

# VUORITEOLLISUUS

---

# BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

## *Sisältö—Innehåll*

**Paavo V. Maijala:**

Kehittyvä kaivostekniikka.

**Antti Mikkonen:**

Sulfidien vaahdotus alipaineessa.

**Per Olof Grönqvist:**

Koboltin valmistus Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtailla.

**M. H. Tikkanen:**

Tulenkestävän keraamisen materiaalin valinta eri tarkoituksiin.

**Franz Pawlek:**

Übersicht und Aussichten der Hydrometallurgie unter Druck.

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta.

Vuosikertomus 1968 y.m.



Jokaisen fysiikan tutkimuslaboratoriomme kokoonpanohallissa valmistuvan laitteen takana on pitkäaikainen, määrätietoinen tutkimus- ja kehitystyö. Tämän työn tuloksena syntyy omintakeisiä laitteita, jotka tarjoavat teollisuudelle uusia ja parempia analysointi- ja prosessitarkkailumenetelmiä.

*Outokumpu Oy*

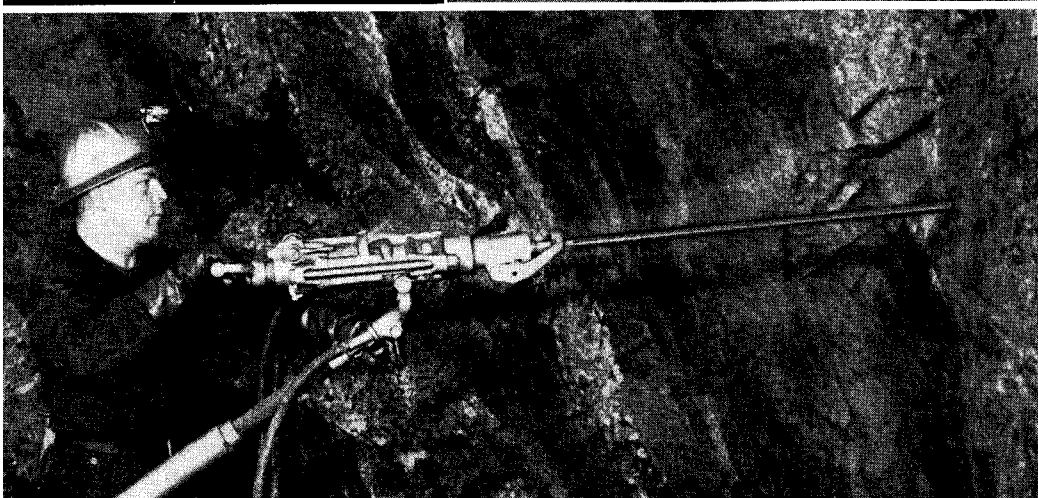
TUTKIMUSLABORATORIO TAPIOLA

# Kaksi polvisyöttökoneita K 90

# Kovaa KB 90



**Tampellan kallioporakoneet K 90 ja KB 90** on kehitetty erityisesti polvisyöttökäyttöön. Niille on ominaista pehmeä, värinätön käynti ja erittäin pieni ilmankulutus. Kaksitoiminen polvisyöttölaite PP 64 on kehitetty K 90 varten, jonka kanssa se muodostaa erittäin tehokkaan porausyksikön. KB 90 on suunniteltu käytettäväksi yksitoimisen polvisyöttölaitteen P 64A kanssa.



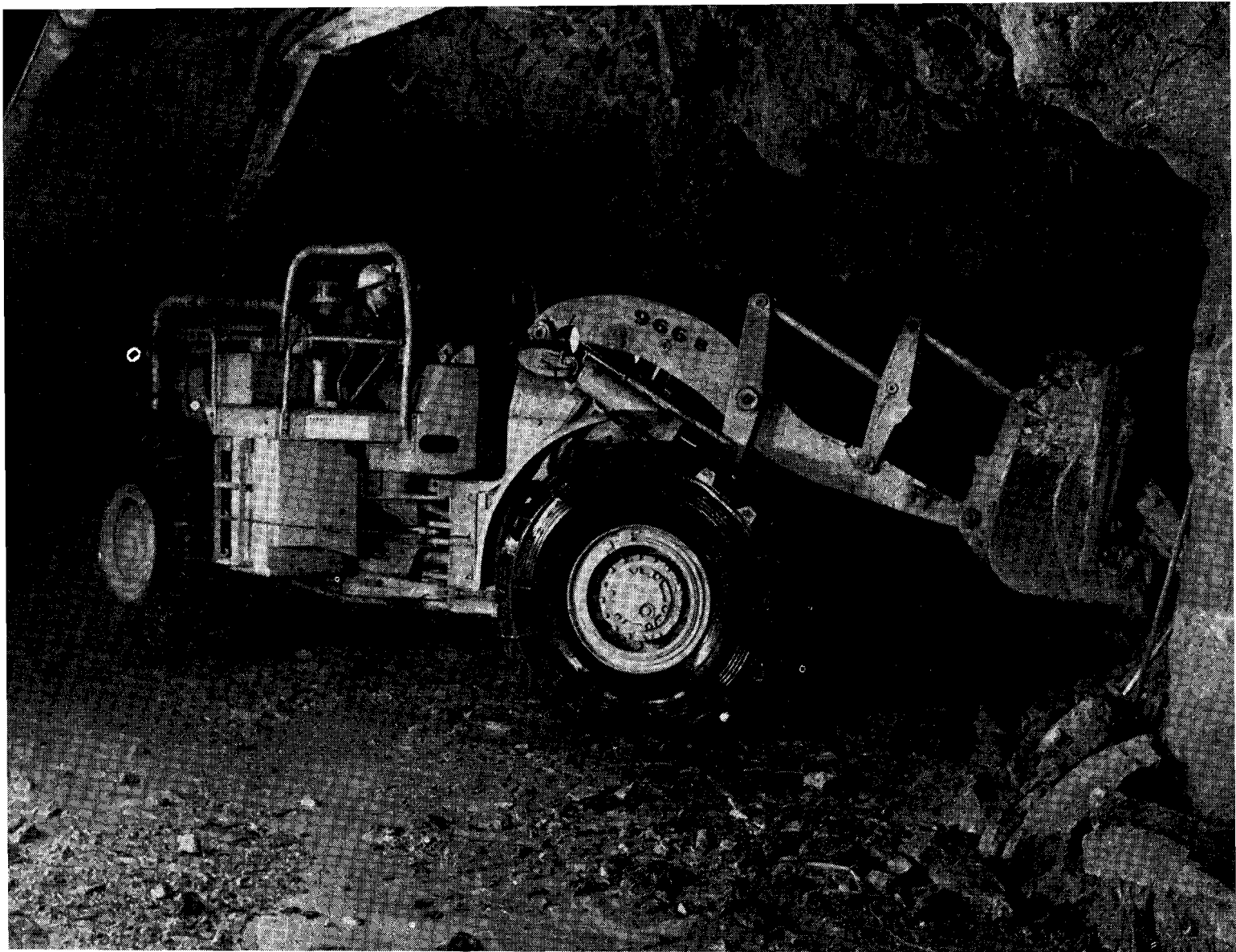
#### TEKNISET ARVOT K 90, KB 90

Sylinterin läpimitta	90 mm
Iskun pituus	53 mm
Iskuluku	2350 1/min
Ilmankulutus (6 aty)	
koneen käyttöilma	3,3 m <sup>3</sup> /min
huuhteluilma	0,5 m <sup>3</sup> /min
K 90 paino	29,9 kg
KB 90 paino	28,4 kg
Kokonaispituus	750 mm
Poran niska	7/8" x 108 mm
	1" x 108 mm
Ilmaletku	3/4"
Vesiletku	1/2"

MYynti JA HUOLTO:

**Tampella**  
**TAMROCK**

TAMPERE, PUHELIN 32 400



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.

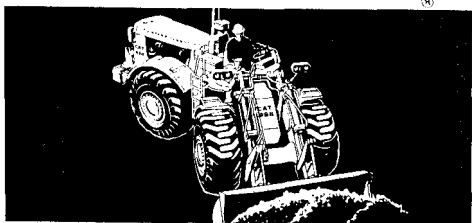
Suurina sarjoina valmistettavan kestävän Caterpillar koneen etuja voidaan käyttää hyväksi myös maanalaisten kaivostunneleiden erikoistöissä.

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

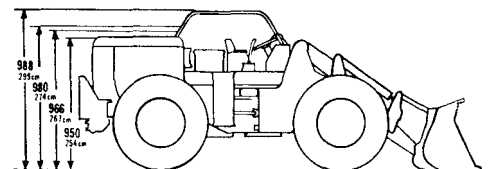
Kuljetustunnelien rakentamisessa säästetään aikaa ja kuluja, jos tunnelit voidaan rakentaa pieniprofiiliseksi ja mataliksi. Kiskottomaan kuljetusjärjestelmään voidaan siirtyä turvallisesti, sillä materiaalin-

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

## CATERPILLAR



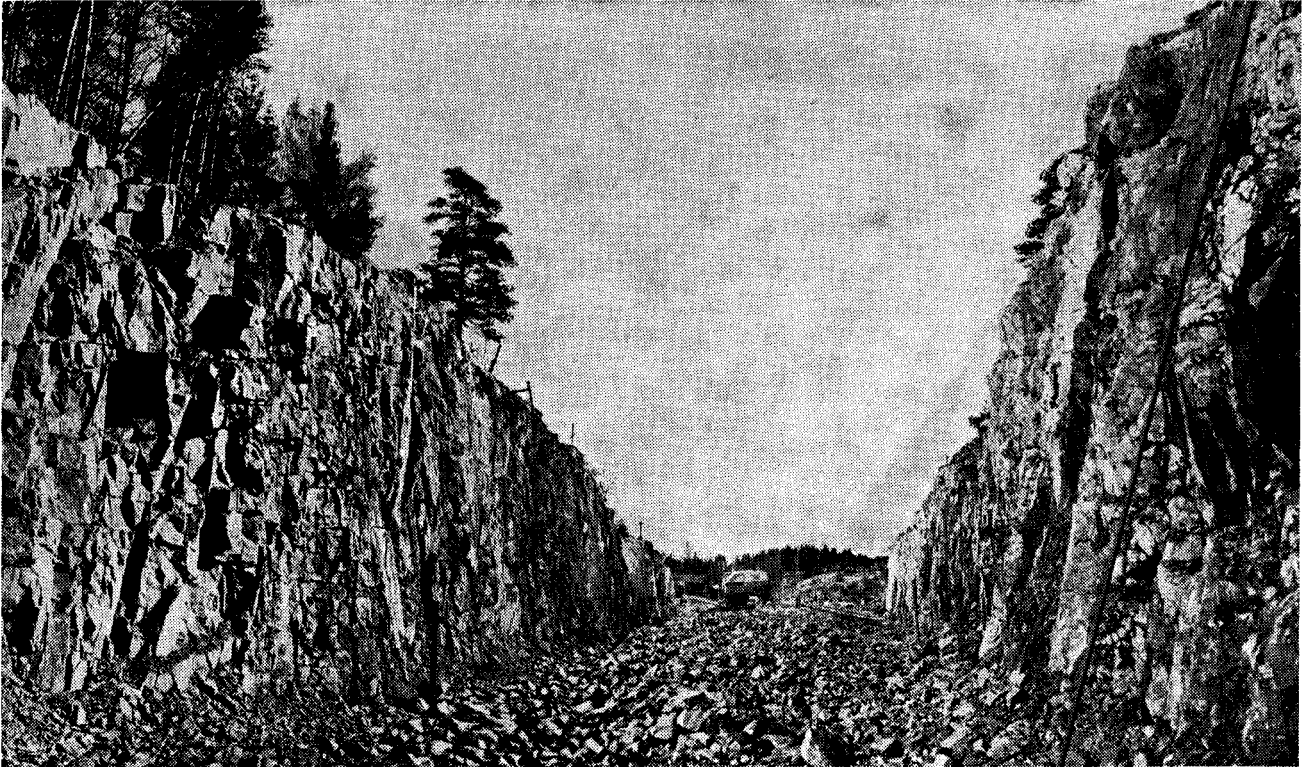
## NYKYAIKAISTA VOIMAA



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

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





# VIHTAVUORI 'siirtää vuoria'

Vihtavuoren räjähdysaineitten tuotannon valtava kasvu kertoo, miten tärkeäksi tekijäksi ne ovat muodostuneet nykyaikaista yhteiskuntaa rakennettaessa.

## Vihtavuoren tehtaat

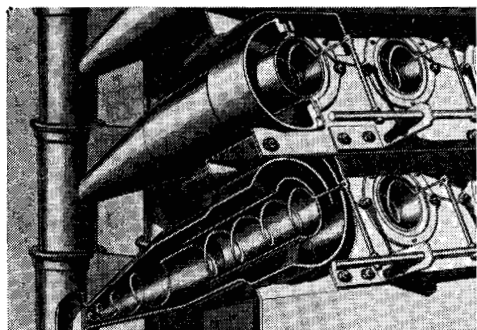
LOUHINTADYNAMIITTIA  
RAIVAUSDYNAMIITTIA  
OJITUSDYNAMIITTIA  
ANIITTIA  
TERNIITTIA  
AMMONIITTIA  
RAIVAUSPANOKSIA  
ISKU-KIVIPOMMEJA

## Kuopion tehtaat

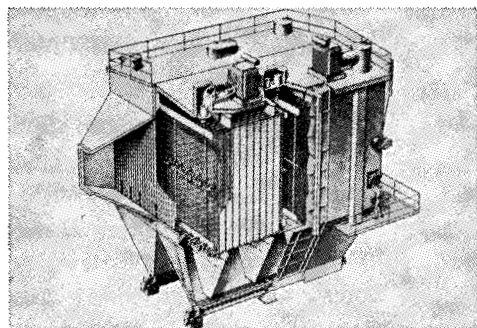
SÄHKÖRÄJÄYTYSNALLIT  
TULILANKANALLIT



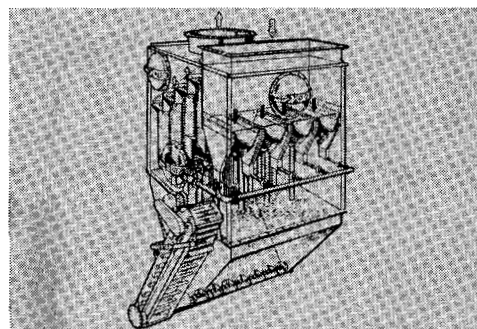
# RIKKIHAPPO OY



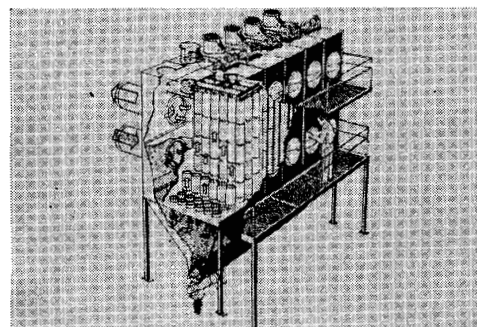
**PARAKLON** puhdistaa lämpökeskusten ja teollisuuslaitosten savukaasut noin 92 %.



**SP-SÄHKÖSUODATIN** erottaa teollisuuslaitosten ja höyryvoimaloiden savuista arvokkaat mineraalit ja kemikaalit sekä tuhkan lähes 100 %.



**SP-MÄRKÄEROTIN GTLA** erottaa valimo-, betoni-, murskaamo-, teollisuus- ym. pölyt lähes 100 %.



**SP-LETKUSUODATIN** erottaa puu-, betoni-, kalkki-, kaivos-, mylly-, valimo- ym. kuivat pölyt lähes 100 %.



## Savukaasut ja ilma puhtaaksi...

... Puhallintehtaan tehokkailla pölyn-erottimilla ja suodattimilla

- Dynaamisten erottimien suurin erotusaste on SP:n **PARAKLON-erottimella**. Siinä on automaattinen puhdistus ja se kestää erittäin hyvin kulutusta.
- **SP-SÄHKÖSUODATINTA** voidaan käyttää kuinka suurten kaasumäärien puhdistamiseen tahansa. Se on tehokkain kaikista suodattimista. Automaattinen toiminta ja tehoonsa nähden pienet käyttökustannukset.
- **SP-MÄRKÄEROTIN GTLA** pölyn-erotus venturiperiaatteella. Pölylietteen poisto joko elevaattorilla tai lietepumpulla. Sopii pieneen tilaan.
- **SP-LETKUSUODATIN** sopii myös hienopölyn erotukseen vaihtuville kaasumäärille. Täysautomaattinen puhdistusmekanismi lisää suodatinletkujen käyttöikää.



**SUOMEN PUHALLINTEHDAS OY**

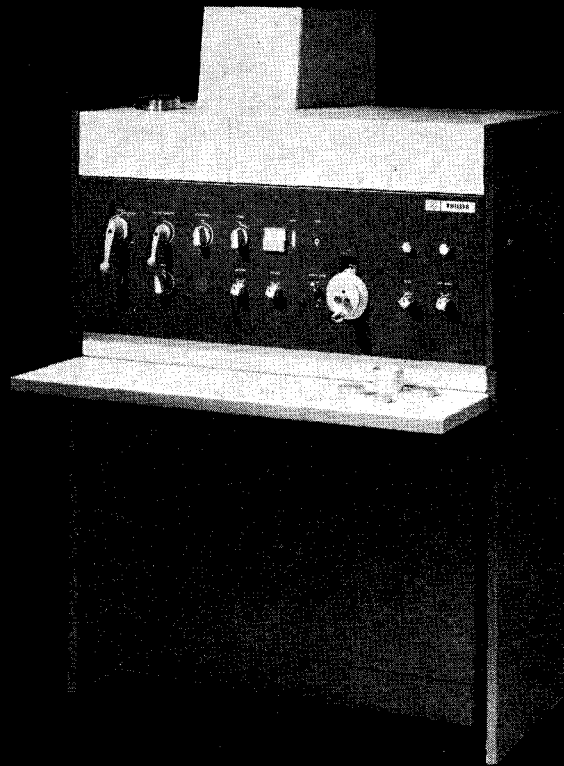
HELSINKI - TURKU - TAMPERE - VAASA - KUOPIO - OULU - PORI - KOTKA - JYVÄSKYLÄ - LAHTI

# Uusi röntgen- spektrometriyksikkö



## PHILIPS

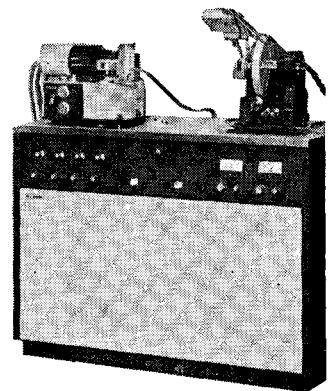
### PW 1410



Philipsin uudessa röntgenspektrometriyksikössä on yhdistetty edellisistä malleista saadut kokemukset sekä seurattu uutta kehitystä. Spektrometriyksikössä PW 1410 on seuraavat uutuudet:

- Suurteho-goniometri, jossa 25 asentoa on ohjelmoitavissa askelmoottorin avulla, siirtonopeus  $700^{\circ} 2^{\circ}/\text{min}$
- näytteenvaihtajassa tyhjiösulku, ts. jatkuva näytteiden syöttömahdollisuus
- automaattinen pulssinkorkeusanalysointila
- maksimi käyttöjännite 100 kV
- tilaa 5:lle analyysikiteelle

PHILIPS valmistaa nyt myös uutta mittauselektroniikkaa sekä 3 kW:n röntgenkoneita, joissa on transistoroitu stabilointijärjestelmä



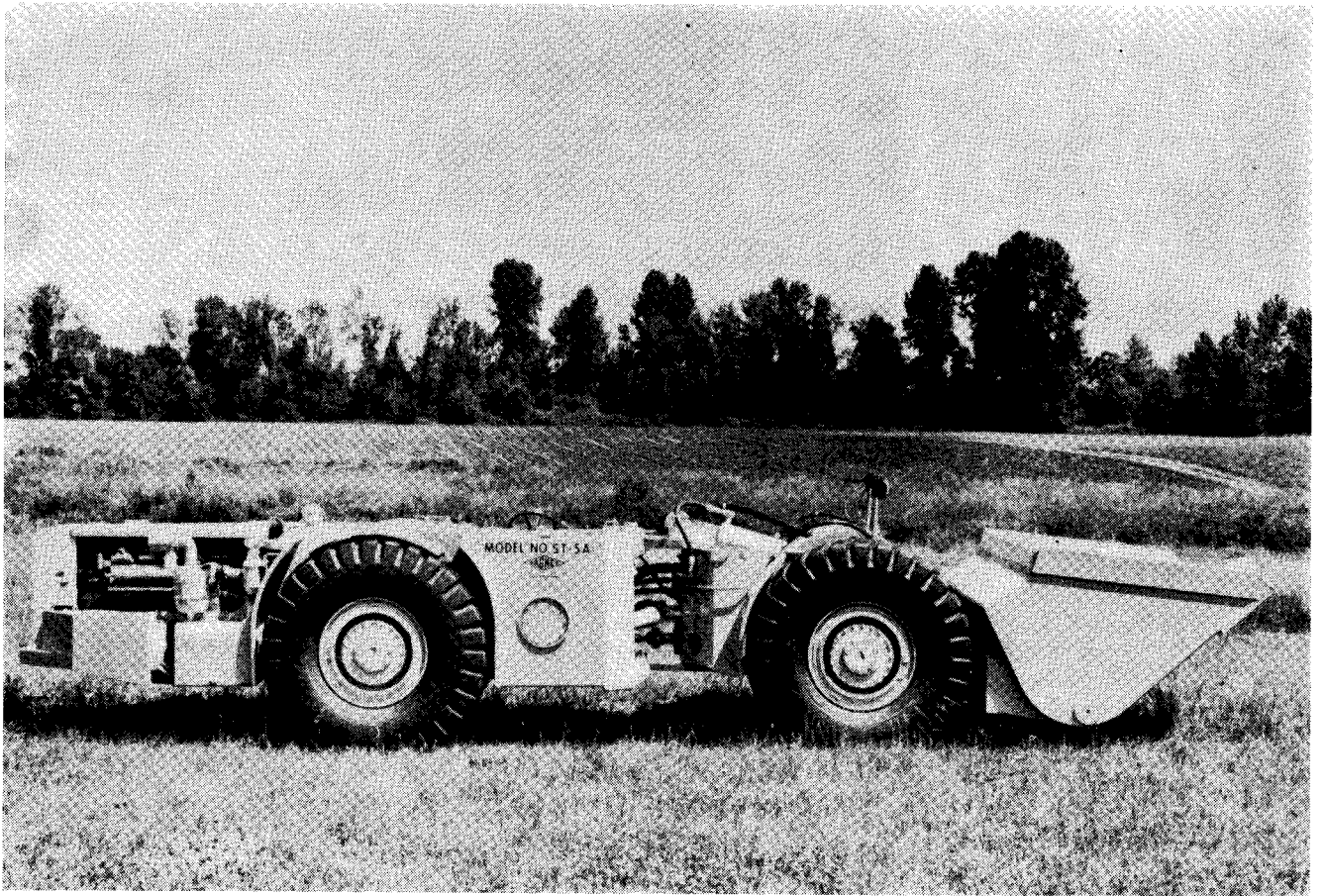
## Oy CHRISTIAN NISSEN Ab

Bulevardi 7 Helsinki 12 puh. 642 201

# Entistä tehokkaampia ja nopeampia



# siirtokuormureita nyt 10 eri mallia



Kuvassa malli ST - 5A

MAAHANTUOJA:

*Oy Hans Palsbo Ab*

Erottajankatu 15-17  
Helsinki 13  
puh. vaihde 11 406



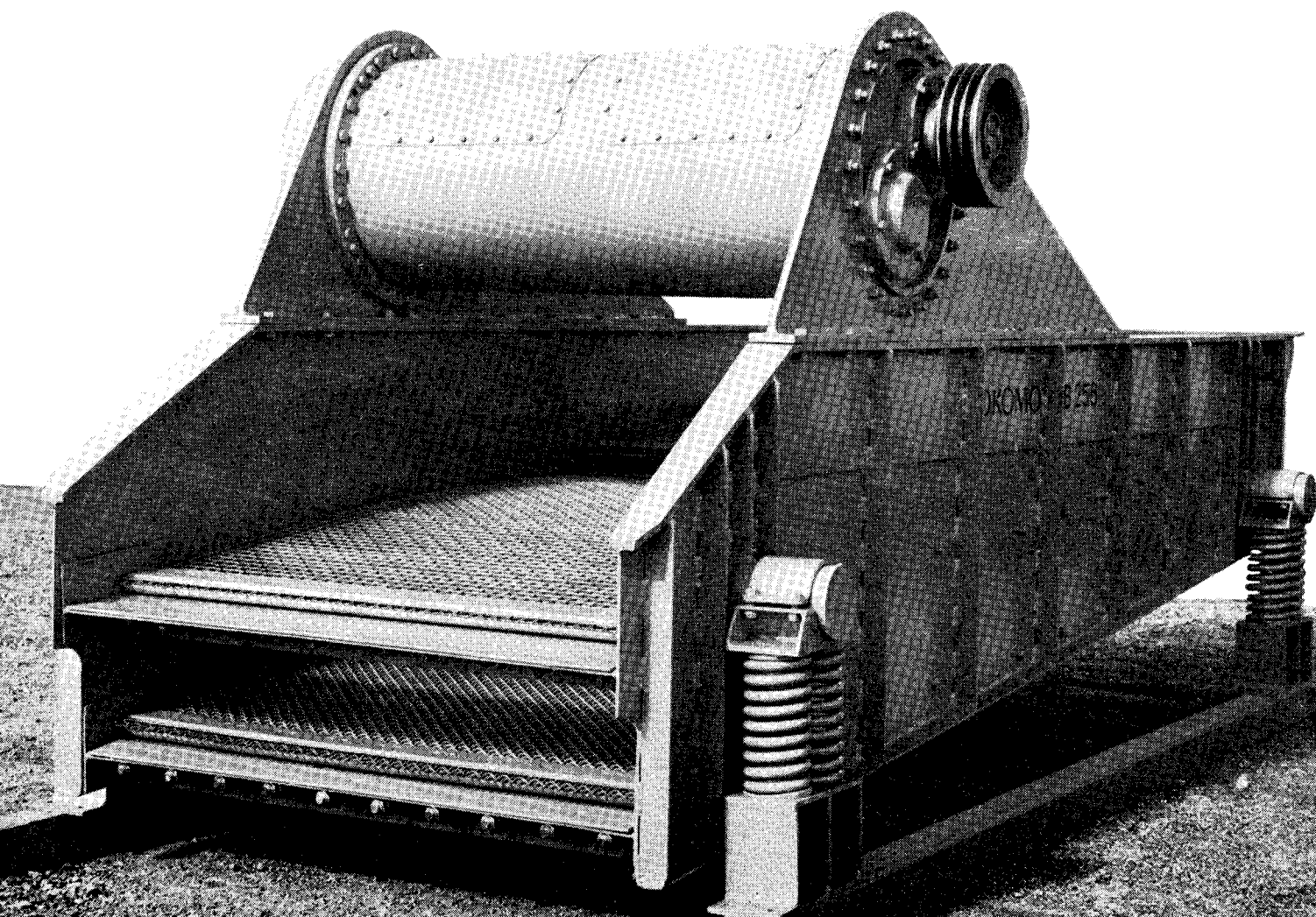
**Seulokaa jyvät akanoista.**

**Valitkaa tuottava seula. Lokomon B-sarjan vaakatasoseulat edustavat viimeisimpiä konstruktiivisia ratkaisuja seulojen valmistuksessa. Suunnattu värähtelyliike nopeuttaa seulottavan materiaalin kulkua ja nostaa seulan tehoa. Iskuliikkeen suunta voidaan muuttaa materiaalin seulontaominaisuuksia vastaavaksi. Lokomo B-sarjan seulat eivät aiheuta vahingollisia värähtelyjä laitoksen muille rakenteille, koska ne on varustettu erittäin pehmeästi toimivilla jousivaimentimilla. Seulan rakennekorkeus on pieni – laitoksen rakennuskustannuksissa säästetään.**

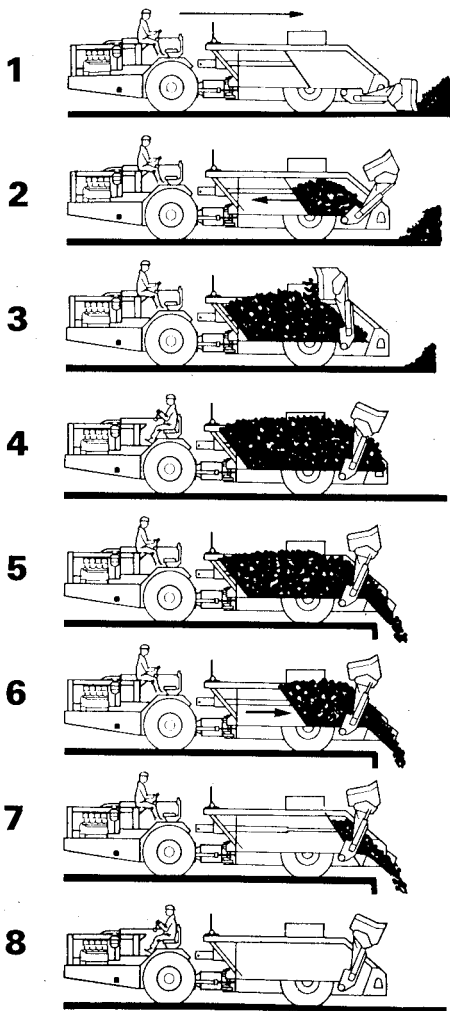
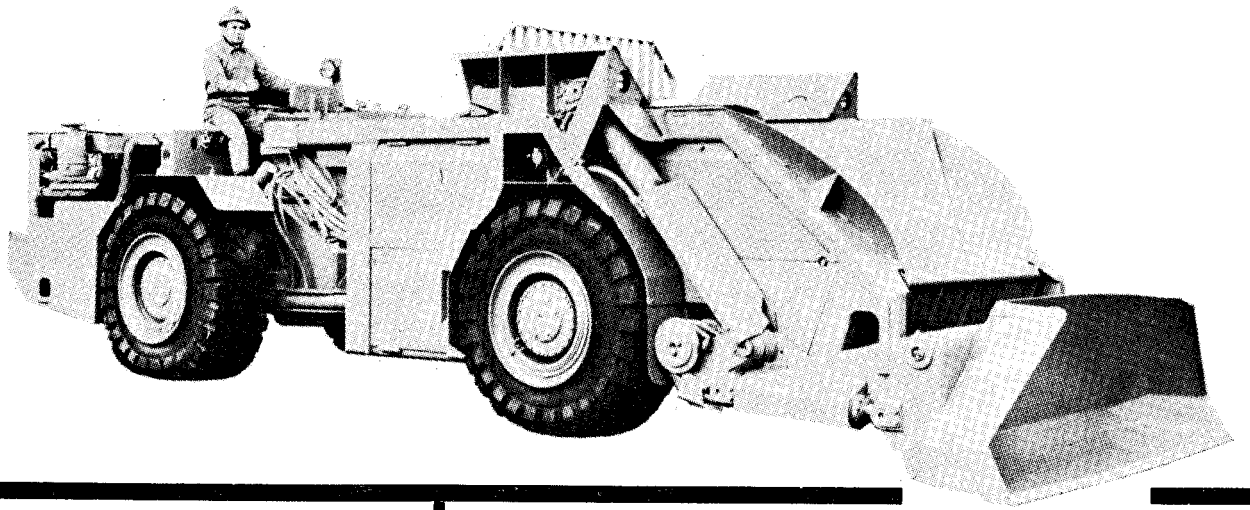
**Öllyvoitelun ansiosta Lokomo seulojen kylmäkäynnistyvyys on hyvä. Seulottavan materiaalin lämpötilasta riippumatta voidaan käsitellä esim. kuumennettua sepeliä, sillä käyttökoneisto on täysin eristettävissä seulakorista.**

**LOKOMO**

**koneita kovaan käyttöön**







1. Kauha alhaalla teleskooppirunko taka-asennossa (tai nostoasennossa) takaluukku suljettu. Kuormaaja alkaa lastata ja ajaa samalla lähemmäksi lastattavaa pinnaa.
2. Ensinnäkin täytetään teleskooppirunko.
3. Runko etenee jatkuvasti etuosaa kohti ja lastaus jatkuu.
4. Lastaus päättyy. Kuormaaja vaihtaa ajosuuntaa, kauha tyhjänä ja ylösnostettuna.
5. Kuormaaja ryhtyy purkamaan, takaluukku avataan ja purkamisen alkaa.
6. Teleskooppirunko työntää lastin takaosaa kohti ja purkamisen jatkuu.
7. Työntölapio viimeistelee purkamisen.
8. Takaluukku nostettuna kuormaaja vaihtaa ajosuuntaa ja on taas valmis lähtemään uudelle kierrokselle. Katso kuvaa.



## UUTUUS

### suuritehoinen dieselkäyttöinen itsekuormaaja

joka sopii etenkin pieniä  
ahtaita periä varten.  
Teho 100 tonnia tunnissa  
matkan ollessa n. 450 m.

Yhden miehen taloudellinen yksikkö.

Pituus (kauha alhaalla)	9,90 m
Koko leveys	2,92 m
Suurin korkeus	2,55 m
Maavara	0,30 m
Sisin kääntösäde	1,74 m
Uloin kääntösäde	5,11 m
Suurin nopeus	31 km/t

Työtilan alin korkeus:

1 m <sup>3</sup> kauhalla	3 m
1,6 m <sup>3</sup> kauhalla	3,30 m
Korin kuormaustila	8,7 m <sup>3</sup>

Moottori:

V 8 ilmajäähdytetty diesel.  
Teho 195 hevosvoimaa 2300 kierr./min.  
pakokaasun puhdistin.  
Vaihtoehtoisesti: Kaksi oksikalalisaattori-  
puhdistajaa.

OSAKEYHTIÖ *Ekströmin* KONELIIKE

HELSINKI 10 • P.LOK. 10310 • PUH 11421



# 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.

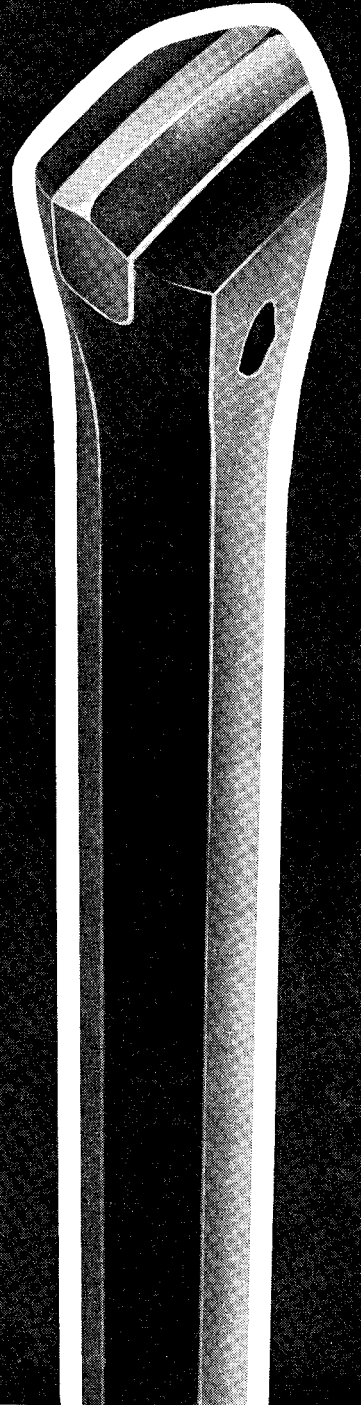
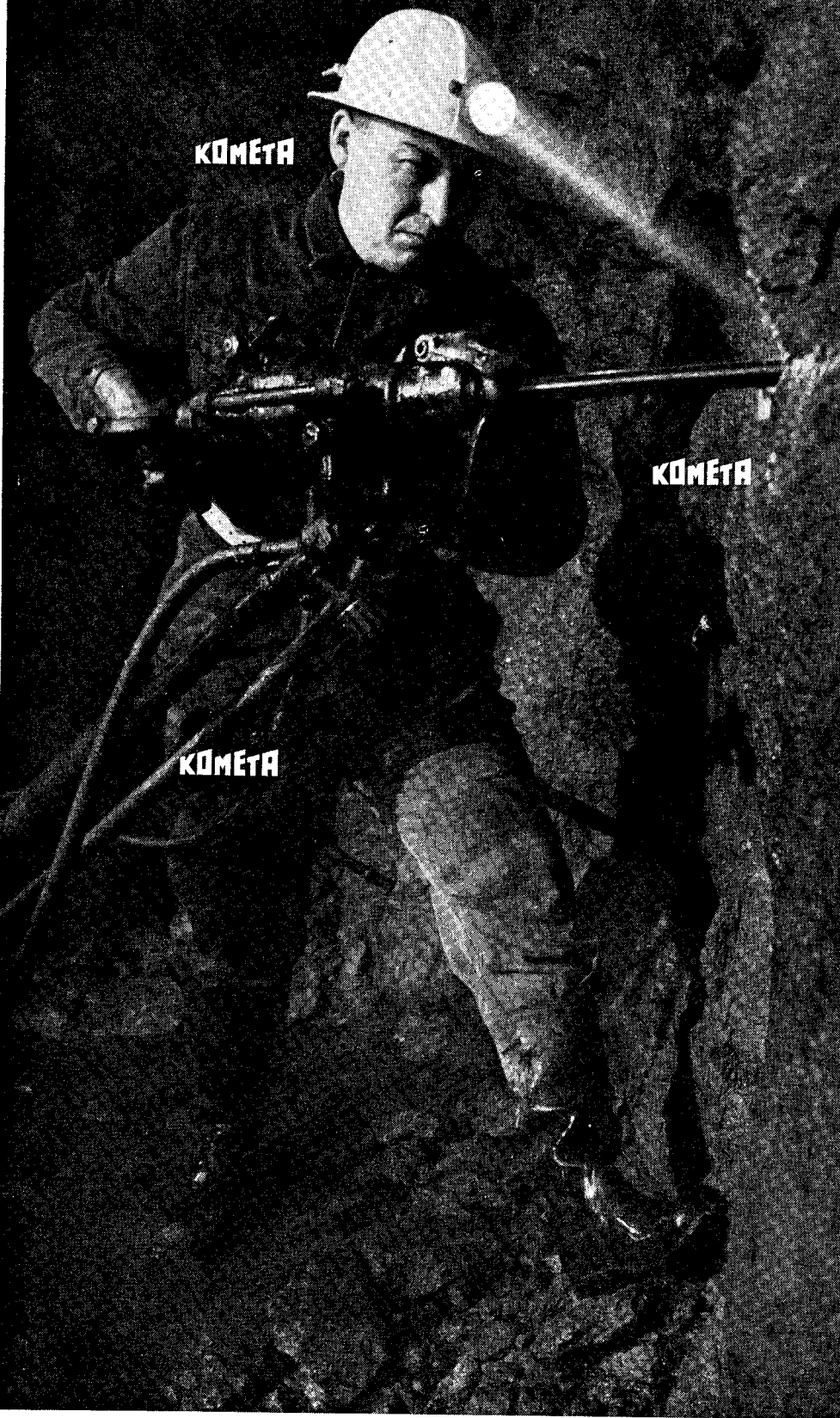
**Oy Tulenkestävät Tiilet Ab**

Eerikinkatu 14 A Helsinki 10 Puh. 64 53 41 — 64 53 42

Eriksgatan 14 A Helsingfors 10 Tel. 64 53 41 — 64 53 42

# KOMETA

kalliopora-  
kalusto

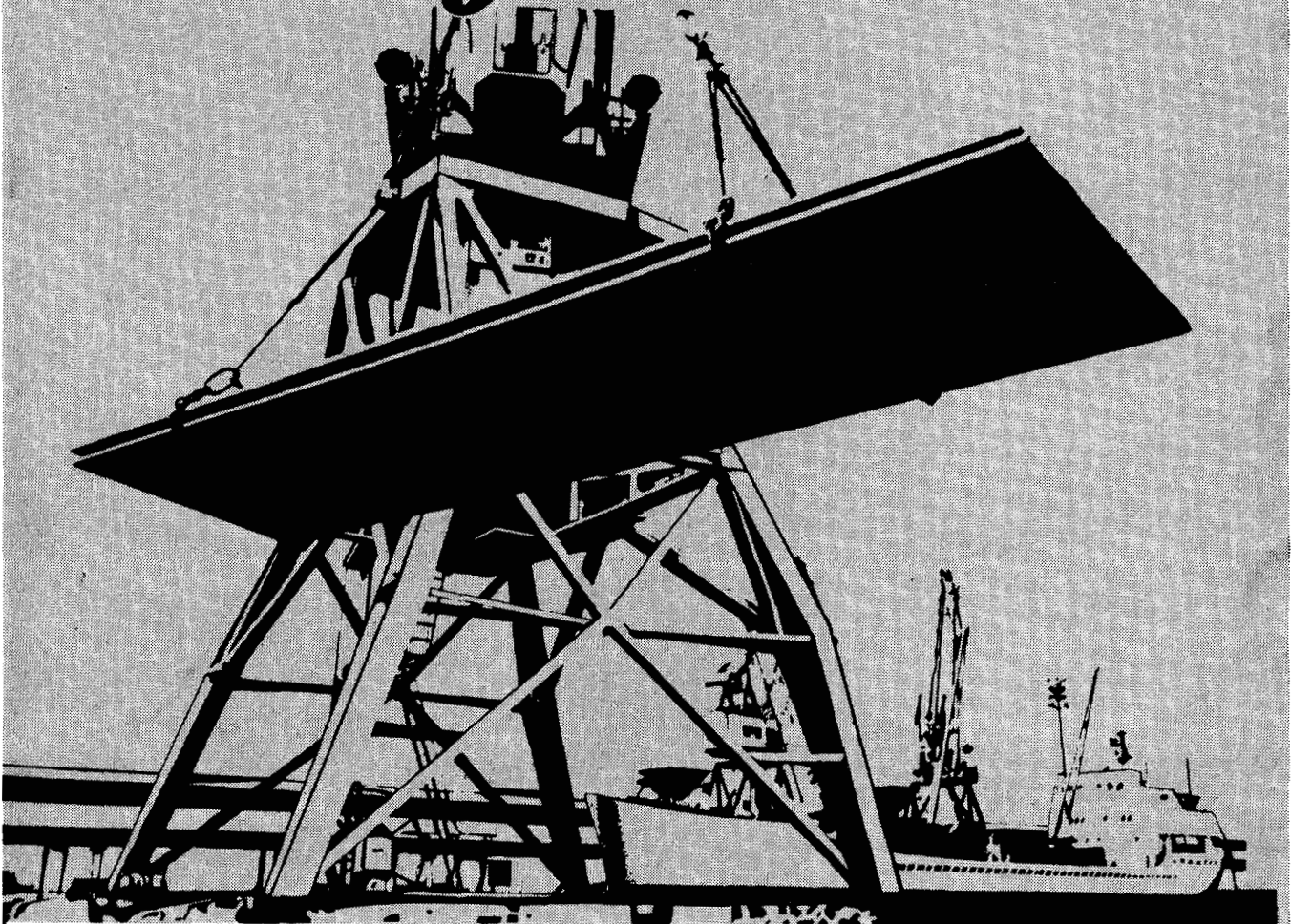


Suomalaista vientilaatua kautta linjan.  
Tutkittu ja koeporattu ankarissa olosuhteissa.  
Kuulapuhallettu. Korroosiosuojattu.  
Laatutakuu. Se on Kometa.  
kallioporat • jatkotangot • meisseliterät • kruunut

OY AIRAM AB  
**KOVAMETALLI**  
HELSINKI

**KOMETA**  
kannattaa  
valita

# tuotantoa maamme teollisuuden hyväksi



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-kin.

MALMINETSINTÄÄ • KAIVOSTOIMINTAA • RAUTAA • TERÄSTÄ

## **RAUTARUUKKI OY**

Ruoholahdenkatu 4 • Helsinki 18 • puh. 64 22 21

FOR

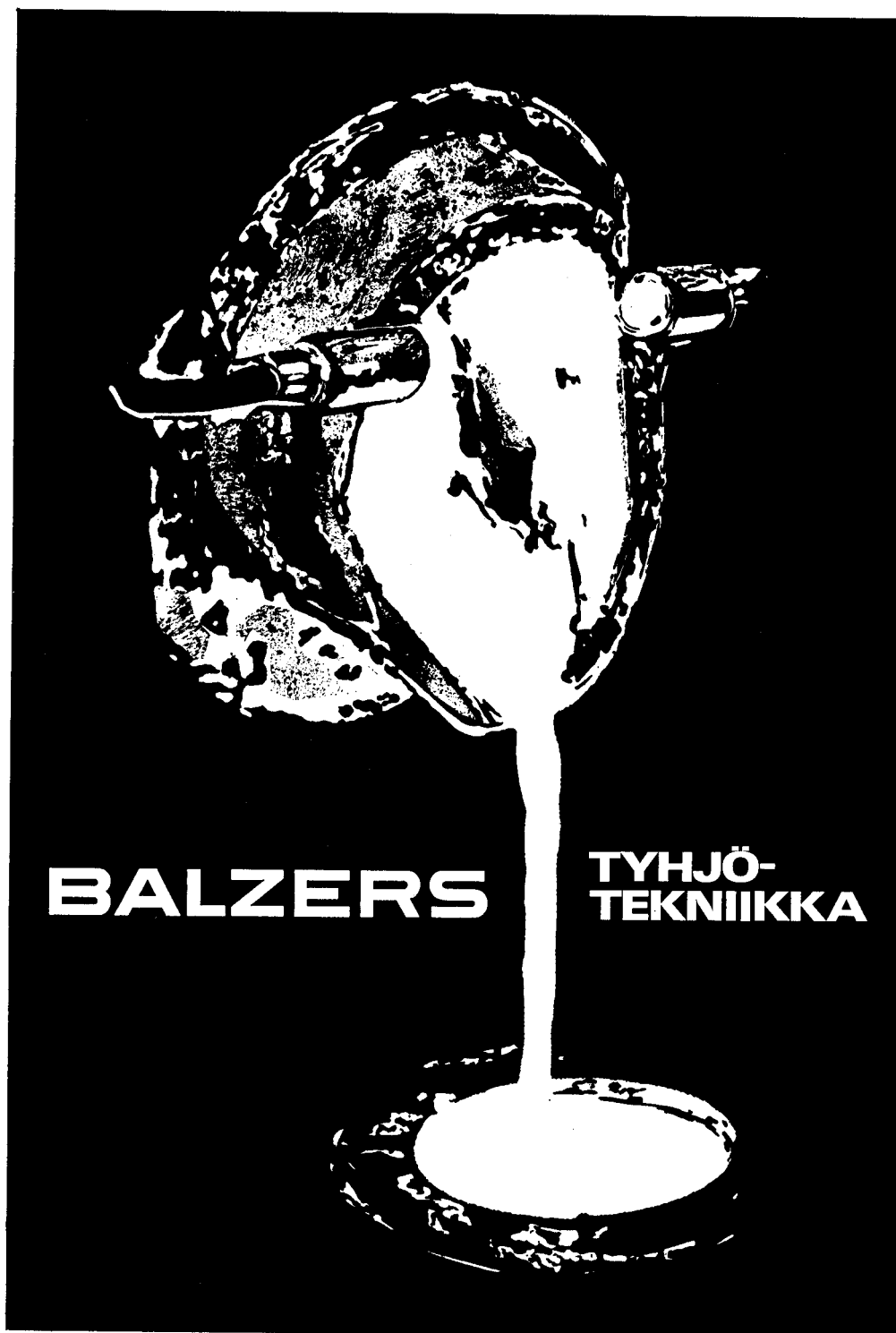
**STAL-LAVAL**  
— TURBINES —

ASK

**OY STAL-LAVAL AB**

Aleksanterinkatu 21 A Helsinki puh. 65 94 66





**BALZERS**

**TYHJÖ-  
TEKNIikka**

– nykyaikaisen metallurgian tekniikka  
Tyhjöuuneja tuotantoon ja tutkimukseen

- sulatus ja valu
- seostus
- lämpökäsittely
- sintraus
- kaasujen poisto
- juotos
- tislauk
- metallurgiset reaktiot

**HOI** HAVULINNA Oy  
Myynti ja näyttely  
Helsinki, Vuorikatu 16  
puh. 61451, telex 12-426

# Elämme teräksen varassa



Kun autoilija painaa "nastan lautaan", hänen henkensä on teräksen varassa. Päivittäin joudumme kaikki tilanteisiin, joissa meidän on luotettava teräksen kestävyYTEEN. Onhan kulkuneuvoissa, koneissa, nostureissa, rakennuksissa, silloissa — kaikkialla juuri ratkaisevissa kohteissa terästä.

Imatran teräkset ovat tämän luottamuksen arvoisia. Kokemus, uudenaikaiset tuotantomenetelmät, tehokas tutkimustoiminta ja kansainväliset yhteydet ovat tänään ratkaisevia tekijöitä.

Nykyajan tekniikka vaatii yhä sitkeämpiä ja lujempia teräksiä. Niitä kehitetään Imatralla. Tiedättekö, että uusimmissa Imatra-teräksissä 0,003 % booria antaa kylmätysätyille pulteille erinomaiset lujuusarvot.

Erikoisterästemme vienti johtaviin teollisuusmaihin kasvaa nopeasti. Se on paras osoitus kilpailukyvyttämme.

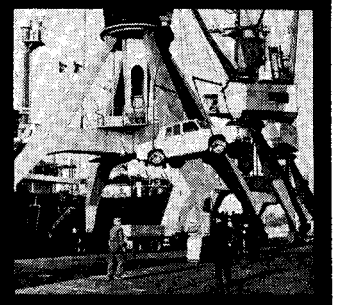
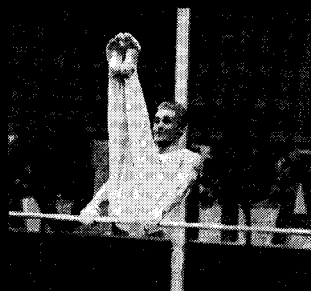
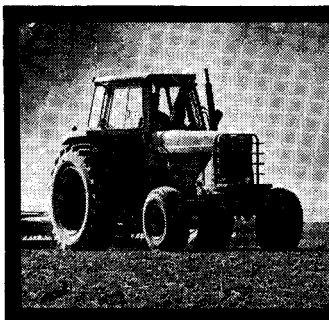
**Valitse Imatra-teräs. Se kestää.**



**Oy VUOKSENNISKA Ab**

Keskuskonttori

Lauttasaarentie 48, Helsinki 20  
Postiosoite: Lokero 10790, Helsinki 10  
Puhelin 90-67 00 91. Telex 12-747



# Rakennus- tarvikkeen tulikoe!



**PKK**

**Tiedätkö jonkin muun lämmön-  
eristeen, joka kestää tulikokeen  
ja eristää yhtä hyvin kuin**

## Vuorivilla

Tämä on kova koe.

Kaasuliekki kuumentaa vuorivillalevyn toiselta puolelta tulenhehkuseksi, mutta taustapuolella on viileää.

Vuorivilla on rakennustarvike, eikä ole tarkoitus, että se käytössä joutuisi tulikokeeseen. Mutta koe osoittaa, että Vuorivilla eristää ja kestää kaikissa tilanteissa. Se ei laske lämpöä läpi — eikä pala, sillä se on villaksi kehrättyä kiveä.

**Lämpimään kotiin varma lämmöneriste  
— VUORIVILLA**

**PARAISTEN KALKKIVUORI OSAKEYHTIO**

Parainen, puh. 921-44 422, Lappeenranta, puh. 953-12 860, Helsinki, puh. 90-642 020



**JATKUVA  
HALLITTU  
MATERIAALISYÖTTÖ  
MAGNEETTITÄRYSYÖTTÄJILLÄ**

Automatio ja kauko-ohjaus vaativat prosessien syöttövaiheissa luotettavia säädettäviä syöttölaitteita.

Tähän tarkoitukseen on kehitetty WEDAG-syöttäjä Jeffrey-lisenssin pohjalta parannettuna.

Portaaton säätö nolasta maksimiin.

Kuluvat pinnat varustettu helposti vaihdettavilla kulutuslevyillä, kumi- tai muovipäällystyksellä.

Tärytin vankkarakenteinen ilman kuluvia osia.

Syöttäjät varustettavissa myöskin säleiköllä.

Saman periaatteen mukaan myös putkisyöttäjiä, ränninkuljettimia ja syöttövaakoja (Waytrol).

**WEDAG**

**WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG · 463 BOCHUM**  
**VUORIKONE OY HELSINKI 10, ALEKSANTERINKATU 48, 65 55 19, 65 55 43**

# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS – BERGSMANNAFÖRENINGEN r. y.

Hallitus: yli-ins. Erkki Hakapää, puheenjohtaja, dipl.ins. Jürgen Schmidt, varapuheenjohtaja, fil.maist. Rolf Boström, teollisuusneuvos Aarne Heino, yli-ins. Anders Jernström, prof. Aarno Kahma, tekn.lis. Toimi Lukkarinen ja dipl.ins. Per Westerlund.

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

Sihteeri: dipl.ins. Erik Jakowleff, Oy Vuoksenniska Ab, Lauttasaarentie 48, Helsinki 20, puh. 67 00 91.

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

Metallurgijaosto: yli-ins. Toivo Toivanen, puheenjohtaja, dipl.ins. Rauno Seeste, sihteeri, Outokumpu Oy, Töölönkatu 4, Helsinki 10, puh. 44 05 11.

Geologijaosto: fil.tri Veikko Vähätalo, puheenjohtaja, fil.maist. Pentti Markkanen, sihteeri, Aarnivalkeantie 2 D, Tapiola, puh. 464 217, 465 217.

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 600:—, muut sivut 450:—, puolisivu 300:— ja neljännessivu 200:—.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 1

1969

27. VUOSIKERTA

## Kehittyvä kaivostekniikka

*Dipl.ins. Paavo V. Maijala, Outokumpu Oy, Helsinki*

Kaivostekniikan sanotaan olevan pikemminkin taidetta kuin tiedettä. Siinä sovelletaan tapaus tapaukselta kokemusperäistä tietoutta. Kuitenkin tämä on pätenyt etupäässä vain kaivostekniikan erääseen osaan, louhintatekniikkaan. Heterogeeninen kallioperä on materiaalina tuottanut sitä käsitteleville louhijoille arvaamattomia yllätyksiä, joita vain alalla saavutetun kokemuksen varovainen soveltaminen on jossain määrin pystynyt vähentämään. Viime vuosina on kuitenkin kallioperään materiaalina alettu tutustua entistä innokkaammin, tieteellisen tutkimuksen kaltaisella perusteellisuudella. Tutkimuskenttä on osoittautunut hyvin laajaksi ja mielenkiintoiseksi, antaen heti alusta pitäen lupauksia louhintatekniikan saattamisesta tieteelliselle pohjalle. Louhijan tarpeita varten suoritettu kallioperän tutkiminen on todella kehittynyt omaksi tietekseen, jota kutsutaan kalliomekaniikaksi.

Kaivostekniikan muilla aloilla on sen sijaan käytetty hyväksi useisiin eri tieteesiin perustuvien tekniikan alojen saavutuksia. Geologinen tutkimus on auttanut mm. selvittämään malmin ulottuvuuksia ja sen vaihteluita.

Poraustekniikka, tekniikka, jolla tehdään reikiä kallioon, on hyötynyt metalliopin ja paineilmatekniikan kehityksistä. Kaivokset ovat olleet mukana kehittämässä räjäytystekniikkaa omiin tarkoituksiinsa parhaiten soveltuvaksi. Lastaus- ja kuljetustekniikan alalla ovat kaivosolosuhteet vaatineet omien erikoiskoneiden kehittämisen. Edellä mainittuun voidaan lukea mukaan myös nostotekniikka, jossa on ollut silmiinpistäväenä automatiikan kehittyminen. Nämä kaikki tekniikan alat ovat tarpeen malmin eli kiven käsittelyssä. Itse kaivostuotannon mahdollistamiseksi ovat kuitenkin vielä muut tekniikan alat tarpeen. Näistä mainittakoon tuuletustekniikka, ilmastointitekniikka, puhtaan ja lietteisen veden pumppaustekniikka, suotautumistekniikka, saniteettitekniikka, työhygienian ja ergonomian. Nämä kaikki ovat tosin edistyneet huomattavasti viime vuosina, mutta niiden soveltamista ja suorastaan kehittämistäkin tarvitaan vielä runsaasti, että olosuhteet kaivoksissa työvoiman saannin varmistamiseksi saataisiin riittävän miellyttäväksi ja kilpailukelpoisiksi maanpäällisten työolosuhteiden kanssa.



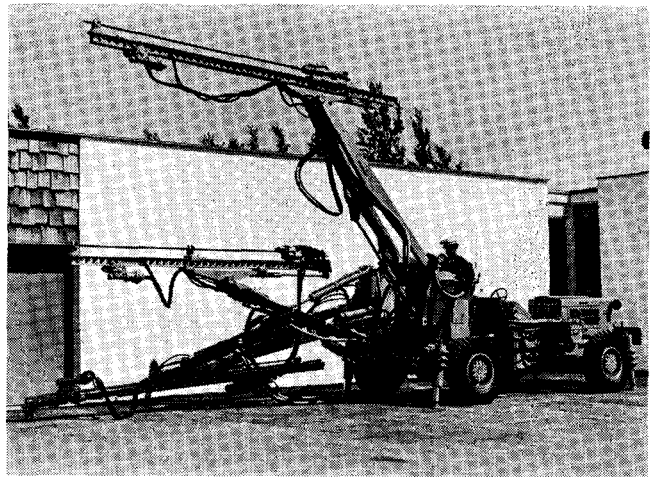
Kuten tunnettua, on tieteellinen tutkimus kaikilla aloilla ollut toisen maailmansodan jälkeen erityisen tehostettua. Ei ole siis ihmeteltävää, että monella tieteen alalla on saavutettu suuria ja suorastaan hämmästyttäviä löytöjä. Näistä on hyötynyt myös kaivostekniikka. — Sellainen laaja tutkimusala kuin avaruustutkimus on jakanut rippeitä saavutuksistaan myös »maan matoille», joka kiitollisuudella mainittakoon. Mutta jos samat varat ja voimat olisi käytetty maan, esim. maapallon kallioperän tutkimiseen, olisivat tutkimusten tulokset antaneet vielä enemmän kaivostekniikalle. On valitettavaa, että suunnitellusta ja jo paljon kohua aiheuttaneesta Mohole projektista ei toistaiseksi tullutkaan totta. Sillähän oli tarkoitus saada aikaan tutkimusreikä maan kuoren läpi ja aloituspaikkakin oli jo valittu. Karibian meren syvänteiden kohdalta olisi kuulemma maan kuori ollut ohuimmillaan. Kaivostekniikan alalla toimivat olisivat siitä projektista oppineet paljon, ei vain reiäntekotekniikkaa vaan paljon muutakin. Tästä projektista on eräs amerikkalainen yhdistys antanut julkilausuman: »Kyllä valtameren pohja on vähintään yhtä tärkeä kuin kuun takapuoli».

Kaivostekniikka pyrkii kehittämään keinoja ja menetelmiä, joilla malmassa olevat arvoaineet saadaan talteen mahdollisimman täydellisesti ja taloudellisesti vaarantamatta työhön osallistuvien terveyttä ja turvallisuutta. — Kaivostyön viimeaikaisesta kehittymisestä ja alan tulevaisuuden näkymistä kertominen vaatisi enemmän kuin mikä sopii tällaisen artikkelin puitteisiin, joten tällä kertaa rajoitetaan huomattavampiin alan saavutuksiin ja eräisiin tulevaisuudessa mahdollisesti toteuttamiskelpoisiin ideoihin.

### Poraustekniikasta

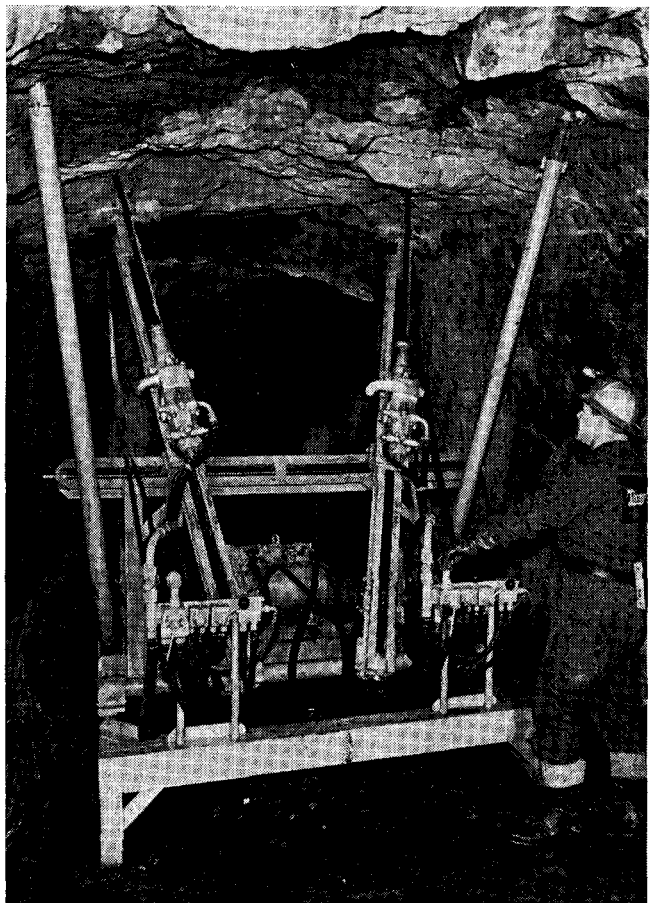
Poraustekniikassa oli kovametalliporien ja -terien käyttöönotto 50-luvun alkupuolella huomattavin teknillinen sovellutus ja kehitysaskel sitten kallioporakoneiden käyttöönoton jälkeen. Kun samaan aikaan tehdyt porakoneiden rakenteelliset parannukset huomattavasti lisäsivät niiden tehoa, tuli poran tunkeutuminen muutamassa vuodessa 2—3 kertaa nopeammaksi. Eräs poraustekniikan kehitysvaihe, keveät ja suhteellisen tehokkaat porakoneet polvisyöttölaitteiden kanssa ovat siirtymässä tilapäiskäyttöihin. Yhä nopeampaan poraukseen pyritäessä on kehitetty erilaisia poraustelineitä ja porausvaunuja mitä erilaisimpia käyttöolosuhteita varten. Suuremmat ja yhä tehokkaammat porakoneet ketju- tai ruuvisyöttölaitteisiin sijoitettuna pystyvät poraamaan nopeasti tarkkaan suunnattuja ja kymmenien metrien pituisia reikiä. Suurimmissa koneissa on vieläpä erillisyörittäminen, jolloin poran pyörittäminen voidaan säätää kiven laadun mukaan riippumatta koneen iskunopeudesta. Kiskoilla tai kumipyörillä liikkuviin porausvaunuihin sijoitetaan tavallisesti kaksi tai useampiakin porakoneita syöttölaitteineen hydraulisten tai mekaanisten puomien varaan. Kauko-ohjauslaitteiden avulla pystyy yksi porari hallitsemaan niitä kaikkia. Perien ja tunnelien ajossa käytetään porausvaunuja, jotka on siirtoa varten varustettu diesel-moottorilla. Kauko-ohjattavia puomilaitteita valmistavat useat eri maiden porakoneita valmistavat yhtiöt. Kuvat 1 ja 2.

Voidaan sanoa, että poraustekniikan kehittyminen on muutamassa vuodessa muuttanut louhintamenetelmiäkin. Mainittakoon vain hyvin suunnattujen pitkä-



Kuva 1.

reikien käyttö välitasolouhinnassa. Porauskuukustannusten pieneneminen on myös mahdollistanut silolouhinnan, niin avolouhoksilla kuin maanalaisten kaivosten valmistavien töiden tiloissakin. Tähän on ollut tietenkin vaikuttamassa myös räjäytystekniikan viimeaikainen kehitys.



Kuva 2.

## Räjätystekniikasta

Sen minkä kovametalliporat saivat aikaan poraustekniikan kehitykselle, sen ANO (ammoniumnitraatti-öljyseos) sai vastaavasti aikaan räjäytystekniikan kehittymiselle, ja erityisesti kaivoksissa. Sitä ryhtyivät kaivokset Suomessa itse valmistamaan 60-luvun alussa. Silloin myös todettiin, että kaivoksissa tullaan toimeen ilman dynamiittia, joka iskuherkkänä räjähdysaineena oli ollut osallisena useihin räjähdystapaturmiin.

Varmuusräjähdysaineista on ANO osoittautunut edullisimmaksi. Se on halpaa dynamiittiin verrattuna, eikä aiheuta kaivosmiehille päänsärkyä. Paineilmalla toimivilla panostuslaitteilla käy reikien panostaminen ANO:lla nopeasti. Sillä räjäytettäessä särky kallio riittävän pieniksi kappaleiksi, niin että louheen lastaus käytössä olevilla lastauskoneilla voidaan suorittaa ilman ylisuurien lohkariden edelleen särkemistä.

Tulilankanalleista luopuminen kaivoksissa ja siirtymisen sähkönsäätöön oli eräs 50-luvun huomattavimpia turvallisuustoimenpiteitä. ANO:a räjähdysaineena käyttäen ja sytyttämällä katko hidastenalleilla saadaan räjäytys suoritetuksi niin hallitusti, ettei louhostilaa ympäröivään kallioon tule säröjä kuin nimeksi ja sen pinta muodostuu ehjäksi. Kun vielä louhittavan tilan reunareikiä väliä pienennetään ja nämä reiät panostetaan keveästi esim. aniittia sisältävillä putkipanoksilla on räjäytystulos todella siisti heikkokossakin kivessä. Räjäytystuloksen taloudellisuutta lisää vielä se seikka, että kalliota tuskin ollenkaan tarvitsee lujittaa tai tukea jälkeensä.

## Kallion särkeminen ilman räjähdysainetta

Kaivostekniikan tulevaisuuden tavoitteena on menetelmä, jolla kallio saadaan särkymään ilman räjähdysainetta ja siis ilman räjähdysten aiheuttamaa kaasujen ja pölyn muodostusta sekä kallion rikkoutumista suunniteltua rajaa ulommaksi. Tutkimuslaboratorioissa on jo kokeiltu useita menetelmiä, mutta toistaiseksi niistä ei ole käytännön palvelukseen. On kokeiltu mm. erilaisilla jaksoluvuilla toimivaa vaihtovirtaa tai vaihtovirtamagneettista kenttää, ultraääniäaltoilua ja CO<sub>2</sub>-lasersäteilyä. Kokeiden tarkoituksena on päästä vaikuttamaan heikentävästi esim. kiven rakeiden välisiin sidoksiin. Vaikka kokeiden antamat tulokset ovat olleet verrattain heikkoja, ovat eräät mielikuvitusrikkaat henkilöt jo ehtineet uneksia tulevaisuuden louhinnasta. Voimakkailta lasersäteillä avattaisiin louhittavan osan rajapinnat ja muutamaan porareikiään sijoitetuilla ultraäänisondeilla täryteltäisiin kivimassa esim. karkean soran hienouteen. Sellainen aines voitaisiin sitten vaikkapa veteen sekoitettuna pumpputa putkea myöten maanpinnalle saakka. Säästytäisiin välilastauksista ja välimurskauksista. Toisaalta voidaan myös kysyä, miksi kuljetetaan koko kivimassa maanpinnalle, kun siitä voitaisiin sopia liikuttavia rikastusyksiköjä käyttäen erottaa arvoaines jo kaivoksessa, pumpputa se maanpinnalle ja jättää loput louhosten täytteeksi. Säästytäisiin arvottoman aineksen kuljetuksista, joihin kuuluisi myös uudelleen palauttaminen kaivokseen.

## Suurreikien porauksesta

Viime vuosien aikana ovat suureikäporakoneet eli »tunnelinjyrsinkoneet» kehittyneet juuri siinä suhteessa, että niillä pystytään jyrsimään yhä lujempaa ja sitkeämpää kalliota. Niistä ehkä aikanaan kehittyvät jatkuvatoimi-

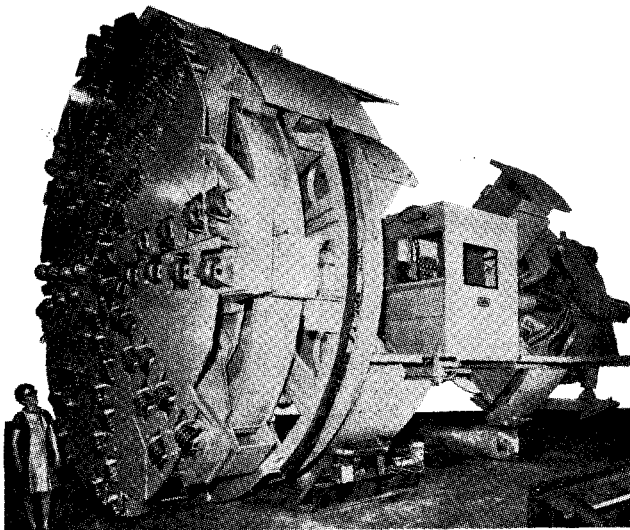
nen kovan kallion louhimiskone, jollaisia on jo käytössä hiilen louhinnassa. Nykyisellään jyrsinkoneiden terät kuuluvat kovassa kivessä liian nopeasti. Pehmeissä kivilajeissa, kalkkikivessä ja sitä pehmeämmässä on jyrsinkoneilla ajettu tunneleita, periä, kuiluja ja nousuja hyvällä menestyksellä, nopeasti ja taloudellisesti. Esim. 8,2 km pitkä ja 3 m halkaisijaltaan oleva Oso-tunneli Yhdysvalloissa ajettiin saviliuskeeseen ja hiekkakiveen 5 metrin tuntinopeudella ja kaikki keskeytykset huomioon ottaen 24 m vuorossa. Kivilajien puristuslujuus vaihteli 300—600 kg/cm<sup>2</sup>. Jyrsinkoneen eli »myyrän» oli valmistanut tällä alalla jo monivuotisen kokemuksen saanut James S. Robbins-yhtiö Seattlessa. Sen levymäisessä terässä on 22 kalliota leikkaavaa rullaa, joita painetaan hydraulisesti kalliota vasten 200 kg/cm<sup>2</sup>:n paineella, neljän 100 kW:n sähkömoottorin pyörittäessä terää 5—6 kierroksen nopeudella minuutissa. Terän sivussa on kauhoja, jotka nostavat murskeen terän yläosaan ja pudottavat sen kuljetushihnalle, joka jatkeilla varustettuna kuljettaa sen n. 100 metrin päähän. Murskeen jatkokuljetus hoidettiin Oso-tunnelissa akkuveturin vetämällä 10-vaunun junalla. — Tämän kaltaisella suureikäporakoneella on ajettu yli 11 metriä halkaisijaltaan olevia tunneleita n. 2,4 metrin tuntinopeudella.

Kuilujen ja nousujen ajossa on jyrsinkoneita myös käytetty. Niissä on murskeen poistaminen terän läheisyydestä ollut hankalaa. Jatkuvatoimisesti se on onnistunut sekottamalla murske liejuun, samankaltaiseen kuin öljyporauksessakin, ja pumpuamalla se sitten suspensionaan maanpinnalle. Viime aikoina on murskeen liettäminen vedellä myös onnistunut tyydyttävästi. — Yleensä nousujen ajo on suoritettu siten, että ylhäältä käsin on ensin porattu pilot-reikä, halkaisijaltaan 6—10 tuumaa, ja se sitten laajennettu halkaisijaltaan 1,2—1,5 m:n avarrusterällä alhaalta ylöspäin.

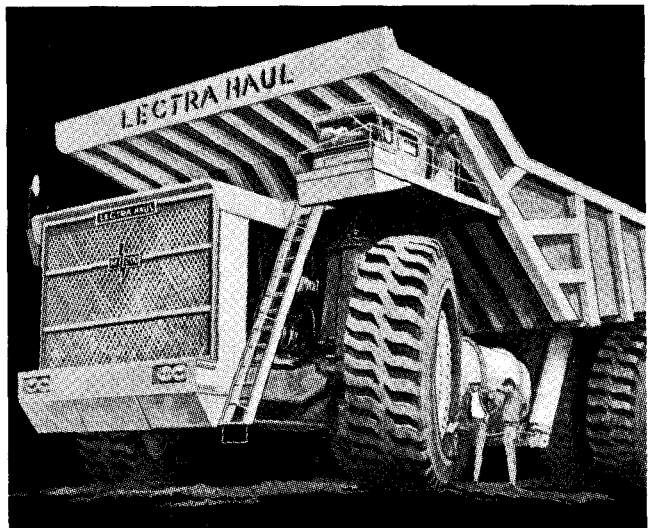
Suureikäporauksella saadaan pyöreä reikä, joka on monessa suhteessa turvallinen. Kalliosta vallitsevassa jännityskentässä pyöreään tilaan ei muodostu haitallisia jännityshuippuja, liikakiven irtoamisvaara on melko vähäinen, miehen ei tarvitse olla poratusta tilassa työn aikana ja kallioseinämien lujittaminen tai tukeminen jää miltei olemattomaksi. On todettu, että porattu reikä säilyy ehjänä melko heikkokossakin kivessä. Eräissä Kanadan kaivoksessa ajettiin »myyrällä» 500 jalkaa pitkä nousu, halkaisijaltaan 4 jalkaa, hyvin heikkoon kiveen. Sen ajo kesti vain kaksi viikkoa ja reikä on säilynyt komuamatta ilman lujittamista. Samanlaiseen kiveen entisellä menetelmällä ajettuna, siis poraten ja räjäyttäen, nousun teko kesti kuusi kuukautta. Se vaati koko matkaltaan lujittamista ja lisäksi tukemisen. — Kuilunajosta runsaasti vettä sisältävään kallioon on myös saatu hyvin myönteisiä tuloksia. Kuvassa 3.

Kovan kallion poraukseen suunniteltu Jarva Mark 21 tunnelinjyrsinkone, jossa käytetään Reed Drilling Tools yhtiön valmistamia leikkuurullia. Koneessa on laser ohjausjärjestelmä.

Tähän mennessä on suureikäporauksella tehty taloudellisesti reikää kiveen, jonka puristuslujuus on ollut n. 2000 kg/cm<sup>2</sup>. Siis graniittia voitaisiin jo porata tietyissä olosuhteissa. Ruotsissa ovat LKAB ja Boliden yhtiöt kokeilleet nousujen ajoa avarrusmenetelmällä. Lujimpien kivilajien puristuslujuus oli n. 2800 kg/cm<sup>2</sup>. Kokeet osoittivat suureikäreikiä kulumisen olevan vielä liian nopeita, joten 48 tuuman eli 1,13 m<sup>2</sup>:n nousu tuli n. kaksi kertaa kalliimmaksi kuin muilla menetelmillä tehty 4 m<sup>2</sup>:n nousu. Vertailtuja menetelmiä olivat Jorahissin ja Alimak-hissin sekä pitkäreikiä käyttö.



Kuva 3.

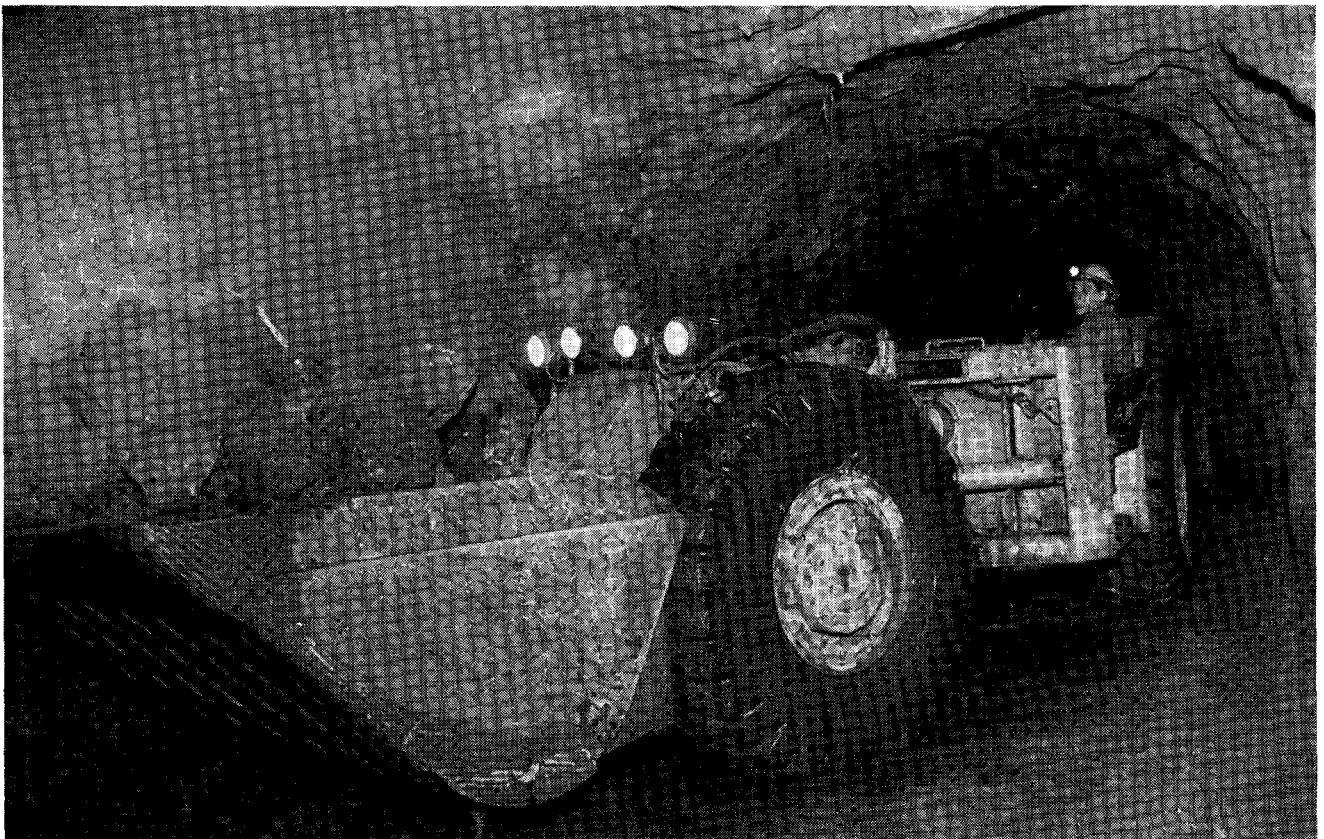


Kuva 4.

### Kuljetuskaluston kehityksestä

Kiskoilla liikkuvan kuljetuskaluston kilpailijaksi on viime vuosina tullut kumipyörillä ja diesel-voimalla liikkuva kalusto, josta varsinkin kuormansa itse lastaavat koneet eli ns. siirtokuormaimet ovat ketteryydellään ja nopeudellaan tulleet suosituiksi kautta maailman. Tosin jo 50-luvun lopulla ilmestyi kaivoskäyttöön sopivia kumipyörillä liikkuvia siirtokuormaimia, mutta ne kuten T2G ja T4G olivat paineilmakäyttöisiä ja paineilmaletkun pituus ja niin ollen myös niiden kulkumatka oli rajoitettu. Ne edelleenkin sopivat mainiosti tiettyjen valmistavien töiden kivensiirtoihin. Niiden kilpailijoiksi

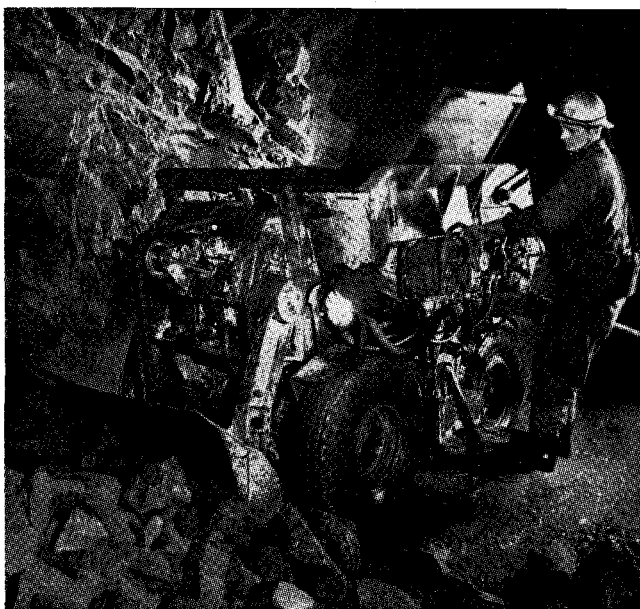
ovat tulleet raskaat etukuormurit ja dieseltrukit. Viime mainitut ovat hyvin yleisiä avolouhoksilla, mutta matalarakenteisia trukkeja eli kiven siirtoautoja, kuten Kiruna-trukkeja, on käytössä maanalaisissakin kaivoksissa. Avolouhosten ja maanpäällisten louhintatyömaiden trukkien koko on kasvanut vuosi vuodelta. Noin vuosi sitten oli 100 tonnin trukki maailman suurin, mutta ei kestänyt kuin jonkun kuukauden, kun 200 tonnin trukki ilmestyi näyttämölle, eli Las Vegasissa lokakuussa 1968 pidetyn kaivoskongressin näyttelyyn. Kuva 4.



Kuva 5.

Raskaat trukit vaativat lujapohjaisia ja vahvoja kuljetusteitä. Sama seikka on havaittu kaivoksissakin, joissa raskas kumipyörillä liikkuva kalusto jo yksinomaan sen kunnossa pysymisen vuoksi on vaatinut kuljetusperien päällystämisen. Kaivoksissa, joissa tippuva ja juokseva vesi on hapanta, päällystemateriaali on muodostunut probleemaksi.

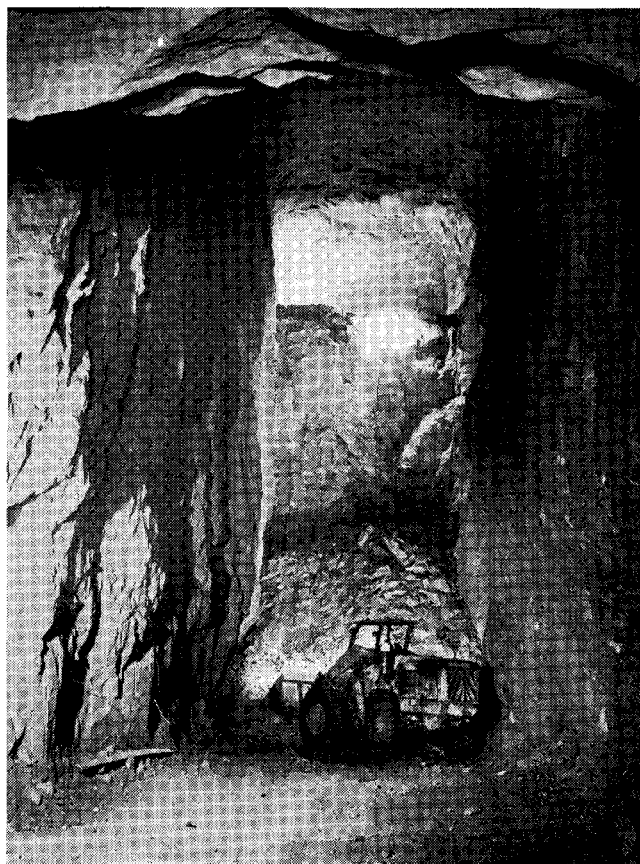
Itselastaavat siirtokuormaimet saattavat kuljettaa yli kymmenen tonnin kuormia kauhassaan ja vieläpä 17°:sta vinoperää ylöspäin 0,8 km/h, muuttajan kuumenemisestä johtuen tosin vain n. 200 metrin matkan kerrallaan. Tällaisia raskaita siirtokuormaimia ovat mm. Wagner Mining Scoop Tram, Joy TL-110 Transloader, Eimco 915 LHD ja Wabco Scoopmobile. Kuva 5. Nämä kaikki ovat Diesel-käyttöisiä. Vastaavia paineilmakäyttöisiä siirtokuormaimia ovat Atlas-Copcon v. 1965 liikkeelle laskema Cavo 310 ja saman valmistajan myöhemmin tuottama edellistä suurempi malli, Cavo 510. Kuva 6. Nämä ovat pienempiä kuin edellä mainitut,



Kuva 6.

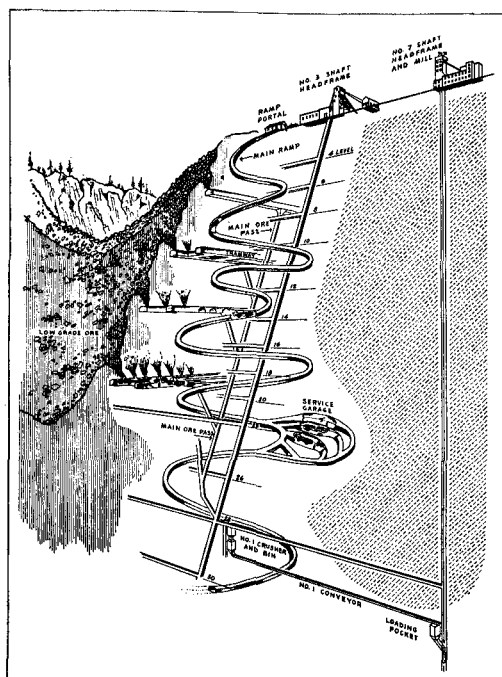
kauhakoot 125 ja 500 l, mutta ne eivät kuljetakaan kuormaa kauhassaan, vaan lastaavat sillä korinsa eli konttinsa. Konttien koot ovat 1 m<sup>3</sup> ja 2,2 m<sup>3</sup>. Vastaavan kaltainen konttikone on myös edellä mainittu Joy'n Transloader. Siirtokuormaimet ovat viimeisten viiden vuoden aikana kehittyneet niin tehokkaiksi ja myös taloudellisiksi koneiksi, että ne ovat suorastaan saaneet aikaan eräiden louhintamenetelmien soveltamisen niiden käyttöä silmälläpitäen. Kun aikaisemmin käytettiin erillisiä lastaus- ja kuljetuskoneita, oli aina toinen niistä vuorotellen työttömänä. Kuva 7. Siirtokuormain on jatkuvasti työssä oleva kone.

Tehdäkseen siirtokuormaimen käytön mahdollisimman joustavaksi, on moni kaivos yhdistänyt eri tasot kierukkamaisesti ajettulla vinoperällä, rampilla, joka usein on ulotettu maanpinnalle saakka ja ajopinnoiltaan päällystetty esim. betonilla. Hyvänä esimerkkinä on Inco'n Creighton kaivos, jossa on toistakymmentä Wagner'in siirtokuormainta huolehtimassa malmin kuljetuk-



Kuva 7.

sista eri tasoilla. Aikaisemmin käytettiin siihen 125 hv:n raappavinttureita 1,8 metriä leveine kauhoineen. Nämä 53 raappaa poistetaan asteettain kaivoksesta. Louhintamenetelmänä tässä kaivoksessa on lohkosorroslohinta. Kuva 8. — Eräissä Outokumpu Oy:n kaivoksissa

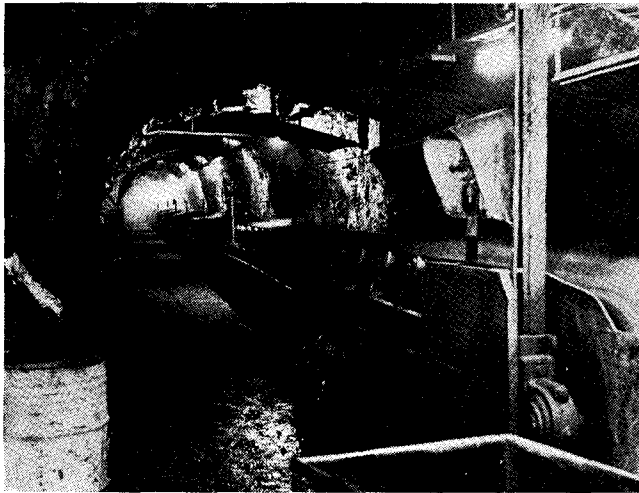


Kuva 8.



on myös ajettu vinoperäyhteyksiä tasojen välille siirtokuormaimia varten. Siirtokuormaimien tultua yleiseen käyttöön on mekanisoidusta täyttölouhinnasta tullut ehkä maailman suosituin louhintamenetelmä. Menetelmän etuina mainittakoon sen taloudellisuus ja hyvä malmin talteensaanti. Pilareiden malmikin saadaan melko tarkkaan talteen. Menetelmän valmistavat työt ovat nopeasti suoritettavissa ja halvat muihin menetelmiin verrattaessa; on arvioitu, että ne ovat vain puolet pitkäreikä-välitasolouhinnan tai makasiinilouhinnan kustannuksista. Louhintaporauksessa käytetään useampipuomisia, kumipyörillä kulkevia porausvaunuja. Sementin lisäys hydrauliseen täytteeseen sen kovettamiseksi on myös havaittu edulliseksi monissa kaivoksissa. Tällainen täytehän on ollut Outokummussa yleinen jo 50-luvun alusta lukien.

Kaivosten pitkät vaakasuorat kuljetukset tulevat vielä raskailla kiskoilla kulkevalla kalustolla edullisemmiksi kuin kumipyöräkalustolla, varsinkin jos kuljetuksessa käytetään suuria, pohjasta tyhjentäviä vaunuja ja voimakkaita, hydrostaattisella vaihteistolla varustettuja Diesel-vetureita. Tällaisia on mm. Vihannin ja Kotalahden kaivoksissa. — Muista malmin kuljetukseen kehitetyistä menetelmistä mainittakoon White Pine kuparikaivokselle valmistunut Dashaveyor-kuljetin. Se on lähes yhdeksän kilometrin pituinen, suljettuun tilaan sijoitettu erikoislaatuisia yksikköjuna nopeasti kuljetava järjestelmä. Kuljetusmenetelmän kokeilut ovat juuri meneillään. — Erityisen maininnan ansaitsevat erikoisrakenteiset hihnakuuljetimet, joita on viime aikoina otettu paljon käyttöön suurissa avolouhoksissa. Niillä kuljetuksen on todettu tulevan edullisemmaksi kuin trukeilla, jos matka on pitkä. Kuva 9. — Vihannin kaivoksessa on myös valmistunut tällainen 800 metrin pituinen hihnakuuljetin malminkuljetukseen.



Kuva 9.

### Louhittujen tilojen lujitus- ja tukemistarpeesta

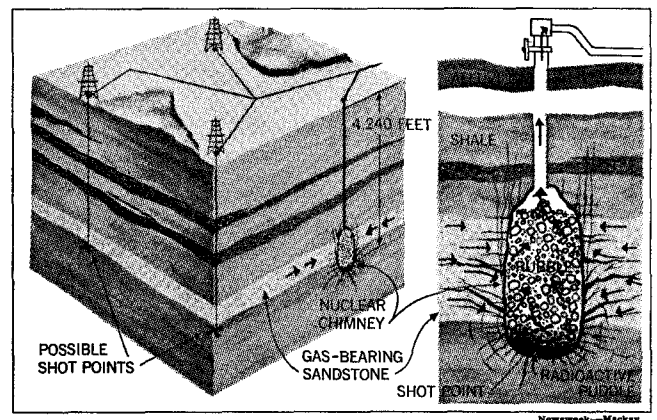
Räjähdyttämällä avattujen kalliotilojen katto ja seinät vaativat hyvin usein lujittamista tai tukemista. Pukitusta ja teräskaaria ei paljonkaan enää käytetä. Sen sijaan betoniruisutus nopeasti kuivuvalla betonimassalla on osoittautunut tehokkaaksi, kunhan se suoritetaan mahdollisimman nopeasti räjäytyksen jälkeen, heikoissa kivissä jo ennen louheen lastausta. Sitä voidaan vahvistaa esim. seuraavan katkon räjäytyksen jälkeen.

Jos lisäksi katsotaan kallion vaativan pulttista, voidaan se suorittaa turvallisesti betonikerroksen läpi. Hyvin rikkonaisen kiven injektointi joko sementtimassalla tai formaldehyydihartsin liuoksella, johon on juuri ennen injektointia sekoitettu erityistä koviteainetta, on ennakkoon suoritettuna todettu edulliseksi. Tällainen hartsi-liuos kovettuu lujaksi tunnin kuluttua. — Kuten suurreikäporauksen yhteydessä mainittiin ei siten tehdyn kalliotilan seinämiä tarvitse useinkaan lujittaa. Menetelmällä ei rikota ympäröivää kiveä, eikä muutenkaan häiritä sitä.

Louhosten tukemisessa käytetään nykyään usein hydraulista täyttöä, kuten jo edellä mainittiinkin. Sellainen täyte tukee louhosten seinämiä ja estää louhoksen katon jännevälän kasvamisen. Siten siis myös louhoksen katossa eivät vetojännitykset kasva sen lujutta suuremmiksi. Käytettäessä täyttölouhintaa, muodostetaan jokaisen levyn louhinnalla uusi kattopinta ja siten se ei koskaan ehdi aloittaa komuilemista.

### Eräs atomivoiman hyödyllinen käyttötapa

Vuoden 1967 joulukuussa toteutettiin Uuden Meksikon pohjoisosassa projekti Gasbuggy. 26-kilotonin atomipommi räjäytettiin luonnonkaasua sisältävässä hiekkakivessä n. 1300 metrin syvyydessä. Kuva 10. Räjäytyk-



Kuva 10.

sen tarkoitus oli selvittää pystytäänkö siten muodostamaan kiveen laajalle ulottuva rakoilusysteemi, jonka avulla kaasun saanti vilkastuisi. Atomin räjäytysvoimaa käytettiin ensi kerran kaupalliseen tarkoitukseen ja se antoi positiivisen tuloksen. Jo nyt on valmisteilla mm. projekti Sloop suhteellisen köyhässä kuparimalmissa Saffordin luona Arizonassa. Tarkoituksena on särkeä malmi riittävästi tietyllä alueella, ajaa perä särkyneen massan alle ja aloittaa oksidisen kuparimalmin uuttaminen rikkihapolla. Arvoaineiden liuottaminen paikoillaan olevasta malmista tarjoaa köyhien malmien hyväksikäytölle lupaavaa tulevaisuutta. Sulfidisen kuparin uuttamiseksi on myös kehitetty sopiva liuotin — rautaa oksidoiva bakteeri.

### Työpaikkaolosuhteista

Kun kerrotaan kaivostoiminnan tulevaisuuden näkymistä, ei saa unohtaa toimenpiteitä, joilla kaivoksen työpaikkojen olosuhteita pyritään parantamaan eli saattamaan kilpailukelpoisiksi maan päällä olevien työpaikko-



# Sulfidien vaahdotus alipaineessa

*Dipl.ins. Antti Mikkonen, Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos*

Vaikka nykyiset vaahdotuskoneet ovat pitkän kehityksen tulos, näyttää vaahdotuksen tehokkuudessa olevan vielä parantamisen varaa erityisesti hienojen raeluokkien osalta.

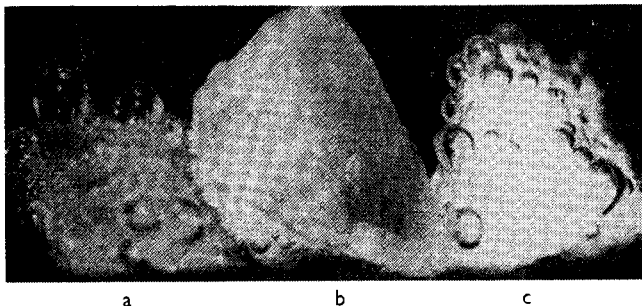
Uusimman kansainvälisen, laboratoriotutkimuksiin perustuvan tietämisen valossa tarjoaisi lietteeseen liuenneen kaasun selektiivinen saostaminen mineraalipinnoille oleellisia etuja pyrittäessä tehokkaampaan vaahdotuserotukseen.

Tämä artikkeli esittelee uutta kaasunsaostuksen hyväksikäyttöön perustuvaa, alipaineessa tapahtuvaa vaahdotusmenetelmää ja -laitteistoa sekä sillä saatuja tehdasmittakaavaisia käyttökokemuksia.

## Ilmakuplien synnyttäminen kaasunsaostuksella

Ilman liukeneminen veteen riippuu Henryn lain mukaisesti liuotusolosuhteista. Tunnettua on, että niin pian kuin vichyvesipullon korkki avataan, hiilidioksidi alkaa saostua kuplina pullossa olevaan nesteeseen. Tämä johtuu ympäristön paineen alenemisesta nestefaasin suhteen.

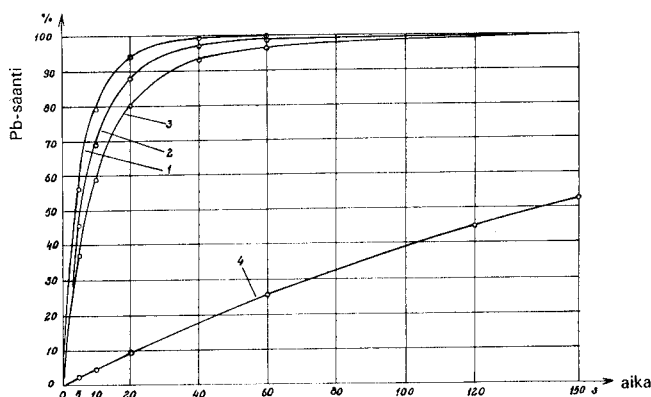
Samana periaatteen mukaisesti voidaan lietteeseen liuenneen ilmajäämän saostaa vaahdotusprosessin yhteydessä. Vaahdotuksen kannalta on suuri käytännön merkitys sillä seikalla, että ilmakuplat saostuvat selektiivisesti kokoojareagenssien peittämille hydrofobisille mineraalipinnoille. Tämä teoria perustuu toteamukseen, että höyrinpainetta on kääntäen verrannollinen pintajännitykseen ja vaahdotuslietteessä on kokoojakemikaalien peittämien pintojen pintajännitys veteen nähden pienempi kuin muiden.



*Kuva 1* Valokuva ilman selektiivisestä saostumisesta natriumoleaatin peittämille mineraalipinnoille. Ilmakuplia muodostuu fluorisälvän (a) ja baryytin (c), mutta ei kvartsirakeen (b) pinnalle. Kllassenin mukaan

## Kaasunsaostuksen merkitys vaahdotuksessa

On selvää, että kaasunsaostuksella syntynyt ilmakuplasto vain erikoistapauksissa on riittävä vaahdotuksen suorittamiseksi. Kokeellisesti on kuitenkin osoitettu, että selektiivisesti saostuva kaasu aktivoi vaahdotusta helpottaen partikkelin kiinnittymistä isompaan ilmakuplaan. Tärkein merkitys kaasunsaostuksella on hyvin hienojakoisen materiaalin vaahdotuksessa. Pienen partikkelin on vähäisestä massastaan johtuen normaalisti vaikea päästä ilmakuplan välittömään läheisyyteen ja se joutuu kuplaa ympäröivien vesivirtojen mukaan. Kuva 2 esittää -0,03 mm:n lyijyhohteen vaahdotumista kvartsilietteestä eri alipaineissa vaahdotusajan funktiona.



*Kuva 2* -0,03 mm:n lyijyhohteen vaahdotuminen kvartsilietteestä eri alipaineissa ajan funktiona. J. Huber-Panu:n mukaan

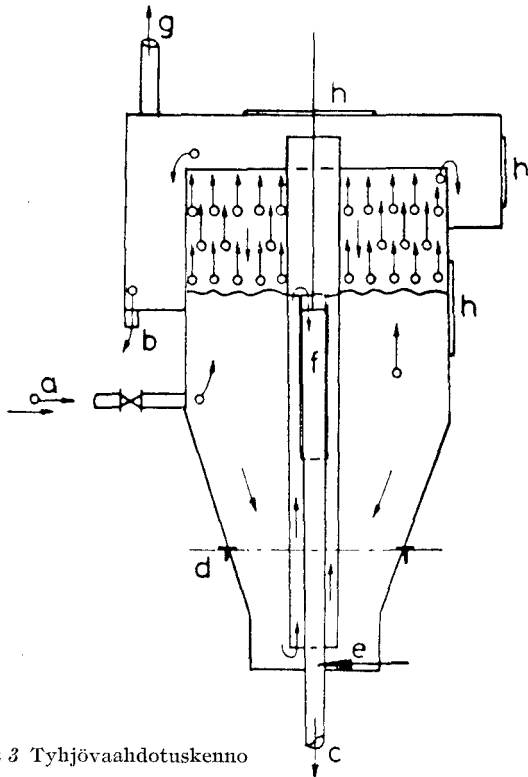
1. vaahdotus 40 torr:n paineessa
2. » 230 » »
3. » 360 » »
4. » ilmanpaineessa

## Tyhjövaahdotus teollisuudessa

Tyhjövaahdotuksen saralla on Francis Elmoren menetelmä ja laitteisto vuodelta 1904 perustana. Richardsin Ore Dressing sisältää joukon tyhjövaahdotuskokeita mainitulla laitteistolla. Hämmästyttävää on, että nämä tasoltaan nykyaikaiset tulokset saavutettiin yli puoli vuosisataa sitten, aikana jolloin laitteiston teoreettinen tausta ja nykyiset vaahdotuskemikaalit olivat tuntemattomia.

Elmoren kennon lisäksi tunnetaan vaahdotustekniikassa ainakin yksi, hiilenvaahdotuksessa käytetty, tyhjöprosessi. Lisäksi kaasunsaostusperiaatetta sovelletaan puunjalostusteollisuudessa jäteveden puhdistukseen.

Kevättalvella -66 aloitti VTT:n Vuoritekniikan laboratorio tehdaskokeet tyhjövaahdotuslaitteistolla Ylöjärven rikastamossa. Outokumpu Oy:n toimesta prototyyppiä kehoitettiin edelleen Kotalahden kaivoksella. Myöhemmin v. 67-68 on prosessia tutkittu kolmen kennon tyhjövaahdotusmobiililla Virtasalmen ja Harjavallan rikastamoissa.



Kuva 3 Tyhjövaahdotuskemmo

- a — syöte
- b — rikaste
- c — jäte
- d — suutin
- e — hiekkaportti
- f — säädettävä jäteportti
- g — yhteys imukoneelle
- h — valvontaikkuna

### TYHJÖVAHDOTUSKENNO

Kokeillun tyhjökennon rakennetta esittää kuva 3. Kennon suunnittelussa on otettu huomioon lähinnä seuraavat näkökohdat:

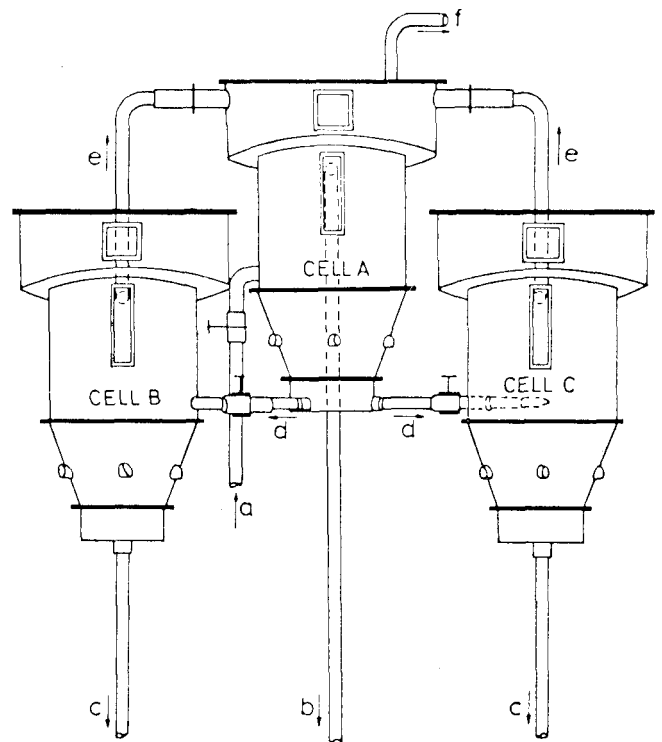
- rakenteellisesti kenno on pyritty saamaan yksinkertaiseksi. Siinä ei ole liikkuvia osia, vaan muotoilemalla kenno sopivasti sekä lisäämällä sen alaosaan suuttimilla paineilmaa liete pysyy suspensiossa
- suuttimien ilmalla saadaan vaahdotus helposti säädettäväksi
- vaahdotuksen korkeutta säädetään lietepinnan korkeutta muuttamalla

Kennon lisäksi kuuluvat koepiiriin:

- laitteet alipaineen aikaansaamiseksi kennossa
- laitteet rikasteen ja jätteen poistamiseksi kennosta sekä
- lietteen valmistuslaitteet

Vaahdotusliete (a) imetään kennossa vallitsevalla alipaineella kennon sylinterimäiseen keskiosaan. Alipaineessa kaasun saostuminen ja kupla-alkioiden muodostuminen tapahtuu välittömästi. Lisäilmaa syötetään jatkuvana kuplastona kennon kartiomaiseen alaosaan suuttimilla (d).

Rikastetuote (b) valuu kennon yläosaan kiertävään ränniin ja poistuu painovoiman avulla rikasteputkeen ja lietelukkoon. Jäte (c) valuu osittain jäteportin (f) osittain hiekkaluukun (e) kautta jäteputkeen ja poistetaan samoin lietelukon kautta.



Kuva 4 Kolmen kennon tyhjövaahdotuspiiri

- A — esivaahdotuskemmo
- B ja C — jälkivaahdotuskemmo
- a — syöte
- b — rikaste
- c — lopullinen jäte
- d — esivaahdotusjäte
- e — riperikaste
- f — yhteys imukoneelle

### Vaahdotuskokeet yksikkökennolla

Yksikkökennolla Ylöjärven ja Kotalahden rikastamoissa suoritettujen alustavien koeajojen perusteella saatiin tehdä seuraavat toteamukset:

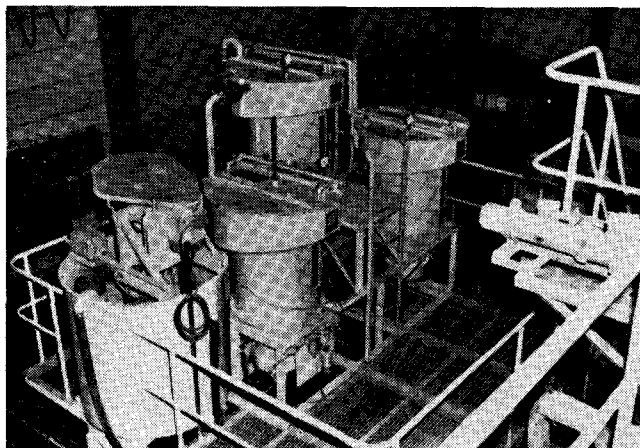
- kennon kapasiteetti oli huomattavan korkea. 0,25 m<sup>3</sup>:n koeyksikkö käsitteli n. 10 % Ylöjärven rikastamon syötteestä
- kuitenkin korkealaatuisen rikasteen ja puhtaan jätteen tuottaminen samanaikaisesti yhdessä käsittelyvaiheessa tuotti hankaluutta

- jälkivaahdotuskokeissa, joissa kennon syöte oli esi-vaahdotuskokeiden jätteen luokkaa päästiin yhtä puhtaaseen jäteanalyyysiin kuin tehtaalla
- Kotalahden kupari-nikkeli erotuksessa, jolloin syöte oli hienojakoista yhteisrikastetta saavutettiin ajoin jopa terävämpi erotus kuin tehtaan 10 m<sup>3</sup>:n piirissä kapasiteettien ollessa samat. Tämä viittasi menetelmän sopivuuteen hienojakoisille lietteille
- energian kulutus erotusvaahdotuskokeissa oli 2–3 kWh/t 1. 30–40 % tehtaan vastaavasta luvusta

### TYHJÖVAAHDOTUSPIIRI

Edellä esitettyjen yksikkökennolla saatujen kokemusten perusteella rakennettiin kolmen kennon tyhjövaahdotuspiiri, jossa lietteiden sisäinen kierto on mahdollista. Piiriä kokeiltiin Virtasalmen ja Harjavallan rikastamoissa.

Kuva 3 esittää kolmen kennon kytkentää. Tässä tapauksessa esivaahdotuksen (A) jäte kerrataan kahdessa rinnakkaisessa jälkivaahdotuskennossa (B) ja (C). Jälkivaahdotuksen rikaste palautetaan ilmvirran mukana kennoon (A), joka tuottaa lopullista rikastetta. Lopullinen jäte saadaan kennoista (B) ja (C).



Kuva 5 Valmentimen ja kolmen kennon muodostama tyhjövaahdotuspiiri Virtasalmen rikastamossa

### Kokeet tyhjövaahdotuspiirillä

Osottautui, että Virtasalmen kuparikiisuvaahdotuksessa 1 m<sup>3</sup>:n koekennosto käsitteli n. 15 % tehtaan syötteestä samoin tuloksin. Rikastamon kennotilavuus oli 30 m<sup>3</sup>; vaahdotusaikojen suhde tällöin 1:5.

Taulukko 1. Tyhjövaahdotustuloksia kolmen kennon vaahdotuspiirillä Virtasalmen rikastamossa 0,5 kg/cm<sup>2</sup> paineessa.

	tyhjövaahdotus		rikastamo kokeiden aikana
	koe 1	koe 2	
syöttö, t/h	3,0	5,0	25,0
syöte, % Cu	0,67	0,97	0,72
rikaste, % Cu	20,20	20,30	24,19
jäte, % Cu	0,023	0,062	0,032
saanti, %	96,8	94,2	95,7

Harjavallan rikastamossa vaahdotetaan 91 % –270 mesh'in hienouteen jauhetusta metallurgisesta kuonasta kuparirikaste. Tyhjövaahdotuspiiriä kokeiltiin seuraavasti:

- koeajot rinnan tehtaan mekaanisten OKKO-piirien kanssa.
- tyhjövaahdotuskokeet köyhällä kuparikuonalietteellä
- vaahdotuskokeet normaali-ilmanpaineessa köyhällä kuparikuonalietteellä

Kokeissa, joissa syöttö vaihteli 2–3 t/h päästiin tyhjövaahdotuspiirillä sekä jäte- että esirikasteanalyyseissä vähintään samaan tulostasoon kuin tehtaan mekaanisissa OKKO-piireissä. Oleellista tällöin oli se, että tyhjövaahdotuksen tarvitsema kennotilavuus ja vaahdotusaika oli vain 1/6–1/8 mekaanisten kennojen vastaavasta. Edelleen analysoitaessa tuotteista ±270 mesh'in raelukat erikseen havaittiin nimenomaan hienojen raeluokkien parempi vaahdottuminen alipaineessa.

Taulukko 2. Keskiarvoanalyysi tyhjövaahdotuskokeista OKKO-piirien syötteellä Harjavallan rikastamossa 0,4 kg/cm<sup>2</sup> paineessa.

	syöte rikaste		jäte		saanti, %	
	% Cu	% Cu	+270 mesh % Cu	–270 mesh % Cu		
Tyhjö- vaahdotus	0,76	6,92	0,41	0,62	0,39	49,0
OKKO- piirit	0,76	5–10	0,44	0,60	0,43	42,4

Tyhjövaahdotuslaitteistolla alipaineessa ja normaali-ilmanpaineessa suoritetuissa vertailevissa koeajoissa saatettiin edelleen todeta köyhän kuonalietteen selvästi voimakkaampi vaahdottuminen alipaineessa.

Taulukko 3. Keskiarvoanalyysiä vaahdotuskokeista köyhällä kuparikuonalla Harjavallan rikastamossa.

Tyhjövaahdotus 0,4 kg/cm<sup>2</sup> paineessa

tuote	%	% Cu	+270 mesh	–270 mesh
			% Cu	% Cu
syöte	100,0	0,42	0,84	0,40
rikaste	16,1	0,85	0,90	0,83
jäte	83,9	0,33	0,64	0,32
saanti, %		34,9	82,3	32,5

Vaahdotus ilmanpaineessa

tuote	%	% Cu	+270 mesh	–270 mesh
			% Cu	% Cu
syöte	100,0	0,44	0,84	0,42
rikaste	6,1	1,07	2,10	1,04
jäte	93,9	0,40	0,80	0,38
saanti, %		14,5	4,3	15,0

Todettakoon, että edellä esitetyt tyhjövaahdotustulokset ovat useiden päivien, jopa viikkojen mittaisten koeajojen tuloksia.

Jatkuu siv. 52

# Koboltin valmistus Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtailla

*Dipl.ins. Per Olov Grönqvist, Outokumpu Oy Kokkolan tehtailla*

Kobolttitehtaan raaka-aineena on Outokummun kaivoksen tuottama rikkirikaste, joka sisältää noin 0,7 % kobolttia sekä lisäksi nikkeliä, kuparia ja sinkkiä. Osa rikasteesta toimitetaan suoraan tehtaalle, osa pasutetaan selluloosatehtailla ja tulee pasutettuna Kokkolaan.

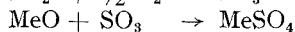
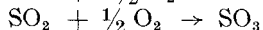
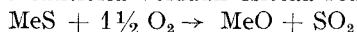
Koboltin valmistus jakautuu neljään päävaiheeseen, jotka ovat:

- sulfatoiva pasutus
- liuotus
- liuospuhdistus
- metallin valmistus

## I. SULFATOIVA PASUTUS

Sulfatoivan pasutuksen tarkoituksena on saattaa arvometallit vesiliukoiseen muotoon raudan jäädessä liukenemattomiksi oksideiksi.

Reaktioita voidaan esittää seuraavasti



Missä Me = Co, Ni, Cu, Zn ja Fe

Reaktioita edistävänä reagenssina lisätään syötteesen natriumsulfaattia.

Sulfatointi suoritetaan kahdessa rinnakkaisessa pyörerekerrospasutusuunissa. Uunit ovat suorakaiteen muotoisia ja ne on jaettu väliseinillä neljään lohkokon. Yhden uunin arinapinta-ala on 63 m<sup>2</sup>.

Pasutettu rikaste, joka edustaa noin 75 % kokonaisyöttestä, syötetään uunin ensimmäiseen lohkokon ja sulfatoitun pasutteen poisto tapahtuu neljännessä lohkokosta. Jokaiseen lohkokon annostellaan lisäksi sen verran rikkirikastetta, että oikea sulfatointilämpötila noin 680°C sekä oikea kaasunkokoomus saavutetaan.

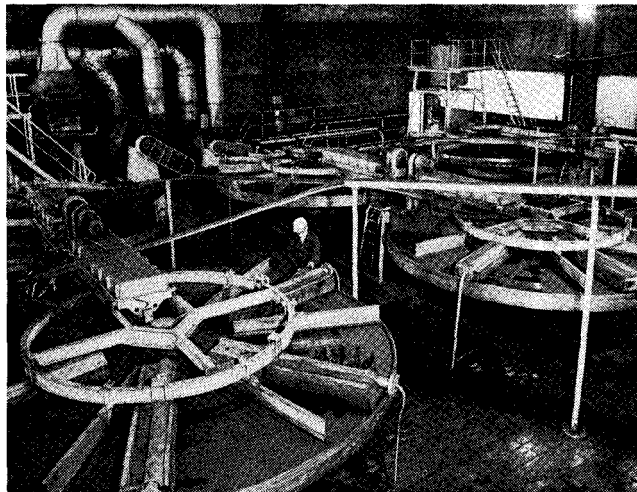
Uunista poistettu sulfatoitu pasute jäädytetään noin 120°C lämpötilaan ja syötetään magneettierottimiin. Magneettinen osa, jonka sulfatoitumisaste on alhainen, palautetaan uuniin. Epämagneettinen osa johdetaan liuotusreaktoriin.

Rikkidioksidipitoisista pasutuskaasuista erotetaan karkein pöly syklooneissa ja kaasu jäädytetään jätelämpökattilassa, jossa tuotetaan korkeapainehöyryä. Hienoin pöly poistetaan sähkösuodattimissa, jonka jälkeen kaasu johdetaan rikkihappotehtaalle.

## II. LIUOTUS

Liuotusreaktorissa kiintoaine sekoitetaan laimeaan kobolttisulfaattiliuokseen ja saatu liete pumpputaan sakeuttimeen. Sakeuttimen alite johdetaan toiseen sakeuttimeen ja tämän alite syötetään kuudelle rinnakkain kytketylle tasosuodattimelle. Suodattimilla suoritetaan nelivaiheinen vastavirtapesu ja pesty rautaoksidi kuivataan ja myydään purppuramalmina.

Suodattimen pesuvesi, joka vastavirtaan kulkiessaan on väkevöitynyt, syötetään toisen sakeuttimen kautta liuotusreaktoriin ja edelleen ensimmäiseen sakeuttimeen. Tämän ylite sisältää noin 20 g Co/l, 7–8 g Cu/l, 10–12 g Zn/l ja 6–7 g Ni/l sekä vaihtelevia määriä rautaa, natriumia, magnesiumia, alumiinia ym. ja se pumpputaan liuospuhdistukseen.

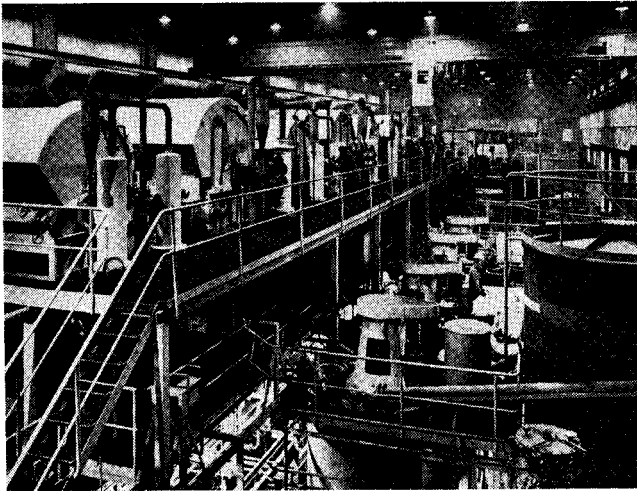


*Kuva 1. Purppuramalmin pesusuodattimet.*

*Fig. 1. Washing and filtering of purple ore.*

## III. LIUOSPUHDISTUS

Vertailtaessa kobolttiprosessin suunnittelun yhteydessä eri liuospuhdistusmenetelmiä päädyttiin selektiivisiin metallisulfidisaostuksiin käyttäen rikkivetyä saostusreagenssina. Kaikki rikkivetysaostuksiin käytettävät reakti-

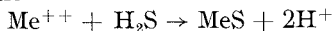


Kuva 2. Näkymä liuospuhdistusosastolta.

Fig. 2. A view over the solution purification plant

torit ovat identtisiä ja niiden tehollinen tilavuus on 20 m<sup>3</sup>. Ne ovat kovakumivuorattuja ja varustettu potkurisekoittimilla, joiden kansiläpivientinä on vesilukkojärjestelmä, joka samanaikaisesti toimii varoventtiilinä. Normaali paine reaktorissa on n. 200 mm H<sub>2</sub>O.

Metalli-ionin Me<sup>++</sup> saostus rikkivedyllä tapahtuu yhtälön



mukaan ja säätämällä liuoksen pH:ta voidaan selektiivisesti erottaa määrättyjä metalleja toisistaan. pH säätöön käytetään ammoniakkivettä.

### a. Kuparin ja sinkin poisto

Liuotusvaiheesta tulevan liuoksen pH on noin 1,5 ja siitä saostetaan kupari sulfidina ilman neutralointia. Syntynyt kuparisakka suodatetaan, pestään ja toimitetaan Harjavallan kuparisulattoon.

Sinkin poisto on kobolttitappioiden pienentämiseksi jaettu kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa liuos esineutraloidaan ja noin 90 % sinkistä saostetaan mahdollisimman puhtaana sinkkisulfidina, joka myöhemmin tullaan jalostamaan edelleen sinkiksi.

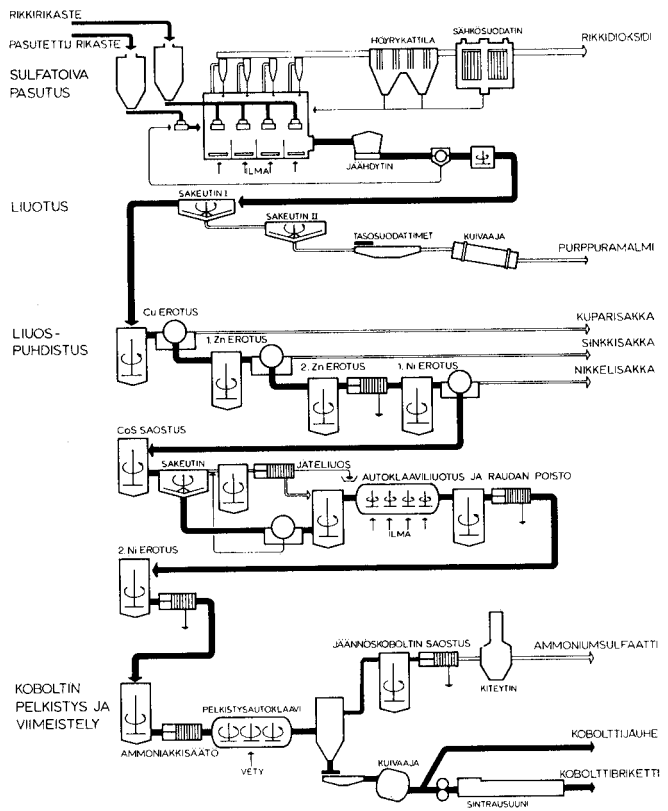
Toisessa vaiheessa saostetaan loput sinkistä, mutta silloin ei voida estää kobolttin osittaista keraosaostumista. Tästä syystä saatu sakka liuotetaan ja palautetaan alkuliukseen.

### b. Nikkelin poisto

Myöskin nikkelin saostus on suoritettava kahdessa vaiheessa. Ensiksi saostetaan 75–80 % liuoksen sisältämästä nikkelistä, jolloin kuitenkin tapahtuu kobolttin osittaista keraosaostumista. — Nikkeli sekä saostunut koboltti toimitetaan Harjavallan nikkelitehtaalle, jossa koboltti erotetaan liuospuhdistuksen yhteydessä ja palautetaan koboltti-III-hydroksidina kobolttitehtaalle.

Nikkelisaostuksen toinen vaihe suoritetaan liuoksen väkevöimisen jälkeen (katso virtauskaaviota), jolloin

### KOBOLTTITEHTAAN PROSESSIKAAVIO

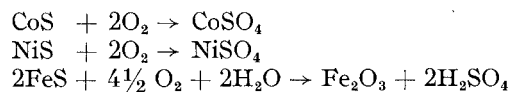


lopputuotteessa aikaansaadaan korkea Co/Ni-suhde. Toisen vaiheen runsaasti kobolttia sisältävä sakka liuotetaan uudelleen ja liuos palautetaan nikkelin poiston ensimmäiseen vaiheeseen.

### c. Muiden metallien poisto

Ensimmäisestä nikkelin poistovaiheesta tuleva liuos sisältää kobolttin ja jäljelle jääneen nikkelin ohella rautaa, natriumia, magnesiumia ym. Tästä liuksesta saostetaan koboltti ja nikkeli sulfideina ja valtaosa epäpuhtauksista jää jäteliukseen. Saostetut sulfidit suodatetaan, pestään, lietetään veteen ja syötetään liuotusautoklaaviin.

Liuotusautoklaavissa, jonka lämpötila on 140°C ja paine 10 kp/cm<sup>2</sup>, tapahtuu mm. seuraavia reaktioita:

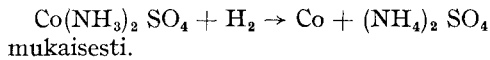


Autoklaavista saatu liete suodatetaan ja liuos, joka sisältää noin 90 g Co/l ja noin 6 g Ni/l, syötetään nikkelin poiston toiseen vaiheeseen ja sieltä edelleen metallin valmistukseen. Autoklaavin jäännössakka palautetaan sulfatoivaan pasuttoon.

## IV. METALLIN VALMISTUS

### a. Pelkistys

Koboltin pelkistäminen metalliksi tapahtuu vedyllä ammoniumsulfaattipitoisesta koboltidiamminisulfaattiliuoksesta bruttokaavaan



Prosessin on kehittänyt ja patentoinut kanadalainen Sherritt Gordon Mines Ltd.

Liuospuhdistuksesta tulevaan liuokseen lisätään nesteistä ammoniakkaa ja ammoniumsulfaattia siten, että pelkistettävän liuoksen kokoomus on noin 60 g Co/l, 300 g  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ /l ja  $\text{NH}_3$ /Co moolisuhde 2,3.

Pelkistys tapahtuu panoksina autoklaavissa 180°C:n lämpötilassa kokonaispaineen ollessa 40 kp/cm<sup>2</sup>. Koboltti pelkistyy hienojakoisena pulverina, jonka annetaan laskeutua. Pelkistetty liuos dekantoidaan, autoklaavi täytetään uudelleen ja suoritetaan uusi pelkistys. Tätä toistetaan, pulverin raekoon kerta kerralta kasvaessa, kunnes noin 40 pelkistykseen jälkeen autoklaavi tyhjenetään ja uusi pelkistysjakso aloitetaan alusta.

Pelkistettyyn liuokseen jää 1—2 g Co/l, joka saostetaan rikkivedyllä ja sakka liuotetaan ja palautetaan prosessiin. Suodoksesta kiteytetään ammoniumsulfaatti, josta osa käytetään prosessissa ja ylijäämä myydään.

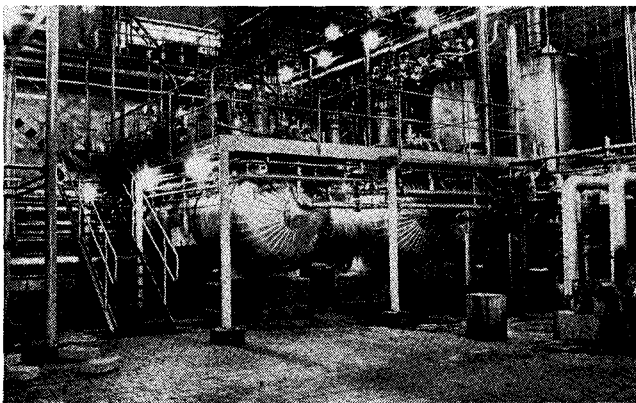
### b. Pulverin käsittely

Autoklaavia tyhjennettäessä dekantoidaan pääosa liuoksesta eroon pulverista, joka sitten pestään, suodatetaan ja kuivataan tyhjiökuivaimessa.

Kuiva pulveri seulotaan ja toimitetaan joko sellaiseenaan tai briketoituna ja sintrattuna myyntiin.

Tehtaan kapasiteetti on 1 200 t kobolttia/vuosi ja tuotetun koboltin analyysi on seuraava:

Co	99,8+ %
Ni	≤ 0,1 %
Cu	< 0,001 %
Zn	< 0,001 %
Fe	< 0,005 %



Kuva 3. Koboltin pelkistysautoklaavit

Fig. 3. Cobalt reduction autoclaves

## VETY JA RIKKIVETY

Tehtaan toimintaan kuuluu oleellisesti vedyn ja rikki-vedyn valmistus. Vety tehdään kevytbensiinistä ja vesi-höyrystä reformointilaitoksessa, jonka kapasiteetti on 80 kg H<sub>2</sub>/h. Vetyä käytetään pelkistämiseen, brikettien sintrauksessa sekä rikkivedyn kehittämiseen.

Rikkivety valmistetaan johtamalla vetyä sulaan rikkiin 450°C lämpötilassa, ja tämä tekniikka on tehnyt mahdolliseksi rikkivedyn käytön teollisuusmittakaavan kemikaalina. Rikkivetykehittimen kapasiteetti on 500 kg H<sub>2</sub>S/h.

## Summary

### The Cobalt Production at Outokumpu Kokkola Works

The article gives a short description of the new Cobalt Plant erected at Kokkola. The raw material is pyrite-pyrrhotite concentrate and the process comprises the following main operations: Sulphatizing roasting, leaching, solution purification and cobalt metal recovery.

In the solution purification selective metal sulphide precipitation with hydrogen sulphide is used. A hydrogen reduction process developed by Sherritt Gordon Mines Ltd., Canada, is used for the cobalt metal recovery from cobalt sulphate solution.

### Jatkoa sivulta 22

jen olosuhteiden kanssa. Kaivokseen tarvitaan nykyään etupäässä vain koulutettua työvoimaa, erilaisten koneiden käyttäjiä. Lapiomiesten aika on ohi. Koneet hoitavat lapioinnin. Kaivosromantiikkaa ei myöskään ole enää. Kaivosmiehiä on houkuteltava työpaikoilleen niin kuin muuallekin, tarjoamalla inhimilliset työolosuhteet ja tehtyä työtä vastaava palkka. — Olosuhteiden parantamiseksi on jo tehty paljon työtä. Mainittakoon vain koneellisen tuuletuksen tehostaminen, tuuletus ilman esilämmittäminen pakkasten aikana, perien ym. paikkojen valaistus, ruokailupaikkojen ilmastointi, usvanpoisto porauspaikoilta ja erilaiset pölynsitomiskeinot.

### Kehittämismahdollisuuksia on runsaasti tarjolla

Kehittyvälle kaivostekniikalle on vielä tarjolla runsaasti muitakin tieteiden sovellutuksia, laser-säteiden käyttö suunnan tarkistamiseen, kalliomekaniikan menetelmät ja instrumenttiikka louhinnan suunnittelussa ja varmistamisessa, tietokoneen mahdollisuudet louhintamenetelmien, koneiden ja erilaisten laitteiden käytön vaihtoehtojen optimoinnissa, kaluston kauko-ohjaus- ja automatisointimahdollisuudet jne. Kaivostekniikkaa voidaan kehittää ja saada kaivostoiminta yhä tehokkaammaksi, taloudellisemmaksi ja turvallisemmaksi. Siihen tarvitaan koulutettua henkilökuntaa, kaivosmiehiä, kaivostyönjohtajia ja kaivosinsinöörejä sekä heidän lisäksi lukuisia eri tekniikan ym. alojen erikoismiehiä. Kaivosten tarvitseman työvoiman saanti tulee lähitulevaisuudessa vaikeutumaan. Se on kuulemma muodostumassa kansainvälisesti todetuksi probleemaksi. Kaivosteollisuuden on todella kiireesti otettava huomioon mahdollisuutensa eri teollisuuden alojen kilpailussa.



# Tulenkestävän keraamisen materiaalin valinta eri tarkoituksiin

*Prof. M. H. Tikkanen, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi*

*Esitelmä pidetty Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskuksen kurssilla "Keraamiset tulenkestävät uunirakenteet"*

## 1. YLEISTÄ

Keraamiset tuotteet kuuluvat materiaaliryhmään, joka on ollut tunnettu jo ammoisista ajoista lähtien. Tämä on johtanut siihen, että keramiikkaa vielä tänä päivänä rasittaa eräänlainen historiallinen painolasti, minkä vuoksi tämä ala nojaa edelleenkin pääasiassa kokemusperäiseen tietoon. Toisena nykyiseen asiantilaan vaikuttavana tekijänä on se, että keraaminen tutkimus, joka kuuluu kiinteän aineen kemian ja fysiikan alaan, on jäänyt viime vuosikymmenien aikana ratkaisevasti jälkeä muiden tekniikan alojen rinnalla. Tämä on puolestaan aiheuttanut puhtaasti teknologisen keramiikan kehityksessä vastaavaa hidastumista, jonka vaikutukset ovat korjattavissa vain pitkällisen kehitystyön avulla. Kolmantena tekijänä on vielä korostettava sitä tosiasiaa, että rasitukset, joiden alaiseksi tulenkestävä keraaminen materiaali saattaa käytännössä joutua, ovat siksi moninaiset ja vaikeasti arvioitavissa, että todella päteviä ohjeita ja sääntöjä ei ole mahdollista aikaansaada kaikkiin eri tarkoituksiin. Näistä seikoista johtuu, että tulenkestävän materiaalin järkipäiväinen ja mielekäs valinta on yksi vaikeimmista tehtävistä käytännössä, ellei valinnan suorittajalla ole muiden kokemuksia käytettävissään.

Useimmiten on tilanne käytännössä se, että uunirakenteiden materiaali valitaan täysin aikaisempaan käyttökokemukseen perustuen. Milloin taloudellisista ja teknillisistä syistä ei ole tarpeen pyrkiä materiaalimuutoksiin, kyseessä ovat triviaalitapaukset, joista ei ole tarvis sen enempää keskustella. Tilanne muuttuu kuitenkin kokonaan, mikäli kyseessä on aivan uusi prosessi tai uudet rakenteet ja rasitukset. Tällaisessa tapauksessa materiaalin onnistunut valinta edellyttää ehdottomasti, että valinnan suorittaja pystyy selvittämään itselleen kaikki olennaiset käytön ko. materiaalille asettamat vaatimukset.

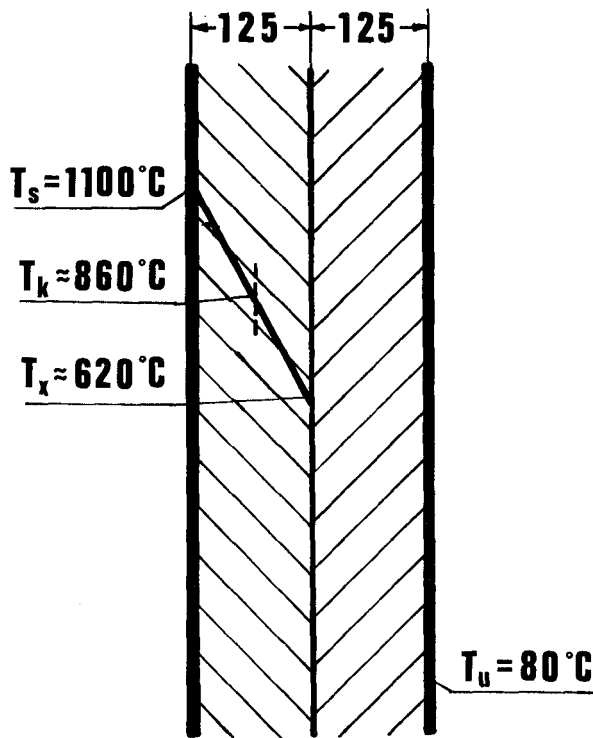
## 2. FYSIKAALISTEN RASITUSTEN MERKITYS VALINNASSA

Käytännössä on paljon sellaisia tapauksia, joissa uunirakenteisiin kohdistuvat rasitukset ovat luonteeltaan pääasiallisesti fysikaalisia. Tällöin on sopivan keraamisen rakennemateriaalin valinta suhteellisen helppoa, vaikka ei aina olisi käytettävissä aikaisempia kokemuksia aivan vastaavista tapauksista. Kuten kurssin myöhemmistä esitelmistä selviää, valinnan suorittajalla on normaalisti

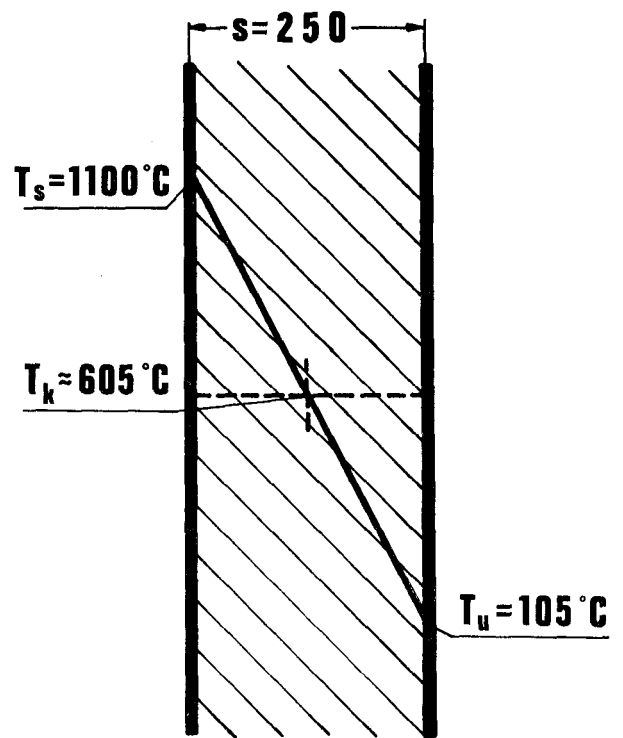
käytettävissään suuri määrä numerotietoa, joka koskee ko. materiaalin sulamispistettä, pehmenemislämpötilaa, lämmönjohtokykyä, lämpölaajennusta jne., joiden avulla on mahdollista päätellä, mitkä materiaalit periaatteessa voivat tulla kysymykseen.

Ei kuitenkaan ole syytä kuvitella, että uunirakennusalalla täysin kokematon henkilö voisi ilman muuta onnistua ratkaisuisissaan pelkästään mainittuihin materiaali-tietoihin nojautuen. Huomattava osa ko. materiaaliominaisuuksista, kuten esim. sulamislämpötila, on sellaisia suureita, joiden hyväksikäyttö uuninsuunnittelussa on eräässä mielessä toisarvoista, jopa sekoittavaa. Kun kyseessä on esimerkiksi hehkutusuunin sisäseinämien tiililaadun valinta, ei materiaalin sulamislämpötila useimmiten vaikuta valinnassa sitä eikä tätä, koska kyseeseen tulevien materiaalien sulamislämpötilat poikkeuksetta ovat riittävän korkeat. Sen sijaan olennaista on, että ko. laadun pehmenemislämpötila on riittävän korkea, koska seinämärakenteen on pystyttävä kannattamaan itsensä ehkä vuosikausia korkeassa lämpötilassa. Toinen materiaalisuure, jolla voi olla ratkaiseva merkitys valinnassa, on materiaalin kyky kestä lämpötilan vaihteluja. Tämä ominaisuus tulee merkittäväksi tekijäksi uunityypeissä, joita vuorotellen kuumennetaan ja jäädytetään.

Vaikka tässä yhteydessä ei ole syytä pitkittää kysymyksen käsittelyä, sikäli kuin kyseessä on fysikaalisten rasitusten merkitys, olen katsonut aiheelliseksi käsitellä vielä yhtä erikoistapausta perusteellisemmin. Käytännössä olen todennut, että nk. tulenkestävien eristystiilien käyttö on melko tuntematonta insinöörien ja tekniikkojen keskuudessa. Tavallisin hehkutusuunin seinärakenne koostuu kahdesta tiilikerroksesta, joista sisin on jotakin tyypillistä tulenkestävää tiililaatua, kuten šamottia tms., ja ulompi sopivaksi katsottua eristystiiltä. Sisemmän kerroksen tehtävänä on muodostaa seinä, joka on riittävän kestävä ja luja korkeassa käyttölämpötilassa. Normaalisti tällaisiin tarkoituksiin käytetyt tiililaadut ovat siksi tiiviitä ja siten niiden lämmönjohtokyky on siksi hyvä, että lämpöhäviöt muodostuisivat liiallisiksi, ellei käytetä apurakenteita. Edellisessä mainittu eristystiilikerros onkin tarkoitettu yksinomaisesti lämpöhäviöiden pienentämiseksi, ja useassa tapauksessa tällainen ratkaisu on erittäin onnistunut. Sivumennen sanoen useimmissa uuneissa käytetään eristyskerroksen ulkopuolisena mekaanisena suojana joko teräslevy- tai punatiiliseinää.



Kuva 1a. Kaavioesitys konventionaalisesta kaksiosaisesta uunin seinärakenteesta. Sisempi seinäkerros tiivistä šamottitiiltä, ulompi eristystiiltä.



Kuva 1b. Kaavioesitys uudenaikaisesta uunin seinärakenteesta jossa seinämä muodostuu nk. tulenkestävästä eristystiilestä.

Tapauksissa, jolloin uunia jatkuvasti vuoroin kuumennetaan, vuoroin jäädytetään, muodostuu edellisessä kuvattu seinärakenne erittäin epätarkoituksenmukaiseksi. Kun tarkastellaan lämmön hyväksikäyttöä tällaisessa tapauksessa, voidaan todeta, että sisemmän seinämän kuumentaminen vaatii jokaisessa kuumennuksessa tavattomasti lämpöenergiaa, jonka määrä usein voi olla moninkertainen kuumennettavan panoksen vaatimaan lämpöenergiaan verrattuna. Tämä johtuu ensiksi siitä, että hyvälaatuinen, tiivis, tulenkestävä tiili johtaa hyvin lämpöä, minkä vuoksi sen keskilämpötila ( $T_k$ ) pysyy tarpeettoman korkeana. Edelleen on tällaisen materiaalin tilavuuspaino varsin korkea ja siten siihen lämmitettäessä sitoutuva lämpöenergiämäärä vastaavasti suuri. Kuvassa 1 a on kaavamaisesti esitettynä lämpötilan jakautuminen tällaisessa kaksiosaisessa uuni-seinämässä (uunin sisälämpötila  $1100^\circ\text{C}$ ). Jos tällainen seinärakenne korvataan yksinkertaisella siten, että käytetään nk. tulenkestävää eristystiiltä yhtenä kerroksena (kuva 1 b), muuttuu lämpöenergian jakautuminen kuumennuksessa ratkaisevasti. Koska nyt seinämateriaalin lämmönjohtokyky on paljon pienempi kuin edellisessä tapauksessa, sen keskilämpötila jää paljon alhaisemmaksi. Edelleen sen tilavuuspaino on huomattavasti alhaisempi kuin tiiviin tulenkestävän tiilen ja siten sen lämpökapasiteetti vastaavasti alhaisempi. Kuvissa 1 a ja 1 b esitettyjen tapauksien vertailu osoittaa periaatteessa seuraavaa.

Tapauksessa 1 a on sisemmän kerroksen (tiivis tulenkestävä šamotti) tilavuuspaino n.  $2000 \text{ kg/m}^3$ , tapauksessa 1 b n.  $650 \text{ kg/m}^3$ . Koska tapauksessa 1 a seinämän paksuus on vain puolet tapauksen 1 b vastaavasta arvosta, suhtautuvat seinämäpaineet ja siten vastaavasti lämpösisällöt kuten  $1000:650 = n. 1,5$ . Kun lisäksi otetaan huomioon, että tapauksessa 1 a on sisemmän kerroksen keskilämpötila n.  $860^\circ\text{C}$ , mutta tapauksessa 1 b

vain  $605^\circ\text{C}$ , saadaan tältä osalta vastaavaksi suhdeluvuksi n. 1,42. Täten tapauksessa 1 a jokaisessa kuumennusvaiheessa tarvitaan n. 92 % enemmän lämpöenergiaa seinämien kuumennukseen kuin tapauksessa 1 b. (Yksinkertaisuuden vuoksi on tapauksessa 1 a jätetty huomiotta eristyskerroksen lämmittämiseen tarvittava lämpömäärä.) Koska tavallisissa metalliteollisuuden hehkuksissa seinämien kuumentamiseen saattaa kulua paljon enemmän lämpöä kuin itse panoksen lämmittämiseen, se merkitsisi edellisen esimerkin mukaisessa tapauksessa, että kuumennusaika saattaisi olla 1 a 50—70 % pidempi kuin tapauksessa 1 b. Edellisessä laskussa olen käyttänyt tapauksen 1 b materiaalille tilavuuspainoa  $650 \text{ kg/m}^3$ , mutta saatavissa on tulenkestäviä eristystiiliä, joiden tilavuuspaino on n.  $400 \text{ kg/m}^3$  ja joiden lämmönjohtokyky vain n. 1/3 esimerkissä käytetyn materiaalin vastaavasta arvosta. Tällaisessa tapauksessa muuttuvat nämä vertailuluvut huomattavasti äskeiseen verrattuna. Mainittakoon, että eräässä käytännön tapauksessa uunin kuumennusaika saatiin putoamaan 6 tunnista 2,5 tuntiin. Tuloksen merkityksen ymmärtää, kun kyseessä oli joka-päiväinen käyttö ja yksivuorotyö (8 h/vuoro).

### 3. KEMIALLISTEN RASITUSTEN MERKITYS VALINNASSA

Ne kemialliset rasitukset, jotka nykyaikaisessa teknikassa kohtaavat erilaisissa uuneissa ja reaktoreissa käytettyjä tulenkestäviä keraamisia materiaaleja, ovat siksi moninaiset, että niiden käsittely on jätettävä pääasiassa esimerkkien varaan.

Kemiallisilla rasituksilla tarkoitetaan tässä tapauksessa keraamisen materiaalin reaktioita ympäristönsä kanssa. Ympäristö voi olla kaasumainen, kiinteä tai neste (sula). Useimmiten tällaiseen reaktioon osallistuu

samanaikaisesti useampi ympäristöfaasi, kuten esim. kaasufaasi yhdessä sulafaasin kanssa tai kaasufaasi yhdessä kiinteän faasin kanssa (pölykysymys). Täten saattavat olosuhteet muodostua niin monimutkaisiksi, että tuloksen arvioiminen etukäteen on mahdotonta. Ainoaksi keinoksi jää tällöin joko aikaisemman kokemuksen selville saaminen, mutta ellei tämä onnistu, on pyrittävä esikokeilla saamaan selvyyttä asiaan. On kuitenkin paikallaan korostaa, että keraamisen materiaalin kemialliset reaktiot ympäristönsä kanssa ovat itse asiassa tämän materiaalin korroosiota. Aivan yhtä suurella syyllä kuin mikä koskee metallisten materiaalien lyhytaikaisia korroosiokokeita, voidaan keraamisten materiaalien osalta todeta, että lyhytaikaiskokeet useimmiten antavat vääriä tuloksia. Ainoa jossakin määrin oikeaan suuntaan osoittava tutkimusmenetelmä on nk. kustutuksen mittaaminen sulan ja kiinteän faasin välillä, josta seuraavassa tarkemmin.

Käsittelen keraamisten materiaalien kemiallista korroosiota seuraavassa muutamain esimerkein.

### 3.1 Kaasufaasi—keramiikka

Tyypillinen hankaluus on varsinkin aikaisemmin ollut hiilimonoksidipitoisten (CO) kaasujen reaktio seinäkeramiikan kanssa. Kyseessä on tunnettu kemiallinen reaktio (Boudouardin reaktio):



jossa hiilimonoksidikaasu hajaantuu hiilidioksidiksi ja kiinteäksi hiileksi. Tämä reaktio tapahtuu helpoimmin n. 500–600°C lämpötiloissa, mutta edellytyksenä on sopivan kiinteän katalyytin läsnäolo. Aikaisemmin tulenkestävät šamottitiilet sisälsivät sen verran rautaoksidea, että ne aiheuttivat tällaisen katalyyttivaikutuksen. Käytännöllisenä seurauksena oli, että tiilen huokosiin ja rakoihin muodostui kiinteää hiiltä, joka aiheutti tiilen paisumisen ja siten sen rikkoutumisen. Nytemmin tämä ilmiö on kuitenkin varsin harvinainen, koska keraamisen materiaalin valmistajat tuntevat sen ja valmistavat yleensä sellaisia tiillilatuja, joissa ei ole katalyyttisesti vaikuttavia aineosia (Fe, Ni, Co).

### 3.2 Kaasufaasi—kiinteä faasi—keramiikka

Viime vuosina, jolloin öljyn käyttö höyryvoimalaitoksissa ja muissa tuunilaitoksissa on lisääntynyt nopeasti, on toisinaan voitu todeta merkittäviä korroosiovaurioita tulipesissä sekä keraamisen että metallisen materiaalin osalta. Sikäli kuin tiedämme, nämä ilmiöt johtuvat polttoöljyn sisältämistä aineksista, joista keraamisen materiaalin osalta vanadiini ja alkaliyhdisteet ovat haitallisimmat. Vanadiini hapettuu liekissä vanadiinipentoksidiksi, joka sinänsä pystyy reagoimaan tavallisimpien keraamisten aineiden kanssa. Useimmiten on öljyssä samanaikaisesti natrium- tai kaliumsuoloja, jotka liekissä reagoivat kaasujen kanssa muodostaen vastaavia sulfaatteja, jotka sitten pystyvät reagoimaan keramiikan kanssa. Hankalimmat tapaukset esiintyvät silloin, kun polttoöljyssä on runsaasti vanadiinia ja alkaliuoloja samanaikaisesti. On paikallaan korostaa, että polttoöljyjen laatu on näiltä osin jatkuvasti parantunut eikä näitä vaurioita esiinny lainkaan samassa mitassa kuin esim. 1950-luvulla.

Tähän ryhmään voidaan lukea myös kaasutusgeneraattorit, joissa polttoöljyä poltetaan alimäärällä ilmaa tarkoituksena valmistaa erilaisia synteetikaasuja. Gene-

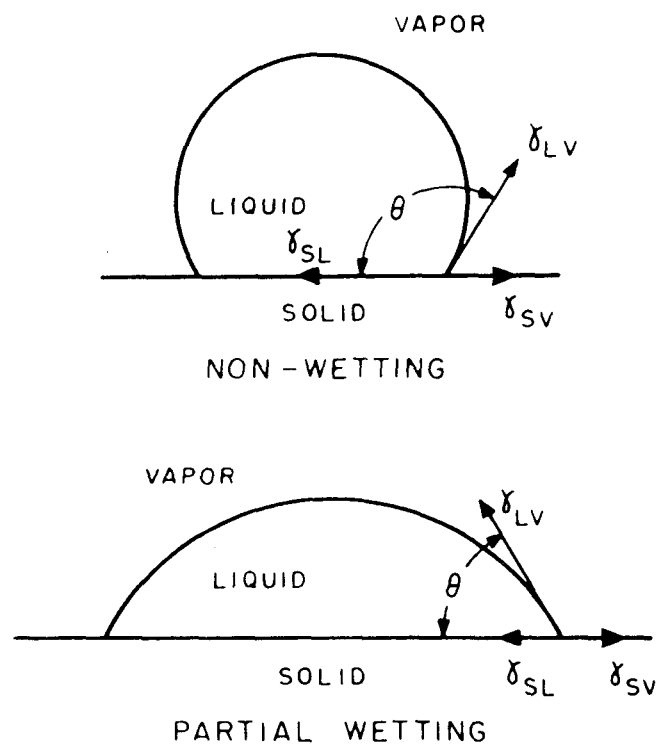
raattorin keramiikka joutuu tällöin tavattomalle koetukselle, koska atmosfääri on pelkistävä ja kaasuvirrassa lentää tuhkapartikkeleita, jotka voivat reagoida kemiallisesti tai kuluttaa mekaanisen eroosion kautta keramiikkavuorausta.

### 3.3 Sulafaasi—keramiikka

Suurimmat vaikeudet ilmenevät tapauksissa, joissa keraamisella vuorauksella varustetuissa uuneissa esiintyy sulia faaseja. Tunnetuimmat tapaukset käytännössä ovat metallien sulatusuunit, joista saadut kokemukset luonnollisesti ovat eniten kartuttaneet sitä tietoutta, joka meillä nykyisin on.

Koska kaikesta huolimatta juuri nämä tapaukset ovat epäselvimät suurimmalle osalle käyttäjiä ja koska viime vuosikymmenen aikana näiden kysymysten teoriaa on päästy selvittämään uusilla menetelmillä, olen katsonut aiheelliseksi tarkastella asiaa hieman tarkemmin.

Kahden aineen vuorovaikutusta, joista aineista toinen on sula, toinen kiinteä, voidaan tutkia mittaamalla niiden keskinäisiä kustutusominaisuuksia. Mittaustekniikan perusteet selviävät kuvasta 2. Siinä tarkastellaan vaaka-



YOUNG'S EQUATION:

$$\delta_{SV} = \delta_{SL} + \delta_{LV} \cos \theta$$

$\delta_{SV}$  = SOLID-VAPOR INTERFACIAL ENERGY

$\delta_{LV}$  = LIQUID-VAPOR INTERFACIAL ENERGY

$\delta_{SL}$  = SOLID-LIQUID INTERFACIAL ENERGY

$\theta$  = CONTACT ANGLE

Equilibrium for small drops of a liquid on a solid.

Kuva 2. Kaavioesitys kiinteällä tasopinnalla lepävän sulan pisanan vuorovaikutuksesta (c kustutuksesta = wetting) alustan kanssa.

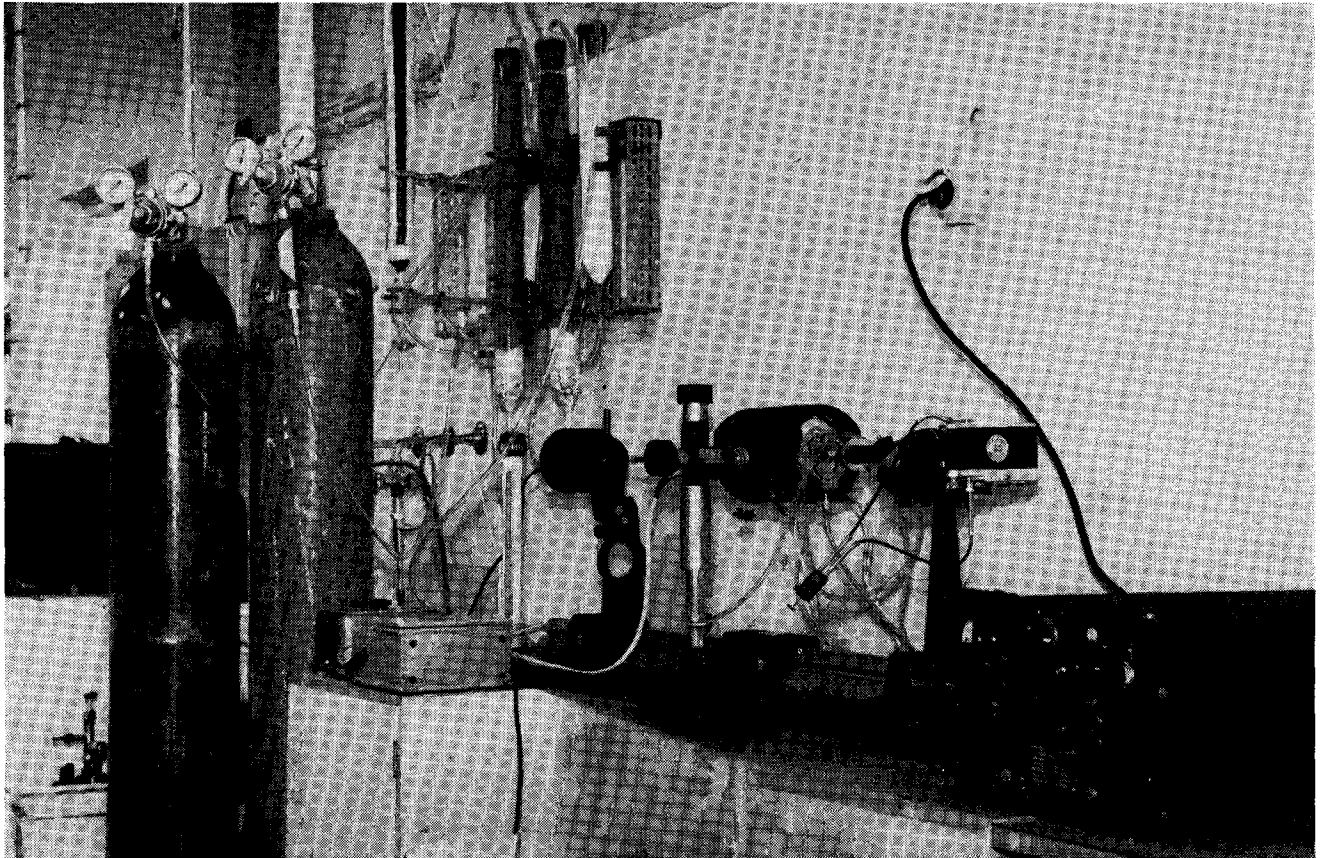
suoralla kiinteällä (solid) pinnalla lepäävän nestepisaran (liquid) käyttäytymistä. Olennaisena suurena kostutuksen kannalta on nk. kostutuskulman ( $\theta$ ) suuruus, joka on laskettavissa Youngin yhtälöstä:

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cdot \cos \theta.$$

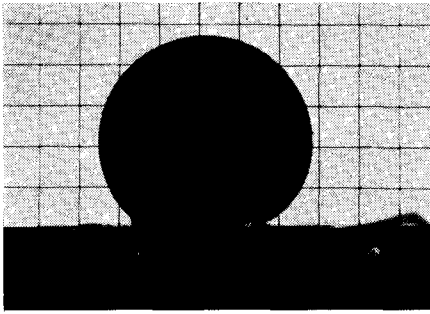
Yhtälössä esiintyvät suureet  $\gamma_{SV}$ =pintajännitys kiinteän ja kaasun (vapor) välillä,  $\gamma_{SL}$ =pintajännitys kiinteän ja nesteen välillä sekä  $\gamma_{LV}$ =pintajännitys sulan ja kaasun välillä. Koska emme yleensä pysty mittaamaan suureita  $\gamma_{SV}$  ja  $\gamma_{SL}$  empiirisesti, tapahtuu kostutuskulman mittausta optisesti nk. kuumennusmikroskooppia käyttäen (kuva 3). Tässä laitteessa valokuvataan vaakasuoralla alustalla lepäävän nestepisaran (sessile drop) ääriviivat ja valokuvista mitataan vastaavat  $\theta$ -arvot. Kuvissa 4 a, 4 b ja 4 c on esimerkkejä tyypillisistä tapauksista. Kuvassa 4 a on kostutuskulma suuri (n. 130–140°), mikä merkitsee periaatteessa erittäin vähäistä kostutusta sulan ja kiinteän välillä. Tapaus 4 b on välimuoto, jossa  $\theta$  on hieman alle 90° ja jolloin voidaan puhua kohtalaisesta kostutuksesta. Viimeinen tapaus 4 c esittää miltei täydellistä kostutusta, jolloin  $\theta$  lähenee arvoa 0, mikä

puolestaan tarkoittaa sitä, että sula leviää itsestään pitkin kiinteän aineen pintaa.

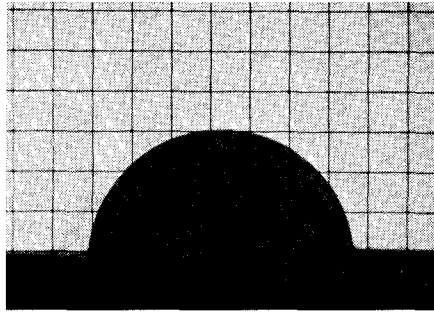
Ennen kuin jatkan tämän menetelmän esittelyä, haluan korostaa sitä, että kostutuskulman suuruus ei vain osoita kostutustapahtumaa puhtaasti fysikaalisena ilmiönä. On mitä suurimmassa määrin todennäköistä, että kostutusilmiö on perusluonteeltaan kemiallinen tapahtuma ja että kostutuksen paraneminen on merkinä lisääntyvästä taipumuksesta kemialliseen reaktioon sulan ja kiinteän välillä. Vaikka edellä esitetty mittaamenetely näyttää periaatteessa yksinkertaiselta, se on käytännössä varsin vaikea suorittaa, mikäli halutaan saavuttaa todella oikeita tuloksia. Muutamia esimerkkejä valaistetaan asiaa. Kuvasta 5 nähdään miten aivan vähäiset määrät sulaan rautaan liuenneutta happea tai rikkiä alentavat raudan pintajännitystä erittäin voimakkaasti. Koska tämä suure ( $\gamma_{LV}$ ) sisältyy Youngin yhtälöön (2), se muuttaa kostutusta ratkaisevasti. Kuvasta 6 nähdään, miten sulan lyijyn (Pb), hopean (Ag), kuparin (Cu) ja nikkelin (Ni) kostutuskulma kiinteän magnesiumoksidin (MgO) pinnalla muuttuu, kun osa magnesiumoksidista korvataan nikkelioksidilla.



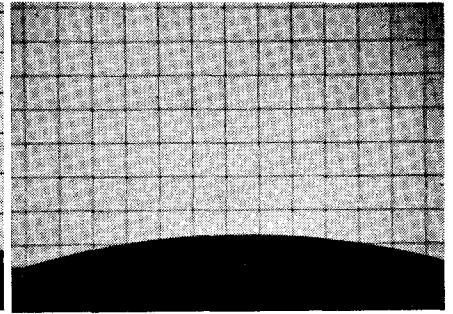
Kuva 3. Valokuva TKK:n metallurgian laboratorion kuumennusmikroskoopista. Tässä laitteessa valokuvataan uuniputkessa sijaitsevan sulan pisaran ääriviivoja joista sitten mitataan kostutuskulmat. Kuvan vasemmalla puolella näkyvät laitteistot ovat tarkoitettuja erilaisten kaasujen käsittelyyn ja puhdistukseen, kun uuniputken atmosfääriä säädetään. Uunin maksimi lämpötila on n. 1700°C.



Kuva 4 a



Kuva 4 b

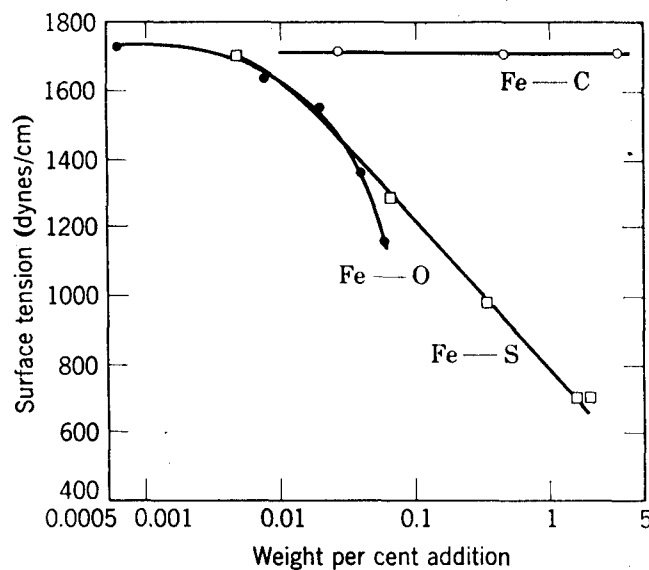


Kuva 4 c

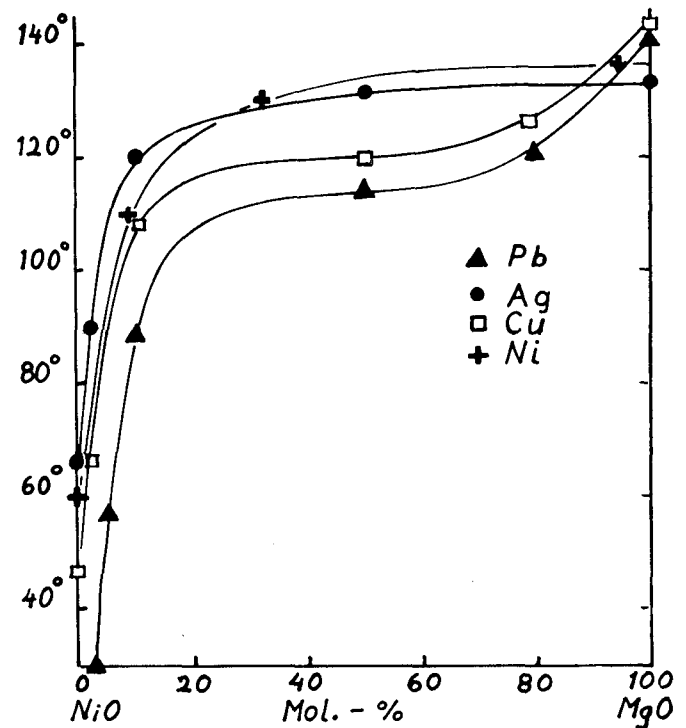
Kuva 4 a, 4 b, 4 c. Kuumennusmikroskoopilla erilaisista kostutustapauksista otettuja valokuvia. Tarkemmat selitykset tekstissä.

Tällä mittaustekniikalla voidaan itse asiassa tutkia tehokkaasti vain sellaisia ainespareja, jotka eivät reagoi nopeasti keskenään. Tällaisissa tapauksissa on mittauksia täydennettävä tutkimalla jäähtyneitä ainespareja poikkeileikkauksien kohdalta mikroskoopin ja muiden tutkimusvälineiden avulla (esim. mikrosondi), jolloin voidaan päästä selville siitä, mitä yhdisteitä on syntynyt sulan tunkeutuessa kiinteään alustaan.

Kuten jo aikaisemmin mainitsin, olen tuonut esille tämän tutkimusmenetelmän siksi, että se on uusi, hyödyllinen ja meillä erittäin vähän tunnettu. Korostan kuitenkin, ettei menetelmä ole mikään patenttilääke, vaan eräs monista tutkimusmenetelmistä, josta saa hyötyä vain, jos sitä ymmärtää oikein käyttäen.



Kuva 5. Lisäaineiden vaikutus sulan raudan pintajännitykseen. Voimakkaimmin pintajännitystä alentavat happi ja rikki, kun taas hiilellä ei ole mitään vaikutusta.



Kuva 6. Kostutuskulman suuruuden riippuvuus keraamisen alustan koostumuksesta. Puhtaalla magnesiumoksidialustalla (MgO) on kulma suuri ( $>120^\circ$ ) kaikille tutkituille metalleille. Alustan nikkelioksidipitoisuuden (NiO) kasvaessa kostutus paranee ja muuttuu erittäin hyväksi NiO-rikkaalla alustalla.

Seuraavassa luettelen muutamia esimerkkejä, jotka osoittavat eri mahdollisuuksia keramiikan korroosiosta erilaisten sulien vaikutuksesta.

#### a) Lasin sulatus

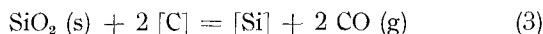
Tämä on tyypillisin esimerkki tapauksista, jolloin sulan ja kiinteän faasin välinen kemiallinen vuorovaikutus on voimakkaimmillaan. Periaatteessa on siten, että sula lasi ja kiinteä keraaminen uunivuoraus kuuluvat samaan yhdisteryhmään, oksideihin, jotka sulassa tilassa yleensä liukenevat toisiinsa erittäin helposti. Näin ollen tuntuu itse asiassa jopa luonnonvastaiselta, että lasia voidaan sulattaa keraamisella vuorauksella varustetuissa uuneissa.



Selityksenä tähän on, että lasiuunin vuoraus todellisuudessa vähitellen liukenee lasisulaan ja sen osuus otetaan lasin koostumuksessa useimmiten huomioon. Vuorauksen liukenemista hidastutetaan pitämällä seinämän paksuus niin pienenä, että sen lämpötila laskee tarpeeksi suurten lämpöhäviöiden ansiosta, jolloin vuorostaan kemiallisen liukenemisreaktion nopeus pienenee riittävästi.

### b) Teräksen sulatus

Teräksen sulatus on siksi merkittävä teollisuus, että sen keraamisten vuorauksen korroosioprobleemat on ratkaistu empiirisesti varsin pitkälle. Teräksen sulatuksessa on normaalisti keraamiseen vuoraukseen vaikuttamassa kaksi sulaa faasia, sula metalli ja sula kuona. Näistä on sulan metallin syövyttävä vaikutus yleensä vähäinen. Kostutustutkimukset osoittavat, että puhtaat sulat metallit yleensä kustuttavat keraamisia aineita (oksidgeja) erittäin huonosti. Käytännössä ei teräsuunissa koskaan ole täysin puhdasta metallia, mutta useimmiten eivät sen epäpuhtaudet vaikuta paljonkaan asiaan käytännössä, koska keraaminen vuoraus on valittu sopivaksi. Aikaisemmin kun käytettiin piihappopitoista ( $\text{SiO}_2$ ) vuorauksia nk. happamissa Siemens-Martin-uuneissa, kului vuoraus seurauksena rautaan liuenneen hiilen ja seinämän piihapon välisestä kemiallisesta reaktiosta. Tämä sama ilmiö on esiintynyt viime vuosina silloin sähköuuneissa, joissa vuorauksena on käytetty  $\text{SiO}_2$ -rikasta sullomasaa. Jos metallisula tällöin sisältää tarpeeksi hiiltä (on tarpeeksi pelkistävä), tapahtuu ym. reaktio:



joka merkitsee, että rautaan liuenneet hiili ( $[\text{C}]$ ) reagoi vuorauksen pinnan piihapon ( $\text{SiO}_2$ ) kanssa vapauttaen piin, joka liukenee sulaan rautaan ( $[\text{Si}]$ ) muodostaen kaasumaista hiilimonoksidia ( $\text{CO}(\text{g})$ ), joka kuplii sulan pinnalle.

Esimerkkinä päinvastaisesta tapauksesta on sulan kuparin raffinoimisprosessi. Tällöin sulaan kupariin loppuvaiheessa syötetään happea, joka liukenee metalliin. Tämä happi pystyy nyt yhdessä kuparin kanssa reagoimaan oksidisen keraamisen materiaalin kanssa. Tavallisimmin ilmenee tapahtuma siten, että tiileen imeytyy kuparin oksidia, joka yhtyy keraamisen vuorauksen kanssa synnyttäen kiinteän yhdisteen. Tästä puolestaan seuraa keramiikan paisuminen ja palasien irtautuminen. Periaatteessa vaikeampi on kysymys sulatuskuonan ja vuorauksen välisestä reaktiosta, mutta koska tämä kysymys on käytännössä saavuttanut tietyn, tavallaan stationäärisen tason, jätän sen tässä käsittelemättä.

### c) Kemialliset sulatusreaktiot

Yhtenä esimerkkinä, joka on jatkuvasti aktuaali maassamme, voidaan mainita sulfaattiselluloosateollisuuden nk. soodakattiloiden kromiittisuojaan tuhoutuminen. Useissa kattilatyypeissä päällystetään kattilan tulipesän vesiputkien alimmat osat kerroksella kromiittimalmia ( $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ), jotta estettäisiin sulan syövyttävä vaikutus teräspuutkien pintoihin. Tosiasiassa tämä suojakerros häviää käytössä putkien pinnoilta hyvin nopeasti seurauksena kemiallisista reaktioista ympäristön kanssa. Tapahtuma on tällöin seuraava: ilma-aukkojen lähellä tulipesän atmosfääri on hapettava, minkä johdosta kromiitin kromiatomit voivat hapettua nk. kuusiarvoiseksi kromiksi. Kun samanaikaisesti kromiittikerros on kosketuksissa sulan soodan kanssa, muodostuu kromiitista

keltaista natriumkromaattia, jolloin kerros tietenkin tuhoutuu. Vaikka tämä kemiallinen reaktio on juuri se, jonka välityksellä kromiittimalmista valmistetaan kromisuolat, käytetään tätä »suojausmenetelmää» vieläkin eräissä tehtaissa.

Edelliset, erittäin harvat esimerkit olen tuonut esille vain osoittaakseni, miten komplisoitu tilanne todellisuudessa on. Jos tämä pitää paikkansa, herää ilman muuta kysymys, miten yleensä on tultu toimeen näinkin kauan. Vastauksena voidaan todeta, että tähänastiset saavutukset ovat edellyttäneet kautta aikojen valtavia kokeiluja, joiden tuloksia on käytetty hyväksi. Nykyään on selvästi havaittavissa, että prosessien tehostaminen, uusien prosessien käytäntöön ottaminen, entistä korkeampien lämpötilojen käyttö teollisuudessa, ovat johtamassa siihen, että nk. keraamisten tulenkestävien materiaalien kehityksessä ja valmistuksessa on tehtävä paljon ja tehokkaita muutoksia. Selvimpänä tämä ilmenee entistä tiiviimpien ja korkeammassa lämpötiloissa poltettujen tiilien (super-duty bricks) käytön jatkuvana lisääntymisenä. Toisena tienä on uusien materiaalityyppien ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{SiC}$ , boridit, karbidit, nitridit, silisidit jne.) mukaantulo konventionaalisten keraamisten materiaalien rinnalle.

Käytännön insinöörillä on oikeus kysyä täydellä syyllä: mitä tämä merkitsee osaltani, jos joudun uuden ja vaikean probleemin eteen näiden kysymysten parissa? Vastaukseni on kuten aina: On tutkittava kirjallisuudesta, mitä toiset tietävät asiasta, sillä se tieto on halvinta ja itse asiassa tehokkaintakin. Sitten on keskusteltava sellaisten henkilöiden kanssa, jotka tuntevat tällaisia kysymyksiä (valmistajat, matkat, asiantuntijat). Edelleen on pyrittävä suorittamaan kokeita, mutta ehdottomasti mielekkäitä ja lopuksi päädyttävä tunnetun valmistajaliikkeen ehdotukseen, koska tällöin taustalla yleensä on tukemassa suurin mahdollinen kokemus.

## On the selection of refractory materials in the chemical and metallurgical industry

### Summary:

An ideal choice of refractory materials for different purposes is very difficult if not an impossible task. While it is fairly well known how to select refractory construction materials when considering physical characteristics (density, heat conductivity etc.) only a corresponding selection considering the resistance against chemical attacks at high temperatures is still extremely complicated.

One way when studying the corrosive attacks against furnace refractories is to investigate the wetting characteristics for the possible systems. This idea depends upon the understanding that a well advanced wetting between two different phases goes parallel to their mutual reactivity.

A concept which seems to have been neglected in this connection is the influence of the surrounding atmosphere. Metallic melts are usually not too reactive against oxidic refractories but their behavior can be changed completely if used in an oxidizing atmosphere.

The recent development in the refractory materials industry shows, however, that many of the newest refractory materials have been developed considering just these problems.

# Übersicht und Aussichten der Hydrometallurgie unter Druck

Prof. Franz Pawlek, Berlin

Vortrag gehalten am 10. 11. 1967 in Helsinki.  
Metallurgijaoston kokouksessa 10. 11. 1967 pidetty esitelmä.

Es soll ein Überblick gegeben werden über die Hydrometallurgie unter Druck und zwar über die Auflösung von Sulfiden, Erzen, Hüttenzwischenprodukten und über die Ausfällung von Metallen aus Lösungen. Dabei soll zunächst die verfahrenstechnische Seite des Problems behandelt werden, dann die Reaktionskinetik der Laugung sulfidischer Erze bzw. Speisen, die Kinetik der Druckreduktion und zum Schluss soll ein kurzer Überblick über die Anwendung der Druckmetallurgie und über die Zukunftsaussichten gegeben werden.

Die Verfahrenstechnik der Druckhydrometallurgie umschliesst folgende Probleme: Es sind drei Phasen bei der Laugung bzw. zwei Phasen bei der Reduktion innig zu mischen. Abb. 1 zeigt die Strömungsverhältnisse

und eine lange Verweilzeit der Gasblasen sowie einen möglichst kleinen Durchmesser zu erzielen, verwendet man Doppelrührer bzw. Hohlwellenrührer und Strombrecher wie sie in Abb. 2 wiedergegeben sind. Der Doppelschaufelrührer bezweckt eine Verhinderung der Ausbildung der Trombe und sorgt für zwei gegenläufige Strömungen in der Flüssigkeit. Der Schaufelrührer mit Hohlwelle wie er in Abb. 2 rechts dargestellt ist, bewirkt, dass hinter dem Rührblatt ein Unterdruck entsteht, der Luft durch den Rührer ansaugt, das nachfolgende Rührblatt zerschlägt die angesaugten Luftblasen und suspendiert sie sehr fein; die Zirkulation ist grossräumiger als beim Doppelrührer, die Verweilzeit der Gasblasen ist etwa dieselbe. Abb. 3 zeigt eine Ansicht der beiden Rührer.

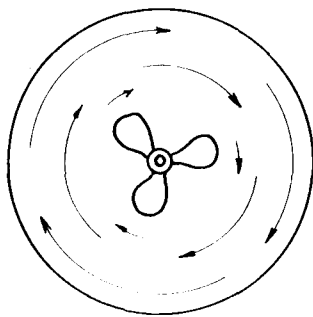
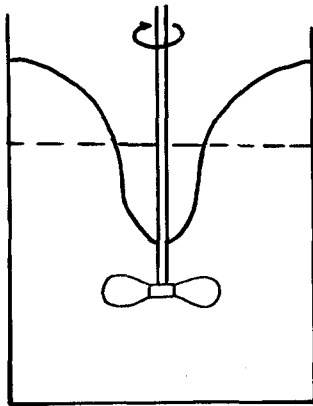


Abb. 1. Strömungsbild im runden Gefäß.

bei Anwendung eines normalen Rührers, es bildet sich eine grosse Trombe und die Flüssigkeit wird etwa in derselben Geschwindigkeit wie der Rührer umläuft, umgewälzt. Diese Art der Rührung hat einen sehr kleinen Effekt. Um eine lange Suspensionszeit der Festteilchen

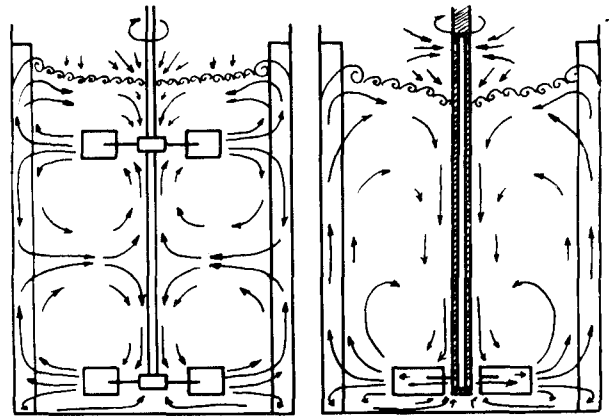


Abb. 2. Strömungsbilder im runden Gefäß mit Strombrechern bei Verwendung von Doppelschaufelrührern Schaufelrührern mit Hohlwelle.



Abb. 3. Rührer aus Abbildung 2 in Betrieb.

Hier ist optisch kein Unterschied in der Verteilung der Gasblasen zu sehen. Da es sich aber bei dem Problem der Drucklaugung um einen chemischen Vorgang handelt, wurden die Rührer auch mit Hilfe einer chemischen Reaktion getestet. Dazu wurde die Oxydation von Sulfit zu Sulfat benutzt <sup>(1)</sup>. In Abb. 4 sind die entsprechenden

gewissen kritischen Drehzahl nimmt die Auflösungs geschwindigkeit technische Werte an und nach Verdoppe lung dieser kritischen Drehzahl tritt praktisch keine weitere Steigerung mehr ein. Es sei zunächst einmal dahingestellt, ob die Suspension der Gasblasen oder die völlige Suspension des Feststoffes der entscheidende Vor gang bei der Auflösung der Erze ist.

Neben der Suspension von Gas und Feststoff in der Flüssigkeit kommt der Auflösung des Sauerstoffs bzw. Wasserstoffs in der Flüssigkeit eine entscheidende Bedeu tung zu. Die Löslichkeit ist zunächst einmal abhängig von der Temperatur <sup>(3)</sup>. In Abb. 6 ist die Löslichkeit von

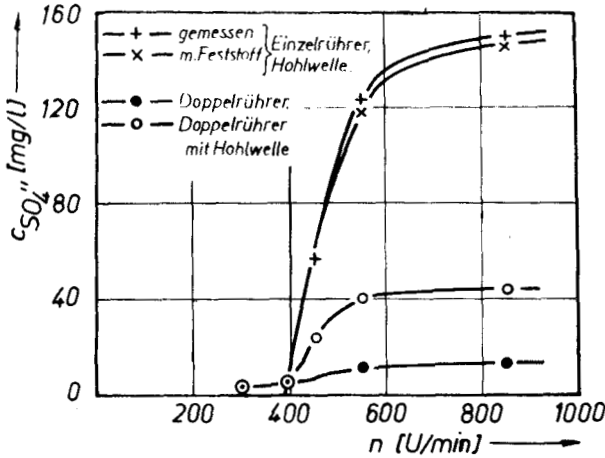


Abb. 4. Oxydation von SO<sub>3</sub> zu SO<sub>4</sub> mit Luft unter Atmosphärendruck in Abhängigkeit von der Drehzahl bei Verwendung verschiedener Rührer in 5 Minuten. Temperatur = 20°C.

Vorversuche wiedergegeben. Es zeigt sich, dass der Einzelrührer mit Hohlwelle einen erheblich besseren Wirkungsgrad zeigt als der Doppelrührer mit Hohlwelle. Ausserdem ist zu ersehen, dass bis zu einer Drehzahl von 400 U. min<sup>-1</sup> fast nichts passiert und eine Steigerung der Umdrehungszahl bei dem Einzelrührer mit Hohlwelle über 800 U. min<sup>-1</sup> keine Erhöhung der Oxydationsgeschwindigkeit bewirkt. Derselbe Vorgang wurde noch einmal versucht mit der Suspension einer festen Verbindung. <sup>(2)</sup> Bei der Laugung einer Speise zeigt sich in Abb. 5 in etwa dasselbe Bild wie in Abb. 4. Erst ab einer

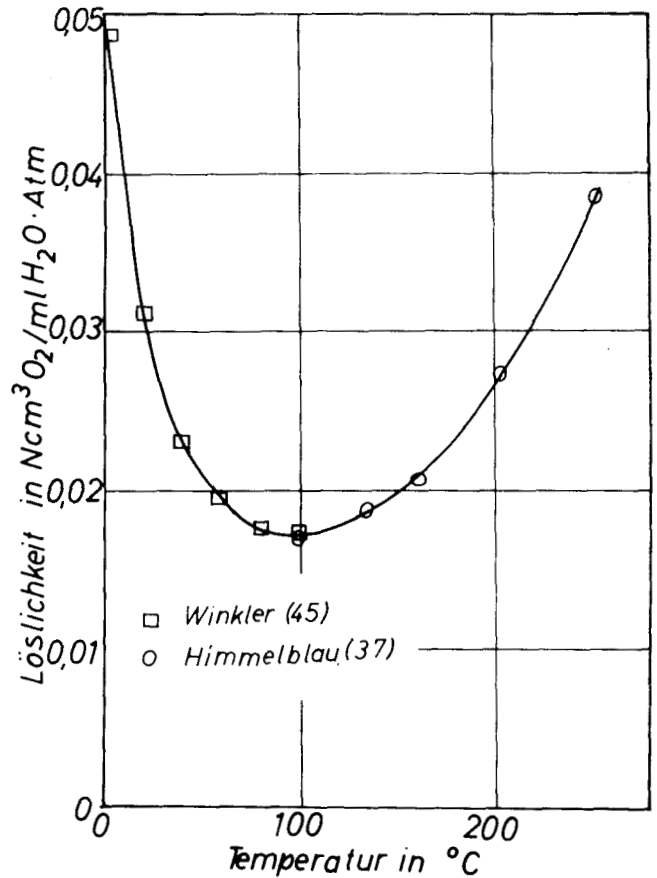


Abb. 6.

Sauerstoff in Abhängigkeit von der Temperatur wiedergegeben. Man ersieht daraus, dass bei etwa 100 °C ein Minimum der Löslichkeit auftritt und dass die Löslichkeit bei Raumtemperatur erst wieder erreicht wird bei Temperaturen von etwa 240 Grad. Daraus ergibt sich, dass es empfehlenswert ist, bei möglichst niedriger Temperatur zu laugen. Die Löslichkeit des Sauerstoffs wird auch durch andere gelöste Stoffe beeinflusst <sup>(4)</sup>. In Abb. 7 ist zu ersehen, dass Schwefelsäure als auch Nickelsulfat oder Kupfersulfat die Löslichkeit von Sauerstoff herabsetzen und zwar, wenn diese Stoffe mit einem Mol/l in der Lösung enthalten sind, sinkt die Löslichkeit des Sauerstoffs um etwa 20%. Es ist also auch zweckmässig, die Lösung nicht zu konzentriert zu machen. Eine ähnliche Wirkung übt der Stickstoff aus, so dass es empfehlenswert ist, nur mit reinem Sauerstoff die Drucklaugung durchzuführen.

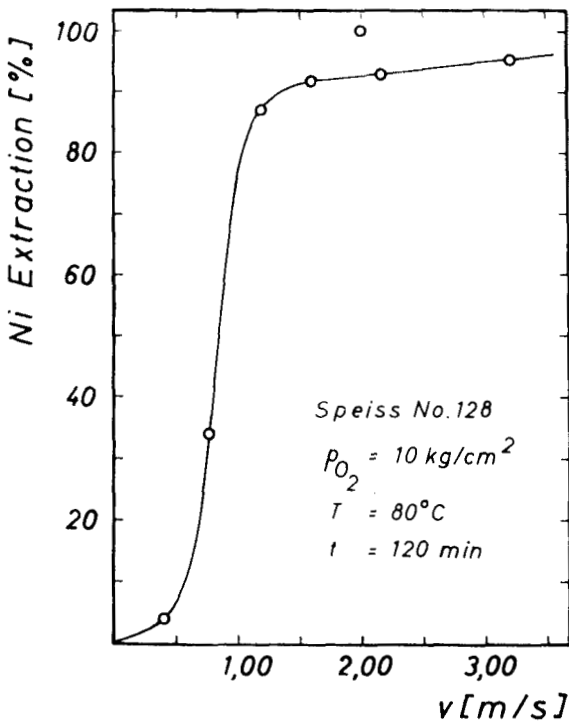


Abb. 5. Laugung mit H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>.

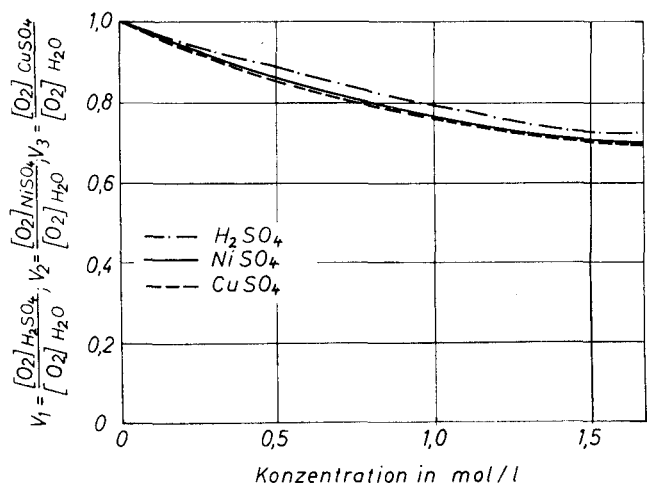


Abb. 7.

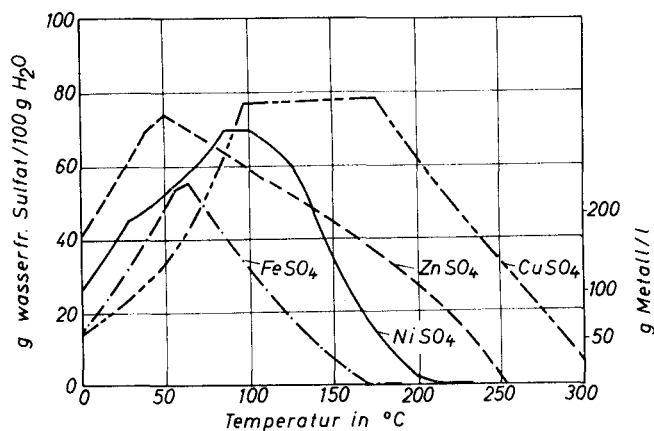


Abb. 8.

Ein weiteres Problem stellt die Löslichkeit der Reaktionsprodukte dar. Wird sie überschritten, so kommt es zu Deckschichtenbildungen an der Oberfläche der aufzulösenden Substanz und die Auflösung wird gestoppt. In Abb. 8 ist die Löslichkeit von Sulfaten mit steigender Temperatur gezeigt<sup>(4)</sup>. Es ist daraus zu ersehen, dass Ferrosulfat z. B. bereits bei 160 °C völlig unlöslich ist, die höchste Löslichkeit kommt dem Kupfersulfat zu, welches auch bei 300 °C in nennenswerten Mengen noch löslich ist.

Neben den rein verfahrenstechnischen Problemen spielt natürlich auch die Reaktionskinetik eine grosse Rolle. Die Reaktionsgleichungen lauten:

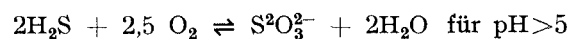
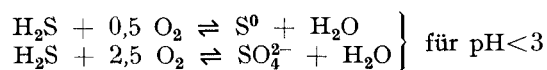
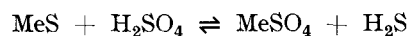


Abb. 9 zeigt die Temperaturabhängigkeit der Oxydation des Schwefelwasserstoffs<sup>(5)</sup>. Es ist daraus zu ersehen, dass die Oxydation des Schwefels in saurer Lösung abhängig ist von der Temperatur, dass bei etwa 100 °C die Bildung des Elementarschwefels ein Maximum erreicht, während oberhalb diese Temperatur die Oxydation zugunsten der Bildung von  $\text{SO}_4^{2-}$  zurücktritt.

In dem Berliner Forschungsinstitut beschäftigten wir uns nur mit der sauren Lösung. Wie aus der Abb. 9 zu ersehen ist, bildet sich bei Temperaturen um 100 °C vorwiegend Elementarschwefel. Es sei hier auf das Verhalten des Elementarschwefels hingewiesen.

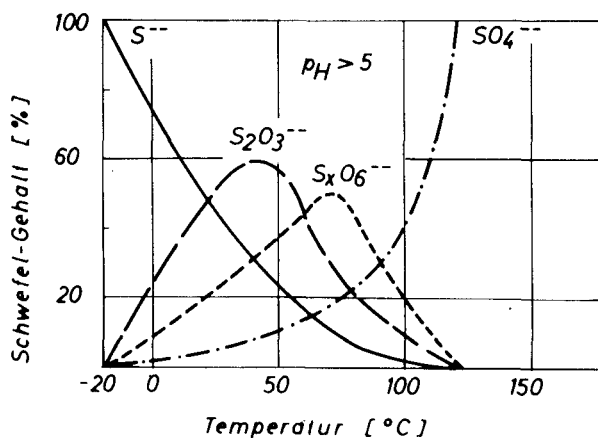
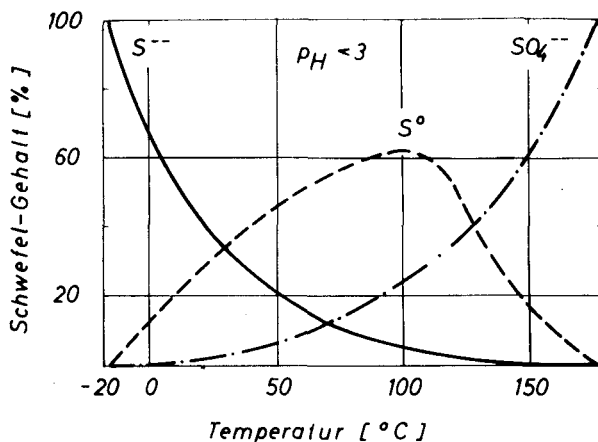


Abb. 9.

In Abb. 10 ist die Viskosität des geschmolzenen Schwefels in Abhängigkeit von der Temperatur wiedergegeben. Es zeigt sich, dass bei rund 160 °C die Viskosität um etwa 3 Zehnerpotenzen infolge des Überganges von  $\text{S}_8$ -Ringen zu  $\text{S}_x$ -Ketten zunimmt. Die Folge davon ist in Abb. 11a zu ersehen. Dieser Schwefel bildet mit nicht aufgeschlossenem Erz grosse Klumpen und die Auflösung kommt zum Stillstand.

Es sei zunächst einmal eine Übersicht über das Verhalten reiner Substanzen bei der Drucklaugung gegeben, wobei die reinen Sulfide einmal bei Temperaturen von 60°–80 °C und einmal bei der Temperatur von 120°–160 °C durchgeführt wird. Daraus ist zu ersehen, dass z. B.  $\text{FeS}$  sich bei 80 °C rasch auflöst, während z. B.  $\text{CuFeS}_2$

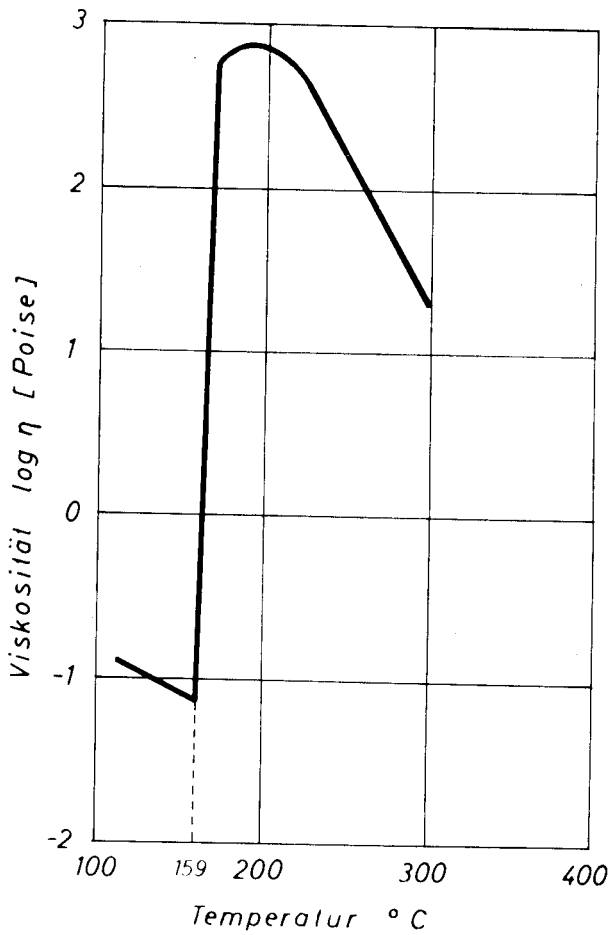


Abb. 10.

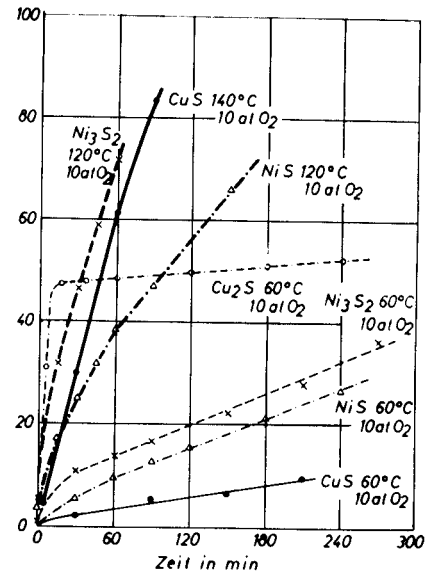


Abb. 11/a

auch bei 160 °C nur sehr zögernd in Lösung geht. Die anderen Substanzen nehmen mehr oder weniger verschiedene Zwischenstufen ein. Einigermassen verständlich ist bisher nur die Kinetik der Auflösung von  $\text{Cu}_2\text{S}$  gewesen<sup>(6)</sup>. In Abb. 12 ist die Auflösung des  $\text{Cu}_2\text{S}$  bei verhältnismässig scharfen Bedingungen wiedergegeben; werden diese Bedingungen durch Senkung der Temperatur von 100' auf 80 °C gemildert, so erkennt man, dass der erste sehr steile Anstieg nochmals in zwei weitere Stufen zerfällt, wie aus Abb. 13 zu ersehen ist.

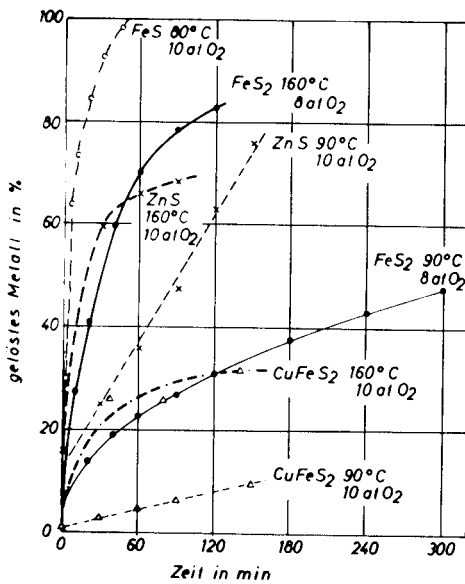


Abb. 11/b

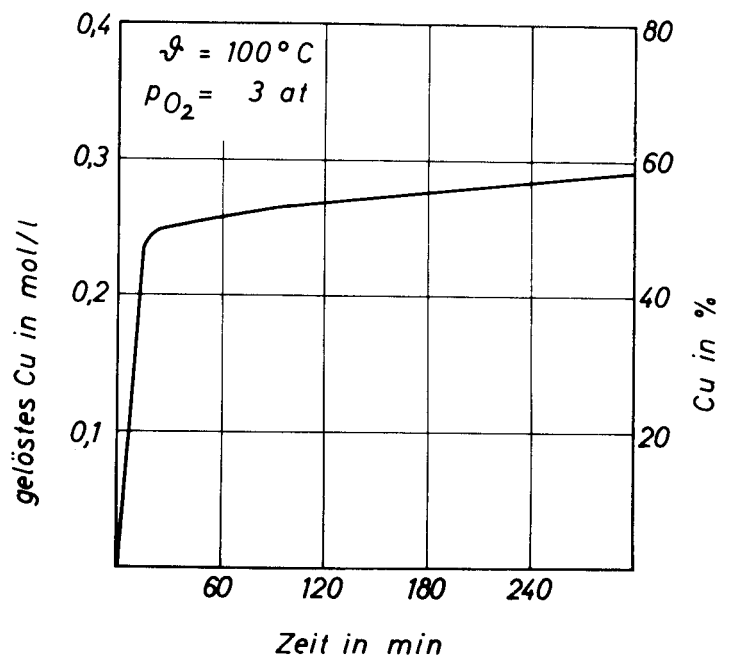


Abb. 12.



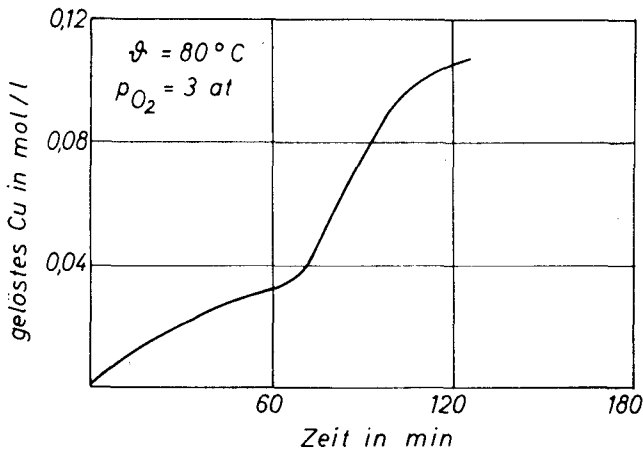


Abb. 13.

Die Erklärung dafür ist darin zu suchen, dass zunächst einmal die Verbindung  $\text{Cu}_{1,95}\text{S}$  in  $\text{Cu}_{1,7}\text{S}$  sich langsam abspielt. Der Übergang von  $\text{Cu}_{1,7}\text{S}$  zu  $\text{CuS}$  geht sehr rasch, die Auflösung von  $\text{CuS}$  zu  $\text{CuSO}_4$  geht wieder sehr langsam vor sich. Die Verbindung  $\text{Cu}_{1,95}\text{S}$  hat keine eindeutige Gitterstruktur. Es existieren sechseckige Schichten aus Kupfer und Schwefel, während das restliche Kupfer statistisch verteilt ist. Bei der Laugung erfolgt zunächst eine sehr rasche Diffusion dieser statistisch verteilten Kupferatome an die Oberfläche, wo sie rein chemisch von der Schwefelsäure aufgelöst werden. Dadurch erfolgt eine Verstärkung der Defektstruktur bis zur Phasengrenze 1,7. Diese Defektstruktur wird dann sehr rasch abgebaut unter Bildung von  $\text{CuS}$ . Bei anderen Sulfiden ist das Verhalten noch recht undurchsichtig. Es sei nur bemerkt, dass reines kristallisiertes Zinksulfid sich überhaupt nicht auflöst.

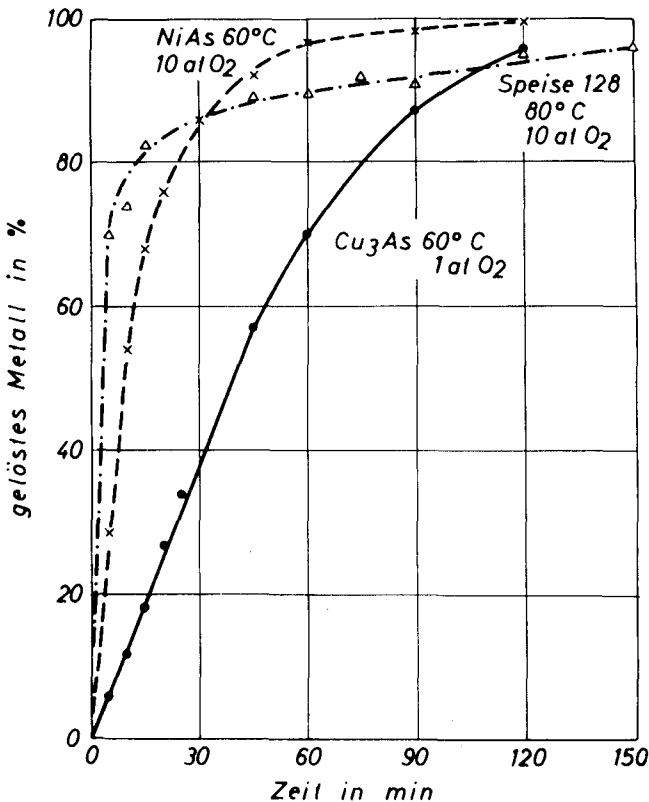


Abb. 14.

Neben den Erzen wurden auch Hüttenzwischenprodukte untersucht. Hier sind besonders interessant die Speisen und die darin enthaltenen Arsenide. Es wurde zunächst das Verhalten der Arsenide geprüft und in Abb. 14 wiedergegeben. Dabei ist zu ersehen, dass sich das  $\text{Cu}_3\text{As}$  ausserordentlich rasch auflöst, während  $\text{NiAs}$  sich etwas langsamer auflöst<sup>(7)</sup>. Speisen lösen sich bis zu etwa 95% ebenfalls verhältnismässig rasch auf. Abb. 15 gibt

Speiss-No.	126	127	128	129	159
Element	% by weight				
Ag	0,18	0,006	0,01	0,01	—
Cu	32,23	31,40	11,78	15,20	34,35
Pb	18,70	14,40	0,23	4,44	15,6
As	15,22	23,70	34,78	32,00	18,5
Sb	4,71	2,24	10,43	17,20	3,75
Sn	7,13	5,60	2,54	0,06	4,6
Ni	6,11	9,06	29,1	25,00	11,6
Co	0,53	1,60	2,81	0,88	1,2
Fe	6,96	5,03	1,85	2,48	4,65
S	3,19	3,66	3,74	1,72	2,86

Abb. 15. Chemische Analyse der Speise

die chemische Zusammensetzung der Speise Nr. 128 wieder. Das Ergebnis der Laugung ist in Abb. 16 wiedergegeben<sup>(2)</sup>. Interessant ist dabei, dass Kupfer, Nickel und Kobalt fast vollständig in Lösung gehen, während das Silber zurückbleibt. Es ist darauf zurückzuführen, dass die Sulfide wesentlich schwerer aufschliessbar sind als die Arsenide und dass offenbar die Edelmetalle fast vollständig in der Sulfidphase der Speise enthalten sind. Diese Art der Drucklaugung bietet die Möglichkeit einer Trennung der Edelmetalle von Arsen und Antimon, indem zunächst bei milden Bedingungen gelaut wird. Die Arsenide werden in Lösung gebracht, der Laugerückstand einer Flotation unterzogen, um z. B. gebildete basische Antimonate von den nicht angegriffenen Sulfiden zu trennen.

Speiss-No.	126	127	128	129
Element	% extracted			
Ag	—	—	—	—
Cu	81,7	100,0	78,5	80,0
Ni	74,4	100,0	92,9	93,5
Co	100,0	100,0	89,9	100,0
Sn	—	—	—	—
As	72,0	65,0	78,3	57,2

Abb. 16. Laugung der Speise mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

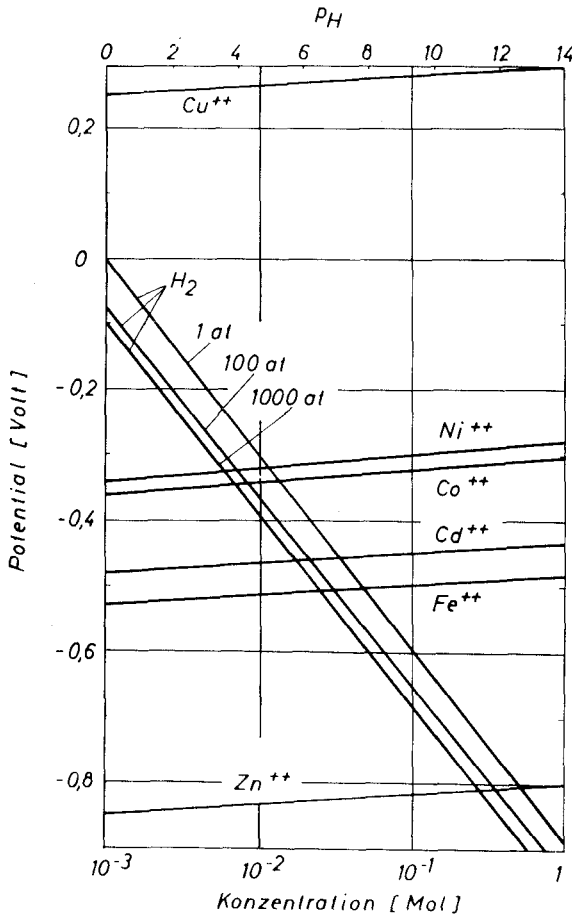
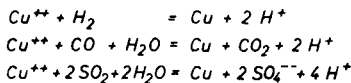


Abb. 17.

Es soll jetzt die Druckreduktion kurz behandelt werden. Zunächst sei in Abb. 17 der Einfluss des Druckes und des pH-Wertes auf die Reduktion mit Wasserstoff wiedergegeben. Zunächst ist zu ersehen, dass der Einfluss einer Drucksteigerung ausserordentlich klein ist, auch eine Drucksteigerung auf 1 000 at bringt keine wesentliche Erhöhung der Abscheidung. Während Kupfer praktisch aus allen Lösungen sehr leicht zu reduzieren sein müsste, ist zu ersehen, dass die Metalle Nickel und Kobalt erst bei pH-Werten über 4 zu reduzieren sind, während die Metalle Kadmium und Eisen und vor allem auch Zink



$$K_{\text{H}_2} = \frac{a_{\text{H}^+}^2}{a_{\text{Cu}^{++}} \cdot P_{\text{H}_2}} \quad K_{\text{CO}} = \frac{a_{\text{H}^+}^2 \cdot P_{\text{CO}_2}}{a_{\text{Cu}^{++}} \cdot P_{\text{CO}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}} \quad K_{\text{SO}_2} = \frac{a_{\text{H}^+}^4 \cdot a_{\text{SO}_4^{--}}^2}{a_{\text{Cu}^{++}} \cdot P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}^2}$$

Reaktionsgeschwindigkeit in Mol Cu<sup>++</sup>/l · min

$$-\frac{dc}{dt} = 1,54 \cdot 10^4 \cdot c_{\text{Cu}^{++}} \cdot (p_{\text{H}_2}^{1/2} - 3,49) \cdot e^{-11800/RT}$$

$$-\frac{dc}{dt} = 2,56 \cdot 10^{13} \cdot c_{\text{Cu}^{++}} \cdot P_{\text{CO}} \cdot e^{-33500/RT}$$

$$-\frac{dc}{dt} = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{c_{\text{Cu}^{++}}^2}{c_{\text{H}^+}} \cdot P_{\text{SO}_2} \cdot e^{-15800/RT}$$

Abb. 18.

nicht mehr zu reduzieren sind, denn bei den erforderlichen pH-Werten sind diese Substanzen längst als Hydroxyde ausgefallen. Wir haben die Reduktion des Kupfers mit Wasserstoff, Kohlenoxyd und SO<sub>2</sub> untersucht<sup>(8,9)</sup>. In Abb. 18 sind neben den Reaktionsgleichungen noch die Gleichgewichtskonstanten und die Gleichungen für die Reaktionsgeschwindigkeit wiedergegeben. Es ist zu ersehen, dass die Reduktion des Kupfers offensichtlich mit irgendwelchen Reaktionshemmungen verbunden ist und dass die Reduktion sehr langsam vor sich geht. Auffallend ist bei den Gleichungen für die Reaktionsgeschwindigkeit, dass die Reduktion von Cu eine sehr hohe Aktivierungsenergie aufweist und dass bei der Reduktion mit SO<sub>2</sub> sehr

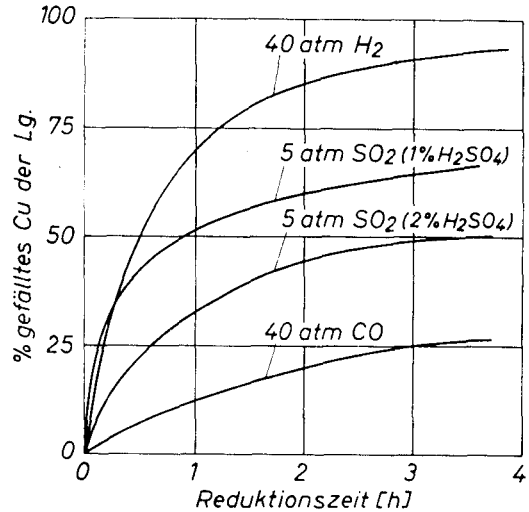


Abb. 19. Prozente gefälltes Kupfer in Abhängigkeit von der Reaktionszeit in Stunden bei 140°C. 6 bis 8 g/l Kupfer in der Ausgangslösung, die bei H<sub>2</sub> und CO neutral, bei SO<sub>2</sub> schwefelsauer ist.

bald das Gleichgewicht erreicht wird. In Abb.19 sind die ausgefallenen Kupfermengen in Abhängigkeit von der Reduktionszeit und den verschiedenen Gasen angegeben. Es ist daraus zu ersehen, dass die Reduktion mit Wasserstoff sehr viel rascher und besser vor sich geht als die Reduktion mit Kohlenoxyd und dass offenbar die Reduktion mit SO<sub>2</sub> bald einem Gleichgewichtszustand zustrebt; besonders die bei der Reduktion gebildeten H-Ionen scheinen den Gleichgewichtszustand sehr rasch herbeizuführen. Zum Schluss sei noch die Einwirkung von Gasgemischen gezeigt. Es war interessant, ob man an Stelle von Wasserstoff, wasserstoff- oder kohlenoxydhaltige Gase für die Reduktion verwenden kann. Es ist zu ersehen, dass auch kleine Mengen von Kohlenoxyd, wie sie im Leuchtgas vorhanden sind, die Reduktionsgeschwindigkeit bereits auf die Hälfte heruntersetzen und dass Generatorgas sehr schlecht reduzierend wirkt. Es ist also offensichtlich nicht möglich, den Wasserstoff wie bei der Reduktion von Metalloxiden durch andere Gase zu ersetzen. Abb. 20.

Es soll nun ganz kurz die Anwendung der Druckmetallurgie geschildert werden. Sie ist erstaunenswert gering. Zunächst einmal sei ein Prozess besprochen, der auf der unterschiedlichen Löslichkeit von Sulfaten beruht. Er ist in der Literatur bekannt unter dem Namen Moa Bay-Prozess und beruht darauf, dass man lateritische nickelhaltige Eisenerze bei einer Temperatur von 240 °C mit verdünnter Schwefelsäure laugt. Bei diesen Temperaturen und Säure-

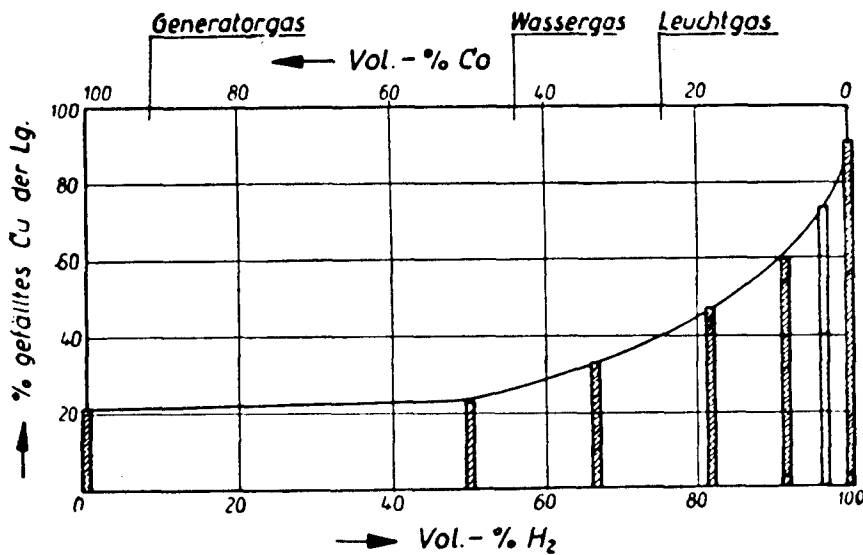


Abb. 20. Reduktion von Kupfersulfatlösungen mit Wasserstoff-Kohlenoxydgemischen bei 160°C, einem Gesamtdruck von 60 at und einer Ausgangskonzentration von 0,14 g/l Cu.

konzentrationen ist das Ferrisulfat nicht beständig, es zerfällt in basisches Sulfat bzw. in Oxyd, d. h. unter diesen Laugungsbedingungen wird es überhaupt nicht aufgelöst, während das Nickelsulfat in Lösung geht. Allerdings ist bei diesen Temperaturen die Löslichkeit des Nickels sehr gering, sie beträgt etwa 5–6 Gramm pro Liter und so fallen auch die Lösungen an. Sie werden dann mit Schwefelwasserstoff gefällt, das Nickelsulfid wird einer weiteren Drucklaugung und Reduktion unterzogen<sup>(10)</sup>. Die bedeutendste Anwendung ist die alkalische Drucklaugung von Nickelerzen, die bei der Firma Sherritt Gordon Mines Ltd durchgeführt wird<sup>(11)</sup>. Dort wird ein Nickel Erz ammoniakalisch mit Sauerstoff gelaugt, die Lösung durch Erhitzen von Kupfer befreit und darauf mit Wasserstoff unter Druck reduziert. In diesen Unternehmen werden jährlich etwa 15 000 t Nickelpulver hergestellt. Es sei an dieser Stelle etwas über die unglückliche Geschichte der Drucklaugung erwähnt. Man begann bereits vor 15 Jahren damit, ein hocharsenhaltiges Kobalterz zu laugen und wählte dafür die denkbar ungeeignetsten Bedingungen: es wurde bei etwa 160 °C und einem Druck von 10 at gelaugt. Man hatte mit ausserordentlich grossen Korrosionsschwierigkeiten zu tun, weil bei diesen Temperaturen der Autoklav aus rostfreiem Stahl in kurzer Zeit zerstört wurde. Ausserdem trat bei dieser Temperatur die Bildung von hochviskosem Schwefel auf, der zu Klumpenbildung im Autoklaven führte, die solche Grösse annahm, dass die Rührflügel abbrachen. Aufgrund dieser sehr unglückseligen Bedingungen war dieses Verfahren nicht erfolgreich und die Drucklaugung kam sehr rasch zum Stillstand. Erst allmählich erkannte man, dass man bei der Drucklaugung auf alle Fälle unterhalb der Temperatur des Viskoseschwefels, besser noch unterhalb des Schmelzpunktes des Schwefels zu bleiben hat.

Die Druckreduktion wird an zwei Stellen angewandt. Zunächst einmal bei derselben Firma, wo Nickel aus ammoniakalischen Lösungen reduziert wird<sup>(11)</sup> und neuerdings auch bei der Outokumpu Oy in Finnland, wo Kobaltlösungen, gewonnen durch sulfatisierende Röstung von Kiesabbränden und deren Laugung, mit Wasserstoff zu Kobaltpulver reduziert werden.

Es mögen noch einige ähnliche Möglichkeiten für die Anwendung der Hydrometallurgie unter Druck gegeben werden. Zunächst einmal sei darauf hingewiesen, dass auch ohne Anwendung von Gas gewisse Möglichkeiten bestehen. Einmal sei auf die unterschiedliche Löslichkeit von Sulfaten hingewiesen, es müsste eine Trennung von Eisensulfat und Nickelsulfat möglich sein, weil das Nickelsulfat erheblich besser löslich ist als das Eisensulfat<sup>(4)</sup>. Zweitens wäre daran zu denken, schlecht filtrierbare Niederschläge durch Umkristallisation besser filtrierbar und absetzbar zu machen. Neuerdings wird davon Gebrauch gemacht bei der Electrolytic Zinc Co of Australosio, welche die Laugerückstände der Zinklaugung durch eine Drucklaugung weiter verarmt.

Die Laugung unter Anwendung von Gas könnte benutzt werden für die Laugung von Zinksulfid, wobei Elementarschwefel und Zinksulfat entsteht, die Lösung könnte dann ohne weiteres nach entsprechender Reinigung für eine Zinkelektrolyse verwendet werden, die dabei entstehende Schwefelsäure könnte rückgeführt werden für die Laugung des Zinkerzes. Für komplexe Erze und zwar auf der Basis Zink-Blei wurde vor allem von Forward und seinen Mitarbeitern ein eleganter Prozess entwickelt, indem dieses Erz zunächst gelaugt wird, es geht das Zinksulfid in Lösung, die Laugebedingungen unter 100 °C sind so gewählt, dass Elementarschwefel entsteht, während das Blei als Bleisulfat anfällt. Der Autoklaveninhalt wird zunächst einmal nach erfolgter Drucklaugung etwas über den Schmelzpunkt des Schwefels erhitzt, wobei der Schwefel schmilzt und zu kleinen Kügelchen sich zusammenballt. Die Lösung wird daraufhin abgekühlt und durch ein Sieb filtriert, wobei Gangart und Bleisulfat durchgehen, während der koagulierte Schwefel auf dem Sieb zurückbleibt. Das Bleisulfat kann dann mit Triäthylendiamin gelaugt und so von der Gangart getrennt werden<sup>[12]</sup>. Eine weitere Möglichkeit würde sich bieten für die Trennung der japanischen komplexen Erze, die unter den Namen black ore bekannt sind und die Kupfer, Blei und Zink enthalten. Man könnte zunächst einmal in einer sauren Lösung das Zink in Lösung bringen, das Blei als Bleisulfat abscheiden, während das Kupfer unter diesen

## TILASTOTIETOJA

vuoriteollisuudesta vuonna 1968

Koonnut v.t. kaivostarkastaja Rauno Koponen.

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu kiveä tonnia	Malmia tai hyötykiveä tonnia	Kaivostyöntekijöitä v. 1968 aikana			Kaivoksessa suoritettuja työntunteja
						avolouhoksessa	maanalla	yht.	
<i>Malmikaivokset</i>									
Pyhäsalmi	Pyhäjärvi Ol.	FeS <sub>2</sub> , Cu, Zn	Outokumpu Oy	1.291.849	774.290	23	98	121	246.549
Luikonlahti	Kaavi	Cu, FeS	Mylykosken Paperitehdas Oy	1.273.223	204.652	50	66	116	211.503
Otanmäki	Vuolijoki	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Fe, TiO <sub>2</sub>	Rautaruukki Oy	1.236.500	1.204.400	—	146	146	281.067
Outokumpu	Outokumpu	Cu, FeS <sub>2</sub>	Outokumpu Oy	839.868	718.732*	—	356	356	721.898
Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb, Ag	Outokumpu Oy	775.365	706.326	—	168	168	341.453
Raajärvi	Kemijärvi mlk.	Fe	Rautaruukki Oy	495.813	491.113	1	63	64	116.948
Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	Outokumpu Oy	486.065	446.330	1	127	128	259.762
Hällinmäki	Virtasalmi	Cu	Outokumpu Oy	480.331	216.945	18	3	21	43.440
Kemi	Kemi	Cr	Outokumpu Oy	269.933	106.956	6	—	6	12.056
Korsnäs	Korsnäs	Pb, In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Outokumpu Oy	103.863	101.294	—	30	30	60.358
Metsämönttu	Kisko	Zn, Au, Ag	Outokumpu Oy	100.759	82.268	—	46	46	92.916
Malmikaivokset yht.				7.353.569	5.053.306	99	1.103	1.202	2.387.950
<i>Kalkkikaivokset</i>									
Parainen	Parainen	Kalkkikivi	Paraisten Kalkkivuori Oy	1.429.956	1.303.773	44	—	44	76.281
Tytyri	Lohja	»	Lohjan Kalkkitehdas Oy	989.057	989.057	—	119	119	245.441
Ihalainen	Lappeenranta	»	Paraisten Kalkkivuori Oy	572.128	577.041	26	5	31	58.630
Ruokojärvi	Kerimäki	»	Ruskealan Marmori Oy	227.302	227.302	—	27	27	51.117
Förby	Särkisalo	»	Karl Forsström Oy Ab	138.337	138.337	—	19	19	32.174
Montola	Virtasalmi	»	Paraisten Kalkkivuori Oy	124.955	124.955	—	25	25	49.477
Äkäsjoensoo	Kolari	»	Paraisten Kalkkivuori Oy	107.238	71.291	4	—	4	6.661
Kalkkimaa	Alatornio	»	Rauma-Repola Oy	92.634	92.634	4	—	4	7.531
Mustio	Karjaa mlk.	»	Lohjan Kalkkitehdas Oy	92.584	89.300	3	—	3	5.500
Ryytimaa	Vimpeli	»	Paraisten Kalkkivuori Oy	77.836	60.295	3	—	3	6.275
Sipoo	Sipoo	»	Lohjan Kalkkitehdas Oy	43.902	43.902	—	5	5	10.940
Kurikka	Kurikka	»	Ruskealan Marmori Oy	9.797	8.479	—	7	7	13.664
Kalkkikaivokset yht.				3.905.726	3.726.366	84	207	291	563.691
<i>Mineraalikaivokset</i>									
Paakkila	Tuusniemi	Asbesti	Paraisten Kalkkivuori Oy	269.254	25.378	17	—	17	30.739
Kemiö	Kemiö	Maasälpä Kvartsi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	85.200	85.200	4	—	4	9.020
Haapaluoma	Peräseinäjoki	Maasälpä	Paraisten Kalkkivuori Oy	55.261	48.257	8	—	8	15.566
Nilsä	Nilsä	Kvartsi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	49.000	49.000	2	—	2	4.862
Jormua	Paltamo	Talkki	Paraisten Kalkkivuori Oy	6.883	6.883	3	—	3	5.864
Kaatiala	Kuortane	Maasälpä Kvartsi	Paraisten Kalkkivuori Oy	5.822	5.675	2	—	2	3.976
Mineraalikaivokset yht.				461.420	220.393	36	—	36	70.063

\* mistä määrästä 200.920 t käsitelty vanhaa jätettä.

## Tilastotietoja vuoriteollisuudesta vuonna 1968

Rikastetuotanto tonnia	1966	1967	1968	Keskipit. v. 1968 %
Rautarikasteita yht.	977.191	995.295	960.287	66,3
— pelletit, palamalmi, rikasteet	652.827	656.391	518.819	66,9
— rautapasute (Kokkola)	324.364	338.904	441.468	65,9
Rikkirikasteet	516.477	711.629	776.065	47,8
Kuparirikaste	120.073	133.312	142.373	21,2
Ilmeniittirikaste	117.560	126.900	139.500	45,0
Sinkkirikaste	100.800	111.910	120.257	54,4
Kromirikaste		6.384	52.947	36,8
Nikkelirikaste	52.163	57.826	52.028	6,20
Lyijyrikaste	7.991	8.620	8.219	55,2
Lantaniidirikaste	2.610	14.127	12.152	
<b>Metallien tuotanto</b>				
Harkkorauta tonnia	933.800	1.045.125	1.104.608	
Elementtääririkkiä »	73.641	101.413	125.249	
Katodikuparia »	31.912	34.123	35.895	
Katodinikkeliä »	2.993	3.003	3.327	
Vanadiinipentoksidia »	1.733	2.093	2.141,5	
Kobolttia »		16,7	505,0	
Hopeaa kg	16.177	19.390	21.071	
Seleenä »	5.431	6.696	7.296	
Kultaa »	492	632	667	
<b>Mineraalien tuotanto, tonnia</b>				
Kalkkikivi yht.	3.552.872	3.268.838	3.116.544	
— sementinvalmistukseen	2.252.595	2.038.344	1.844.755	
— maanparannuskalkiksi	488.545	459.049	461.606	
— kalkinpoltoon	404.592	365.100	387.435	
— sulfiitti- ja metallurgiseksi kiveksi	209.633	193.216	203.104	
— rouheiksi, tekn. hienojauheiksi ym.	192.730	209.158	214.953	
— dolomiitin polttoon (sintteridol.)	4.771	2.971	4.691	
Kvartsi	43.670	60.999	64.743	
Maasälpä	26.317	54.744	54.427	
Asbesti	10.972	10.524	12.334	
Wollastoniitti	3.813	3.890	4.296	
Talkki	3.979	2.562	2.476	
Piimaa	1.042	1.619	1.977	
<b>Sementin tuotanto, tonnia</b>	<b>1.557.040</b>	<b>1.513.773</b>	<b>1.476.400</b>	

## Kalkkikiven ja dolomiitin käytön jakaantuminen kaivoksittain v. 1968.

Kaivos	Kalkki-kiveä yht.	Sementin valmistukseen	Maanparannuskalkiksi	Kalkin polttoon	Dolomiitin polttoon (Sintteri dolom.)	Sulfiitti- ja metallurgiseksi kiveksi	Rouheet, tekn. hienojauheet ym.
Parainen	1.003.668	754.304	79.121	121.515		48.728	
Tytyri	815.555	598.551	42.630	70.357		60.957	43.060
Ihalainen	572.745	372.334	22.200	121.448		56.763	
Ruokojärvi	215.866		87.921	65.289		335	62.321
Förby	101.110		24.761			18.795	57.554
Montola	91.648		57.614	8.826	4.691	10.325	10.192
Mustio	89.300	89.300					
Kalkkimaa	87.886		46.060				41.826
Ryytimaa	58.804		58.804				
Sipoo	41.217		34.016			7.201	
Äkäsjoensuu	30.266	30.266					
Kurikka	8.479		8.479				
	<b>3.116.544</b>	<b>1.844.755</b>	<b>461.606</b>	<b>387.435</b>	<b>4.691</b>	<b>203.104</b>	<b>214.953</b>



# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

## Vuosikertomus vuodelta 1968

### Vuosikokous

Vuorimiesyhdistys kokoontui sääntömääräiseen 25. vuosikokoukseensa Helsingissä 29. 3. 1968. Kutsuvieraina olivat läsnä direktör Jan-Erik Boman, Svenska Gruvföreningen, bergsingeniör Einar H. Landmark, N. I. F. Bergsingeniörernes Avdelning ja disponent Bror-Knut Lundin, Svenska Bergsmannaföreningen.

Virallisten vuosikokousasioiden jälkeen esittivät skandinaviaalaisten veljesjärjestöjen edustajat tervehdyksensä ja onnittelunsa yhdistyksen 25-vuotisjuhlan johdosta sekä luovuttivat yhdistykselle arvokkaat muistolahjat edustamiensa järjestöjen puolesta.

Iltapäivällä järjestettiin 25. vuotisen toimintakauden johdosta juhla Yliopiston suuressa juhlasalissa. Päiväjuhlaa kunnioitti läsnäolollaan tasavallan presidentti. Valtiovallan tervehdyksen esitti ministeri V. Leskinen. Juhlapuheen piti akateemikko E. Laurila. Polyteknikkojen kuoro ja orkesteri esiintyivät. Tilaisuutta kunnioitti läsnäolollaan lukuisat arvovaltaiset kutsuvieraat.

Illaksi oli järjestetty illallis-tanssiaiset ravintola Kallastajatorpalla. Isännyydestä ja hyvästä ohjelmasta vastasi Lohjan Kalkkitehdas Oy.

Tehdasvierailuja ei järjestetty.

### Toimihenkilöt

Yhdistyksen puheenjohtajana on toiminut toimitusjohtaja B. Forsström ja varapuheenjohtajana yli-insinööri E. Hakapää. Edellisten lisäksi ovat hallitukseen kuulleet maist. R. Boström, teollisuusneuvos A. Heino, yli-insinööri A. Jernström, ylijohdaja V. Marmo, johtaja L. Pietiläinen ja dipl.ins. P. Westerlund. Yhdistyksen sihteerinä on toiminut dipl.ins. E. Jakowleff. Rahastonhoitajana on toiminut dipl.ins. P. Maijala.

### Yhdistyksen toiminta

Yhdistyksen hallitus on toimintavuoden aikana kokoonnut 5 kertaa. Läsnä ovat olleet myös jaostojen puheenjohtajat.

Yhdistyksen sääntöjen muutokset hyväksyttiin lopullisesti toisessa käsittelyssä 29. 3. 1968 vuosikokouksessa hallituksen esityksen mukaisesti.

Vuosikokous hyväksyi jäsenmaksun korottamisen 15 markkaan hengeltä.

Pohjoismaisen yhteistyön kehittämismuotoja vuoriteollisuuden tutkimusalalla on edelleen käsitelty. Johtaja C. Holm'in puheenjohtolla toiminut erikoiskomitea on valmistellut hallitukselle toimintamuotoehdotuksen. Ehdotuksen mukainen toimintamuoto tulisi vaatimaan parin pykälän muutosta yhdistyksen säännöissä. Ehdotus käsittelee myös kalliomekaniikan alan kehittämistä ja tutkimuksen koordinoitua.

Kaivosteollisuuden opistoinsinöörien tarvetta tutkimaan asetti hallitus 18. 3. 1968 erikoiskomitean, jonka kokoonpano on seuraava: E. Hakapää, puheenjohtaja ja jäsenet R. T. Hukki, K. Järvinen, A. Mikkola, E. Pihko, J. Soininen ja V. Valtakari.

Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskuksen järjestämän kurssin »Tulenkestävät materiaalit» kurssitoimikuntaan määrättiin A. Jernström yhdistyksen edustajaksi.

Vuorimiesyhdistyksen aloitteesta ja myötävaikutuksella esitti Yleisradio Oy syksyllä vuoriteollisuutta käsittelevän televisiosarjan.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on ilmestynyt 2 kertaa. Päätoimittajana on toiminut dipl.ins. P. Maijala ja aputoimittajana prof. P. Asanti sekä toimitussihteerinä rouva K. Marmo.

Lokakuun 7—8 päivinä järjesti yhdistys yhdessä Rakenusgeologisen yhdistyksen ja Suomen Geoteknillisen yhdistyksen kanssa Kalliomekaniikan päivät.

### Jaostot

#### Geologijaosto

on toimintavuoden aikana kokoonnut kaksi kertaa ja järjestänyt ekskursion Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivokselle ja Kokkolan tehtaille.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut johtaja T. Stolpe, varapuheenjohtajana maist. O. Helovuori ja sihteerinä maist. P. Markkanen. Jaoston jäsenmäärä oli 31. 12. 1968 176.

#### Kaivosjaosto

on kokoonnut toimintakauden aikana yhden kerran. Jaoston syysretki jouduttiin peruuttamaan, koska kohdeeksi valituilla Viron palaviin kiviin kaivoksilla käynnistettiin korjaus- ja muutostöitä.

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut dipl.ins. J. Soininen, varapuheenjohtajana dipl.ins. V. Salo ja sihteerinä tekn. lis. K. Hakalehto.

Jaoston jäsenmäärä 31. 12. 1968 oli 209.

#### Metallurgijaosto

on toimintavuoden aikana pitänyt kaksi varsinaista kokousta sekä tehnyt kesäretken Tampereen seudun teollisuuslaitoksille.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut yli-insinööri T. Toivanen, varapuheenjohtajana dipl.ins. R. Eriksson ja sihteerinä dipl.ins. R. Seeste. Johtokunta on vuoden aikana kokoonnut kaksi kertaa.

Jaoston jäsenluku 31. 12. 1968 oli 434 varsinaista jäsentä.

#### Yhdistyksen jäsenmäärä

Toimintakauden lopussa oli jäsenmäärä 831. Edellisen kokouksen jälkeen on kuoleman kautta poistunut seuraavat neljä jäsentä:

Tor Björksten

Åke Kihlman

Esko Mäkikylä

Heinrich Kreutz von Scheele, joka oli perustajajäsen.

#### Tutkimusvaltuuskunta

on kymmenennen toimintavuoden aikana pitänyt kokouksen helmikuun 11 ja toukokuun 31 päivinä.

Valtuuskuntaan ovat teollisuuden edustajina kuuluneet V. Valtakari (varalla C. Holm), E. Lehtonen (varalla R. Rinne), R. Malmström (M. Meremies) ja E. Heiskanen (H. Wennervirta) sekä jaostojen puheenjohtajat ja sihteeri. Valtuuskunnan sihteerinä on toiminut P. Similä.

Vuoden aikana on ollut toiminnassa 9 komiteaa. Raportteja on valmistunut 2 kappaletta.

Helsingissä 27 p:nä maaliskuuta 1969

*Börje Forsström*  
puheenjohtaja

*Erik Jakowleff*  
sihteeri

### Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston toimintakertomus vuodelta 1968

Geologijaosto on perinteitä noudattaen kokoontunut vuoden aikana kaksi kertaa ja järjestänyt ekskursion.

Vuosikokous oli Helsingissä 30. 3. 68 ja syyskokous Pyhäsalalla 12. 9. 68. Vuosikokouksen esitelmien yhteisenä teemana olivat malmigeologian ajankohtaiset kysymykset, jolloin pidettiin seuraavat esitelmät:

- fil.maist. P. Isokangas: »Malmiesiintymien löytöön ja hyväksikäyttöön liittyvistä tutkimuksista»,
- prof. M. Puranen: »Geofysikaalisen malminetsinnän teknillisistä apuvälineistä»,
- fil.lis. H. Wennervirta: »Malminetsinnän tietokonesovellutuksista».

Jaoston syyskursio tehtiin 12.—13. 9. 68, kohteina Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivos ja Kokkolan tehtaot. Pyhäsalalla pidettiin myös jaoston syyskokous 12. 9., jolloin kuultiin seuraavat esitelmät:

- yli-ins. R. O. Kurppa ja dipl.ins. E. Erkkilä: »Selostus Pyhäsalmen kaivoksesta»,
- fil.maist. O. Helovuori: »Kaivoksen geologia»,
- fil.maist. O. Waldén: »Vihannin malmin geologia».

Retkeläiset saivat tutustua sekä avolouhokseen että kaivokseen asiantuntevien oppaiden avulla. Rikastamon toimintaa selosti dipl.ins. J. Tanila, ja rikastamo-korjaamo-voimakeskukseen tutustuttiin myös kiertokäynnin muodossa. Kiitoksella on mainittava isäntien monipuolinen vieraanvaraisuus.

Kokkolan kauppaseurassa odotti matkalaisia Outokumpu Oy:n tarjoama päivällinen.

13. 9. saatiin tutustua yhtiön Kokkolan tehtaisiin, oppaina yli-ins. H. Tanner, isännöitsijä P. Karttunen, dipl.insinöörit E. Nermes, O. Vartiainen, M. Saari, Y. Hallavaara, E. Polvinen ja J. Vahtola. Kemian laboratoriota esitteli fil.maist. T. Witting. Malmirikasteiden kulkua seurattiin monien vaiheiden kautta aina tehtaan lopputuotteisiin saakka, joista eniten mielenkiintoa herätti uusi koboltilinja.

Retken onnistumiseen vaikuttivat ratkaisevasti varapuheenjohtajamme, maist. O. Helovuoren organisaatiokyky ja Outokumpu Oy:n myötämielinen suhtautuminen geologeihin, jotka halusivat nähdä miten malmi muuttuu markoiksi. Ekskursiolle osallistui 23 jaoston jäsentä.

Vuoden 1968 Kalliomekaniikan päivät, joiden järjestäjinä toimivat Vuorimiesyhdistys, Rakennusgeologinen Yhdistys ja Suomen Geoteknillinen Yhdistys, pidettiin Helsingissä 7. ja 8. 10. 68. Päivien osanottajina oli runsaasti geologijaoston jäseniä, joista seuraavat pitivät myös esitelmän: P. Haapala, K. Hakalehto, J. Kalla, O. Lindholm, P. Maijala, H. Niini ja P. Markkanen.

Vuorimiesyhdistyksen asettaman tutkimusvaltuuskunnan kokouksessa 31. 5. 68 perustettiin uusi työkomitea n:o 27, jonka nimeksi tuli »Kallion rakenteelliset ominaisuudet». Komitean jäseniksi nimettiin P. Maijala

(puh.joht.), O. Lindholm, E. Peltola, K. Kauranne ja R. Matikainen.

Samassa kokouksessa perustettiin myös komitea n:o 28 »Metallurgisessa teollisuudessa käytettävä kalkki», johon geologijäseneksi nimettiin maist. B. Öhman.

Komitea n:o 24 »Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus» on saanut työnsä valmiiksi. Komitean puheenjohtajana on toiminut maist. O. Helovuori.

Geologijaoston jäsenten jatkokoulutustarpeesta keskusteltiin vuosikokouksessa 30. 3. 68. Geologiliiton edustajien kanssa pidettiin asiasta neuvottelu 16. 4. 68, jolloin sovittiin siitä, että Geologiliitto on se yhteiselin, jolle asia parhaiten soveltuu.

Geologijaoston edustajana Geologian Kansallisessa Komiteassa on ollut fil.toht. V. O. Vähätalo.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut maist. Tor Stolpe, varapuheenjohtajana maist. O. Helovuori, johtokunnan lisäjäseneä apul.prof. L. K. Kauranne ja sihteeriä maist. P. Markkanen.

Jaoston jäsenmäärä on 176.

Helsingissä 22 p:nä helmikuuta 1969.

*Tor Stolpe*  
puheenjohtaja

*Pentti Markkanen*  
sihteeri

### Vuorimiesyhdistyksen kaivosjaoston toimintakertomus Vuodelta 1968

Jaosto on kokoontunut toimintakauden aikana yhden kerran varsinaiseen kokoukseen, joka oli vuosikokous 30. 3. 1968. Syysretkeilyn peruuntumisen johdosta ei syyskokousta pidetty.

Jaoston vuosikokouksessa oli läsnä 95 jaoston jäsentä. Kokouksen yhteydessä pidettiin seuraavat esitelmät.

- Dipl.ins. Tom Lindeberg: »Eräs pölyn sitomismenetelmä porauksessa»,
- Dipl.ins. Olli Hermonen: »Avolouhosvaihe Raajärven malmin louhinnassa»,
- Dipl.ins. Urho Valtakari ja dipl.ins. Pietari Peltonen: »Moniriviammunnan porauksen ja latauksen valvonta»,
- Dipl.ins. Lasse Vanha-Honko ja dipl.ins. Pentti Hintikka: »Vinon hihnakanaalin ajo Vihannin kaivoksessa»,
- Fil.lis. Kalevi Kauranne: »Ehdotus kallion louhittavuusluokitukseksi»,
- Dipl.ins. Hans Allenius: »Kvantitatiivinen tutkimus sulkeisesta jauhatuspiiristä»,
- Dipl.ins. Antero Leppälä: »Rikastamoiden instrumentoinnin uusimmasta kehityksestä Outokumpu Oy:ssä»,
- Tekn.lis. Teuvo Grönfors: »Uutta Tampellasta».

Viron palavien kivien kaivoksille suunniteltu syysretki peruuntui vastaanottavan tahon ilmoitettua syyskuun 10 p:nä korjaus- ja muutostöiden aiheuttamasta esteestä. Koska muutakaan syysretkeilyä ei katsottu tämän jälkeen ehdittävän järjestää, kehoitettiin jaoston jäseniä kiertokirjeellä osallistumaan kalliomekaniikan päiville 7.—8. 10. 1968, joihin osanotto muodostuikin ilahduttavan runsaaksi.

Jaoston jäsen prof. Kauko Järvinen edusti Vuorimiesyhdistystä Svenska Gruvföreningenin vuosikokouksessa marraskuun 29 p:nä 1968.

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut dipl.ins. Jarmo Soininen, varapuheenjohtajana dipl.ins. Urpo Salo ja sihteerinä tekn.lis. Kalle Hakalehto.

Jaoston jäsenmäärä on 209.

Helsingissä 24 p:nä helmikuuta 1969

*Jarmo Soininen*  
puheenjohtaja

*Kalle Hakalehto*  
sihteeri

### Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston toimintakertomus vuodelta 1968

Metallurgijaosto on toimintavuoden aikana pitänyt kaksi varsinaista kokousta sekä tehnyt kesäretken Tampereelle tutustuen eräisiin seudun teollisuuslaitoksiin.

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 Kauppakorkeakoululla 30. 3. 1968. Läsnä oli 105 jäsentä.

Suoritettussa vaalissa sai johtokunta entisen kokoonpanon ja näinollen edellämainittujen lisäksi on johtokuntaan kuulunut lisäjäsenenä:

tekn.tri Sakari Heiskanen

tekn.tri Aulis Saarinen

dipl.ins. Simo Seppänen

dipl.ins. Juho Tuomikoski

Vuosikokouksen virallisen osan jälkeen pidettiin seuraavat esitelmät:

Prof. M. H. Tikkanen, TKK: »Metallurgian opetuksen kehityksestä viimeisen neljännesvuosisadan aikana»

Dipl.ins. Mauritz Bäckström, Oy Aga Ab: »Oxygen, dess framställning och något om dess metallurgiska användning»

Dipl.ins. Jaakko Lautjärvi, Rautaruukki Oy: »Teräksen valmistuksesta happikaasukonvertterilla»

Yli-ins. Anders Jernström, Oy Fiskars Ab: »Erfarenheter av syrgasanvändning i kupol- och S-M-ugnar»

Dipl.ins. Reijo Antola, Oy Vuoksenniska Ab: »Uusia hapenkäytön sovellutuksia valokaariuunissa»

Jaoston kesäretki tehtiin Tampereelle 6 p:nä syyskuuta. Ekskursiokohteina olivat Lokomo Oy, Oy Tampella Ab, Oy Nokia Ab:n Suomen Kumitehdas sekä Tammer Tehn. Oyj:n Kalkun tehdas. Kesäretki, johon osallistui 106 jäsentä, päättyi illalliseen ravintola Rusthollissa Aitolahdessa.

Syyskokous pidettiin Dipolissa marraskuun 15 p:nä. Osanottajia oli 137 henkeä, joista opiskelijoita n. 30 ja loput jaoston varsinaisia jäseniä. Virallisen kokousohjelman jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

Prof. Heikki Miekko-oja: »Metalliopin kehitysnäkymiä meillä ja muualla».

Tekn.lis. E. Räsänen: »Mangaanilla seostetun rakennusteräksen hitsin muutosvyöhykkeessä esiintyvät rakenteet ja vyöhykekorroosio merivedellä (jään murtajat)».

Tekn.tri A. Saarinen: »Dislokaation laajeneminen jännityksen alaisena ja jännityskorroosio alumiinipronssissa (paperikoneiden imutelat)».

Dipl.ins. R. Rätty: »Uusi erkautumismekanismi, jota sovelletaan mm. Ti-, Nb- ja Ta-seosteisten 18:8 terästen karkaisuun (»avaruusmetallit»)».

Dipl.ins. S. Huhtikangas: »Jännitysmuutoksen yhteydessä tapahtuvan ylikuumenemisen vaikutus hitsin rakenteeseen Cr-Mo-teräksissä (lämmönvaihtimet)».

Dipl.ins. T. Hakkarainen: »Kuvanmuodostus elektroniläpivalaisussa».

Tekn.tri V. Lindroos: »Dislokaation Burgersvektorin määrääminen läpivalaisukontrasteista».

Kokous päättyi metalliopin laboratoriossa tehtyyn tutkimiskäyntiin.

Kuluneena vuonna on jaoston kortistossa ollut 434 varsinaista jäsentä.

Helsingissä 18 p:nä maaliskuuta 1969

Toivo Toivanen

puheenjohtaja

Rauno Seeste  
sihteeri

### Tutkimusvaltuuskunnan toimintakertomus vuodelta 1968

Tutkimusvaltuuskunta on kymmenennen toimintavuoden aikana pitänyt kokouksen toukokuun 31 ja helmikuun 11 päivinä.

Valtuuskuntaan ovat teollisuuden edustajina kuuluneet: U. Valtakari puheenjohtajana (varalla C. Holm), E. Lehtonen (varalla R. Rinne) R. Malmström (varalla M. Merenmies) ja E. Heiskanen (varalla H. Wennervirta) sekä jaostojen puheenjohtajat ja sihteerit. Valtuuskunnan sihteerinä on toiminut P. Similä.

Vuoden aikana ovat seuraavat komiteat olleet toiminnassa.

#### Kom. n:o 20 Rikastamoiden instrumentointi

Puheenjohtaja V. Appelberg, jäsenet A. Levanto, T. Välttilä ja O. Ylikotila. Komitean työ valmistunut.

#### Kom. n:o 23 Fysikaaliset analysointilaitteet

Puheenjohtaja L. Hukkinen, jäsenet R. Makkonen, H. Nyman, J. Kinnunen, K. Saarni ja V. Sjöberg. Komitea saanut jatkoaikaa 1. 10. 69 saakka.

#### Kom. n:o 24 Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus

Puheenjohtaja O. Helovuori, jäsenet O. Halonen, R. Saikkonen, O. Lindholm ja asiantuntijana O. Waldén. Komitean työ valmistunut.

#### Kom. n:o 27 Kallion rakenteelliset ominaisuudet

Puheenjohtaja P. Maijala, jäsenet K. Kauranne, O. Lindholm, R. Matikainen ja E. Peltonen. Komitean työ kesken.

#### Kom. n:o 28 Metallurgisessa teollisuudessa käytettävä kalkki

Komitea on vasta perustettu ja sen puheenjohtajaksi valittu J. Lundqvist ja jäseniksi K. Määttä, C.-E. Gustafsson, P. Toivonen ja B. Öhman.

#### Kom. n:o 29 Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa

Komitea on vasta perustettu ja puheenjohtajaksi on valittu E. Löytyniemi ja jäseniksi A. Melart, M. Haltia, B. Andersson ja H. Norden.

#### Kom. n:o 30 Rujvevyöhyketutkimus

Koska komitean aihe on hyvin laaja, on aluksi valittu kolmen miehen ryhmä rajaamaan tutkimustyön. Tähän toimikuntaan on valittu kokoonkutsujaksi H. Niini ja jäseniksi A. Hakapää ja J. Mustala.

#### Kom. n:o 31 Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa ja normitus

Komitea on vasta perustettu ja sen puheenjohtajaksi valittiin M. Harjunpää ja jäseniksi E. Perälä ja O. Hermonen.

#### Kom. n:o 32 Seulontia

Komitea on vasta perustettu ja sen puheenjohtajaksi valittiin R. Söderström ja jäseniksi P. Koivistoinen, H. Lautto ja C.-J. Skand.

Tutkimusvaltuuskunta on lähettänyt Vuorimiesyhdistyksen hallitukselle kirjeen, jossa on kiinnitetty huomiota jäsenten jatkokoulutustarpeeseen.

Urho Valtakari  
puheenjohtaja

Pentti Similä  
sihteeri



## Eero Mäkinen — mitali Börje Forsströmille

Vuorimiesyhdistys on vuosikokouksessaan 28. 3. 1969 myöntänyt dipl.ins. *Börje Forsströmille* hopeisen Eero-Mäkinen-mitalin tunnustukseksi hänen maamme vuoriteollisuuden ja Vuorimiesyhdistyksen hyväksi tekemästään monitahoisesta arvokkaasta työstä. Vuorimiesyhdistyksen uusi puheenjohtaja yli-ins. *Erkki Hakapää* luovutti mitalin eroavalle puheenjohtajalle dipl.ins. Börje Forsströmille vuosikokouksen iltajuhlassa Kalastajatorpalla.

### Vuorimiesyhdistyksen tutkimuselosteita ja kirjoja

		hinta lvv:neen loppunut
Tutkimuseloste n:o	1 »Kulutusta kestävä materiaali»	
»	» 2 »Malmiteknilinen näytteenotto»	»
»	» 3 »Jatkotankoporaus»	»
»	» 4 »Öljypolttimet»	11,50
»	» 5 »Maakairaus ja pliktaus»	11,50
»	» 6 »Putket ja rännit»	11,50
»	» 7 »Jatkotankoporausksen sovellutus louhintaan»	11,50
»	» 8 »Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä»	11,50
»	» 9 »Rikastamoiden jätetaluiden järjestely Suomen eri kaivoksilla»	11,50
»	» 10 »Kuulurakenteet»	11,50
Läite n:o 10:een	»Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta»	5,60
Tutkimuseloste n:o	11 »Raakkulaimennus»	11,50
»	» 12 »Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinä rakenteet»	56,—
Piirustusliite n:o	12:een	56,—
Tutkimuseloste n:o	13 »Vedenpoisto kaivoksesta»	11,50
»	» 14 »Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa»	17,—
»	» 15 »Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä», uusi painos tekeillä	—
Kuvaliite n:o 15:een	» » »	—
Tutkimuseloste n:o	16 »Jauheiden kuivatus»	—
»	» 17 »Pölyn talteenotto»	11,50
»	» 18 »Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta»	30,—
»	» 19 »Kulutusta kestävä materiaali» — n:o 1:n täydennys —	11,50
»	» 20 »Rikastamoiden instrumentointi»	20,—
»	» 21 »Räjähdysaineet ja räjäytysvälineet»	27,—
»	» 22 »Tulenkestävät keraamiset materiaalit»	20,—
»	» 24 »Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus»	20,—
»	» 25 »Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset»	20,—
»Kaivosten turvallisuusopas» (myös ruotsinkielisenä)		3,—
»Räjätysopas» (2. painos)		4,—
»Kaivosmiehen käsikirja»		12,—
»Kaivossanasto»		15,—
»Kalliomekaniikan päivät 1967»		35,—
»Kalliomekaniikan päivät 1968»		40,—

## Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna

Dipl.ins. *Pekka Antinheimo* os: Raaseporintie 3 A 5, Hki 90.

Dipl.ins. *Eugen Autere* johtaa Kymen Oy Karkkilan tehtaan teknillisen puolen tuotanto-osastoja.

Dipl.ins. *Ilkka Eerola* toimii Oy W. Rosenlew Ab:n Porin Konepajan valimon metallurgina. Os: Katariinan-  
katu 14 C 35, Pori.

Dipl.ins. *Henrik Eklund* adr: Bergmansg. 7 C 1, Hfors 14.

Fil.lis. *Reijo Gardemeister* os: Viherkallionkuja 3 F 40, Viherlaakso.

Vuorineuvos *Berndt Grönblom* on saanut vastaanottaa ruotsalaisen Bruksocieten v. 1772 perustetun kultaisen ansiomerkin. Tätä ennen merkki on jaettu vain kerran — v. 1775.

Tekn.lis. *Tewo Grönfors* on nimitetty Tampellan konepajan yhteyteen perustetun Tampella-Tamrock'in tuotekehittelypäälliköksi.

Dipl.ins. *Antero Hakapää* on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen Kotalahden kaivokselle. Os: Oravikoski.

Dipl.ins. *Martti Haltia* on nimitetty yli-insinööriksi. Os: Rautaruukki Oy, Raahensalo.

Dipl.ins. *Matti Hanhiniemi* on Imatran Voima Oy:n Sähkölaboratorion palveluksessa.

Dipl.ins. *Paul Hedlund* on nimitetty yli-insinööriksi.

Dipl.ins. *Lauri Heimonen* os: Otavank. 15 A 5, Pori.

Dipl.ins. *Pasi P. Huhtinen* toimii Ingersoll-Rand AB:n erikoisedustajana Suomessa. Os: Vesakkotie 3 A 73, Hki 63.

Dipl.ins. *Erik Jakowleff* on 1. 4. 69 nimitetty tehtävään, jossa hän vastaa Oy Vuoksenniska Ab:n uusien markkina-alueitten avaamisesta ja myyminenestämistoinnasta Os: Puistokaari 2 C, Hki 20.

Dipl.ins. *Matti Johansson* os: Kotimäki, Vaajakoski.

Fil.lis. *Stig Johansson* Geotek Oy:sta on n. 8 kk:n kokenuksella Chilessä, jossa toimii Project Engineerinä malmikairauksissa Antofagastan alueella.

Dipl.ins. *Veikko Jumppanen* os: c/o Mary Cathleen Uranium Ltd, P.O. Box 384 D, Melbourne, Australia.

Dipl.ins. *Aulis Junttila* on 24. 1. 69 tapahtuneessa presidentin esittelyssä saanut professorin arvonimen.

Dipl.ins. *Väinö Juntunen* on nimitetty Lahnaslammen kaivoksen johtajaksi.

Dipl.ins. *Kari Kaartama* os: Kokkovuori a E, Hauki-lahti.

Dipl.ins. *Erkki Karstunen* on 15. 3. 69 alkaen nimitetty Kymen Oy:n tilausvaluosaston myyntipäälliköksi toimipaikkana Kymen Oy, Karkkilan tehdas. Os: Haukkamäki 305, Karkkila.

Dipl.ins. *Matti Kilpinen* toimii Tampella Oy:n Tamrock-osaston johtajana.

Dipl.ins. *Jorma Koponen* on siirtynyt Lohjan Kalkkitehtaan palvelukseen, os: Kalkkirinne, Virkkala.

Dipl.ins. *Jouko Koskinen* os: Ulvilantie 29/10 A 578, Hki 35.

Dipl.ins. *Anders Kranck* toimii Oy Scan-Auto Ab:n tietokoneosaston systeempäällikkönä.

Dipl.ins. *Reino Kurppa* on nimitetty yli-insinööriksi.

Dipl.ins. *Heikki Lehmusvaara* on 1. 3. 69 alkaen nimitetty Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran Rautatehtaan piirustuskonttorin päälliköksi.

Fil.mag. *Kurt Lupander* adr: Kapellvägen PL 1339 S-54100, Skövde, Sverige.

Yli-ins. *Martti Maliniemi* os: LKAB, Svappavaara, Sverige.

Dipl.ins. *Lauri Mannerkoski* on Rautaruukki Oy:n palveluksessa. Os: Ollinsaarentie 43 I 59, Raahe.

Prof. *Markku Mannerkoski* toimii Oulun Yliopiston rehtorina.

Fil.maist. *Allan Melart* on kutsuttu Ky. Kontramin varatoimitusjohtajaksi 1. 3. 1969 alkaen.

Dipl.ins. *Martti Merenmies* on nimitetty Rautaruukki Oy:n kehitystoimen johtajaksi.

Dipl.ins. *Raimo Meriläinen* on nimitetty yli-insinööriksi.

Fil.maist. *Jorma Mustala* on siirtynyt Outokumpu Oy:n pääkonttoriin tutkimusgeologiksi kaivosteknilliselle osastolle. Os: Pyhtää, kk.

Dipl.ins. *Reino Mäkelä* on nimitetty yli-insinööriksi. Os: Rautaruukki Oy, Raahensalo.

Fil.maist. *Esko Mälkki* os: Yläkonnunkuja 5 F 44, Soukka, Suomenoja.

Dipl.ins. *Matti Mäyrä*, on 1. 1. 69 alkaen nimitetty Oy Tikkakoski Ab:n toimitusjohtajaksi. Os: Tikkakoski.

Dipl.ins. *Toivo Niemelä* on siirtynyt Outokumpu Oy:n pääkonttoriin metallurgiseen suunnittelutoimistoon tehtävänään lähinnä ulkomaisten suunnitelmien hoitaminen. Os: Otakallio 2 B 17, Otaniemi.

Prof. *Antti Niemi* on nimitetty 1. 7. 1969 alkaen TKK:n säätö- ja systeemiteknikan professoriksi.

Yli-ins. *Kalervo Nieminen* on palannut Etiopiasta ja toimii jälleen Paraisten Kalkkivuori Oy:n Minerititehtailta. Os: Vuorimiehenk. 23 b A 9, Hki 14.

Fil.tri *Heikki Niini* on nimitetty 1. 2. 69 alk. TKK:n taloudellisen geologian dosentiksi ja 1. 3. 69 alkaen Valtion teknillistieteellisen toimikunnan vanhemmaksi tutkijaksi sijoituspaikkana TVH:n vesistöosasto.

Dipl.ins. *Matti Niskanen* toimii osastoinsinöörinä Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran Rautatehtaalla hienovalssaamossa alk. 1. 2. 1969. Os: Rautatehdas B 99, Imatra 2.

Fil.maist. *Jaakko Nortio* on siirtynyt Typpi Oy:n Helsingin konttoriin toimien edelleen vientipäällikkönä. Os: Urheilutie 5 A, Matinkylä.

Fil.lis. *Ossi Näykki* os: Onnentie 23, Hki 60.

Dipl.ins. *Antti Paasikivi* on 1. 11. 68 alkaen nimitetty Oy Vuoksenniska Ab:n SRI eli suunnittelu ja tietojenkäsittelyprojektin päälliköksi.

Dipl.ins. *Asko Palomäki* on 1. 4. 1969 alkaen nimitetty Oy Vuoksenniska Ab:n pitkän tähtäimen suunnittelua varten perustetun esikuntaelimenä toimivan osaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Matti Palperi* toimii 1. 3. 1969 alkaen Outokumpu Oy:n Kokkolan kobolttitehtaalla prosessimetallurgina.

Dipl.ins. *Risto Pellikka* toimii 16. 12. 68 alkaen Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran Rautatehtaan teräsosastolla osastoinsinöörinä.

Yli-ins. *Lauri Pietiläinen* on nimitetty 1. 3. 69 alkaen Oy Vuoksenniska Ab:ssä johtajaksi ja Imatran Rautatehtaan isännöitsijäksi.

Dipl.ins. *Kalevi Puolamäki* toimii Oy Tampella Ab:n Konepajalla sulattoinsinöörinä. Os.: Ilmarinkatu 27 B 17, Kaleva.

Dipl.ins. *Esko Pöyliö* os: Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, Raaha.

Dipl.ins. *Esa Riuttala* on kiinnitetty Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran Rautatehtaan tutkimusosastolle tuotekehittelytehtäviin.

Dipl.fyys. *Gerhard Ritzschke* os, josta posti toimitetaan edelleen c/o Heikkilä, Mutila.

Prof. *Martti Saksela* on kutsuttu Suomen Geologisen Seuran kunniajäseneksi 17. 12. 1968.

Dipl.ins. *Jarl Sandström* on 1. 3. 69 alk. nimitetty Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaitten saostamon ja pelkistämön osastopäälliköksi.

Dipl.ins. *Arno Saraste* on kutsuttu 1. 4. 69 alk. johtajaksi Kone Osakeyhtiöön. Hänen johtoonsa kuuluu koko hissiliiketoiminta Suomessa sekä neljä skandinaavista tytäryhtiötä.

Dipl.ins. *Jürgen Sasse* on nimitetty 1. 4. 69 alk. Oy Vuoksenniska Ab:n terästuotteiden vientipäälliköksi.

Dipl.ins. *Sakari Seeste* on nimitetty yli-insinööriksi. Os: Kasarminkatu 1 D, Hki 14.

Dipl.ins. *Viljo R. Snellman* toimii maanmittausinsinöörinä Uudenmaan läänissä, toimipiirinä Pernajan kunta. Os: Mechelinink. 51 A 11, Hki 25.

Fil.maist. *Tor Stolpe* on 1. 1. 69 alk. nimitetty Kymin Oy:n metalliteollisuuden johtajaksi. Hän toimii samalla yhtiön Karkkilan tehtaitten isännöitsijänä.

Dipl.ins. *Erkki Ström* on nimitetty 1. 11. 68 Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran Rautatehtaan hienovalssaamon päälliköksi.

Dipl.ins. *Holger Sweins* on nimitetty Rautaruukki Oy:n Hämeenlinnaan rakennettavan kylmävalssaamon projektin päälliköksi.

Dipl.ins. *Kaj Söderling* adr: Gyldensvägen 14 C 14, H-fors 20.

Dipl.ins. *Carl-Johan Tallberg* on nimitetty 1. 4. 69 alkaen Oy Julius Tallberg Ab:n varatoimitusjohtajaksi. Hänen johdossaan ovat kaikki yhtiön teknilliset osastot.

Dipl.ins. *Ilmari Tamminen* os: Kaivok. 1 B 26, Kotka.

Dipl.ins. *Pekka Teppo* os: Forssa, Kartanonkatu 6 A 19.

Dipl.ins. *Kyösti Torsti* os: Unioninkatu 45 A 125, Hki 17.

Dipl.ins. *Juho Tuomikoski* on 16. 1. 1969 alk. nimitetty Oy W. Rosenlew Ab:n Porin Konepajan valimon päälliköksi. Os: Tiilimäentie 6 B 42, Pori.

Dipl.ins. *Esko Ulvelin* os: Malmikaivos Oy, Luikonlahti.

Dipl.ins. *Lars Witting* on nimitetty Oy Vuoksenniska Ab:n Koverharprojektin johtajaksi alk. 1. 3. 1969. Tässä tehtävässä hän johtaa Koverharin terästehtaan suunnittelua ja rakentamista.

Prof. *Alexis Volborth* os. Geology Department, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.

Fil.maist. *Eero Wuolijoki* os: Bulevardi 10 A 11, Hki 12.

Dipl.ins. *Oiva Ylikotila* on nimitetty Tampella-Tamrockin markkinoinnin suunnittelu- ja projektipäälliköksi. Os: Onkiniemenk. 3 D 30, Tampere.

Ins. *Bengt Ådahl* on nimitetty Tampella-Tamrockin louhintakoneiden myyntipäälliköksi, os: Ilmarink. 29 B 36, Tampere.



## Uusia jäseniä — Nya medlemmar

\* merkityt ovat entisiä nuoria jäseniä.

*Alviola, Reijo*, fil.kand., Geologinen tutkimuslaitos, Otaniemi

\**Anjala, Yrjö Ensio*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Helsinki  
*Bergström, Raimo Juhani*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Kemi

\**Eerola, Ilkka Antero*, dipl.ins., Oy W. Rosenlew Ab, Pori  
*Grebius, Hans*, bergsing., Fagersta Bruks Ab, Fagersta, Sverige

*Hautala, Pertti*, fil.kand., Outokumpu Oy, Aijala

*Hiltunen, Aimo*, fil.kand., Rautaruukki Oy, Rovaniemi  
*Hugg, Rauno Erkki*, fil.maist., Suomen Malmi Oy, Otaniemi

\**Huhtinen, Pasi Perttu*, dipl.ins., Ingersoll-Rand Ab, Helsinki

\**Härkönen, Seppo*, dipl.ins., Oy Tampella Ab, Tampere  
*Härkönen, Toivo Johannes*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Raahe

*Isoherranen, Seppo Antero*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pori  
\**Kaartama, Kari Olavi*, dipl.ins., Suomen Standardisointimissliitto, Helsinki

\**Karvonen, Ilkka Juhani*, dipl.ins., Suomen Rahapaja, Helsinki

\**Kukkosuo, Reijo Tapani*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Helsinki

*Larinkari, Jorma Tapio*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pori  
*Lehtinen, Asko*, fil.maist., Rautatiehallitus, Helsinki

*Lunden, Esko*, fil.maist., Paraisten Kalkkivuori Oy, Parainen

*Luoma, Jalo Juhani*, fil.kand., Outokumpu Oy, Pori

*Löytymäki, Eero*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Helsinki

*Merikalla, Veijo I.*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Raahe

*Oka Pentti*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Helsinki

*Pajala, Hannu Tapani*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pori  
\**Parviainen, Kari Olavi*, dipl.ins., Suomen Teknillinen Seura, Helsinki

*Pekkala, Yrjö*, fil.kand., Geologinen tutkimuslaitos, Otaniemi

*Pekuri, Eero Niilo Juhani*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Kokkola

*Poijärvi, Jaakko Teijo Ilmari*, Outokumpu Oy, Pori

*Pokki, Eero Kalervo*, fil.kand., TVH, Helsinki

\**Pyyry, Ilkka Kullervo*, dipl.ins., TKK, Otaniemi

*Salminen, Olavi Osmo Sakari*, dipl.ins., Outokumpu Oy, Pori

*Salonen, Lasse*, tekn.lis., TKK, Helsinki

*Saralampi, Jorma*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Raahe

*Savio, Kai-Markus*, dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatra

*Thomaeus, Ivar*, bergsing., Sala Maskinfabriks Ab, Stockholm

*Torell, Sven*, civ.sing., Bolaget Vieille Montagne, Ämmeberg, Sverige

\**Vainio-Mattila, Antti Tapani*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Raahe

*Vartiainen, Heikki*, fil.kand., Rautaruukki Oy, Raajärvi

*Westman, Lauri*, dipl.ins., Rautaruukki Oy, Raahe

*Ylikunnari, Juhani*, fil.kand., Rautaruukki Oy, Oulu

Fortsetz. S. 41

Bedingungen als Sulfid nicht angegriffen wird. Man könnte die Trennung wie oben bei den Blei-Zinkerzen durchführen und dann das übriggebliebene Kupfersulfid alkalisch laugen und so das Kupfer in Lösung bekommen. Diese Lösung könnte dann mit Wasserstoff zu Kupferpulver reduziert werden. Eine weitere Möglichkeit bietet die alkalische Laugung. Sie wurde vorgeschlagen für die Aufarbeitung von Kupferschrott und wird durchgeführt bei der Aufarbeitung von Zementkupfer bei der Arizona Chemocopper Company. Das Zementkupfer wird in Ammoniak unter Luftereinwirkung aufgelöst, hierzu ist weder Druck noch reiner Sauerstoff notwendig, die ammoniakalische Lösung gereinigt und daraus dann das Kupfer mit Wasserstoff unter Druck reduziert. Für die Druckreduktion ergäbe sich ausserdem noch eine Trennungsmöglichkeit für Kupfer und Nickel mit Wassergas, indem man eine komplexe Lösung aus Kupfer- und Nickelsulfat mit Wassergas unter Druck behandelt, dabei wird das Kupfer, wenn auch langsam, zu Kupferpulver reduziert, während das Nickel als Nickelcarbonyl verflüchtigt wird und separat zu Nickel zersetzt werden kann.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass die Verfahrenstechnik der Drucklaugung und Druckreduktion einigermassen beherrscht wird, dass die Vorstellungen über die Kinetik der Vorgänge noch im Anfang stecken. Aufgrund der recht unglücklichen Startbedingungen hat bisher die Druckhydrometallurgie eine verhältnismässig geringe Verwendung in der Technik gefunden.

### Literaturverzeichnis

- 1) R. Esenwein, J. Gerlach u. F. Pawlek  
Journée Internationales des Applications du Cobalt  
9—11 Juni, 1964
- 2) J. Gerlach u. F. Pawlek  
Unit Processes in Hydrometallurgy, Dallas, Texas 1963  
Gordon and Breach Science Publishers S, 308/25
- 3) D. M. Himmelblau  
I. Chem. Engng. Data 5 (1960), 10/15
- 4) G. Bruhn, J. Gerlach u. F. Pawlek  
Z. anorg. Chem. 337 (1965), 68/79
- 5) V. V. Mackiw, T. W. Benz u. D. J. J. Evans  
Metallurgical Review 11 (1966), 143/48
- 6) J. Dahms, J. Gerlach u. F. Pawlek  
Erzmetall 20 (1967), 203/08
- 7) H. Fries, J. Gerlach u. F. Pawlek  
Erzmetall 18 (1965), 509/14
- 8) O. Knacke, F. Pawlek u. E. Süßmuth  
Erzmetall 9 (1956), 566/74
- 9) G. Bauch, F. Pawlek u. K. Plieth  
Erzmetall 11 (1958), 1/8
- 10) The Winning of Nickel, J. R. Boldt  
Methuen and Co Ltd 1967, S. 437/53
- 11) The Winning of Nickel, J. R. Boldt  
Methuen and Co Ltd 1967, S. 299/315
- 12) D. J. J. Evans, Advances in Extractive Metallurgy  
Symposium, London 1967, paper Nr. 35

# Suoritettuja tutkintoja

## HELSINGIN YLIOPISTO

### Geologian ja mineralogian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

*Puustinen, Kauko:* »Siilijärven apatiittimuodostuman geologiasta».

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

*Alviola, Reijo:* »Albanon vulkaanisen alueen raken- teesta ja kivilajeista».

*Anttonen, Risto:* »Orijärven, Outokummun ja Haverin esiintymien kupariikiisuparageneeseista».

## OULUN YLIOPISTO

### Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

*Hautala, Pertti:* »Venetpalon alueen petrologia ja rakenne». Työtä valvoi prof. J. Seitsaari.

### Prosessitekniiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja 1. 8. 1968 alkaen

*Bergström, Raimo:* »Talkin rikastustutkimuksia». Työtä valvoi prof. U. Runolinna.

*Koljonen, Jorma:* »Vahvamagneettisen märkäseparoinnin tutkiminen eräillä suomalaisilla malmeilla». Työtä valvoi prof. U. Runolinna.

*Laukkanen, Tapio:* »Jatkotutkimuksia Tytyrin kalsiit- tityyppisellä wollastoniihtimalmilla». Työtä valvoi prof. U. Runolinna.

*Mattila, Timo:* »Kokonaisaineensiirtokertoimen korre- lointi Scheibel uuttokolonnissa». Työtä valvoi vt. prof. J. Sohlo.

*Monni, Aarne:* »Kokonaisaineensiirtokertoimen korre- lointi seulapohjaisessa tislauskolonnissa». Työtä valvoi vt. prof. J. Sohlo.

*Pekuri, Eero:* »Epäorgaanisten rikkiyhdisteiden kata- lyyttisistä kaasufaasireaktioista». Työtä valvoi prof. V. Veijola.

*Tolonen, Matti:* »Siilinjärven malmin rikastaminen vaahdottamalla». Työtä valvoi prof. U. Runolinna.

*Virkkala, Touko:* »Terpinoleenin hapetus hapella». Työtä valvoi prof. V. Veijola.

### Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Karjalainen, Pentti:* »Erkaumista köyhtyneet vyöhyk- keet ja väsyminen Al-Si-seoksissa». Työtä valvoi pro- fessori v.s., TkL T. Moisio.

*Saralampi, Jorma:* »Kuparin tunkeutuminen teräkseen kuumamuokkauslämpötiloissa». Työtä valvoi prof. M. Mannerkoski.

*Westman, Lauri:* »Nikkelin korvaaminen kuparilla martensiittisessa valkoisessa valuraudassa». Työtä valvoi prof. M. Mannerkoski.

## TURUN YLIOPISTO

### Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto geologiassa ja mineralo- giassa:

*Korsman, Kalevi:* »Sulkavan charnockiitit». Prof. K. J. Neuvosen johdolla.

*Kokkola, Martti:* »Kiannan alueen vulkaanisesta muo- dostumasta». Prof. K. J. Neuvosen johdolla.

### Maaperägeologian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkinto maaperägeologiassa:

*Ylinen, Mauno:* »Mannerjäätikön perääntymisestä Oulun seudulla». Prof. Martti Salmen johdolla.

### TEKNILLINEN KORKEAKOULU

19. 4. 1969 tarkastettiin julkisesti seuraavat väitöskirjat:

Tekn.lis. *Ulla-Maija Levanto:* »On the Precipitation of Ammonium Polyvanadate». Virallisena vastaväittäjänä toimi apulaisprofessori Aino Pekkarinen ja valvojana professori Olavi Erämetsä.

Tekn.lis. *Martti Juhani Mela:* »A Study on the Elasti- city of Cell Membrane and Related Phenomena». Viralli- sina vastaväittäjinä toimivat professori Sulo Toivonen ja apulaisprofessori Eino Tunkelo sekä valvojana professori Olli Lounasmaa.

Tekn.lis. *Antti Vuorinen:* »About the Absolute Activity Measurements of Radioactive Nuclides». Virallisena vas- taväittäjänä toimi apulaisprofessori Antti Silvola ja val- vojana professori Pekka Jauho.

Tekn. lis. *Kalle Hakalehto:* »The Behaviour of Rock under Impulse Loads. A Study using the Hopkinson Split Bar Method». Virallisina vastaväittäjinä toimivat tekniikan tohtori Rudolf Kvapil ja apulaisprofessori Kalevi Kauranne sekä valvojana professori Aimo Mik- kola.

Tekniikan lisensiaatin tutkintoja:

*Carlson, Carl:* »Aikatekijä kustannuslaskennassa», prof. Niinin johdolla.

*Jalkanen, Heikki:* »Tutkimus Fe-S-O-systeemin termo- dynamiikasta», prof. Tikkasen johdolla.

Diplomi-insinööritutkintoja.

*Hanhiniemi, Matti Tapio:* »Liukoisuusrajan määrittä- mis-tasapainodiagrammin Cu-Al-Co kuparinurkassa», prof. Miekk-ojan johdolla.

*Honkasalo, Jorma Antero:* »Eräiden seosaineiden vai- kutus Cu-6% Al-seoksen pinousvian pintaenergiaan ja jännityskorroosioalttiuteen», prof. Miekk-ojan johdolla.

*Härkönen, Seppo:* »Litiumin vaikutus nikkelioksidin liukenemiseen», prof. Tikkasen johdolla.

*Korpi-Anttila, Jaakko:* »Otanmäen malmin remanenssi- tutkimukset», prof. Mikkolan johdolla.

*Kuimala, Aarno Sakari:* »Litiumin vaikutuksesta oksidien väliseen liukoisuuteen happipaineen funktiona NiO- Li<sub>2</sub>O-systeemissä», prof. Tikkasen johdolla.

*Mannerkoski, Lauri Pertti Kaarlo:* »Kontrolloidun vals- sauksen olosuhteiden vaikutus eräiden niukkahiilisten terästen mekaanisiin ominaisuuksiin», prof. Sulosen joh- dolla.

*Niskanen, Pentti Olavi:* »Aeromagneettisten karttojen tulkin- nast», prof. Puranen ja Mikkola johdolla.

*Pellikka, Risto:* »Tutkimus raudan saostamisesta mag- netiittina sulfaattiliuoksesta», prof. Tikkasen johdolla.

*Riuttala, Esa Ilmari:* »Tutkimus kitkakertoimen mää- räämisestä kuumavalssauksessa», prof. Sulosen johdolla.

*Tähtinen, Kari Pentti Olavi:* »Tutkimus karbonyyli- nikkelin sintrautumiseen vaikuttavista osatekijöistä», prof. Tikkasen johdolla.

*Törrönen, Kari Johannes:* »Vedyn vaikutus Zircaloy- 2:n lujuusominaisuuksiin», prof. Miekk-ojan johdolla.

## Syntymäpäiviä

24. 6.	Esko Penttilä	50 v.
3. 7.	Gunnar v. Wright	75 v.
7. 7.	Sulo Aarnisalo	60 v.
4. 8.	Veikko Vähätalo	60 v.
16. 8.	Aulis Junntila	65 v.
24. 8.	Veikko Räsänen	50 v.
16. 9.	Erkki Heiskanen	50 v.
24. 9.	Lauri Konttinen	50 v.
29. 9.	Åke Lundberg	65 v.
18. 10.	Olavi Helovuori	50 v.
28. 10.	Lars Wetzell	50 v.
16. 11.	Reino Repo	50 v.
16. 11.	Torsti Simola	50 v.
17. 11.	Caj Holm	50 v.
17. 11.	Esko Mattila	50 v.
23. 11.	Eero Wuolijoki	50 v.
4. 12.	Toimi Lukkarinen	50 v.

### Liikesivistysrahaston Outokumpu Oy:n erikoisrahasto

Liikesivistysrahasto jakaa vuosittain apurahoja lähinnä korkeampaa taloudellista sivistystä edistäviin tarkoituksiin. Liikesivistysrahastoon kuuluvasta Outokumpu Oy:n erikoisrahastosta myönnetään apurahoja ensisijassa vuoriteollisuuden palveluksessa olevien henkilöiden ulkomailta tapahtuvien opintojen tukemiseen. Apurahat ovat haettavina 15. 4. — 16. 5. välisenä aikana. Käytettävissä oleva summa mk 9.000,— jaetaan useampina stipendeinä. Hakemuslomakkeita ja tarkempia tietoja saa Liikesivistysrahaston toimistosta Vuorikatu 4 A, Helsinki 10, puh. vaihde 65 99 33.

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

*Jatk. sivulta 25*

### Lopputoteamus

Uutta tyhjövaahdotusprosessia on kokeiltu tehdasmittakaavassa useissa kiisurikastamoissa yksikkökennona ja suljettuna vaahdotuspiirinä. Vaikka itse laitteisto vielä on kehittelyn kohteena vahvistavat saavutetut koetulokset teoriaan ja laboratoriokeksiin perustuvaa käsitystä siitä, että kaasunsaostuksella myös kiisujen vaahdotuksessa saavutetaan etuja ja erityisesti hienojen raeluokkien kohdalla. Edelleen näyttää vaahdotus alipaineessa vaativan vähemmän aikaa, joten laitteistolle on tyyppillistä korkea kapasiteetti ja vähäinen energian kulutus.

### Summary

#### Sulfide Flotation with a new Vacuum Flotation Apparatus

The paper describes a new vacuum flotation apparatus and the results obtained by it in plant scale tests. The system has been tested on several sulphide ores by means of a glosed vacuum flotation circuit consisting of three cells.

Though the vacuum flotation equipment is still under development, the results obtained so far have demonstrated that the basic principle of the process is sound and that the equipment described is capable of establishing an effective separation, especially of finely ground products, furthermore, flotation under sub-atmospheric pressure seems to require considerably less time resulting in high unit capacity and in low energy consumption.

### Kirjallisuus

1. J. Huber — Panu:
  - Breitrage zur Theorie der Flotation mit Gasblasenausscheidung aus der Trübe. Freib. Forsch — h 1966 A 401, 37—51
  - Recherches Concernant la Flottation des Minéraux Sulfureux très Finement Broyés. VIII International Mineral Processing Congress, Paper D 2, Leningrad 1968
2. V. I. Klassen: Theoretical Basis of Flotation by Gas Precipitation. Proceedings of the International Mineral Processing Congress, London (1960), 309—322
3. Cleaning a coking slack. Colliery Engineering. June 1947, 177—185
4. Francis E. Elmore: British patent No 17, 816 (1904)
5. Robert H. Richards: Ore Dressing. Vol. III (1909), 1555—60

# KARHULA KÄYNNÄ KÄSITTELY- PUMPUT

Karhula kuumanestepumppujen rakenteessa on huomioitu korkean lämpötilan asettamat vaatimukset kuten esim.

- riittävän pitkä ja tehokkaasti jäähdytetty tiivistepesä
- lämpötilaan sopiva laakerointi
- kannatus akselitasossa
- eri nesteille ja paineille soveltuva valmistusmateriaali

Näiden ominaisuuksien ansiosta ovat Karhulan kuumanestepumput erittäin käyttövarmoja ja pitkäikäisiä pumpattaessa 100–300° C lämpötilassa olevia nesteitä.

## AHLSTRÖM

KARHULA WARKAUS

Kaksi konepajaa ja suuryrityksen kokemus.

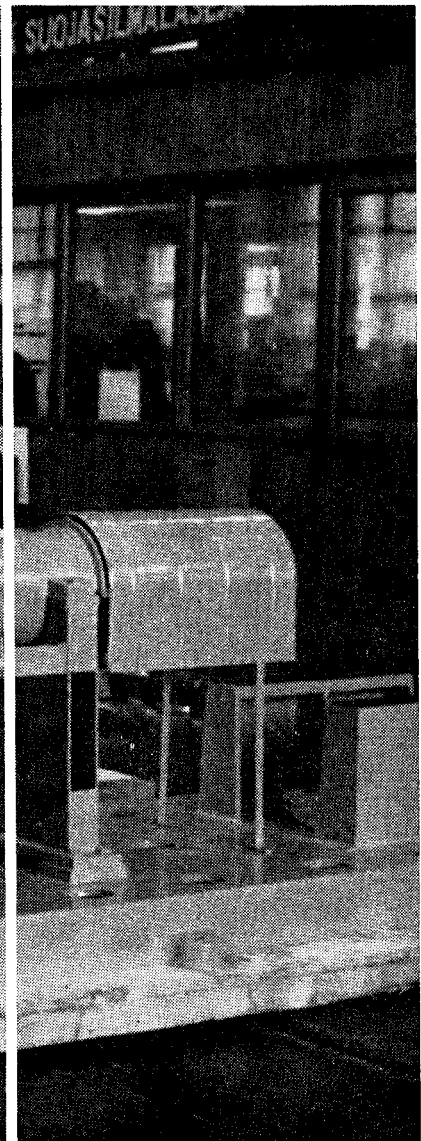
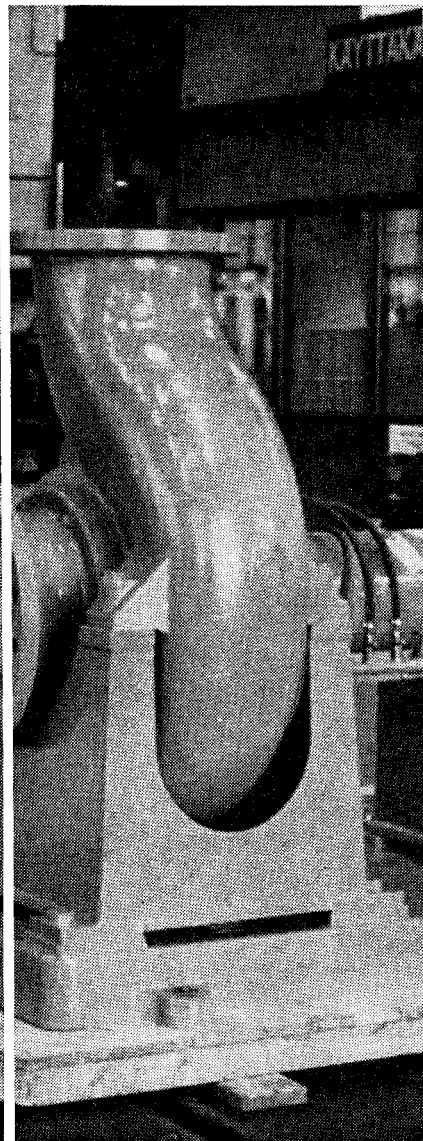
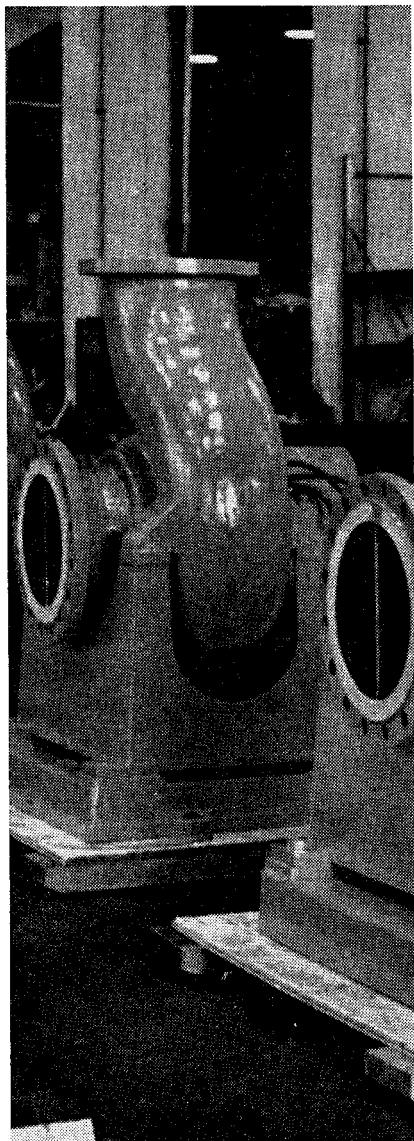
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ  
KARHULAN KONEPAJA  
Karhula  
Puh. Kotka (952)- 63 100  
Telex: Kotka 53-10  
Sähkeet: Ursus Karhula

### KARHULAN KONEPAJA

Paperikoneita  
Selluloosan kokooma- ja kuivauskoneita  
Jatkuvatoimisia Kamyr-keittämöitä  
Pesu-, lajitin- ja valkaisuosastoja  
Automaattisia leikkuri-, paalaus-, puristin- ja paalienkäsittelylinjoja  
Pumppuja  
Sahakoneita  
Teräs- ja rautavalua

### WARKAUDEN KONEPAJA

Höyrykattiloita  
Kuurimoita ja laitteita puiden nipussa mittaamiseen, siirtoon ja käsittelyyn  
Happo-osastoja  
Keittämöitä  
Lajittimia  
Haihduttamoita  
Soodakattiloita  
Meesauuneja  
Pyörrekerrosuuneja  
Lämpöteknillisiä laitteita.  
Paineastioita ja säiliöitä  
Kartioporattuja levyjä



# Atlas Copco hydrauliset puomit poraavat sarjan jokaisen reiän yhdensuuntaisesti ensimmäiseen reikään nähden-automattisesti. Neljä hydraulista puomia peittää yli 100 neliometriä

Atlas Copcolla on täydellinen peräänajaja ja tunnelintekoa varten tarkoitettu hydraulisten puomien sarja. Tämä käsittää neljä eri tyyppiä: vakioittainen, teleskooppinen, epäkeskeisellä poran sijoittimella varustettu "roll-over" ja keskeisellä poran sijoittimella varustettu "roll-over" porauspuomi. Vakioittaisella ja teleskooppisella puomilla on ohjaussylinteri joka "vaistoa" nostoetäisyydet ja joka varmistaa että sarjan jokainen reikä automaattisesti tulee poratuksi rinnakkaisesti ensimmäisen reiän kanssa. Tämä sylinteri on suuri ajansäästäjä erityisesti, kun kyseessä ovat profiilin ylimmät reiät. Hydrauliset porauspuomit koostuvat muutamasta sarjavalmistetusta osasta. Puomit voidaan asettaa viidellä eri tavalla, jotka täyttävät miltei kaikki mahdolliset vaatimukset. On helppo koota sopiva varustus, mitä poikkileikkauspinta-alaa tai -muotoa, peräänajaja avausmenetelmää varten tahansa. On yhtä helppoa rakentaa teline uudelleen paikan päällä tarpeen vaatiessa.



Kahden teleskooppisen puomin (yhhäällä) ja kahden "roll-over" puomin porausjumbo. Nämä neljä Atlas Copco puomia peittävät yli 100 m<sup>2</sup> suuruisen alueen.

Atlas Copco toimittaa erikoisia vaihtosarjoja, joiden avulla voidaan muuttaa vakioittainen puomi teleskooppiseksi puomiksi tai "roll-over" puomiksi.

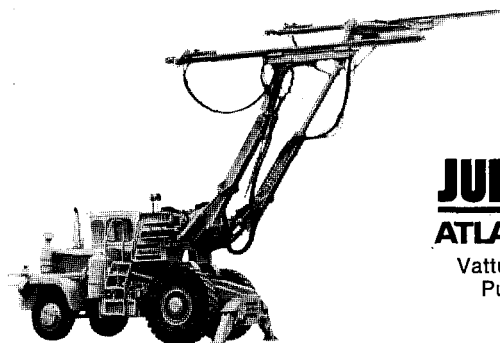
Atlas Copco puomeilla on laaja ulottuvuus. Kaksi teleskooppista puomia ja kaksi "roll-over" puomia esim. peittävät n. 104 m<sup>2</sup> suuruisen alueen. Pyytääkää lisätietoja oheisella kupongilla.

Haluan lisätietoja Atlas Copcon hydraulisista puomeista. Lähettäkää minulle BUT 14 puomiesite:

Nimi \_\_\_\_\_  
 Toiminimi \_\_\_\_\_  
 Osoite \_\_\_\_\_  
 Puhelin \_\_\_\_\_

Lähettäkää tämä kuponki lähimpään allaolevaan osoitteeseen.

**Atlas Copco**

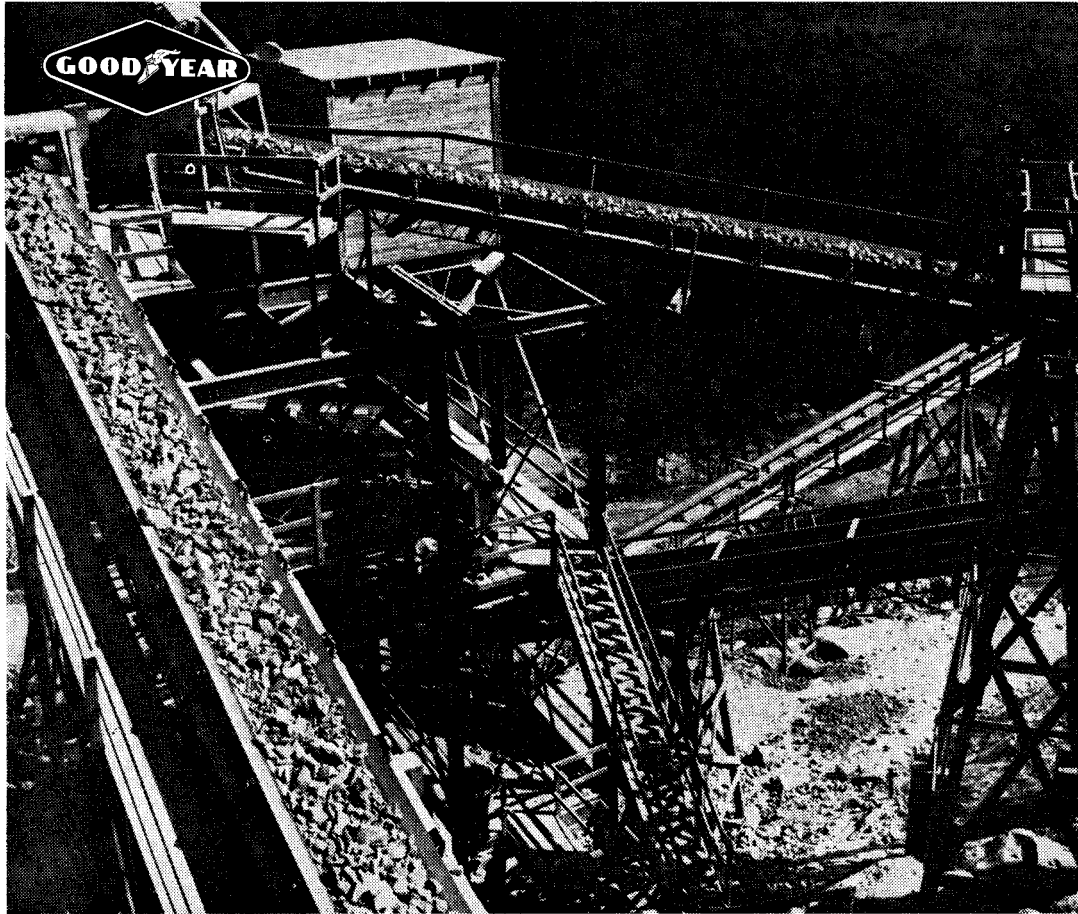


**JULIUS TALLBERG**  
**ATLAS-COPCO-MYYNTI**

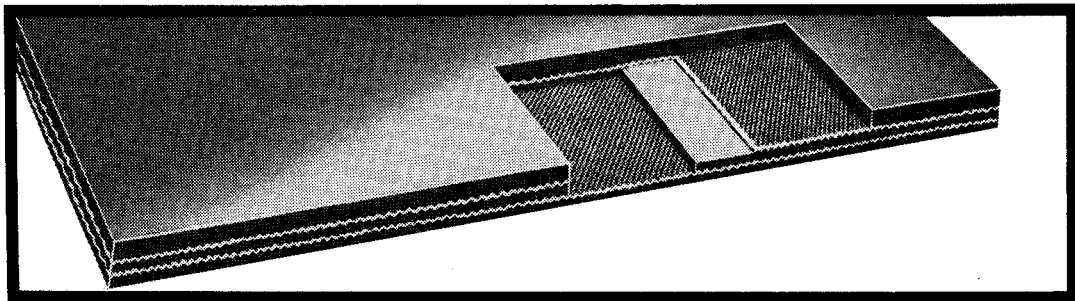
Vattuniemenkatu 2, Helsinki 21  
 Puh. 670 112, telex 12-1601

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





## Good-Yearin kuljetushihnauutus Plylon



Plylon on Teille kokeilemisen arvoinen uutuus. Ja Teidän on hyvä tietää, että Plylonin on suunnitellut Goodyear – maailman suurin kumituotteiden valmistaja.

1. Täysnylon kudusrunko
2. Uudentyyppinen kestävä reunarakenne
3. Erittäin suuri vetolujuus
4. Iskunkestävyys erinomainen
5. Tasapainoitettu kuormankantokyky
6. Kestävyys ei kärsi hakakiinnityksestä
7. Ei veny enempää kuin tavalliset kuljetushihnat
8. Täydellinen home- ja kosteussuoja

Maahantuonti, tekninen neuvonta ja varastotoimitukset:

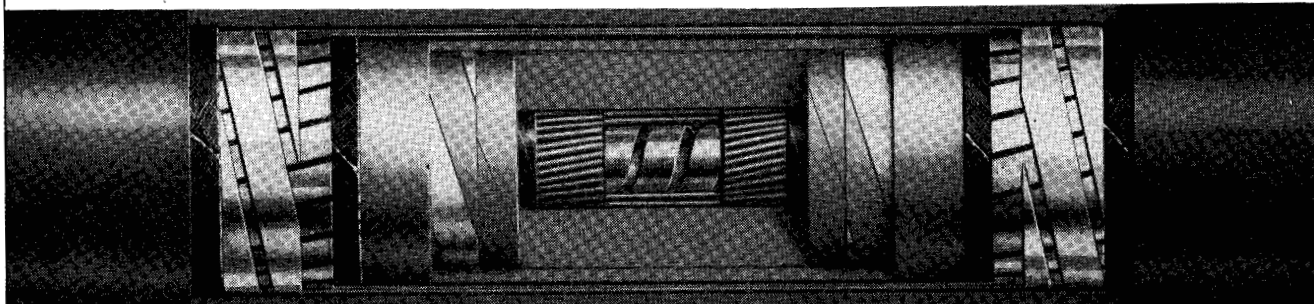
**Oy Telko Ab**

Teollisuustarvikkeet 1  
Aleksanterinkatu 13, Helsinki 10, puh. 658 011



# KAAPELIA

**KABEL** • **CABLE** • **KABEL** • **WAYA INA** • **КАБЕЛЬ** • **CABO**  
 RUOTSI ENGLANTI SAKSA NIGERIA NEUVOSTOLIITTO PORTUGALI  
 كابل • **KABLO** • **CABLU** • **KÁBEL** • **KAWAD**  
 JORDANIA TURKKI ROMANIA UNKARI FILIPIINIT  
**KABEL** • **КАБЕЛ** • كابل • **तार** • **CABLE** • **KABEL**  
 TANSKA BULGARIA YHD. ARABITASAVALTA INTIA SAMBIA NORJA



**CABLE** • **CABLE** • **KABEL** • **YETETTEQELELE SHIBO** • **KABEL** • 電  
 USA PANAMA PUOLA ETIOPIA ITÄVALTA  
 كابل • **CABLE** • **CABLE** • كابل • **CABLE** • **CÂBLE** • 纜  
 IRAN GUATEMALA TRINIDAD IRAK KOLUMBIA LIBANON  
**KABEL** • **GIÀY THÉP LÓ-N** • 纜  
 SVEITSI VIETNAM KIINA

## joka tunnetaan monella kielellä

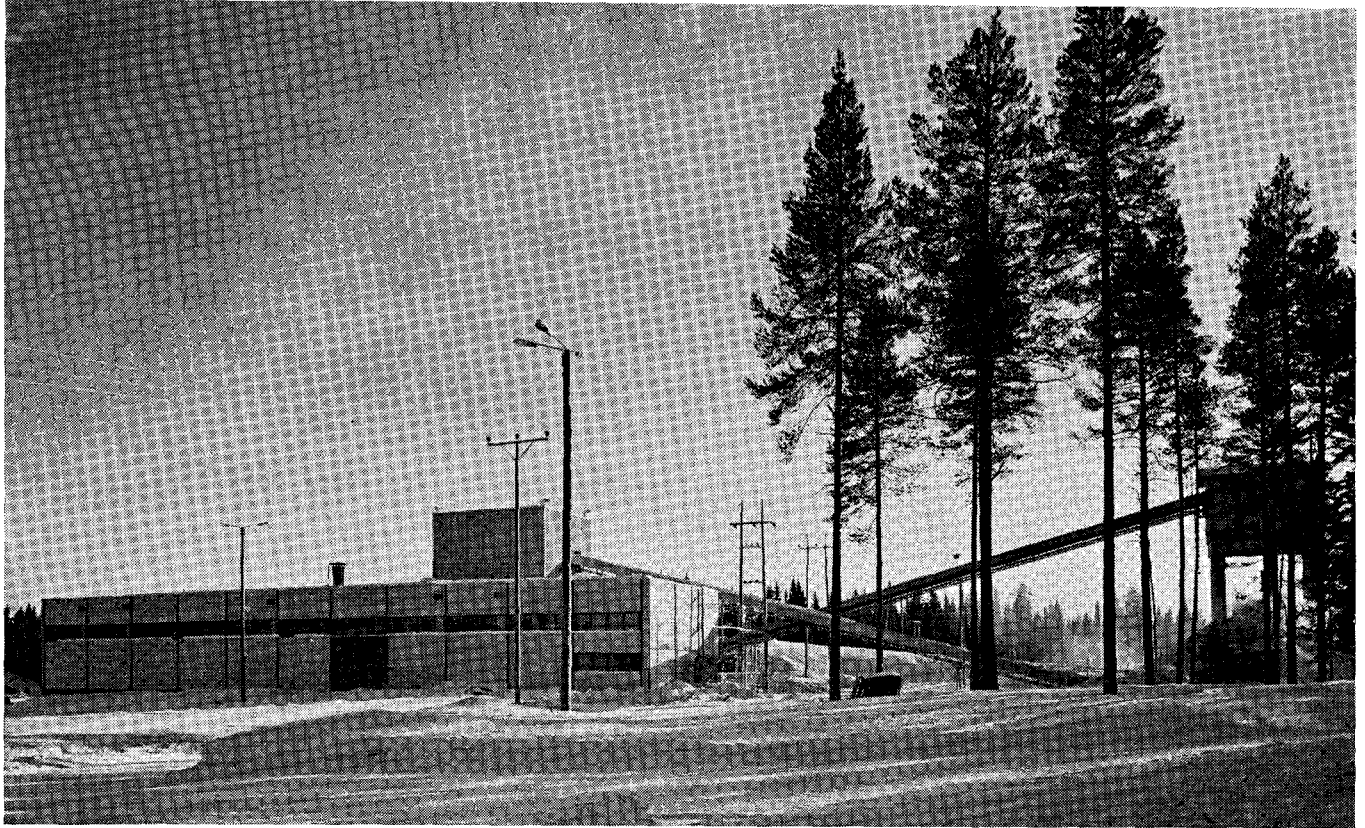
Suomalainen kaapeli johtaa kauas. Kansainvälisille markkinoille. Teknillinen suunnittelu ja laadun tiukka valvonta, käytön taloudellisuus ja rakenteen yksityiskohdat – ne pal-

jastavat kaapelin todellisen arvon. Tulos on laatua, kaapelia, joka kestää kilvan. Siksi kaapeli on suomalaista kaapelia monella kielellä. Yhä useammalla kielellä.



SUOMALAISTA TYÖTÄ - JOHTAVAA LAATUA

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



Suomen Talkki Oy, Sotkamo

**Teollisuusrakennukset  
voi rakentaa  
edullisemmin  
— Siporexista**

Siporex-kevytbetoni merkitsee taloudellista ja nopeaa rakentamista. Siporex-kevytbetonielementit seiniin, väliseiniin, kattoihin. Siporex on epäorgaanisena aineena palamaton ja sen lämmöneristyskyky on hyvä. Ottakaa yhteys. Annamme mielellämme lisätietoja.

Vuoriteollisuudessa on Siporexia käytetty seuraavissa teollisuusrakennuksissa:

**Outokumpu Oy**  
Porin tehtaot  
Tornion ferrokromitehdas  
Kokkolan tehtaot  
Virtasalmen kaivos

**Rikkihappo Oy**  
Siilinjärven tehtaot

**Suomen Talkki Oy**  
Sotkamon kaivos

**Rautarukki Oy**  
Kemiön maasälpälaitos

**Oy Vuoksenniska Ab**  
Imatran tehtaot

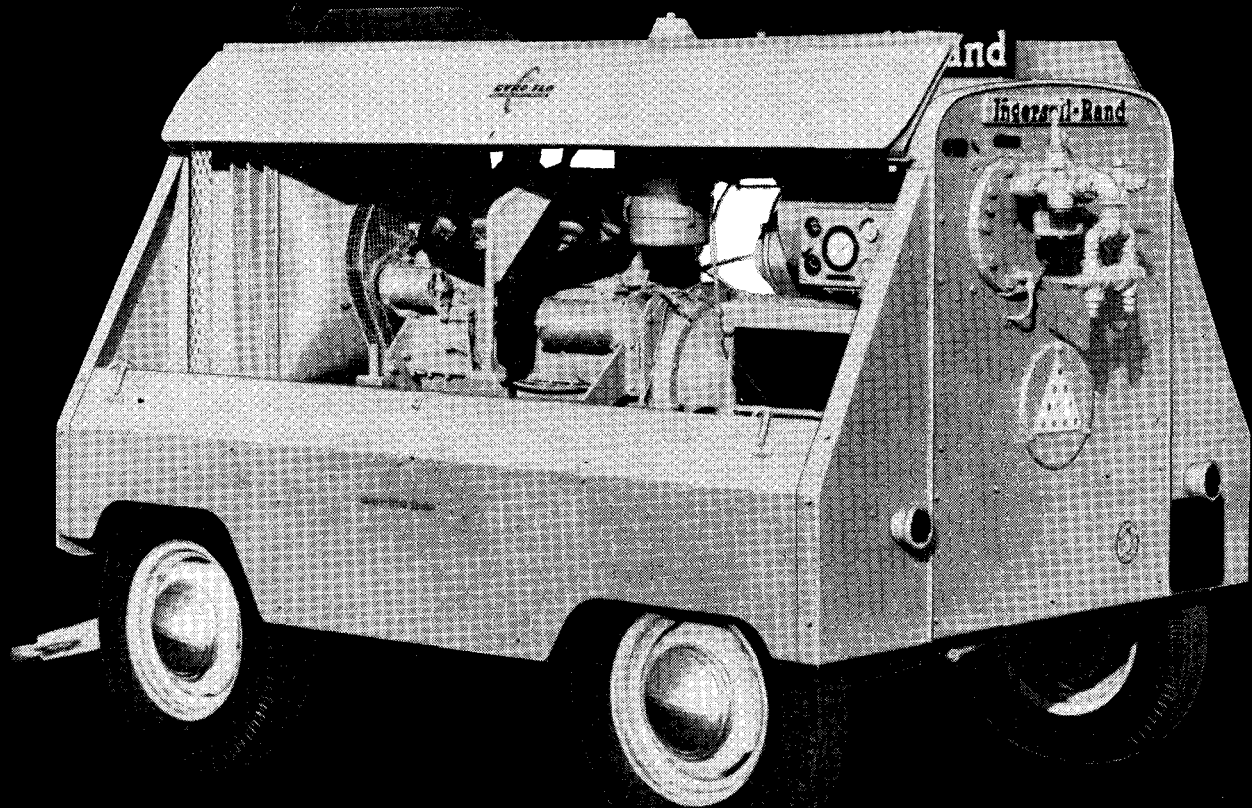


**LOHJAN KALKKITEHDAS OY SASEKA**

Vuosaaren teollisuusalue, puh. 314 133

**Nyt Rotatorista myös Ingersoll-Rand, kovat paine-ilmakoneet. Kuten siirrettävä lamellikompressori Gyro-Flo. Ei vuotavia venttiilejä, ei mäntiä, ei männänrenkaita, -varsia tai luistavia kytkimiä. Gyro-Flostasta on poistettu kaikki arimmat ja kulumisvaaralliset osat. Tehokkaasti jäähdytysöljyn erottava öljyseparaattori säästää paineilmaletkuja ja vähentää öljynkulutusta. Lamellirakenteen ansiosta Gyro-Flo tuottaa aina tasaisen ja värähdyksettömän ilmavirtauksen. Saatavissa useita eri tyyppisiä tehoitaan 2,4 – 17 m<sup>3</sup>/min 7,03 – 8,75 kp/cm<sup>2</sup> paineella. Rotator myy tai vuokraa – Lokomo huoltaa.**

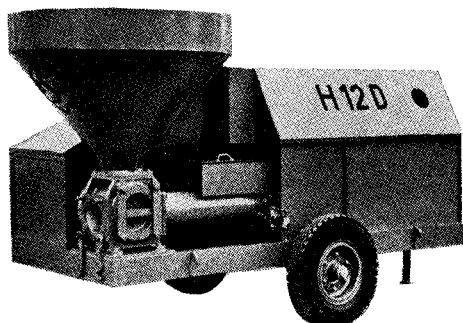
# Ingersoll-Rand



**ROTATOR**



## betoni- pumput



### BSM betonipumput toimivat hydraulisesti

joten siirtoilma ei niissä pääse aiheuttamaan vaah-  
toamista ja betonimassan lujuuden heikkenemistä.  
Näin BSM-pumput soveltuvat siirtoihin vaativissakin  
rakennuskohteissa ja pitemmällä siirtomatkoilla.  
Siirtomäärät aina 25 m<sup>3</sup>/h, siirtomatkat jopa 400 m,  
korkeudet 60 m.

Valm. BETON-SPRITZ-MASCHINE GMBH & CO, L-SAKSA



POSTILOK. 10668 - HELSINKI 10 - VAIHDE 13 113

## Ilmoittajat — Annonserer

A. Ahlström/Karhula  
Auramo  
Ekströmin Koneliike  
Enso-Gutzeit  
Grönblom  
Hankkija  
Havulinna  
Imatran Voima  
Kovametalli  
Lohjan Kalkkitehdas  
Lokomo  
Machinery  
Neste  
Christian Nissen  
Nokia/Suomen Kaapelitehdas  
Outokumpu  
Hans Palsbo  
Paraisten Kalkkivuori  
Rautakonttori  
Rautaruukki  
Rikkihappo  
Rotator Oy  
Stal-Laval  
Suomen Malmi  
Suomen Puhallintehdas  
Tallberg/Atlas Copco  
Tallberg/Vuoritekn.os.  
Tammer Tehtaat  
Tampella  
Telko  
Tulenkestävät Tiilet  
Witraktor  
Vuoksenniska  
Vuorikone/Wedag

# IMATRAN VOIMA OSAKEYHTIÖ

**B M L**

## BETONI- JA MAALABORATORIO

Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön hyväksymä aineenkoetus-  
laitos

Posti:	Ahjotie 4 Oulu
Puhelin:	Vaihde 31 133
	Laboratoriotyöt 38 916
Rahti:	Oulu

Laboratorion toimialaan kuuluvat:

- betonin kelpoisuus-, laadunvalvonta- ja pika-  
kokeet
- betonin raaka-ainetutkimukset, suhteitus ja  
ennakkokokeet
- betonin poraus ja näytteenotto
- betoni- ja maalaboranttien asettaminen työ-  
maiden käyttöön
- maa- ja kallioperätutkimukset
- rakenne- ja louhintatärinämittaukset

**varmuutta ja  
taloudellisuutta  
kuljetuksiin**



## **TAMMER KULJETUSHIHNAT**

kuljettavat raaka-aineenne, puolivalmisteenne ja tuotteenne luotettavasti talvipakkasessa ja kesähelteessä.

Tiedot TAMMER KULJETUSHIHNA-valikoimasta saatte postittamalla ao. kupongin osoitteellamme  
**TAMMER TEHTAAT OY** Näsilinnankatu 43, Tampere

Pyydän lähettämään TAMMER KULJETUSHIHNAT  
— esitteen laskentaohjeineen  
— tuoteluettelon

Nimi .....  
Yhtiö .....  
Osasto .....  
Osoite .....  
Postiosoite ..... VT I-69

Soran ja sepelin  
kuljetushihna  
sora-asemalla.

## **TAMMER TEHTAAT OY**

**TAMPERE PUH. 931-28 040**





# LUOTETTAVAT TIEDOT MAA-JA KALLIOPERÄSTÄ



Tarvitsetteko tarkkoja tietoja maa- ja kallioperästä?

Palvelutoimintamme laajenee. Meillä on yli kolmen vuosikymmenen kokemus vuoriteollisuuden ja malminetsinnän alalla.

Tarjoamme nyt ammattitaitomme sekä nykyaikaisen kalustomme käyttöönne. Kääntykää puoleemme, kun tarvitsette päteviä tietoja ja tutkimuksia pintaa syvemmillä.

Suoritamme Teille

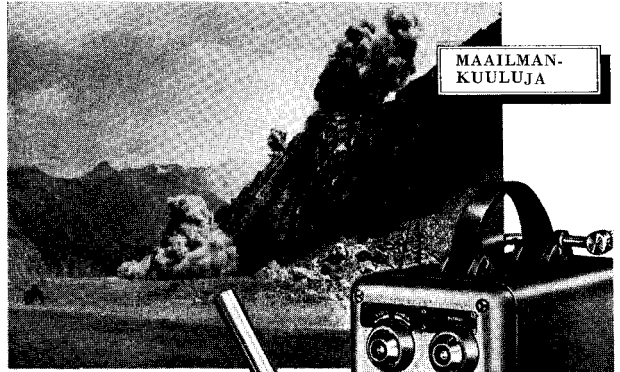
- syväkallaukset
- maanäytteiden oton
- geofysikaaliset mittaukset
- geologiset ja geokemialliset tutkimukset

Asiantuntijamme antavat mielellään lausuntoja.



**SUOMEN MALMI OY**

Otaniemi, puh. 460 633



FIDUZ-VA  
sähkönallega

POLEX-HU  
suurvirtasähkönallega

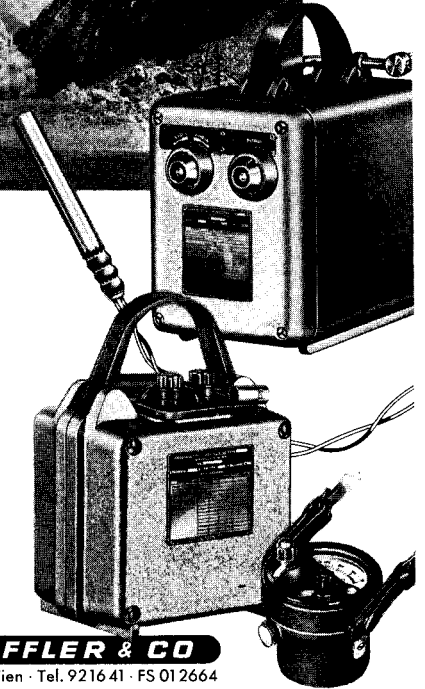
Kondensaattori-  
laukaisijoita  
kaikkiin tarkoituksiin

Ohm-mittareita  
ja  
tarkistuslaitteita



**SCHAFFLER & CO**

Sturzgasse 34 A-1150 Wien · Tel. 9216 41 · FS 012664



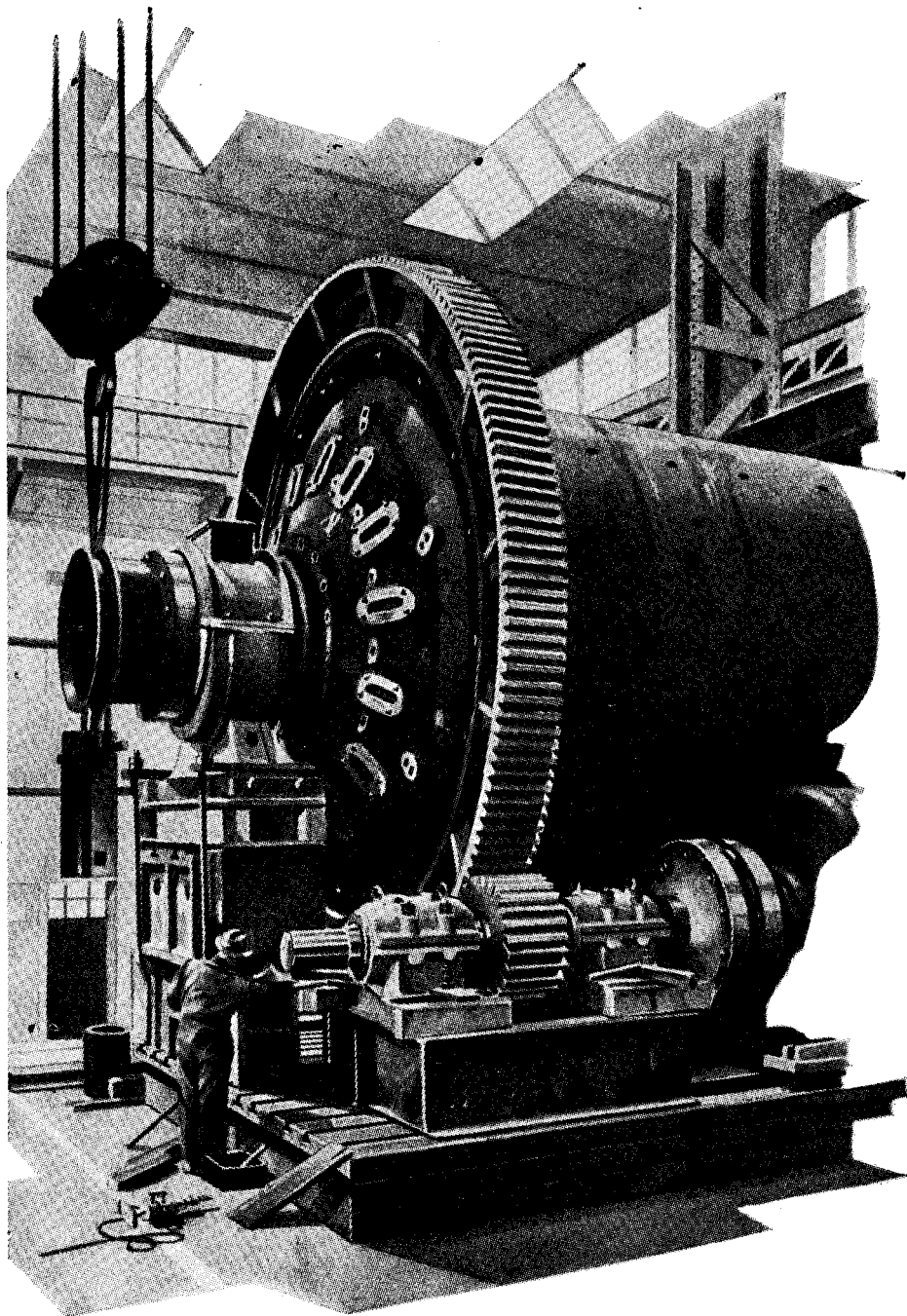
**ilmassa**

**merellä**

**maalla**

**NESTE OY**





⋮

**Kova  
nimi  
kaivos-  
ja  
rikastus-  
teolli-  
suudessa**

⋮

# HUMBOLDT

**Murskaajia:**

Karamurskaajia, kartiomurskaajia, leukamurskaajia, vasaramurskaajia, iskumurskaajia.

**Rikastuslaitteita:**

Vaahdotuskennoja, Sink-Schwimm-laitteistoja, magneettisia erottajia

**Jauhatuslaitteita:**

Kuulamylyjä, tankomylyjä, tärymylyjä, putkimylyjä, jauhatuskivatusyksikköjä

**Vedenpoistajia:**

Sakeuttajia, rumpu-imusuotimia, keskipakoisseuloja, keskipakoislinkoja

**Raesuuruuden säännöstelijöitä**

Spiraaliluokittelijoita, raappaluokittelijoita, ilmauokittelijoita, täryseuloja

**Kuljetuslaitteita:**

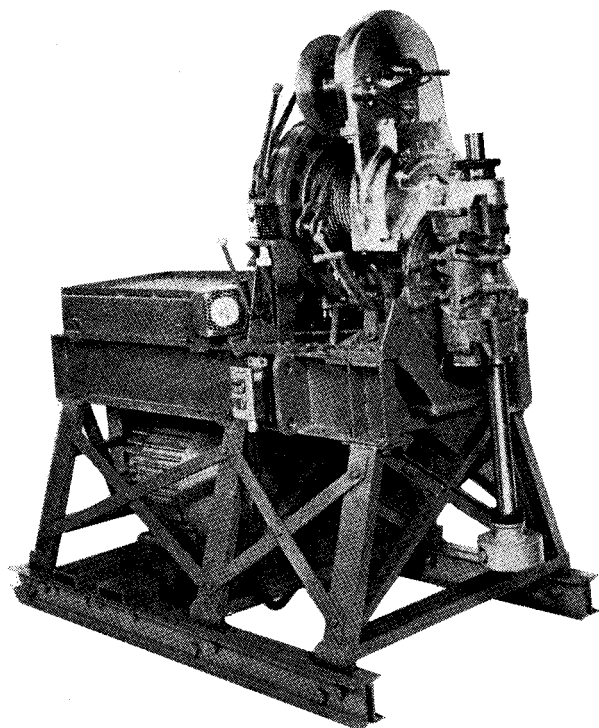
Tärykuljettimia, ketjukuljettimia, lietepumppuja

**MACHINERY**

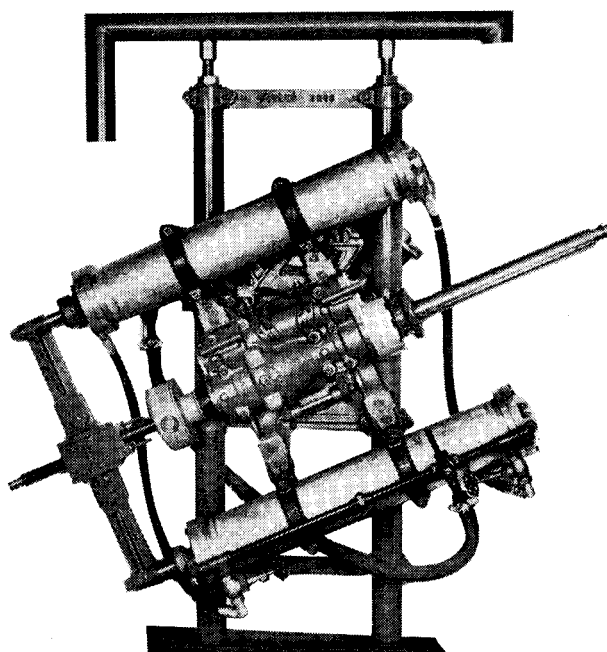
TEOLLISUUSK. 29, HELSINKI 51, PUH. 716 711  
Klöckner — Humboldt — Deutz Ag, Köln

# SYVÄKAIRAUSKALUSTOA

kaikkiin  
tutkimuksiinne



Sähkökäyttöinen  
syväkairauskone  
BBS-35 AUGE,  
poranpää 12 AG.



Syväkairauskone BBU-2,  
poranpää 12 AG. Varustettuna  
kaksoisputkenvetäjällä.  
Voimanlähteenä paineilma.

Valmistaja:

**Boyles Industries Ltd.**

Kanada



KM  
OSASTO

Pääedustaja:

**OY GRÖNBLOM AB**

Helsinki 10 - Aleksanterink. 48 - Puh. 62 58 61

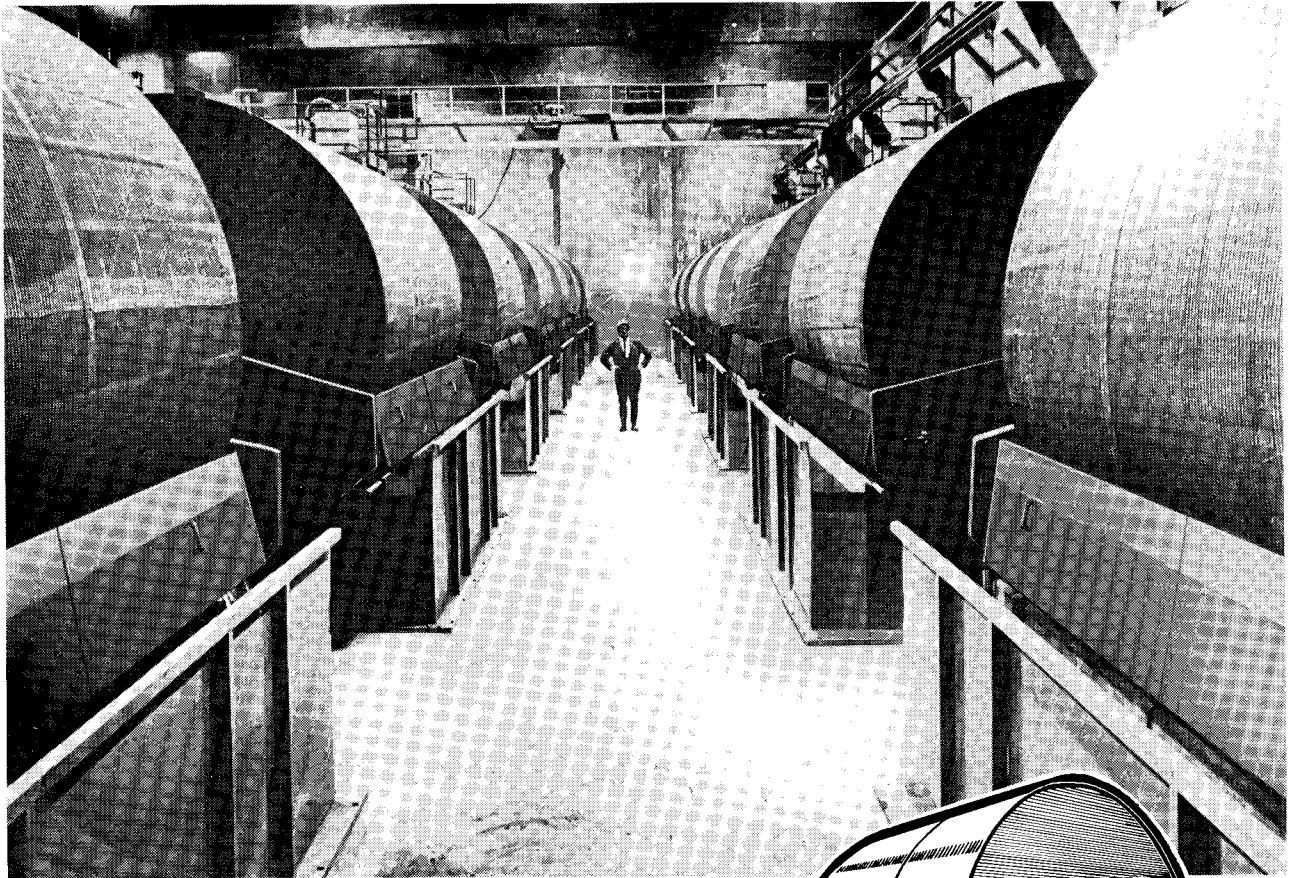


# Kuinka paljon MF on kehittänyt telakoneita

Tutkikaa Massey-Ferguson-telakuormaajaa tai -puskukonetta. Löydätte niistä jokaisen ominaisuuden, joita tarvitsette vähentämään aikaa ja lisäämään tuloja niin, että kaikki ovat tyytyväisiä. Lukuunottamatta MF:ää. He haluavat vähentää aikaa vielä enemmän, nostaa tulonne vielä korkeammiksi. Vihdoin jokaisessa telakoneessa tulee olemaan kaikki ne ominaisuudet, jotka MF-telakoneissa on nyt. Mutta silloin on MF kehittänyt jo uusia ominaisuuksia.

MASSEY-FERGUSON – AINA KEHITYKSEN KÄRJESSÄ

KONE  HANKKIJA



## SALA-suodattimet tarkimpaan vedenpoistoon

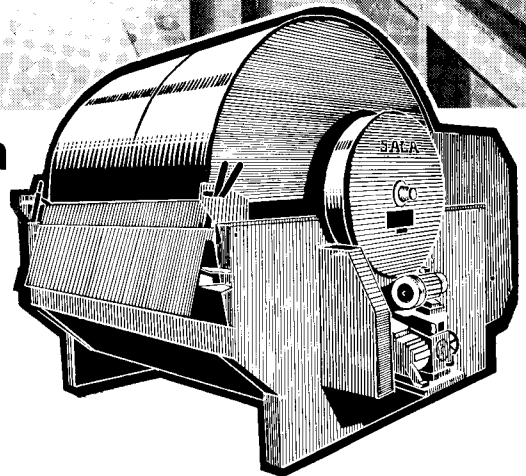
Kokemus on osoittanut, että rumpusuodattimilla päästään parhaaseen tulokseen, kun pyrkimyksenä on suodattimen mahdollisimman pieni vesipitoisuus.

SALA rumpusuodattimia on käytössä monissa laitoksissa eri puolilla maailmaa. Yksi esimerkki on LKAB:n Kiirunan rikastamo (kuvassa), missä on 14 kpl  $\varnothing 3 \times 4$  m SALA rumpusuodattimia.

Paitsi kaivosteollisuudessa käytetään SALA suodattimia myös selluloosa-, sokeri- ja metallurgisessa teollisuudessa. SALA toimittaa ja on toimittanut suodattimia myös jätevesien puhdistuslaitoksille.

Yksi SALA rumpusuodattimien hyvään hyötysuhteeseen vaikuttava syy on imuputkiston erikoinen rakenne, mistä johtuen suodattimen imuvaihe voidaan hyväksikäyttää täydellisemmin.

Suspension lämpötilanvaihteluista riippumatta pysyy kankaan kiinnityslanka varmasti paikoillaan SALAn patentoidun, kumilistoilla varustetun rakenteen ansiosta.



Kaikki pyörivät osat on laakeroitu kuulalaa-kereilla, mikä vähentää voitelutarpeen minimiin.

Happamien lietteiden käsittelyyn tulevat suodattimet valmistetaan haponkestävästä teräksestä tai osittain kumioituina.

SALAn suodatinohjelmaan kuuluvat rumpusuodattimien ohella myös kiekko-, taso-, top-feed-, magneetti- ja nauhasuodattimet.

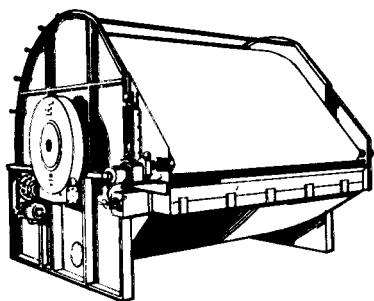
**SALA**  
MASKINFABRIKS AB



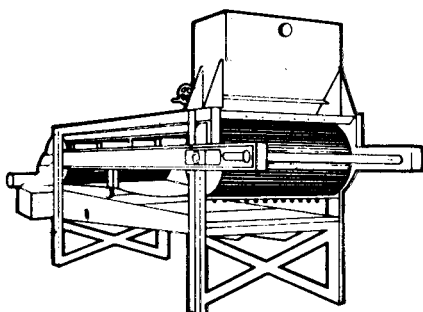
**JULIUS TALLBERG**

VUORITEKN. OS.  
Aleksanterink 21 H:ki 10  
Box 10210 Puhelin 13 611

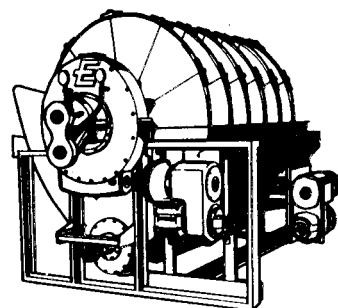
# suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle



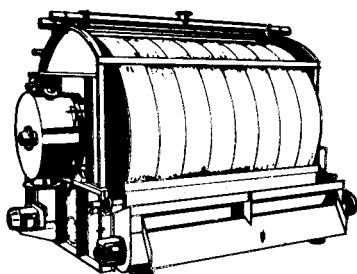
EIMCOBELT SUODATIN



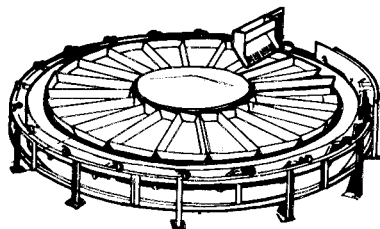
EXTRACTOR SUODATIN



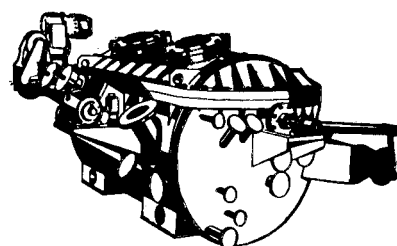
AGIDISC KIEKKOSUODATIN



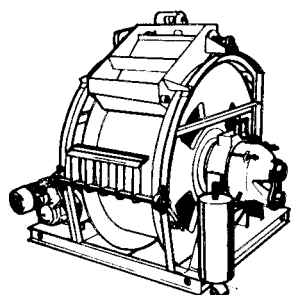
RUMPUSUODATIN



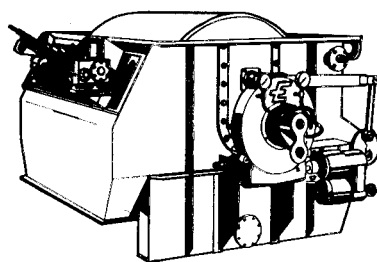
TILTING PAN SUODATIN



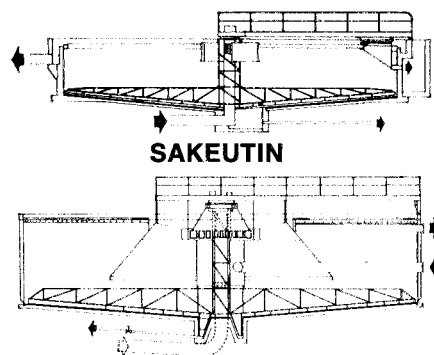
PAINESUODATIN



TOP FEED SUODATIN



PRECOAT SUODATIN



SAKEUTIN

SUURTEHOAKATIOSELEKEYTIN

# 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