9) kunkin luokan tiedot esitetään erikseen.

### Simulointimallit

Outokumpu Oy on teollisuusyritys, jonka tuotantokaavio on laaja sekä horisontaalisessa että vertikaalisessa suunnassa. Tästä johtuen tuotantolaitosten välillä kulkee suuria väli- ja sivutuotteiden muodostamia materiaalivirtoja. Tällaisia ovat ennen kaikkea rikasteet ja metallurgisten puhdistusprosessien sakat. Kunkin osaprosessin kustannukset ja arvoaineiden talteensaannit riippuvat sekä syötteen että tuotteiden laadusta. Tästä syystä osaprosessin ajotapaa ei voida optimoida yksitellen, vaan koko tuotantokaaviota täytyy käsitellä yhtenä kokonaisuutena.

Otan esimerkiksi Outokummun kaivoksesta saatavien tuotteiden jalostuskaavion (kuva 10). Rikastamon ajo-



Kuva 10. Outokummun kaivoksesta saatavien tuotteiden jalostuskaavio.

Fig. 10. Production flowsheet of the products of the Outokumpu Mine.

tapaa muuttelemalla on mahdollista säädellä malmin alkuainekomponenttien jakautumista rikastamon tuotteisiin. Rikasteiden laadusta ovat riippuvaisia rahtikustannusten lisäksi metallurgisten prosessien kustannukset ja saannit. Ongelmana voidaan siis sanoa olevan rikastamon ajotavan valitseminen niin, että toimitaan optimitavalla koko tuotantoprosessia ajatellen.

Ongelman ratkaisemiseksi on laadittu matemaattinen malli, joka kuvaa jalostusprosessin toimintaa. Malliin perustuva tietokoneohjelma laskee koko prosessin vuosittaisen katetuoton lähtien julkosta rikastamon toimintaa kuvaavia päätösmuuttujia. Tällaisia muuttujia

ovat esimerkiksi jauhatushienous ja kuparirikasteen Cupitoisuus. Mallin rakennetta ja toimintaa voidaan yksinkertaisesti kuvata sanomalla, että annetuilla päätösmuuttujien arvoilla ohjelma pystyy laskemaan rikasteiden määrät ja pitoisuudet sekä näiden avulla edelleen lopullisten tuotteiden määrät. Kun tietokoneelle on ilmoitettu tuotteiden myyntihinnat, se pystyy laskemaan myyntitulot. Kun se lisäksi voi laskea kunkin osaprosessin kustannukset, saadaan selville koko jalostusprosessin katetuotto. Mallilla simuloimalla eli kokeilemalla voidaan etsiä se päätös muuttujakombinaatio, joka antaa suurimman katetuoton. Tämä optimaalinen ajotapa muuttuu esimerkiksi myyntihintojen muuttuessa. Tietokoneohjelman avulla tällaisten muutosten vaikutus voidaan kuitenkin nopeasti selvittää.

Tällaisia simulointimalleja Outokumpu Oy:ssä on nyt valmiina kaksi kappaletta. Tarkoituksena on jatkaa työtä tällä sektorilla niin, että lopullisena tavoitteena on koko yhtiön tuotantokaavion kattava yritys malli.

### Loppusanat

Minä toivon, että olen esittämälläni esimerkeillä pystynyt osoittamaan, ettei tietokoneen käyttöön geologisten ja kaivosteknillisten tehtävien parissa liikuttaessa sisälly mitään mystillistä. Tietokoneihmisiä syytetään — ja mielestäni aiheellisesti — siitä, että he puhuvat tavalliselle ihmiselle täysin vierasta kieltä. Kuitenkin totuus on se, että ne asiat, joiden kanssa ollaan tekemisissä, ovat varsin tavallisia ja arkipäiväisiä.

Minä uskon, että tietokone on tullut jäädäkseen myös geologisten ja kaivosteknillisten tehtävien pariin. Geologit ja kaivosinsinöörit ovat saaneet käyttöönsä työkalun, joka tarjoaa arvokkaan lisän siihen arsenaaliin, joka heillä aikaisemmin on ollut käytettävissään.

### Summary

#### Geological and mining technical computer applications in Outokumpu Oy.

This article deals with some computer programs, which are developed by Outokumpu Oy for the solution of geological and mining technical problems. The following applications are covered:

- Processing of data from aerogeophysical prospecting. Contour maps are plotted by computer.
- Ore inventory calculations. In addition to tons and grades of ore, also grade and rock type distributions are calculated by computer.
- Optimization of open pit design.
- Plotting of dip and strike distribution of joints.
- Simulation model for production flowsheet of the products of the Outokumpu Mine. The optimum analysis of concentrates can be defined by this model.

# Tietokone vaahdotusprosessissa

*Dipl.ins. Unto Paakkinen, Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos*

Aina viime aikoihin saakka ei ole ollut käytännössä mahdollista mitata jatkuvasti useita vaahdotusprosessille tyypillisiä muuttujia. Tästä johtuen myöskään tietokoneen käytössä prosessin valvonta- ja ohjaustehtävissä ei olla niin pitkällä kuin esim. energiatuotannon ja kemian teollisuudessa. Tilanne on kuitenkin oleellisesti muuttumassa sellaisten instrumenttien kuin röntgenfluoresenssianalysaattorin, magneettisen virtausmittarin ja radioaktiivisen lietetiheysmittarin kehityksen johdosta.

Tällä hetkellä tietokonetta käytetään maailmalla tietävästi vain viidessä vaahdotusrikastamossa prosessin ohjaukseen. Koneita on asennettu huomattavasti enemmän, mutta valtaosa niistä on raportointi tai off-line laskentatehtävissä. Suurrikastamoilla ei yleensä ole tietokonetta. Tuntuukin siltä, että tietokonehankinnan perustana useimmiten on ei niinkään käsiteltävät malmitonnit kuin prosessin monimutkaisuus, joka aluksi on pakottanut kehittämään instrumentointia ja siten tuonut myöskin tietokonehankinnan reaalisiksi.

## Pyhäsalmen rikastamon tietokonehankinta

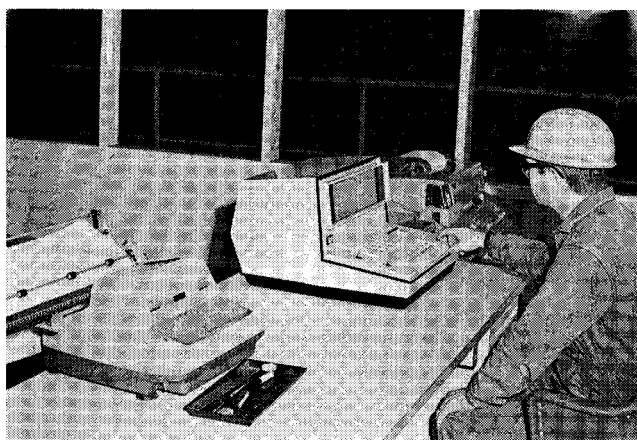
Teknilliset edellytykset tietokonehankintaan Pyhäsalmen syntivät Outokumpu Oy:n tutkimuslaboratorion kehittämän röntgenfluoresenssianalysaattorin ja rikastamon pitkälle viedyn muun instrumentoinnin ansiosta.

Kehityksen myötä havaittiin valvomoon tulevan mittausinformaation määrä niin suureksi, että sen riittävä hyväksikäyttö ei ollut mahdollista yksin prosessinohjajan inhimillisin voimin. Tavanomaisten analogiasäätöpiirien rakentamista vaikeuttivat sekä prosessimuuttujien lukuisuus että niiden vaikutuksen moninaisuus.

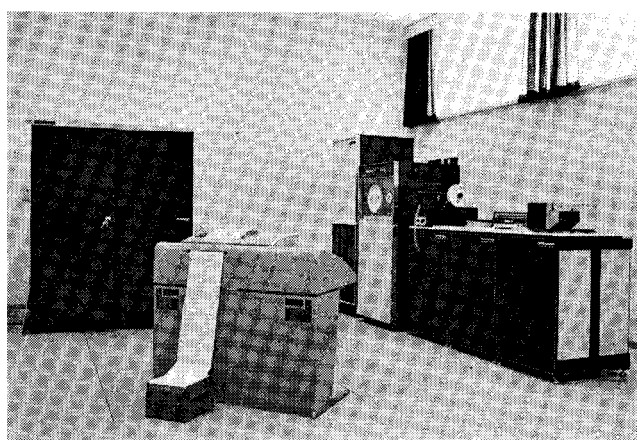
Lukuisten säätäjien korvaamista tietokoneella puolsi lisäksi tietoisuus siitä, että se tarjoaisi tehokkaan työkalun prosessin tutkimiseen. Tietokonehankinnan taloudellista kannattavuutta on arvioitu vanhojen käytötulosten pohjalta. On laskettavissa, että jo 0,5 % parannuksella metallien talteensaanneissa kone maksaa itsensä. Tähän parannukseen riittää satunnaisten huonojen päivien nostaminen keskitasoon.

Ennen tietokoneen hankintapäätöstä oli Oulun yliopistossa aloitettu vaahdotuksen dynamiikkaan ja säätöön liittyviä tutkimuksia yhteistyössä Pyhäsalmen rikastamon kanssa. Ensimmäinen kosketus tietokone-miehiin tapahtui vuoden 1967 alussa. Hankintapäätös tehtiin vielä samana vuonna kesällä. Tämän jälkeen koottiin projektin toteuttamista varten ryhmä, johon aluksi kuului 4 insinööriä: systeeminsuunnittelija, instrumentoinnin ja tietokonelaitteiston asiantuntijat sekä prosessi-insinööri. Keväällä 1968 tilattiin Honeywell'in DDP-516 tietokonejärjestelmä.

Koneen pikamuistin laajuus on 32 000 sanaa, nopeana tukimuistina on 294 000 sanan kiinteälukupäinen levy. Lisäksi on mukana magneettinauhayksikkö mittaus-tulosten ja ohjelmien talletusta varten. (Kuva 1) Prosessin hoitajan käyttöön on varattu ns. informaatio-asema, jonka kautta hän voi kysyä mitattuja ja lasket-tuja suureita tai muuttaa säätöpiirien asetusarvoja. Systeemissä on loggauskirjoitin, joka automaattisesti tulostaa 15 minuutin välein tärkeimmät prosessin tilaa kuvaavat suureet. Hälytyskirjoitin antaa kelloajan sekä hälytyksen, mikäli joku prosessimuuttuja on hälytys-rajojen ulkopuolella. Myöhemmin systeemiin on liitetty myös piirturi. (Kuva 2)



Kuva 1. Pyhäsalmen tietokonejärjestelmä. Oikealla keskusyksikkö, magneettinauha-asema sekä levymuistiyksikkö. Vasemmalla prosessiliitäntäkaappi sekä operointikirjoitin.



Kuva 2. Prosessisuureita tulostava raporttikirjoitin, prosessinohjauspaneeli sekä hälytyskirjoitin.

## Ohjelmiston rakenteesta

DDP-516:n erikoisominaisuus on nk. levyorientuneisuus. Tällä tarkoitetaan sitä, että tietojen siirto tukimuistiin levyille sekä haku sieltä tapahtuu suhteellisen nopeasti. Tämä ominaisuus puolestaan antaa mahdollisuuden säilyttää useinkin tarvittavia ohjelmia, mittausuureita ja parametrejä levyllä ja siten säästää varsinaista ydinmuistitilaa. Systeemin suunnittelussa tätä ominaisuutta on pyritty tehokkaasti käyttämään hyväksi siten, että kuhunkin tehtävään tarvittavaa aikaa ja pikamuistitilaa on säästetty tukimuistitilan kustannuksella. Tällä voiteaan se, että systeemin laajentaminen on suhteellisen helppoa, eikä hevillä tule vastaan sellaista tilannetta, että koneen kuormitus on liian suuri, jolloin auttamattomasti joudutaan muuttamaan suurta osaa ohjelmistoa.

Pikamuistitilaan on tällä hetkellä sijoitettu 5 nk. juuri-ohjelmaa, jotka tarvittaessa hakevat levyltä tarvitsemiaan pääohjelmia. Nämä juuri-ohjelmat muodostavat tehtäväkokonaisuudet seuraavasti: mittausohjelmat, säätöohjelmat, tietopankkiohjelmat, analysaattorihjelmat ja informaatioasemaohjelmat.

Mittausohjelmat mittaavat prosessista 10 sekunnin välein arvoja ja tallioivat ne levytilaan niille varattuun taulukkoon.

Säätöohjelmat muodostuvat eri tyyppisistä ja tasoista säädöistä, riippuen päämääristä, joihin säädöllä pyritään.

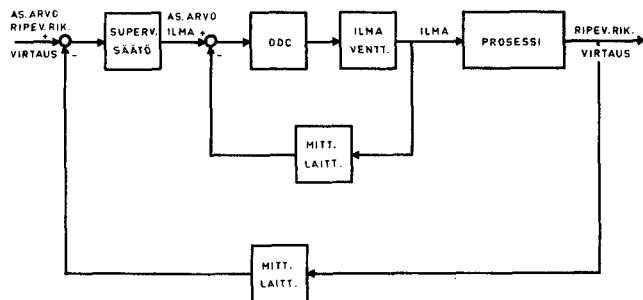
Tietopankkiohjelmat keräävät mittaukset levytaulukosta, laskevat prosessin tilaa kuvaavia suureita, tulostavat ne ja varastoivat 24 tunnin ajaksi.

Analysaattorihjelmat keräävät röntgenfluoresenssianalysointilaitteilta tulevat raakapulssit, laskevat näiden perusteella lietteen sisältämän metallipitoisuuden painoprosenteissa ja tulostavat arvot piirtureille ja raporttikirjoittimelle.

Informaatioasemaohjelmat hakevat prosessinohjaajan haluamaa tietoa levytaulukoista sekä tekevät mahdolliseksi parametrien arvojen muuttamisen.

## Säätöpiirien rakenteesta

Toteutettua tietokoneohjattua säätöjärjestelmää ei ollut esimerkkinä, kun säätösysteemiä ryhdyttiin suunnittelemaan. Vastapainona rutiininomaiset ratkaisut eivät päässeet myöskään haittaavasti vaikuttamaan suunnitteluun.



Kuva 3. Sisäinen DDC-säätöpiiri säätelee ilmanvirtausta ja ulompi riipevaahdotuksen rikasteen virtausta.

Ajatuksena on ollut että säätöpiirit jaetaan eri tasoihin, joissa alemmalla tasolla olevat säätöpiirit toimivat ylempien ohjauksena. Tämä antaa prosessinohjaajalle mahdollisuuden katkaista säätö haluamaltaan tasolta, ilman että alemmalla tasolla olevat säädöt siitä kärsivät. Sopivien ohjaussuureiden valinta vaikuttaa oleellisesti säädön onnistumiseen. Kuitenkin yhtä tärkeää kuin oikeaan osunut valinta, on varmistus siitä, että ohjaussuureella todella on haluttu arvo. Tästä syystä säätöpiirien rakentaminen aloitettiin mahdollisten ohjaussuureiden suoralla numeerisella säädöllä, mistä tavallisesti käytetään nimitystä DDC-säätö.

Supervisory-säädöllä tarkoitetaan säätöä, missä korkeammalla tasolla oleva säätöpiiri antaa asetusarvon matalammalla tasolla toimivalle (kuva 3). Supervisory-säätöjen ensimmäiseksi kohteeksi otettiin vain osa prosessia,

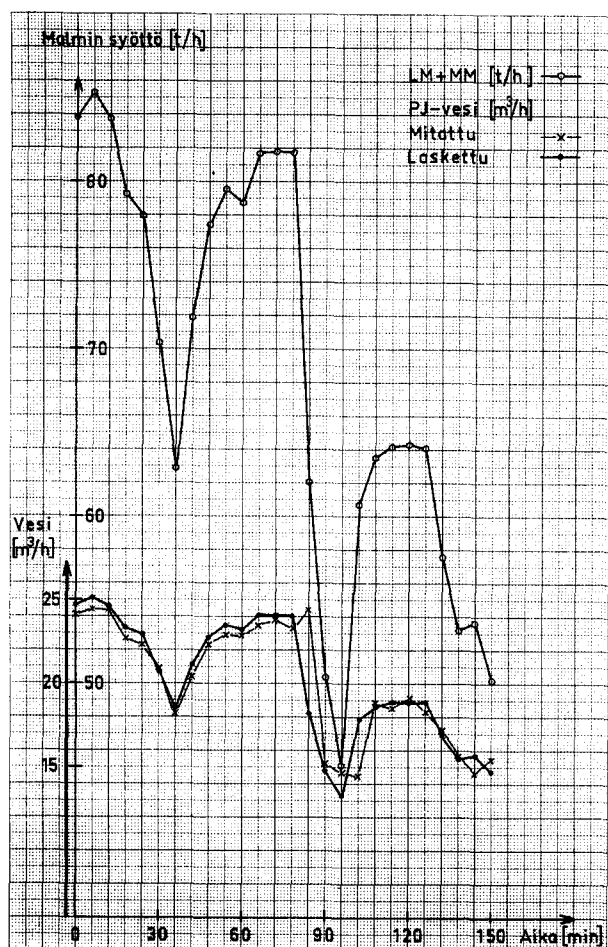
OUTOKUMPU oy		TAULUKON DOKUMENTOINTI-		SIVU 1
Pyhäsalmen kotivos		KAAVAKE		PVM. 17.2.70
NIMI	SUPARA	NUMERO 22	LAATU kokon.luku, syst. taulu	
SISÄLTÖ: pH:n säätö- ja muiden takaisinkytkettyjen supervisory-piirien pistekohtaiset tiedot				
INSTANSSIEN		KOKO (9.30)	LUKUMÄÄRÄ 1	
KÄYTTÄVÄT OHJELMAT				
LUO	KIRJOITTAJA		LUKEE	
LUONTI	LUONTI, SUPER7, SUPERV. (STAULU)		SUPER7	
INSTANSSIN KUVA				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1									Laskukaavan numero				Viive mittauksen ja säädön välillä			
2	Mittauspisteen numero															
3	100 x supervisory-asetusarvo															
4	1000 x algoritmin vahvistus (nP)															
5	1000 x algoritmin integr.vakio (nSI)															
6	Edellisen kierruksen supervisory-															
7	ry-suureen eroviesti															
8	Säätöpisteen numero systeemitaulussa 13															
9																

Kuva 4. Säätöpistetaulukko. Yläosassa yleistä tietoutta käyttäjää varten ja alaosassa taulukon sisältö.

nimittäin kuparivaahdotus. Tämä siitä syystä, että vältetään alussa kalliilta virrehankinnoilta esim. instrumentoinnin kohdalla ja kuitenkin kuparivaahdotuksesta saatuja kokemuksia voidaan käyttää hyväksi liitettäessä asteittain muut vaahdotusvaiheet tietokoneohjaukseen. Tällä hetkellä tietokonesäädössä on kuusi DDC- ja 7 suhdessäätöpiiriä.

Esimerkkinä toteutetusta supervisorysäätöpiiristä on pH:n säätö kalkkimaidon avulla. DDC-säätöpiirinä on kalkkimaidon virtauksen säätö, jonka asetusarvoa ohjaa pH-säätöpiirin pH-mittauksen tulos. Käytännössä tämä tapahtuu siten, että molemmilla säätöpiireillä on oma säätöpistetaulukonsa, jossa säilytetään säätöpiireille ominaisia tietoja (kuva 4). Tällöin supervisorysäätöpiiri muuttaa sille ominaisella frekvenssillä DDC-säätöpiirin asetusarvoa taulukossa, mistä DDC-ohjelma sen hakee puolestaan sille ominaisella taajuudella.



Kuva 5. Lohkaremalmin ja malmimurskeen summan vaihtelu erään koeajon aikana sekä sitä seuraava lohkarejauhatuksen vedensyötönvaihtelu.

Tyypillinen esimerkki tietokoneelle hyvin soveltuvasta säätötehtävästä on jauhatuksen vesi/malmi suhteen säätö. Pyhäsalmen rikastamon jauhatus tapahtuu 2-vaiheisena autogeenijauhatuksena, jolloin rikastamon syöte muodostuu murskemalmista, lohkarealmista ja palamalmista. Molempiin jauhatusvaiheisiin on erillinen vedensyöttö ja molemmissa pyritään vakioituaan lietetiheyteen.

Tällöin voidaan tehdä kaksi ehtoyhtälöä, jotka samanaikaisesti on toteuduttava vedensyöttöä säädettäessä:

$$\begin{aligned} Q_L + Q_P &= k_1 (F_L + F_M + F_P) \\ Q_L &= k_2 (F_L + F_M) \end{aligned}$$

missä  $Q$  = vedensyöttö  $m^3/h$

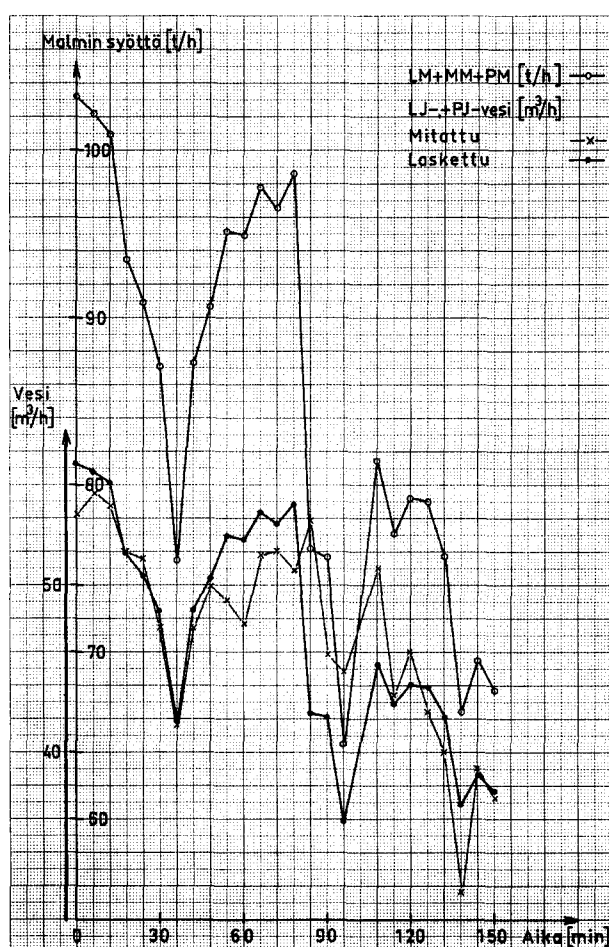
$F$  = malminsyöttö  $t/h$

$L, M, P$  = alaindeksijä, jotka viittaavat lohkareisiin, malmimurskeeseen ja palamalmiin

$k_{1,2}$  = kertoimia  $m^3$  vettä/ $t$  malmia

Ratkaisemalla yhtälöistä  $Q_L$  ja  $Q_P$  saadaan lausekkeet tarvittavalle vedensyötölle ja siten voidaan toteuttaa vedensäätö, joka on suhteessa sisäänsyötettyyn malmimäärään.

Kuvassa (5) on esitetty lohkaremalmin ja malmimurskeen summan vaihtelu erään koeajon aikana sekä sitä seuraava lohkarejauhatuksen vedensyötön vaihtelu. Kuva ei ole erityisen havainnollinen, koska mittakaava molemmille materiaaleille on erilainen, mutta siitä havaitaan kuitenkin, että vedensyöttö seuraa selvästi sisäänsyötetyn malmin määrää ilman havaittavia viiveitä, vaikka malmin syötössä tehtiinkin melkoisia muutoksia.



Kuva 6. Vastaava tilanne kokonaismalminsyötölle ja vedelle.

Kuvassa 6 on sama tilanne, mutta muuttujina kokonaissyöttö sekä malmille että vedelle.

### Käyttöhenkilökunnan koulutus

Ennen tietokoneen tuloa järjesti toimittaja kahden viikon pituisen yleisen tietokonekoulutuskurssin, jolle ottivat osaa kaikki, joiden vähänkin arveltiin joutuvan tekemisiin tietokoneen kanssa. Koneen tulo ja käyntiinlähtö aiheuttivat kuitenkin lisäkoulutuksen tarpeen, joka käynnistyiinkin välittömästi. Prosessinohjaajille jotka ovat entisiä vaahdottajia, annettiin operointikoulutus, jonka jälkeen he pystyivät käynnistämään ja pysäyttämään koneen sekä ajamaan sisään tarvittavat ohjelmat. Käyttömiehille annettiin koulutus prosessiohjauspaneelin käytössä ja samaan aikaan käynnistettiin viikon kestävä yleinen instrumentointi-, säätöteorian ja tietokonetekniikan kurssi, joka koski työnjohtajia, prosessinohjaajia ja käyttömiehistä.

### Kokemuksia tietokoneen käytöstä

Pitkälle meneviin johtopäätöksiin tietokonesäädön vaikutuksesta prosessiin ei vielä voi mennä, koska asia on kovin keskeneräinen. Kuitenkin tietokone on jo nyt tuonut eräitä huomionarvoisia etuja vanhaan prosessiohjaukseen nähden. Oleellisin on ehkä lisääntynyt ja keskittynyt tieto prosessin toiminnasta. Tämän tekee mahdolliseksi raporttikirjoitin, hälytyskirjoitin sekä pro-



sessinohjauspaneeli. Häiriötilanteen tullessa raporttikirjoittimelta nähdään prosessin senhetkinen tila kokonaisuudessaan ja tarvittavia säätötoimenpiteitä voidaan ryhtyä välittömästi suorittamaan. Jälkeenpäin häiriötilanne voidaan analysoida tarkemmin informaatioaseman kautta, johon kelloajat ilmoittamalla voidaan hälytyskirjoittimella tulostaa halutut mittaukset, jotka tietokone on säilyttänyt muistissaan toistaiseksi 24 tunnin ajan.

Taloudellisia säästöjä tietokone on tuonut jo kemikaalien syötössä. Yleisesti ollaan sitä mieltä huomioiden eräitä rajoituksia, että kemikaaleja tarvitaan sitä enemmän mitä suurempi on malmin syöttö. Ensimmäisiä säätöpiirejä, joita rakennettiin, olikin kemikaalien suhteutus syötteen määrään. Vaikutukset näkyivät sekä kemikaalien säästönä että prosessin pysymisessä paremmin tasapainotilassa.

Pienempiä etuja on saavutettu siinä, että instrumenttien kuntoa on pystytty entistä helpommin tarkkailemaan sekä suorittamaan kalibrointia vaivattomammin informaatioasemaa hyväksi käyttäen.

### Jatkotoimenpiteistä

Tulevaisuuden suunnitelmissa ensimmäisenä tehtävänä on rakentaa takaisinkytketyt säätöpiirit, jotka perustuvat metallipitoisuuksiin ja virtauksiin. Vaahdotusta koskevia prosessitutkimuksia on suoritettu jo ennen tietokoneen tuloa ja näiden tutkimusten perusteella tärkeimpiin säädettäviin suureisiin vaikuttavat ohjaussuureet ja aika-aiheet tunnetaan. Koska vaahdotus kuitenkin on vain

osa laajempaa kokonaisuutta, saattavat olosuhteet prosessissa yllättäen muuttua. Tästä syystä säätöstrategia pyritään rakentamaan sellaiseksi, että se mahdollisimman hyvin pystyy mukautumaan muuttuneisiin olosuhteisiin. Tietokoneen nopeutta ja monipuolisuutta hyväksikäyttäen sopivien säätöalgoritmien etsiminen ja parametrien virittäminen antaa sekä uutta tietoutta itse prosessista että myöskin menetelmistä, joilla prosessia voidaan tutkia. Perimmäisenä tavoitteena on tilanne, jossa kone itse valikoi ohjaussuurensa siten, että valinta perustuu taloudelliseen kriteerioon.

### Summary:

The connection of a computer to the flotation process of a project is studied. An account is given on the attempts that have been made to avail oneself of some special features of the computer in the planning of programs.

The smooth operation and the possibilities of expanding the system have been emphasized when planning control loops. Attending to the above-mentioned principles, some control loops that have been carried into effect are illustrated with the help of examples. The regulation of the air flow, the feed of chemicals and the pulp level to a determined set point have been selected as basic control loops. Of the supervisory control loops, only the regulation of the pH and the pulp flow of the scavenger concentrate are dealt with. The computer control of grinding was started through proportional control of ore/water.

In spite of the incompleteness of the project, the computer has proved advantageous compared to previous process control. This is among other things due to the centralized report and alarm, which make it possible to follow the state of the entire process during a disturbance. Numerous control loops decrease the cost of chemicals and help to keep better the process in a steady state.

*Jatkoa sivulta 36.*

### Muita haittoja

Paitsi tapaturmia, voi pölyräjähdys, varsinkin jos se sattuu louhintaräjähdyksen yhteydessä esim. välitasolouhinnassa, aiheuttaa myös materiaalivahinkoja lisääntyneen paineen vaikutuksesta ja myös tulipalovaaran.

### Pölyräjähdysvaaran pienentäminen

Rikkipölyräjähdysvaara pienenee tai ainakin sen leviämismahdollisuus vähenee kosteuden lisääntyessä ympäristössä. Esim. Vihannissa on suht. kosteus yleensä lähes 100 %, mutta siitä huolimatta pölyräjähdysä sattuu. Räjähdyksissä syntyvä uusi pöly lienee ainakin osaselitys tähän. Pyhäsalmen kaivoksella on todettu rikkipölyräjähdysten lukumäärän kasvua kuivalla pakkassäällä.

Ainoastaan atmosfäärin muuttaminen, ts. hapen poistaminen, lienee varma keino pölyräjähdysten estämiseksi. Atmosfääri muuttuu jo kun esim. ilmaa syrjäytetään vesihöyryllä tai estetään räjähdysten tarvitseman hapen saanti esim. vaahdolla. Myös on tehty kokeita esim. räjäyttämällä kaasupallo, joka palaessaan kuluttaa hapen, juuri ennen kiven räjäytystä.

Seuraavilla keinoilla voidaan pölyräjähdysten mahdollisuutta ja sen aiheuttamia vaaroja pienentää tuntuvasti — ympäristön ja pölyisten paikkojen kastelu — vesisumutus tai muu kastelu räjähdysten yhteydessä — räjähdyskaasujen pesu vesisumutuksella ennenkuin ne tulevat kulkuväylille — varsinaisessa louhinnassa vältettävä kahden tai useamman leikkauksen räjäyttämistä yhtäaikaan — pyrittävä käyttämään räjähdysaineita, joiden räjähdyslämpötila on alhainen esim. ns. liekitön aniitti. Koska kaikista varotoimenpiteistä huolimatta lienee rikkipölyräjähdysvaara olemassa etenkin rikkaiden pyriittimalmien louhinnassa, on tärkeitä, että nouda-

tetaan tarkoin sovittuja räjäytysaikoja. Näin voidaan välttää suuret onnettomuudet.

— vältettävä esim. rikkoräjähdyksiä paikoissa, joissa on pölyä ja joissa mahdollinen pölyräjähdys aiheuttaa vahinkoa.

— käytettävä mahdollisuuksien mukaan etutäytettä.

### Summary:

When the mining of the pyrite bearing ores began at the Vihanti Mine of the Outokumpu Co., the miners faced a serious problem — the dust explosions. The problem is not new, many mines all over the world are accustomed with it. The nature of the dust explosions and the methods to avoid it or at least to reduce its consequences are described (in the article.) Microscopical studies showed that pyrite ore produces more easily explosive dust than pyrrhotite ore and this very fine dust (particle size  $1 \mu$ ) is heated by the flame of the blast, by friction and by pressure into about  $1200^\circ \text{C}$ . When this hot dust comes into contact with atmospheric oxygen, a vigorous burning — an explosion — takes place. Dust and air build up a mixture and the explosion continues as a chain reaction. Even the settled dust can explode when it has been stirred up by the shots.

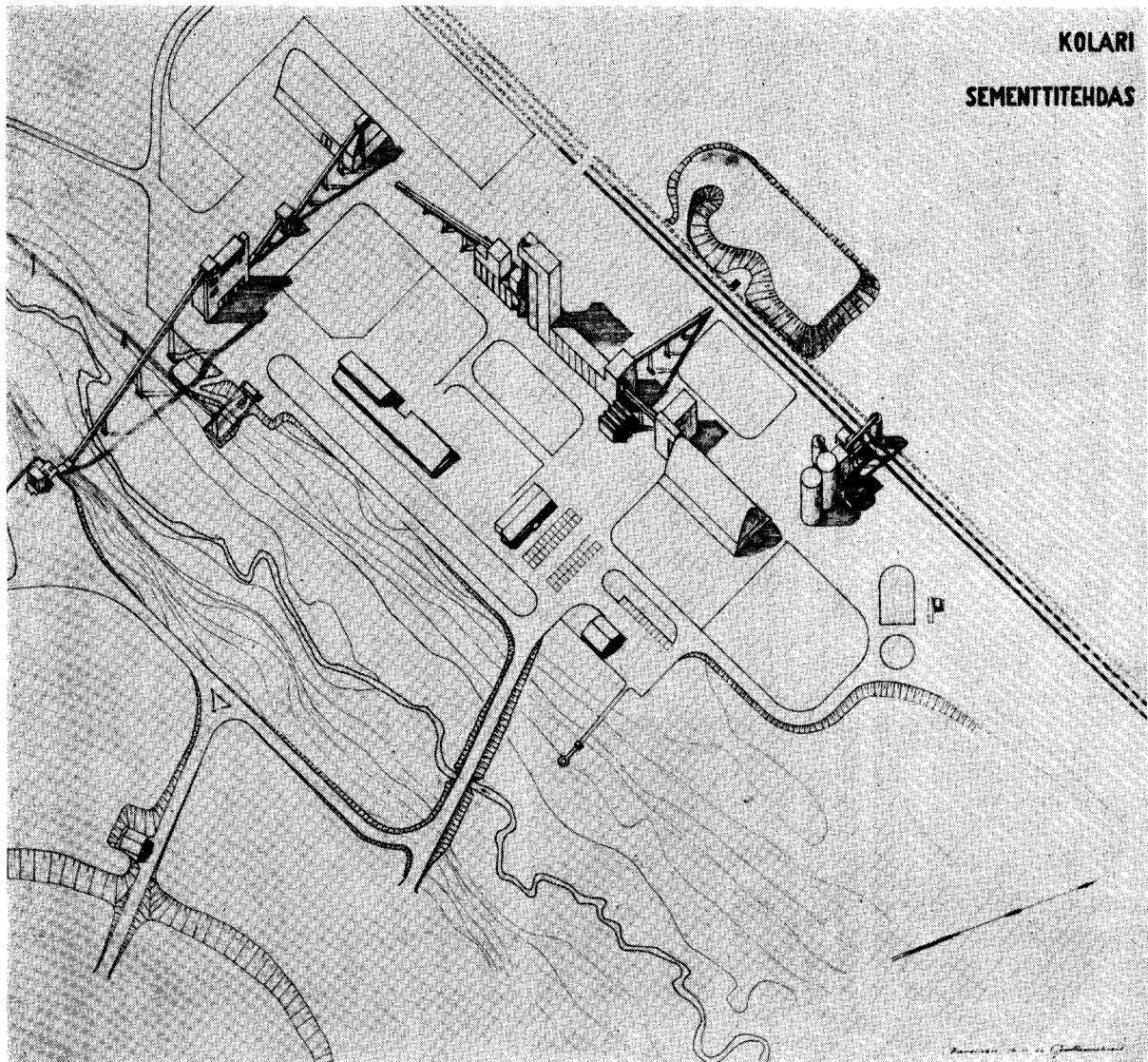
In pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) one atom of sulphur is given off easily in about  $700^\circ \text{C}$ . The pyrite explodes at the temperature of burning sulphur. In pyrrhotite bearing ore no dust explosions occur. Therefore one can conclude that the presence of elementaric sulphur is necessary.

Dangerous gases,  $\text{SO}_2$  and  $\text{H}_2\text{S}$ , are generated in great amounts in sulphide dust explosions.

In general the moisture decreases hazards of dust explosions. It is also dangerous to let the dust cumulate in places where e.g. secondary blasting is needed. The use of the atmospheric oxygen before blasting should be a safe method to avoid dust explosions, but it might be difficult to arrange.

There always remains the danger of dust explosions. That is why blasting in massive rich pyrite ores should be done at very certain times and the firing place should be safe e.g. on the surface.

The observations and tests presented in this paper are done at Vihanti and Pyhäsalmi mines, in the laboratory of the Exploration Organization in Outokumpu and in Metallurgical Research Laboratory in Pori.



## Paraisten Kalkki Oy:n Kolarin sementtitehdas

*Tekn.lis. Kyösti Kitunen, Paraisten Kalkki Oy, Äkäsjoen suu*

### Historiaa

Kolarin kalkkikivialue on jo vanhastaan tunnettu. Se sijaitsee 100 km napapiirin pohjoispuolella Muonionjoen varressa kohdassa, missä Muonionjoki virtaa lännestä itään ja missä Äkäsjoki laskee Muonionjokeen. Paikkakuntalaiset ovat saaneet täällä vuosisatoja toimeentulonsa erikoislaatuista kotiteollisuudesta — he ovat louhineet kalkkikiveä ja polttaneet sitä pienissä maa-

uuneissa kalkiksi sekä kotikäyttöön että myyntiin. Poltettua kalkkia on kuljetettu Kolarista tukkilautoilla etelään pitkin Muonion- ja Tornionjokea.

Ensimmäisen alustavan geologisen tutkimuksen suoritti alueella vuori-insinööri, sittemmin vuorineuvos Emil Sarlin v. 1900 Geologisen toimikunnan järjestämien tutkimusten yhteydessä.

Muonion-Sodankylän-Tuntsajoen kivilajikartan selityksessä (v. 1941) kirjoittaa Erkki Mikkola mm: »Viime vuosinakin on säännöllisesti poltettu kalkkiuunia Aitta-

maassa (Kolari) aivan maantien laidassa. Laatunsa ja kokonsa puolesta heti Äkäsjoen pohjoispuolisella suurella kalkkialueella olisi hyvät edellytykset suurteollisuudenkin harjoitukselle, jonka mahdollisuudet todennäköisesti joskus paikkakunnalla avautuvat.»

Tornionlaakson teollistamistoimikunnan pyynnöstä Geologinen tutkimuslaitos antoi v. 1951 prof. Erkki Aurolalle tehtäväksi suorittaa esiintymän seikkaperäinen geologinen tutkimus. Aurola laati alueesta kallioperäkartan, josta ilmenevät kalliopaljastumat, ja toteaa raportissaan mm., että kivi on sopivaa käyttöön niillä aloilla, missä kalkkikiveä yleensä käytetään, ja että esiintymä kuuluu maan suurimpiin.

Paraisten Kalkki Oy aloitti alueella kesällä 1953 monipuoliset geologiset tutkimukset, jotka kesään 1956 mennessä olivat edistyneet niin pitkälle, että alustavat syväkairaukset voitiin panna käyntiin. Suoritetun tutkimusten ja perusteellisten selvitysten pohjalta Paraisten Kalkki Oy:n hallitus päätti kesäkuussa 1965, että Kolarin rakennetaan 200 000 t sementtiä vuodessa tuottava sementtitehdas. Tehtaan perustamisen edellytyksenä oli Kolarin malmiradan, jonka rakentamisesta Valtioneuvosto oli tehnyt päätöksen, ulottaminen Äkäsjoen saakka. — Kyseinen rautatieyhteys valmistuikin vuonna 1967.

Varsinaiset rakennustyöt aloitettiin vuonna 1965 suorittamalla tehdasalueella n. 100 000 m<sup>3</sup> maansiirtotöitä sekä rakentamalla asuntoalueelle tiet, viemärit ja kaukolämpöjohdot. Keväällä 1966 alkaneessa rakennusvaiheessa rakennettiin n. 30 000 m<sup>3</sup> rakennuksia, mm. sosiaalirakennus ja kolme asuintaloo asuntola-alueelle sekä korjaamo, sosiaalirakennus, muuntamo, lämmönvaihtotorni, uunin perustukset ja vesi- ja viemäriverkosto tehdasalueelle. Vuonna 1967 alkaneessa rakennusvaiheessa rakennettiin 153 000 m<sup>3</sup> rakennuksia, mm. varsinaiset tehdasrakennukset ja kolme asuintaloo. Yhteensä on rakennettu erilaisia rakennuksia 183 000 m<sup>3</sup>, joista asuinrakennuksia 15 000 m<sup>3</sup>. Asuntojen lukumäärä on 43. Tuotantoprosessin pääkone, sementtiuuni, sytytettiin marraskuun 11. päivänä 1968, mistä lähtien tuotanto on ollut pieniä keskeytyksiä lukuunottamatta jatkuvasti käynnissä.

## Geologiaa

Kolarin kalkkikiviesiintymä on kalliopaljastumien ja geomagneettisten mittausten perusteella todettu siksi laaja-alaiseksi, että toistaiseksi on tyydytty kairaamaan esiintymän eteläosa Muonionjoen ja Kolari-Muonio maantien välissä. Tutkimusreikiä on kairattu yli 7 000 m. Reiät ovat tavallisesti 70 m pitkiä ja kairattu 45°:n kulmassa kivilajien kaadetta vastaan. Pisin pystysuora reikä ulottuu 160 m:n syvyyteen.

Kalkkikiviesiintymä sijaitsee valtavassa SW-NE-suuntaan kulkevassa liuske- ja gneissisarjassa. Sen jalkapuolen muodostaa suunnassa SW mustaliuske, kun sen sijaan keski- ja koillisosan alustana on kiillegneissi.

Esiintymälle luonteenomainen kalkkikivi on karkeakiteistä, vaalean- ja keskiharmaata, paikoitellen miltei mustaa, raitaista kalsiittikalkkikiveä, jossa useimmiten on hajanaisia kvartsi-, pyriitti- ja magneettikiisurakeita sekä raitojen suuntaisia, enimmäkseen ohuita, silikaattisia kerroksia, joissa pääasiallisina mineraaleina esiintyvät maasälpä, tremoliitti, biotiitti, augiitti ja skapoliitti. Kalkkikiven tumma väri johtuu orgaanisesta hiilestä.

Huolimatta siitä, että esiintymä on itään siitä rajalinjasta, jota tavallisesti pidetään kalsiitti- ja dolomiittikiven erottajana, on esiintymä puhdasta kalsiittikiveä. Kahdensadan eri kalliopaljastumista otetun kalkkikivinäytteen kemiallinen analyysi osoittaa, että keskimääräinen CaCO<sub>3</sub>-pitoisuus on 90,7 % ja MgCO<sub>3</sub>-pitoisuus 1,4 %. Kairaussydännäytteiden järjestelmällinen analysointi on kuitenkin osoittanut, että esiintymällä sellaisenaan on huomattavasti alhaisempi CaCO<sub>3</sub>-pitoisuus, 80—85 %. Kairausanalyyseistä ilmenee myös, että dolomiittisiakin osia esiintyy, joskin vähäisessä määrin.

Kun kalkkikivessä olevat epäpuhtaudet eivät esiinny selvästi havaittavina erillisinä juonina, ei kiven rikastamiseen poimintaa käyttäen ole suuriakaan mahdollisuuksia. Tästä johtuen käytetään selektiivistä louhintaa, ja kiven käyttökelpoisuuden määrääminen tapahtuu louhintaporauksesta saatujen parasoijanäytteiden perusteella.

Louhos on avattu esiintymän eteläosaan mustaliuskeen kontaktista lähtien. Esiintymää peittää hiesuinen moreeni, jonka paksuus paljastetulla osalla on vaihdellut 0...5 metriin.

Kallion rikkinäisyydestä johtuen on louhintarinnan korkeudeksi valittu 15 m. Toisena rinnan korkeuteen vaikuttavana tekijänä on mainittava, että tällöin maanpöystöstä saatavan sementin valmistukseen tarvittavan hiekan määrä on suunnilleen tasapainossa louhitun kiven kanssa.

## Tuotantolinja

Kaikki louhintaan liittyvät toiminnot aina karkeamurskaamolle tapahtuvaa kuljetusta myöten räjäytystä lukuunottamatta on annettu urakoitsijan suoritettavaksi. Louhinta tapahtuu yhdessä vuorossa tehon ollessa n. 1 200 tonnia ja vuosilouhinnan n. 250 000...300 000 tonnia.

Murskaus tapahtuu kolmessa vaiheessa alle 30 mm:n raekokoon. Primäärimurskaimen jälkeen seuraava seurlonta-lajittelulaitos on varustettu kuivatusrummulla, jossa sementinvalmistukseen tarvittava hiekka ja talven aikana myös hieno osa kalkkikivestä kuivataan ennen raaka-ainevaraan ajoa. Tämän ansiosta ei raaka-ainesten kosteudesta ja/tai jäätymisestä johtuvia vaikeuksia esiinny syötettäessä raaka-aineita varastosta jauhatukseen. Varastoon mahtuu n. 24 000 tonnia, mikä vastaa lähes kuukauden käyntiä täydellä tuotannolla.

Sementin valmistusmenetelmäksi on valittu kuivamenetelmä, koska raaka-aineet ovat suhteellisen kuivia ja koska kuivamenetelmässä polttoaineen — kaukaa kuljettavan tavarain — kulutus on huomattavasti pienempi kuin märkämenetelmässä.

Tuotantolinjan pääkoneet, raakamyly, sementtiuuni ja sementtimyly ovat saksalaisen Polysius GmbH:n valmistetta. Kuivatuskamarilla varustetun raakamylyn kapasiteetti on 60 t/h jauhettaessa kalkkikiveä hienouteen 17 % + 90 μ ja energiankulutus n. 13 kWh/t. Raakajauheen varastointia ja homogenisointia varten on n. 5 000 tonnia vetävä 3-kerroksinen siliorakennelma. Sementtiuunin, jonka kapasiteetti on 600 t/vrk. klinkkeriä, muodostaa 52 m korkea, 4-vaiheisella sykloni-etulämmittimellä varustettu lämmönvaihtotorni ja varsinainen pyörivä 48 m pitkä uuni, jonka halkaisija on 3,4 m. Uunista saatu klinkkeri varastoidaan n. 20 000

tonnia vetävään varastoon, jonka toisessa päässä on tilaa 8 000 tonnille kipsiä.

Sementin jauhatus tapahtuu 14 m pitkässä 2-kamari- sessa kuulamylyssä, jonka nimelliskapasiteetti on 42 t/h. Energiankulutus sementin jauhatuksessa on ollut n. 40 kWh/t. Sementin varastointia varten on kaksi siiloa, joiden vetoisuus yhteensä on 10 000 tonnia sementtiä. Siiloista sementti kuormataan joko irtonaisena tai pak- kaamossa säkitettynä rautatievaunuihin tai autoihin.

Tehtaan päämuuntamo on 7 000 kVA. Sähkön toimit- taan Imatran Voima Ruotsista jännitteen ollessa 45 kV. Tuotantolinjan rakennusten lisäksi on tehdasalueella korjauspaja, jonka lattiapinta-ala on n. 700 m<sup>2</sup>, sekä sosiaalirakennus, jossa on ruokailu-, peseytymis- ja pukeutumistilat 140 hengelle.

### Työvoima

Yhtiön oma työvoima Kolarissa on 145 henkeä, joista virkailijoita on 46. Louhintaurakoitsijalla on tilanteesta riippuen 10—12 työntekijää. Tämän lisäksi on kuljetus- ja auraustehtävissä 2—5 yksityistä urakoitsijaa.

Henkilökunnasta on 3/4 alkuperäisiä paikkakuntalaisia. Tuotantolinjan tärkeimpiä vakansseja varten valittiin tiedien avulla 25 työntekijää, jotka olivat vuoden koulu- tettavina Lappeenrannassa saaden teoreettista opetusta Lappeenrannan ammattikoulussa ja käytännön koulu- tusta Lappeenrannan sementtitehtaalla. Tämän koulutus- järjestelyn voidaan sanoa vastanneen täysin siihen kiin- nitettyjä odotuksia.

Metallialan ammattimiesten koulutusta ei tapahdu lähi- seuduilla, ja niinpä alan ammattimiehet on jouduttu yleensä värväämään kauempaa.

Yhtiön asunnoissa asuu 52 perhettä. Kun eräistä per- heistä on yhtiön palveluksessa useampia perheenjäseniä, asuu omasta työvoimasta noin 50 % yhtiön asunnoissa.

### Kuljetukset

Kolarin tehtaan markkinointialueena on koko Pohjois- Suomi eli Oulun ja Lapin läänit. Näiden yhteinen semen- tin kulutus oli vuonna 1969 noin 130 000 tonnia. Semen- tin markkinointia varten on sementinjakeluasemat Oulussa (Toppilassa), Rovaniemellä ja Kemissä. Näille asenjoille kuljetetaan yli 90 000 tonnia sementtiä vuodessa Valtion rautateiden liikenteeseen asettamalla erikois- junalla, jossa on 10 kpl 54 tonnin säiliövaunua. Tämä erikoisjuna sekä jakeluasemat muodostavatkin koko markkinoinnin rungon, koska tehdas on pitkien yhteyk- sien päässä kulutuspisteistä: Ouluun on matkaa 350 km, Tornioon 210 km, Rovaniemelle 190 km ja Kemijärvelle 265 km. Maantie Tornio-Kilpisjärvi on hyvässä kunnossa, mutta maantieyhteydet keski- ja itä-Lappiin eivät vielä ole ensiluokkaiset.

Rautateitse kuljetetaan myös tehtaan tarvitsema kivi- hiili, noin 30 000 tonnia vuodessa, sekä kipsi, noin 8 000 tonnia vuodessa, lähimmästä satamasta Röytästä Äkä- sjoelle.

Ruotsiin on sementin myyntiä tapahtunut vain pie- nissä määrin rajakaupan puitteissa. Heikoista yhteyksistä johtuen pääsevät rajan yli vain pienet kuorma-autot, joilla sementin kuljetus kauemmaksi rajasta ei ole kan- nattavaa.

### Tulevaisuuden näkymät

Sementin kulutuksen uskotaan kasvavan vuosittain 5— 7 %. Tehtaan kapasiteetista on tällä hetkellä käyttä-

mättä noin 30 %, joten lähivuosien aikana tehdas pystyy tyydyttämään kasvavan kysynnän, ellei viennin kohdalla tapahdu suurempaa lisäystä. Muita kalkkikivestä jalos- tettuja tuotteita ei Kolarissa toistaiseksi valmisteta. Tuotevalikoimaa ollaan kuitenkin valmiit laajentamaan mikäli riittävää kysyntää ilmaantuu.

### Summary:

The Kolari limestone deposit lying abt 100 kilometres north of the Polar Circle has been known already for centuries and the limestone was used by the local inhabitants for home industrial purposes. The industrial exploitation of this deposit began actu- ally in 1968, when the cement factory built in Äkäsjokisuu by Paraisten Kalkki Oy was started. This factory that produces cement using dry method has a capacity of 200.000 tons cement/ year.

The burning of clinker takes place in a rotary kiln furnished with a 4-stage cyclon preheater.

Because the factory is situated far from consumers and ports the rational arrangement of transport matters is most essential and great attention to these questions must be paid.

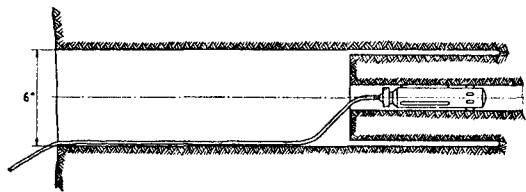
The factory employs 145 persons, of which amount abt 3/4 are from the near neighbourhood. In addition to this 15 persons em- ployed by various contractors are working for the factory.

### KALLIOMEKANIIKAN SANASTOA

Vuorimiesyhdistyksen toimesta on julkaistu kokoelma kalliomekaniikassa yleisimmin käytettyjä sanoja selit- teineen ja ruotsin- sekä englanninkielisine vastineineen sekä eräitä yleisimpiä karttamerkintöjä. Sanakokoelmassa on lisäksi osat, joissa hakusanoina ovat ruotsin- ja eng- lanninkieliset sanat.

Seuraavassa on esimerkki kalliomekaniikan sanastosta:

irtikairausmenetelmä  
friborrningsmetod  
overcoring method



Jännitystilamittauksissa käytetty menetelmä.

Sanaston on koontanut Vuorimiesyhdistyksen työkomitea n:o 27, jonka tehtävänä on selvittää kallion rakenteel- lisiä ominaisuuksia. Ennen kuin tämä toimikunta pääsi syventymään varsinaiseen aiheeseensa, se katsoi yhden- mukaisen kalliomekaniikan sanaston käyttöönoton tässä vaiheessa välttämättömäksi. Yhteistoiminnassa Raken- nusgeologisen yhdistyksen ja Geoteknillisen yhdistyksen sanastotoimikuntien kanssa saatiin aikaan tämä kalliomekaniikan perussanasto, jonka Vuorimiesyhdistys on nyt monistanut offset-painossa ja sidottanut samantapai- siin pahvikansiin kuin tutkimuslaseillekin. Moniste on A 4-kokoa ja maksaa lvv:neen 10,—/kpl. — Se täydentää kalliomekaniikan osalta kaivossanastoa, joka on myös Vuorimiesyhdistyksen julkaisu ja maksaa 8,—/kpl.

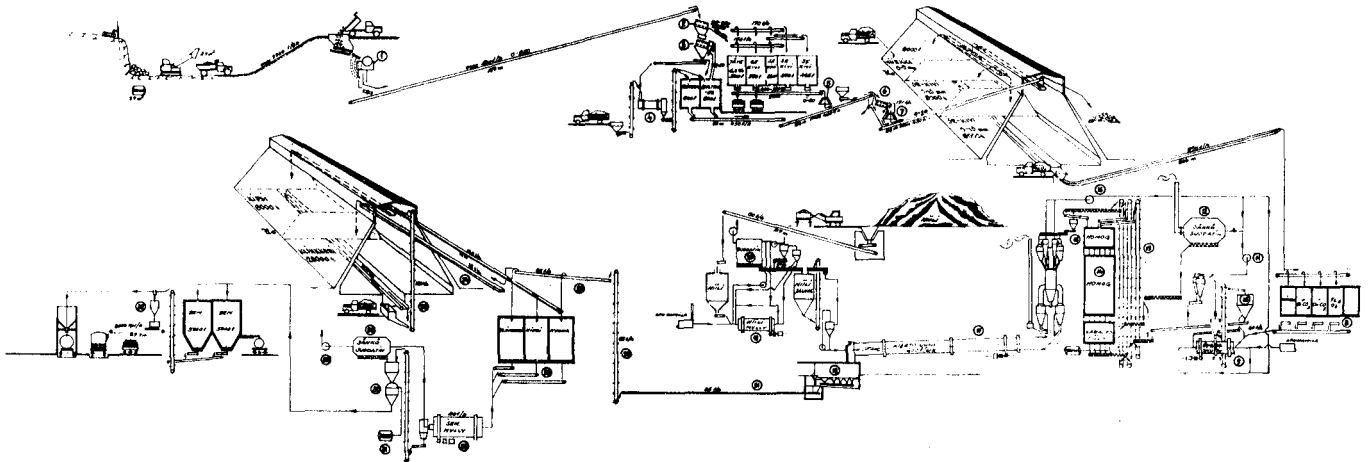
# Sementin valmistus Kolarin tehtaalla

*Dipl.ins. Nils Arppe, Paraisten Kalkki Oy, Äkäsjoen suu*

## Louhinta

Raaka-aineina sementinvalmistuksessa käytetään kalkkikiveä (keskim. n. 85 %  $\text{CaCO}_3$ ), hiekkaa sekä pieniä määriä rautamalmia. Kalkkikivi louhitaan tehtaan läheisyydessä olevasta avolouhoksesta, hiekkaa saadaan maanpoistossa esiintymän päältä ja rauta ostetaan muualta. Maanpoisto suoritetaan kesäisin ja syksyisin, jolloin pintakerroksen alla oleva hiekka otetaan talteen. Se seulotaan 15 mm:n seulalla ja ajetaan autoilla lajittelulaitokselle, jossa se kuivataan kuivatusrummussa ( $\text{H}_2\text{O}$ -pitoisuus 2 %). (Kuvassa 1, osa 4). Lajittelulaitoksen hiekkasilosta hiekka kuljetetaan hihnakuuljettimilla raaka-ainevaraanostoon, mihin mahtuu n. 8 000 tonnia hiekkaa ja n. 16 000 tonnia murskattua kalkkikiveä.

Louhoksessa suoritetuista suureikäräjäytksistä antaa seuraava esimerkki hyvän kuvan. Räjätys käsittää kaksi reikäriiviä, yhteensä 44 reikää halkaisijaltaan 63 mm. Porareikien kaltevuus on 3:1. Reikien syvyydet n. 14—15,5 m. Etu on 2 m ja reikäväli 2 m. Porattujen reikien yhteispituus 588 m. Pohjapanos on eturivin rei'issä 7 kg ja takarivin rei'issä 7,7 kg. Varsipanokset ovat n. 14 kg. Pohjapanoksiin käytetään 35 % dynamiittia a 7 kpl  $\varnothing 50 \times 280$  mm patruunoina; takarivin panoksiin lisäksi a 1 kpl  $\varnothing 40 \times 300$  mm patruuna. Varsipanoksiin käytetään 40  $\times$  500 raivauspanoksia. Räjätys varmistetaan reikien pohjaan ulottuvalla räjähtävällä tulilangalla. Sähköonallit ovat Valmet'in 25 ms:n LH-



*Kuva 1. Kolarin sementtitehdas. Kaaviokuva.*

*Fig. 1. A scheme of the Kolari cement factory.*

Kaivos toimii avolouhoksena pengerkorkeuden ollessa n. 15 m. Suureikäporauksen, lastauksen, kuljetuksen sekä myöskin maanpoiston suorittaa alaurakoitsijana Hanhironva-Yhtymä. Suureikäräjäytys sekä rikkoporausräjäytys hoidetaan omin voimin. Hanhironva-Yhtymä on käyttänyt seuraavaa kalustoa:

Poraus: Gardner-Denver-vaununporakone ATD-3100 2 (1/2)

Lastaus: Telakuormaaja Caterpillar 977 k 2,7 m<sup>3</sup>

Kuljetus: Kaivoksessa Euclid R-15 2 kpl

nalleja. — Räjätysessä irtoaa n. 2 000 m<sup>3</sup> eli n. 5 700 t kalkkikiveä. Nosto on ollut n. 1 300 t/vuoro.

## Murskaus ja seulonta

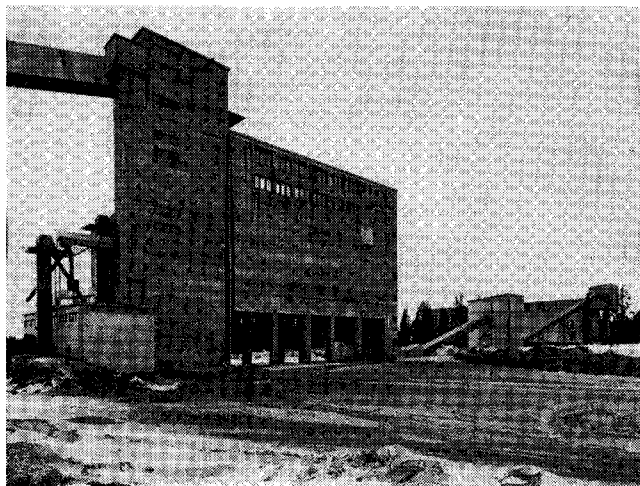
Louhittu kivi ajetaan karkeamurskaimen taskuun, josta se syöttövaunulla syötetään murskaimen Blake 15 (kuva 1, osa 1). Alle 250 mm:n murskattu kivi syötetään tärysyöttäjällä hihnakuuljettimelle, joka vie kiven lajittelulaitoksen karkeaseulalle, (kuva 1, osa 2). Tässä kivi jaetaan fraktioihin 250—100 mm, 100—50 mm ja

—50 mm. Karkeat fraktiot syötetään hihnakuuljettimella kivitaskuihin. Kuljettimet on suunniteltu siten, että kiveä voidaan tässä vaiheessa rikastaa poimimalla. Tätä ei kuitenkaan toistaiseksi ole tarvittu tehdä. Karkeaseulan läpäissyt aine syötetään toiselle seulalle (kuva 1, osa 3). Karkea materiaali, 10—50 mm, syötetään ns. sylttasiiloon tai voidaan myös tarvittaessa ajaa ulos. Seulan läpäissyt aine ajetaan joko samaan siiloon karkeamman materiaalin kanssa tai, jos kivi on märkää, kuivatusrummun kautta ko. siiloon. Tästä kivi kuljetetaan hihnakuuljettimilla edelleen hienomurskaimen kautta raaka-ainevarastoon.

Kivitaskuista materiaali syötetään hihnasyöttäjille joko autolla poisajettavaksi tai hihnakuuljettimelle ja edelleen karamurskaimelle Allis-Chalmers, malli 16—50, asetus n. 65 mm (kuva 1, osa 5).

Välimurskaimelta kivi voidaan ajaa joko ulos tai hienoseulalle (kuva 1, osa 6), jossa karkea aines murskataan edelleen Allis Chalmers-kartiomurskaimella (760—1), Hydrocone, asetus n. 17 mm (kuva 1, osa 7).

Kalkkikivi, joka on murskattu alle 30 mm, kuljetetaan raaka-ainevarastoon, jossa on kivelle tilaa n. 16 000 tonnia varten. Varasto on jaettu kolmeen osaan, joista yhdessä on hiekkaa ja kahdessa kalkkikiveä. Kuva 2.



Kuva 2. Kivilinja, jossa vasemmalla näkyy kuivaamo elevaattoreineen, keskellä on kivitaskut, oikealla hienomurskaamo ja taustalla raaka-ainevarasto.

Fig. 2. The stone line; at the left drying plant with elevators, in the middle rock storage bins, on the right hand side fine crushing plant and in the background raw-material storage.

### Raakajauhatus ja homogenisointi

Raaka-ainevarastosta otetaan hiekka ja kalkkikivi tyhjennysvaunulla (valm. Buckau R. Wolff, tyyppi 2 500 sch) varaston alla olevalle hihnalle, joka vie materiaalin jakohihnalle, mikä puolestaan syöttää sen raakamyllyn taskuihin. Näiden tilavuus vaihtelee 200 m<sup>3</sup> . . . 80 m<sup>3</sup>. Fe-kappalemalmi tuodaan autolla ja tyhjenetään taskuun sekä syötetään sieltä samalle hihnalle, joka kuljettaa kiven ja hiekan. Myllytaskuista materiaalit syötetään hihnasyöttäjille (kuva 1, osa 8), hihnakuuljettimelle ja sieltä myllyyn. Syötöstä on keskimäärin 90 % kiveä, 9,5 % hiekkaa ja 0,5 % rautamalmia.

Raakamyllynä on ns. Doppelrotator (3,2 × 9,25), jossa on yksi kuivatuskammio ja kaksi jauhinkammiota (kuva 1, osa 9). Raaka-aine kulkeutuu kuivatuskammiosta jauhinkammio 1:een (90—50 mm:n jauhinkuulia) ja sieltä ulos ja elevaattorille sekä ilmarännillä ilmaluokittelijaan. Tässä erotetusta karkeasta aineesta n. 90 % palautetaan jauhinkammio 2:een (50—30 mm:n jauhinkappaleita) ja 10 % myllyn syötteeseen. Hienojauhatuskammioista tuleva tuote yhdistetään jauhatuskammio 1:stä tulevaan materiaaliin ja viedään ilmaluokittelijaan. Täältä viedään hieno aines ilmaränneillä kierukoille ja elevaattorilla (kuva 1, osa 13) homogenisointisiiloon (kuva 1, osa 14), Raakajauhe sisältää keskimäärin n. 78 % CaCO<sub>3</sub>, ja sen hienous on n. 2 % + 0,2 mm ja n. 18 % + 0,09 mm seulalla.

Raakamyllyn syötteen kosteus vaihtelee n. 4—6 % H<sub>2</sub>O. Materiaalin kuivatus tapahtuu myllyssä jauhatuksen yhteydessä. Sementtiuunin seistessä saadaan tarvittava lämpö öljylämmitteisestä apu-uunista. Sementtiuunin käydessä käytetään kuivatukseen uunin kuumat savukaasut. (~350°C). Myllystä kaasut johdetaan karkeeroittimen ja kahden syklonin kautta sähkösuodattimeen (kuva 1, osa 12). Myllyn seisossa savukaasut johdetaan suoraan sähkösuodattimeen.

Homogenisointisiilo on kolmiosainen ja siihen mahtuu yhteensä n. 5 000 tonnia jauhetta. Kun raaka-ainetta jauhettaessa siilon yläosa on täyttynyt, se tyhjennetään yhdellä kertaa välisiiloon, josta materiaalia jatkuvasti otetaan alasiiloon. Tarvittaessa (lisähomogenisointia varten voidaan ottaa raakajauhoa alasiilosta ja palauttaa se yläsiiloon. Raakajauhe-elevaattoreita (kuva 1, osa 11) on kolme kappaletta, joista normaalisti yksi kuljettaa raakajauhetta myllystä siiloon, yksi jauhetta alasiilosta uuniin ja kolmas (ja suurin) on varalla joko korvaamaan toista elevaattoria tai suorittamaan jauheen palautusta yläsiiloon.



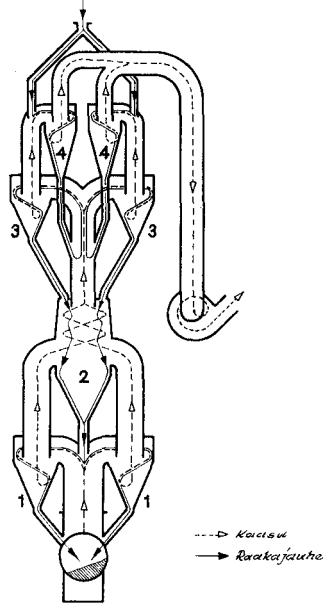
Kuva 3. Kiertouuni.

Fig. 3. The rotary kiln.

### Uuni ja hillen käsittely

Jauhe poltetaan ns. Dopol-uunissa (kuva 1, osa 17), joka muodostuu 4-vaiheisesta etulämmittäjästä sekä kiertouunista (3,4 m ø × 48 m) (kuva 3). Homogeni-

sointisiilosta uunijauhe kuljetetaan kierukoilla ja elevaattorilla hihnasyöttäjälle (kuva 1, osa 15), joka syöttää materiaalin uunin syklonijärjestelmään. Jauheen ja savukaasun kulkua etulämmitystornissa esitetään kuvassa 4. Kun jauhe syötetään kiertouuniin, on sen lämpötila noussut n. 900 °C:een. Uunin polttovyöhykkeessä lämpötila on n. 1 450 °C. Siinä tapahtuu materiaalin sintrausta, ja tämä tuote, ns. klinkkeri, jäähdyytetään kiertouunin jälkeen olevassa jäähdyttäjässä. Tämä on ns. Recupol-jäähdyttäjä (kuva 1, osa 18), jossa on pyöri-



Kuva 4. Kaaviokuva Dopol-uunin etulämmittäjätorista.

Fig. 4. A scheme of the preheater tower of the Dopol-kiln.

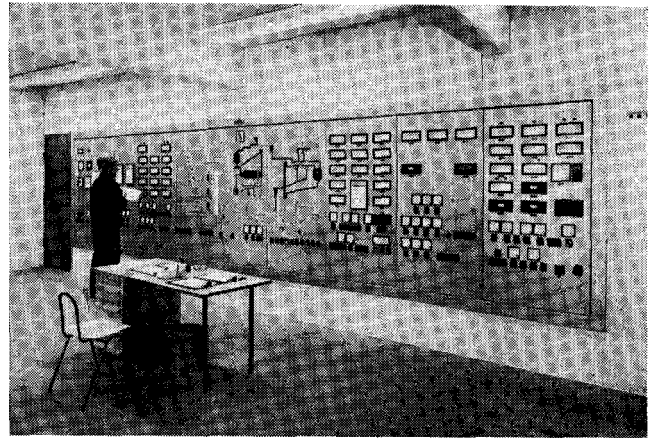
vä arinamatto, millä klinkkeriä kuljetetaan samalla kun maton läpi puhalletaan kylmää ilmaa. Etulämmitettyä ilmaa käytetään poltossa sekundääri-ilmana. Jäähdyttäjältä klinkkeri kuljetetaan laahausketjujen ja elevaattorin avulla joko sementtimyllyn taskuihin tai klinkkerivarastoon, johon mahtuu n. 20 000 tonnia klinkkeriä ja n. 8 000 tonnia kipsiä (kuva 1, osa 21—24).

Uunin polttoaineena käytetään kivihiiltä. Tämä otetaan ulkovarastosta kauhakuormaajalla syöttötaskuun, josta se syötetään hihnakuljettimelle ja edelleen seulan (aukko 50 × 50 mm) kautta raakahiilitaskuun. Raakahiili sisältää n. 10 % H<sub>2</sub>O ja sen Lämpöarvo Hu on keskimäärin n. 6 500 kcal/kg. Sen hienous on + 8 mm n. 20 % ja + 1 mm n. 75 %.

Hiilimylly (2,0 m ø × 4,25 m) on kaksikammiomylly, jossa on yksi kuivatus- ja yksi jauhinkammio. (Kuva 1, osa 19). Syöttö myllyyn tapahtuu hihnasyöttäjällä. Kuivatukseen tarvittava lämminilma saadaan öljylämmitteisestä apu-uunista. Ilmavirta kuljettaa kuivatun ja hienoksi jauhettun hiilen myllystä luokittelijaan, mistä kar-

kea aines palautetaan myllyyn. Hieno osa jauhintuotteesta erotetaan ilmavirrasta syklonissa. Suurin osa ilmasta palautetaan myllyyn ja loppuosa poistetaan jauhussysteemistä letkusuolettimen kautta.

Syklonissa ja suodattimessa erotettu hiili vietään kierukoilla hienohiilisäiliöön. Tästä hienohiili syötetään elevaattorin, kierukan ja lokerosyöttäjän avulla primääriilmavirtaan ja sen mukana edelleen uuniin. Hienohiilen kosteus on keskimäärin n. 1,4 % H<sub>2</sub>O ja hienous +0,2 mm n. 0,4 % ja + 0,09mm n. 11,5%. Kuva 5 esittää uunin ohjaamoja, mistä käsin valvotaan, paitsi itse uunia, myös homogenisointia, hiilen jauhatusa ja klinkkerin kuljetusta.



Kuva 5. Uunin ohjaamo.

Fig. 5. The control panel of the kiln.

### Sementin jauhatus, varastointi ja pakkaus

Sementtimyllynä on avoimessa piirissä toimiva kaksikammiomylly (3,0 m ø × 14 m) (kuva 1, osa 27). Syöttöstä on n. 96 % klinkkeriä ja n. 4 % kipsiä. Viimeksi mainittu lisätään sementin jauhatuskseen tuotteen sitomisajan säätämiseksi.

Myllyn syöttäjinä käytetään omaa valmistetta olevia hihnasyöttäjiä (kuva 1, osa 26). Klinkkeriä saadaan joko suoraan uunista tai varastosta, josta se otetaan samanlaisella tyhjennysvaunulla kuin kivi ja hiekka. Varastosta se kuljetetaan edelleen elevaattorilla ja hihnakuljettimilla myllyn taskuun. Kipsi varastoidaan samassa varastossa kuin klinkkeri, ja otetaan sieltä myös samalla tavalla kuin klinkkeri myllyn taskuun. Sementti jauhetaan hienouteen n. 3 150 cm<sup>2</sup>/gr. Myllystä tuote kuljetetaan ilmarännillä ja elevaattorilla ns. Pneumex-kuljettimeen (kuva 1, osa 30, 31), joka puhalttaa sen n. 130 metrin matkan sementtisiiloihin. Mylly on varustettu sisäisellä vesijäähdytyksellä, ja myllystä tuleva ilma johdetaan ulkoilmaan sähkösuodattimen kautta (kuva 1, osa 20). — Kuvassa 6 on tehdaslinja vasemmalla näkyvästä kivivarastosta oikealle olevaan sementtimyllyrakennukseen.

# Dieselhydraulinen kaivosjuna

*Dipl.ins. Olli Hermonen, Rautaruukki Oy, Otanmäki.*

Otanmäen kaivoksen malmin louhinnan siirtymisessä tason + 225 alapuolisiin osiin on aikanaan päädytty järjestelmään, jossa malmi raiteettomilla, 50 metrin välein sijaitsevilla päätasoilla lastataan ja kannetaan pyöräkuormaajilla kaatonousuihin. Eri malmialueiden kaatonousut johtavat pääkuljetustasolle + 575, jossa tapahtuu kuljetus pääkuilulla sijaitsevaan karkeamurskaamoon.

Kuljetettava malmimäärä tulee olemaan n. 1 milj. tonnia vuodessa ja pisimmät kuljetusmatkat n. 3,5–4 km. Kuljetuskaluston kapasiteetti 2-vuorotyössä pitää olla n. 2000 tonnia vuorossa eli teho 6 1/2 tunnin tehollisella vuorotyöajalla n. 300 t/h.

Näillä lähtöarvoilla on valittu rännilastaus ja raiteellinen kuljetus 10 m<sup>3</sup>:n vaunuilla raidelevyden ollessa 900 mm. Liikenteen yksinkertaistamiseksi on kerrallaan liikenteessä vain yksi juna, jonka suurin vaunumäärä pitää olla 15 kpl. Malmikuorman painoksi tulee 300–350 t. ja junan kokonaispainoksi n. 500 t. Tällainen juna vaatii n. 7 500 kp:n vetovoiman ja kitkakertoimen arvolla 0,25 n. 30 tonnin veturin. Professori Kauko Järvinen esitti junaratkaisun idean, jossa yhteen tai useampaan vaunuun sijoitetaan pyöriin nestemoottorit. Nämä saavat paineöljyn vaunujen mukana kulkevasta koneikkoväunusta, jolle on asennettu dieselmoottorin käyttämä säädettävä nestepumppu. Kuva 1. Mainittu idea toteutettiin vuoden 1969 aikana OY Suomen Autoteollisuus AB:n, Parkano OY:n ja Rautaruukki OY:n yhteistyönä. Ensimmäinen mainittu toimitti syksyllä 1969 koneikkovaunun ja



*Kuva 2.* Kaivosesimies Mustikkamäki ja prof. Järvinen tutkivat koneikko- ja vetovaunun välillä kulkevia hydraulikkaletkuja pikaliittimeen.

*Fig. 2.* Mine foreman Mustikkamäki and professor Järvinen examining hydraulic hoses and quick connectors between the power assembly wagon and the driving mine car.

Parkano OY samaan aikaan kolme malmivaunua sekä vetovaunun, jonka kaikkiin neljään pyörään on asennettu Sisu-nestemoottorit. Ajatuksen »isä», prof. Järvinen osallistui kaiken aikaa tiiviisti junan kehitystyöhön. Kuva 2.

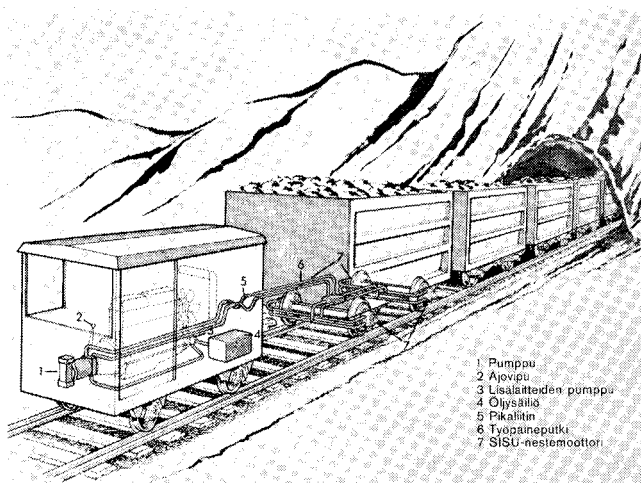
»Järvis»-junan eri yksiköiden tärkeimmät teknilliset arvot ja varusteet ovat seuraavat:

## Koneikkovaunu

Moottori on Leyland 0.680 Power Plus autodiesel, teho 210 hv 2200 r/min:lla. Moottorin kampiakselin takapäältä saa käyttövoimansa säädettävätuottoinen Lucas-aksiaalimäntäpumppu, joka toimii suljetun järjestelmän pääpumpuna. Kampiakselin etupäästä saa käyttövoimansa kiinteätilavuuksinen Vickers-kaksoispumppu. Sen toinen lohko hoitaa öljyn syötön pääjärjestelmään ja toinen vaunukorien kippilaitteisiin.

Koneikkovaunuun on lisäksi sijoitettu kuljettajan istuin, ohjauksen ja valvontalaitteet, sähkölaitteet, kompressori jarruille, öljy- ja polttonestesäiliöt, pakokaasujen vesipesuri säiliöineen sekä osa hydraulikkajärjestelmän venttiileistä.

Vaunun kokonaispaino on 3,5 t., päämitat pituus 2 880, leveys 1 250 ja korkeus 1 880 mm. Mitat on tehty sellaisiksi, että koneikkovaunu kokonaisuudessaan sopii pääkuilun hissikoriin. Koneikkovaunun omat pyörät (Ø 400 mm) eivät ole vetävät. Jousitus on järjestetty Megi-kumijousilla.



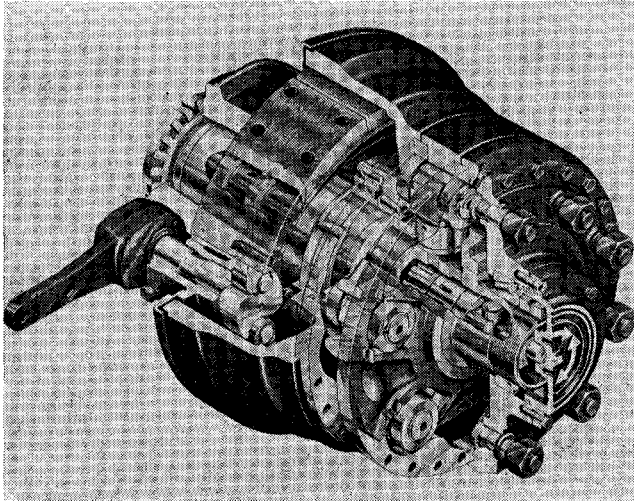
*Kuva 1.* Dieselhydraulisen kaivosjunan kaaviopiirros.

*Fig. 1.* Schematic picture of the dieselhydraulic mine train. 1. Pump, 2. Control lever, 3. Feedpump, 4. Fluid tank, 5. Quick connectors, 6. Working pressure pipe, 7. Sisu hydraulic motor.



### Vetovaunu

Vetovaunun muodostaa junan ensimmäinen Grandbytyyppinen 10 m<sup>3</sup>:n kaivosvaunu, johon koneikkovaunu on kytketty kuulapulttityyppisellä kytkimellä. Vaunussa on kaksi akselistoa, joista kummankin molemmissa pyörissä on Sisu-nestemoottorit kooltaan 2 litraa/kierrös. Kuva 3.



Kuva 3. Sisu-nestemoottori osittain aukileikattuna. Kuvassa näkyvää jarrumekanismissa ei käytetä kaivosjunissa.

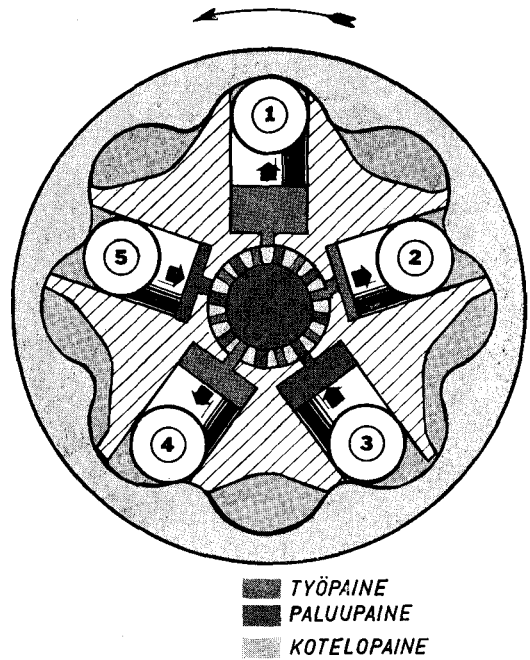
Fig. 3. Cut view of the Sisu hydraulic motor. The brake mechanism seen in the picture is not used in the mine train.

Sisu-nestemoottori on 5-sylinterinen säteisjäntämoottori, jonka männät työskentelevät keskiöstä ulkokehään päin nestepaineen voimalla. Ulkokehän sisäpinta on tehty aaltomaiseksi nokkarenkaaksi, jonka viistoihin pintoihin mäntien työntövoima kohdistuu aiheuttaen nokkarenkaan ja siihen liittyvän koko ulkokehän pyörimään liikkeen. Keskiössä oleva jakoventtiili pyörii samalla kulmanopeudella nokkarenkaan kanssa ohjaten nesteen virtausta vuorotellen kuhunkin sylinteriin ja niistä pois. Jakoventtiilissä on tasavälein paine- ja paluuvirtauksen aukkoja yhtä monta kuin nokkarenkaassa nokkia mahdollistaen edellä mainitun toiminnan. Kuva 4.

Nokkarenkaalla varustetun säteisjäntämoottorin luontaisiin ominaisuuksiin kuuluu mm. että sen vääntömomentin tasaisuusaste on erittäin suuri ja momentti maksimissaan jo seisovassa moottorissa liikkeelle lähdeäessä.

Läpimitaltaan 600 mm:n pyörien kehille saadaan näillä moottoreilla aikaan yhteensä 8 000 kp:n vetovoima eli moottoria kohden 2 000 kp öljyn paineella 210 kp/cm<sup>2</sup>. Nestemoottoreista voidaan kytkeä päälle joko kaikki neljä tai vain kaksi samanaikaisesti. Pyörät moottoreineen ovat kiinteästi akselilla, joten kahdellakin moottorilla saadaan koko vaunun paino käytettyä hyväksi. Neljällä moottorilla saavutetaan nopeus 6 km/h ja kahdella 12 km/h. Kytkenään vaihto neljästä moottorista kahteen voidaan suorittaa junan liikkeessä.

Jarrutus suoritetaan hidastusvaiheessa hydraulikalla, mutta tarkkaa pysähtymistä varten vetovaunun pyöriin on kytketty myös paineilmajarrut. Jousituksen on veto-vaunussa samoin kuin koneikko- ja kaivosvaunuissakin



Kuva 4. Kaavio Sisu-nestemoottorin toiminnasta sen pyöriessä nuolen osoittamaan suuntaan.

Työpaine = nuolet ulospäin  
Paluupaine = nuolet keskiöön päin

Fig. 4. Principle of the Sisu hydraulic motor.

Operating pressure = Arrows outwards.

Return pressure = Arrows towards the center.

kumiset Megi-jouset. Vetovaunun pohja on vuorattu kulutusta ja osittain myös lastauksessa syntyviä iskuja vastaan 100 mm:n paksuisella kumilla.

Kippaus tapahtuu kippisylinterillä kuten tuonempana selostetuissa malmivaunuissa.

Vetovaunun kokonaispaino tyhjänä on 12 t. Tällä painolla saadaan vetovoimaa n. 3 000 kp, joka riittää panemaan liikkeelle n. 160 t. painavan 15 vaunun junan. Alusta moottoreineen painaa 5,2 t.

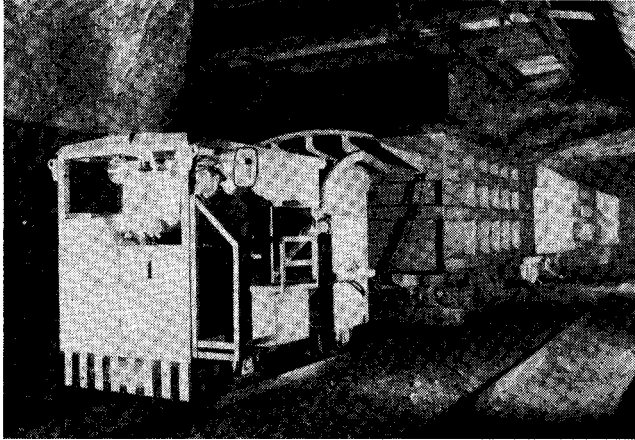
### Malmivaunut

Vaunut ovat 2-akselisia, pyörien halkaisija 600 mm, akseliväli 1 700 mm, kokonaispituus ilman puskureita 4 500 mm, leveys 2 300 mm, korkeus kiskon pinnasta 2 250 mm, raideväli 900 mm ja korin tilavuus 10 m<sup>3</sup>. Kori on muuten sama kuin vetovaunussa, mutta pohjalla on kumivuorauksen sijasta 30 mm:n paksuinen teräslevy. Kokonaispaino tyhjänä on 10,5 t jakaantuen kolmeen helposti irroitettavaan osaan: alusta 3,2 t, kori ilman luukkuja 5,2 t, luukku 2,1 t.

Tyypiltään nämä ovat Grandby-vaunuja poiketen vastaavista tavanomaisista siinä, että kippaus tapahtuu kussakin vaunussa olevalla hydraulisesti toimivalla sylinterillä. Vaunuissa on venttiili, jota ohjaamalla sylinteri nousee ja laskee. Kaatopaikalla sijaitsevien ohjurien avulla venttiiliä pakko-ohjataan junan ajaessa n. 0,5 m/s nopeudella, jolloin kaato tapahtuu n. 5 metrin matkalla (sylinterin nostoaika n. 10 s.) Laskeutumisaika on paria sekuntia pitempi. Koneikkovaunusta voidaan kaatopaine kytkeä pois, joten junalla on mahdollisuus ajaa kaatopaikan ohi ilman että kippausta tapahtuu.

Vaunujen täyttö tapahtuu ns. ketjurännistä, jonka suuaukko on: leveys 2 700 × korkeus 1 500 mm. Rännissä on lyhyt yhtenäinen alalippa ja kaksiosainen kivien

tulosa säätävä ketjumatto, jonka toinen pää on kiinnitetty ränniaukon yläreunaan ja toista päätä ohjataan paineilmasylinterillä rännin pohjaa vastaan kohtisuorassa suunnassa ylös ja alas. Kuva 5. Ohjausmekanismin yksinkertaisuudesta johtuen voidaan junaan helposti soveltaa kauko-ohjausta, jolla ränniltä käsin siirretään vaunu toisensa jälkeen rännin alle.



Kuva 5. »Jarvis»-juna lastauspaikalla.

Fig. 5. »Jarvis» train at the chute loading station.

### Käyttökokemuksista

«Jarvis»-junasta saadut käyttökokemukset ovat vielä verrattain vähäiset, mutta mitään negatiivista ja alkuperäisistä odotuksista poikkeavaa ei ole havaittu. Käyttö lisääntyy jatkuvasti lähimmän vuoden aikana ja vuoden 1971 kuluessa tulee eteen tilanne, jolloin alussa mainittu vuosikapasiteetti 1 milj. t/v on toteutettava. Koska ko. junasta aikanaan riippuu koko kaivoksen malmintuotanto on Rautaruukki OY päättänyt hankkia Otanmäen kaivokselle täydellisen varayksikön eli koneikko- ja vetovaunun. Tähän yksikköön asennetaan 1,6 litran nestemootorit, joilla nykyisenlaisella syöttöpumpulla saavutetaan 16 km/h nopeus ja suuri vetovoima pienenee 6 400 kp:iin. Nestemootorit ja akselistot ovat tästä huolimatta vaihtokelpoisia nykyisten kanssa.

Seuraavassa on lueteltu eräitä etuja, joita dieselhydraulisen kaivosjunan odotetaan ja uskotaan tarjoavan muihin ratkaisuihin verrattuna:

- Verraten pienillä kaivokseen vietävillä painoilla (korkeintaan 5,2 t) saadaan raskas (30 t) ja vetokyvyltään suuri »veturi».
- Käyttö on erittäin joustava ja helppo. Sekä ajo molempiin suuntiin että jarrutus tapahtuvat yhdellä ja samalla vivulla.
- Voimansiirtojärjestelmä on yksinkertainen ilman mekaanisia laitteita.
- Mootorit kehittävät suuren vääntömomentin myös pienillä nopeuksilla.
- Hankintahinta on huokea.
- Idean sovellusmahdollisuudet eri suuruisina yksiköinä ovat laajat.

### Summary:

A dieselhydraulic train on the base of an idea by professor Kauko Järvinen began its function in the Otanmäki mine in the autumn 1969. The drive unit consists of a light (3,5 t) power assembly wagon and a mine car coupled with each other. Everyone of the four wheels of this mine car is equipped with a hydraulic motor type Sisü. The hydraulic motors get their pressure fluid from the pumps installed in the power assembly wagon. The pumps are powered by a diesel engine. Total weight of driving mine car with load is about 30 t and the tractive effort 8000 kp. The other mine cars are of the Grandby type, but they are dumped by a hydraulic cylinder installed in each mine car, while the train passes the dumping station. The volume of car is 10 m<sup>3</sup>. Fifteen mine cars can be coupled to a train with a load of 300—350 t and total weight of about 500 t. The hauling capacity of such a train is about 2000 t in 8 hours shift including chute loading, hauling and dumping when hauling distance is 3,5 km in one way.

### Vuorimiesyhdistyksen tutkimuslustoista ja kirjoja

	hinta lvv:neen
Tutkimuslusto n:o 1 »Kulutusta kestävä materiaali»	loppunut
» » 2 »Malmitekniillinen näytteenotto»	»
» » 3 »Jatkotankoporaus»	»
» » 4 »Öljypolttimet	11,50
» » 5 »Maakairaus ja pliktaus»	11,50
» » 6 »Putket ja rännit»	11,50
» » 7 »Jatkotankoporaussovel-lutus louhintaan»	11,50
» » 8 »Jäännösanomalia- ja gra-dienttikarttojen käytöstä mal-minetsinnässä»	11,50
» » 9 »Rikastamoiden jätealueiden järjestely Suomen eri kaivok-silla»	11,50
» » 10 »Kuilurakenteet»	11,50
Liite n:o 10:een »Kuilunajoa käsittelevää kirjallisuutta»	5,60
Tutkimuslusto n:o 11 »Raakkulaimennus»	11,50
» » 12 »Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennus-ten katto- ja ulkoseinäraken-teet»	56,—
Piirustusliite n:o 12:een	56,—
Tutkimuslusto n:o 13 »Vedenpoisto kaivoksesta»	11,50
» » 14 »Suunnan ja kaltevuuden mit-taus syväkairauksessa»	17,—
» » 15 »Näytteenotto geokemialli-sessa malminetsinnässä»	20,—
Kuvaliite n:o 15:een	20,—
Tutkimuslusto n:o 16 »Jauheiden kuivatus»	15,—
» » 17 »Pölyn talteenotto»	11,50
» » 18 »Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta»	—
» » 19 »Kulutusta kestävä mate-riaali» — n:o 1:n täydennys —	11,50
» » 20 »Rikastamoiden instrumen-tointi»	20,—
» » 21 »Räjähäydysaineet ja räjäytys-välaineet»	27,—
» » 22 »Tulenkestävät keraamiset materiaalit»	20,—
» » 24 »Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus»	20,—
» » 25 »Geofysikaaliset kenttätöet I — Painovoimamittaukset»	20,—
»Kaivosten turvallisuusopas» (myös ruotsinkielisenä)	3,—
»Räjähäytysopas» (2. painos)	4,—
»Kaivosmiehen käsikirja»	5,—
»Kaivossanasto»	8,—
»Kalliomekaniikan päivät 1967»	35,—
»Kalliomekaniikan päivät 1968»	40,—
»Kalliomekaniikan päivät 1969»	40,—
»Kalliomekaniikan sanasto»	10,—

Julkaisuja on saatavissa Outokumpu Oy:n Helsingin konttorista puh. 44 05 11/ins. Majjalalta tai rouva Heikkiseltä.

# Rikkipölyräjähdyksistä kaivoksissa

*Dipl.ins. Tapani Kilponen, Outokumpu Oy, Vihannin kaivos*

Rikkimalmien louhinnan alkaessa Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksella v. 1967 tuli eteen uusi kysymys, nimittäin räjäytysten yhteydessä usein tapahtunut jälkiräjähdys. Tarkemmin asiaa tutkittaessa todettiin, että kysymyksessä on ilmeisesti kuivan rikkikiisupölyn räjähdysnomainen palaminen esim. katkon räjäytyksen yhteydessä peränajossa tai rikotuksessa.

Jo valmistavien töiden räjäytysten yhteydessä pölyräjähdys muodostaa melkoisen vaaramomentin, jota ei ole syytä väheksyä, mutta suurten louhintaräjähdysten jälkeen sattuneina seuraukset voivat olla tuhoisat.

Muualla maailmassa on tämä asia ollut ajankohtainen jo paljon aikaisemmin, voi sanoa aina kun on kysymys ollut pyriittimalmien louhimisesta. Mm. USA:ssa ja Saksassa on tehty tutkimuksia ja kokeita jo tämän vuosisadan alkupuolella. Myös Pyhäsalmen kaivoksella on kiisupölyräjähdys tuttu ilmiö, samoin Outokummun kaivoksella 1950-luvulla havaittiin vastaavanlaisia ilmiöitä.

Seuraavassa on käytetty hyväksi niitä kokemuksia ja tutkimustuloksia, joita rikkipölyräjähdyksistä on saatu pääasiassa Outokumpu Oy:n piirissä Vihannin ja Pyhäsalmen kaivoksilla sekä Malminetsinnän ja Porin tehtaiden laboratorioissa.

## Kiisupölyräjähdysten toteaminen

Mm. seuraavat seikat kertovat pölyräjähdysten tapahtuneen:

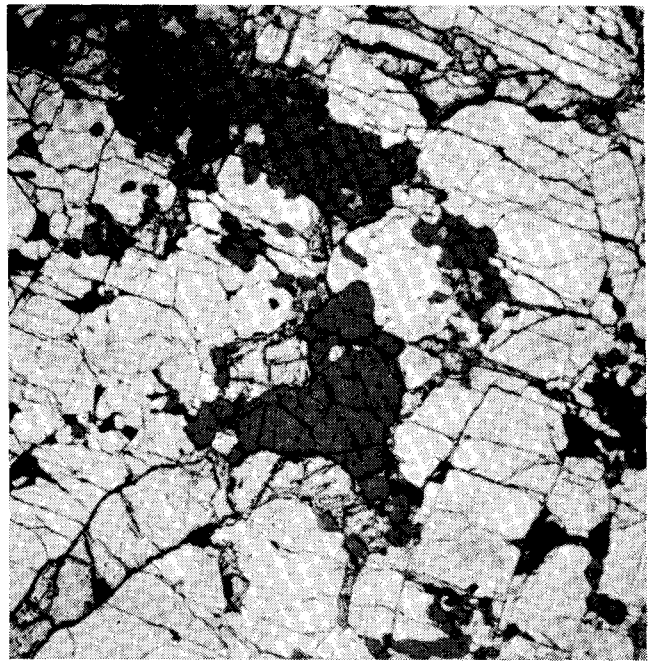
- kuuluu »pehmeä» jälkiräjähdys
- syntyy suurempi paineaalto kuin normaalissa räjähdyksessä
- syntyy punainen paksu savu
- tuntuu rikkidioksidin ja rikkivedyn vahva haju
- ympäristö peittyy punertavaan pölyyn

## Pölyräjähdysten syntyminen

Edellytyksinä kiisupölyräjähdykselle voitaneen pitää mm

- pyriittivaltainen malmi
- runsaasti happea käsillä
- räjäytyksessä syntyy runsaasti hienoa pölyainesta
- lämpötila kohoaa tarpeeksi korkealle
- kuiva ympäristö

Räjähdyspanos aiheuttaa malmiin iskun. Kova ja hauras pyriitti särkyy (kuva 1) ja muodostuneista, useinkin pienistä mikroraoista lähtee submikroskooppisen



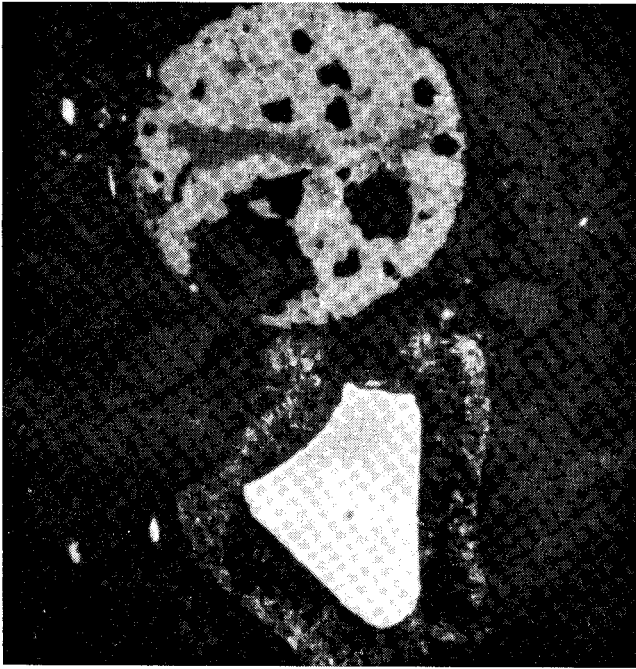
*Kuva 1.* Mikroskooppinen rakennekuva rikkoräjäytetystä pyriittistä. Näkyvissä on selvä, suuntautunut rakoilu. Tummemmissa magneettikiisurakeissa on rakoilu heikkoa eikä ole lainkaan suuntautunutta. Suurennus 10 ×.

*Fig. 1.* A microscopic photo showing the structure of a pyrite boulder after secondary blasting. Note the distinct, parallel fractures. In the black particles (pyrrhotite) fracturing is weaker and not parallel. × 10

pölyn muodostama pilvi. Räjähdyslämpö ja -paine sekä kitka ovat nostaneet pölyn lämpötilan n. 1 200 °C:een. Kun tämä kuumentunut pöly joutuu atmosfääriin hapen piiriin tapahtuu räjähdysnomainen palaminen. Pöly muodostaa ilman kanssa suspension ja näin räjähdys etenee ketjureaktiona niin kauan kuin pölysuspensio on sopiva, ts. partikkelien etäisyys ei ole liian pitkä, jolloin lämpö siirtyy ympäristöön ja räjähdysketju katkeaa.

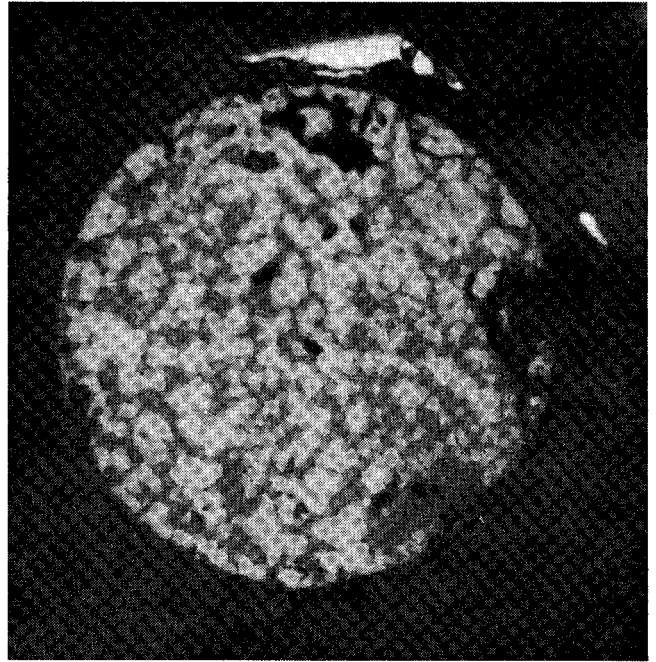
Pölyn räjähtäessä lämpötila yhä kohoaa. Partikkelien sisällä voi olla 1 400 °C lämpötila ja se on sulassa tilassa. Syntyy tyypillistä pallomaista muodostumaa (kuvat 2 ja 3). Lämpö voi siirtyä myös seinillä olevaan pölyyn ja sytyttää sen.

Magneettikiisu on plastisempi mineraali eikä se säry räjähdysiskun vaikutuksesta niin helposti kuin pyriitti (kuva 1). Näin ollen ei lämpötila pääse partikkelien sisäosissa kohoamaan niin suureksi kuin rikkikiisussa. Ainoastaan pintalämpö kohoaa. Magneettikiisussa on myös rikki sitoutunut vahvasti rautaan eikä palaminen



*Kuva 2.* Tässä on tyypillinen sulsumusta tiivistynyt pallo ja suurehko kiisukappale, joka on joutunut räjähdyslämmön piiriin ja jonka pintaosa on sulanut ja vapauttanut toisen S-atomin ja tilalle on syntynyt huokoista FeS-kiveä. Suurennus 500×.

*Fig. 2.* A typical rounded formation and a bigger piece of pyrite after dust explosion. The surface of the bigger piece has molten and the other S-atom is given off and pyrite has become porous FeS-stone. × 500.



*Kuva 4.* Tässä pallossa on lasifaasi ja  $\alpha$ -ferrioksidi skelettimäisinä kiteinä. Suurennus 500×.

*Fig. 4.* In this rounded formation the glass phase and  $\alpha$ -ferric oxide are as skeleton crystals. × 500.



*Kuva 3.* Kookas magneettikiisupartikkeli on joutunut räjähdyslämmön piiriin. Kuvassa nähdään hematitiiksi hapettunut tummempi osa. Suurennus 500×.

*Fig. 3.* A big pyrrhotite particle has been affected by the explosion temperature. The black part has been oxidated into hematite. × 500.

tapahdu alhaisissa lämpötiloissa. Mikroskooppitutkimuksissa on todettu pyrhotiittirakeiden hapettumista juuri pinnalla, missä lämpötila on korkein. Edellä oleva antaa selityksen siihen, ettei magneettikiisuvaltaisessa malmissa pölyräjähdystä synny.

Räjähdykseen ottaa osaa vain ylihieno raeluokka (alle  $1 \mu$ ). Suuremmat partikkelit eivät ota osaa räjähdykseen, sulavat ainoastaan.

Puhdas pyriitti  $\text{FeS}_2$  sisältää 53,4 % S ja 46,6 % Fe. Toinen S-atomi irtoaa helposti »tummanpunaisessa» lämmössä (n.  $700^\circ\text{C}$ ) eli siis pyriitti muuttuu FeS-kiveksi ja kaasumaiseksi rikiksi. Rikki syttyy hapen läsnäollessa palaen räjähdysenomaisesti rikkidioksidiksi.

Täysin aukotonta selitystä ei ole siitä, mitä kiisupölyräjähdyksessä syntyy. Kaasuina on todettu rikkidioksidia ( $\text{SO}_2$ ) ja rikkivetyä ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Partikkelien lämpötila voi olla  $1400^\circ\text{C}$  ja näin ollen kivimateriaali sulaa ja tiivistyy pallomaisiksi muodostumiksi, joita on tutkittu mikroskooppisesti ja röntgendifraktiolla.

Runsain faasi, mikä on todettu näissä sulassa tiivistyneissä pisaroissa, on ferrioksidifaasi, joka useimmissa tapauksissa on todettu optisesti ja röntgendifraktiolla kuutiolliseksi  $\alpha$ -ferrioksidiksi eli magneettiseksi hematitiiksi (maghemiitti). Jos malmissa on magneettikiisua, muuttuu tämä heksagoniseksi ferrioksidiksi eli hematitiiksi.

Silikaattiaaines on sulanut ja muodostanut rautarikkaan lasifaasin, jossa mikroanalyysin perusteella on myös sulfaatti-ioni läsnä.

Varsin runsas on myös FeS-faasi, jonka läsnäolo merkitsee, että ainoastaan pyriitin toinen S-atomi ottaa osaa räjähdykseen toisen jäädessä rautaan sitoutuneeksi. FeS-faasin läsnäolon runsaus riippuu nähtävästi ratkaisevasti käytettävissä olevan hapen määrästä, jos hapetta

paikka	Räj. aine		CO ppm	CO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>2</sub> + NO ppm	SO <sub>2</sub> ppm	H <sub>2</sub> S ppm	O <sub>2</sub> %	Rikkip. räjähdys tapahtui
	laatu	määrä								
A	35 % dynam.	45 kg	700	750	—	16	25	28	—	—
A	Aniitti	60 »	150	1500	0,50	5	125	20	—	+
A	»	40 »	—	3000	0,75	8	25	30	—	—
B	Aniitti+dyn.	45 + 5 kg	450	1500	—	7	600	1,0	—	+
C	Aniitti	47 kg	100	1000	0,5	5	180	45	—	+
Sallitut enimmäispitoisuudet Suomessa			50	5000	5	25	5	10		

Taulukko 1.

Kaasumittauksia peränäjossa Vihannissa.

A: FeS<sub>2</sub> 65 %      B: FeS<sub>2</sub> 65 %      C: FeS<sub>2</sub> 60 %  
 FeS 20 %      FeS 5 %      FeS 8 %

paikka	Räjähdysaine		CO ppm	CO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>2</sub> ppm	NO <sub>2</sub> +NO ppm	SO <sub>2</sub> ppm	H <sub>2</sub> S ppm	O <sub>2</sub> %	pölyraj. tapahtui
	laatu	määrä								
D	Aniitti	6	20	1000	—	15	320	1,0	21	+
D	»	10	0	400	—	7	280	1,0	—	+
D	»	6	20	400	—	4	225	1,0	—	+
D	dynam. 35 %	10	75	2500	—	25	820	0	22	+
D	Aniitti	12	200	1200	—	8	110	38	—	—
E	»	8	50	—	—	0	3	10	—	—
F	35 % dyn.	7,5	4000	2500	—	18	440	0	21,8	+
F1	Aniitti	10	50	2000	1,7	25	5	8	18	—
F2	An. liekit.	7,5	40	500	—	25	5	0	—	—
D	Aniitti	13	0	400	—	700	1600	0	—	+

Taulukko 2.

Kaasumittauksia rikotusräjäytyksissä Vihannissa

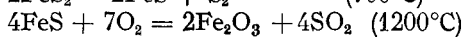
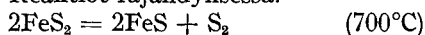
D: FeS<sub>2</sub> 64 %      E: FeS<sub>2</sub> 50 %      F: FeS<sub>2</sub> 65 %  
 FeS 4 %      FeS 8 %      FeS 5 %

1. Vesipussit panoksien päällä
2. Suomen Forsiitti-Dynamiitti Oy:n liekitön aniitti

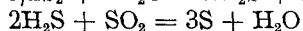
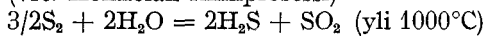
on riittävästi, on todennäköistä, että kaikki sylfidinen aines hapettuu ja tuotteina olisi silloin pelkkiä oksideja ja rikkidioksidia. Todennäköistä on, että happi loppuu kesken, joten toinen S-atomi jää sitoutuneeksi rautaan ja muodostuu FeS-kiveä.

On todettu, että magneettikiisurikkaassa malmissa ei pölyräjähdystä synny. Tästä voinee päätellä, että pölyräjähdykseen vaaditaan elementaarisen rikin läsnäolo.

Reaktiot räjähdyksessä:



(vrt. Kokkolan rikkiprosessi)



### Syntyvät myrkylliset kaasut

Räjäytystöissä rikkimalmeissa syntyy runsaasti rikkidioksidia, joka tunnetusti on vaarallinen kaasu. Sanotaan, että pitoisuus 400 ppm on hengenvaarallinen, vaikka

kaasun vaikutusaika olisi lyhytkin. Taulukoista 1 ja 2 nähdään, että kun pölyräjähdys on tapahtunut, ovat pitoisuudet olleet tätä vaarallista luokkaa. Todellakin on tosi kysymyksessä rikkimalmiräjäytyksissä, varsinkin jos pölyräjähdys samalla tapahtuu.

On toinenkin rikkimalmiräjäytyksissä syntyvä kaasu, jonka vaikutus voi olla vieläkin vaarallisempi ja se on rikkivety. On todettu, että rikkivetyä syntyy kun räjäytys suoritetaan kosteissa olosuhteissa. Rikkihöyryn ja vesihöyryn välinen reaktio on äkillinen, joten on erittäin todennäköistä, että rikkivety syntyy juuri tällä tavalla. Vaaralliset pitoisuudet ovat rikkivedyllä samaa luokkaa kuin rikkidioksidilla. Rikkivety on näissä olosuhteissa pysymätön kaasu, muodostuu rikkiä ja vettä.

Eri puolilla maailmaa on runsaasti sattunut näiden kaasujen aiheuttamia tapaturmia, jopa kuolemaankin johtaneita, seurauksena räjäytyksistä rikkimalmissa ja niistä johtuvista todetuista tai todennäköisistä pölyräjähdyksistä. Suomessakin on saatu varoituksia näiden kaasujen vaarallisuudesta kaivostyössä vaikkei mitään kovin vakavaa olekaan sattunut.

# Järn- och ståltillverkningens huvudlinjer\*

Sven Eketorp, Professor i järnets metallurgi vid Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm

För att kunna deltaga i utvecklingsarbetet inom processmetallurgin för järn och stål är det väsentligt att man förstår processernas enkla byggstenar och känner till de mest fundamentala termodynamiska och kinetiska sambanden. Det är också viktigt att man inser hur de olika processerna skiljer sig åt och vad som är gemensamt för dem. Varje process och deloperation bör studeras i sammanhang med de andra. I det följande läggs därför tonvikten på grundfenomenen och processernas systematik.

Att järn kommit att bli vår viktigaste metall beror inte av en slump. Den är visserligen allmänt förekommande, även i avsevärda koncentrationer (malmer), men det är även aluminium. Väsentligare är att den är billig att framställa dels därför att malmen är lätt brytbar och anrikbar, men framför allt därför att oxiden är lätt att reducera. Någon omedelbar brist på järnmalm behöver vi inte oro oss för. Som en sista reserv kan man notera att vår kropp håller 4–5 g järn, en reservkvantitet på 20 000 ton Fe, som man får hoppas vi slipper utnyttja.

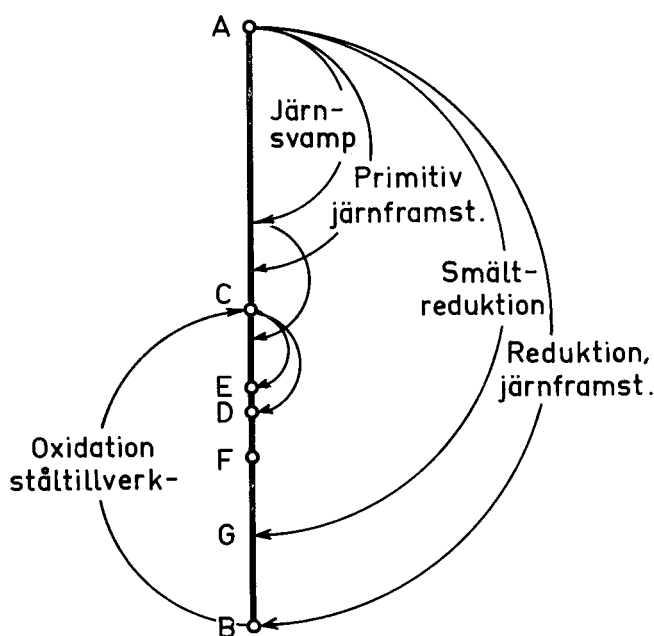


Fig. 2.

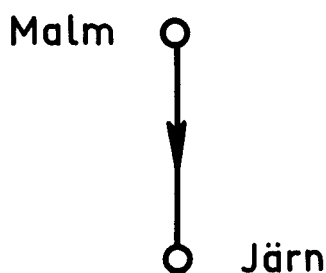


Fig. 1.

Fig. 1 skulle man kunna kalla: järnets metallurgi på 1 sek. Trots sin enkelhet innehåller den figuren den väsentliga informationen att man vid järnframställningen ur malm arbetar med två »nivåer». Vilka nivåer det är framgår av fig. 2, som analogt kunde betecknas som järnets metallurgi på 1 min. Nivåerna betecknar olika

syrepotentialer. Vid A startar man vid hög potential i jämvikt med oxiden. Järnframställningen innebär att man utsätter oxiden för så låg syrepotential att oxiden spjälkas. I masugnen är det kol som bestämmer denna potential och den är tyvärr så låg, att även andra ämnen än järn reduceras som kisel, mangan och fosfor. Ståltillverkningen innebär att de överflödiga ämnena som inreducerats i masugnen oxideras bort — syrepotentialen höjs från B till C. Men när kolet skall bortoxideras måste ett överskott av syre tillföras och därför fordras ett sista steg, desoxidationen, C-D. Beroende på hur väl desoxidationen lyckas kommer punkten D mer eller mindre nära den önskade slutpunkten F. Om totala syrehalten, dvs även slagginneslutningarna inkluderas i »syrepotentialen» kan man komma t.ex. i en punkt E. Vid smältreduktion reducerar man vid en avsevärt högre syrepotential än i masugnen och utan att t.ex. kisel och fosfor inreduceras. Vid järnsvampstillverkningen gör man först en reduktion i fast fas vid måttlig potential och smälter sedan förprodukten. Vid den primitiva järnframställningen i en »blästa» arbetade man vid så hög syrepotential att man fick stål, innehållande avsevärda mängder av oxidrik slagg.

Fig. 2 ger en alltför förenklad bild av den metallurgiska

\*) Denna uppsats bör läsas icke som en teknisk artikel utan som en beskrivning av ett antal figurer. (Efter ett föredrag på Tekniska Högskolan i Helsingfors 21/11 1969)

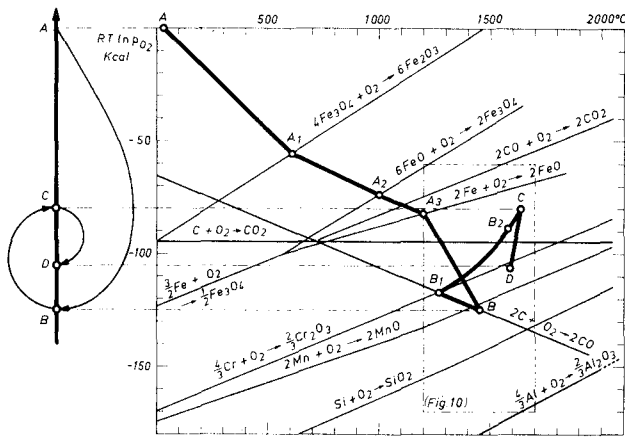


Fig. 3.

verkligheten. I fig. 3 har samma figur med »arbetsvägen» ABCD lagts in i ett diagram med syrepotentialen på y-axeln och temperaturen på x-axeln. Man »drar ut» linjen ACDB till två dimensioner. Diagrammet till höger är det s.k. syrepotentialdiagrammet, som beskriver de olika oxidernas jämviktsvillkor. I masugnen passerar oxiden vid sjunkande syrepotential successivt jämvikterna  $Fe_3O_4-Fe_2O_3$ ,  $FeO-Fe_3O_4$  och  $Fe-FeO$  och råjärnet är i jämvikt med överskott av kol vid jämvikten för bildning av CO ur C. Ståltillverkning sker över vägen  $B_1 B_2 C$  och desoxidationen går till punkt D (där tillsats i detta fall gjorts av 0,5% Si.

Även fig. 3 är alltför förenklad. Processvägen avspeglar

visserligen korrekt syrepotentialens läge under de olika processerna men jämviktslinjerna, särskilt för stålbadet, är ej de verkliga förekommande, eftersom i fig. 3 endast jämvikterna för rena ämnen avsatts. Stålbadet kan betecknas som en utspädd lösning av ett antal ämnen i järn. I fig. 4 har därför ett antal jämvikter för olika aktiviteter mindre än 1 lagts in och man ser, att samma syrepotential vid 1 600° C kan t.ex. uppnås med 0,001% Al som med 2% Si. Den streckade linjen för ståltillverkningen  $B_1 C^1$  betecknar en normal processväg, där syrepotentialen icke är i jämvikt med de i stålet förekommande ämnen.

Att syrepotentialdiagrammet är väsentligt för järn- och ståltillverkningen är naturligt, eftersom malmen är oxidisk, syrehalten i stålet är av väsentlig betydelse och all infodring i ugnar och skänkar är oxidisk. Diagrammet, fig. 5, kan också användas vid spekulation över om man kan tänka sig andra metoder än de nu använda vid järn- och stålframställningen. Från  $Fe_2O_3$  kan en syreatom

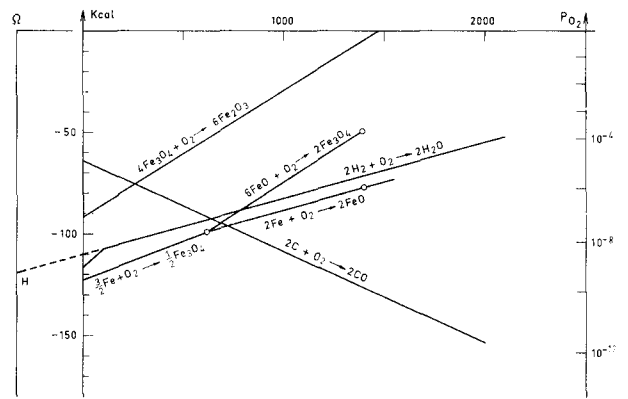


Fig. 5.

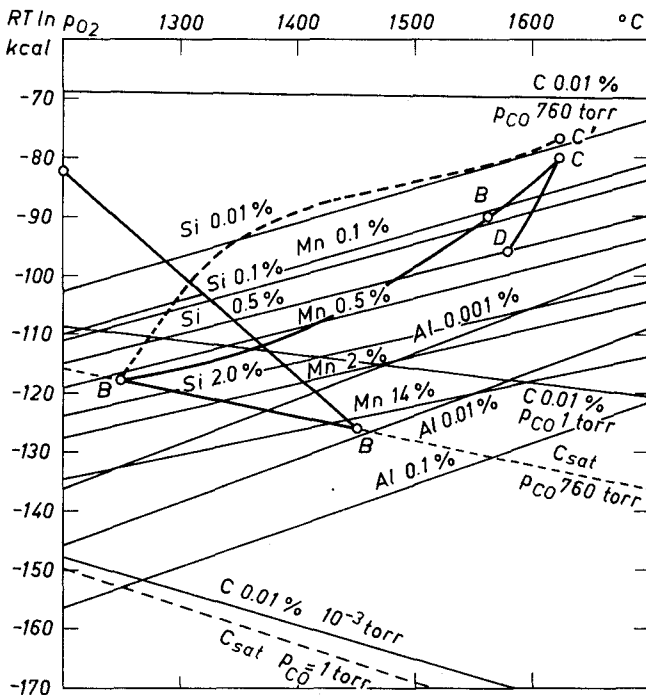


Fig. 4.

spjälkas av vid ca 1450° C vid atmosfärstryck (jämför S ur  $FeS_2$ ).  $Fe_3O_4$  dissocieras i FeO och syre vid ca 2200° C, medan FeO sönderfaller först vid ca 4000° C. Att enbart genom lågt tryck (vakuum) sönderdela järnoxiderna,  $Fe_3O_4$  och FeO låter sig inte göra. För FeO vid 1600° C skulle fordras  $p_{O_2} = 5.10 \cdot 10^{-8}$ , vilket inte är realistiskt då tekniskt möjliga undertryck rör sig om  $10^{-3}$  atm. Genom att välja lämpliga gasblandningar av  $H_2$  och  $H_2O$  kan man reducera fram järn utan kol. En annan väg, som även prövats, är att reducera oxiden med en annan metall t.ex. aluminium, som i sin tur framställts på elektrolytisk väg.

Det finns alltså möjligheter att göra järn utan kol och den mest intressanta möjligheten är väl termisk dissociation vid mycket höga temperaturer (i kombination med lågt tryck). Så länge vi har tillgång till det billiga desoxidationsmedlet kol, är det dock inte troligt att några andra huvudvägar blir mer ekonomiska.

Reaktionen  $C + O = CO$  är den enkla grundekvationen för järnets metallurgi just beroende på att kolet är av så central betydelse.

Tabell 1

1.	$C_{\text{koks}} + \text{FeO (s)}$	$= \text{Fe (s)} + \text{CO}$	reduktion	masugnsschakt
2.	$C_{\text{koks}} + \text{FeO (l)}$	$= \text{Fe (l)} + \text{CO}$	reduktion	masugnsställe
3.	$\underline{C} + \text{FeO (s)}$	$= \text{Fe (l)} + \text{CO}$	oxidation	färskmalm
4.	$\underline{C} + 1/2 \text{O}_2 \text{ (g)}$	$= \text{CO}$	oxidation	bessemer, syrgasprocesser
5.	$\underline{C} + \underline{O}$	$= \text{CO}$	oxidation	kok i stålprocesser
6.	$\underline{C}_{\text{koks}} + \text{FeO (l)}$	$= \text{Fe (l)} + \text{CO}$	reduktion	Dored
	$\underline{C} + \text{FeO (l)}$	$= \text{Fe (l)} + \text{CO}$	reduktion	smältreduktion
7.	$\underline{C} + \underline{O}$	$= \text{CO}$	desoxidation	vakuumbehandling

$\underline{O}$  och  $\underline{C}$  betecknar att ämnena är lösta i stålbadet.

I tabell 1 ser man att kolet kan komma från diverse källor och även syret. Om syre levereras från järnoxider talar vi om reduktionsprocesser för järn, men detsamma sker när man »malmar» ett martinbad. Syre kan komma från luft, ren syrgas,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  och även andra oxider. Det sista fallet gäller när fodret i ugnar och skänkar »läcker in» syre. I stället för oxidation och reduktion borde vi tala om redoxprocesser.

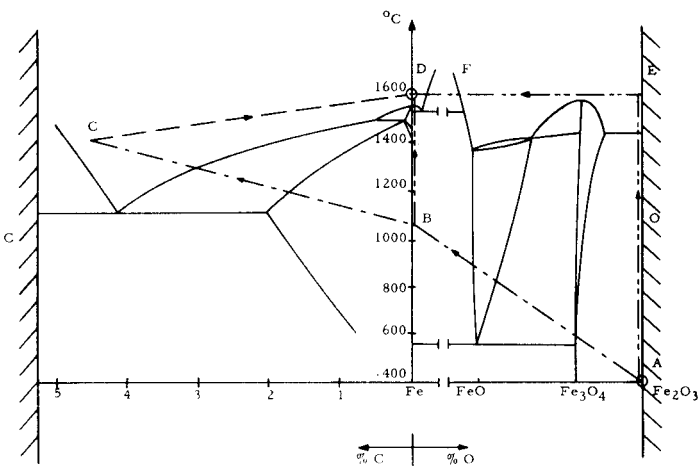


Fig. 6.

Fig. 6 visar olika järnframställningsvägar inritade i de båda diagrammen Fe-O och Fe-C. Denna idé är föreslagen av M. Brunner. Det konventionella sättet är att följa vägen ABCD. Vid järnsvampsframställning går man vägen ABD. Man skulle också kunna tänka sig att först smälta oxiden, AE, och sedan sänka syrepotentialen i smältan vid konstant temperatur, så att smältan vid F börjar skilja ut syremättat järn på andra sidan tvåsmältsområdet.

Kolet och dess två oxider CO och  $\text{CO}_2$  spelar en central roll vid reduktionsprocesserna, se tabell 2.

Tabell 2

Oxidation med gasformigt syre		Oxidation med malmsyre	
$\Delta H$ i Mcal/mol C		$\Delta H$ i Mcal/mol C	
- 27,8	C	+ 37,9	( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$ )
	↓		
- 67,6	CO	- 2,0	( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$ )
	↓		
- 95,4	$\text{CO}_2$		
	Masugn		Elektrisk tackjärns- tillverkning
Värmetillförsel	Reduktion	Energi- Reduktion	Reduktion
		tillför- sel	
100%	C	35%	C
	↓		↓
	CO		CO
	↓	Elektrisk energi	↓
	$\text{CO}_2$	65%	$\text{CO}_2$
		100%	
			100%
			20%
			100%
	Wibergs järnsvampsprocess		Smältreduktion
Energitillförsel	Reduktion	Värmetillförsel	Reduktion
Gasgenerering genom reaktionen $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$	C	0	C
	↓		↓
	CO		CO
	↓		↓
Elektrisk energi	$\text{CO}_2$	100%	$\text{CO}_2$
		100%	
		100%	
			100%

Oxidationen av C till CO med malmsyre är starkt endoterm, medan CO till  $\text{CO}_2$  är svagt exoterm. I masugnen sker först en förbränning av kolet till CO, sedan en reduktion av malmen med CO till  $\text{CO}_2$ . I elektroråjärnsugnen sker ingen gasreduktion på grund av alltför låg temperatur i schaktet. I Wibergsprocessen sker all reduktion med CO. I smältreduktionsprocesserna sker först all reduktion till CO i reaktionsskiktet och sedan förbränning till  $\text{CO}_2$  utanför reaktionsområdet med värmetillförsel till reduktionen.



Fransmannen A. Rist har åskådliggjort dessa processer på ett enkelt sätt i syre- och värmeväxlingsdiagram. I hans diagram avsätts allt syre som hör till kolet, O/C, på x-axeln och allt syre som kommer från järnoxider, andra oxider och blästern (i masugnen) på y-axeln. Jämviktsdiagrammet i nedre högra hörnet kan omformas till ett område (streckat) i övre högra hörnet innanför vilket en reducerande gassammansättning icke kan ligga (fig. 7).

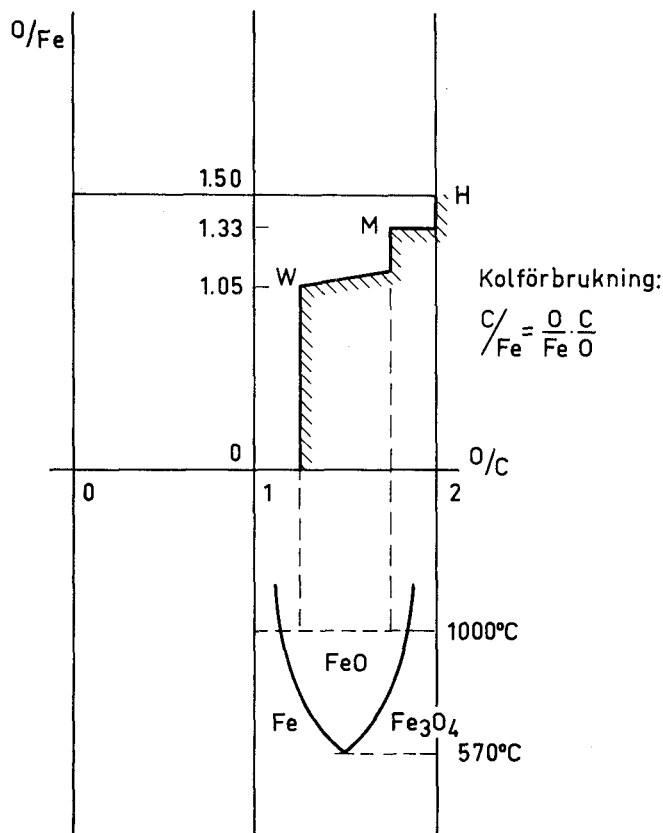


Fig. 7.

Masugnens »arbetslinje» har en sådan ekvation, att dess lutning är konstant och är C/Fe, vilket enkelt kan omräknas till kolförbrukning per ton råjärn (fig. 8). I figuren betyder *i* indirekt reduktion, *sl* solution loss (dvs reaktionen  $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ ), *f* den syremängd resp. CO-mängd som kommer från andra oxider än järnets samt *b* = blästern. Skillnaden mellan masugnsprocessen och smältreduktionen framgår av fig. 9. I smältreduktionen sker hela reduktionen »direkt» med oxidation av allt C till CO, varefter följer förbränning av CO med  $\text{O}_2$ . I masugnen sker först CO-bildningen och sedan partiell oxidation av en del CO med malmens syre.

Fig. 10 visar att flera reduktionsprocesser i rullugnar skiljer sig endast därigenom att de arbetar vid olika temperaturnivåer. BISRA:s process använder en ugn, som roterar så hastigt, att chargen centrifugeras runt manteln.

Det finns ett snart sagt oändligt antal förslag till järnframställningsprocesser och oerhörda summor har lagts ner på deras utvecklande. Situationen på produktionsområdet är dock den som framgår av denna tabell.

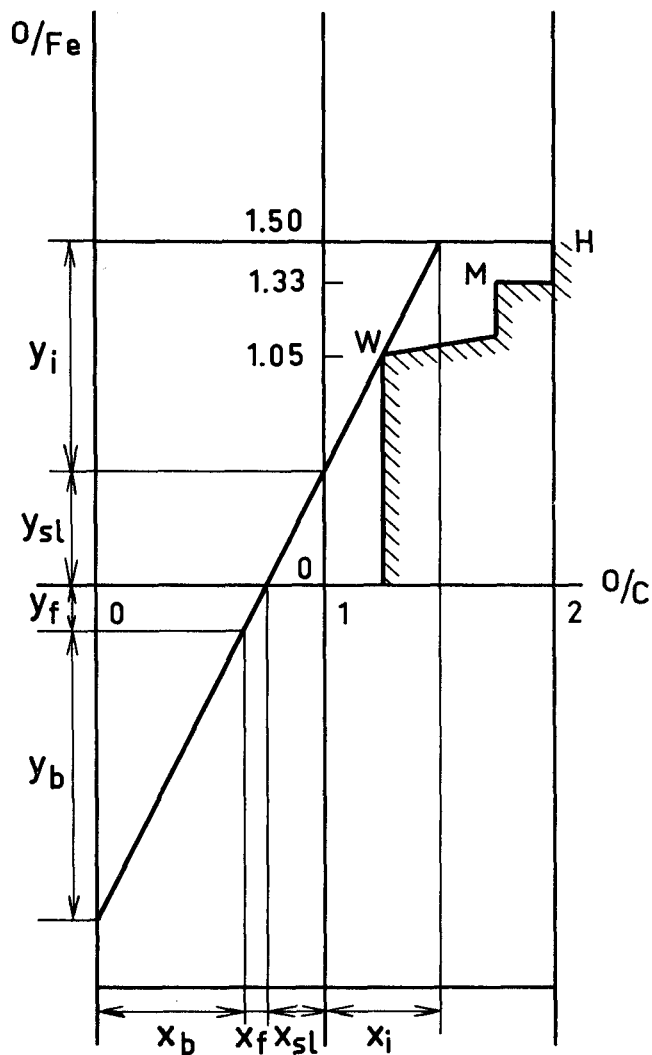


Fig. 8.

Tabell 3

	Produktion %
Schaktugn med gas, låg temperatur	0,1
Rullugn, med kol, låg temperatur	—
Smältreduktion, olja, koks	—
Elråjärnsugnar	1,4
Masugnar	98,
	100,0

Varför detta problem har fascinerat så många människor är svårt att förstå, men en av orsakerna är väl att det primära materialet framställs i så stort tonnage, ca 300 miljoner ton/år, att en vinst på t.ex. bara 1 kr/ton innebär oerhörda summor.

Ståltillverkningen och järntillverkningen härstammar från den primitiva »blästan», fig. 11, där en blandning av malm och träkol upphettades med luft. Genom lämplig avvägning av temperatur, blästermängd, kolstorlek, slagganalys och malmreducerbarhet fick man en plastisk slutprodukt med ca 0,05% C och stor mängd slagg. Ur blästan utvecklades masugnen, fig. 12, genom att schaktet gjordes högre och slutprodukten därigenom blev flytande

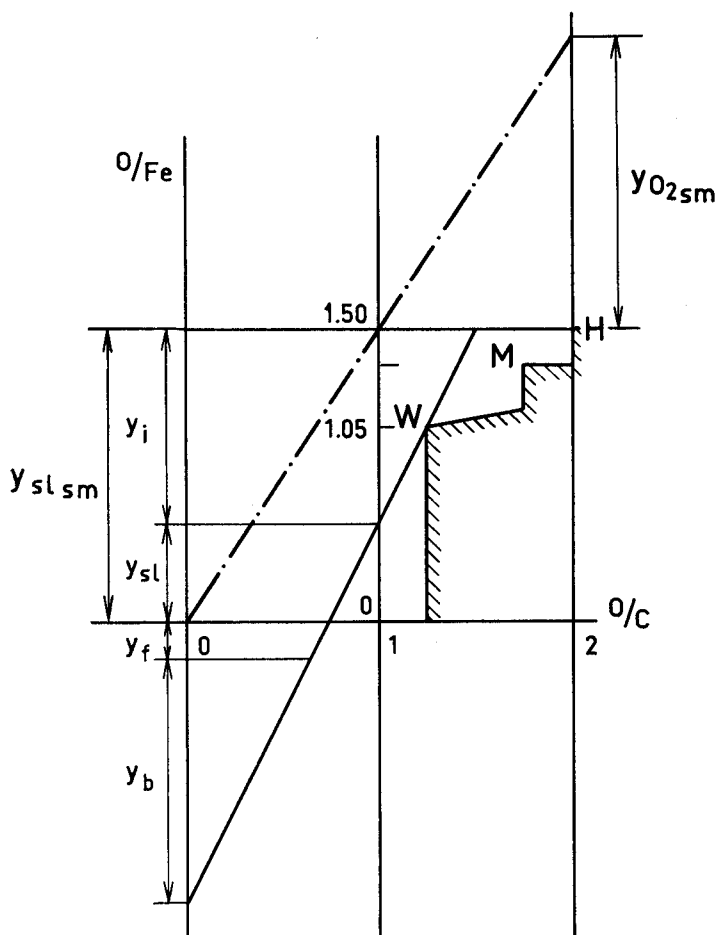
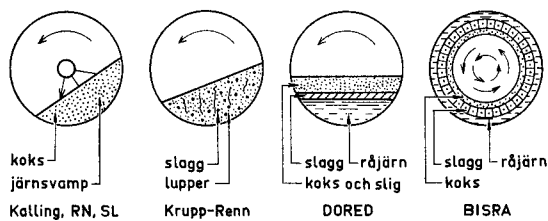


Fig. 9.



Temperatur, °C:	1050	1300	1400	1400
Råvara:	sinter, koks	maln, kol	slig, kokspulver	slig, kolpulver
Produkt:	svamp	stål, 1% C, 1% S	råjärn	råjärn
Förbränning:	luft	luft	syrgas	syrgas

Fig. 10.

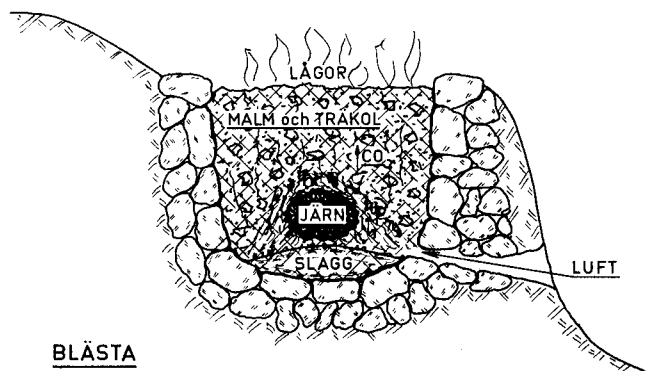


Fig. 11.

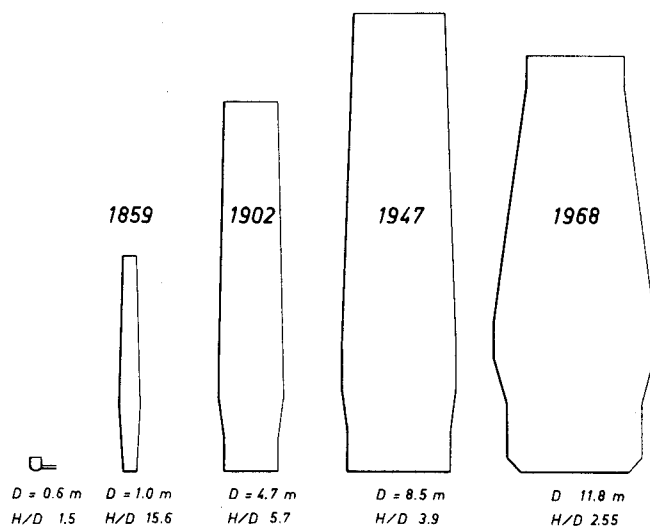


Fig. 12.

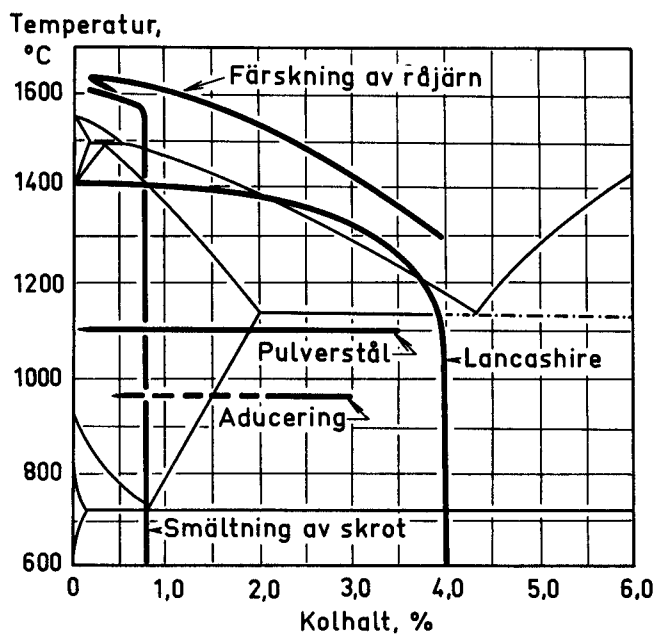


Fig. 13.

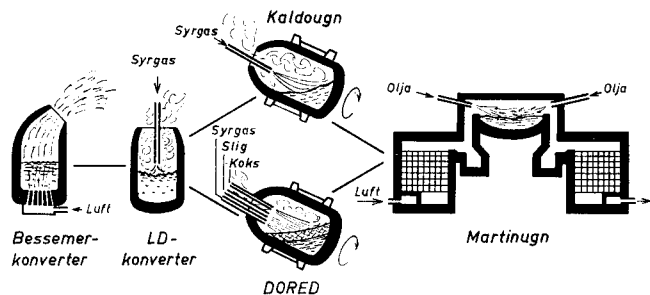


Fig. 14.

råjärn med hög kolhalt. Därmed måste man också införa hela ståltillverkningskedjan.

Fig. 13 visar de olika ståltillverkningsprocesserna inlagda i Fe-C-diagrammet. Som synes kan man tänka sig en avkolning även under liquidus.

Fig. 14 vill visa att i alla stålprocesser (utom rena nedsmältningsprocesser) är förloppet i princip detsamma,

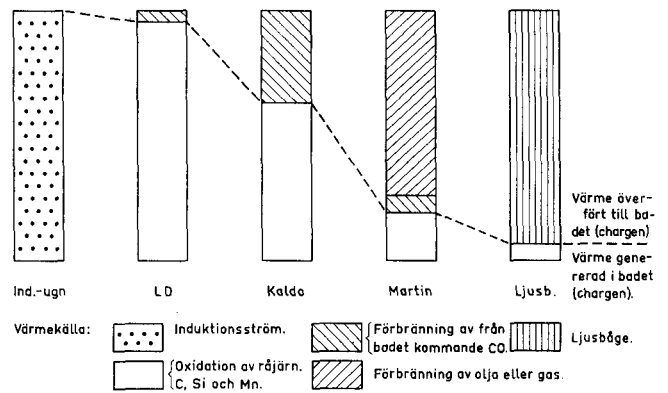
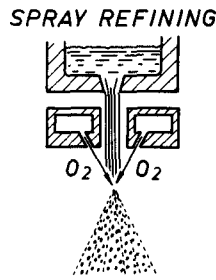
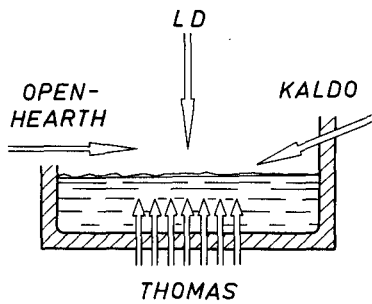


Fig. 15.

Fig. 17.

dvs att syre tillförs ett kolhaltigt bad. Fig. 15 visar schematiskt att martin, LDS, bessemer och Kaldo har mycket gemensamt, men att »spray-refining» skiljer sig markant genom det sätt på vilket syre angriper järnbadet.

Martinugnen, fig. 16, har genomgått en karakteristisk utveckling de senaste 25 åren. Som slutresultat av denna

Ett nytt drag inom stålmetallurgin är att vi idag inte bara gör en uppdelning mellan järn- och ståltillverkning utan även att stålprocesserna uppdelas i väl optimerade steg. Man skulle kunna säga, att i framtiden kommer stålet inte att göras i stålugnen utan utanför den, dvs stålugnen gör endast råstål genom smältning av skrot eller konvertering av råjärn och den slutliga finjusteringen görs i ett särskilt kärl, t.ex. en skänk. ASEA-SKF-skänken är ett exempel på en sådan metod. Det väsentligaste med denna är att man här kan utföra olika funktioner oberoende av varandra, nämligen uppvärmning, omröring samt desoxidation och legering. Tabell 4 nedan visar vilka moment som måste tas i anspråk för uppnående av vissa slutmål.

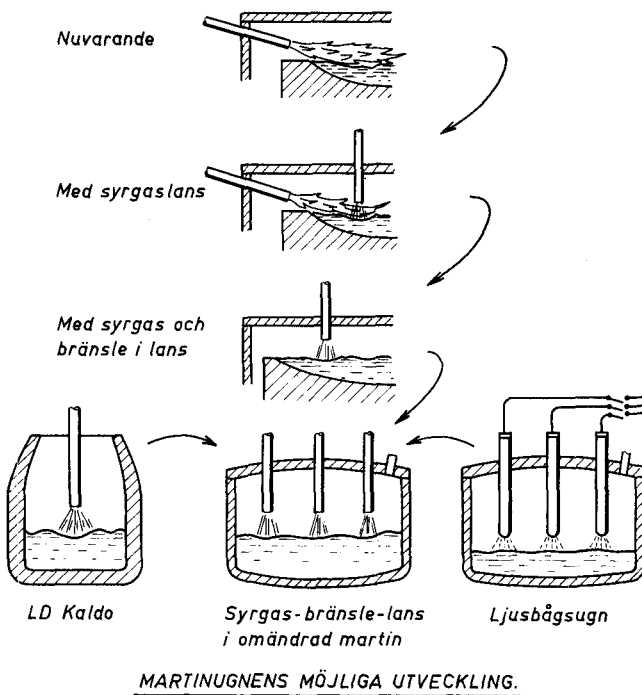


Fig. 16.

Tabell 4

Önskad effekt	Stålbehandling i skänk		
	Upphettning	Omröring gas	Desoxidation C Si, Mn, Al, Ca
Jämn temperatur	x	liten	
Jämn analys		»	
Låg O a)		»	
b)	x		+ CO
Låg slaggmängd	x		
Låg H	x	} hög el.CO	x
Låg S	x		

förändring kan man jämföra en process, där syre blåses mot badet och där oxiderar dess element under värmeutveckling (LD), en annan där en olje-syrgasbrännare smälter skrot och en tredje där man smälter med elenergi. Likheten mellan processerna är påfallande.

Skrotet är en ännu viktigare råvara än järnmalmen. För dess nedsmältning åtgår en viss energimängd. Fig. 17 visar att denna energimängd levereras från olika källor i olika processer; i induktionsugn helt utifrån med elenergi i Kaldo genom oxidation dels av element inuti badet och dels av CO till CO<sub>2</sub> utanför badet.

Asea-SKF-skänken innebär en apparatmässig uppdelning av processen. M. Tiberg föreslår att man även uppdelar själva smältprocessen i en förvärmning med bränsle och en slutsmältning med ljusbågar och att detta görs i samma ugsnfat som förses med två olika valv.

Ståltillverkningen är ännu mycket primitiv, men en stark utveckling mot väl styrda processer pågår. Egentligen är inte satsvisa processer möjliga att styra, endast kontinuerliga, där ett stabilt fortfarighetstillstånd kan upprätthållas.

I fig. 18 jämföres principen satsvisa och kontinuerliga processer. Man bör notera att i en satsvis process måste man i varje charge genomlöpa en total förändring av badets, slaggens och atmosfärens analys. Härtill kommer

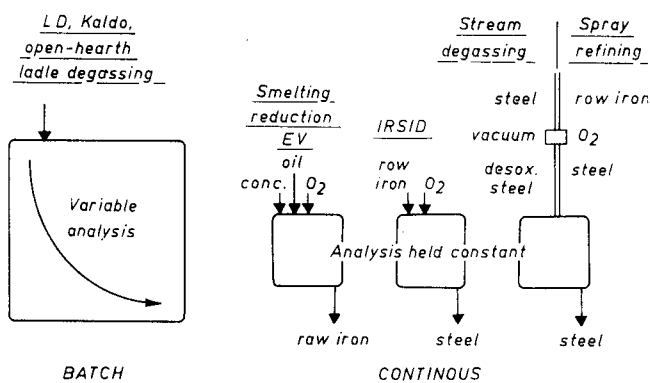


Fig. 18.

att ugnens och chargens temperatur diskontinuerligt varierar. Allt detta försäkrar en av alla välkänd instabilitet.

Slutligen visas ett förslag, fig. 19, till kontinuerlig järn- och stålframställning från slig till stränggjutet ämne. Det bygger på principen att varje delprocess måste utföras för sig för att kunna gå optimalt. Delar av denna processkedja är under utveckling på många ställen i världen.

Om 10–20 år kommer vi att ha svårt att känna igen våra gamla stålverk, eller också känner vi igen dem, men då står de stilla och är övergivna.

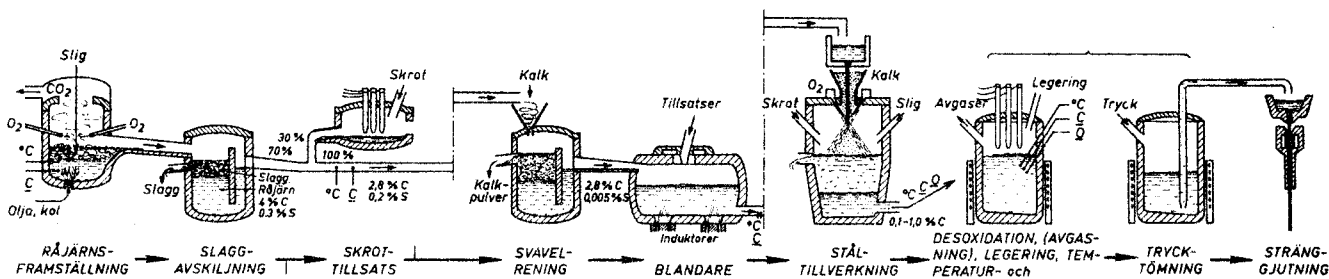
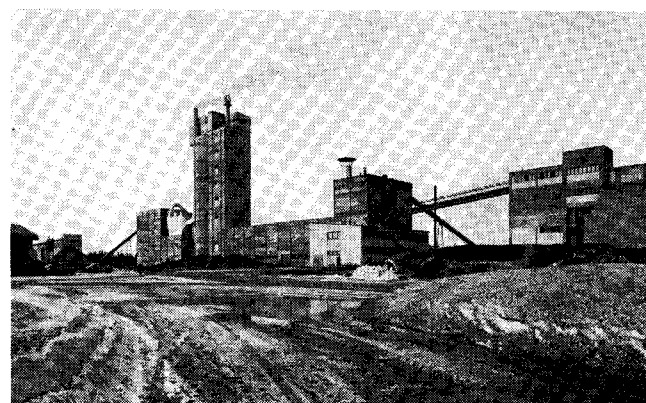


Fig. 19.

Jatkuu sivulta 30.



Kuva 6. Tehdaslinja, jossa vasemmalla näkyy kivivarasto ja raakamylyrakennus sähkösuodattimisineen. Keskellä on homogenisointisilo ja syklonitorni sekä uunihuone ja tehdaskonttori. Oikealla on sementtimylyrakennus ja osa klinkkerivarastoa.

Fig. 6. The factory line; in the left rock storage and raw mill building with electric filter, in the middle homogenizing silo and cyclone tower, kiln room and the factory office, in the right cement mill building and a part of the clinker storage.

Sementin varastosiiloja on 2 kpl, kumpikin vetoisuudeltaan 5 000 tonnia. Siilosta annetaan irtosementtiä ilmarännillä suoraan säiliöautoon. Sementtiä pakataan säkkeihin ns. Flux-pakkaus-koneessa (kuva 1, osa 32) ja lastataan joko autoon tai junaan. Siiloista saadaan sementtiä ilmarännin ja elevaattorin avulla pakkaamon

säkituskoneeseen tai edelleen hihnakuuljettimien avulla 100 tonnin säiliöön, josta irtosementtiä lastataan rautatievaunuihin.

Suurin osa tuotannosta eli n. 80 % menee irtotavarana rautateitse sementtiasemille, joita on Oulussa, Kemissä ja Rovaniemellä. Viimeksimainituilla myydään ainoastaan irtosementtiä säiliöautoihin, mutta Oulussa on lisäksi myös säkituskone.

**Summary:**

A description of the manufacturing process at the Kolari cement factory of the Paraisten Kalkki Oy. The raw material consists of crystalline limestone (abt. 85 % CaCO<sub>3</sub>) and sand, which are extracted from the own quarry, and a small amount of iron ore. The limestone is crushed in three stages to a size of — 30 mm and fractions — 10 mm can be dried if necessary.

The sand is screened, dried and stocked in the same storage as limestone (taking 24.000 tons). The raw grinding takes place in a so-called Double Rotator Mill (3,2 Ø × 9,25 m) with one drying chamber and two grinding chambers. The ground meal (abt. 78 % CaCO<sub>3</sub>, fineness abt. 18 % + 0,09 mm) is homogenized and stored in a silo with three sections, which takes abt. 5.000 tons altogether.

The kiln is of a »Dopol»-type with a 4-stage cyclone preheater and a rotary kiln (3,4 Ø × 48 m), capacity 600 tons clinker/24 hours. Coal is used as fuel for this kiln and it is ground and dried in a mill with two chambers (2,0 Ø × 4,25 m) in closed circuit. The grinding of cement is made in a mill with two compartments in open circuit. This mill is furnished with inner cooling and the cement is ground to a fineness of abt. 3150 cm<sup>2</sup>/g. Cement is stored in two silos taking 5.000 tons each. The packing is carried out with a Flux-packaging machine (capacity abt. 2.000 sacks/h). The main part of the cement (abt. 80 %) is sent as bulk cement to the cement stations of the company in Oulu, Kemi and Rovaniemi.

## TILASTOTIETOJA

vuoriteollisuudesta vuonna 1969

koonnut v.t. kaivostarkastaja Rauno Koponen

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu kiveä tonnia	Malmia tai hyötykiveä tonnia	Kaivostyöntekijöitä v. 1969 aikana			Kaivoksessa suoritettuja työ tunteja
						avolouhoksessa	maanalla	yht.	
<i>Malmikaivokset</i>									
Otanmäki	Vuolijoki	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Fe, TiO <sub>2</sub>	Rautaruukki Oy	1.297.900	1.142.200		143	143	258.921
Outokumpu	Outokumpu	Cu, FeS <sub>2</sub> , Zn	Outokumpu Oy	1.126.540	984.815		368	368	730.696
Pyhäsalmi	Pyhäjärvi Ol.	FeS <sub>2</sub> , Cu, Zn	Outokumpu Oy	1.038.439	807.116	14	102	116	229.984
Luikonlahti	Kaavi	Cu, FeS	Myllykosken Paperitehdas Oy	897.004	462.896	33	87	120	252.408
Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb, Ag	Outokumpu Oy	785.095	709.331		174	174	345.827
Raajärvi	Kemijärvi mlk.	Fe	Rautaruukki Oy	618.400	618.400		63	63	119.479
Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	Outokumpu Oy	498.257	468.159	1	131	132	262.779
Kemi	Kemi	Cr	Outokumpu Oy	254.067	179.853	14		14	28.784
Hällinmäki	Virtasalmi	Cu	Outokumpu Oy	167.259	139.566	8	8	16	33.040
Metsämonttu	Kisko	Cu, Pb	Outokumpu Oy	123.328	97.435		42	42	84.036
Telkkälä	Taipalsaari	Ni, Cu	Outokumpu Oy	118.346	70.046	21		21	41.792
Korsnäs	Korsnäs	Pb, Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Outokumpu Oy	105.512	103.374		28	28	55.550
Kivimaa	Tervola	Cu	Outokumpu Oy	26.587	18.587		5	5	10.320
Malmikaivokset 13 kpl yht.				7.056.734	5.801.778	91	1 151	1 242	2.453.616
<i>Kalkkikaivokset</i>									
Parainen	Parainen	Kalkkikivi	Paraisten Kalkki Oy	1.604.875	1.455.686	38		38	72.566
Tytyri	Lohja	»	Lohjan Kalkkitehdas Oy	944.934	944.934		112	112	229.591
Ihalainen	Lappeenranta	»	Paraisten Kalkki Oy	729.194	729.194	24	6	30	56.160
Ruokojärvi	Kerimäki	»	Ruskealan Marmori Oy	251.499	251.499		30	30	57.410
Mustio	Karjaa mlk.	»	Lohjan Kalkkitehdas Oy	220.710	214.922	6		6	13.099
Äkäsjoensoo	Kolari	»	Paraisten Kalkki Oy	208.400	205.500	9		9	16.100
Förby	Särkisalo	»	Karl Forström Oy Ab	139.554	139.554		17	17	32.240
Montola	Virtasalmi	»	Paraisten Kalkki Oy	126.897	126.897		21	21	41.202
Ryytimaa	Vimpeli	»	Paraisten Kalkki Oy	98.787	64.534	4		4	8.883
Kalkkimaa	Alatornio	»	Rauma Repola Oy	83.476	83.476	4		4	6.623
Sipoo	Sipoo	»	Lohjan Kalkkitehdas Oy	45.596	45.596		5	5	8.066
Kurikka	Kurikka	»	Ruskealan Marmori Oy	7.705	7.705		4	4	5.983
Kalkkikivikaivokset 12 kpl yht.				4.461.627	4.269.497	85	195	280	547.923
<i>Mineraalikaivokset</i>									
Paakkila	Tuusniemi	asbesti	Paraisten Kalkki Oy	314.643	19.292	17		17	30.134
Kemiö	Kemiö	maasälpä	Lohjan Kalkkitehdas Oy	118.000	105.000	5		5	9.543
Lahnaslampi	Sotkamo	kvartsi	Suomen Talkki Oy	106.003	106.003	6		6	14.000
Haapaluoma	Peräseinäjoki	talkki	Paraisten Kalkki Oy	72.667	40.517	7		7	12.885
Nilsjä	Nilsjä	maasälpä	Lohjan Kalkkitehdas Oy	56.000	56.000	3		3	5.800
Jormua	Paltamo	kvartsi	Paraisten Kalkki Oy	8.147	8.147	5		5	8.825
Mineraalikaivokset 6 kpl yht.				675.460	334.959	43		43	81.187
Kaikki kaivokset 31 kpl yht.				12.193.821	10.406.234	219	1 346	1 565	3.082.726

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1969.

Rikastetuotanto tonnia	1967	1968	1969	Keskipit. v. 1969 %
Rautarikasteita yht.	995.295	960.287	1.006.874	65,7
— pelletit, palamalmi, rikasteet	656.391	518.819	587.698	66,2
— rautapasute + purppuramalmi (Kokkola)	338.904	441.468	419.176	65,2
Rikkirikasteet	711.629	776.065	918.899	45,7
Kuparirikaste	133.312	142.373	155.369	21,4
Ilmeniittirikaste	126.900	139.500	138.200	44,8
Sinkkirikaste	111.910	120.257	132.436	53,6
Kromirikaste	6.384	52.947	98.647	37,8
Nikkelirikaste	57.826	52.028	71.095	5,04
Lantaniidirikaste	14.127	12.152	10.117	
Lyijyrikaste	8.620	8.219	7.884	57,8
<b>Metallien tuotanto</b>				
Harkkorauta, (malmeista) tonnia	1.045.125	1.104.608	1.161.787	
Elementtääriirikkiä »	101.413	125.249	111.841	
Katodikuparia »	34.123	35.895	33.877	
Ferrokromi »	—	7.830	25.869	
Katodinikkeliä »	3.003	3.327	3.722	
Vanadiinipentoksidia »	2.093	2.141	2.403	
Sinkki »	—	—	1.084	
Kobolttia »	17	505	778	
Hopeaa kg	19.390	21.071	19.438	
Seleeniä »	6.696	7.296	6.197	
Kultaa »	632	667	587	
<b>Mineraalien tuotanto, tonnia</b>				
Kalkkikivi yht.	3.268.838	3.116.544	3.718.781	
— sementinvalmistukseen	2.038.344	1.844.755	2.411.034	
— maanparannuskalkiksi	459.049	461.606	462.883	
— kalkinpolttoon	365.100	387.435	402.110	
— sulfiitti- ja metallurgiseksi kiveksi	193.216	203.104	217.041	
— rouheiksi, tekn.hieno- jauheiksi ym.	209.158	214.953	220.576	
— dolomiitin polttoon (sintteridol.)	2.971	4.691	5.137	
Kvartsi	60.999	64.743	80.680	
Maasälpä	54.744	54.427	53.398	
Asbesti	10.524	12.334	14.050	
Wollastoniitti	3.890	4.296	5.200	
Talkki	2.562	2.476	28.740	
Piimaa	1.619	1.977	1.820	
<b>Sementin tuotanto, tonnia</b>	<b>1.513.773</b>	<b>1.476.400</b>	<b>1.758.716</b>	



Professori Kauko Järvisen muotokuvan paljastustilaisuudesta Teknillisen Korkeakoulun vuoriteollisuusosastossa helmikuun 5. päivänä 1970. Prof. Järvinen (vas.) teekkarit Olli Tiitu ja Kari Heiskanen sekä TKK:n rehtori professori T. Verkkola. Muotokuvan on maalannut taiteilija Margit Rautala-Kaipainen.

## Kauko Järvinen muistelee

*Muotokuvansa paljastustilaisuudessa muisteli professori Kauko Järvinen tapahtumia elämänsä varrelta. Lehden toimituksen pyynnöstä hän pani niistä osan kirjalliseen muotoon.*

Eläkkeelle joutuessaan lienee varsin luonnollista, että lankeaa muistelujen syntiin, mutta koska minäkin osaltani olen ollut tekemässä nykyistä kaivostekniikkaa maamme, voinee muutama rivi olla paikallaan.

Ollessani valmistumisvaiheessa kemisti-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta Helsingissä sovin silloisen tohtori Eero Mäkisen kanssa siitä, että menisin pariksi vuodeksi Tukholman teknillisen korkeakoulun vuoriosastolle opiskelemaan kaivostietoutta ja astuakseni sitten

aikanaan Outokummun kaivoksen palvelukseen. Opiskeluani häiritsi sen toisena vuonna aika pahoin tapaturmainen sokeus, joka oli seuraus rikastuslaboratorion murskaustouhujen pölyisyydestä.

Joulukuun alussa 1931 aloin kuitenkin puolisokeana työni Outokummun kaivoksen kaivosmittaajana ja vuotta myöhemmin minusta tehtiin ns. kaivosinsinööri, nykykielellä sanottaisiin ehkä kaivososaston johtaja tai käyttöinsinööri. Näihin aikoihin tri Mäkinen asui Outo-

kummussa ja osallistui varsin vähäistenkin asioiden hoitoon. Olinhan tosin minäkin vielä varsin nuori ja kokematon.

Vuosina 1933—34 kaivoksen hoito vähitellen siirtyi vastuulleni, kun Mäkisen aika sitoutui yhä enemmän Imatran kuparitehtaan asioihin. Olen erittäin kiitollinen siitä tekniikan tuntemuksesta ja siitä tuesta, jonka noihin aikoihin sain vanhemmalta toveriltani ja ystävältäni Ilmari Levannolta. Mielestäni meidän silloinenkin yhteistyömme oli asiallista ja varsin antoisaa. Rohkenen väittää, että eräs sen merkittäviä saavutuksia on että Vuorimiesyhdistys r.y. perustettiin silloin kun se perustettiin eli vuoden 1943 alussa. Yhdistyksen perustaminen oli selvästi ilmassa vuoden 1942 aikana, jolloin jo keväällä toukokuussa tein asiasta esityksen vuorineuvos Mäkiselle, joka kuitenkin piti ajatusta pahoin yliammuttuna, koska »vuorimiehiä», kaivos- tai rikastusinsinöörejä ei Suomessa ole enempää kuin »mitä yhden tai korkeintaan kahden käden sormin saattoi laskea». Kun sitten joulukuussa yhdessä Levannon kanssa ryhdyimme kaikesta huolimatta touhuamaan mainittua yhdistystä mm. laatimalla sille sääntöehdotuksen ja vahvistamalla sen pohjaa siten, että myös metallurgit voisivat liittyä jäseniksi, tuli vuorineuvos Mäkinen täydellä innolla asiaan mukaan ja ryhtyi tarpeellisiin käytännöllisiin toimiin takanaan Outokumpu Oy:n arvovalta.

Palatakseni tekniikkaan lienee paikallaan hieman muistella tätäkin puolta juuri Outokummun kaivoksella, koska sillä varmasti on ollut varsin suuri merkitys Suomen kaivosteollisuudelle yleensäkin. Päälouhintamennettelmänä Outokummussa koko 30-luvun aikana oli raappauslouhinta, jonka teho raappauskoneistojen pienuudesta johtuen oli melko vähäinen. Perissä ja erällä louhosalueillakin oli käytössä käsinlastaus, joka antoi huipputehona n. 15 tonnia lastausvuorossa miestä kohti. Näillä eväillä kuitenkin kaivoksen vuosituotanto nostettiin 100 000:sta 600 000:een tonniin 10 vuoden kuluessa.

Sodan aikana tilanne vaikeutui jatkuvasti lähinnä miesten puutteen vuoksi ja varsinkin valmistavat työt jäivät pahasti jälkeen. Tällainen tilanne on kaivokselle aina erittäin vaarallinen ja niinpä kun tavallaan omaksi onnekseni jouduin siirtymään 1943 vuoden alusta Helsinkiin kauppa- ja teollisuusministeriöön, jäi seuraajilleni vaikeat ajat yrittäessään ylläpitää täyttä tuotantoa.

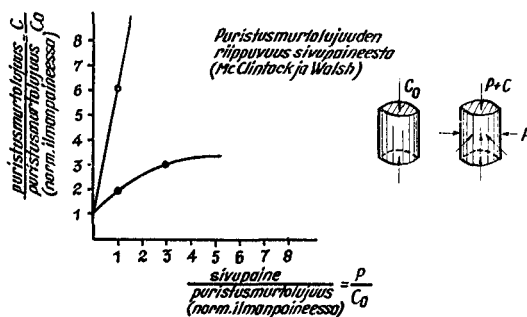
Toimiessani ministeriön kaivostoimiston päällikkönä voitane pitää eräinä tärkeimpinä tapahtumina maamme kaivosten turvallisuusmääräysten voimaan saattaminen ja kaivostarkastuksen vakiinnuttaminen.

Teknillisessä korkeakoulussa aloitin kaivostekniikan luennot syksyllä 1943 ja vakinaiseksi professoriksi tulin tammikuussa 1947. Kun nyt 5. 2. tänä vuonna olen joutunut täysin palvelleena eläkkeelle totean, että oppilaita on ollut noin 200, joista suurin osa on kaivosteollisuuden palveluksessa.

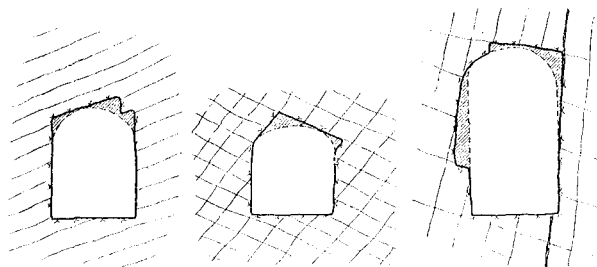
Jos yritän nyt tarkastella kaivosten tekniikan kehittymistä kuluneen 40 vuoden aikana voidaan luonnollisesti todeta suurtakin kehittymistä. Joskus on saattanut tuntua siltä, että eteenpäin meno on ollut kovin hidasta, mutta kun tarkastellaan vähän pitempää ajanjaksoa voi kehitystä yleensä ja ehkä varsinkin meillä tapahtunutta pitää erittäin selvänä. Viittaan vain sellaisiin teknillisiin kehitysmuotoihin kuin yhä suurempien ja siten myös tehokkaampien koneiden käyttöontulo, pitkäreikäporauksen yleistyminen, halvempien ammoniumnitraatti-räjähedysaineiden ilmestyminen kaivoksille ja lopuksi ehkä tärkeimpänä ammattitaitoisten ihmisten tulo louhintatyömaille.

## Kalliomekaniikan päivät 1969

Viime vuoden lokakuussa kalliomekaniikan päivillä pidetyt esitelmät ovat nyt Vuorimiesyhdistyksen toimittamina ilmestyneet monisteena ja entiseen tapaan sidottuna. Näiden kolmansien Suomessa järjestettyjen kalliomekaniikan päivien esitelmien lyhyet yhteenvedot esitettiin Vuoriteollisuus-lehden viime joulukuussa ilmestyneessä numerossa. Esitelmistä oli suurin osa lujuusoppia ja kallion rakenteellisia ominaisuuksia käsitteleviä. Kallion lujuuden riippuvaisuus eri paineolosuhteista, erään esimerkin mainitaksemme, on aina kiinnostanut vuorimiehiä. Sitä kuvaa myös seuraava piirros.



Kallion rakoilut ja kivilajien lohkeavuus ovat eräitä niistä kallion rakenteellisista ominaisuuksista, joita nykyään on alettu yhä perusteellisemmin tutkia ja käyttää hyväksi louhintaa suunniteltaessa. Seuraavat piirrokset antavat tästä eräitä esimerkkejä.



Paljon tällaisia esimerkkejä sisältyy monisteessa oleviin esitelmiin. Näiden lisäksi on selostuksia »finite-element»-menetelmästä, Helsingin Metrosta ym. Monisteen hinta on lvv:neen 40,—/kpl. Sitä on saatavana Vuorimiesyhdistyksen julkaisuvarastosta, Oksasenkatu 4 b A, 5.krs, Helsinki 10, puh. 440 511/ins. Majjala tai rouva Heikkinen.



# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.



*Vuorimiesyhdistyksen 27. vuosikokous pidettiin Helsingissä 19. 3. 1970. Yhdistyksen puheenjohtajaksi valittiin edelleen teollisuusneuvos Erkki Hakapää ja varapuheenjohtajaksi johtaja Jürgen Schmidt. Hallituksesta olivat erovuorossa teollisuusneuvos A. Heino sekä yli-ins. A. Jernström. Heidän tilalleen valittiin johtajat Esko Mattila ja Nils Gripenberg. Tilintarkastajiksi valittiin dipl.ins. A. Autio ja professori E. Savolainen sekä heidän varamiehikseen dipl.ins:t K. Eskola ja G. Smeds. Hallituksen valitsemana rahastonhoitajana toimii edelleen dipl.ins. Paavo V. Maijala, 1. sihteerinä dipl.ins. Heikki Konkola ja 2. sihteerinä dipl.ins. Antti Palomäki.*

## Vuosikertomus vuodelta 1969

### Vuosikokoukset

Vuorimiesyhdistys kokoontui sääntömääräiseen 26. vuosikokoukseensa Helsingissä 28. 3. 1969. Kutsuvieraina olivat läsnä valtiovallan edustajana kansliapäällikkö Jaakko Rahola, N.I.F. Bergingeniörenes Avdeling'in edustajana direktör Brynjulf Raae sekä Svenska Gruvföreningen'in ja Svenska Bergsmannaföreningen'in edustajana bergsingenjör Erik Lindfors.

Virallisten vuosikokousasioiden ja tervehdysten jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- Vuorineuvos P. Bryk: Johdanto vuosikokouksesitelmiiin
- Tekn.tri S. Mäkipirtti: Suspensioreaktio- ja sulatus-tekniikka

- Dipl.ins. S. Härkki: Kuparin ja nikkelin liekkisulatus
- Dipl.ins. F. Nermes: Pyriitin sulatus ja rikin valmistus
- Dipl.ins. P.-O. Grönqvist: Koboltin valmistus.

Jaostot pitivät vuosikokouksensa iltapäivällä. Kokousten yhteydessä pidettiin erikoisalojen esitelmää.

Illaksi oli järjestetty illallistanssiaiset ravintola Kalastajatorpalle, jossa isännyydestä ja hyvästä ohjelmasta vastasi Typpi Oy. Iltajuhlan yhteydessä luovutettiin Eero Mäkinen mitali toimitusjohtaja Börje Forsströmille, vuorimiehelle, joka on alallaan ansiokkaasti edistänyt suomalaista vuorityötä ja menestyksellisesti toiminut Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y:n tavoitteiden hyväksi.

Toisena kokouspäivänä oli järjestetty tehdasvierailuja seuraaviin kohteisiin:

- Wärtsilä Oy — Helsingin tehdas
- Nokia Oy, Suomen Kaapelitehdas
- Nokia Oy, Pikkalan tehdas
- Geologinen tutkimuslaitos
- Neste Oy, Porvoon jalostamo

### Toimihenkilöt

Yhdistyksen puheenjohtajana on toiminut yli-insinööri Erkki Hakapää ja varapuheenjohtajana johtaja Jürgen Schmidt. Heidän lisäksi ovat hallitukseen kuuluneet teollisuusneuvos Arne Heino, yli-insinööri Anders Jernström, fil.maisteri Rolf Boström, dipl.insinööri Per Westlund, professori Aarno Kahma ja tekniikan lisensiaatti Toimi Lukkarinen.

Yhdistyksen rahastonhoitajana on toiminut dipl.insinööri Paavo V. Maijala, sihteerinä dipl.insinööri Erik Jakowleff sekä toisena sihteerinä dipl.insinööri Heikki Konkola.

### Yhdistyksen toiminta

Yhdistyksen ylimääräinen kokous pidettiin Helsingissä 27. 11. 1969. Kokouksessa hyväksyttiin yksimielisesti hallituksen esitys yhdistyksen sääntöjen muuttamiseksi.

Hallitus on toimintavuoden aikana kokoontunut kuusi kertaa. Läsnä ovat olleet myös jaostojen puheenjohtajat.

Tutkimustoiminnan uudelleenjärjestelyjen ja laajentamisen valmistelutyöt on saatettu loppuun. Yhteispohjoismaisen tutkimustoiminnan aloittaminen siirtyy kuitenkin seuraavalle toimintavuodelle.

Kaivosinsinöörien koulutuksen tehostamista ja nykyaikaisen tekniikan vaatimusten tasolle saattamista tutkinut komitea on jatkanut työtään.

Vuorimiesyhdistyksen ja Vuorimieskillan kesken on selvitetty erilaisia yhteistoimintamahdollisuuksia.

Yhdistyksen lehti »Vuoriteollisuus-Bergshanteringen» on ilmestynyt kaksi kertaa. Päätoimittajana on ollut dipl.ins. Paavo V. Maijala.

Johtaja Jürgen Schmidt osallistui N.I.F. Bergingeniörenes Avdeling'in syyskokoukseen marraskuussa 1969.

### Yhdistyksen jäsenmäärä

Toimintakauden lopussa oli jäsenmäärä 831. Yhdistyksen jäsenistä ovat edellisen kauden jälkeen kuolleet seuraavat:

- Pekka Ekko
- Gösta Forsell
- Ilmari Heinonen
- Vladi Marmo
- Kurt Lupander
- Wilhelm Wahlforss

### Jaostot

Geologijaosto on toimintavuoden aikana kokoontunut kolme kertaa ja järjestänyt ekskursion Outokumpu

Oy:n Kemin kromikaivokselle ja Tornion kromitehtaalle sekä Peräpohjan liuskealueelle.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut fil.tri V. O. Vähätalo, varapuheenjohtajana apul.professori L. K. Kauranne ja sihteerinä fil.maist. P. Markkanen. Jaoston jäsenmäärä on 181.

Kaivosjaosto on toimintavuoden aikana kokoontunut kaksi kertaa sekä tehnyt ekskursion Outokumpu Oy:n Kemin kaivokselle ja Tornion tehtaalle. Jaoston puheenjohtajana on toiminut dipl.ins. Caj Holm, varapuheenjohtajana dipl.ins. Pentti Kerola ja sihteerinä tekn.lis. Raimo Matikainen. Jaoston jäsenmäärä on 226.

Metallurgijaosto on toimintavuoden aikana kokoontunut kaksi kertaa sekä tehnyt ekskursion Rautaruukki Oy:n laitoksille Raaheen. Jaoston puheenjohtajana on toiminut yli.ins. Toivo Toivanen, varapuheenjohtajana dipl.ins. Raimo Eriksson ja sihteerinä dipl.ins. Rauno Seeste. Jaoston jäsenmäärä on 430.

Tutkimusvaltuuskunta on toimintavuoden aikana pitänyt kolme kokousta. Tutkimusvaltuuskuntaan ovat teollisuuden edustajina kuuluneet Urho Valtakari (varalla Caj Holm), Esko Lehtonen (varalla Rolf Malmström), Risto Rinne (varalla Martti Merenmies), Erkki Heiskanen (varalla Heikki Wennervirta) sekä Vuorimiesyhdistyksen jaostojen puheenjohtajat ja sihteerit. Valtuuskunnan puheenjohtajana on toiminut Urho Valtakari ja sihteerinä Pentti Similä.

Vuoden aikana on ollut toiminnassa 7 komiteaa. Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtaja ja sihteeri osallistuivat yhteispohjoismaiseen kokoukseen Trondheim'issa lokakuussa 1969.

Helsingissä 12 päivänä maaliskuuta 1970

*Erkki Hakapää*  
puheenjohtaja

*Heikki Konkola*  
sihteeri

### Vuorimiesyhdistyksen kaivosjaoston toimintakertomus vuodelta 1969

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintakauden aikana kaksi kertaa, yhdistyksen kevätkokouksessa 28. 3. 1969 sekä jaoston syysretkeilyn yhteydessä 3. 10. 69.

Jaoston kevätkokouksessa oli läsnä 92 jaoston jäsentä. Kokouksen yhteydessä pidettiin seuraavat esitelmät:

- Tekn.yo. Ossi Hintikka: »Käytännön kokeita Sortex 811 MW värilajittelijalla».
- DI Rolf Söderström: »Rikkoammunnan korvaaminen lohkaisumenetelmällä».
- DI Oiva Ylikotila: »Suomalaiset porauslaitteet kansainvälisillä markkinoilla».
- DI Antti Mikkonen: »Tyhjiövaahdotus».
- DI Kalervo Räisänen: »Outokumpu Oy:n kromituantanto».

Syysekskursio tehtiin Outokumpu Oy:n Kemin kaivokselle ja Tornion tehtaalle 2.—3. 10. 69. Retken aikana pidettyyn kokoukseen osallistui 57 jaoston jäsentä.

Jaoston jäsen Jürgen Schmidt osallistui NIF, Bergingeniörenes Avdeling'in syyskokoukseen marraskuussa 1969.

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut

dipl.ins. Caj Holm, varapuheenjohtajana DI Pentti Kerola ja sihteerinä tekn.lis. Raimo Matikainen.

Jaoston jäsenmäärä on 226.

Lohjalla, 29. 1. 1970

*Caj Holm*  
puheenjohtaja

*Raimo Matikainen*  
sihteeri

### Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston toimintakertomus vuodelta 1969

Metallurgijaosto on toimintavuoden aikana pitänyt kaksi varsinaista kokousta sekä tehnyt kesäretken Rautaruukki Oy:n laitoksille Raaheen.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut yli-ins. Toivo Toivanen, varapuheenjohtajana dipl.ins. Raimo Eriksson ja sihteerinä dipl.ins. Rauno Seeste.

Johtokunta on vuoden aikana kokoontunut kaksi kertaa.

Jaoston vuosikokous pidettiin Helsingissä Hotelli Marskissa 28. 3. 1969. Läsnä oli 124 jäsentä.

Johtokunnasta pyysivät eroa tekn.tohtorit Sakari Heiskanen ja Aulis Saarinen, joiden tilalle valittiin dipl.ins. L. Hukkinen, Ky Äminnefors, Oy Fiskars Ab, & Co Kb, ja tekn.tri. E. Räsänen, TKK. Johtokunnan kokoonpano on näin ollen v. 1969 ollut seuraava:

puh.joht. yli-ins. T. Toivanen  
varapuh.joht. dipl.ins. R. Eriksson  
siht. dipl.ins. R. Seeste

sekä muina jäseninä

dipl.ins. S. Seppänen  
dipl.ins. J. Tuomikoski  
dipl.ins. L. Hukkinen  
tekn.tri E. Räsänen

Vuosikokouksen virallisen osan jälkeen suoritettiin ekskursion Oy Airam Ab:lle.

Jaoston kesäretki tehtiin Rautaruukkiin 5 p:nä syyskuuta. Aamupäivällä tutustuttiin Rautaruukki Oy:n tehtaasiin, jonka jälkeen nautittiin tehtaan tarjoama lounas. Retki päättyi illalliseen Kalajoen Matkailuhotellissa. Kesäretkeen osallistui 120 jäsentä.

Syyskokous pidettiin Dipolissa marraskuun 21 p:nä. Osanottajia oli 123 henkeä, joista opiskelijoita 33 ja loput jaoston varsinaisia jäseniä. Virallisen kokousohjelman jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

Prof. Sven Eketorp, KTH:

Om järn- och stältillverkningsprocessernas huvudlinjer  
Prof. Martti Sulonen, TKK:

Muokkaus- ja lämpökäsittelytekniikan tutkimus

Dipl.ins. Veikko Alasvuo, TKK:

Pulssikuumentus ja sen käyttö hitsin muutosvyöhykkeen tutkimisessa

Tekn.lis. Heikki Kleemola, TKK:

Muokkauksen ja lämpökäsittelyn vaikutus niukkahiilisen kupariteräksen ominaisuuksiin

Dipl.ins. Harri Nevalainen, Vuoksenniska Oy:

Jatkuvan jäähtymisen TTT-käyrät ja eräs uusi menetelmä niiden määräämiseksi

Tekn.lis. Lasse Salonen, TKK:

Kappaleen pintahiilipitoisuuden säätö kaasuhiiliteytöksessä

Tekn.lis. Jouko Vuorinen, Oy Mec-Rastor Ab:

Voiman arviointi kuumapursotuksessa

Kuluneena vuonna on jaoston jäsenmäärä ollut n. 430.

Helsingissä 17 päivänä helmikuuta 1970

*Toivo Toivanen*  
puheenjohtaja

*Rauno Seeste*  
sihteeri

### Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston toimintakertomus vuodelta 1969

Geologijaosto on vuoden aikana kokoontunut kolme kertaa ja järjestänyt ekskursion. Vuosikokous oli vuorimiespäivien aikana Helsingissä 28. 3.69, syyskokous Kemin kaivoksella 8. 9. 69 ja ylimääräinen syyskokous 20. 11. 69 Helsingissä.

Vuosikokousesitelmien yhteisenä teemana oli teollisuusmineraalien tarve ja tutkimus. Aiheesta pidettiin seuraavat esitelmät:

- dipl.ins. P. Similä: Teollisuusmineraalien markkinointinäkömystä
- prof. E. Aurola: Eräistä mineraaleista ja kivilajeista vuorityön ja tutkimuksen kohteina
- fil.maist. E. Lundén: Huutokosken dolomiittiesiintymän etsintävaiheet
- joht. T. Stolpe: Ajatuksia tulevaisuuden ennakoinnista tutkimusta ja koulutusta suunniteltaessa (alustus).

Marraskuun kokous oli järjestetty sovelletun geokemiallisen tutkimuksen merkeissä. Esitelmät:

- prof. E. Aurola: Sovelletun geokemian perustutkimuskomitean työn esittely
- fil.toht. H. Wennervirta: Sovelletun geokemian työmenetelmät
- fil.lis. V. Sjöberg: Sovelletun geokemian analytiikan laitteet.
- fil.maist. A. Nurmi: Geokemiallisten menetelmien käyttö ja merkitys Virtasalmen alueen malmitutkimuksissa
- fil.lis. H. Vartiainen: Raskasmetalliprospektauksesta Soklinojalla
- joht. P. Isokangas: Sovelletun geokemian perustutkimuksen organisointi.

Syyskursio tehtiin 8.—9. 9. 69 Outokumpu Oy:n Kemin kromikaivokselle, Peräpohjan liuskealueelle ja Tornion kromitehtaille.

Kemin kaivoksella ja rikastamossa toimivat oppaina fil.lis. J. Kujanpää sekä dipl.insinöörit L. Heikkilä ja P. Kerola.

Lounaan ja kaivoksella pidetyn jaoston kokouksen jälkeen siirryttiin tutustumaan mielenkiintoisiin geologisiin kohteisiin, mm. pohjamaudostuman gneissigraniittiin, Penikkain ja Kivalon jaksoihin ja Taivalkosken konglomeraattiin.

Toisena ekskursionpäivänä nähtiin Peräpohjan liuskealueen eteläosan muodostumia Kemijoen länsipuolella. Tällöin käytiin mm. Kvartsimaan kvartsilouhoksella, Kalkkimaan dolomiittilouhoksella ja eri horisontteja edustavilla kvartsiitti-, tuffiitti- ja mantelikivipaljastumilla. Asiantuntevina oppaina toimivat lis. J. Kujanpää, maist. V. Perttunen ja ins. P. Suurmaa.

Exkursiion päätepisteenä oli Outokumpu Oy:n Tornion ferrokromitehdas. Uudenaikaisia menetelmiä ja laitteita esittelivät kiinnostuneille geologeille dipl.insinöörit H. Hakulin, P. Hokkanen, M. Palomaa ja H. Tuovinen. Ekskursiolle osallistui 45 jäsentä.

Vuorimiesyhdistyksen, Rakennusgeologisen Yhdistyksen ja Suomen Geoteknillisen Yhdistyksen yhteistyössä järjestämille Kalliomekaniikan päiville 23.—24. 10. 69

osallistui vanhan tavan mukaan runsaasti jaoston jäseniä, joista seuraavat pitivät myös esitelmän: E. Hakapää (avaus), N. Edelman, P. Maijala, A. Saraste ja E. Voranen.

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan kokouksissa ovat jaostoa edustaneet puheenjohtaja tai varapuheenjohtaja ja sihteeri sekä tarvittaessa myös eräät muut jaoston jäsenet.

Komiteoista n:o 27 »Kallion rakenteelliset ominaisuudet», jonka puheenjohtajana on dipl.ins. P. Maijala, on saanut työnsä ensimmäisen osan, ehdotuksen kalliomekaniikan sanastoksi, valmiiksi. Toinen osa valmistuu myöhemmin. Komitean n:o 28 nimi on muuttunut. Uusi nimi kuuluu »Suomalaisessa teollisuudessa käytettävä kalkki». Puheenjohtajana on dipl.ins. J. Lundqvist, Komitean n:o 30 työ tulee käsittelemään ruhjevyyhyketutkimusta. Valmistelevan toimikunnan ehdotuksen mukaan työ käynnistetään vasta sitten, kun komitean n:o 27 raportti on valmistunut. Toimikuntaan ovat kuuluneet fil.tri H. Niini, dipl.ins. A. Hakapää ja fil.maist. J. Mustala. Kaivoksia varten tarvittavan louhintaurakkasopimusmallin laadinta on komitean n:o 33 aiheena. Komitean puheenjohtajana toimii toim.joht. E. Heiskanen.

Tutkimusvaltuuskunnalle on geologijaoston toimesta ehdotettu eräitä uusia aiheita. Tutkimustoiminnan uudelleenorganisoimnin jälkeen tullaan nämä ja myös myöhemmin ilmenevät tutkimussuunnitelmat siirtämään valtuuskunnan alaisille työryhmille.

Geologijaoston piirissä on herännyt ajatus geokemiallisen perustutkimuksen tehostamisesta. Tätä varten nimitti jaoston johtokunta 18. 4. 69 komitean, jonka tehtäväksi annettiin sovelletun geokemian perustutkimuksen tarpeellisuuden selvittäminen ja ehdotusten tekeminen mahdollisista jatkotoimenpiteistä geologijaostolle. Komiteaan ovat kuuluneet prof. E. Aurola puheenjohtajana, apul.prof. L. K. Kauranne, fil.tri H. Wennervirta ja sihteerinä fil.maist. P. Markkanen.

Suoritettujen alustavien tiedustelujen jälkeen esitti komitea mietintönsä 2. 9. 69. Jaoston ylimääräisessä syyskokouksessa 20. 11. 69 käsiteltiin kysymystä geologijaoston kannalta. Toimintaa edelleen kehittämään valittiin tällöin yhteistyökomitea, jonka kokoonkutsujaksi tuli fil.maist. H. Paarma, jäseniksi professorit E. Aurola, J. Seitsaari, A. Kahma ja A. Mikkola sekä fil.maisterit P. Isokangas ja R. Boström. Komitea aloitti työnsä vuoden lopulla ja kutsui sihteerikseen fil.maist. V. Yletyisen. Puheenjohtajaksi on valittu prof. A. Mikkola.

Vuorimiesyhdistyksen hallituksessa on geologijaostoa edustanut puheenjohtaja, fil.tri V. O. Vähätalo. Vuosikokouksen valitsemina ovat hallitukseen kuuluneet jaoston jäsenet prof. A. Kahma ja fil.maist. R. Boström.

Geologian Kansallisessa Komiteassa on jaostoa edustanut puheenjohtaja tri Vähätalo.

Yhdistyksen hallitus on hyväksynyt jaostoon seitsemän uutta jäsentä. Kuoleman kautta ovat keskuudestamme poistuneet fil.maist. Kurt Lupander 30. 4. 69 ja ylijohht. Vladi Marmo 23. 8. 69. Jaoston jäsenmäärä on 181.

Geologijaoston puheenjohtajana on toiminut fil.tri V. O. Vähätalo, varapuheenjohtajana apul.prof. L. K. Kauranne, johtokunnan lisäjäsenenä fil.maist. M. Laitala ja sihteerinä fil.maist. P. Markkanen.

Helsingissä, 6. 3. 1970

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry  
Geologijaosto

Veikko. Vähätalo  
puheenjohtaja

Pentti Markkanen  
sihteeri

Dipl.ins. Pasi P. Huhtinen \* 21. 4. 1941.  
† 14. 3. 1970 auto-onnettomuudessa Sambiassa.

## Uutta jäsenistä

### Nytt om medlemmarna

Fil.maist. *Kari Airas* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n palvelukseen Ouluun.

Dipl.ins. *Hans Allenius*, adr: Rusthållsstigen 4 B 18, H-fors 91.

Dipl.ins. *Yrjö Anjala*, os: Rautatehdas B 107, Imatra, Vuoksenniska Oy.

Dipl.ins. *Nils Arppe*, os: Äkäsjoensuu.

Tekn.dr. *Lars Aschan*, Sandvikens Jernverk AB, Coromant Fabriken, laboratoriet, adr: Lerkrogsvägen 19—23, S. 126 12, Stockholm 42.

Dipl.ins. *Erkki Auranen*, os: Katajaharjuntie 17 A 1, Hki 20.

Dipl.ins. *Seppo Blomqvist* on 1. 12. 69 nimitetty Outokumpu Oy:n Tornion tehtaiden sulaton päälliköksi.

Dipl.ins. *Sven Ekman* on nimitetty Äminneforsin teräsosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Pekka Fomin*, os: Simosentie 10, Hki 80.

Dipl.ins. *Helge Haavistolle* on Tasavallan Presidentti myöntänyt vuorineuvoksen arvonimen.

Yli-ins. *Erkki Hakapäälle* on Tasavallan Presidentti myöntänyt teollisuusneuvoksen arvonimen. Uusi os: Suvikummunrinne 4 I 25, Tapiola.

Teollisuusneuvos *Ilmari Harki*, os: Topeliuksenkatu 3 b A, Hki 26.

Fil.maist. *Pertti Hautala*, os: 122 Space Science Center University of Rochester, Rochester, N.Y. 14627, USA.

Dipl.ins. *Lauri Heikkilä* on nimitetty Outokumpu Oy:n Kemän kaivoksen rikastamon päälliköksi, os: Kemi, Nahkurinkatu 16 A 3.

Dipl.ins. *Pentti Hokkanen*, os: Puutarhakatu 7 B 29, Tornio.

Fil.maist. *Juha Huhta*, os: 4048 Cumberland Drive, Salt Lake City, Utah 84117, U.S.A.

Dipl.ins. *Matti Hukki* on Tampella Oy:n palveluksessa Lämpökäsittely-, pintakäsittely- ja pajaosaston työpaja-insinöörinä, os: Lemminkäisenk. 2 A 23, Tampere 8.

Dipl.ins. *Mikko Häkkä*, os: Lehdesniityntie 3 F 108, Hki 34.

Dipl.ins. *Uolevi Idman*, toimii Äminneforsin valssamalla käyttöinsinööriin apulaisena, PL. 21 Äminnefors.

Dipl.ins. *Seppo Isoherranen*, os: Vestergård A 12, Äminnefors.

Dipl.ins. *Juhani Jaakkola*, os: Kristianinkatu 7 A 7, Hki 17.

Dipl.ins. *Erik Jakowleff* on nimitetty 1. 4. 70 Oy Vuoksemmiska Ab:n PTS-päälliköksi (pitkän tähtäyksen suunnittelu).

Prof. *Pekka Jauho* on nimitetty VTT:n pääjohtajaksi.

Dipl.ins. *Lauri Jokela* on nimitetty Kajaani Oy:n henkilökuntahallinnon ja tehdaspalvelun johtajaksi.

Dipl.ins. *Veikko Jumppanen* toimii The Mount Dyell Mining and Railway Co. Ltd:n main managerina, os: 510 Mellorstreet, Queenstown, Tasmania 1467, Australia.

Tekn.lis. *Jyrki Juusela*, os: Soukankaari 2 C 72, Soukka.

Yli-ins. *Anders Jernström* on nimitetty Koverharin teräsosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Kauko Kaasila*, os: Espoon Etelärinne C 10, Haukilahti.

Dipl.ins. *Aarne Kapanen*, os: Pirkkalaistentie 6, Vanhakoivisto, Pori.

Dipl.ins. *Jorma Kerttula*, os: Vaahtokuja 6 C 24, Hki 44.

Dipl.ins. *Matti Kivijärvi*, os: Kauppakatu 16 B 24, Tampere.

Dipl.ins. *Pertti Koivistoinen*, os: Outokumpu Oy, Nivala.

Fil.maist. *Lauri Konttinen*, os: Maksjoki, Virkkala.

Dipl.ins. *Jorma Koponen*, os: Valkovuokko, Virkkala.

Dipl.ins. *Jaakko Korpi-Anttila*, os: Sammonkatu, Loimaa.

Dipl.ins. *Aaro Koskenrouta* (ent. Koskela), os: Ollinsaarentie 35 B 12, Raahe 2.

Dipl.ins. *Kyösti Koskinen*, os: Ylistörmä 5 B 18, Niitykumpu.

Prof. *Aarne Laitakari*, os: Karhusuontie 86 A, Hki 72.

Fil.maist. *Matti Laitala*, os: Lipparinne 14 E Lähderanta.

Dipl.ins. *Pekka Lappalainen*, os: Tytyrinkatu 3, Lohja.

Dipl.ins. *Antti Lehtola*, os: Papinmäentie 29 C, Hki 63.

Fil.maist. *Erkki Linko*, os: PK-asuntola 9 B, Lappeenranta 5.

Dipl.ins. *Jarkko Linnainmaa*, os: Satukallio 14, Niitykumpu.

Dipl.ins. *Aulis Lucander*, os: Itsenäisyydenkatu 59 D 66, Pori

Dipl.ins. *Kurt Lundström*, os: Isokatu 26, Oulu.

Dipl.ins. *Håkan Lärka*, os: Juan Andres 1.3° B, Madrid 20, Espanja.

Fil.maist. *Pentti Markkanen* on nimitetty yhdyskuntasuunnittelun palvelukeskuksen, Osuuskunta YS-Palvelun toimitusjohtajaksi. Hän toimii samalla Rakennusgeologinen toimisto Kalliotutkimuksen tutkimusjohtajana.

Dipl.ins. *Juhani Markula* toimii Oy Saab-Valmet Ab:n Uudenkaupungin tehtaan käyttöpäällikkönä, os: Mäninäistentie 5, Uusikaupunki.

Dipl.ins. *Matti Mattelmäki* on nimitetty Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden suolatehtaan ja kromaamon päälliköksi, os: Vanha-Ulvila.

Dipl.ins. *Esko Mattila* on nimitetty Rikkihappo Oy:n johtokunnan jäseneksi ja toimii myös osasto Vuorikemian johtajana.

Yli-ins. *Yrjö Mattila*, os: Yrjönkatu 25 D, Hki 10.

Fil.maist. *Allan Melart*, os: Katajaharjuntie 22 C 15, Hki 20.

Dipl.ins. *Olavi Mäenpää*, os: Outokumpu Oy, Harjavalta.

Prof. *Antti Niemi*, os: Yrjö Liipolantie 5, Kauniainen.

Yli-ins. *Bo Nikander* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy:n Kalkki- ja sementtiyksikön tekniseksi johtajaksi vastuualueenaan tuotanto- ja tuotekehittäely, os: Pargas, Jaktvägen.

Fil.maist. *Jaakko Nortio*, os: Urheilutie 5 A, Haukilahti.

Dipl.ing. *Erik Nyholm*, adr: Annegatan 7, Gamlakarleby

Dipl.ins. *Pekka Nyyssönen*, os: Mäntytie 9 B 15, Hki 27.

Dipl.ins. *Christer Ottosson*, os: Haagan Pappilantie 7 A 12, Hki 32.

Fil.maist. *Heikki Paarma*, os: Lassintie 1 D 28, Oulu 50.

Dipl.ins. *Risto Paloheimo*, os: Keskuspuisto 10 B 11.

Dipl.ins. *Asko Palomäki* on siirtynyt teollisuussihteeriksi Suomen Washingtonin suurlähetystöön.

Dipl.ins. *Kari Parviainen* on siirtynyt IBM:n palvelukseen.

Fil.kand. *Yrjö Pekkala*, os: Otakallio 4 B 20, Otaniemi.

Dipl.ins. *Risto Pellikka*, os: Imatra, Haikolankatu 9.

Dipl.ins. *Olavi Peura*, os: Väinölänkatu 2 C 69, Tampere 9.

Fil.tri *Tauno Piirainen* on nimitetty Oulun Yliopiston geologian ja mineralogian apulaisprofessorin virkaan.

Dipl.ins. *Jaakko Poijärvi*, os: Eteläpuisto 17 B 23, Pori.

Fil.kand. *Eero Pokki*, os: Soukankaari 1 A 16, Soukka.

Ins. *Juha Putkonen*, os: Martinlaaksontie 40 F 41, Vantaa.

Fil.maist. *Raimo Pöyhönen* on siirtynyt Oy Koverhar Ab:n palvelukseen, os: Grönalundsgatan 7 B, Tammiisaari.

Dipl.ins. *Esa Rantaheikka* (ent. Alakokkare) os: Haahkakuja 3 B 13, Hki 20

Dipl.ins. *Mauri Rantanen*, os: Olkitie 9, Vanha-Koivisto.

Dipl.ins. *Pentti Raike* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy:n Paakkilan paikallis-päälliköksi, os: Paakkila.

Dipl.ins. *Hannu Rapeli*, toimii Outokumpu Oy:n metallurgisessa suunnittelutoimistossa Helsingissä, os: Magnus Hagelstamintie 3 A, Kauniainen.

Fil.maist. *Eero Rauhamäki*, os: Outokumpu Oy, Outokumpu.

Dipl.ins. *Raimo Reinivuo*, Ruskealan Marmorin, Savonlinna.

Fil.tri *Reino Repo* on nimitetty Geol. tutkimuslaitoksen maaperäosaston ylim. valtioneoloogiksi.

Dipl.ins. *Jouko Rutanen*, os: Katariinankatu 52, Kokkola.

Dipl.ins. *Vesa Rutanen* on nimitetty Rautaruukki Oy:n rationalisointiosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Matti Saari* on 1. 2. 70 siirtynyt Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden Metallurgisen tutkimuksen vanhemmaksi tutkijaksi, os: Pori, Outokumpu Oy.

Fil.maist. *Reijo Saikkonen* on nimitetty Lohjan Kalkkitehdas Oy:n päägeologiksi.

Fil.tri *Ilmari Salli*, os: Humikkalant. 59, Hki 94.

Dipl.ins. *Bo Sandberg* on valittu Paraisten Kalkki Oy:n mineryksikön johtajaksi.

Dipl.ins. *Jürgen Sasse*, os: Katajajarjuntie 22 H 52.

Tekn.tri *Herman Sigzeilius* on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen ylijohantajaksi 1. 4. 1970, os: Niittykumpu 7 C 20.

Dipl.ins. *Holger Sweins* on 1. 2. 70 nimitetty Rautaruukki Oy:n Hämeenlinnan tehtaan johtajaksi.

Dipl.ins. *Rolf Söderström* har utnämnts att fr. 1. 1. 70 handha utvecklingsprojekt och investeringsfrågor vid Pargas Kalk Ab, adr: Brunns höjden A 3, Pargas.

Fil.lis. *Matti Tavela* on nimitetty Kennecott Copper Corporation'in Kanadan operatioiden päägeokemistiksi, os: Suite 730, 505 Burrard St. Vancouver 1, B.C.Canada.

Dipl.ins., ekon. *Kyösti Torsti* on nimitetty 1. 1. 70 Oy Julius Tallberg Ab:n Vuori- ja rakennuskoneosaston osastopäälliköksi, os: Unionink. 45 H 122, Hki 17.

Dipl.ins. *Heikki Torvela* os: Puistokatu 24 B 11, Oulu.

Tekn.lis. *Tapio Tuominen*, os: Valtakatu 3 C 54. Pori.

Fil.kand. *Eljas Tuomisto*, os: Malmi A 6, Otanmäki.

Dipl.ins. *Heikki Tuovinen* on nimitetty Outokumpu Oy:n Tornion tehtaiden käyttöpäälliköksi. os: Tornio, Outokumpu Oy.

Dipl.ins. *Toivo Tyynelä*, os: Länsipuisto 26 B, Pori.

Dipl.ins. *Esko Ulvelin* on nimitetty 15. 3. lähtien Suomen Malmi Oy:n kaivospalveluosaston päälliköksi. Os: Käärtipolku 1, Hki 39.

Dipl.ins. *Pekka Vaarno*, os: Ollinsaarentie 45 P 106, Raaha 2.

Dipl.ins. *Urho Valtakari* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy:n Suomen Mineraali-yksikön johtajaksi.

Dipl.ins. *Osmo Vartiainen*, os: Välskärinkatu 19, Kokkola.

Fil.tri *Heikki Wennervirta* on 4. 2. 70 nimitetty sovelletun geologian dosentiksi Turun Yliopistoon.

Dipl.ins. *Kalevi Wikström*, os: Liljatie 18 C, Tikkurila.

Dipl.ins. *Jouko Vuorinen*, os: Kirkkosalmentie 40 F 41.

Dipl.ins. *Timo Välttilä*, os: Kallelan alue, Outokumpu.

Dipl.ing. *Paul Värnä*, adr: Pohjantie 6 D, Tapiola.

Tekn.lis. *Seppo Yläsaari*, os: Anfallintie, Vanhakartano.

*Lehtinen, Martti*: »Meteoriitti-impaktiteoria ja Lappajärvi-muodostuma.»

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

*Lestinen, Pekka*: »Kuusamon liuskealueen etelä-puoleisen graniitti-gneissikompleksin geologiasta.»

*Sandholm, Göran*: »Om gabbroplutonon i Kaipola, Jämsä.»

## Geologian ja paleontologian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkintoja:

*Perttunen, Marjatta*: »Suomen moreenien levinnäisyys ja suuntaus.»

*Pönkkä, Lauri*: »Savenalaisista vettäjohtavista kerrostumista ja niiden pohjavedestä.»

## OULUN YLIOPISTO

### Geologian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkintoja:

*Silvennoinen, Ahti*: »Kuusamon liuskealueen kaakkoisosan stratigrafiasta ja rakenteesta.» Prof. J. Seitsaaren johdolla.

*Paakkola, Juhani*: »Itä-Kittilän vulkaaninen kompleksi sekä siihen liittyvät rauta- ja mangaanimalmi.» Prof. J. Seitsaaren johdolla.

*Piispanen, Risto*: »Karjalaisen jakson spiliittisistä kivistä Kuusamon liuskealueen länsiosissa.» Prof. J. Seitsaaren johdolla.

### Prosessitekniikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Honkaniemi, Matti Elias*: »Erään Jugoslavalaisen kupari-rikki-malmin rikastaminen vaahdottamalla.» Työtä valvoi prof. U. Runolinna.

*Hukkanen, Eero Uolevi*: »Rautakiven granulointi.» Työtä valvoi prof. U. Runolinna.

*Laurila, Matti Juhani*: »Typen oksidien poisto typpihappolaitoksen jätekaasusta.» Työtä valvoi vt.prof. J. Sohlo.

*Luukkonen, Pertti Juhani*: »Tutkimuksia sulfaattiselluloosatehtaan rikkipitoisten jätevesien puhdistamiseksi.» Työtä valvoi vt.prof. J. Sohlo.

## Suoritettuja tutkintoja

### HELSINGIN YLIOPISTO

#### Geologian ja mineralogian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkintoja:

*Björklund, Alf Johan*: »Några faktorer, som inverkar på metallhalten i askan av björkkvistar och jordprofilens humuslager.»

*Sipilä, Markku Aaro Antero:* »Pineenin katalyyttinen isomerointi panosreaktorissa». Työtä valvoi prof. V. Veijola.

## Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Hirvonen, Tapio:* »Teräslevyn paksuussuuntaisen lujuuden mittaamisesta». Työtä valvoi prof. v.s. TkL T. Moisio.

*Malinen, Risto:* »Lämpötilan ja seostuksen vaikutus niukkahiilisen teräksen hapettumiseen». Työtä valvoi prof. M. Mannerkoski.

## TURUN YLIOPISTO

### Geologian ja mineralogian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

*Marttila, Erkki:* »Satakunnan hiekkakiven sedimentaatio-olosuhteista». Prof. K. J. Neuvosen johdolla.

Filosofian kandidaatin tutkinto:

*Auranen, Olavi:* »Näränkävään ultraemäksinen masiivi». Prof. K. J. Neuvosen johdolla.

### Maaperägeologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

*Salminen, Reijo:* »Kittilän Ylikolkuttamassa suorite-  
tuista geokemiallisista moreenitutkimuksista». Prof. Martti Salmen johdolla.

## ÅBO AKADEMI

### Geologisk-mineralogiska institutionen

Fil.lic. examen:

*Jorma Mustala:* »Om Jussarömalms prognosering.»

## TEKNILLINEN KORKEAKOULU

29. 11. 1969 tarkastettiin julkisesti seuraava väitöskirja:

Tekn.lis. *Carl-Erik Carlson:* »Real Time Result Reporting». Vastaväittäjinä toimivat prof. E. M. Niini ja tekn. tri Pentti Talonen sekä valvojana prof. Aimo Mikkola.

Diplomi-insinööritutkintoja:

*Falck, Olof Henrik:* »Tutkimuksia metalliruiskutettujen pinnoitteiden ominaisuuksista», prof. Tikkasen johdolla.

*Heikkinen, Veikko Kullervo:* »Karbonitridien erkautuminen niukkahiilisessä teräksessä», prof. Miekko-ojan johdolla.

*Helne, Aarno Kari Antero:* »Tutkimuksia Co-Ni-rakasteen sulfatoinnista», prof. Tikkasen johdolla.

*Hukki, Matti Pekka Heimo:* »Tutkimus eräiden ruostumattomien teräslaatu-  
jen nitrauksesta», prof. Tikkasen johdolla.

*Idman, Nils Aulis Uolevi:* »Muutamia kupariseoslan-  
kojen kylmävalssausurasarjan kalibroinnissa huomioon otettavia tekijöitä», prof. Sulosen johdolla.

*Jokinen, Pertti Veikko Johannes:* »Hivenaineiden vaikutuksesta pallograafiittivaluraudassa», prof. Tikkasen johdolla.

*Kaartama, Jorma Juhani:* »Muokkauksen ja lämpökäsittelyn vaikutus niukkahiilisen teräksen anodisiin ominaisuuksiin», prof. Tikkasen johdolla.

*Keskinen, Kari Valtteri:* »Tutkimus valssausolosuhteiden vaikutuksesta paksun levyn ominaisuuksiin ja rakenteeseen varsinkin sen epähomogeenisuuteen», prof. Sulosen johdolla.

*Ketolainen, Matti Juhani:* »Rullalaakereissa tapahtuvat mittamuutokset käytön aikana», prof. Miekko-ojan johdolla.

*Koppinen, Ilpo Ilmari:* »Rahapyörylän reunustus», prof. Sulosen johdolla.

*Koskinen, Vesa Raimo:* »Tutkimus kuumen paineilman tuottamisesta ja käytöstä porauksessa», prof. Järvisen johdolla.

*Lappalainen, Pekka Juhani:* »Isuan esiintymän magneettiset ominaisuudet ja magneettisen raudan vähimmäismäärä», prof. Mikkola ja Puranen.

*Makkonen, Raimo Tapio:* »Vapaan hiilen ja typen määrittäminen sisäisen kitkan menetelmällä», prof. Sulosen johdolla.

*Mäkinen, Juho Kaarlo:* »Tutkimus Outokumpu Oy:n kobolttitehtaan sulfatoivasta pasutuksesta», prof. Tikkasen johdolla.

*Parkkinen, Rauno Kalevi:* »Tutkimus ilman dispergoinnista huokoisen väliseinän avulla», prof. Hukin johdolla.

*Puranen, Pertti Juhani:* »Tutkimus hiilivapaan ruostumattoman teräksen valmistamisesta», prof. Tikkasen johdolla.

*Sariola, Pekka Juhani:* »Tutkimus kaksivaiheisen luokituksen soveltamisesta», prof. Hukin johdolla.

*Sihvo, Risto Veli:* »Lämminmuokkauksen vaikutus vähähiilisen Mn-Nb pulttiteräksen ominaisuuksiin», prof. Sulosen johdolla.

*Sipilä, Jussi Veikko Samuli:* »Tutkimus titaanikarbidin ja wolframkarbidin keskinäisestä liukenemisestä sekä scanningelektronimikroskoopin käyttömahdollisuuksista kovametallitutkimuksissa», prof. Tikkasen johdolla.

*Turunen, Matti Tapio:* »Kaasusekoitus ja injektioraffinointi valokaariuunissa», prof. Tikkasen johdolla.

*Uitti, Jarmo Juhani:* »Tutkimus epäjatkuvasta erkautumisesta kupari-kadmium-seoksissa», prof. Sulosen johdolla.

# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y

## nimisen yhdistyksen säännöt

## 1 §.

Yhdistyksen, jonka nimi on Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y., kotipaikka on Helsinki.

## 2 §.

Yhdistyksen tarkoitus on vuoriteollisuuden edistäminen maassamme, jäsentensä keskinäinen lähentäminen ja heidän yhteisten etujensa valvominen. Näihin päämääriin pyrkii yhdistys esitelmien, keskustelujen, julkaisujen, tutustumismatkojen, ulkomaisten yhteyksien, tutkimustoiminnan y.m. kautta, valmistellen tärkeimpiä kysymyksiä keskuudessaan asettamissaan valiokunnissa. Yhdistyksen tarkoituksena ei ole voiton tai muun välittömän taloudellisen ansion hankkiminen jäsenilleen.

## 3 §.

Yhdistys on puolueista riippumaton ja maan molemmat kielet ovat siinä tasa-arvoiset.

## 4 §.

Yhdistykseen voidaan varsinaisten jäsenten ohella valita kannattaja-, kirjeenvaihtaja- ja kunniajäseniä.

## 5 §.

Varsinaiseksi jäseneksi voidaan valita vuoriteollisuuden alalla toimiva henkilö, joka on suorittanut koti- tai ulkomaisen korkeakoulun loppututkimuksen tai jolla muuten voidaan katsoa olevan vastaava yleissivistys ja ammattitaito, tai poikkeustapauksissa muullakin alalla toimiva huomattavan ansioitunut henkilö, jonka jäsenyyttä yhdistys muuten pitää erittäin suotavana.

## 6 §.

Kannattajajäseneksi voidaan vuosikokouksessa hallituksen yksimielisestä ehdotuksesta kutsua kotimainen luonnollinen tai juridinen henkilö, joka osoittaa halukkuutta yhdistyksen toiminnan tukemiseen.

Kirjeenvaihtajajäseneksi voidaan samalla tavalla kutsua ulkomailla asuva insinööri tai tiedemies.

Kunniajäseneksi voidaan samalla tavalla kutsua varsinainen tai kirjeenvaihtajajäsen, joka menestyksellisesti on toiminut yhdistyksen hyväksi. Niinikään voidaan erikoistapauksissa kutsua kunniajäseneksi yhdistykseen kuulumatonkin, vuoriteollisuuden alalla toimiva henkilö, joka huomattavalla tavalla on edistänyt yhdistyksen tarkoituseriä tai on yhdistyksen edustaman alan merkkimiehiä.

## 7 §.

Hakemus varsinaiseksi jäseneksi on määrätyn kaavakkeen mukaisine selostuksineen hakeneen henkilön opinnoista ja toiminnasta kirjallisesti jätettävä yhdistyksen hallitukselle. Vähintään neljän hallituksen jäsenen puoltamat henkilöt ehdotetaan jäseniksi yhdistyksen kokouksessa, jolloin hyväksymiseen vaaditaan 3/4 annetuista äänistä.

Perustavat jäsenet ovat yhdistyksen varsinaisia jäseniä.

## 8 §.

Jäsen eroaa yhdistyksestä ilmoittamalla siitä kirjallisesti hallitukselle tai sen puheenjohtajalle tai suullisesti yhdistyksen kokouksen pöytäkirjaan ollen kuitenkin velvollinen suorittamaan vuosimaksun kuluvalta vuodelta.

Jäsenen, joka ei kahtena toisiaan seuraavana vuotena ole maksanut eikä myöskään sihteerin sitä erityisesti vaatiessa maksaa suoritettavaksi langenneita vuosimaksuja, katsotaan eronneen yhdistyksestä. Sihteeri ilmoittakoon tästä hallitukselle.

Jäsen, joka ei noudata yhdistyksen sääntöjä ja päätöksiä, tai jonka jääminen yhdistykseen jostain muusta syystä katsotaan sopimattomaksi, voidaan hallituksen ehdotuksesta erottaa yhdistyksestä tai julistaa määrätyn ajaksi menettäneeksi jäsenoikeutensa. Tällaisen päätöksen vahvistamiseen vaaditaan 3/4 annetuista äänistä, ollen päätös tehtävä kahdessa perättäisessä kokouksessa, joista ainakin toinen on varsinainen. Täten erotettua henkilöä älköön valittako jälleen jäseneksi viiden vuoden aikana erottamispäivästä lukien.

## 9 §.

Jokainen varsinainen jäsen suorittaa yhdistykselle liittymis- ja vuosimaksun.

Liittymismaksun ja vuosimaksun suuruus määrätään joka vuodelle yhdistyksen varsinaisessa kokouksessa.

Jäsen, joka kerta kaikkiaan suorittaa vähintään 10 vuosimaksua vastaavan summan, vapautuu tämän kautta vastaisista, yhdistykselle suoritettavista vuosimaksuista.

Jokainen kannattajajäsen suorittaa yhdistykselle vuosittain kannatusmaksun, jonka suuruuden joka vuodelle yhdistyksen varsinainen kokous määrää hallituksen ehdotuksen pohjalta.

## 10 §.

Yhdistyksen asioita hoitaa hallitus, jonka muodostavat puheenjohtaja, varapuheenjohtaja ja 6 jäsentä.

Hallituksen, sen puheenjohtajan ja varapuheenjohtajan vaali tapahtuu ensi kerran perustavassa kokouksessa ja sen jälkeen yhdistyksen varsinaisessa kokouksessa, jolloin puheenjohtaja ja varapuheenjohtaja valitaan vuodeksi kerrallaan ja muut hallituksen jäsenet kolmeksi vuodeksi. Alkujaan valituista jäsenistä eroaa arvalla kunakin vuonna kaksi jäsentä, kunnes kaikki kuusi ovat vuoron perään eronneet.

Eroavaa jäsentä, puheenjohtajaa ja varapuheenjohtajaa luukunottamatta, ei välittömästi voida valita uudelleen.

Hallituksen jäsenten tulee mahdollisimman tasapuolisesti edustaa yhdistyksen eri toiminta-aloja.

## 11 §.

Hallitus kokoontuu puheenjohtajan kutsusta, kun tämä katsoo sen tarpeelliseksi tai kun vähintään kaksi hallituksen jäsentä sitä pyytää.

Hallitus on päätösvaltainen, kun vähintään neljä jäsentä, niiden joukossa puheenjohtaja tai varapuheenjohtaja, on saapuvilla. Äänen mennessä tasan on puheenjohtajan ääni ratkaiseva.



Puheenjohtajan ollessa estettynä kutsuu varapuheenjohtaja hallituksen koolle.

Hallituksen kokouksissa pidetään pöytäkirjaa, joka tarkastelee seuraavassa kokouksessa.

Hallitus palkkaa yhdistyksen varsinaisten jäsenten piiristä sihteeriin ja rahastonhoitajan, jotka ovat hallitukselle vastuunalaisia. Näitä toimia voi hoitaa sama henkilö.

#### 12 §.

Hallituksen tehtäviin kuuluu:

toimia yhdistyksen tarkoituksien hyväksi, ollen hallitus tällöin oikeutettu tekemään tarpeelliseksi katsomiaan esityksiä yleisille virastoille ja yksityisille yhtymille sekä solmimaan yhteyksiä kotija ulkomaisten yhtymien kanssa;

valmistaa yhdistyksen kokouksissa käsiteltävät asiat ja kutsua yhdistys koolle;

toimeenpanna yhdistyksen päätökset;

pitää luetteloja yhdistyksen jäsenistä;

hallita yhdistyksen varoja ja omaisuutta;

laatia tulo- ja menoarvioehdotus ja vuosikertomus;

päätää sellaiset juoksevat asiat, joita ei tarvitse alistaa yhdistyksen ratkaistaviksi.

#### 13 §.

Yhdistyksen nimen ovat oikeutetut kirjoittamaan puheenjohtaja, varapuheenjohtaja ja sihteeri, aina kaksi yhdessä.

#### 14 §.

Yhdistyksen tilit päätetään kalenterivuositain, ja on hallituksen pöytäkirjojen ja vuosikertomuksen ohella jätettävä ne viimeistään seuraavan vuoden helmikuun 15. päivänä tarkastettaviksi tilintarkastajille, joiden on kahden viikon kuluessa tämän jälkeen annettava tarkastuskertomuksensa.

#### 15 §.

Yhdistyksen vuosikokous eli varsinainen kokous pidetään toukokuun 1 päivään mennessä. Kutsu varsinaiseen kokoukseen annetaan 2 viikkoa ennen kokousta postitetuilla kirjallisilla ilmoituksilla.

Ylimääräisiin kokouksiin suoritetaan kutsut samoin kuin varsinaiseen kokoukseen.

#### 16 §.

Vuosikokouksessa käsitellään seuraavat asiat:

1) hallituksen kertomus edelliseltä toimintavuodelta;

2) tilintarkastajan kertomus, tilinpäätöksen vahvistaminen ja vastuuvapauden myöntäminen hallitukselle;

3) kalenterivuoden tulo- ja menoarvio sekä sen ohessa jäsenten vuosimaksun ja hallituksen sekä tilintarkastajien palkkioiden määrääminen;

4) puheenjohtajan ja varapuheenjohtajan sekä hallituksen jäsenten vaalit erovuorossa olevien sijalle;

5) kahden tilintarkastajan ja näille kahden varamiehen vaalit kuluvan vuoden tilien tarkastusta varten;

6) asiat, jotka yhdistyksen hallitus siirtää käsiteltäviksi.

Muut asiat, jotka halutaan saada käsiteltäviksi varsinaisessa kokouksessa, on kirjallisesti vähintään viiden jäsenen allekirjoittamalla anomuksella esitettävä hallitukselle kolme viikkoa ennen kokousta.

Jokaisessa yhdistyksen kokouksessa valitaan kaksi läsnäolevaa, jotka puheenjohtajan ohella tarkastavat kokouksen pöytäkirjan.

#### 17 §.

Kokouksen keskusteluja johtaa puheenjohtaja harkintansa mukaan jommallakummalla tai rinnakkain kummallakin kielellä.

Erikoiset tiedonannot yhdistyksen jäsenille toimitetaan sanomalehti-ilmoituksilla tai muuten todistettavasti.

#### 18 §.

Päätökset tehdään yksinkertaisella ääntenemmistöllä, mikäli säännöissä ei ole toisin määrätty.

Jäsen saa käyttää äänioikeuttaan jonkun muun jäsenen kautta valtakirjalla; sama jäsen ei kuitenkaan saa edustaa useampaa kuin yhtä muuta jäsentä.

Yhdistyksen puheenjohtajien ja hallituksen vaalit toimitetaan suljetuilla lipuilla, jos joku sitä pyytää.

Valitut toimihenkilöt ryhtyvät toimeensa heti vuosikokouksen jälkeen.

#### 19 §.

Läheisemmän yhteistyön aikaansaamiseksi ja ammattikysymysten tehokkaampaa käsittelyä varten voivat sellaiset yhdistyksen jäsenet, jotka edustavat tiettyä yhdistyksen toimialaan kuuluvaa erikoispuolta, keskuudessaan perustaa epäitsenäisiä alaosastoja, joitten nimi ja johtosäännöt ovat hallituksen vahvistettavat.

#### 20 §.

Näiden sääntöjen muuttamisesta tai lisäyksistä niihin on päätös tehtävä kahdessa peräkkäisessä yhdistyksen kokouksessa, joista ainakin toinen on varsinainen, ja tulee tällöin vähintään 3/4 päätökseen osaaottavista jäsenistä olla päätöksestä yhtä mieltä.

#### 21 §.

Yhdistyksen purkamiseen vaaditaan, että päätös tästä on tehty kahdessa peräkkäisessä yhdistyksen varsinaisessa kokouksessa sekä että vähintään 3/4 päätökseen osaaottavista jäsenistä molemmilla kerroilla on siitä yltä mieltä.

Yhdistyksen purkautuessa on sen varat käytettävä johonkin yhdistyksen viimeisen kokouksen päättämään, yhdistyksen toimintaa lähellä olevaan, yleishyödylliseen tarkoitukseen.

#### 22 §.

Muuten seurataan yhdistyksistä annettua lakia.

Vahvistettu yhdistyksen vuosikokouksessa 19. 3. 1970.

Vuorimiesyhdistyksen jäseniä pyydetään ilmoittamaan mahdollisista toimipaikan tai osoitteen muutoksista Vuorimiesyhdistyksen rahastonhoitajalle tai Vuoriteollisuus-lehden toimitussihteerille.

## Ilmoittajat — Annonserer

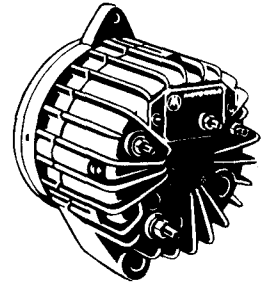
Airam/Kovametalli  
Grönblom  
Ekströmin Koneliike  
Enso  
Esso  
Honeywell  
Jon Auto  
Knorring  
Lokomo  
Machinery  
Murskauskone  
Nokia/Suomen Kaapelitehdas  
Nokia/Kumitehdas  
Outokumpu  
Ovako  
Hans Palsbo

Rautakonttori  
Rautaruukki  
Rikkihappo  
Rolac  
Rotator  
Serlachius  
Suomen Autoteollisuus  
Suomen Malmi  
J. Tallberg/Atlas Copco  
J. Tallberg/Vuorikoneet  
Tampella  
Tulenkestävät Tiilet  
Witraktor  
Vuorikone/Wedag  
Wärtsilä

**käyttövarma  
luotettava**



**MOTOROLA**



**MOTOROLA**

Täysin koteloitu "TA" vaihtovirtalaturi käyttövarma ja luotettava pahimmassakin pölypilvessä.

"TA"vaihtovirtalaturi sopii teollisuus- ja maansiirtokoneisiin ja massatavaran käsittelylaitteisiin ja trukkeihin. Jännite 12V, miinusmaadoitus. Enimmäisteho 22A ja 30A.

Maahantuoja

**Oy Jon Auto Ab**

Autotalo - Helsinki 10  
puh. 646 003

## Uusia jäseniä— Nya medlemmar

\*-merkityt ovat entisiä nuoria jäseniä

*Aminoff, Erik W.*, ins., Kontram Ky, Helsinki.

*Eykko, Eino*, dipl.ins., Lappeenrannan Konepaja, Lappeenranta.

*Hongisto, Pekka Juhani*, dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Helsinki.

*Högnäs, Gunnar*, dipl.ins., Pargas Kalk Ab, Pargas.

*Juhola Mauno Olavi*, dipl.ins., Pohjavahvistus Oy, Helsinki.

\**Jukka, Lauri, Antero*, dipl.ins., A. Ahlström Oy, Iittalan Lasitehdas, Iittala.

*Kaartama, Jorma*, dipl.ins., Rautaruukki Oy Raahе.

*Kalkela, Hannu*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Raahе.

*Kangas, Jorma Jaakko Olavi*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Raahе.

*Karsila, Eero Sakari*, dipl.ins., Oy Nokia Ab Kaapelitehdas, Helsinki.

*Laakso, Lenni*, fil.kand., Outokumpu Oy, Pori.

*Leimala, Raimo*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pori.

*Linnola, Veikko*, dipl.ins., Lokomo Oy, Tampere.

*Meskanen, Arto Kalevi*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pyhäsalmi.

*Mäkinen, Juho*, dipl.ins., Teknillinen Korkeakoulu, Otaniemi.

*Nieminen, Seppo*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pori.

*Nurpponen, Raimo*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Harjavalta.

*Paakkinen, Unto Ensio*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pyhäsalmi.

*Saari, Lauri*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Tapiola.

*Savolainen, Heikki*, dipl.ins., Luikonlahti.

*Seilo, Matti*, fil.kand., Outokumpu Oy, Harjavalta.

*Suominen, Veli Olavi*, fil.kand., Åbo Akademi, Turku.

*Suurmaa, Pertti*, ins., Rauma-Repola Oy, Kalkkimaa.

*Syrjälä, Usko Uolevi*, ins., Lokomo Oy, Tampere.

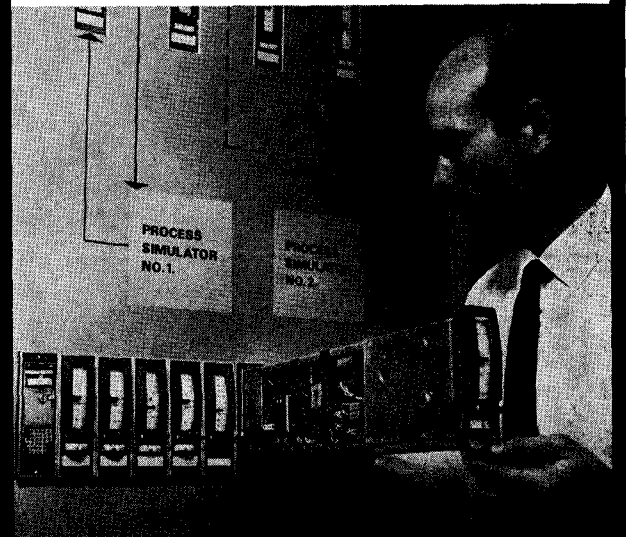
\**Tiitola, Tero Tapio*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pori.

*Wickström, Ulf Henrik Göran*, dipl.ins., Pargas Kalk Ab, Pargas.

*Wiestäl, Roland*, bergsing., Holger Andreasen Ab Örebro, Sverige.

# VUTRONIK

## uusi elektroninen pienois- instrumentti- sarja



Honeywellin uusi VutroniK-sarja muodostaa kokonaisuuden, joka sopii erittäin hyvin käytettäväksi myös prosessitietokoneen kanssa. 40 erilaista perusyksikköä antavat runsaasti erilaisia toimintamahdollisuuksia. VutroniK-instrumentit ovat pienikokoisia ja kuitenkin helppoja huoltaa, sillä eri yksiköiden osat ovat keskenään vaihtokelpoisia. VutroniK-sarja soveltuu myös osaksi pneumaattis-elektronista sekajärjestelmää.

Lähempiä tietoja teoll.instr. osastoltamme.

**O Y HONEYWELL AB,**  
Hitsaajankatu 5, Helsinki 81. Puh. 780 311.

# Honeywell

**AUTOMAATIO**

# OVAKO - teräksistä yhteistyötä

OVAKO — mittavaa yhteistoimintaa teräksenkäyttäjän hyödyksi. Yhteinen nimi, jonka taakse ryhmittyvät tunnetut rauta- ja teräs-yhtiöt Vuoksenniska, Koverhar ja Åminnefors. Nykyajan tekniikka — autoissa, koneissa, nostureissa, rakennuksissa — vaatii yhä parempia teräksiä. OVAKO:n tehtaot kehittävät ja valmistavat niitä: erikoisteräksiä, rakennusteräksiä — teräksiä, jotka menesty-

vät sekä kotimaassa että vientimarkkinoilla. Turun tehtaamme tuottaa vastaavasti erikoisharkkorautoja sekä kotimaan tarpeisiin että vientiin.

Kokemus, uudenaikaiset tuotantomenetelmät, tehokas tutkimus ja tuotekehittely ovat tänään ratkaisevia.

Niitä tarjoaa raudan- ja teräsenkäyttäjille OVAKO.

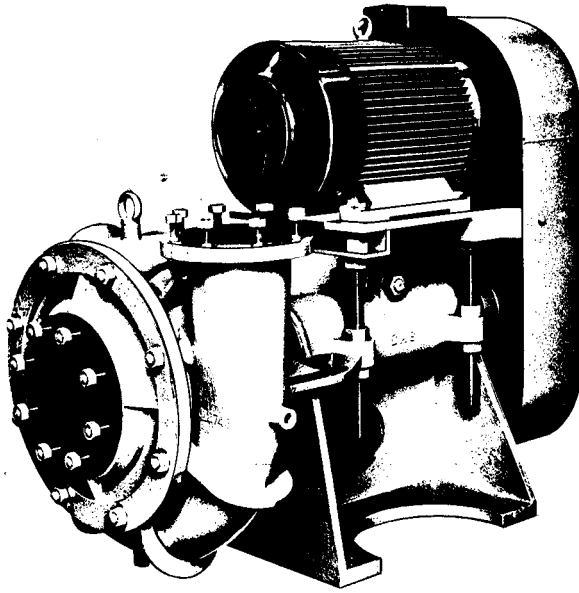
 **OVAKO**

KESKUSKONTTORI: LAUTTASAARENTIE 48, HELSINKI 20  
POSTIOSOITE: LOKERO 10790, HELSINKI 10  
PUHELIN: 90-670 091. TELEX 12-747

RYHMÄN TEHTAAT:

IMATRA — AMINNEFORS — KOVERHAR — TURKU

OKR



# Vuorenvarma pumppu

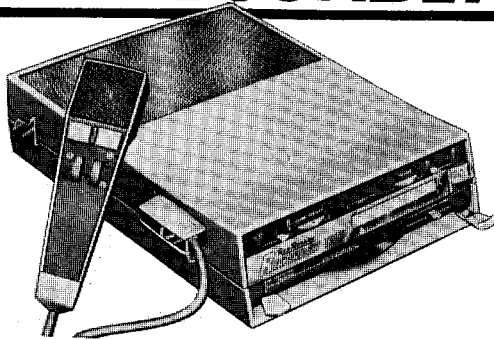
OKR-keskipakopumppu on tarkoitettu erityisesti kuluttavien lietteiden ja vastaavien aineiden pumppaukseen. Pumppu on varustettu vaihdettavalla kumivuorilla ja kumitetulla juoksupyörällä. Valmistetaan myös kokonaan NiHard-aineesta. Käytetään vuori- ja kemianteollisuudessa.



G.A. Serlachius Oy  
Konepajateollisuus Mänttä

puh. 934-47 101

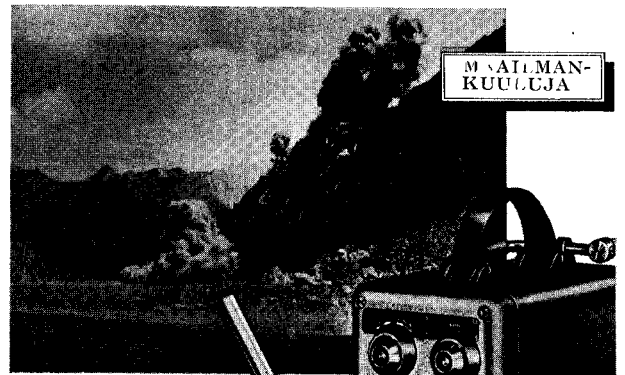
## REX-RECORDER



SANELUKONE

# ROLAC

Malminkatu 20, puh. 64 44 11



RECORD-VA  
sähkönallega

POLEX-HU  
suurvirtasähkönallega

Kondensaattori-  
laukaisijoita  
kaikkiin tarkoituksiin

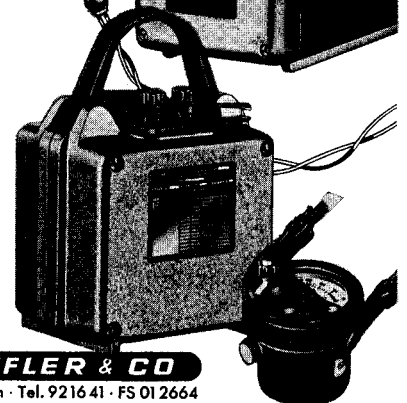
Ohm-mittareita  
ja  
tarkistuslaitteita



**SCHAFFLER & CO**

Sturzgasse 34 A-1150 Wien · Tel. 9216 41 · FS 01 2664

Maahantuojat Rautakonttori Oy, Keskusk. 3 Hki



# NOKIA- hihnalla pitävästi perille

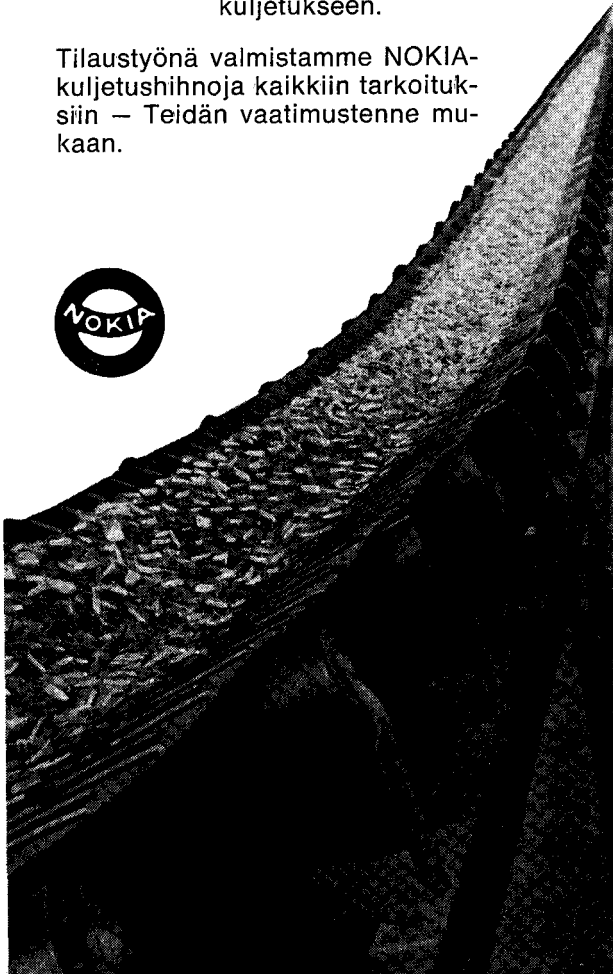
Nokialaisiin voitte luottaa. Pintakuvioidut NOKIA-kuljetushihnat vievät kuljetukset perille. Nopeasti ja tehokkaasti. Suurillakin nostokulmilla. Aina pitävällä otteella.

RIPAHIHNA soveltuu esim. hakkeen ja soran kuljetukseen.

KARKEA PYRAMIDI nostaa säkkitavarat, lankut ja laudat.

NAPPULARIPAHIHNA soveltuu viljan, hakkeen ja hiekan kuljetukseen.

Tilaustyönä valmistamme NOKIA-kuljetushihnoja kaikkiin tarkoituksiin – Teidän vaatimustenne mukaan.



**OY NOKIA AB**  
**KUMITEHDAS**

## LUOTETTAVAT TIEDOT MAA- JA KALLIOPERÄSTÄ

Tarvitsetteko tarkkoja tietoja maa- ja kallioperästä?

Meillä on yli kolmen vuosikymmenen kokemus vuoriteollisuuden ja malminetsinnän alalla.

Suoritamme Teille

- syväkairaukset
- maanäytteiden oton
- geofysikaaliset mittaukset
- geologiset ja geokemialliset tutkimukset

Asiantuntijamme antavat mielellään lausuntoja.



**SUOMEN MALMI OY**

Otaniemi, puh. 46 06 33



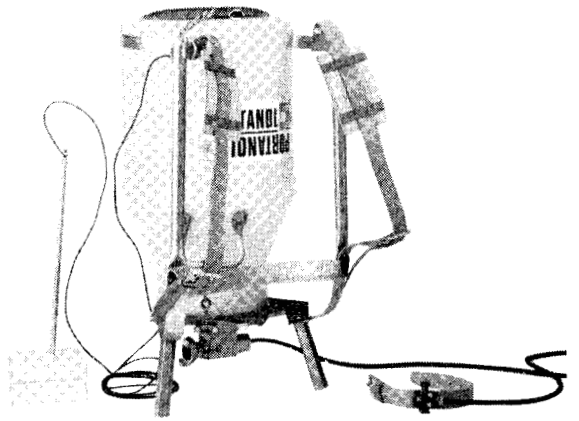
***Teräspainokäyntikortti kertoo  
muutakin kuin nimenne***

Käsinkaiverrettu teräslaatta antaa yksilöllisen, paperin pinnasta kohoavan painojäljen, joka eroaa muista. Selvästi edukseen.

# PORTANOL

Ejektoripanostuslaite ammoniumnitraattiräjähdyksaineita varten

Vakiomallisena PORTANOL on suunniteltu asennettavaksi tilavuudeltaan 20-, 30-, 40- tai 50 litran CIPAX polyeteenipulloihin eli astioihin, jotka ovat ammoniumnitraattiöljyseoksen eli ANO:n kuljetukseen yleisesti käytettyä tyyppiä. PORTANOL-laitetta pystyy yksi mies hoitamaan. Ohjaus tapahtuu kauko-ohjausperiaatteella käsiventtiiliä (vakio-malleissa) tai jalkaventtiiliä käyttäen. Ejektorin ja ohjausventtiilin yksinkertaisen ja vankan rakenteen ansiosta laite on käyttövarma ja sen kestoikä on pitkä. Ejektorikoteloon asennettu tärytin estää räjähdysaineen 'holvaantumisen' säiliössä ja helpottaa aineen tasaista syöttöä ejektoriin.



**PORTANOL = yksinkertainen ja tehokas panostus, pienet kustannukset, suuri käyttövarmuus.**

**Panostusnopeus:**

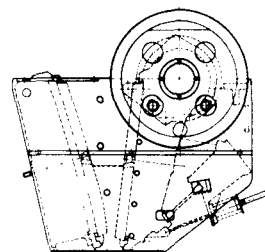
6,2 kg/min., kun letkun Ø on 16 mm	ja pituus 6 m
4,5 " " " " Ø " 16 mm	" " 15 m
6,7 " " " " Ø " 19 mm	" " 6 m
5,0 " " " " Ø " 16 mm	" " 15 m



OSAKEYHTIÖ *Ekströmin* KONELIIKE

HELSINKI 10 • P.LOK. 10310 • PUH 11421

☼ vuorimiehet  
16180 mkone sf



vuorimiehet  
-----

**L 125 x 100/200**

ky murskauskone - kertomus toiminnasta

olemme erikoistuneet murskaus- ja seulontalaitosten sekä kuljetusjärjestelmien suunnitteluun ja valmistukseen.

toimintamme alkoi keväällä 1962 suunnittelutoimistona toiminnalla murskaus-suunnittelu. konepajatoimintamme käynnistettiin väliaikaisissa tiloissa kesällä 1963. murskauskoneelle valmistui kesällä 1965 hollolan teollisuusalueelle salpakankaalle nykyaikainen konepaja tilavuudeltaan n. 10.000 m<sup>3</sup>.

valmistusohjelmaamme kuuluvat syöttimet, syöttöseulat, murskaimet, kuljettimet, seulat, silot, sähkökeskukset, kauko-ohjaus- ja automaattilaitteet ja erilaiset alan elementtirakenteet. toimitamme kiinteitä, elementtirakenteisia ja täysin liikkuvia laitoksia koekäytettyinä, "avaimet käteen" valmiina sekä elementtiosia tehtaalta tai asennettuna.

huolto-, pystytys- ja varaosapalvelumme on toiminut vuodesta 1963 lähtien. asennus- ja huolto-osaston käytössä on tehokas kuljetus- ja nostokalusto.

uusien koneiden koekäyttöä ja kokeilua varten on käytössämme 20 ha:n sora-alue konepajan välittömässä läheisyydessä.

murskauskoneen kokonaisvahvuus on 90 henkilöä, joista toimihenkilöitä 26.

tilikauden myynti n. 5,5 milj. mk jakautuen n. 50 o/o kaivokset, n. 15 o/o vienti ja n. 35 o/o murskausurakoitsijat, valmisbetoni- ja elementtitehtaat, soralikkeet ja teollisuus.

toimintamme perusajatuksena on käyttäjäkunnan palvelu tuottamalla koneita, joiden suunnittelijoina ovat käytännön ammattimiehet ja valmistajana nykyaikainen, tehokas konepaja.

ky murskauskone

☼ vuorimiehet  
16180 mkone sf

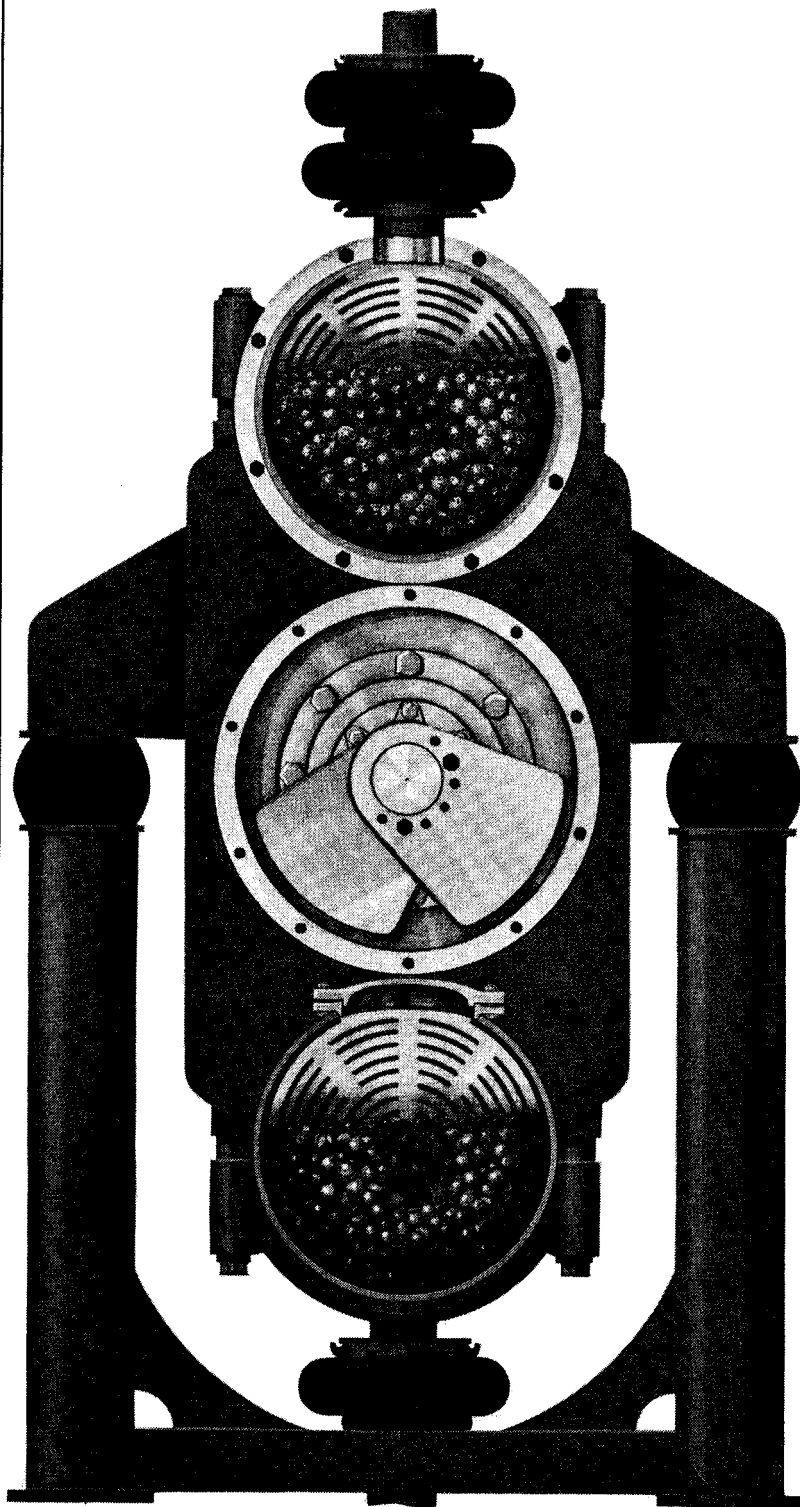


**MURSKAUSKONE**

SALPAKANGAS PUH. 918-801311  
TELEX 16-180



# HUMBOLDT



Humboldt-tärymylly PALLA-U hienojauhatukseen

## Kova nimi kaivos- ja rikastus- teollisuu- dessa

### Murskaajia:

Karamurskaajia, kartiomurskaajia, leukamurskaajia, va-saramurskaajia, iskumurskaajia.

### Rikastuslaitteita:

Vaahdotuskennoja, Sink-Schwimm-laitteistoja, magneettisia erottajia.

### Jauhatuslaitteita:

Kuulamyllyjä, tankomyllyjä, tärymyllyjä, putkimyllyjä, jauhatus-kuivatusyksikköjä.

### Vedenpoistajia:

Takeuttajia, rumpu-imusuo-timia, keskipakoisseuloja, keskipakoislinkoja.

### Raesuuruuden säännöselijöitä

Spiraaliluokittelijoita, raappa-luokittelijoita, ilmauokittelijoita, täryseuloja.

### Kuljetuslaitteita:

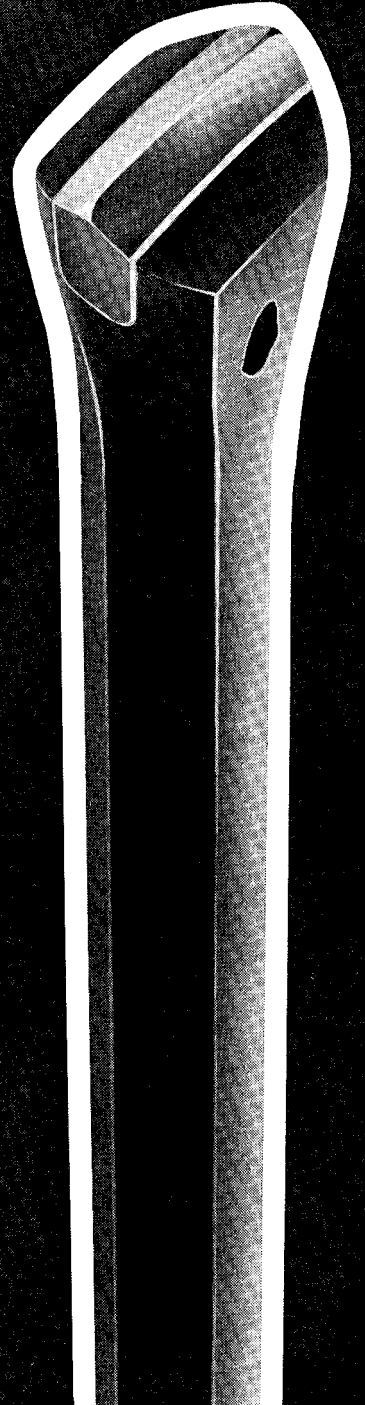
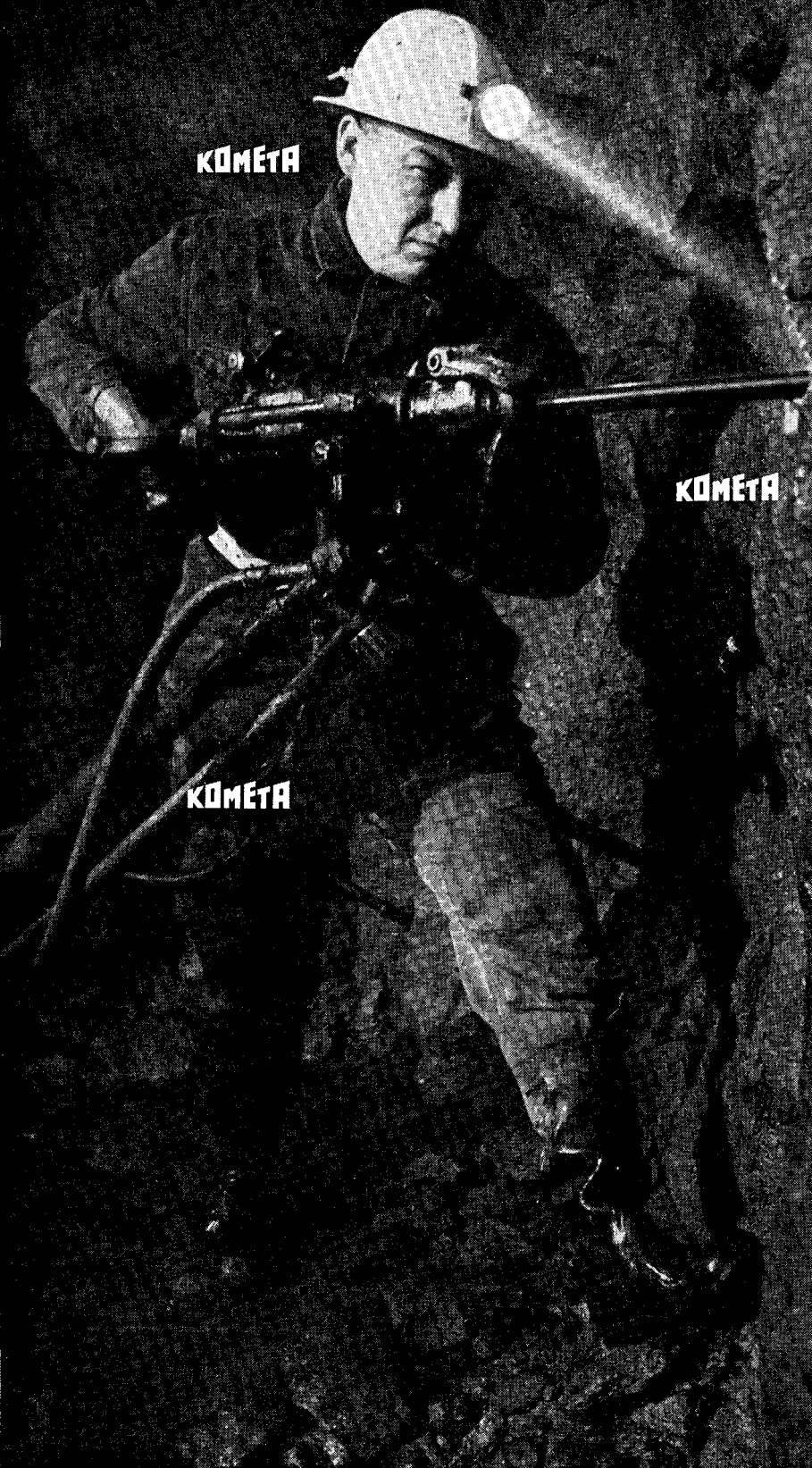
Tärykuljettimia, ketjukuljettimia, lietepumppuja.

**MACHINERY**

TEOLLISUUSK. 29, HELSINKI 51,  
PUH. 716 711  
Klöckner - Humboldt - Deutz  
Ag, Köln

# KOMETA

## kalliopora- kalusto



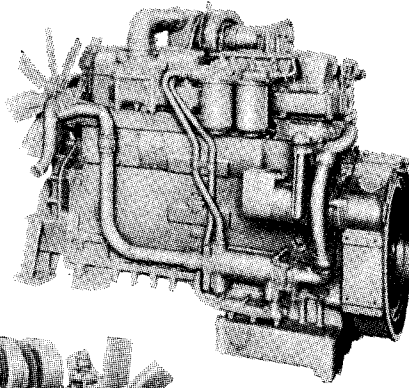
Suomalaista vientilaatua kautta linjan.  
Tutkittu ja koeporattu ankarissa olosuhteissa.  
Kuulapuhallettu. Korroosiosuojattu.  
Laatutakuu. Se on Kometa.  
kallioporat • jatkotangot • meisseliterät • kruunut

# KOMETA

## kannattaa valita

OY AIRAM AB  
**KOVAMETALLI**  
HELSINKI

## Varmuuden vuoksi

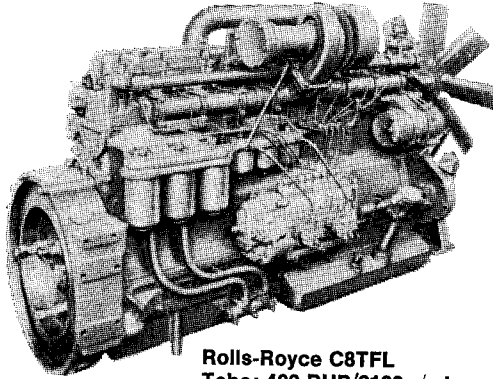


Rolls-Royce SF65CT  
Teho: 250 BHP/2100 r/min.  
Sylinteritilavuus 16,2 litraa.

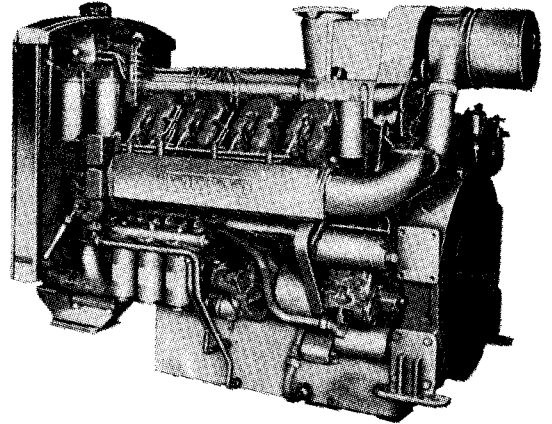
## luotettavat voimanlähteet

Tunnettua RR-laatua voitte käyttää hyväksenne silloin, kun voiman tarve sijoittuu tehoalueelle 130–700 hv. RR-mootorit soveltuvat mm.:

- voima-agregaatteihin
- kompressorien voimanlähteeksi
- dumpereihin
- kauhakuormaajiin
- kaivinkoneisiin



Rolls-Royce C8TFL  
Teho: 400 BHP/2100 r/min.  
Sylinteritilavuus 16,2 litraa.



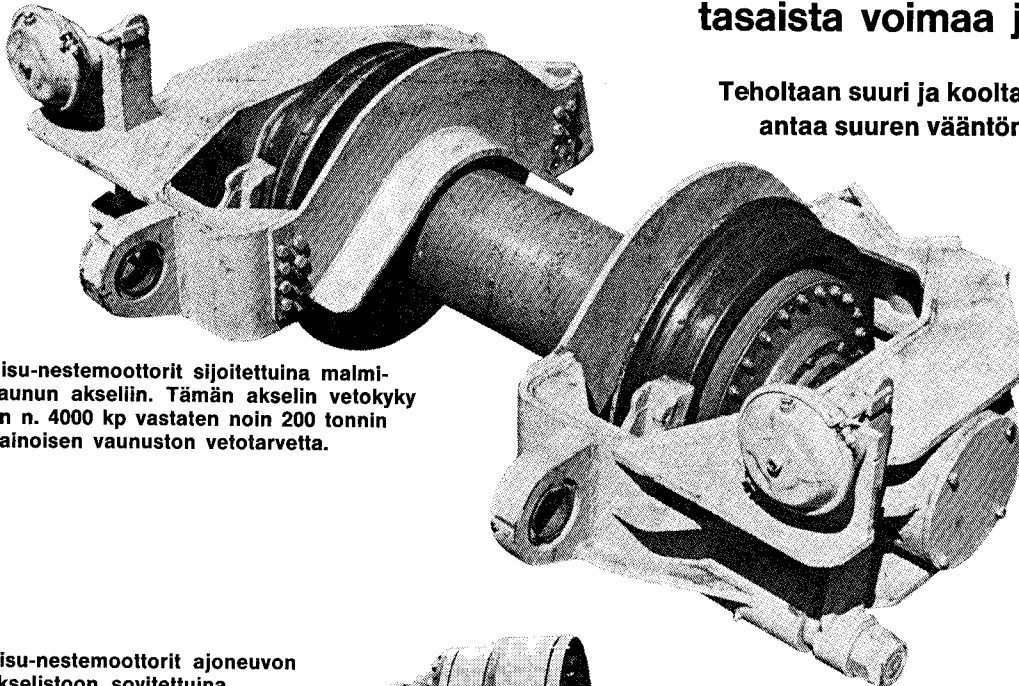
Rolls-Royce DV8T  
Teho: 540 BHP/1800 r/min.  
Sylinteritilavuus 32,7 litraa.

Hinnaltaan edullisten RR-mootoreiden suuri taloudellisuus, varmuus sekä todelliset hevosvoimat luovat edellytykset tehokkaalle toiminnalle.



# -nestemootorit

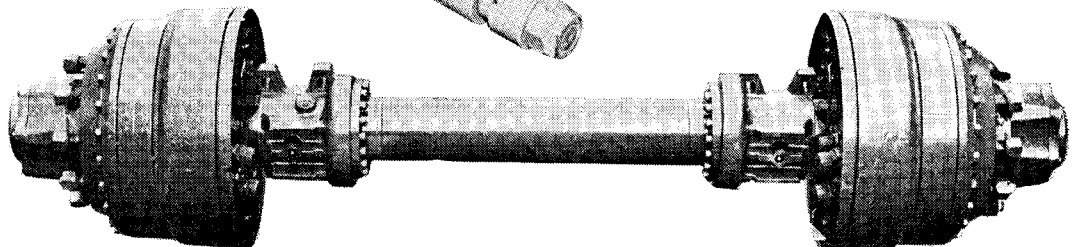
### tasaista voimaa ja vääntöä



Sisu-nestemootorit sijoitettuna malmivaunun akseliin. Tämän akselin vetokyky on n. 4000 kp vastaten noin 200 tonnin painoisen vaunun vetotarvetta.

Sisu-nestemootorit ajoneuvon akselistöön sovitettuina.

Teholtaan suuri ja kooltaan pieni Sisu-nestemoottori voi antaa suuren vääntömomentin sen koko kierroslukualueella. Kooltaan pienenä se on vaivaton ja helppo sijoittaa mitä moninaisimpiin laitteisiin voimansiirtäjäksi. Rakensimme sen ajoneuvon pyöräksi ja ratkaisimme näin omalta osaltamme vetävän perävaunun ongelman.





## Tämä myllyvuoraus kestää vähintään neljä kertaa niin kauan kuin teräsvuoraus. Se on valmistettu Trellex<sup>®</sup>-kumista.

Tämä rikastamon kuulamylllyn asennettu myllyvuoraus on kestänyt lähes kolmen vuoden ajan ja tulee todennäköisesti kestäämään vielä kauemminkin. Tähän mennessä se on jo saavuttanut aikaisempaan mangaaniteräksestä valmistettuun vuoraukseen nähden nelinkertaisen kestoian samalla, kun myllyn jauhatuskapasiteetti on pysynyt muuttumattomana. Täten Trellex-myllyvuorauksen kokonaiskustannukset ovat vain neljännes siitä, mitä ne ovat käytettäessä vastaavaa teräsvuorausta.

Paitsi alhaisia käyttökustannuksia saavutetaan Trellex-myllyvuorausta käytettäessä mm. seuraavia etuja:

1. Vuorauksen pitemmän kestoian ansiosta lyhenevät myllyn seisonta-ajat ja täten laitoksen tuottavuus kohoaa.

2. Nopea ja yksinkertainen asennus. Tarkkaan mitoitettut osat ja 60–80 % alhaisempi paino mahdollistavat asennusajan lyhenemisen kolmanteen osaan entisestä.

3. Korokepalkkien sisäänupotetut kevytmetalliprofiilit sekä T-pultit takaavat vuorauksen jäykän ja tukevan kiinnityksen. Tämä kiinnitystapa mahdollistaa korokepalkkien kääntämisen 180°, jonka ansiosta vuorauksesta saadaan optimihyöty.

4. Trellex myllyvuorauksen ansiosta pienenee myllyn melutaso huomattavasti.

# TRELLEBORG



Lähempiä tietoja haluttaessa ottaa yhteys vuorikoneosastoomme.



## JULIUS TALLBERG

VUORIKONEET

Aleksanterinkatu 21 Helsinki 10 Puh. 13611

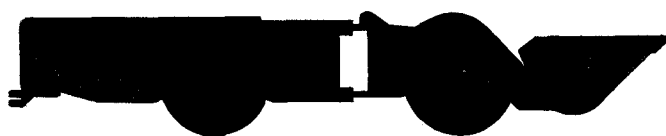


# MINING SCOOP TRAM



Nyt valittavana  
10 mallia

Entistä nopeampi kuormaus - vähemmän huoltoa



malli	m <sup>3</sup>	murtamis- teho	arvioitu työteho
ST-1	0.765	5.796 kg	1.361 kg
ST-1 1/2	1.147	5.144 „	2.041 „
ST-1 1/2A*	1.147	6.123 „	2.041 „
ST-2A	1.529	6.123 „	2.722 „
ST-3	2.294	7.076 „	3.674 „
ST-4A	3.058	11.222 „	5.443 „
ST-4C**	3.058	11.222 „	5.443 „
ST-5A	3.823	14.312 „	6.804 „
ST-5C**	3.823	14.312 „	6.804 „
ST-8	6.116	17.965 „	10.886 „

\* erikoisen kapea ja  
lyhyt malli

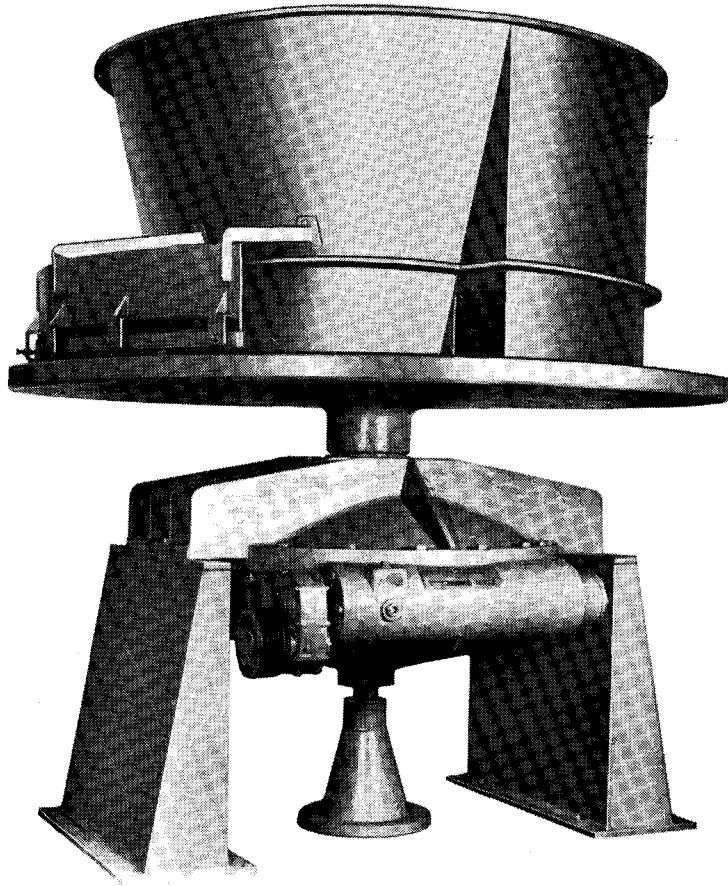
\*\* erikoisrakenteinen  
kapea malli

**UUSI KAUHA JA PUOMIMALLI ...  
YKSINKERTAISTETTU HYDRAULINEN  
JÄRJESTELMÄ ...  
VÄHEMMÄN LIIKKUVIA OSIA ...  
MATALA RAKENNE**

Kaikki 10 mallia suunniteltu uudelleen, nyt pehmeä, voimakas täyttö, materiaalin entistä nopeampi kuormaus ja kaato — vähemmän kulumista. Jokaisella mallilla patentoidut WAGNER-ominaisuudet, tuloksena helppo käyttö, luotettava toiminta, mahdollisimman pitkä elinikä.

*Oy Hans Pahlb Ab*

Pullittitie 20  
Helsinki 80  
Puh. 782 100  
Telex 12-434



# SALA lautassyöttimet

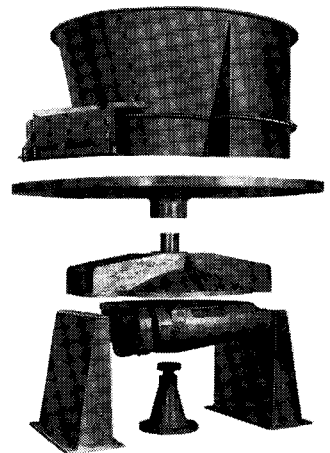
SALA lautassyöttimet on tarkoitettu erilaisten aineiden syöttämiseen taskuista ja silloista. Syötteen määrä on säädettävissä.

SALA lautassyöttimiä käytetään mm. kostean rautamalmirikasteen, hienoksi jauhetun bentoniitin ja koksen syöttämiseen. Elintarviketeollisuudessa käytetään näitä syöttimiä mm. taikinan syöttämiseen.

SALA lautassyöttimet on mitoitettu erittäin vaativaa käyttöä varten. Useassa tapauksessa näitä on asennettu yli 20 m korkeisten sillojen alle. Koneisto on täysin koteloitu, joten pöly ja kosteus eivät pääse vaikuttamaan siihen.

SALA lautassyöttimen teho on riippuvainen käsiteltävästä aineesta. Suurimman laitteen teho rautamalmirikastetta syötettäessä on n. 75 t/h.

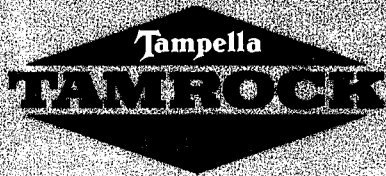
Syöttölaudasten vakioläpimitat ovat 900 mm, 1700 mm ja 2700 mm. Käyttökoneiston kulutusosat voidaan vaihtaa ilman, että taskua tai silloa tarvitsee tyhjentää.



**JULIUS TALLBERG**  
**VUORIKONEET**

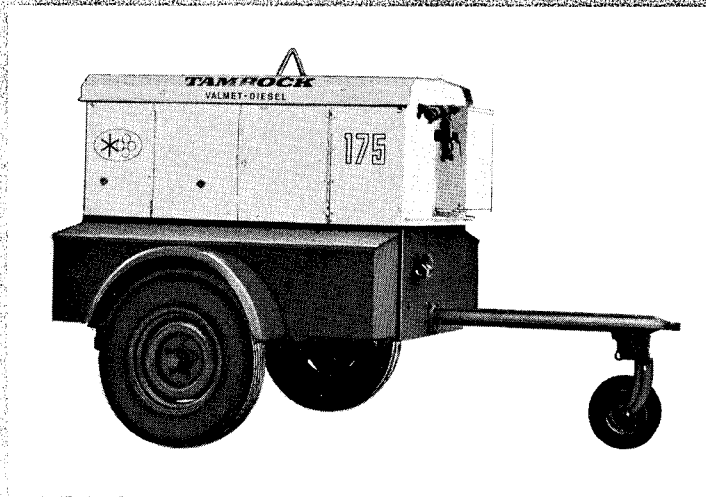
Aleksanterinkatu 21 Helsinki 10 Puh.13611

# suomalainen ruuviskompressorit



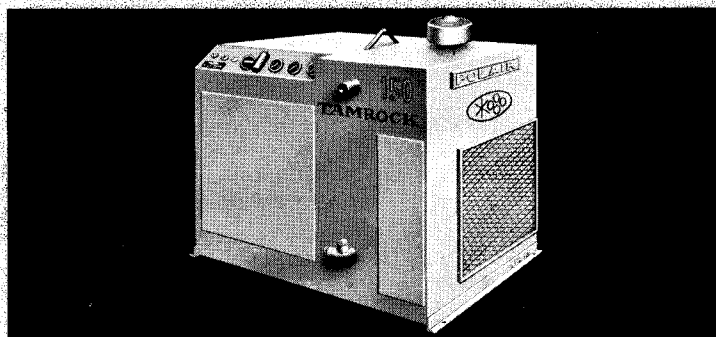
## POLAIR

TAMROCK POLAIR on varmakäyttöinen ja taloudellinen ruuviskompressorit, joka tuottaa sysäyksetöntä paineilmaa. Kompressorin teräsroottorit, ruuvi ja luisti pyörivät öljysumussa. Roottorit ovat kulumattomat, joten ilman tuotto kovassakin käytössä on muuttumaton. Poikkeuksellinen kahden vuoden takuu osoittaa Polairin luotettavuuden.



**Polair 175 PD** dieselkäyttöinen, siirrettävä kompressorit. Tuotto: 5 m<sup>3</sup>/min vapaata ilmaa 7 kp/cm<sup>2</sup>:n työpaineella. Voimanlähde on Valmet 311 tai Ford 2512 E dieselmoottori. Täydellinen mittarivarustus. Polair 175 PD toimitetaan vaihtoehtoisesti jalaksille asennettuna.

**Polair 150 E** sähkökäyttöinen kompressorit. Tuotto: 4,2 m<sup>3</sup>/min vapaata ilmaa 7 kp/cm<sup>2</sup>:n työpaineella. Suurin työpaine 9 kp/cm<sup>2</sup>. Moottori 380 V/D 30 kW oikosulkumoottori. Polair 150 E sopii teollisuuskäytön lisäksi erikoisesti käytettäväksi työkohteissa, missä melu ja ilman saastuminen rajoittavat dieselkompressorin käyttöä.



**MYynti JA HUOLTO:**

TAMPELLA – TAMROCK, TAMPERE, PUH. 931-32 400