

# VUORITEOLLISUUS

---

# BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

## Sisältö—Innehåll

**Heikki Wennervirta:**

Rikki maan kuoressa

**Kalevi Kiukkola:**

Rikki kemian teollisuudessa

**Gösta Diehl:**

Rikki ja ympäristö

**Onni Mäkelä, Pentti Niskanen, Pentti Seppänen:**

Tuuletuksen automatisointi Pyhäsalmen  
kaivoksella

**Taisto Hannukainen:**

Teräslevyjen kontrolloidusta valssauksesta

**Aulis Heikkinen:**

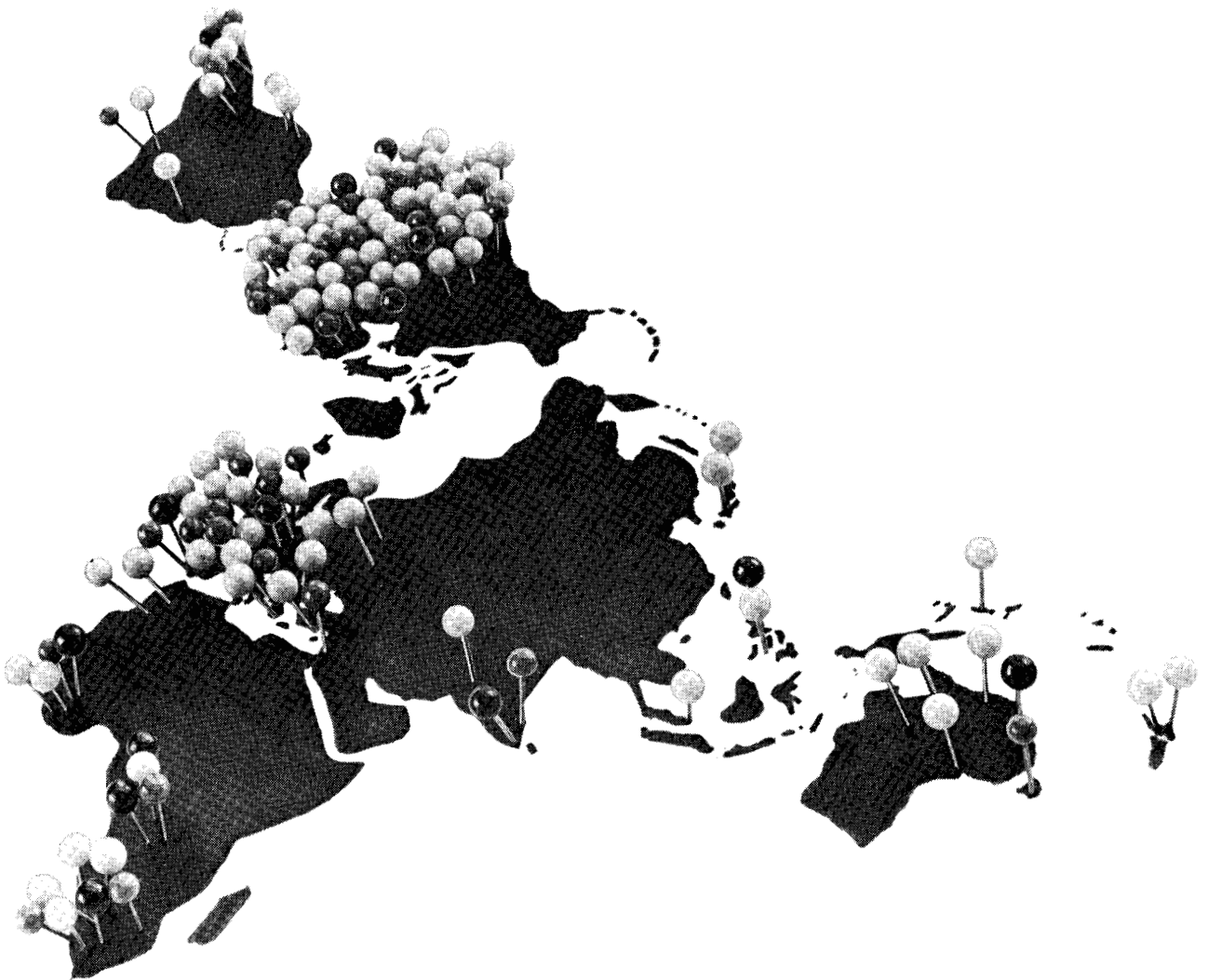
Kotalahden kaivoksen kaasun alkuperästä

Kaivostilasto v. 1972

Vuosikertomukset v. 1972

Uutisia — Nyheter

**Outokummun  
instrumentit  
käytettyjä,  
kiitettyjä  
kaikkialla maailmassa**



# suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle

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



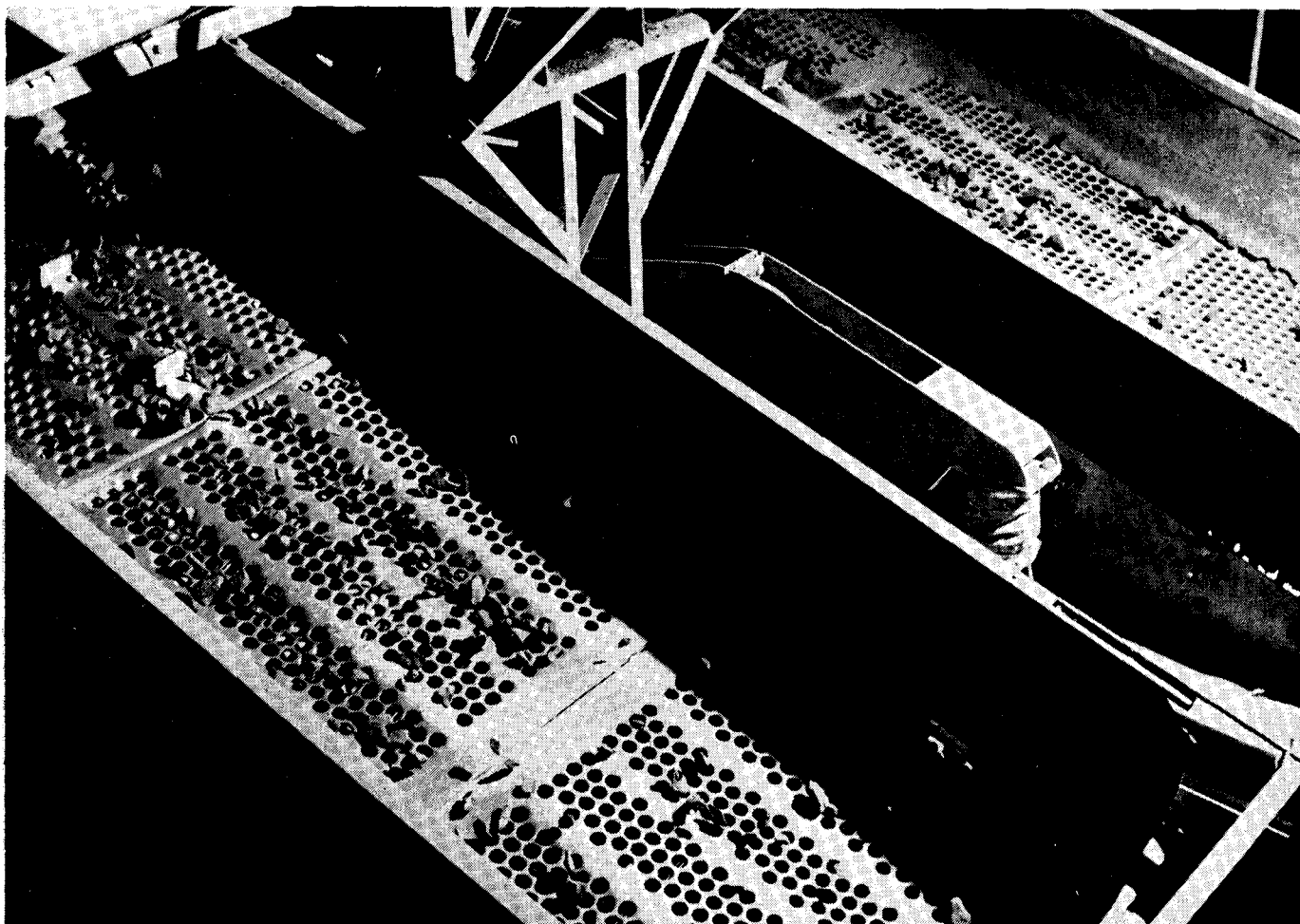
Ferrokromitehtaan Enso-suodattimia, Outokumpu Oy, Tornio.

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

# ENSO

ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ ● KONEPAJARYHMÄ

57101 SAVONLINNA 10 ● PUHELIN 21 941 ● TELEX 5613 enso sf



# Nokia-seulalevyt ovat vahvikkeellisia: pitkäikäisiä ja meluttomia.

NOKIA-seulalevyt valmistetaan kulutusta kestävästä kumista ja ne vahvistetaan tarvittaessa polyesterikangaskerroksilla.

NOKIA-seulalevyt sopivat erittäin kuluttavien aineiden seulontaan.

NOKIA-seulalevyt ovat joustavia, joten ne puhdistuvat itsestään eikä rei'itys tukkeudu seulonnan aikana edes kosteita aineita seulottaessa.

NOKIA-seulalevyjen kestävyys on huomattavasti suurempi kuin esim. metalliverkkoseuloilla.

**NOKIA-seulalevyjen kokonaispaksuus on** valittavissa kappalekoon ja kuormitusolosuhteiden mukaan.

**NOKIA-seulalevyjen suuruus** voidaan valita käyttöpaikan mukaan. Suurin yhtenäinen koko on 1600x5000 mm.

**NOKIA-seulalevyjen rei'itys** on valittavissa kolmesta eri reikämallista: pyöreät, soikeat tai neliönmuotoiset rei'ät.

**Nyt NOKIA-seulalevyjen rei'itys entistä parempi.**

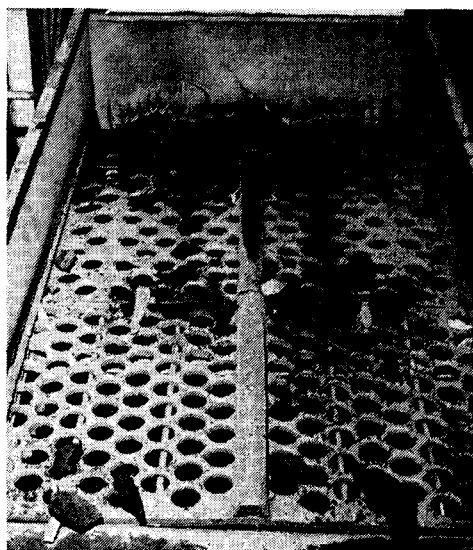
#### Reikäkoot:

Pyöreät rei'ät 29 kokoa 12—190 mm

Soikeat rei'ät 4x25 mm ja 10x25 mm

Neliörei'ät 35x35, 40x40, 50x50, 65x65, 100x100 mm.

Tilauksesta valmistetaan myös muita reikäkokoja.







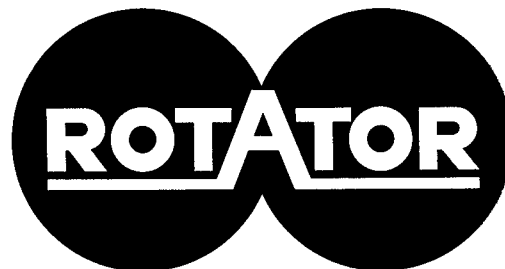
# Voittajamerkit.

Viekää Ingersoll-Rand kompressorit sinne missä tarvitsette taloudellista paineilmaa - rakennustöihin, kaivoksiin, teollisuuteen.

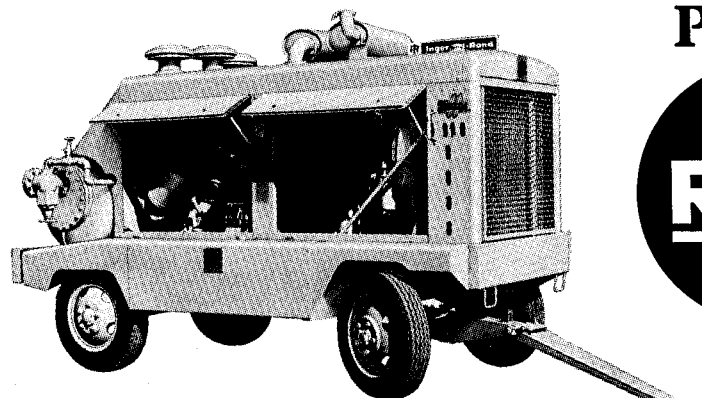
Super Spiro-Flo sarjan siirrettävät ruuvikompressorit on suunniteltu kestäväksi. Uusi epäsymmetrinen roottorin poikkileikkausmuoto ja ruuvikompressorin yksinkertainen rakenne lisäävät hyötysuhdetta. Kaksoisvoitelujärjestelmä varmistaa roottorin pintojen ja laakereitten täysitehoisen voitelun riippumatta kierrosnopeudesta ja öljyn lämpötilasta. Ja Air Glide määräsäädin huolehtii vakiopaineesta - moottori ja kompressorit käyvät aina kulloisenkin ilmantarpeen vaatimalla kierrosluvulla. Ja säästävät samalla polttoainetta. Kun tarvitsette taloudellista paineilmaa, vertailkaa eri merkkien ominaisuudet ja päätykää voittajamerkkiin. Se on Ingersoll-Rand - siirrettävä ruuvikompressorit. Teidän voitoksenne. Saatte Super Spiro-Flo sarjan ilmakompressorit myös äänieristettynä sekä sähkökäyttöisenä.



Palveluksessanne



Tampere puh. 931-65 33 11  
Helsinki puh. 90-821 011



Super Spiro-Flo-kompressorisarjan ilmantuottoalueet:  
21,3 - 56,6 m<sup>3</sup>/min.

121430 algol sf

hyvät kaivosinsinöörit, metallurgit ja prosessi-insinöörit

algol toimittaa kaivos-, metallurgiselle ja prosessi-  
teollisuudelle:

- kaivoshissejä ja -laitteita
- kuilun lastauslaitteita
- hihnakuuljetinlaitteita ja  
niihin kuuluvia osia
- kompressoreita
- mobilinostureita
- pasutukseen, pelletöintiin, malmien  
sintraukseen ja sintterin jäähdyttämiseen  
tarvittavia koneistoja ja laitteita
- tyhjökuivausrumpuja ym
- uraanimalmin käsittelykoneistoja
- uunien vuoraukseen tarvittavia tulenkestäviä  
keramisia aineita (hankimme myös muuraus-  
tekniikan suunnitteluja ja know-how'ta)
- sähkösuodattimia

lurgi, demag, didier ym. tunnetut toiminimet ovat valmiit  
antamaan neuvojaan

ottakaa yhteys meihin

puh. 90/12631

telex 121430

osoite eteläranta 8, 00130 helsinki 13

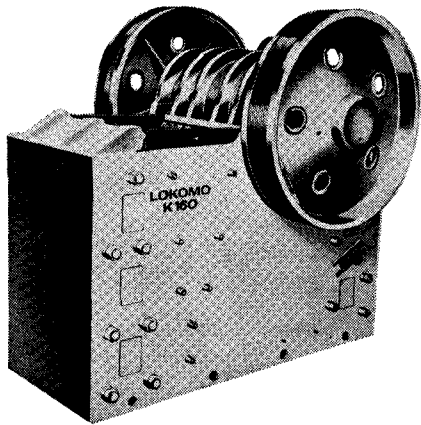
terveisin

121430 algol sf

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

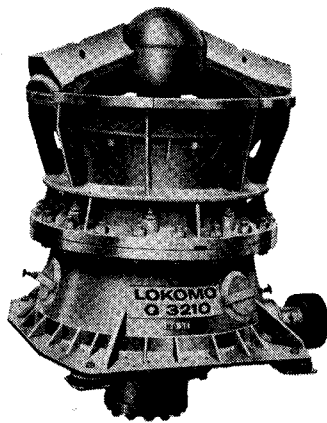
## KIERTOMURSKAIN LOKOMO K 160

Kita-aukko 1600 x 1300 mm  
Kiinteän leuan pituus 2950 mm  
Alapään min. asetusalue 250—400 mm  
Kapasiteetti e.o. asetuksilla 250—400 m<sup>3</sup>/h  
Paino 107 tonnia



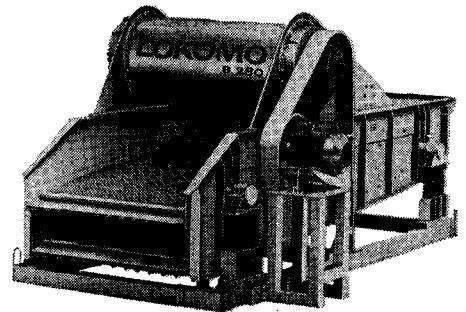
## KARAMURSKAIN LOKOMO G 3210

Sisäkartiön suurin läpimitta 1000 mm  
Syöttöaukko 320 mm  
Iskuliike 16—25 mm  
Asetusalue 35—70 mm  
Kapasiteetti 70—160 m<sup>3</sup>/h  
Paino 16 tonnia



## HORISONTTAALISEULA LOKOMO B 280

Tasoluku 2 (vaihtoehtoisesti 3)  
Tason pinta-ala 8 m<sup>2</sup>/taso  
Moottori 22 kW/1445 rpm



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

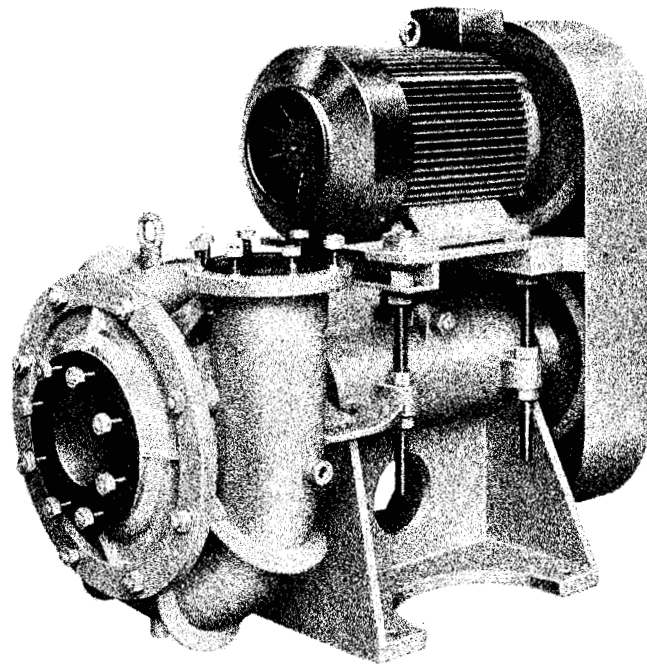
Viidenkymmenen vuoden kokemus murskainten valmistajana ja tuhannet toimitetut yksiköt ovat nostaneet Lokomo-murskainkaluston maailman huippuluokkaan. Oman terästehtaan ansiosta ei laadusta missään vaiheessa ole tarvinnut tinkiä. (Alihankkijana olemme toimittaneet mm. kilpailijoillemme murskainten akseleita!)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

# LOKOMO

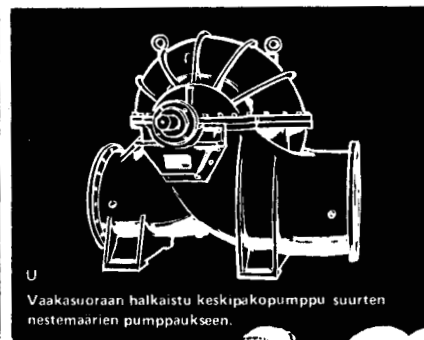
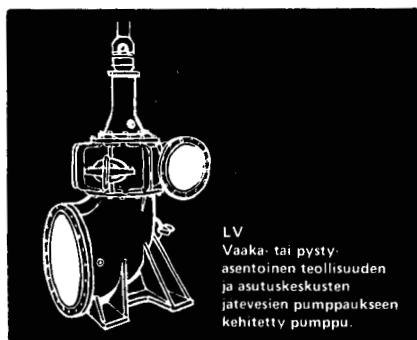
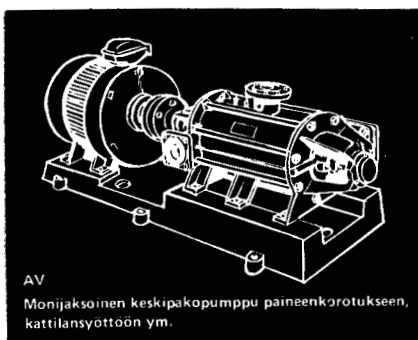
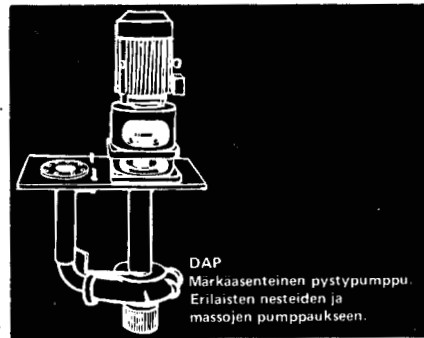
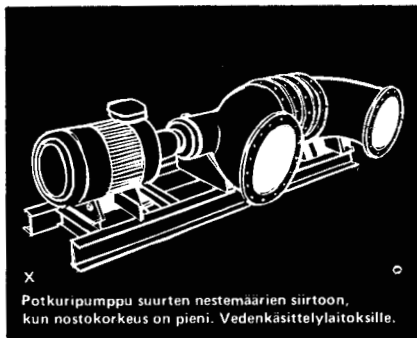
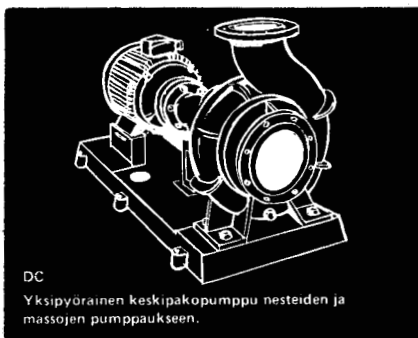
Rauma-Repola Oy Lokomon Tehtaat  
Tampere puh. 931 — 33 100

# Serlachius pumpput käyvät yötä päivää.

SERLACHIUS-pumput on kehitetty ja testattu todellisissa käyttöolosuhteissa. Jokainen pumppu on tehtaalla koeajettu. Viiden vuosikymmenen kokemuksella on pumppujen jokainen rakenneos huolellisesti tutkittu ja suunniteltu. Tämä vankkarakenteinen OKR keskipakopumppu on tehty kestäämään kulutusta ja kovaa rasitusta. Siksi sen valurautapesä on varustettu vaihdettavilla kumivuorilla. Teräsrunkoinen juoksupyörä on kiinteästi kumitettu. Pumppu valmistetaan myös kokonaan NiHard-aineesta. OKR keskipakopumppu kuljettaa kuluttavia lietteitä yötä päivää — tasaisesti ja häiriöttömästi.



**50**  
VUOTTA  
LAATUPUMPPUJA



G.A.Serlachius Oy Konepajateollisuus Mänttä

puhelin 934-4771, telex 22334 serko sf



TILAA  
NOPEA  
HUOLTO  
PUH.  
934-4771

# Kumi vie eteenpäin.

Trelleborgin vaalimaa kumipuuta voitte ravistaa miltei joka tilanteessa, jossa erimuotoista kumia tarvitsette. Kumipuun kuuluista hedelmistä ovat kuljetushihnat eräitä pisimmälle jalostettuja. Trelleborg-kuljetushihnat vastaavat teollisuuden kovia vaatimuksia.

Ne kestävät mekaanista rasitusta ja kulutusta. Ne ovat joustavia ja taipuisia. Eri kerrokset liittyvät saumattomasti toisiinsa. Trelleborg-valikoimasta saatte kuljetushihnan, joka sopii täsmälleen Teidän tarkoituksiinne. Siirättepä tikkuja tai tukkeja,

kaiken vievät Trelleborg-kuljetushihnat tehokkaimmin eteenpäin. Trelleborgin kokemus kumipuun kehittäjänä koituu Teidän hyväksenne myös kuljetuksissa.



**Trelleborg - kuljetushihnoja voitte Suomessa tiedustella meiltä.**

**Pyrimme palvelemaan Teitä joustavasti - olemmehan kumipuun hedelmä.**

**TRELLEBORG** 

Pääedustaja Suomessa:

**oy kumi-tuote ab**

Hitsaajankatu 8 — 00810 Helsinki 81  
Puh. 780 122

# MICHIGAN 275 B pyöräkuormaaja



## on varustettu UUDEN AJAN HYDRAULIIKALLA, jonka ansiosta

- kaivuvoima säätyy automaattisesti kaivuvastuksen mukaan,
- virtaus lisääntyy automaattisesti silloin kun tarvitaan suurempia hydraulikan nopeuksia.

Uusi tarkoituksenmukainen ja kestävä puomin geometrinen muotoilu.

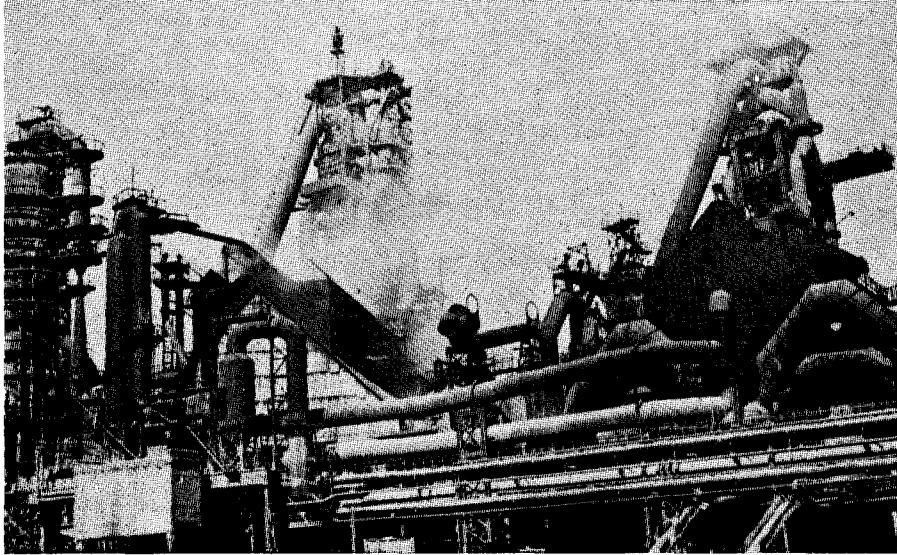
Voimansiirto kokonaisuudessaan Clarkin valmistama.  
Paino 33 tn. Kalliokauha 5,4 m<sup>3</sup>. Moottori 380 hv.

Tiekone, puh. 716 711, Teollisuuskatu 29, Helsinki, PL 129, 00101 Hki 10

# MACHINERY OY



# METALLURGISELLE TEOLLISUUDELLE KONEET JA LAITTEET KONEISTOSTA



Neuvostoliitossa on toiminnassa 3 000–5 000 m<sup>2</sup>:n tehoina masuuneja metallurgisessa teollisuudessa.

Laajaan tuontiohjelmamme kuuluvat päämiehemme V/O Machinoexport'in, Moskova, toimittamina mm.:

## MASUUNIEN VARUSTEET

Valuraudan kuljetusvaunut  
Kuonankuljetusvaunut  
Panostuslaitteet  
Panoksen jakajat  
Valun kaatolaitteet  
Raudan laskuaukon avauskoneet  
Kuonalaskuaukon tukkimiskoneet  
Hormilaitteet  
Kaasunpuhdistajat  
Putkivarusteet (venttiilit, luistit, läpät)

## TERÄKSENVALULAITTEET

Konvertterit  
Sulan teräksen kaatosangot  
Kuumanapitounnit  
Kuonankuljetusvaunut ja senkat  
Kokilli- ja valukourujen vaunut  
Teräksen jatkuvavalulaitteet  
Kokillit

## VALSSAUSTEKNISET LAITTEISTOT

Valannevalssaimet  
Levyaihiovalssaimet  
Profiilivalssaimet  
Pyörävalssaimet  
Lankavalssaimet  
Profiilipuristimet  
Pallopuristimet  
Ripaputkivalssaimet  
Putkien kuumavalssaimet  
Putkien kylmävalssaimet  
Putken hitsauslinjat  
Rullakuljettimet  
Työkehikot  
Hammaspyöräkehikot  
Valurautaiset ja teräksiset valssit  
Manipulaattorit ja kääntölaitteet  
Kääntöpöydät  
Puolauskoneet  
Jäähdytyslaitteet

## VETOLAITOKSET

Putkien vetolinjat  
Langan vetolinjat  
Tankojen vetolinjat

Tiedusteluihin vastaavat diplomi-insinöörimme I. Derzhavin ja K. Lobbas

MAAHANTUOJA:

oy **koneisto** ab

Pääkonttorin osoite: Lönnrotinkatu 25, 00180  
Helsinki 18, 645 011, telex 12-1237

VIENTIYHTYMÄ:

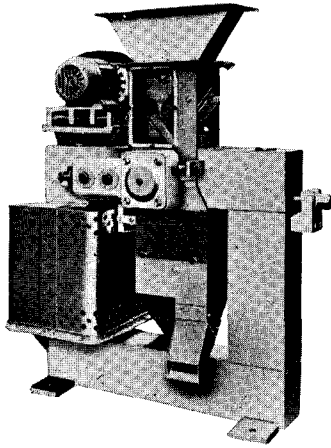
**V/O MACHINOEXPORT**

MOSKOVA, SNTL



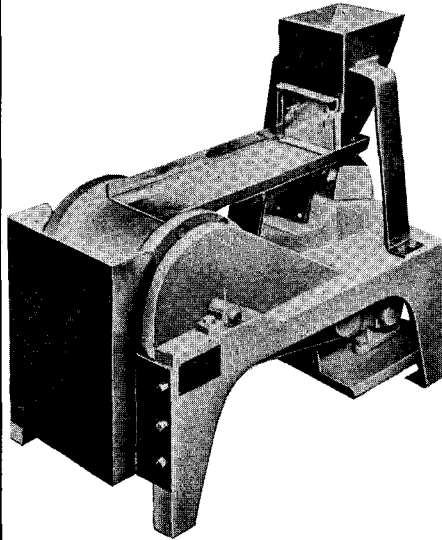
### Labor-vahvakenttä-telaerotin

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



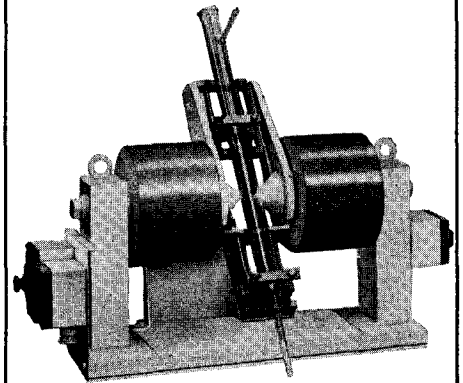
### LP-rumpu-magneettierotin

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



### Labor-koeputkimagneetti

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



## Magneettierottimia laboratorioita ja koelaitoksia varten

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



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

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



# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

Hallitus: Joht. Heikki Tanner, puh.joht., joht. Nils Gripenberg, varapuh.joht., yli-ins. Raimo Eriksson, tekn.lis. Teuvo Grönfors, toim.joht. Erkki Heiskanen, tekn.tri Kalevi Kiukkola, yli-ins. Heikki Konkola, yli-ins. Simo Seppänen, dipl.ins. Rolf Söderström, dipl.ins. Juhani Tanila, tekn.lis. Seppo Yläsaari.

1. siht.: Dipl.ins. Pekka Lähteenoja, Outokumpu Oy, Töölönkatu 4, 00100 Hki 10, puh. 4031.

2. siht.: Dipl.ins. Gösta Diöhl, Oy Aerator Ab, Haapaniemenkatu 6, 00530 Hki 53, puh. 717 077.

Rahastonhoitaja: Tekn.lis. Heikki Aulanko, Outokumpu Oy, PL 27, 02101 Tapiola, puh. 90-4211.

Geologijaosto: Fil.tri Lauri Hyvärinen, puh.joht., fil.maist. Marjatta Virkkunen, siht., Geologinen tutkimuslaitos, 02150 Otaniemi, puh. 90-461 011.

Kaivosjaosto: Joht. Reino Kurppa, puh.joht., dipl.ins. Antero Hakapää, siht., Outokumpu Oy, 83500 Outokumpu, puh. 973-51/561.

Metallurgijaosto: Dipl.ins. Reijo Antola, puh.joht., dipl.ins. Seppo Härkönen, siht., Ovako Oy, Lauttasaarentie 48, 00200 Hki 20, puh. 90-670 091.

Rikastus- ja prosessitekn.jaosto: Prof. R. T. Hukki, puh.joht., dipl.ins. Veikko Appelberg, siht., Outokumpu Oy, PL 27, 02101 Tapiola, puh. 90-4211.

Vuoriteollisuus-lehden toimitus: Prof. Martti Sulonen, päätoimittaja, TKK, 02150 Otaniemi, puh. 90-460 144, prof. Paavo Majjala TKK, rouva Kaija Marmo, toimitussihteeri, puh. 90-462 192.

Toimituksen osoite: 02150 Otaniemi, Otakallio 2 B 19.

Ilmoitushinnat: Kansisivut 850:—, muut sivut 750:—, 1/2 s. 500:—, 1/3 s. 400:—, 1/4 s. 300:—, irtonumero 5:—.

Lehti ilmestyy toukokuussa ja joulukuussa.

N:o 1

1973

31. VUOSIKERTA

## Rikki maan kuoressa

*Fil.tri Heikki Wennervirta, Outokumpu Oy*

Otsikon rajaama aihe on kolmiosainen muodostuen rikin geokemiasta, maapallon rikkimalmityypeistä ja Suomen rikkimalmivaroista.

Mitä rikin geokemiaan tulee on sekin aihepiiriltään kolmiosainen käsittäen kysymykset rikin esiintymismuodoista, runsaudesta ja kiertokulusta luonnossa. Viimeksi mainittua kysymystä käsitellään tässä yhteydessä kuitenkin vain ns. pienen kiertokulun kannalta.

Rikki, järjestysluvultaan 16:s alkuaine, esiintyy merkittävänä jäsenenä sekä epäorgaanisessa että orgaanisessa luonnossa. Kemiallisesti rikkiä tavataan — paitsi alkuaineena — myös lukuisissa erilaisissa yhdisteissä, joista

maankuoren sisällä tavallisimpia ovat rikkivedyn suolat, sulfidit ja maankuoren pinnalla rikkihapon suolat, sulfatit. Tyypillisiä sulfidimineraaleja ovat esim. n. 53 % rikkiä sisältävä rikkikiisu, magneettikiisu, jonka rikkipitoisuus on 35—42 %, kuparikiisu ja pentlandiitti, rikkipitoisuuksiltaan 35 % S ja 33 % S.

Runsaudeltaan rikki on yleinen alkuaine ja sitä tavataan litosfäärissä muiden alkuaineiden joukossa runsaussijalla 13. Kosmisesti pidetään rikkiä vieläkin yleisempänä ja sen runsaussija on 10.

Eräiden magma- ja sedimenttisyntyisten kivien on laskettu sisältävän rikkiä seuraavat määrät (Taulukko 1).

Taulukko 1. Tavallisten magmakivien ja sedimenttisyntyisten kivien yleisiä rikkipitoisuuksia.

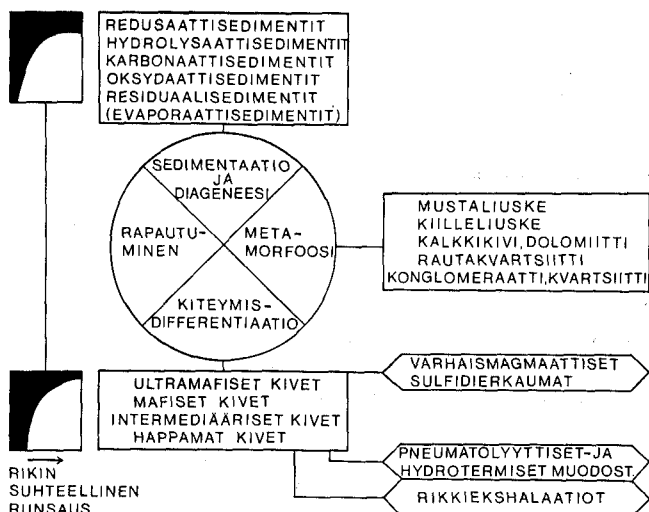
Table 1. Sulphur abundances in some common igneous and sedimentary rocks.

	% S		
	Yleinen runsausluku	aritm. keskiarvo	*) Suomessa geom. keskiarvo
Peridotiitit	0,3	0,30—0,90	0,08—0,25
Gabrot	0,2	0,23—0,38	0,08—0,16
Dioriitit	0,1	0,11—0,17	0,06—0,08
Graniitit	0,05	0,15—0,26	0,03—0,08
keskimäärin	0,09		
Diabaasit		0,20	0,11
Amfiboliitit		0,17	0,08
Savisedimentit	0,26		
Kiilleliuskeet		0,41	0,06
Kalkkisedimentit	0,11		
Kalkkikivet			0,06
Hiekkasedimentit	0,03		
Mustat liuskeet			1—6
Meteoriitit	2,12		

\*) tiedot on kerätty noin 20 000:sta analysista.

Kuten luvuista selviää rikastuu rikki magmakivien ultramafisissa ja mafisissa kivilajeissa ja sedimenttisyntyisten kivien kiilleliuskeissa, tai yleensä alkuperältään hydrolysaattisidimentteissä. Mustat liuskeet, jotka primäärisesti kuuluvat lieju- eli redusaattisidimentteihin, sisältävät rikkiä erittäin runsaasti. Myös meteoriittien rikkipitoisuus on korkea, mihin seikkaan käsitys kosmisen rikin runsaudesta pääasiassa perustuu.

Edellä esitetyt pitoisuudenluvut antavat viitteitä rikin geokemiallisesta kiertokulusta. Sitä on seuraavassa kaaviossa pyritty tarkentamaan (Kuva 1).



Kuva 1. Rikin pientä kiertokulkua kuvaava yksinkertaistettu kaavio.

Fig. 1. A simplified scheme illustrating the minor cycle of sulphur.

Sulfidi- ja silikaattisulien vain osittaisesta sekoittuvuudesta lämpötilan laskiessa on haluttu tehdä se johdopäätös, että nämä sulat erkanevat toisistaan likvaation kautta magmadifferentiaation lähtiessä käyntiin, jolloin syntyy varhaismagmaattisia sulfidisulia, joihin rikki luonnollisesti on rikastunut. Magmadifferentiaation jatkuessa rikin määrä laskee kunnes tullaan differentiaation jälkeisiin olosuhteisiin, joissa rikkiä erottuu pneumatolyttisissä ja hydrotermisissä tapahtumissa. Ylijäämärikki purkautuu maan pinnalle vulkaanisissa ekshalatioissa rikastuen purkauskanavien ympärille tai kulkeutuen meriveteen. Meriveden rikistä oletetaan noin 3/4 olevan alkuperältään ekshalatiivista, lopun rikin ollessa mannerten rapautumisen tuotetta.

Se osa rikistä, joka mannerten rapautuessa ei kulkeudu meriveteen kertyy hydrolysaattisidimentteihin, mutta varsinkin redusaattisidimentteihin: liejuun, mätäliejuun, vuoriöljyyn ja hiilkerrostumiin. Edelleen kertyy sedimentaatioissa rikkiä kipsin tai anhydriitin muodossa osaan evaporaattisidimenttejä, eli aridisten vyöhykkeiden kuivumissidimenttejä.

Etsittäessä rikin geokemiallisesta kiertokulusta pisteitä, joihin rikki on voinut erityisesti rikastua, havaitaan niitä olevan ensinnäkin endogeenisen kiertokulun varrella magmadifferentiaation alussa ja lopussa ja toiseksi eksogeenisen kiertokulun varrella lieju- ja suolasedimenteissä, ts. redusaatti- ja evaporaattisidimenteissä. Näihin pisteisiin sijoittuvat myös rikkimalmit, joskin on todettava näiden — kuten kaikkien malmien — voivan muodostua ainoastaan erilaisten yhteensattumien tuloksena.

Rikin raaka-ainelähteet voidaan maapallolla luokitella seuraavasti:

1. *Alkuainerikkimalmit*
  - 1.1. Vulkaaniset esiintymät
  - 1.2. Suolapahkuihin liittyvät esiintymät
  - 1.3. Sedimenttiset esiintymät
2. *Sulfidimalmit*
  - pyriittisten malmien esiintymät
3. *Sivutuoterikki*
  - maakaasu, vuoriöljy, kivihiili.

Yleisesti ja lyhyesti voidaan erilaisista rikkimalmityypeistä todeta seuraavaa:

### Vulkaaniset esiintymät

Nämä muodostuvat kolmella tavalla: rikkiä tuottavan solfataran ympärille härmistymällä, rikkivetykaasupurkauksista hapettumalla tai rikkilähteistä sedimentoitumalla. Syntyvalttaan ensimmäiseksi mainittuja muodostumia on esim. Etelä-Amerikassa pitkin Andien selkärakaa satoja kappaleita, joskin kaikki ovat kooltaan pieniä. Vastaavia esiintymiä on myös Japanissa ja Jaavalla. Esiintymiä, joissa alkuainerikki muodostuu rikkivedystä vedessä rikkibakteerien toiminnan tuloksena, tavataan esim. Guatemalassa. Rikin suora sedimentoituminen rikkilähteistä on harvinaista.

## Suolapahkuihin liittyvät esiintymät

Tämäntapaisia esiintymiä tunnetaan runsaasti esim. USA:ssa, Meksikossa, Länsi-Saksassa, Romaniassa ja Neuvostoliitossa. Niiden merkitys rikin raaka-ainelähteenä on suuri. Esiintymät sijaitsevat vuorisuolapahkun harjalla lakin tavoin. Litologinen asema on anhydriittitai kipsikerroksen päällä kalkkikivessä tai yleensä karbonaattikivessä, missä rikki esiintyy pirotteena, juonina tai pahkuina. Malmin keskipitoisuus on 20—40 % S. Yksittäisten esiintymien koko vaihtelee; suurimmat esiintymät ovat tuottaneet rikkiä yli 20 milj. t. Suolapahkuihin liittyvien rikkiesiintymien syntytavasta ei olla yksimielisiä. Yleisimmin uskotaan rikin muodostuneen sulfaateista bakteerien pelkistävän toiminnan tuotteena.

## Sedimenttiset kerrosmyötäiset esiintymät

Sedimenttisiä rikkiesiintymiä tavataan mm. Neuvostoliitossa, Puolassa ja Italiassa (Sisiliassa). Kahdessa ensinmainitussa maassa nämä esiintymät ovat merkittäviä. Sedimenttisten rikkimalmien stratigrafinen ympäristö eri esiintymien kesken muistuttaa toisiaan. Rikki itsessään sijaitsee kipsi- tai harvemmin kalkkikivikerrostumissa, joihin sitäpaitsi usein liittyy bitumia, toisinaan myös vuoriöljyä pisaroina. Ympäristön kivilajeja ovat kalkkikivet, erilaiset liuskeet ja hiekkakivet. Esiintymien rikkipitoisuus vaihtelee ollen esim. Puolassa ja Italiassa keskimäärin 20—30 %. Alkuainerikki on näissä esiintymissä muodostunut bakteerien vaikutuksesta sulfaateista ja vulkaanisten ekshalaatioiden rikkivedystä.

## Pyriittisten malmien esiintymät

Pyriittisillä malmeilla tarkoitetaan massiivisia sulfidimalmeja, joissa päämalmimineraalina on rikkikiisu tai magneetikkiisu tai molemmat yhdessä ja jotka usein, joskaan ei aina, sisältävät vaihtelevia määriä kuparikiisua, sinkkivälkettä ja/tai lyijyhohdetta. Malmien massiivisuudesta johtuen on niiden rikkipitoisuus korkea, 20—40 %, joskus jopa enemmän. Pyriittisiä malmeja tavataan usein, vaikkakaan ei aina, alkuperältään vulkaanisissa kivilajeissa tai niihin läheisesti liittyneinä. Näiden malmien alkuperästä ei olla yksimielisiä, mutta milloin niitä esiintyy nuorena kallioperässä kuten esim. Japanissa, uskotaan niiden muodostumisella ja vulkaanis-ekshalatiivisella toiminnalla olleen keskinäistä yhteyttä. Malmien katsotaan syntyneen hydrotermisissä olosuhteissa.

Pyriittisiä malmeja on tavattu runsaasti Japanissa, Neuvostoliitossa, Espanjassa, Kanadassa, Italiassa ja Kiinassa. Myös Suomessa tunnetaan tämän tyyppin malmeja, tai ainakin niitä muistuttavia malmeja.

Mainittakoon tässä yhteydessä, että pyriittisten malmien lisäksi on toki olemassa muitakin sulfidimalmityyppisiä, kuten esim. nikkeli-kuparimalmit, jotka palvelevat rikin raaka-ainelähteenä.

Suomen kotimaiset rikkireservit perustuvat kokonaan sulfidimalmeihin, joita kuitenkin louhitaan pääasiassa muun kuin raaka-ainerikin takia. Suurin rikkireservi näistä malmeista on Pyhäsalmen malmilla, jonka arvioidaan sisältävän n. 9 milj. t rikkiä, mikä onkin noin puolet tämän hetken käytettävissä olevista rikkivaroista. Huomattavia rikkireservejä ovat edelleen Vihannin, Luikon-

lahden, Outokummun ja Vuonoksen malmit. Hituran, Kotalahden, Virtasalmen ja Hammaslahden esiintymät ovat edellisiä pienempiä ja Otanmäen, Petolahden, Kylmäkosken ja Metsämöntun esiintymät rikin suhteen vain maininnan arvoisia. Rikkivarat tunnettujen rajamalmien tai pyriittiesiintymien kohdalla on vaikea arvioida, mutta saattavat olla korkeintaan 1/3 louhinnan kohteena olevien malmien rikkivaroista.

## Summary

The paper deals with the sulphur in the earth's crust. The subject is divided into three parts. The first describes the geochemistry of sulphur, the second the types of sulphide ores and the third the sulphur reserves in Finland. In the description of the geochemical cycle emphasis is placed on those points in which the enrichment of sulphur is most intensive. A brief description is given of the more common ore types. The reserves of sulphur in Finland are restricted to sulphide ores, which are exploited mainly for base metal production. The current estimate of the sulphur reserves of these ores is about 18 mill. tons, of which approximately half is incorporated in the Pyhäsalme ore. The sulphur tonnage in the marginal or pyrite deposits may be about one third of the amount of sulphur recoverable from the sulphide ores.



Den 21. 12. 1972 avled professor *Anders Johan Ringbom*.

Han var född i Åbo 1903, blev dipl. ing. 1925 och tekn. dr. 1936. Från år 1927 undervisade han vid Åbo Akademi, där han 1936 blev lektor i analytisk kemi. 1943 utnämndes han till e.o. professor i kemi och 1952 till ordinarie professor, vilket han var till dess han avgick med pension år 1969.

Professor Ringbom var Bergsmannaföreningens medlem sedan år 1944.

# Rikki kemian teollisuudessa

Tekn.tri. Kalevi Kiukkola, Kemira Oy

Rikin käyttö kemian teollisuuden raaka-aineena on alkanut vajaan kaksisataa vuotta sitten. Tämän vuosisadan vaihteeseen mennessä oli rikin maailmankulutus noussut miljoonaan vuositonniin ja rikkiin pohjautuva kemian teollisuus alkoi nousta suurteollisuudeksi. Rikin kulutus on tämän kehittymisen mukana noussut viisikymmentkertaiseksi tällä vuosisadalla. Suomen rikkiä käyttävä kemian teollisuus on seurannut hyvin muun maailman kehitystä.

Rikin kemialla voi lyhyesti kuvata mainitsemalla, että se pystyy reagoimaan melkein minkä alkuaineen kanssa tahansa ja että sillä on viisi päähapetuslukua (kuva 1): -2, 0, +3, +4 ja +6. Alimmissa hapetusluvuissa rikki on sulfidimalmeissa, rikkivedyissä ja elementtirikissä. Rikkiä käytettäessä kulkee siitä yli 90 % rikkidioksidivaiheen läpi ja suurin osa tästä hapetetaan edelleen katalyyttien avulla rikkitrioksidiksi, josta veteen imeytymällä saadaan rikkihappoa.

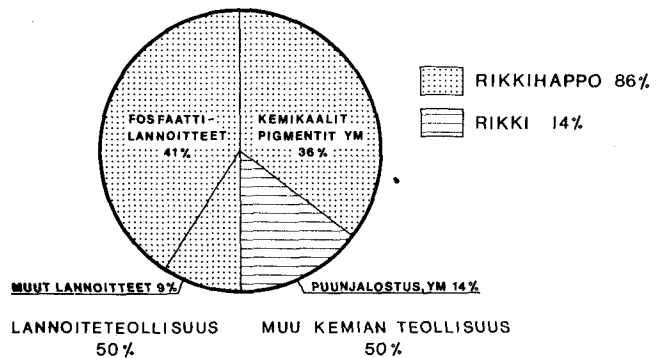
+ 6	$H_2SO_4$ $SO_3$	<b>rikkihappo</b> <b>rikkitrioksidi</b>
+ 4	$SO_2$	<b>rikkioksidi</b>
+ 3	$H_2S_2O_4$	<b>alirikkihapoke</b>
0	$S_8$	<b>rikki</b>
- 2	$H_2S$ $CuS$ $CS_2$	<b>rikkivety</b> <b>kuparisulfidi</b> <b>rikkihiili</b>

Kuva 1. Esimerkkejä rikin tärkeimmistä hapetusluvuista.

Fig. 1. Examples of sulfur in its principal oxidation states.

## Rikin käyttö yleismaailmallisesti

Rikin käyttö koko maailmassa oli viime vuonna erään amerikkalaisen arvion mukaan 50 milj. tonnia (kuva 2). Noin puolet tästä rikistä kuluu lannoitteiden valmistukseen ja puolet muihin tarkoituksiin kemian teollisuudessa. Toinen merkittävä yleispiirre rikin käytössä on se, että noin 86 % rikistä muutetaan ensimmäisessä käyttövaiheessa aluksi rikkihapoksi ja vain 14 % käytetään muilla tavoin, joko puhtaana rikkinä tai sen yhdisteinä.



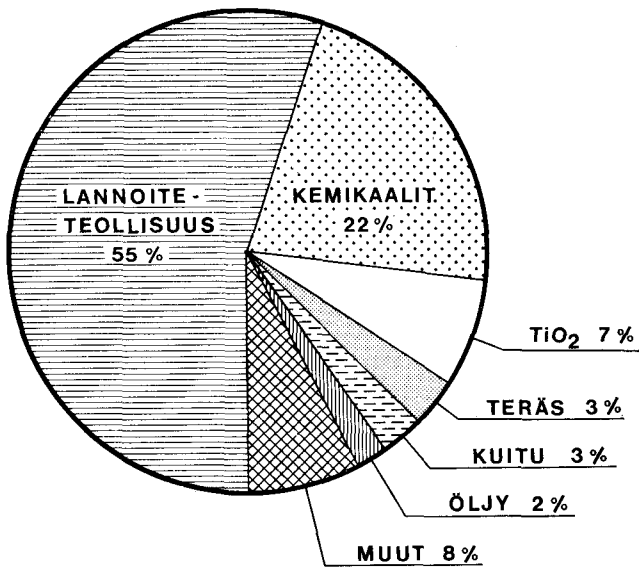
Kuva 2. Rikin käytön jakaantuma yleismaailmallisesti. Kulutus v. 1972 noin 50 milj. tonnia.

Fig. 2. World sulfur consumption pattern. Total consumption of sulfur in 1972 is estimated to 50 million tons.

Rikkihapon merkitys kemian teollisuudessa perustuu sen halpaan hintaan ja käyttökelpoisuuteen mitä erilaisimpien tuotteiden valmistuksessa (kuva 3). Rikkihapon tuotanto koko maailmassa oli viime vuonna edelliseen arvioon perustuen noin 125 milj. tonnia. Yli puolet tästä haposta käytettiin lannoitteiden, pääasiassa fosfaattilannoitteiden valmistukseen. Rikkihapon tehtävä on muuttaa vaikealiukoiset luonnonfosfaatit liukoiseen muotoon. Rikki on lisäksi kasveille välttämätön hivenaine, jota tarvitaan proteiinien muodostumisessa. Maatalous on siis suoraan ja epäsuorasti rikin suurin kuluttaja.

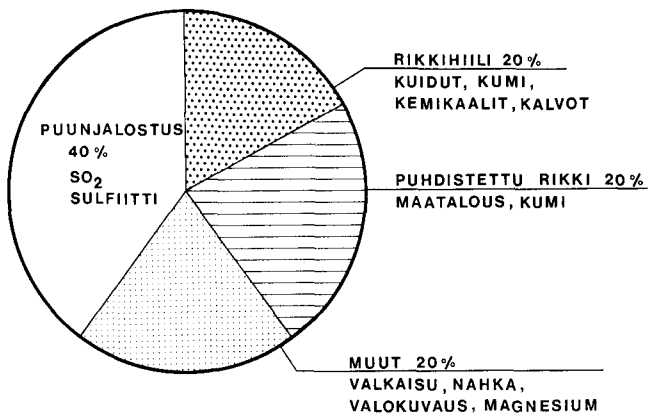
Muut merkittävät hapon pääkäyttöalueet ovat erilaisten kemikaalien, kuten sulfaattien, pesuaineiden ja muovien valmistus, pigmenttien valmistus, kuitujen ja kalvojen valmistus, teräksen peittäminen, käyttö öljynjalostamoissa, räjähdysainetehtaissa, kumitehtaissa, tekstiilien viimeistelyssä, metalliteollisuudessa ym. Käyttökohteita on kaiken kaikkiaan satoja ja uusia syntyy jatkuvasti. Ne puolestaan säteilevät hyvin laajalle muuhun teollisuuteen. Syystä on rikkihapotuotantoa pidetty talouselämän tärkeänä ilmapuntarina, joka vielä nykypäivinäkin heijastaa herkästi yleisiä suuntauksia.

Myös muilla rikkijyhdisteillä ja alkuainerikillä on tärkeä merkitys kemian teollisuudessa (kuva 4). Rikkidioksidin ja alkalien tai maa-alkalien oksidien välinen reaktio antaa mahdollisuuden valmistaa erilaisia sulfiitteja. Vuosittain valmistetaan satoja tuhansia tonneja kalsiumin, magnesiumin ja natriumin vetysulfiitteja selluloosan valmistusta varten. Sulfiitti liuottaa puussa olevan ligniinin jättäen selluloosan liukenemattomaksi. Sulfiitteja käytetään myös nahnan ja kumin valmistuksessa, kasviöljyteollisuudessa ym.



Kuva 3. Rikkihapon käytön jakaantuma yleismaailmallisesti. Rikkihapon käyttö v. 1972 noin 125 milj. tonnia.

Fig. 3. World sulfuric acid consumption pattern. Total consumption in 1972 is estimated to be about 125 million tons.



Kuva 4. Elementti- ja pyriittirikin käyttökohteet yleismaailmallisesti. Kulutus v. 1972 noin 7 milj. tonnia.

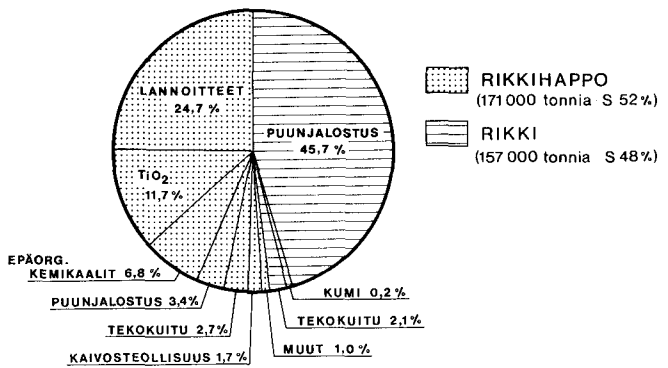
Fig. 4. World consumption pattern for brimstone and pyrite sulfur. Consumption in 1972 about 7 million tons.

Rikkihiili on tunnettu kemikaali tekokuituteollisuudessa. Kumiteollisuus on jo kauan käyttänyt alkuainerikkiä kumin vulkanointiin. Maataloudessa rikillä on merkitystä kasvinsuojeluaineena ja myös hivenaineena sitä on alettu käyttää rikkiköyhillä alueilla. Vanhastaan tiedetään rikin merkitys valkaisussa, värjäyksessä ja valokuvauksessa. Käyttökohteita on tässäkin lukuisia ja ne jakautuvat tasapuolisesti monille kemian alan sektoreille.

Tarkasteltaessa rikin nykyisiä markkinoita kemian teollisuudessa voitaneen sanoa, että lannoitteita tarvitaan jatkuvasti enemmän maapallon väkiluvun ja ravinnon tarpeen kasvaessa. Lähimmän viiden vuoden kuluessa odotetaan rikin kulutuksen tähän käyttöalueeseen nousevan 6 % vuodessa. Rikin muu käyttö kasvaa sensijaan hitaammin. Osaltaan tähän vaikuttaa ympäristönsuojelunäkökohtien tiukempi huomioiminen, ts. pyrkimys ottaa talteen prosesseista poistuvaa rikkiä, osittain jopa siirtyminen prosesseihin ja materiaaleihin, joissa rikin osuus on pieni tai olematon. Kaiken kaikkiaan rikin käytön muuhun kuin lannoitteiden valmistukseen odotetaan kasvavan noin 3,5 % vuodessa. Keskimääräinen rikin kulutuksen nousu olisi siis noin 4,5 % vuodessa yleismaailmallisesti.

### Rikin käyttö Suomessa

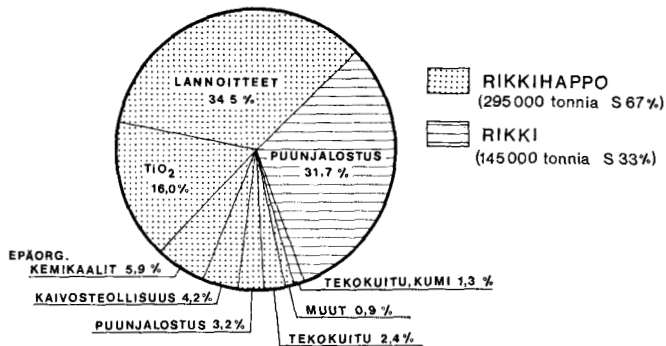
Rikin kulutus ja käytön jakautuma vaihtelee maasta toiseen huomattavasti. Suomi kuuluu kulutuksen kärkimaihin. Tähän on ollut syynä etenkin puunjalostuksen suuri osuus kokonaiskulutuksesta (kuva 5). Kuva esittää tilannetta Suomessa v. 1967, jolloin sulfiittiselluloosateollisuus kulutti lähes puolet kaikesta rikistä. Kokonaismäärä oli silloin noin 328 000 tonnia. Lannoite-teollisuus kulutti neljänneksen rikistä ja loput käytettiin muussa kemian teollisuudessa. Jakautuma eroaa yleismaailmallisesta tilanteesta huomattavasti.



Kuva 5. Rikin käytön jakaantuma Suomessa 1967. Kokonaiskäyttö yhteensä 328 000 tonnia.

Fig. 5. Sulfur consumption pattern in Finland 1967. Total consumption 328 000 tons.

Viittä vuotta aikaisemmin, v. 1962, selluteollisuuden suhteellinen osuus oli vieläkin voimakkaampi eli 2/3 kaikesta rikistä. Seuraava kuva (kuva 6) esittää tilannetta viittä vuotta myöhemmin, jolloin rikin kokonaiskulutus oli noussut kolmanneksen suuremmaksi eli 440 000 tonniin. Sulfiittiselluloosateollisuuden rikin kulutus oli lievästi taantunut ja sen osuus oli pudonnut alle 32 %:in. Tämänsuuntaisen kehityksen odotetaan



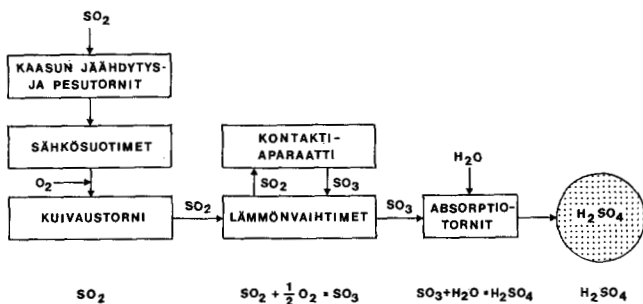
Kuva 6. Rikin käytön jakaantuma Suomessa 1972. Kokonaiskäyttö yhteensä 440 000 tonnia.

Fig. 6. Sulfur consumption pattern in Finland 1972. Total consumption 440 000 tons.

jatkuvan tulevaisuudessakin. Kaikki rikin lisäkulutus on peräisin rikkihappoon pohjautuvan teollisuustuotannon voimakkaasta kasvusta. Sen osuus rikin kokonaiskulutuksesta on nyt puolestaan 2/3. Kymmenessä vuodessa on tilanne täysin muuttunut sekä määrällisesti että suhteellisesti. Tällä hetkellä on suurin yksittäinen rikin kuluttaja lannoiteteollisuus, 34,5 % rikistä. Muita merkittäviä ovat titaanioksiditeollisuus 16 %, epäorgaanisten kemikaalien valmistus 5,9 %, kaivos- ja metallurginen teollisuus ja tekokuituteollisuus.

### Kemira Oy:n rikkikäyttöprosessit

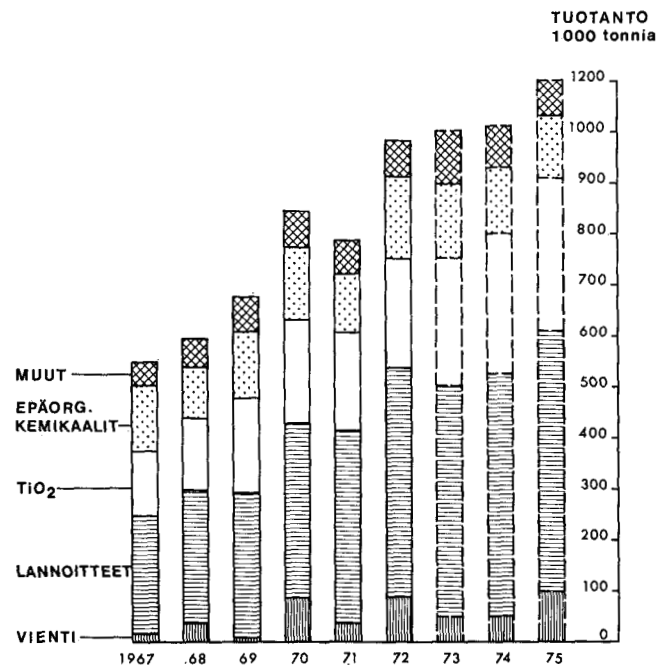
Rikkihapon valmistus Kemira Oy:n rikkihappotehtaissa perustuu, kuten hyvin tiedetään, sulatto- ja pasuttokaasujen rikkidioksidi-pitoisuuden hyväksikäyttöön (kuva 7). Luonteenomaista tämänlaatuisia raakakaasuja käytäville rikkihappotehtaille on prosessin alkupään, siis pesu-, jäähdytys- ja puhdistusvaiheiden suuri osuus investoinnissa, noin kolmannes koko tehtaasta. Rikkidioksidin hapetus tapahtuu tavalliseen tapaan kontaktilait-



Kuva 7. Rikkihappotehtaan prosessikaavio.  
Fig. 7. Process flow-sheet for sulfuric acid factory.

teistossa vanadiinikatalyyttien avulla. Katalyyttinä on viime vuosina menestyksellä käytetty Kemiran omaa valmistetta, jossa raaka-aineena on mm. Otanmäen vanadiinipentoksidi. Kemiran tämän hetkinen rikkihappokapasiteetti on noin miljoona tonnia vuodessa. Se jakautuu seuraavasti: Kokkolan tehtaat 500 000 tn, Harjavallan tehtaat 260 000 tn ja Siilinjärven tehtaat 240 000 tn. Kaksi edellistä tehdasta käyttää rikkidioksidilähteenä metallurgisia sulattokaasuja, viimeksi mainittu pyrroitiitin pasutuskaasuja. Vuotuinen tuotanto maassamme on noin 0,8 % maailman rikkahapon tuotannosta. Vertailupohjana naapurimaihin mainittakoon, että meillä rikkihapon tuotanto asukasta kohti on 215 kg, Ruotsissa 105 kg ja Neuvostoliitossa 50 kg.

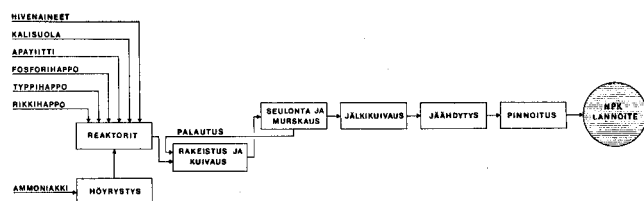
Viime vuodet ovat olleet ripeän kehityksen aikaa rikkihappoteollisuudessamme (kuva 8). Tuotanto on lähes kaksinkertaistunut viidessä vuodessa eli noin puolesta miljoonasta tonnista v. 1967 noin miljoonaan tonniin viime vuonna. Rikkihapon tuotannon kasvua vastaavasti on rikkihappoon perustuvalle kotimaiselle jatkojalostusteollisuudelle pystytty luomaan kasvavia markkinoita niin, että hapon vienti on ollut suhteellisen vähäistä. Kuvaan on merkitty myös tilanteen arvioitu kehittyminen vuoteen 1975 asti. Rakenteilla tai suunnitteilla on uutta rikkihappokapasiteettia noin 0,5 milj. tonnia kahden lähivuoden aikana. Suunnitteilla on myös nestemäisen rikkidioksidin valmistus lähinnä puunjalostusteollisuuden käyttöön.



Kuva 8. Rikkihapon tuotanto ja pääkäyttöalueet Suomessa 1967—1975.

Fig. 8. Production and main use areas of sulfuric acid in Finland 1967 — 1975.

Kemira käyttää tällä hetkellä Suomessa kulutetusta rikkihapposta valtaosan itse, noin 85 %, ja pääkäyttö on ollut ja tulee olemaan lannoiteprosesseissa. Suuntaus entistä ravinnepiteisempiin lannoitteisiin on aiheuttanut siirtymistä fosforihappopohjaisiin lannoitteisiin. Fosforihapon valmistus apatiitista vaatii paljon rikkihappoa, noin 2,5 tonnia yhtä  $P_2O_5$ -tonnia kohti. Fosforihapon vapauttamiseen käytettävä rikkihappo sitoutuu samalla valtaosaltaan kipsiin. Tätä rikkiä sitovaa sivutuotetta syntyy kahdessa fosforihappotehtaassamme yli 600 000 tonnia vuodessa.



Kuva 9. Seoslannoitetehtaan prosessikaavio.

Fig. 9. Process flow-sheet for compound fertilizer factory.

Fosforihapon lisäksi (kuva 9) käytetään nykyaikaisessa seoslannoitetehtaassa raaka-aineina rikkihappoa, ammoniakkaa, kalisuolaa, typpi-happoa, hivenaineita ym. Prosessiin sisältyy mm. seuraavia päävaiheita: raaka-aineiden annostelu, reaktio, rakeistus, kuivaus, seulonta, pinnointi ja jäähdytys.

Toiseksi suurin rikkihapon kuluttaja on titaanidioksiditehtaamme. Rikkihappo käytetään ilmeniitin liuotukseen ja poistuu prosessista ferrosulfaatin muodossa. Sitä syntyy n. 160 000 tonnia vuodessa.

Alumiinisulfaattitehtaamme raaka-aineena on rikkihappo ja ulkoa tuotu alumiinihydraatti. Reaktiotuote kiteytetään vesijäähdytteisellä teräshihnalla. Tuote myydään lähinnä paperiteollisuudelle ja vedenpuhdistukseen. Natriumsulfaattitehdas käyttää rikkihappoa ja vuorisulaa raaka-aineenaan ja syntyvä tuote myydään sulfaattiselluloosateollisuudelle.

### Kehitysnäkymiä

Rikkiin pohjautuvan teollisuutemme vaativimmiksi selvityskohteiksi muodostuvat tulevaisuutta ajatellen sekä fosforihappoteollisuuden yhteydessä syntyvä sivutuotekipsi että titaanidioksidituotannon yhteydessä syntyvä ferrosulfaatti. Kipsin kohdalla on luonnollinen tavoite sen käyttö maahantuotavan luonnonkipsin asemasta rakennusaine- ja sementtiteollisuudessa, ferrosulfaatin kohdalla taas jätevesien puhdistuksessa ym.

Yleismaailmallisesti on rikin nykyinen ylituotantotilanne rohkaissut ja vaatinut suuntaamaan tutkimusta alueille, joista saattaisi löytyä rikille uutta kulutusta luovaa käyttöä. Rikin monipuolisiin ominaisuuksiin tuo oman lisänsä jähmeän rikin molekyyylimäinen rakenne: molekyylissä on kahdeksan rikkiatomia renkaan muodossa. Näillä renkailla on ainutlaatuinen kyky muodostaa pitkäketjuisia polymeerejä, jotka puolestaan reagoivat halukkaasti muiden yhdisteiden kanssa. Syntyy polymeerejä, joissa on arvokkaita ominaisuuksia uusia käyttökohteita varten. Käyttösovellutukset ovat vasta alullaan. Voidaan todeta, että rikki ei ole vielä tyhjentänyt kaikkia mahdollisuuksiaan yhtenä kemian teollisuuden monipuolisimmista perusraaka-aineista.

### Summary

Article reviews the consumption of sulfur in the whole world and particularly in Finland. The consumption pattern of sulfur in Finland differs from the world consumption pattern. This is due to the heavy consumption of sulfur in the sulphite pulp industry. In 1967 this industry consumed nearly half of all sulfur. Five years later its proportion had fallen below 32 %. The main consumer is now fertilizer industry (34,5 %), other important consumers are titanium dioxide pigment industry (16,0 %), inorganic sulfates (5,9 %) and mining and metallurgical industry (4,2 %). Raw material for sulfuric acid manufacture is either smelter off-gases or pyrite roaster gases. The sole producer of acid is Kemira Oy. The production figure for the last year is 974 000 tons. The principal users of acid are: fertilizers 455 000 tons,  $TiO_2$ -pigments 211 000 tons, inorganic chemicals 78 000 tons, mining and metallurgy 55 000 tons, paper and pulp 42 000 tons and synthetic fibers 31 000 tons. Kemira Oy's sulfuric acid capacity will increase to 1,5 million tons in 1975.

**Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y:n geologijaosto ja Suomen Geologinen Seura järjestävät yhteisen SYYSEXCURSION Suur-Savoon 6.–7. 9. 1973. Retkeilyllä tutustutaan mm. Haukiveden altaan geologiaan ja Hällimäen kupariesiintymään. Tarkempi ohjelma ja ilmoittautumisohteet julkaistaan kesäkuussa ilmestyvässä Geologi-lehdessä.**

# Rikki ja ympäristö

*Dipl.ins. Gösta Diehl, Oy Aerator Ab*

V. 1957 ilmestyneessä oppikirjassaan Pentti Eskola kirjoittaa alkuaineiden vaelluksesta m.m. seuraavasti: ”Rikkiä tulee ilmoille tulivuorissa rikkihapokkeena y.m., mutta myös magmakivissä ja niiden metasomaattisissa kontaktimuodostumissa sulfideina. Rapautumisessa rikkiyhdisteet hapettuvat sulfaateiksi ja semmoisina osaksi imeytyvät rapautumisjäännöksiin, osaksi joutuvat meriveteen. Suolajärvisä rikki saattaa kiteytyä sulfaateiksi”. Muuta ei rikin kiertokulusta mainita ja tämä jo kuvastaa kuinka vähän huomiota kiinnitettiin rikkiin ympäristökijänä muutama vuosi sitten.

Rikin prosentuaalinen osuus maapallomme kokonaismäärästä on tosin pieni, H. S. Washingtonin mukaan 0,64 %, ja sen osuus vesikehästä ja ilmakehästä vielä paljon pienempi. Mikä viime aikoina on kiinnittänyt yleistä huomiota rikkiin ja sen vaikutuksiin elinympäristöömme ei suinkaan ole sen runsas esiintyminen vaan sen nopea lisääntyminen vesi- ja ilmakehässä sekä tästä aiheutuvat haittavaikutukset.

Rikin tai sen hapettumistuotteiden esiintyminen vesi- ja ilmakehässä ei sinänsä merkitse saastumista. Ruotsalaisen Ambio-lehden mukaan rikkiä tulee koko maailmassa ilmakehään joka vuosi 140—300 Mt luonnollisista lähteistä, lähinnä mätänemisprosesseista rikkivetynä ja meriveden tyrskyistä sulfaattina. Vasta viime vuosina on n.s. antropogeeninen rikki alkanut näytellä huomattavaa osaa rikin kierrossa ja nykyään antropogeenista rikkiä tulee ilmakehään jo 35—45 Mt/vuosi, mikä edustaa noin 20 % kokonaiskiertokulusta. Kuitenkin on laajoja alueita maailmassa joilla antropogeenisen rikin osuus kiertokulusta on jo 75 % kuten esim. Euroopan mantereella.

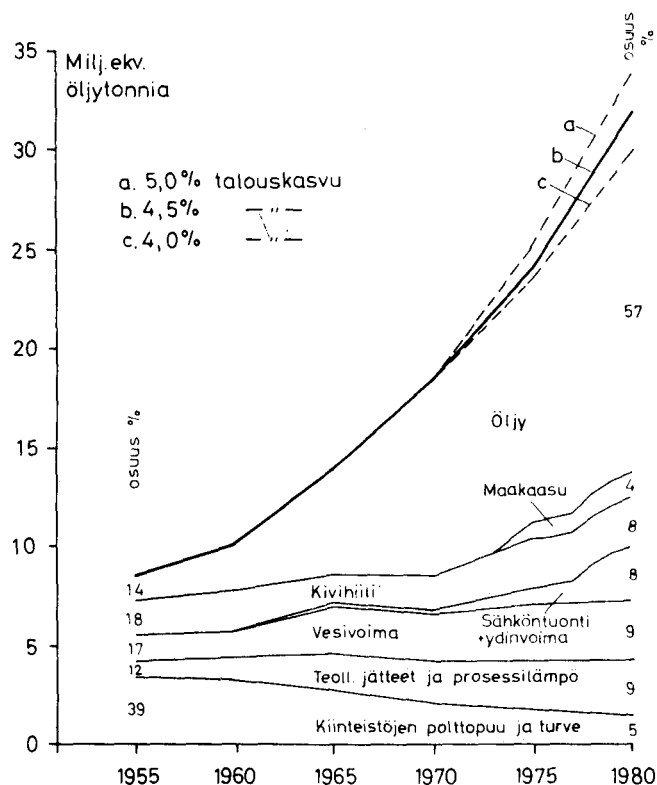
Antropogeeninen rikki on siis merkittävästi lisännyt rikin kiertokulun nopeutta, ja on selviä merkkejä siitä että kiertokulun tasapaino on häiriytynyt ja olemme saaneet rikkisaasteongelman. Rikkiä esiintyy saastuttajana sekä vesi- että ilmakehässä. Valtaosa antropogeenisestä rikistä syötetään ilmakehään josta se siirtyy myöskin vesikehään saastuttajana.

Suurin osa ihmisen tuottamasta saastuttavasta rikistä siirtyy ilmakehään rikkidioksidina.

On arvioitu että Ruotsissa vuonna 1968 päästettiin savukaasuina ilmoille noin 320 000 tonnia rikkiä. Samana vuonna päästöt olivat esimerkiksi Iso-Britanniassa 3 Mt, Belgiassa, Ranskassa, Länsi-Saksassa, Alankomaissa ja Luxemburgissa yhteensä 3,7 Mt sekä Yhdysvalloissa n. 15 Mt. Vuonna 1973 arvioidaan päästöt Ruotsissa 500 000 tonniksi ja ilman uusia suojelutoimenpiteitä tämä määrä kasvaisi noin 950 000 tonniin vuonna 1980. Mikäli kasvua ei voida rajoittaa tulee antropogeenisen rikin osuus rikin kiertokulusta ylittämään luonnollisen rikin jo seuraavan vuosikymmenen alkupuolella.

Suomessa rikkiemissio on tätä nykyä noin 225 000 tonnia per vuosi. Tästä lasketaan että noin 45 % on puunjalostusteollisuuden osuus, 36 % muun teollisuuden ja 19 % asutuksen osuus. Lukuihin sisältyy eri alojen osuus fossiilisten polttoaineiden avulla tapahtuvasta voimankehityksestä [1]. Käytettävissä olevien tietojen mukaan voidaan arvioida että ryhmään ”muu teollisuus” kuuluvien Kemiran, Nesteen, Outokummun, Ovako-ryhmän ja Rautaruukin yhteinen rikkiemissio on noin 57 000 t/vuosi.

Pääosa rikkisaasteen lisäyksestä tulee fossiilisten polttoaineitten kulutuksen kasvusta. Kuva 1 näyttää Suomen energiatarpeen kehityksen ja jakautuman eri energiamuotoihin. Öljynkulutus kasvaisi nykyisestä noin 10 Mt vuo-



Kuva 1. Energian kulutus Suomessa energialähteittäin vv. 1955—80 (Energiapolitiikan neuvottelukunnan mietintö I, komiteamietintö 1972: A 11) [1].

Fig. 1. Sources of energy in Finland years 1955—80.



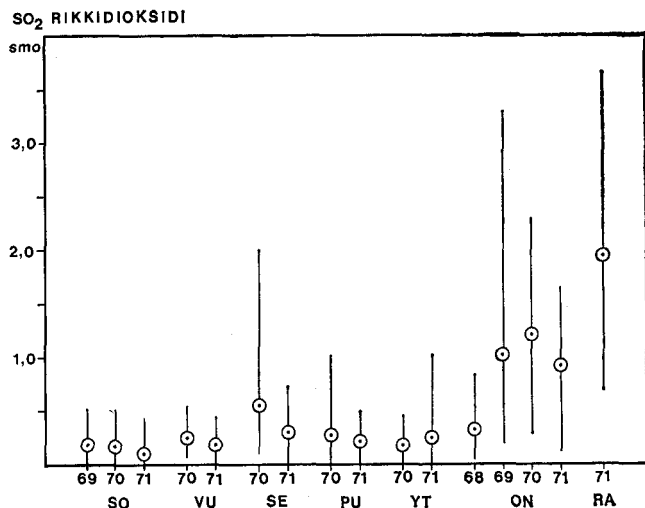
sikulutuksesta vuoteen 1980 mennessä noin 18 Mt:iin. Mikäli joudutaan tähän kasvuun käyttämään korkearikkistä polttoöljyä tietäisi se jo sinänsä rikkiemission lisäystä ainakin 200 000 tonnilla vuoden 1980 aikana.

Mitkä ovatkaan rikin haittavaikutukset?

Ambio-lehdessä ne jaetaan pääasiallisesti kahteen ryhmään:

paikallisiin vaikutuksiin ja alueellisiin vaikutuksiin.

Paikallisesti rikkisaaste esiintyy pääasiallisesti ilman korkeana rikkidioksidipitoisuutena tai rikkihappona vesipisaroissa. Nämä voivat vaikuttaa m.m. ihmisten terveydentilaan, kasvillisuuteen ja korroosiota lisäävinä tekijöinä. Rikin suoranainen vaikutus terveyteen on vielä selvittämättä mutta sensijaan on jo osoitettu, että pienikin rikkidioksidipitoisuus voi vahingoittaa kasvillisuutta ja 0,05 ppm rikkidioksidia ilmassa voi sille aiheuttaa suurtakin vahinkoa. Suomessa pysyvät pitoisuudet vielä alle vahingollisen rajan kuten kuva 2 osoittaa. Mitä korroosioon tulee on osoitettu että se Tukholmassa on kuusi kertaa nopeampi kuin maaseudulla ja on oletettavissa että sama ilmiö on havaittavissa myöskin Suomessa.



Kuva 2 Paikkakohtaiset rikkidioksidivaihtelut (smo = pphm) vv. 1969–71. Mittauspisteet SO = Sodankylä, VU = Sotkamo, SE = Seili, PU = Punkaharju, YT = Ylistaro, ON = Otaniemi, RA = Helsingin rautatieori [3].

Fig. 2. Local contents of SO<sub>2</sub> in air (pphm) years 1969–71.

Vaikka paikalliset vaikutukset Pohjoismaissa eivät vielä näytä niin pahoilta on jo olemassa selvemmin todistettavia haittoja alueellisista vaikutuksista. Alueelliset vaikutukset syntyvät siitä että rikkidioksidi liukenee rikkihapon muodossa veteen ja sen kautta saastuttaa pintavesiemme ja maaperämme. Ruotsissa arvioidaan että maaperän lisääntyvä happamuus vuosina 1950–63 on pienentänyt metsien kasvuvauhtia noin 0,3 % vuodessa ja on selvästi osoitettavissa että m.m. Mälaren'in ja Vänern'in pH-arvot ovat jyrkästi laskeneet [2]. Alueelliset vaikutukset ulottuvat laajemmalle kuin paikalliset ja arvioidaan esimerkiksi että puolet Ruotsin rikkisaasteesta tulee Ruotsin rajojen ulkopuolelta, lähinnä Keski-Euroopasta.

Ilman voimakkaita vastatoimenpiteitä tulevaisuus ei näytä lupaavalta. Ruotsissa on yritetty arvioida rikkisaastumisen lisäkustannuksia tulevaisuudessa, mikäli vastatoimenpiteisiin ei ryhdytä. On tultu siihen, että korroosiosta aiheutuvat vuotuiset lisäkustannukset olisivat suuruusluokkaa 200 Mmk vuonna 1982, että metsien kasvun hidastuminen olisi suuruusluokkaa 0,6 % vuodessa ja että puolet Ruotsin järvistä olisi saavuttanut niin alhaisen pH-arvon (5,0 tai alle) 50 vuoden sisällä, että koko kalakanta tuhoutuisi. Suomessakin on odotettavissa vastaavaa kehitystä.

Antropogeenisen rikkisaasteen määrää voidaan pienentää esimerkiksi seuraavilla toimenpiteillä:

1. käyttämällä muita energialähteitä kuin fossiilisia polttoaineita
2. pienentämällä nykyisten polttoaineitten rikkipitoisuutta
3. muuttamalla tuotantoprosessit vähemmän saastuttaviin sekä parantamalla tuotantoprosesseja
4. puhdistamalla savu- ja jätekaasut.

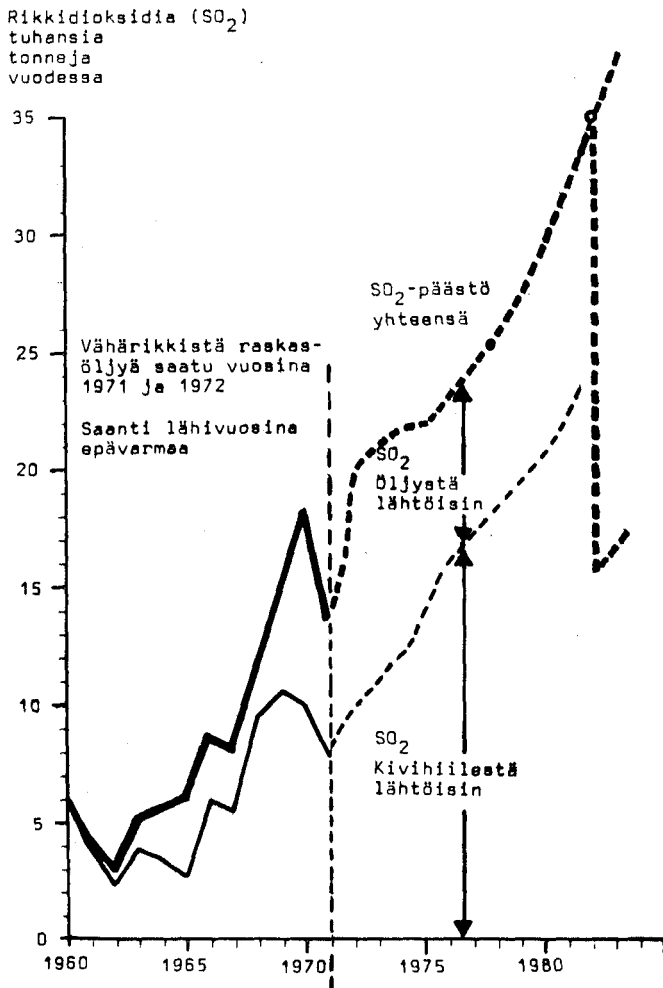
Lakisääteisesti määrätään useassa maassa jo sellaiset immissiorajat, että e.m. toimenpiteisiin on jouduttu turvautumaan. Suomessakin on vastavalmistunut komiteamietintö ilmansuojelulakiesityksestä, joka tulee pakottamaan teollisuuden ryhtymään laajoihin ilmansuojelutoimenpiteisiin mikäli lakiesitys hyväksytään. Ruotsissa on jo olemassa immissionormit ja myöskin emissio-ohjeet, jonka lisäksi polttoöljyn rikkipitoisuuden ylärajaksi on määrätty 2,5 % koko maassa ja Göteborgin ja Tukholman alueilla 1 %. Prosentin verran rikkiä sisältävän öljyn poltosta — savukaasuja puhdistamatta — aiheutuva rikkiemissio vastaa kutakuinkin Yhdysvalloissa ehdotettua määräästä, jonka mukaan korkein sallittu rikkiemissio höyryvoimalaitoksessa saisi olla 1,2 pounds/Million BTU.

Ylivoimaisesti suurin osa antropogeenisista rikkisaasteista tulee fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Olisi siis pyrittävä käyttämään muita energialähteitä kuten esim. vesivoimaa, auringon säteilyenergiaa tai ydinvoimaa. Muilla energianlähteillä on kuitenkin omat haittapuolensa ja fossiiliset polttoaineet tulevat vielä kauan säilyttämään valtaasemansa (kuva 1).

Siirtyminen vähärikkisempään polttoaineeseen pienentää rikkisaastumista (kuva 3). Vähärikkisen raakaöljyn saaminen tulee kuitenkin vaikeutumaan koska maailman koko raakaöljyvaroista vain n. 15 % voidaan lukea vähärikkiseksi. Luonnonkaasulla on erittäin alhainen rikkipitoisuus mutta sen osuus Suomen energiahuollosta tulee ilmeisesti muodostumaan pieneksi. Mikäli tulevaisuudessa halutaan polttaa vain vähärikkistä fossiilista polttoainetta on se puhdistettava rikistä. Kivihiilen suhteen tämä lienee erittäin vaikeata, mutta sen sijaan raakaöljyn puhdistus rikistä on täysin mahdollista ja Neste Oy:n kolmannessa öljynjalostamossa tullaan ilmeisesti myöskin varautumaan tähän.

Voima- ja lämpölaitosten ohella on muita suuria rikkisaastuttajia. Tuotantoprosessia muuttamalla tai parantamalla voidaan näissä usein pienentää saastumista. Esimerkiksi Suomen puunjalostusteollisuuden rikkipäästöt pienenevät huomattavasti siirryttäessä maassamme sulfiittiprosessista sulfaattiprosessiin.

Tietyissä voimalaitoksissa voidaan pienentää rikkiemissiota siirtymällä uusiin energialähteisiin kun taas monessa voimalaitoksessa ja teollisuusprosessissa on vai-



Kuva 3. Helsingin kaupungin sähkön ja lämmöntuotannon rikkidioksidipäästö (Helsingin Kaupungin Sähkölaitos) [1].

Fig. 3. Emission of sulphur by Helsinki Electricity Board electricity and heating plants.

keata rajoittaa emissiota muulla keinoin kuin savukaasuja puhdistamalla. Näin ollen on viime vuosina käytetty varsin huomattavia resursseja savukaasujen rikkidioksidipuhdistusmenetelmien kehittämiseen. Kuluvan vuoden helmikuussa julkaistussa yleiskatsauksessa alan kehityksestä [4] on analysoitu noin 100 eri rikkidioksidinpoistajaa, joista kymmenen on 100 MW:n tai sitä suuremman voimalaitoksessa ja loput pilot-plant- tai projektiasteella. Suurin osa näistä sovellutuksista liittyy voimalaitoksiin mutta joukossa on myös rikkihappotehtaita ja pasutuslaitoksia. Teknologia on vielä alkuasteella joskin lupaavia käyttökokemuksia on jo saatu monessa maassa, m.m. Ruotsissa ja Japanissa BAHCO-menetelmällä.

Rikin poistaminen fossiilisista polttoaineista tai savuja jätekaasuista on teknillisesti toteutettavissa vaikka se tuokin yleensä mukanaan sekundäärisiä ongelmia. Käsiteltävät tonnimäärät ovat valtavia ja mikäli poistetulle rikille ei löydetä käyttöä syntyy taas uusi jäte-ongelma. Pelkästään Suomessa savukaasujen puhdistaminen kalk-

kipesumenetelmällä tuottaisi vuodessa satoja tuhansia tonneja kipsipitoista jätettä jolla sinänsä ei ole käyttöä. Seuraava aste on siis teknologian kehittäminen siten, että tälle rikille löytyisi käyttöä, ehkäpä esimerkiksi rakennuslevyjien valmistuksessa. Joissakin menetelmissä on jo päästy rikin regeneroimiseen asti, joko kipsiksi, rikkihapoksi tai puhtaaksi rikiksi. Myöskin polttoaineesta poistetulle rikille on löydettävä käyttö, ei ainoastaan jäteongelmien vuoksi vaan myöskin taloudellisista syistä.

Rikkipäästöjen rajoittaminen on kallista. Yhdysvalloissa on arvioitu että uusien hiilikäyttöisten voimalaitosten savukaasujen tyydyttävä puhdistaminen jo puhdistuslaitteiden investointikustannuksien osalta maksaisi 80–100 Smk per asennettu kW voimalaitoksen koosta riippuen ja vaikutus sähkön hintaan olisi keskimäärin 0,5 penniä per kWh [5]. Ruotsissa on arvioitu että nykyisen jo haitallisen emissiomäärän pienentäminen 40 %:lla maksaisi noin 80 Mmk vuodessa ja 60 % vähennys noin 240 Mmk vuodessa tänään tunnetuilla menetelmillä [2]. Tämä on huomattava rahasumma, mutta jo nyt tiedetään että sen käyttämättä jättäminen tulee olemaan vielä paljon kalliimpaa.

#### Viitteet:

- [1] Ilmansuojelu ja meluntorjuntakomitean mietintö, Komiteamietintö 1973:6, Helsinki 1973
- [2] Sulphur Pollution Across National Boundaries, *Ambio* 1/1, 1973
- [3] Valtion ilmansuojelun ja meluntorjunnan neuvottelukunta, Toimintakertomus n:o 5, 1971
- [4] A. V. Slack, SO<sub>2</sub> from stack gases, *Environmental Science & Technology*, Volume 7, Number 2, Feb. 1973
- [5] W. D. Ruckelshaus, Standards of performance for new stationary sources, *U. S. Federal Register*, vol 37, No 55, March 21, 1972.

#### Summary

The natural turnover of sulphur in the atmosphere is 140–300 million tons per year. The amount of anthropogenic sulphur adding to this cycle is today 35–45 million tons per year and increasing exponentially. Without countermeasures anthropogenic sulphur in the cycle will surpass natural sulphur in one decade. Already severe side-effects of sulphur pollution can be noticed. Local atmospheric pollution affects human health, destroys vegetation and causes corrosion. Regional pollution of water and soils stuns forest growth and destroys life in lakes and rivers. Fossil fuel power plants and industrial plants are the worst polluters. To reduce sulphur pollution new power sources have to be found and new cleaner industrial processes have to be developed. As a last resort fossil fuels have to be pre-treated to reduce sulphur contents or stack gases have to be desulphurized. The last two remedies involve huge investments and operating costs, but because of the imminent need processes are being rapidly developed for both. Stopping or reducing sulphur pollution on a global scale means investments of billions of dollars within the next few decades but forecasts show that this will be cheaper than paying the costs for sulphur damages.

# Tuuletuksen automatisointi Pyhäsalmen kaivoksella

*Dipl.ins. Onni Mäkelä, tekn.lis. Pentti Niskanen ja dipl.ins. Pentti Seppänen, Outokumpu Oy*

## Johdanto

Kaivosten tuuletuksen tarve on kasvanut olosuhdevaatimusten ja lisääntyneen dieselkonekannan mukana. Tuuletuksen tärkeys on tunnustettu ja ymmärretty tosiasia. Tehokkaan tuuletuksen ratkaisumalleja etsitään.

Pyhäsalmen kaivoksella on yleistuuletuksen kehittyneeseen uhrattu paljon työtä ja kustannuksia. Tuuletuksen kehittämisen motiivina on ollut voimakkaasti kasvanut dieselkalusto. Lisävaikutena on avolouhoksen yhteys maanlaisiin kaivostiloihin, joka pakkaskausina aiheuttaa 10—30 mm vp vastapaineen, pyrkien muuttamaan ilmavirtojen suuntia. Louhittava malmi on rikkikiisumalmia ja normaaliräjähdyksien yhteydessä tapahtuu helposti pölyräjähdysaiheuttaen korkeita SO<sub>2</sub>-pitoisuuksia.

Toisaalta kaivos on vielä suppea-alainen ja siten kehittämiskohteeksi sopiva.

Kaivoksessa ilman ohjaukseen käytettiin aikaisemmin käsin suljettavia ja avattavia puu- tai teräsovia. Tällaisten ovien oikea asento on riippuvainen kulkijoiden huolellisuudesta. Yksikin väärään asentoon jätetty ovi muutti pahasti koko kaivoksen tuuletuksen.

Monien puutteellisuuksien takia todettiin, ettei tyydyttävään tuuletuksen päästä, ellei koko tuuletusjärjestelmää ryhdytä kehittämään. Vuonna 1969 määriteltiin tuuletuksen tavoitteet:

- Turvata riittävä ilman saanti kaikille työpaikoille, samalla välttämällä turhaa tuuletusta.
- Tehdä tuuletusjärjestelmä ulkoisista tekijöistä riippumattomaksi sekä mahdollisimman helppohoitoiseksi.
- Saada ilmanmäärä ja mahdollisesti sen laatu jatkuvaan valvontaan ja ohjaukseen.
- Pystyä ennakoimaan louhinnan aiheuttamat muutokset tuuletuksen.

Asetetut tavoitteet edellyttivät pitkälle vietyä automatisointia täysin uudella alueella. Tästä syystä kaivoksessa selvitettiin ilman kulkutiet, ilman suhteellinen kosteus, lämpötilat, virtausmäärät, nopeudet ja vastapaineet. Näiden tietojen perusteella kehitettiin tuuletuksen suunnitelumalli.

Lisäksi tavoitteet edellyttivät laitekokeiluja, joista tärkein on ollut tuuliovien mekanismin, säätösystemin ja niihin liittyvien ilmanvirtausmittarien kokeilu. Koska tuuletuksen säätösystemi haluttiin kauko-ohjatuksi, oli järjestelmä etukäteen tutkittava.

Positiivisten esitutkimusten perusteella tehtiin toteutusohjelma tuuletuksen automatisoimiseksi. Vuoden 1971 aikana rakennettiin nykytilanteen vaatima määrä tuuliovia, asennettiin ilmanvirtausmittarit sekä toteutettiin tuuletuksen kauko-ohjausjärjestelmä. Kaivoksessa räjä-

tyksien laukaisupaikat keskitettiin. Koko järjestelmä rakennettiin jo tässä vaiheessa siten, että tuuletuksen ohjaus voidaan kytkeä tietokoneella tapahtuvaksi.

Vuoden 1972 alkupuoliskolla saadut tulokset manuaalisesta kauko-ohjauksesta olivat positiiviset ja kesällä 1972 tilattiin tietokone. Projekti saataneen päätökseen keväällä 1973.

Tietojemme mukaan tuuletuksen automatisointi tässä laajuudessa on ainutlaatuinen maailmassa. Projektin tukemiseksi on KTM myöntänyt tutkimusmäärärahan.

## Tuuletuksen suunnittelumallit

Tuuletuksenteeniikassa käytetään yleisesti tuuletusverkon ratkaisemiseksi seuraavia hydrodynamiikasta johdettuja kaavoja:

$$\begin{cases} \Delta p_i = R_i Q_i^2 & (i \text{ kpl vastusyhtälöitä}) \\ n \\ \sum Q_j = 0 & (k \text{ kpl solmupisteyhtälöitä}) \\ j = 1 \\ \sum \Delta p - \sum \Delta p_M - \sum \Delta p_L = 0 & (1 \text{ kpl silmukka-} \\ & \text{yhtälöitä}) \end{cases}$$

Yhtälöryhmässä

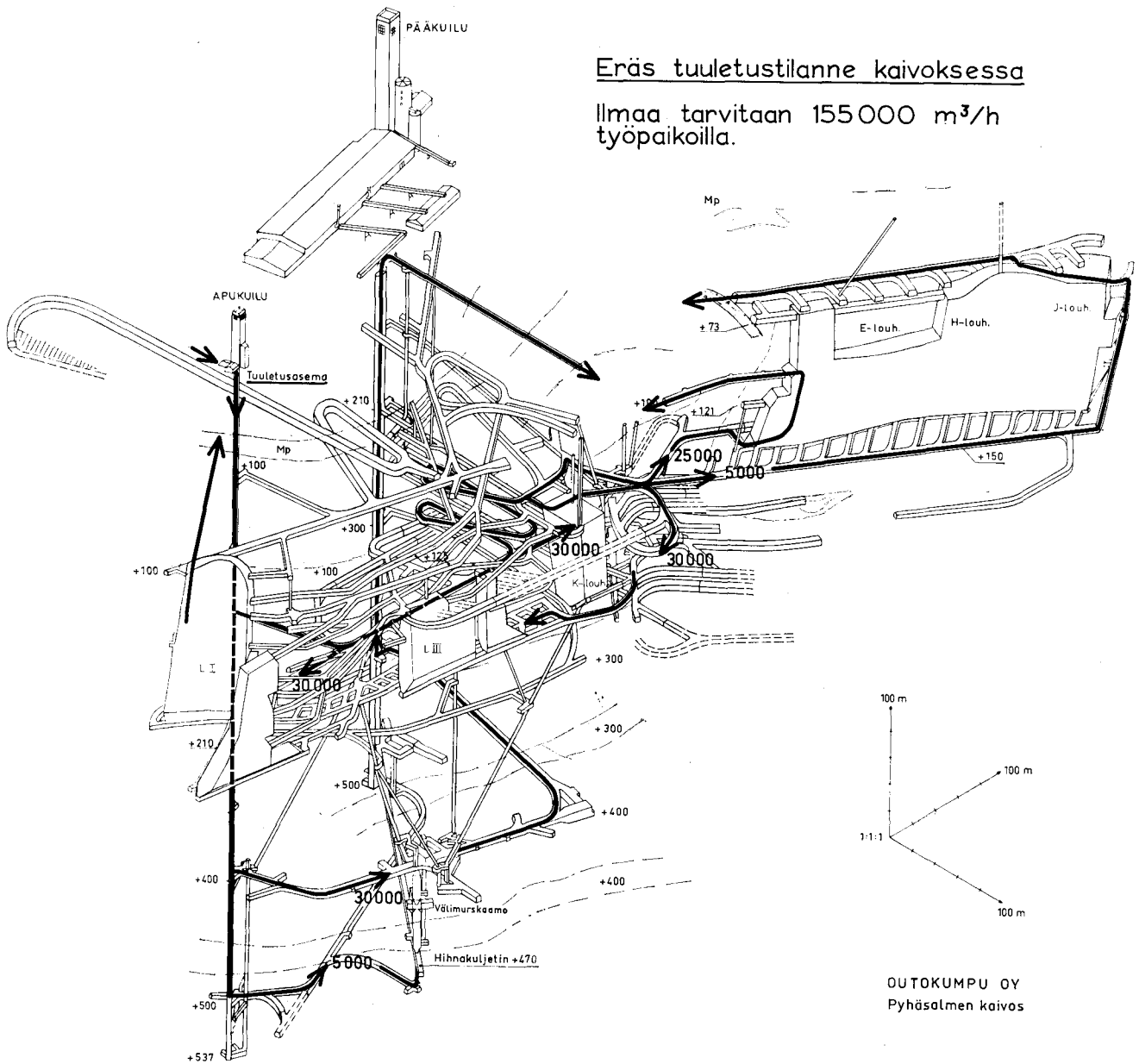
- Q = ilmanmäärä
  - R = tuuletushaaran ilmanvirtausvastus
  - $\Delta p$  = tuuletushaaran dynaaminen painehäviö
  - $\Delta p_M$  = mekaanisten painelähteiden (puhallin) painehäviöt
  - $\Delta p_L$  = luonnollisen tuuletuksen aiheuttama painehäviö
  - i = verkon haarojen lukumäärä
  - k = verkon solmupisteiden lukumäärä
  - l = riippumattomien haarojen lukumäärä [4]
- Vastusyhtälö vastaa sähkötekniikan Ohmin lakia, solmupisteyhtälö Kirchhoff'in I lakia ja silmukkayhtälö Kirchhoff'in II lakia. Jos muuttujien R,  $\Delta p_M$  ja  $\Delta p_L$  arvot tunnetaan, voidaan ilmanmäärät Q ja painehäviöt  $\Delta p$  laskea ratkaisemalla tämä yhtälöryhmä.

Jos kaivos on iso, on yhtälöryhmässä useita satoja yhtälöitä. Tuuletuksen simulointimalli on tietokoneohjelma, jolla yhtälöryhmä ratkaistaan.

Käytännössä on tuuletuksen suunnittelun suurimpana vaikeutena totuttu pitämään sitä, ettei rakennettujen kuitujen tai nousujen, louhosyhteyksien yms. virtausvastuksia tunneta. Tämä ei kuitenkaan enää ole simulointimallin ansiosta vakava este tarkkojen laskelmien suorittamiselle. Kuten jäljempänä osoitetaan, voidaan mallin avulla laskea hyvällä tarkkuudella ilmanmäärät ja painehäviöt missä tahansa kaivoksessa puhaltimien sijaintipaikkojen ja paineiden, ilman lämpötilojen, peräyhteyksien ja tuuletusovien sijaintipaikkojen vaihdellessa.

## Eräs tuuletustilanne kaivoksessa

Ilmaa tarvitaan 155 000 m<sup>3</sup>/h työpaikoilla.



Kuva 1: Pyhäsalmen kaivoksen aksometrinen kuva.

Fig. 1: Axonometric picture of the Pyhäsalmi Mine.

Mallin käyttöönotossa on kaksi tärkeää vaihetta:

1. Perusmittaukset kaivoksessa; ja
  2. Mallin tasapainottaminen.
1. Kaivoksen töiden seistessä mitataan kaikissa mahdollisissa tuuletusyhteyksissä ilmanmäärät sekä kaikkien puhaltimien ja tuuletusovien painehäviöt. Kuvassa 1 on esitetty Pyhäsalmen kaivoksen aksometrinen kuva, jossa näkyy ilman jakaantuminen yhdessä tuuletustilanteessa. Koska tuuletustilanteita on useita, on edullisempaa havainnollistaa kaivos kuvan 2 mukaisella tuuletuskaaviolla. Kaavioon merkitään ilmamäärät tietyillä mittauksen aikana muuttumattomilla puhaltimien painearvoilla, tuuletusoviasennoilla ja lämpöti-

- loilla. Mittauksien antamat sulkuvirheet tasoitetaan siten, että jokaiseen solmupisteeseen tulevat ja siitä lähtevät ilmanmäärät ovat yhtäsuuret.
2. Tuuletusmallin tasapainottamisessa pyritään siihen, että kaivoksessa suoritetun perusmittauksen aikana vallinneita puhaltimien painearvoja, tuuletusovia ja lämpötiloja käyttämällä saadaan laskemalla (ratkaisemalla em. yhtälöryhmä) samat ilmanmäärät kaivoksen kaikkiin haaroihin kuin mittauksissa oli havaittu. Juuri lueteltujen tietojen lisäksi annetaan mallille kaikkien perä-, nousu- tai kuiluyhteyksien pituudet ja poikkipinta-alat, joita käyttämällä ohjelma laskee kokeellista tietä saadusta kaavasta jokaisen näiden tietojen määrittämisen haaran vastuksen ja pitää niitä tunnettuina yh-



4. Muuttamalla solmupisteiden lämpötiloja voidaan "kesä- ja talvitilanteiden" tuuletusta tutkia. Malli laskee luonnollisen tuuletuksen vaikutuksen kaikissa haaroissa.

Mainittakoon vielä, että kaikille puhaltimille voidaan antaa paineilmamääräpisteiden avulla ominaiskäyrä, jota malli noudattaa muutosten vaikutusta laskiessaan.

Tuuletusmalleja on käytetty USA:ssa ja varsinkin Saksassa, jossa hiilikaivoksille on asetuksin määrätty tuuletusta koskevia standardeja. Tuuletuksen teoriaa ja mallin toimintaa on kuvattu artikkeleissa [1 — 3].

Kun kaivoksen tuuliovina tai jossakin säädellään, voi ilman virtausuunta muuttua jossakin haarassa. Kussakin "tuuletusverkon tilassa" on siten suuntaepästabiileja haaroja, joiden tunteminen on turvallisuussyistä välttämätöntä. Pyhäsalmen automatisoidulla systeemillä suoritettujen mittauksen mukaan on virtausjakautumalla tietty "yleistila", joka voi muuttua luonnollisessa tuuletuksessa tapahtuvien muutosten kautta toiseen "yleistilaan". Tällaisilla yleistiloilla voi kullakin olla eri paikoissa suuntaepästabiileja haaroja. Pyhäsalmen tapauksessa on stabilisuutta tutkittu verkon rakenteen analysoivalla tietokoneohjelmalla [5]. Jäljempänä mainitut virtaussuuntamittarit on näiden tulosten perusteella sijoitettu kaivokseen.

### Esitutkimukset

Kun automatisointiajatus vakavassa mielessä ryhdyttiin kehittämään, oli lähdettävä liikkeelle automatisoinnin vaatimien komponenttien esitutkimuksista ja kokeiluista. Oli löydettävä ja/tai kehitettävä mm.

— koneellinen tuuletusovi

— jatkuvatoiminen ilmanvirtausmittaus

— jatkuväsäätöinen puhallin,

sekä kokeiltava niiden säätöpiirejä ja kauko-ohjausta. Tämän lisäksi oli tutkittava kaivoksen tuuletusominaisuuksia tekemällä siitä simulointimalli.

### Koneellinen tuuletusovi

Päämääränä oli löytää markkinoilta mahdollisimman valmis koneellinen ovi, joka olisi myös kaivosolosuhteisiin sopiva, ts. oven olisi kestettävä tuuletuspainetta ja korroosiota. Oven olisi oltava kauko-ohjattavissa useista pisteistä, sen olisi oltava kauko-ohjatusti säädettävissä useihin eri asentoihin ja lisäksi sen olisi oltava riittävän tiivis ja helposti asennettavissa vanhoihin periiin.

Näistä vaatimuksista oli osittain tingittävä. Kokeiltavaksi otettiin v. 1969 lopulla ns. rullasäleovi, jossa sähkömoottori pyörittää alumiinisäleistä kootun oviverhon vaakasuoralle rummulle. Tämä ovityyppi osoittautui koneistoltaan luotettavaksi ja oli kauko-ohjauksesta helpoin. Ovea kokeiltiin noin vuoden ajan menestyksellisesti paikassa, jossa tuuletuspaine oli suurimmillaan. Oven huonoina puolina voidaan pitää sen melko keuhnoa tiiviyyttä ja herkkyyttä mekaanisille kolhuille. Räjätyspaineita se ei kestä juuri lainkaan. Koska ovi oli hinnaltaankin suhteellisen edullinen, se tuli hyväksytyksi käyttöön.

### Ilmanvirtausmittaus

Ensimmäinen tutkittu, jatkuvaa viestiä lähettävä ilmanvirtausmittari oli eräänlainen läppä, joka asettui virtauk-

sesta riippuen eri asentoihin. Tämä tyyppi ei ollut riittävän herkkä eikä luotettava.

Seuraavaksi kokeiltiin tehdasvalmisteista kuumalankaanemometriä, jossa ei ollut lainkaan liikkuvia osia. Sen periaate oli hyvä, mutta se ei kestänyt kaivoksen syövyttäviä olosuhteita. Valmistaja muutti materiaaleja ja niin saatiin melkoisen hyvä jatkuvaa viestiä lähettävä ilmanvirtausmittari. Kokeilu ja kehittäminen kestivät noin yhden vuoden.

Kuumalankaanemometri ei tunne virtauksen suuntaa. Stabilisuustutkimusten perusteella on kuitenkin suunta todettu erittäin tärkeäksi tuuletusprosessin tilan ilmaisijaksi. Tästä syystä kehitettiin Pyhäsalmen kaivoksella erityinen jatkuvatoiminen suunnanilmais.

Kokonaisilmamäärän mittaaminen on oma pulmansa, koska ilman "virtausprofiili" vaihtelee voimakkaasti kokonaisilmamäärää muutettaessa. Kokonaisilmamäärän mittaamiseksi kehitettiin Pyhäsalmen kaivoksella erityinen pitkä pitot-putki, jonka paineaukkojen sijoitus valittiin optimaaliseksi useita eri kokonaisilmamääriä vastaavien virtausprofiilien perusteella. Putki on sijoitettu pääpuhaltimen imukanavaan.

### Säätöpiirikokeilut

Vasta jatkuvatoimisen ilmanvirtausmittarin olemassaolo teki mahdolliseksi esitutkimukset säätöpiireillä, joissa virtausmittari ja tuuletusovi toimivat yhdessä. Nämä kokeet osoittivat sen, että valitut komponentit saatiin toimimaan suljettuna säätöpiirinä. Jo näissä tutkimuksissa huomattiin säädön vaikeus ilman virtausnopeuden ollessa alhainen. Näitä vaikeuksia tutkittiin tarkemmin v:n 1972 alussa, kun kauko-ohjaus oli toteutettu käsiohjausvaiheeseen.

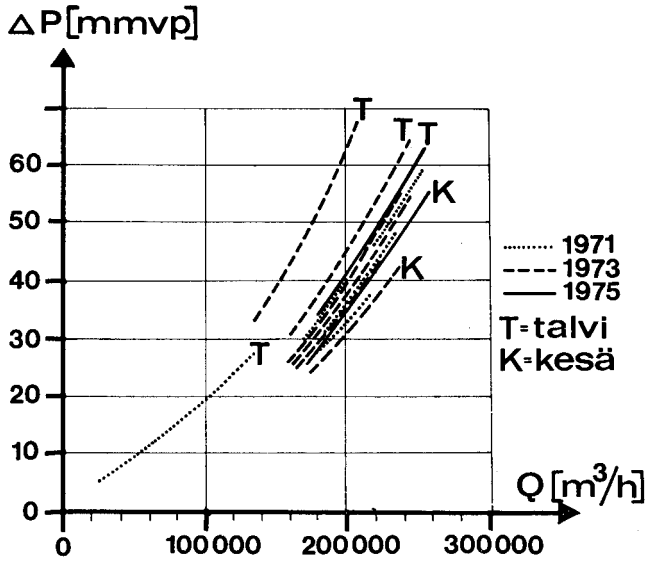
Vuoden 1970 alkupuolella rakennettiin säätöpiiri, jossa kuiluun asennettu lämpötila-anturi ohjasi puhallinta siten, että sen kuilusta imemä ilmanmäärä säilytti kuilun lämpötilan tietyissä arvossa. Tämä järjestelmä edellytti jatkuväsäätöistä puhallinta. Sen siipikulmaa voitiin portaattomasti muuttaa käynnin aikana ja siten säädellä ilmamäärää. Tämän kokeilun eräs ansio oli se, että voitiin testata kaivosolosuhteissa jatkuväsäätöisen puhaltimen kestävyyttä, koska edessä oli samantyyppisten pääpuhaltimien valinta.

### Simuloinnit suunnittelumalleilla

Eräs tärkeä osa automatisoinnin esitutkimuksista on ollut tuuletuksen simulointi tietokoneella. Kaivoksessa suoritettiin perusmittaukset keväällä 1970. Näiden perusteella tasapainotettiin tuuletusmalli kaivokselle vuonna 1971. Lisäksi selvitettiin tarvittavat muutokset (jotka malliin on tehtävä kaivoksen muuttuessa louhinnan mukana) tuuletuksen simuloimiseksi vuoden 1973 ja 1975 tilanteissa.

Näiden kolmen vuoden tilanteet analysoimalla saatiin selvä kuva muutoksista ja tuuletukselle lähivuosina asetettavista vaatimuksista. Näin voitiin esimerkiksi kartoittaa pääpuhaltimen tuleva toimialue. Kuvan 4 käytöstön perusteella valittiin kaivokselle uusi säädettävä pääpuhallin.

Edelleen simulointien perusteella selvitettiin tarvittavien tuuletusovien määrä ja paikat sekä paikat, joissa



Kuva 4: Tuuletusmallilla laskettuja kaivoksen vastuskäyriä eri lämpötilaolosuhteissa vv. 1971, 1973 ja 1975.

Fig. 4: The mine's flow-resistance curves calculated with the ventilation model, indicating demands at different atmospheric conditions in 1971, 1973 and 1975.

ilmamäärä on mitattava tuuletuksen ohjaamiseksi automaattisesti. Stabiilisuus- ja simulointiohjelman avulla voitiin myös tutkia virtaussuuntailmamaisimien tarve ja niiden sijoitus.

## Käsiohjauksen toteutus

### Tuuletusasema

Tuuletusasemalla on kaksi rinnakkaista puhallinta, joiden teknilliset arvot ovat:

— määrä, kpl	1	1
— Aerofoil-puhallin	60 I 1/2 VP	60 I 1/2 VP
— siipikulma, aste	—5° — +27°	19°
— ilmamäärä, m <sup>3</sup> /h	0 — 117 000	83 000
— staattinen paine, mm vp	0 — 50	50
— moottoriteho, kW	33	22

Puhaltimien käynnistys ja toisen siipikulman säätö tapahtuvat kauko-ohjaten paneelista.

Tuuletusaseman laajennuksen yhteydessä lisättiin lämmityslaitoksen kapasiteettia: Kuuden Thermoblock TB-325 kokonaisteho on 1,8 milj. kcal/h.

Lämminilmakehittimien toiminta on automatisoitu mitaamalla ulkoilman lämpötila ja tuuletusilman lämpötila kuulussa tasolla +100. Ellei lämmityskapasiteetti riitä, pienennetään kokonaisilmamäärää automaattisesti. Yö- ja viikonloppuaikojen tuuletusilmamäärät minimoidaan.

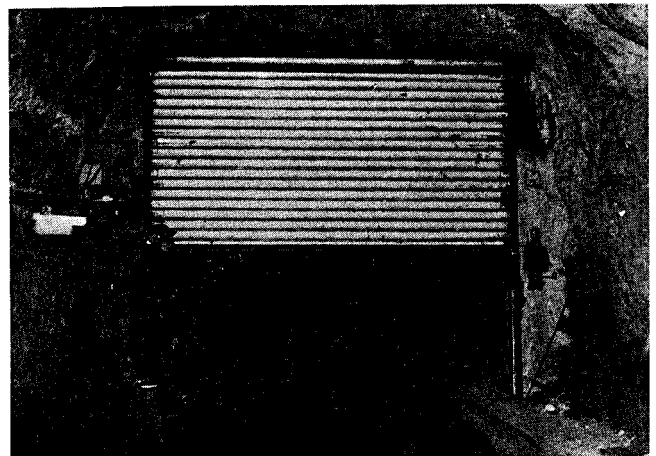
## Tuuletusovet ja ilmanvirtausmittarit

Tällä hetkellä kaivoksessa on 14 koneellista ovea (kuva 5). Näistä 10 on ns. auki-kiinni -ovea, jotka pidetään normaalisti kiinni ja avataan vain, kun niiden kautta kuljetaan tai kun kaivoksessa räjäytetään. Ovet sulkeutuvat itsestään aikareleeseen säädetyn ajan (1/2 — 1 minuuttia) kuluttua.

Säätöovia on neljä ja niiden asento voi olla mikä tahansa. Asento valitaan halutuksi ohjauspaneelin potentio-metrillä. Kun nämä ovet avataan, nekin palautuvat määrätyn ajan kuluttua entiseen asentoonsa.

Kaivoksessa kulkija voi avata oven riippukatkaisijasta, jolloin se sulkeutuu automaattisesti, tai se avataan ja suljetaan oven pielessä olevista painikkeista.

Kaikki tuuletusovet on avattava ennen räjäytystä, koska ne eivät kestä räjäytyksen aiheuttamaa paineaaltoa. Laukaisupaikat on keskitetty. Näissä nappia painaen kaikki tuuletusovet avautuvat räjäytyshetkeksi ja sulkeutuvat hetken kuluttua automaattisesti entiseen asentoonsa.



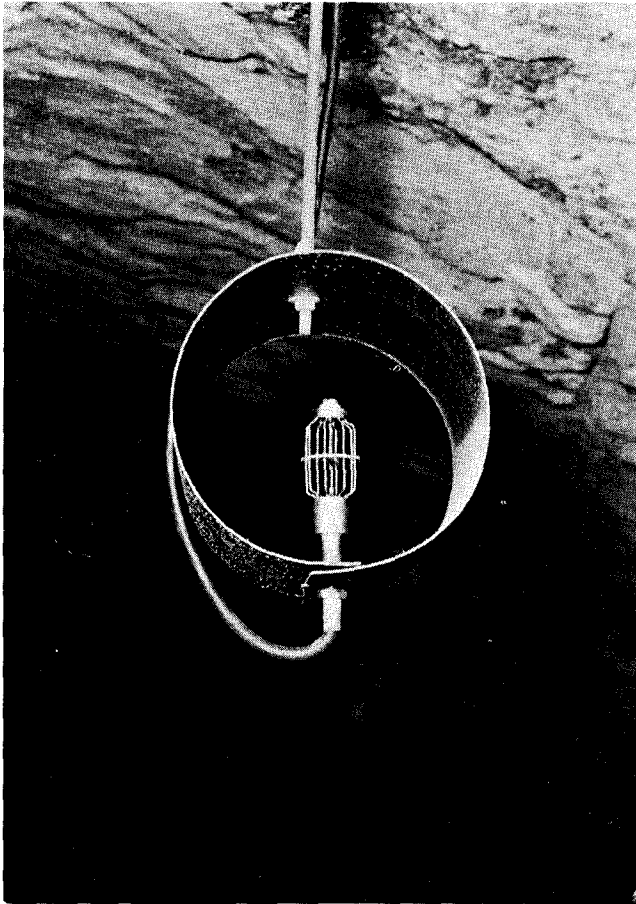
Kuva 5: Automatisoidut tuuliovet ovat metallisia rullasäleovia. Oven avautuminen näkyy merkivalon syttymisenä kaivostuvan ohjauspaneelissa. Säätöovien asento mitataan jatkuvasti. Ovet voidaan avata automaattisesti prosessitietokoneen toimesta tai manuaalisesti paneelilta, kaivoksen viidestä räjäytyskeskuksesta, oven pielestä tai riippukatkaisijalla noin 20 m päästä ovea. Kun tuuletuksen valvonta on prosessikoneella, kytkeytyy ovi, sitä manuaalisesti avattaessa, irti tietokoneen valvonnasta. Tietyn ajan kuluttua ovi palaa jälleen prosessikoneen valvontaan. Ovien dimensiot ovat 2040 × 2040 mm tai 3000 × 3500 mm.

Fig. 5: The automated ventilation doors are motor-driven metal roller doors. The opening of a door is indicated by a light on the control panel, and the positions of the adjustable doors are recorded. The doors can be opened automatically by the computer or, manually, from the panel, from all five blasting centres in the mine, from the door frames or from a suspended switch about 20 m from the door in the drifts. When the automatic control is on, the opening of a door manually switches off the computer control from that door. After a certain period of time, control returns to the computer automatically. The doors measure 2040 × 2040 mm or 3000 × 3500 mm.



Neljän säätöoven tarkoituksena on päästää niiden ohitse vain haluttu ilmamäärä ja siksi se mitataan. Mittarina on Ni-langalla varustettu kuumalanka-anemometri (kuva 6). Tarkistusmittauksia varten kaivoksessa on lisäksi neljä muuta mittaria. Tuuletusasemalla mitataan kokonaisilmamäärä imukanavassa olevalla pitot-putkella.

Tuuletusovien ja ilman määrää sekä suuntaa osoittavien mittareiden ohjaus- ja viestityskaapelit on vedetty kaivostuvan ohjauskeskukseen.

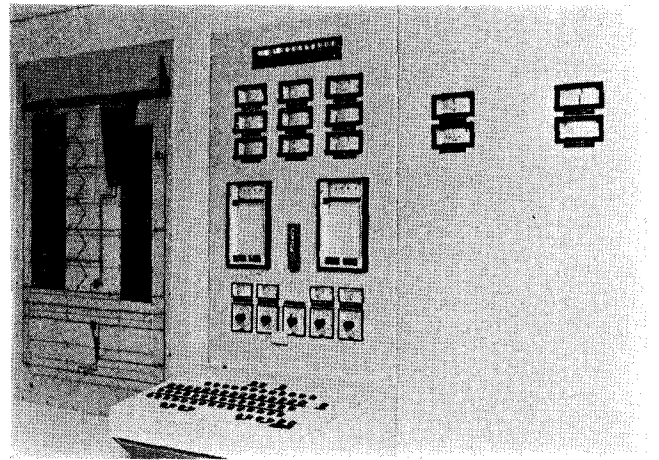


Kuva 6: Ilmamäärämittarien mittapääät ovat kuumalanka-anemometrejä (Ni-lanka). Mittapää on asennettu noin 0,5 m etäisyydelle perän katosta. Kuumalankakehikon koko on noin 30×35 mm. Kehikkoa ympäröivän putken halkaisija on 180 mm ja pituus 250 mm. Ilman virtausnopeuden muutokset näkyvät muutoksina jännitesignaaliassa, joka vahvistetaan ja siirretään 4–20 mA:n virtaviestinä kaivostuvan instrumenttihuoneeseen.

Fig. 6: The sensing elements for the air flow are hot-wire (Ni) anemometers. They are mounted about 0,5 m from the roofs of the drifts. The size of the hot-wire system is 30 mm × 35 mm. The diameter and length of the frame around the sensing head in the figure are 180 mm and 250 mm respectively. The voltage signal indicating changes in airflow is amplified and converted to a 4–20 mA current signal to be transferred to the control room on the surface.

### Ohjauspaneeli

Tuuletuksen ohjaus on keskitetty maan päällä kaivostuvalle (kuva 7).



Kuva 7: Käsiohjauspaneeli sijaitsee maan päällä kaivostuvalle. Kaikki maanalaiset valvonta- ja mittauselimet on kytketty paneelin mittareihin. Paneelin napeista ja potentiometreistä voidaan säätää kaikkia puhaltimia ja tuuletusovia. Tällä hetkellä mitataan lisäksi jatkuvasti kahdella kuusipistepiirturilla ilmavirrat ja ovi-asetnot. Ovi-asetnot ja ilman virtaussuunnat tietyissä perissä näkyvät myös merkivaloina prosessikaaviossa. Kuvassa näkyy lisäksi 13 ilmamäärä- ja lämpötilamittaria.

Fig. 7: All the control and sensing devices are connected by cables to the control panel. The control of doors and fans can be carried out with buttons and potentiometers. At present, two six-point recorders are mounted in the panel to continuously measure the air flows, the positions of the adjustable doors and the air flows of the fans. The door positions and flow directions in certain drifts are signalled in the process diagram on the panel. In addition, there are 13 dials for the instruments which measure air flows and temperatures.

Tuuletusilman kulkureitistä on laadittu prosessikaavio. Kaaviosta nähdään tuuletusaseman puhaltimien ja lämminilmakehittimien sekä +100-tasolla olevien apupuhaltimien käynnissä olot. Näillä apupuhaltimilla imeetään pääkuilusta ilmaa avolouhokselle, ettei kostea ja likainen ilma pääse nousemaan torniin, koska siitä on haittaa nostokoneille. Jokaisesta tuuletusovesta on merkikilamppu. Jos jokin ovi on auki, palaa sitä osoittava vihreä valo. Samoin kaaviossa on ilmanvirtauksen suuntaa osoittavat lamput.

Jokaisella ilmanvirtausmittarilla on oma osoitintaulunsa paneelissa. Tiedot rekisteröidään pistepiirturilla. Säätöovien analogiasäätimet ovat paneelissa ja niiden asetusarvot ovat luettavissa osoitintaulusta.

Lisäksi paneelista nähdään ulkoilman lämpötila, tuuletusilman lämpötila sekä puhaltimien ottama teho.

Ohjauspulpetissa on varattu painikkeet 12 erilaiselle tuuletilanteelle. Pulpetissa on painikkeet jokaista tuuletusovea varten, toinen avaamista, toinen sulkemista varten. Ne voidaan kytkeä pois käsiohjauksesta tietokoneohjaukseen, jolloin ovien asennot määräytyvät halutun tuuletusmallin mukaisesti. Pulpetista voidaan suorittaa myös puhaltimien käynnistykset ja pysäytykset.

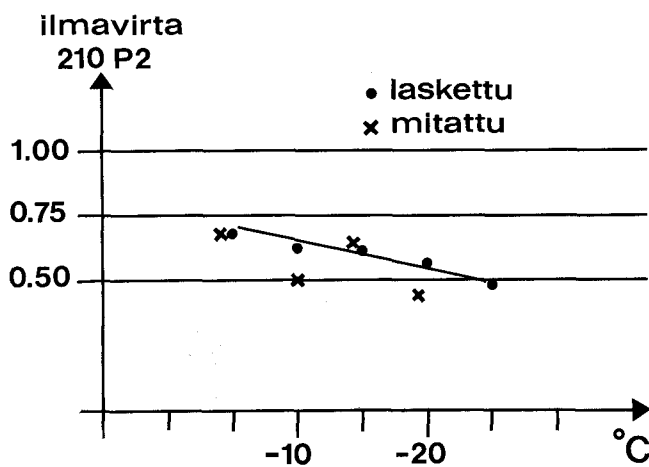
Käsiohjauksen hoitavat lähinnä työnjohto, mutta tarvittaessa myös turvallisuushenkilöstö. Kaikille näille on annettu tarpeellinen koulutus.



## Tietokoneohjauksen suunnittelu

Vaikka tuuletuksen tietokonemallien toiminnasta ja teoreettisista perusteista onkin kirjoitettu paljon, ei tietäksemme missään ole esitetty niiden antamien tuloksien ja käytännössä suoritettujen mittausten vertailuja. Siksi tehtiin Pyhäsalmen käsiohjaus- ja kaukosäätöjärjestelmän valmistuttua joukko tutkimuksia: Tuuletuksista simuloitiin mallilla oviaisentoja ja ulkoilman lämpötilaa (luonnollisen tuuletuksen vaikutusta) muuttelemalla kaikkiaan 65 erilaisessa tilanteessa. Vastaavat tilanteet mitattiin tämän jälkeen ja tuloksia verrattiin. Kuvissa 8 ja 9 on esimerkkituloksia näistä mittauksista. Pystyakselilla on ilmanmäärään verrannollinen lukema, joista arvo 1 vastaa ilmanvirtaa ennen tehtyä oviaisentomuutosta.

Suoritettujen mittausten perusteella todettiin tuuletusmallin kuvaavan hyvällä tarkkuudella Pyhäsalmen tuuletusprosessia.

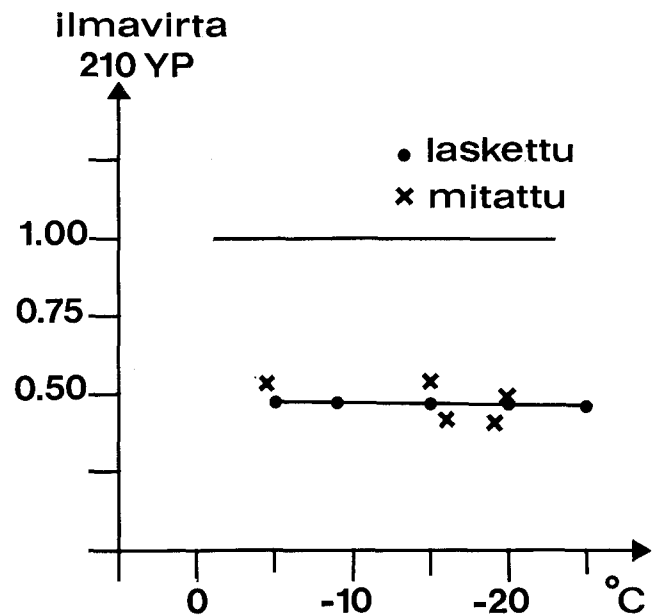


Kuva 8: Mitattujen ja laskettujen tulosten vertailu: Normaalin tuuletustilanteen vallitessa, 400-tason tuuliovi on avattu 40 %. Tällöin on 210-tason ilmamäärä = 1. Jos tason 400 ovi avataan 100 %, tapahtuvat kuvan mukaiset muutokset.

Fig. 8: Comparison of measured and calculated air flows: During normal ventilation, the door at the 400-level is opened 40 %. The flow at the 210-level is then = 1. When the 400-level door is opened 100 %, the flow at the 210-level will change as this figure shows.

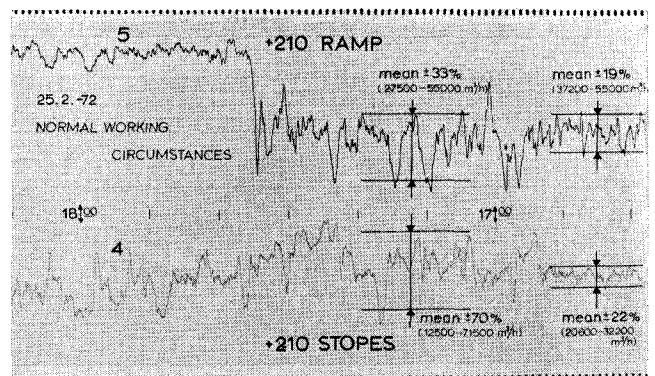
Tuuletusmalli antaa kuvan tuuletusprosessista tietyssä stabiilitilanteessa. Valvottaessa tuuletuksista automaattisesti on häiriöiden laadun ja suuruusluokan tunteminen ensiarvoisen tärkeää. Häiriöt muodostuvat monista eri tekijöistä, joista muutamia on mitattu käsiasäätöjärjestelmän avulla:

1. Kuva 10 esittää kahden ilmanmäärän vaihteluja +210-tasolla normaaleissa työolosuhteissa. Ennen klo 17 ilmanmäärät heiluiivat satunnaisesti noin  $\pm 20$  prosentin amplituudilla. Noin klo 16.53 on joku liikkunut tasolla availlen ovia ja lopulta unohtanut vinoperän oven auki klo 17.35. Automaattisen järjestelmän kannalta ovat kaivoksen liikenteen aiheuttamat ovien liikuttelut häiriöitä, joista huolimatta on pyrittävä täyttämään tuuletustavoitteet, mm. edellisessä tapauksessa säätämään vinoperän ovi takaisin asetusarvon edellyttämään asentoon.



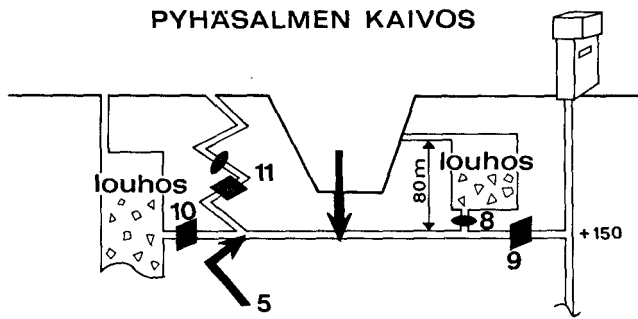
Kuva 9: Mitattujen ja laskettujen tulosten vertailu: Normaalin tuuletustilanteen vallitessa on 210-tason louhoksien tuuliovi avattu 30 %. Tällöin on 210-tasolta lähtevän vinoperän (kuvan esittämä 210 YP) ilmamäärä = 1. Jos louhoksen ovi avataan 100 %, muuttuu vinoperän ilmamäärä kuvan mukaisesti.

Fig. 9: Comparison of measured and calculated air flow: During normal ventilation, the door of the 210-level stopes is opened 30 %, and the flow from that level to the ramp (210 YP in the figure) = 1. If the door is opened 100 %, the flow to the ramp will change according to the figure.



Kuva 10: Jatkuvasti kaivoksen työaikana mitattuja ilmanmäärän vaihteluja 210-tasolta. Ylempi käyrä näyttää 210-tasolta vinoperään ja alempi 210-tason louhoksiin virtaavan ilman. Jos tuuliovia ei liikutella, heiluvat ilmanmäärät satunnaisesti  $\pm 20$  % keskiarvonsa ympärillä. Jos ovia liikutellaan, ovat "häiriöt" luonnollisesti huomattavat, tässä tapauksessa  $\pm 33$  % ja  $\pm 70$  % keskimääräisestä arvosta.

Fig. 10: Continuously, during normal work conditions, measured flows at the 210-level. If the positions of the doors are not changed, the noise amplitude is about  $\pm 20$  % of the mean flow. If the doors are closed and opened, the flow will change strongly: in this example  $\pm 33$  % and  $\pm 70$  %, respectively.

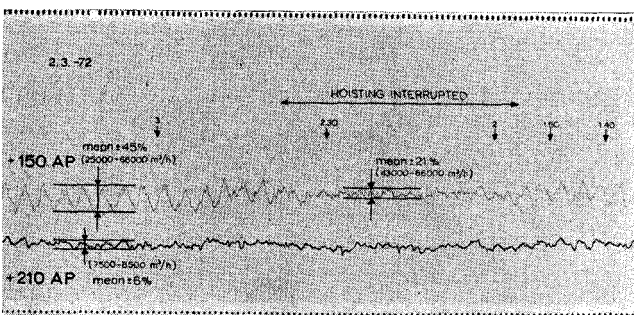


Kuva 11: Periaatekuva 150-tason tuetuksesta. Pisteissä 9, 10 ja 11 ovat kaukosäätöiset ovet ja pisteissä 8 ja 11 ilmanvirtausmittarit. Ilmaa tulee tasolle vinoperästä (piste 5) ja avolouhoksesta.

Fig. 11: A schematic diagram of the ventilation at the 150-level. There are automated doors in points 9, 10 and 11 and air flow sensors in 8 and 11. The air flows to the level from the ramp (5) and from the open pit.

2. Kuvassa 11 on +150-tason tuetuksen periaatekuva. Tasolle tulee ilmaa vinotunnelista 5 ja pakkasella avolouhoksesta. Pisteissä 9, 10 ja 11 ovat kaukosäätöiset ovet ja pisteissä 8 ja 11 virtausmittarien anturit. Pääosa kaivoksen tuetusilmasta virtaa syvemmilta tasoilta kuilussa +150-tason ohi.

Kun malmin nosto on käynnissä ja työt kaivoksessa seisovat, voidaan kappan "pumppaama" häiriö havaita mittarissa 8 (+150 AP kuvassa 12). Kun kappi laskeutuu tornista kohti +150-tasoa, pakottaa se osan (2000 — 5000 m<sup>3</sup>/h) kuilussa nousevasta ilmasta vastoin luonnollista virtaussuuntaansa oven 9 läpi. Tällöin vastapaine pisteessä 8 laskee ja edelleen avolouhoksesta työntyvä virtaus kasvaa.

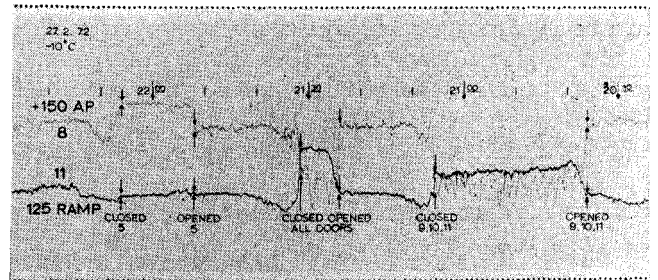


Kuva 12: Noston aiheuttamia häiriöitä 150-tasolla. Ylempi käyrä on mitattu kuvan 11 pisteessä 8. Kun kappi laskeutuu tornista kohti 150-tasoa, pakottaa se osan kuilua pitkin kaivoksen syvemmistä osista nousevasta ilmamäärästä oven 9 läpi, jolloin paine pisteessä 8 putoaa ja avolouhoksesta työntyy lisää ilmaa. Tästä syystä heiluu pisteen 8 ilmavirta tietyissä olosuhteissa noston tahdissa.

Fig. 12: Disturbances caused by hoisting. The upper curve is measured in point 8 (Fig. 11). When the skip moves down toward the 150-level, it forces air through door 9, and as a result the pressure in point 8 will decrease and the flow from the open pit increase. Thus, under certain conditions, the flow in point 8 fluctuates in phase with the skip.

Kuvan 12 säännöllisten käyrähuippujen väli on sama kuin nostojakso. Ilmiö on nk. fluidistori eli hydraulinen vahvistin, sillä avolouhoksesta tuleva ilmavirta on 10 kertaa suurempi kuin ohjausvirta oven 9 läpi.

3. Luonnollisen tuetuksen käyttäytymistä on vielä havainnollistettu kuvalla 13, jossa näkyvät ilmavirtauksen muutokset pisteissä 8 ja 11, kun ovia 5, 9, 10 ja 11 on avattu ja suljettu.



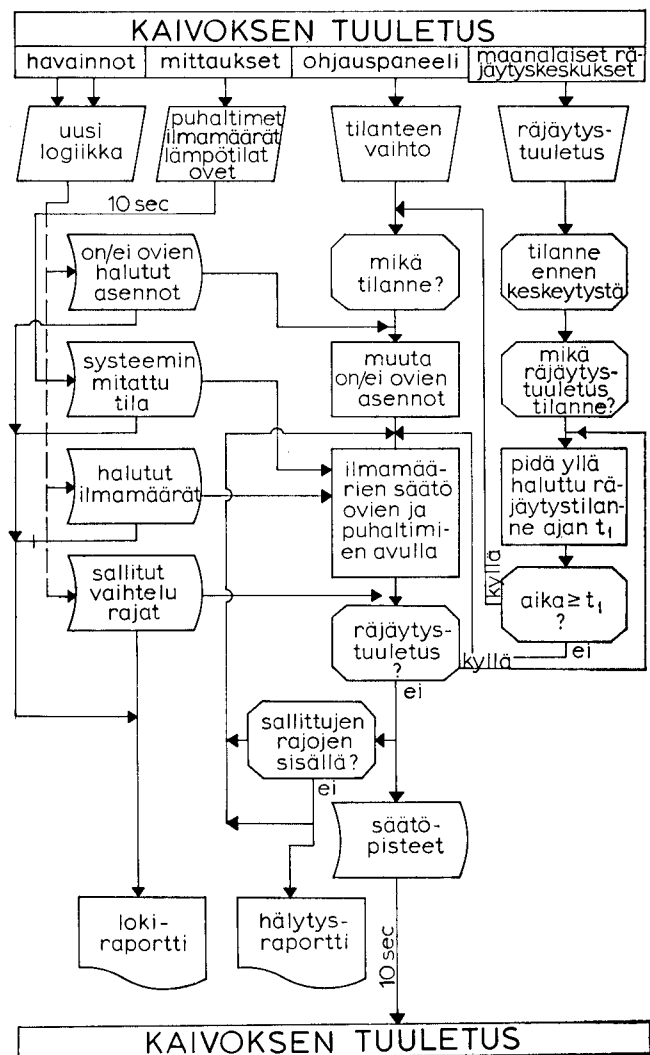
Kuva 13: Esimerkki luonnollisen tuetuksen vaikutuksesta. Kun kuvassa 11 olevia ovia 5, 9, 10 ja 11 avataan ja suljetaan, tapahtuu pisteiden 8 ja 11 ilmavirrassa yllä esitettyjä muutoksia.

Fig. 13: An example of the effect of natural ventilation. When doors No. 5, 9, 10 and 11 (Fig. 11) are opened or closed, the flow in points 8 and 11 will change as shown above.

Käyrien mukaan todetaan (esim. kun ovet 9, 10 ja 11 suljetaan) luonnollisen tuetuksen tilassa tehtyjen muutoksien tasottumisen kestävä useita minuutteja. Tämä viive johtunee avolouhoksen ilman erilaisista lämpenemisnopeuksista eri virtausnopeuksilla kuvan 11 esittämässä louhoksissa. Yleensä viive riippunee ulkoilman ja kaivoksen lämpötilaerosta. Kuvan 13 olosuhteissa se on 5—6 min luokkaa.

Kaivoksen yleistuuletustarve on määritelty haluttuina ilmanmäärinä eri paikoissa kaivosta. Yksinkertaisuuden ja käytännöllisyyden vuoksi jaettiin yleistuuletustarve osiin, ns. tuetustilanteiksi. Kutakin tuetustilannetta vastaa valintanappula ohjauspaneelissa sekä joukko ilmamäärä- sekä oviaisentaatimuksia tietyissä osissa kaivosta. Nämä vaatimukset ovat säätöjärjestelmälle asetusarvoja, joihin tietokone vertaa vastaavia mitattuja keskimääräisiä ilmamääriä pyrkien saamaan ne yhtä suureksi säätämällä kullekin tilanteelle ilmoitettuja ovia ja puhaltimia.

Prosessitietokoneen toimintalogiikka näkyy kuvassa 14, prosessikone kuvassa 15. Kuvan 14 vasemmassa pystyivissä ovat asetusarvo- ja prosessin tilaa kuvaavat taulukot, keskellä säätö- ja tilanteenvaihtoketju ja oikeanpuoleisessa reunassa räjäytystuuletuslogiikka. Painettaessa ohjauspaneelin tuetustilannenappia tai suoritettaessa räjäytyksiä keskeyttää tietokone vallitsevan tilanteen ylläpidon, hakee uutta tilannetta vastaavat on/ei-ovien asennot sekä ilmamäärät taulukoista ja säätää prosessin uusia vaatimuksia vastaavaksi. Jos kysymyksessä on räjäytyskeskuksesta tuleva keskeytys, suoritetaan ketju tuetustilanteita savujen ja kaasujen poistamiseksi kaivoksesta ja tämän jälkeen palataan automaattisesti ennen keskeytystä vallinneeseen tilanteeseen.



Kuva 14: Tuuletustietokoneen toimintalogiikka.

Fig. 14: The logic of the system.

Erikoistilanteena voidaan mainita "viikonloppu- ja yötilanne", joka talvella pitää kokonaisilmamäärän ja siksi myös lämmitysöljyn tarpeen minimissä. Tällöin valvotaan virtaussuunta- ja ilmanmäärämittareilla tuuletuksen tilaa kaivoksessa. Ulkoilman lämpötilan muutuksessa muutetaan vastaavasti kokonaisilmamäärää sekä tarpeellisia oviaasentoja estäen kaivoksen jäätyksen.

Kaivoksen kasvaessa muuttuvat tuuletustarpeet. Suunnitelmien mukaan tullaan tarvitsemaan 5–15 erilaista tuuletustilannetta, joiden vaatimat asetusarvot määrittelee ja antaa tuuletusinsinööri prosessitietokoneelle.

Kaivoksen tuuletustarve riippuu ilman kaasupitoisuudesta. Siksi onkin etsitty jatkuvatoimisia kaasuanalysaattoreita, tarkoituksena ohjata tuuletusta näiden antamien mittausten perusteella. Tällaisia, kaivosolosuhteisiin soveltuvia laitteita ei ole toistaiseksi löytenyt.

Haluttu tuuletustilanne valitaan ohjauspaneelista nap-pia painaen. Tietokone tarkistaa tämän jälkeen minuutin välein tätä tuuletustilannetta vastaavien ovien asennot ja mittauslaitteiden arvot. Jos jokin arvo tai asento poikkeaa, tietokone pyrkii sitä korjaamaan. Ellei virhettä ole saatu poistettua, tulee siitä hälytys kirjoittimelle. Yö- ja viikonlopputilanteet on sidottu kelloaikaan, mutta jos näinä aikoina halutaan jokin tuuletustilanne, voidaan kello ohittaa.

Suunniteltu ja asennettu järjestelmä on maksanut n. 7 % kaivososaston vuosikustannuksista.

Kustannusten prosentuaalinen jakautuma on seuraava:

Insinööriä, suunnittelu	18,0 %
„ simulointi tietokoneella	3,0 „
„ ohjelmointi	8,5 „
Tuuletusovet	12,5 „
Ilmanvirtausmittarit	10,0 „
Ohjauspaneeli	2,5 „
Säätäjät	4,5 „
Kaapeli ja asennustyöt	8,5 „
Räjäytyskeskukset	1,0 „
Prosessitietokone	29,0 „
Muut	2,5 „
	<u>100,0 %</u>

#### KIRJALLISUUSVIITTAUKSET:

- Greuer, R. Die Wettertechnischen Grundlagen zur Berechnung und Planung von Wetternetzen. Bergbauwiss., vol. 11, 1964, pp. 73–80.
- Henningsen, U. Ein Verfahren zum Aufsuchen und Bewerten von Richtungsinstabilitäten in Wetternetzen mit Hilfe von Computern. 1971 (Julkaisematon esitelmä).
- Synge, J. L. The fundamental theorem of electrical networks. Quarterly of applied mathematics, vol. 9, 1951, pp. 113–127.
- Wang, Y. J., and Saperstein, L. W. Computer-aided solution of complex ventilation networks. Trans. SME/AIME, vol. 247, 1970, pp. 238–250.
- Wehr, R., and Henningsen, U. Stand der digitalen Rechen-technik auf dem Gebiet der Grubenbewetterung im deutschen Steinkohlenbergbau. Glückauf vol. 106, 1970, pp. 641–648.

Kuva 15: Tuulettusta valvova prosessitietokone. Kone on varustettu 12 K-pikamuistilla ja kahdella kirjoittimella, joista toinen on hälytys- ja kommunikointikirjoitin.

Fig. 15: The process computer of the ventilation system. The computer has a 12 K main storage and two typewriters, one for the system reports and the other for communication between the user and the system.

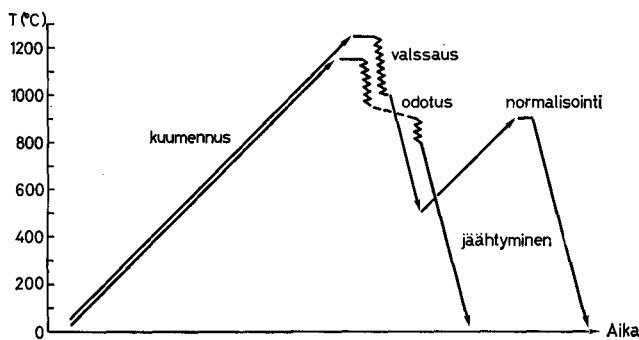


# Teräslevyjen kontrolloidusta valssauksesta

Tekn.lis. Taisto Hannukainen, Rautaruukki Oy

## Johdanto

Kontrolloidulla valssauksella tarkoitetaan tiettyjen valssausparametrien suunnitelmallista hallitsemista. Matalahiilisten rakenneterästen levyvalssauksessa pyritään tällöin ensisijaisesti suurien investointeja vaativan lämpökäsittelyn, normalisoinnin korvaamiseen. Kuvassa 1 on kaaviollisesti esitetty, kuinka normaali valssauskäytäntö ja kontrolloitu valssaus poikkeavat toisistaan.



Kuva 1: Kaaviollinen esitys normaalista valssauskäytännöstä ja kontrolloidusta valssauksesta.

Fig. 1: Normal rolling and controlled rolling practice represented schematically.

Kontrolloitua valssausta edelleenkehittämällä on mahdollisuus saavuttaa myös normalisoituakin terästä paremmat lujuussitkeys-kombinaatiot. Tämä pitää paikkansa varsinkin mikroseosterästen kohdalla, joilla normalisointi pienentää valssaustilassa saavutettuja lujuusarvoja 5–8 kp/mm<sup>2</sup>.

Alunperin kontrolloidulla valssauksella ymmärrettiin vain valssauksen loppulämpötilan säätöä, mutta myöhemmin mikroseosterästen tullessa markkinoille ko. käsitteeseen on kytketty mukaan myös hehkutuslämpötila, pistojen suuruudet, mahdollinen odotusaika- ja paikka sekä odotuksen jälkeinen muokkausaste tai kokonaisreduktio.

Varsinaisten valssaustekijöiden lisäksi mukaan olennaisesti kuuluu myös tuotteen analyysi.

Analyysin perusteella matalahiiliset rakenneteräkset voidaan jakaa karkeasti mikroseostamattomiin ja mikroseostettuihin teräksiin, kun on kyseessä kontrolloidun valssauksen soveltaminen. Näiden kahden ryhmän huomattavin ero on siinä, että mikroseosteräksillä kuuma-valssauskäsittelyn aikana tapahtuu mikroseosaineiden erkautumista, jolla on vaikutusta mm. rakeenkasvuun, rekristallisaatioon ja faasimuutoksiin.

Jos lähemmin tarkastellaan em. valssausparametrien vaikutusta, niin hehkutuslämpötilan tiedetään vaikuttavan austeniitin raekokoon siten, että lämpötilan kohotessa raekoko kasvaa. Mikroseosaineet kuitenkin hidastavat raekoon kasvua liukenemiseensa saakka, joten mikroseosteräksillä lähtöraekoko on yleensä pienempi kuin mikroseostamattomilla. Koska lopullisen tuotteen ferriitin raekoko on riippuvainen austeniitin raekoosta, niin raekoon kannalta hehkutuslämpötila kannattaa pitää mahdollisimman alhaisena. Metallurgiselta kannalta katsottuna ei raekoko kuitenkaan yksinään toimi kriteeriona, vaan täytyy ottaa huomioon myös se, mitä vaikutuksia on mikroseosaineiden liukenemisellä tuotteen lopulliseen lujuuteen ja sitkeyteen.

Lämpötilan alentamista kuitenkin rajoittaa lähinnä valurakenteen homogenisoitumisen vaikeutuminen ja teräksen muodonmuutoslujuuden kasvu, mikä puolestaan kohottaa valssaimen erotusvoimia. Suurimmat sallittavat erotusvoimat taas ovat valssainkohtaisia. Erotusvoimia voidaan tietenkin pienentää pienentämällä pistojen reduktioita, mutta tällöin pienenee myös valssaimen kapasiteetti. Näiden tekijöiden lisäksi mukaan tulee vielä aihoiden kokonaiskuumennusaika.

Pistojen suuruudet eivät näyttele kovinkaan tärkeää osaa, koska ensiksikin kapasiteettisyistä reduktiot pyritään pitämään niin suurina kuin puhtaasti valssausteknillisesti on mahdollista ja toiseksi reduktioiden kasvussa tiedetään raekoon pienenevän.

Levyn jäähdyttämisellä kesken valssauksen eli odotuksella pyritään johonkin tiettyyn lämpötilaan, josta valssaus voidaan aloittaa tai jatkaa sitä. Odotusaika tietysti muodostuu sitä pitemmäksi mitä aikaisemmassa vaiheessa odotus tapahtuu. Odotuslämpötila ja -aika taasen vaikuttavat raekokoon kuten hehkutusvaihekin. Lisäksi odotuksella on merkitystä mikroseosaineiden erkautumiseen ja rekristallisoitumiseen.

Tuotannolliselta kannalta katsottuna odotus tietenkin pienentää kapasiteettia. Odotusaikaa kuitenkin voidaan useimmissa tapauksissa lyhentää suurentamalla valssira-koa ja kuljettamalla levy hilseenpoistopesureiden kautta. Samalla poistuu myös odotuksen aikana muodostunut hilse, mikä osaltaan myös nopeuttaa jäähdytystä.

Odotuksen jälkeinen muokkausaste tai kokonaisreduktio riippuu odotuksen aikaisesta levypaksuudesta ja lop-

pupaksuudesta. Muokkausasteen suuruuden on havaittu vaikuttavan tuotteen lujuus- ja sitkeysominaisuuksiin. Merkitystä lienee myös sillä, kuinka suurina ovat pistot tässä vaiheessa. Toleranssi- ja levyn muotokysymykset useinkin asettavat rajoituksensa maksimipistojen käytölle.

Kontrolloidun valssauksen eräs tärkeimmistä parametreista on loppulämpötila. Loppulämpötilan alentaminen tähtää ensi sijassa austeniitin raekoon ja siitä periytyvän ferriitin raekoon pienentämiseen. Ferriitin raekoon pieneminen aiheuttaa samanaikaisesti sekä lujuuden että sitkeyden paranemisen.

Loppulämpötilan valinnassa ensimmäisenä tavoitteena on se, ettei austeniitin raekoko pääse kasvamaan ennen faasimuutosta. Näin on asian laita, jos loppulämpötila on niin alhainen, että  $\gamma/\alpha$ -faasimuutos tapahtuu välittömästi muokkauksen päätyttyä. Kokonaan toinen asia on se, mitä ferriitin muodostuminen muokkauksen aikana vaikuttaa lopullisiin ominaisuuksiin.

Valssausteknillisesti loppulämpötilan merkitys kytkeytyy valssaimen erotusvoimiin. Lämpötilan alenessa muodonmuutosvastus ja samalla myös erotusvoima kasvavat. Tästä on puolestaan seurauksena valssaimen jouston suureneminen, mikä aiheuttaa lisävaikeuksia toleranssikysymysten hallinnassa.

### Valssauskokeet

Rautaruukki Oy:n tutkimuslaitoksella on suoritettu laaja laboratoriomittakaavainen mikroseosterästen kontrolloitua valssausta käsittelevä tutkimus. Siinä pyrittiin selvittämään eri mikroseosterästen käyttäytymistä sekä eri kontrollointitapojen vaikutusta ko. terästen ominaisuuksiin. Valssauksen aikana tapahtuvaa elpymistä tutkittiin eri valssausvaiheiden jälkeen suoritetuilla vesisammutuskokeilla. Taulukossa 1 on esitetty vesisammutuskokeissa käytettyjen terästen analyysit.

Elpymisen vaikutusta lopputuotteen mekaanisiin ominaisuuksiin selvitettiin varsinaisten valssauskokeiden avulla. Optisten ja läpivalaisututkimusten avulla pyrittiin selvittämään lopputuotteiden mikrorakenteiden eroavaisuuksia eri kontrollointiohjelmista riippuvina sekä mikrorakenteiden ja mekaanisten ominaisuuksien välistä yhteyttä.

Vesisammutuskokeiden perusteella havaittiin seuraavaa:

- Austeniitin raekoko pieneni valssauksen edistytessä.
- Kun valssaus suoritettiin ilman odotusta, niin hehkutuslämpötilasta riippumatta austeniitti oli valssauksen jälkeen rekrystallisoitunutta.
- Kun odotus tapahtui 1 tai 2 pistoa ennen valssauksen päättymistä, austeniitti oli valssauksen jälkeen rekrystallisoitunutta. Sen sijaan kaikissa niissä tapauksissa, joissa odotus suoritettiin valssauksen aikaisemmassa vaiheessa, rekrystallisaatio oli estynyt.

Vesisammutuskokeilla selvitetyn elpymiskäyttäytymisen perusteella valittiin varsinaisten valssauskokeiden käsittelytavat. Niissä pyrittiin selvittämään, millaisia lujuus- ja sitkeysominaisuuksia kyseisille teräksille voidaan saada. Saatuja tuloksia pyrittiin analysoimaan optisella tarkastelulla ja läpivalaisututkimuksella. Varsinaisissa valssauskokeissa käytettyjen terästen analyysit ilmenevät taulukosta 2.

Hehkutuslämpötilan, ja samalla valssauksen aloituslämpötilan vaikutus iskusitkeyteen selviää kuvasta 2. Transitioilämpötilan kriteerinä on ollut energia-absorption arvo 2,8 kpm.

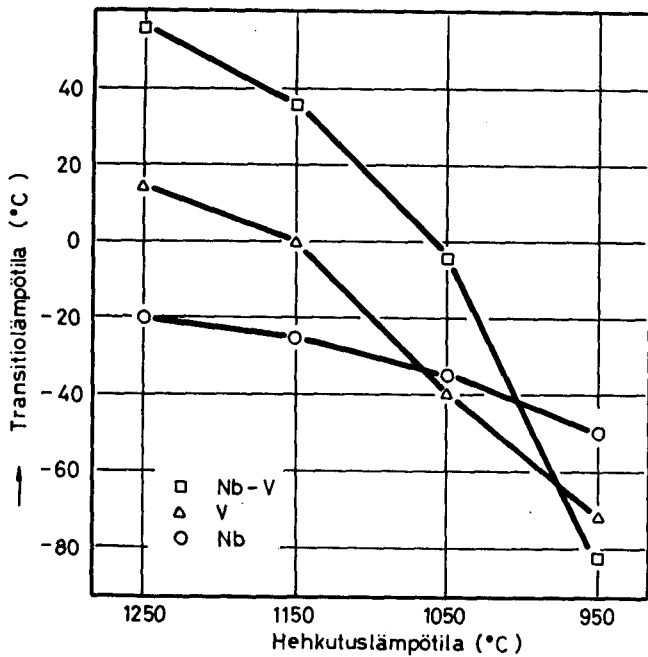
Iskusitkeyttä kuvaavan transitioilämpötilan aleneminen hehkutuslämpötilan alentuessa johtuu pääasiallisesti austeniitin ja siitä periytyvän ferriitin raekoon pienemisestä (kuva 3). Pienimmillään ferriitin raekoko oli vain n. 5  $\mu\text{m}$ .

Taulukko 1. Vesisammutuskokeissa käytetyt teräkset.

Teräs	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Al %	Nb %	V %
Nb	,23	,31	1,21	,022	,024	,05	,025	,066	,020
V	,20	,26	1,24	,023	,021	,05	,018	,001	,170
Nb-V	,27	,29	1,19	,023	,021	,05	,020	,064	,185

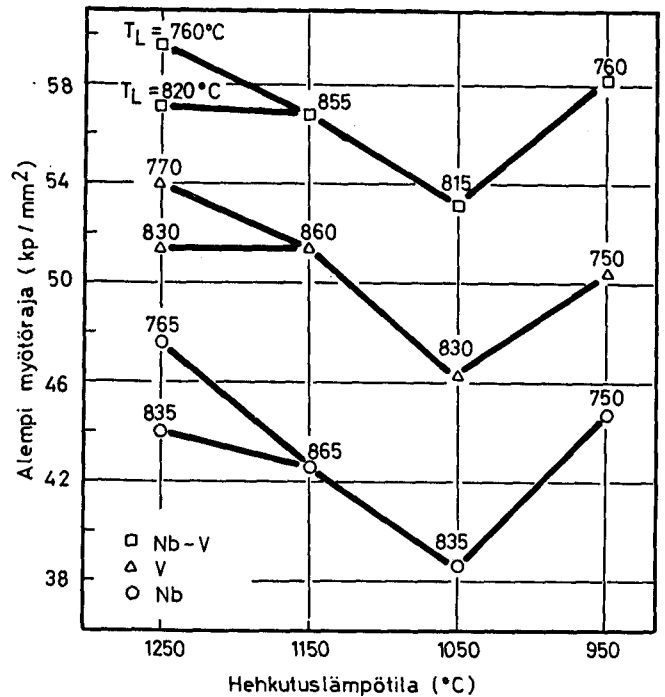
Taulukko 2. Varsinaisissa valssauskokeissa käytetyt teräkset.

Teräs	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Al %	Nb %	V %
Nb	,16	,51	1,38	,022	,021	,05	,026	,052	,010
V	,16	,52	1,38	,020	,020	,05	,030	,002	,175
Nb-V	,16	,51	1,42	,020	,022	,05	,034	,050	,179



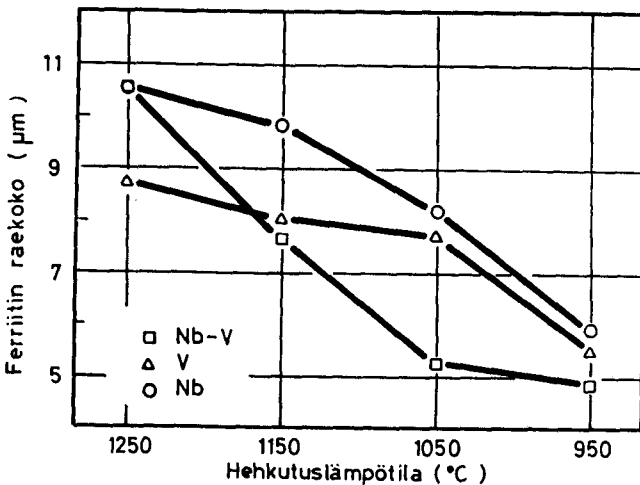
Kuva 2: Iskusikeyden riippuvuus hehkutuslämpötilasta. Loppulämpötila n. 830° C.

Fig. 2: The effect of heating temperature on notch toughness. Finishing temperature 830° C, approximately.



Kuva 4: Myötörajan riippuvuus hehkutuslämpötilasta.  $T_L$  = loppulämpötila.

Fig. 4: The effect of heating temperature on the lower yield point.  $T_L$  = Finishing temperature.



Kuva 3: Ferritiin raekoon riippuvuus hehkutuslämpötilasta. Loppulämpötila n. 830° C.

Fig. 3: The effect of heating temperature on the ferritic grain size. Finishing temperature 830° C, approximately.

Kuvasta 4 nähdään myötölujuuden käyttäytyminen hehkutuslämpötilasta riippuvana. Vaikka ferritiin raekoko pieneneekin hehkutuslämpötilan laskiessa (kuva 3), niin siitä huolimatta myötölujuus laskee samanaikaisesti. Myötölujuuden lasku johtuu siitä, että alhaisemilla hehkutuslämpötiloilla enemmän mikroseosaineista on liuke-

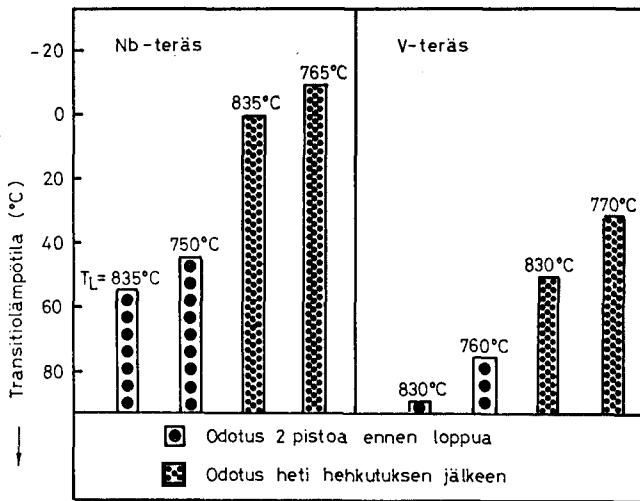
nemattomina, karkeina erkaumina austeniitissa. Tällöin  $\gamma/\alpha$ -faasimuutoksen yhteydessä tai sen jälkeen syntyvien, voimakkaasti lujittavien erkaumien määrä pienenee. Liukenemattomat, hehkutuksen aikana karkeutuneet erkaumat eivät sanottavasti aiheuta lisävää dispersiokarkenemistä. Myötölujuuden nousu hehkutuslämpötilalla 950° C johtuu siitä, että loppulämpötila on jo niin alhainen, että valssauksen loppuvaiheessa muodostunut ferritti muokkautuu.

Tarkasteltaessa valssauksen vaikutusta sitkeyteen havaitaan sitkeyden paranevan, kun odotus siirretään valssauksen aikaisempaan vaiheeseen (kuva 5). Transitiolämpötilan kriteerinä on käytetty murtopinnan sitkeän murtuman osuutta 50 %.

Sitkeyden paraneminen on seurausta raekokoeroista. Kun odotus on heti kuumennuksen jälkeen ennen valssauksa, niin elpyminen tapahtuu rekristallisaation sijasta toipumalla, koska odotuksen jälkeen seurasi useita pistoja, jotka kiihdyttivät erkautumista. Toipumalla tapahtuneesta elpymisestä on puolestaan seurauksena, että muodostuneet sellit tarjoavat paljon ferritiin ydintymispaikkoja, mistä puolestaan seuraa pieni ferritiin raekoko.

Myötölujuus sen sijaan ei sanottavasti riipu odotuspaikasta (kuva 6), koska raekoon pieneneminen kompensoituu sillä, että valssauksen aikana tapahtunut erkautuminen pienentää  $\gamma/\alpha$ -faasimuutoksessa tai sen jälkeen tapahtuvaa erkautumista.

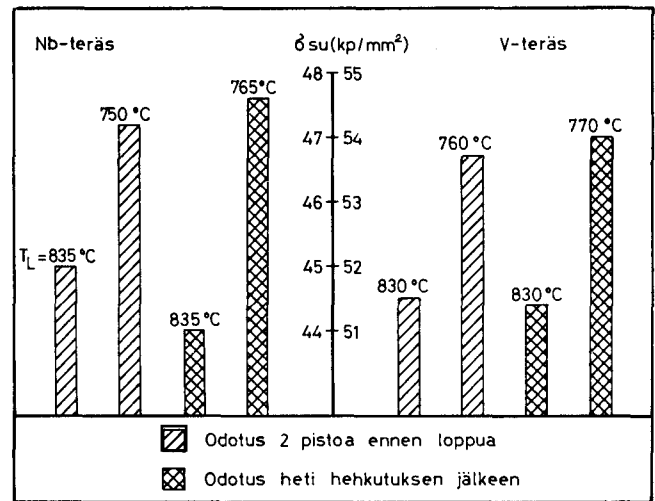
Loppulämpötilan vaikutus on hyvin selvä sekä sitkeyteen että lujuteen. Molemmat näet paranevat loppulämpötilan alentuessa (kuvat 5 ja 6), vaikka käytetty lämpötilaeroinen onkin tässä tapauksessa melko pieni. Pääasiassa vaikutukset perustuvat raekokomuutoksiin.



Kuva 5: Valssaustavan vaikutus iskusitkeyteen. Hehkutuslämpötila 1250° C,  $T_L$  = loppulämpötila.

Fig. 5: The effect of rolling practice on notch toughness. Heating temperature 1250° C.  $T_L$  = Finishing temperature.

- ◻ Odopus 2 pistoa ennen loppua.
- ▨ Odopus heti hehkutuksen jälkeen.



Kuva 6: Valssaustavan vaikutus myötölujuuteen. Hehkutuslämpötila 1250° C,  $T_L$  = loppulämpötila.

Fig. 6: The effect of rolling practice on lower yield point. Heating temperature 1250° C.  $T_L$  = Finishing temperature.

- ▨ Odopus 2 pistoa ennen loppua.
- ▩ Odopus heti hehkutuksen jälkeen.

## Summary

The behaviour of microalloyed structural steels in different controlled rolling practices has been investigated.

Dynamic recovery and recrystallisation during rolling were researched by means of water quenching carried out after different rolling periods. The effects of dynamic recovery and recrystallisation on the mechanical properties of the final product were worked out by means of actual rolling trials. The effect of different controlled rolling practices on the microscopic structures of plates and the correlation between the microscopic structures and the mechanical properties were elucidated by means of optical and electron microscopy.

The lowering of the heating temperature was observed to make ferritic grain size smaller and to improve notch toughness. The yield strength, on the other hand, decreased with the lowering of the heating temperature until the finishing temperature lowered under  $A_{r3}$ . The decrease in the yield strength resulted from the fact that more microalloying elements remain insoluble in the form of coarse precipitations in austenite at lower heating temperatures than at higher ones. This leads into a decrease in the number of the heavily strengthening precipitations that are formed during the  $\gamma/\alpha$ -transformation or thereafter.

Kontrolloidun valssaamisen merkitys on viime aikoina kasvanut huomattavasti siksi, että lujuus- ja sitkeysvaatimuksiltaan parempia teräslaatuja valmistetaan yhä enenevässä määrin. Näistä kuitenkin suuri osa voidaan kontrolloidun valssaamisen avulla toimittaa valssatussa tilassa ja näin ollen kalliit normalisointikustannukset jäävät pois. Pelkästään investoinnin kannalta katsottuna normalisointi on kallista, sillä jatkuvatoiminen levyn normalisointi maksaa n. 15 milj. mk.

Kontrolloitu valssaaminen on päässyt arvoonsa varsinkin eräiden putkiteräslaatuojen valmistuksessa, joissa tavallisesti on kysymys korkeasta myötölujuudesta yhdistettynä kohtuullisiin sitkeysvaatimuksiin. Putkiteräkset ovat otollisia myös siksi, että levyepaksuus on suhteellisen pieni ja valssattavat sarjat ovat pitkiä ja samantyyppisiä. Tällöin valssaamisen eri käsittelyvaiheiden rytmittäminen on helpompaa.

Jatk. s:ltä 31.

## Summary

The ventilation in the Pyhäsalmi Mine has been manually remotecontrolled for more than a year. The ventilation flow is regulated by 14 roller doors. Ten of the doors are of open-closed type and 4 can be adjusted, in order to set the desired amount of air flow. The flow is measured at the adjustable doors and in four other points with air-flow meters.

Anybody in the mine can open a ventilation door, but it closes automatically shortly thereafter. The firing places for blastings have been centralized and from these all ventilation doors are opened for the time of the blasting, after which they again close automatically.

From the central control panel, the positions of all doors can be checked, a door can be opened or closed, the position of an adjustable door be changed, and fans stopped and started.

To define ventilation requirements for different years, their ventilation models have been designed and simulated by large computer models. As a result of these studies, new fans have been chosen and the places for ventilation doors and air-flow meters have been determined.

The entire automation system has been set up so that the ventilation control can be attached to a process computer. This is being done at the Pyhäsalmi Mine, where a process computer equipped with a 12 K main storage has been acquired and installed. The programming of different ventilation "situations" is being worked out.

The ventilation at the Pyhäsalmi Mine will be computer-controlled starting in the spring of 1973.

# Kotalahden kaivoksen kaasun alkuperästä

*Fil.lis. Aulis Heikkinen, Geologinen tutkimuslaitos*

Outokumpu Oy:n Kotalahden kaivoksen syventämissä 1960-luvulla todettiin, että muutamista +400- ja +600-tasolta tehdystä kairausrei'istä purkautui kaasua. Työterveyslaitoksen ja Outokumpu Oy:n Porin metallurgisen tutkimuslaboratorion tekemät kaasukromatografiset analyysit osoittivat kaasun sisältävän mm. metaania (Taul. 1, 1—4).

Jatkuvilla tarkkailumittauksilla todettiin kaasuvuodot määrältään niin pieniksi, ettei kaasu muodostanut vaaratekijää tutkimusperässä. Avoimeksi jäi sen sijaan teoreettisempi kysymys siitä liittyykö kaasun alkulähde kallioperän vanhoihin muodostumiin, esim. hiilipitoisiin liuskeisiin, vai edustaako se nuorempia prosesseja. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kaasun alkuperää <sup>14</sup>C-iänmääritysmenetelmän ja <sup>13</sup>C-analyysin keinoin sekä kemiallisen koostumuksen perusteella.

Tekijä otti 10. 2. 1972 kaasunäytteitä v. 1971 kairatusta reiästä N:o 813, joka ulottuu +600-tasolta (O-taso 116,73 m m.p.y.) n. 700 m:n syvyyteen maanpinnasta. Näytepaikan sijainti on 62° 34'30" N Lat ja 27° 36'E Long. Aikaisemmin tutkittu näyte 4 on otettu siitä 25 m:n päästä.

Kun kairausreiän sulkeva kierretulppa avataan, aukosta virtaa kovalla paineella vettä, josta vapautuu kaasua samalla tavoin kuohuen kuin soodavesipulloa avattaessa: veteen liennut kaasu vapautuu paineen vähetessä. Tätä vettä johdettiin sulkunesteellä täytettyihin kaasukeräilypulloihin, jotka olivat pullonsuu alaspäin sulkunestettä sisältävässä astiassa. (Sulkunesteenä käytettiin kyllästettyä, rikkihapolla hieman happamaksi tehtyä natriumsulfaattiliuosta). Vapautuessaan kaasu syrjäyttää vastaavan tilavuuden nestettä. Nestettä jätettiin hieman pulloon ja suljettiin korkki nesteen alla. Näytepullot kuljetettiin korkki alaspäin laboratoriokäsittelyä varten. Kaasunäyte tutkittiin kaasukromatografisesti Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen Turve- ja öljylaboratoriossa. Myös tämän analyysin tulos on esitetty taulukossa 1, näyte 5.

Koostumukseltaan kaasu muistuttaa suokaasua, jota syntyy metaanibakteerien hajottaessa veden alla olevaa selluloosaa ja muita biologisia aineita. Neljän vuoden aikana ovat kuitenkin Kotalahden kaasuseoksen metaanin, hiilidioksidin ja rikkivedyn tilavuusmäärät pienentyneet ja typen ja vedyn määrät vastaavasti kasvaneet.

Geologisen tutkimuslaitoksen <sup>14</sup>C-laboratoriossa poltettiin 40 l:n kaasunäytteen sisältämä metaani hiilidioksidiksi. Tästä määrättiin <sup>14</sup>C-menetelmällä hiilen ikä, joksi saatiin Libbyn puoliintumisarvon  $5570 \pm 30$  mukaan laskettuna ja isotooppisuhteeseen  $\delta^{13}\text{C} = -25 \text{‰}$  korjattuna:

(Su-200)  $8420 \pm 200$  vuotta  
6470 B.C.  $\delta^{13}\text{C} = -40.8 \text{‰}$

Tämä on sen orgaanisen aineksen ikä, josta metaani on syntynyt.

		1	2	3	4	5
		Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%
metaani	(CH <sub>4</sub> )	24.0	25.3	36.2	34.0	6.4
typpi	(N <sub>2</sub> )	74.1	67.3	62.4	60.2	86.2
happi + argon	(O <sub>2</sub> +Ar)	1.5	2.4	0.9	3.7	
vety + helium	(H <sub>2</sub> +He)				0.7	7.4
hiilidioksidi	(CO <sub>2</sub> )	0.4	3.8	0.5	1.1	0.1
rikkivety	(H <sub>2</sub> S)	0.01	1.2	0.03	0.3	

Taulukko 1. Kotalahden kaivoksen kaasun koostumus.  
Table 1. Chemical composition of the Kotalahti gas.

- 1, näyte 9. 2. 1968, +400-taso, leikkaus x=860, kairausreikä alakätinen.  
sample taken Febr.9. 1968, +400 m level, section x=860 m, drill hole is downward.
- 2, näyte 6. 2. 1968, +400-taso, leikkaus x=1300, kairausreikä alakätinen.  
sample taken Febr.6. 1968, +400 m level, section x=1300 m, drill hole is downward.
- 3, näyte 9. 2. 1968, +400-taso, leikkaus x=1800, kairausreikä vaakasuora.  
sample taken Febr.9. 1968, +400 m level, section x=1800 m, drill hole is horizontal.
- 4, näyte 9. 2. 1968, +600-taso, leikkaus x=1225, kairausreikä vaakasuora.  
sample taken Febr.9. 1968, +600 m level, section x=1225 m, drill hole is horizontal.
- 5, näyte 10. 2. 1972, +600-taso, leikkaus x=1250, kairausreikä alakätinen.  
sample taken Febr.10. 1972, +600 m level, section x=1250 m, drill hole is downward.

Hyypän (1966) suhdediagrammin mukaan Kotalahden seutu oli 8500 vuotta sitten Kallaveden peitossa. Veden pinta oli n. 13 m nykyistä Kallaveden pintaa (82 m m.p.y.) ylempänä. Kallavesi laski tuolloin luoteeseen, Ancylusjärveen. Tämän ajan liejuista ja muista eloperäisistä kerrostumista on veteen liennut se orgaaninen aines, josta nyt ajoitettu metaani on syntynyt.



Hiilidioksidiksi poltetun kaasunäytteen  $^{13}\text{C}$ -analyysin suoritti dosentti Ragnar Ryhage Tukholmassa. Mittauksessa saadun  $\Delta$   $^{13}\text{C}$ -arvon kirjoittaja laski PDB-arvoksi (PDB Chicagon  $^{13}\text{C}$ -standardi, Craig 1953, 1961)

$$\delta \text{ }^{13}\text{C} \text{ }^{\text{‰}} = \frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C} (\text{näyte}) - ^{13}\text{C}/^{12}\text{C} (\text{stand.})}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C} (\text{stand.})} \times 1000.$$

Näin saatu  $\delta \text{ }^{13}\text{C} = -40.8 \text{ }^{\text{‰}}$  poikkeaa aikaisemmin tutkitusta (Heikkinen 1972, 75) Tyrnävän ja Muhoksen neljän luonnonkaasunäytteen  $\delta \text{ }^{13}\text{C}$ -arvoista, joiden keskiarvo on  $\delta \text{ }^{13}\text{C} = -60.4 \pm 3.4 \text{ }^{\text{‰}}$ .

Venäläisten tutkijoiden F. A. Aleksejevin, V. S. Lebedevin ja T. A. Krylovan (1972, 45) mukaan  $\delta \text{ }^{13}\text{C}$  kasvaa biogeenisen metaanin syntyvytyden kasvaessa. Tämän mukaisesti itseisarvoltaan pienemmän  $\delta \text{ }^{13}\text{C}$ -arvon omaava Kotalahden metaani on syntynyt syvemmillä kuin Tyrnävän ja Muhoksen metaani. Tutkimuksia biogeenisen metaanin  $\delta \text{ }^{13}\text{C}$ -arvoista on kuitenkin tehty niin vähän, ettei kansainvälinenkään aineisto vielä riitä pitemmälle meneviin johtopäätöksiin.

Helsingin kaupungin Vedentutkimustoimiston mikrobiologi, tri Harri Seppänen tutki maisteri Juhani Koskinen elokuussa 1972 lähettämää vesinäytettä reiästä N:o 813 kokeellisesti. Koeastioihin lisättiin asetaattia ja karbonaattia ja astioita pidettiin ilmattomassa tilassa, mutta vedessä ei saatu aikaan metaanikäymistä laboratorio-olosuhteissa. Tämä osoittaa, että vedessä ei enää ollut eläviä metaanibakteereita.

Kotalahden tässä puheena olevan veden pH on 7,7, joten se on ihanteellinen metaanikäymisen kannalta, sillä metaanikäymisen pH-alue on 7,2 — 8,0. Koska 600—700 m syvällä kalliotalkeamissa ei liene mainittavaa ravintokiertoa, on todennäköistä, että metaanibakteerit suljetussa systeemissä ja suotuisissa olosuhteissa ovat käyttäneet orgaanisen aineksen loppuun ja kuolleet jo vuosituhansia sitten. Tähän viittaa myös metaanin hiilen  $^{14}\text{C}$ -ikä 8420 vuotta, joka on sen orgaanisen aineksen keski-ikä pienempi arvo, josta metaani on syntynyt. Jos esimerkiksi tässä tapauksessa aineksessa olisi ollut 20 % noin tuhat vuotta vanhaa orgaanista ainesta, olisi  $^{14}\text{C}$ -määrityksen perusteella saatu iäksi noin kolmetuhatta vuotta pienempi itseisarvo.

Kotalahti kuuluu siihen tektoniseen alueeseen, jossa maa on järkkynyt nykyaikanakin (vrt. Talvitie 1971). Kirjoittajan mielestä on mahdollista, että Kotalahden syvät raot olisivat avautuneet kalliosta  $^{14}\text{C}$ -iän mukaan n. kahdeksantuhatta vuotta sitten. Otaksuttavasti mannerjäätikön sulamisen aiheuttaman paineen pienemisen ja maankohoamisen aiheuttaman jännityksen laukeamisen vuoksi avautui kallioon syvä rako. Veden mukana siihen valui myös järven orgaanista ainesta, joka vuosituhansien kuluessa bakteeritoimintojen aiheuttamassa käymisessä hajosi metaaniksi, typeksi, hapeksi, vedyksi, hiilidioksidiksi ja rikkivedyksi. Paineen alaisina nämä kaasut liukenevat veteen kyllästymistilansa mukaisesti. Kotalahden kaivoksen kaasun koostumuksen muutos (ks. Taulukko 1) johtuu siitä, että neljän vuoden aikana kaivausreitistä tihkuneen veden tilalle on rakoa myöten valunut pienemmässä paineessa kyllästymistilan saavuttanutta vettä.

## Summary

Origin of natural gas in the Kotalahti mine, Central Finland. At a depth of 600—700 m, a fracture in the crystalline bedrock contains water under pressure. Gas-chromatographic analyses of the dissolved gases show methane, nitrogen and hydrogen to be the main constituents. In four years, the methane content has diminished while nitrogen and hydrogen have increased in amount.

The  $^{14}\text{C}$  age (Su-200) for the organic source matter is  $8420 \pm 200$  yrs. At that time the mine area lay under the Ancylus lake. On the basis of the PDB value  $\delta \text{ }^{13}\text{C} = -40.8 \text{ }^{\text{‰}}$  it is suggested that the methane formed under a pressure of 60—70 atm. Experimentally it was shown that the fermentation into methane has ended, indicated also by the decrease in the methane content.

In the author's opinion, the fracture opened during the Ancylus stage allowing both water and organic sediments to flow into the depths.

## Kirjallisuus — References

- [Aleksejev, F. A., Lebedev, V. S. & Krylova, T. A.] Алксеев, Ф.А., Лебедев, В.С. & Крылова, Т.А. (1972) Изотопный состав углерода газообразных углеводородов и условия образования залежей природного газа. Советская Геология 1972, No 4, стр. 35-47.
- Craig, Harmon (1953) The geochemistry of the stable carbon isotopes. Geochim. Cosmochim. Acta, Vol. 3, 53—92.
- (1961) Mass-spectrometer analyses of radiocarbon standards. Radiocarbon, Vol. 3, 1—3.
- Heikkinen, Aulis (1972) Tyrnävän ja Muhoksen maakaasuista. Geologi, Vsk. 24, 73—76.
- Hyppä, Esa (1966) The late-Quaternary land uplift in the Baltic sphere and the relation diagram of the raised and tilted shore levels. Ann. Acad. Sci. Fennicae, A, III, 90, 153—168.
- Talvitie, Jouko (1971) Seismotectonics of the Kuopio region, Finland. Bull. Comm. Géol. Finlande 248. 5—41.

TILASTOTIETOJA  
vuoriteollisuudesta vuonna 1972  
koonnut kaivostarkastaja Kari Huju

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu kiveä tonnia	Malmia tai hyötykiveä tonnia	Kaivostyöntekijöitä v. 1972 aikana			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avolouhos	maanalalla	yht.	
Malmikaivokset									
1. Vuonos	Outokumpu	Ni, Cu	Outokumpu Oy	1 776 400	1 144 500	40	82	122	204 044
2. Otanmäki	Vuolijoki	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Fe, TiO <sub>2</sub>	Rautaruukki Oy	1 144 600	1 137 300		129	129	220 700
3. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb, Ag	Outokumpu Oy	952 949	831 931		165	165	321 481
4. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	FeS <sub>2</sub> , Cu, Zn	Outokumpu Oy	920 669	807 921	7	105	112	218 623
5. Kemi	Kemi mlk.	Cr	Outokumpu Oy	817 307	230 540	23		23	45 029
6. Outokumpu	Outokumpu	Cu, FeS <sub>2</sub> , Zn, Co	Outokumpu Oy	758 046	640 328		195	195	378 780
7. Raajärvi- Leveäselkä	Kemijärvi	Fe	Rautaruukki Oy	740 690	739 705		59	59	108 499
8. Luikonlahti	Kaavi	Cu, FeS, Co	Myllykoski Oy	691 214	583 556	4	86	90	180 864
9. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	Outokumpu Oy	499 506	470 120		123	123	239 464
10. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	346 386	209 679	14		14	26 949
11. Hällinmäki	Virtasalmi	Cu	Outokumpu Oy	270 960	251 710	3	12	15	29 001
12. Kylmäkoski	Kylmäkoski	Ni, Cu	Outokumpu Oy	245 146	215 470	11	5	16	31 300
13. Metsämonttu	Kisko	Zn, Pb, Au, Ag	Outokumpu Oy	125 676	120 163		31	31	61 180
14. Rautuvaara *)	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	84 500	3 000		43	43	80 268
15. Petolahti	Maalahti	Ni, Cu	Outokumpu Oy	67 551	38 681	5	6	11	20 321
16. Korsnäs **)	Korsnäs	Pb	Outokumpu Oy	58 271	57 507		24	24	23 790
17. Hammaslahti *)	Pyhäselkä	Cu	Outokumpu Oy	55 274	—		23	23	44 395
Malmikaivokset 17 kpl yht.				9 555 145	7 482 111	107	1 088	1 195	2 234 688
Kalkkikivi- kaivokset									
1. Parainen	Parainen	kalkkikivi	Paraisten Kalkki Oy	1 731 183	1 544 964	42	17	59	113 367
2. Tytyri	Lohja	„	Lohjan Kalkkitehdas Oy	1 088 849	1 088 849		95	95	195 192
3. Ihalainen	Lappeenranta	„	Paraisten Kalkki Oy	802 995	802 995	22	2	24	44 400
4. Äkäsjoen- suo	Kolari	„	Paraisten Kalkki Oy	202 200	202 200	9		9	15 900
5. Ruokojärvi	Kerimäki	„	Ruskealan Marmori Oy	172 985	172 985		28	28	51 128
6. Förby	Särkisalo	„	Karl Forström Oy	134 356	133 254		19	19	38 456
7. Mustio	Karjaa	„	Lohjan Kalkkitehdas Oy	132 370	132 370	7		7	14 575
8. Kalkkimaa	Tornio	kalkkikivi, kvartsi	Rauma-Repola Oy	128 124	128 124	5		5	9 156
9. Montola	Virtasalmi	kalkkikivi	Paraisten Kalkki Oy	123 229	123 229		18	18	37 822
10. Ryytimaa	Vimpeli	„	Paraisten Kalkki Oy	113 713	83 299	5		5	8 569
11. Sipoo	Sipoo	„	Lohjan Kalkkitehdas Oy	65 869	52 150		8	8	17 100
Kalkkikivikaivokset 11 kpl yht.				4 695 873	4 464 419	90	187	277	545 665
Mineraali- kaivokset									
1. Lahnaslampi	Sotkamo	talkki	Suomen Talkki Oy	354 592	258 927	11		11	22 440
2. Paakkila	Tuusniemi	asbesti	Paraisten Kalkki Oy	188 956	3 920	12		12	21 517
3. Kemiö	Kemiö	maasälpä, kvartsi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	150 710	146 102	7		7	14 520
4. Nilsjä	Nilsjä	kvartsi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	102 000	102 000	3		3	5 300
5. Haapaluoma	Peräseinäjoki	maasälpä	Paraisten Kalkki Oy	22 685	22 685	6		6	12 520
Mineraalikaivokset 5 kpl yht.				818 943	533 634	39		39	76 297
Muut kaivokset									
1. Peijunmäki	Parikkala	Fe, Mg, Al, maasälpä (vuorivilla- kivi)	Paraisten Kalkki Oy	26 631	26 631	4		4	3 936
2. Kuivaniemi	Kuivaniemi	„	Paraisten Kalkki Oy	16 600	16 600	2		2	896
3. Parsby	Parainen	„	Paraisten Kalkki Oy	12 521	12 521	4		4	610
4. Rutola	Lappeenranta	„	Paraisten Kalkki Oy	3 601	3 601	2		2	383
Muut kaivokset 4 kpl yht.				59 353	59 353	12		12	5 825
Kaikki kaivokset 37 kpl yht.				15 129 314	12 539 517	248	1 275	1 523	2 822 475

\*) rakenteilla

\*\*\*) lopettanut toimintansa v. 1972 aikana

TILASTOTIETOJA

vuoriteollisuudesta vuonna 1972

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1970	1971	1972	keskipitoisuus % v. 1972
<b>Rikasteet tonnia</b>				
Rautarikasteita yhteensä	997 436	878 352	995 196	65,6
— pelletit, rikasteet ym.	574 895	528 653	573 389	65,7
— pasute, purppuramalmi (Kokkola)	422 541	349 699	421 807	65,5
Rikkirikasteet	970 703	865 612	856 719	45,2
Kuparirikaste	145 993	126 077	159 157	21,9
Ilmeniittirikaste (TiO <sub>2</sub> %)	151 000	139 500	149 500	45,5
Nikkelirikaste	93 065	66 121	107 537	4,8
Kromirikaste (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %)	148 112	139 378	104 571	42,8
Sinkkirikaste	119 668	98 819	96 496	51,7
Lyijyrikaste	9 132	8 805	6 980	55,1
Kobolttirikaste	4 051	4 036	1 995	
<b>Metallit tonnia</b>				
Raakarauta (malmeista)	1 163 793	1 029 253	1 183 487	
Elementtääririkki	114 822	101 456	119 221	
Sinkki	55 820	63 702	81 096	
Katodikupari	34 047	32 339	38 424	
Ferrokromi	33 021	35 323	24 324	
Katodiniikkeli	4 009	3 890	5 458	
Vanadiinipentoksiidi	2 347	1 979	2 124	
Koboltti	1 008	925	803	
Kadmium	89	120	175	
Hopea kg	23 009	19 367	19 444	
Elohopea ”	—	4 659	7 309	
Seleen ”	6 946	6 273	5 069	
Kulta ”	632	544	548	
<b>Mineraalit tonnia</b>				
Kalkkikivi yhteensä	4 173 673	3 752 422	3 902 509	
— sementin valmistus	2 685 333	2 347 560	2 597 420	
— maanparannuskalkki	508 852	485 272	447 714	
— kalkinpoltto	487 591	481 048	434 201	
— rouheet, hienojauheet ym.	266 267	265 207	262 805	
— sulfiitti- ja metallurginen kivi	221 526	170 347	155 072	
— dolomiitin poltto	4 104	2 988	5 297	
Kvartsi	86 880	86 197	92 085	
Talkki	62 723	100 679	90 327	
Maasälpä	62 126	64 062	59 858	
Vuorivillakivi	141 294	110 840	50 382	
Wollastoniitti	6 051	5 549	6 491	
Asbesti	13 625	10 360	6 388	
<b>Sementti tonnia</b>	<b>1 838 591</b>	<b>1 810 893</b>	<b>1 983 719</b>	

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y:n  
tutkimuslosteet kirjat ja julkaisut

Seuraavia Vuorimiesyhdistyksen julkaisemia tutkimuslosteita ja kirjoja on saatavissa rahastonhoitajalta TL Heikki Aulangolta osoitteella: Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y., PL 27, 02101 Tapiola tai puhelimitse 90 - 421 3502/Aulanko.

Tutkimuslosteet: n:o 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, liite n:o 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28, 32 ja 33. Selosteita 1, 2, 3 on muutama ruotsinkielinen.

Kalliomekaniikan päivät: v. 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, Kalliomekaniikan sanastoa, Kaivosmiehen käsikirja, Kaivossanasto, Kaivosten turvallisuusopas (myös ruotsinkielisenä), Räjätysopas, Louhintaurakkasopimuskaavake.

Seuraavina ilmestyvät: Kalliomekaniikan päivät 1972, Geologisten joukonäytteiden analysointi, tutkimusloste n:o 34.

## Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen r.y.

Vuorimiesyhdistyksen 30. vuosikokous pidettiin Helsingissä 23. 3. 1973. Kokouksen puheenjohtajana toimi johtaja Jürgen Schmidt. Valtiovallan edustajana oli läsnä ylijohtaja Pekka Rekola kauppa- ja teollisuusministeriöstä, Svenska Bergsmannaföreningenin edustajana direktör C-B. Berglund, Svenska Gruvföreningenin edustajana direktör Jan Boman ja N. I. F. Bergingeniörenes Avdeling'in edustajana bergingeniör Roar Jensen.

Vuosikokouksessa valittiin yhdistyksen puheenjohtajaksi yli-ins. Heikki Tanner ja varapuheenjohtajaksi johtaja Nils Gripenberg. Hallituksesta olivat erovuorossa johtajat Esko Mattila ja Nils Gripenberg. Heidän ja puheenjohtajaksi valitun hallituksen jäsenen Heikki Tannerin tilalle valittiin hallitukseen uusiksi jäseniksi yli-ins. Simo Seppänen, tekn.tri. Kalevi Kiukkola ja dipl.ins. Rolf Söderström. Tilintarkastajiksi valittiin edelleen dipl. ins. A. Autio ja prof. E. Savolainen sekä heidän varamiehikseen dipl.ins:t K. Eskola ja G. Smeds. Hallituksen valitsemana rahastonhoitajana toimii tekn.lis. Heikki Aulanko ja sihteerinä dipl.ins. Pekka Lähteenoja ja dipl.ins. Gösta Diehl.

Vuosikokouksen aikana pidettiin neljä esitelmää käsittevä esitelmäsarja rikistä. Osa näistä esitelmistä on julkaistuna tässä Vuoriteollisuuslehden numerossa.

Samana päivänä 23. 3. iltapäivällä pitivät yhdistyksen jaostot, metallurgi-, kaivos- ja geologijaostot sekä rikastus- ja prosessiteknikan jaosto vuosikokouksensa niihin liittyvine esitelmineen.

Yhdistyksen hallituksen jäsenet ja yhdistyksen sekä jaostojen toimihenkilöt on lueteltuina tämän lehden ensimmäisellä tekstisivulla.

### Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n toimintakertomus vuodelta 1972

#### Vuosikokoukset

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 29. vuosikokous pidettiin Helsingissä 23. 3. 1972. Virallisten kokousasioiden jälkeen, johon liittyi yhdistyksen sääntömuutosten lopullinen hyväksyminen toisessa käsittelyssä, kuultiin seuraavat esitelmät:

- yli-ins. Per Westerlund: "Rautaruukki Oy:n kaivokset"
- johtaja Toivo Härkönen: "Rautaruukki Oy:n Raahen rautatehdas"
- yli-ins. Holger Sweins: "Rautaruukki Oy:n Hämeenlinnan tehdas"
- vuorineuvos Helge Haavisto: "Rautaruukki Oy:n lähiajan näkymiä"

Jaostojen kokouksien yhteydessä iltapäivällä pidettiin erikoisalojen esitelmää. Illallistanssiaisissa Kalastajatorpalla isännöydestä vastasi OVAKO-ryhmä.

#### Toimihenkilöt

Yhdistyksessä ovat luottamustehtävissä toimineet seuraavat henkilöt:

- puheenjohtajana johtaja Jürgen Schmidt
- varapuheenjohtajana johtaja Tor Stolpe
- hallituksen jäseninä: yli-ins. Raimo Eriksson  
johtaja Nils Gripenberg  
TL Teuvo Grönfors  
toim.joht. Erkki Heiskanen  
yli-ins. Heikki Konkola  
johtaja Esko Mattila  
DI Juhani Tanila  
johtaja Heikki Tanner  
TL Seppo Yläsaari
- rahastonhoitajana TL Heikki Aulanko
- sihteerinä DI Rolf Söderström  
DI Gösta W. Diehl

#### Yhdistyksen toiminta

Hallitus on kokoontunut toimintavuoden aikana 5 kertaa. Läsnä ovat olleet myös jaostojen puheenjohtajat sekä tarpeen vaatiessa rahastonhoitaja.

Yhdistyksen lehti "Vuoriteollisuus — Bergshanteringen" on ilmestynyt kaksi kertaa. Päätoimittaja on ollut prof. Paavo Maijala.

N.I.F.:n Bergingeniörenes Avdeling'in syyskokouksessa ja sen yhteydessä järjestetyssä ekskursiossa yhdistystä edusti johtaja Jürgen Schmidt. Svenska Bergsmannaföreningenin vuosikokoukseen osallistui yhdistyksen edustajana johtaja Heikki Tanner.

Tekniikan Museon tarjottua tarkoitukseen sopivia tiloja on teollisuusneuvos Erkki Hakapään johdolla käynnistetty museoesineiden keräily vuoriteollisuuden piirissä toimivissa yhtiöissä.

Yhdistyksen toiminta jäsenkuntansa ammattitaidon ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi on pääasiassa kuten aikaisempina vuosina keskittynyt yhdistyksen neljään alajaostoon.

#### Yhdistyksen jäsenmäärä

Yhdistyksen jäsenmäärä oli toimintakauden lopussa 969.

Jaostojen jäsenmäärät olivat:

Metallurgijaosto	556
Geologijaosto	228
Kaivosjaosto	258
Rikastus- ja pros.tekn. jaosto	112

Uudet jäsenet on 23. 3. 1972 voimaan astuneen sääntömuutoksen jälkeen hyväksytty hallituksen toimesta jaostojen lausuntojen perusteella.

Tutkimusvaltuuskunta on toimikautena kokoontunut 2 kertaa ja sen toimikunnat 7 kertaa. Valtuuskunnan puheenjohtajana on toiminut johtaja Caj Holm ja sihteerinä dipl.ins. Hans Allenius. Toimikunnissa puheenjohtajina ovat toimineet:

Geologinen toimikunta:	prof. Aimo Mikkola
Kaivosteknillinen toimikunta:	prof. Paavo Maijala
Rikastusteknillinen toimikunta:	prof. Risto Hukki

Uusia työkomiteoita on suunnitteilla 3. Aikaisemmin nimitetyistä on työtään jatkanut 11 komiteaa, joista kolme on saanut työnsä valmiiksi. Toimikunnissa olleista komiteoista kuusi toimii yhteispohjoismaisella pohjalla.

Pohjoismaisen yhteistyön tuloksena Vuorimiesyhdistys on saanut Ruotsista 16 tutkimusraporttia ja Norjasta 4 raporttia.

Tilivuoden aikana on valtuuskunnan juokseviin menoihin käytetty 28 300,— mk. Valtio on osallistunut rahoitukseen myöntämällä kahta komiteatyötä varten tutkimusapurahaa yhteensä 25 000,— mk.

Paraisilla, 15 päivänä helmikuuta 1973

Jürgen Schmidt Rolf Söderström  
puheenjohtaja sihteeri

**Tilinpäätös 31. 12. 1972**

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

<b>Kulut</b>	
Lehden menot	41.122,23
Sekalaiset kulut	60.088,26
Sos.turvamaksut	2.751,80
	<u>mk 103.962,29</u>
<b>Tuotot</b>	
Lehden tulot	35.103,97
Sekalaiset tulot	44.529,70
Jäsenmaksut	14.092,05
	<u>mk 93.725,72</u>
Tilivuoden alijäämä	10.236,57
	<u>mk 103.962,29</u>
<b>Tulostili</b>	
Lehden menot	6.018,26
Sekalaiset menot	15.558,56
Sos.turvamaksut	2.751,80
	<u>mk 24.328,62</u>
Jäsenmaksut	14.092,05
Tilivuoden alijäämä	10.236,57
	<u>mk 24.328,62</u>

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunta

<b>Kulut</b>	
Tutkimustoiminnan menot	23.627,85
Valtionavun käyttö, tutkimukset	6.399,—
Valtionavun käyttö, sos.turvamaksut	246,—
	<u>mk 30.272,85</u>
<b>Tuotot</b>	
Kannatusmaksut	13.700,—
Muut tuotot	6.737,95
Valtionapu	25.000,—
	<u>mk 45.437,95</u>
Tutkimustilin alijäämä	3.189,90
Valtionavun jäännöserä	18.355,—
	<u>mk 30.272,85</u>
Vuorimiesyhdistyksen tilin alijäämä	10.236,57
Tutkimusvaltuuskunnan tilin alijäämä	3.189,90
	<u>mk 13.426,47</u>

Omaisuuustase 31. 12. 1972

<b>VASTAAVAA:</b>	
Kassatili	41,71
Postisiirtotili	14.441,50
Siirtotalletustili	574,50
Pankkitili	865,15
Tilisaamiset	18.020,10
Tilivuoden alijäämä	13.426,47
	<u>mk 47.369,43</u>
Tilivelat	4.581,—
Valtionavun jäännöserä	18.355,—
	<u>mk 24.433,43</u>
<b>VASTATTAVAA:</b>	
Ylijäämä ed. vuosilta	<u>mk 24.433,43</u>
Ylijäämä vuodelle 1973	<u>mk 11.006,96</u>

Olari, 31. 12. 1972

Heikki Aulanko

**Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n geologijaoston toimintakertomus vuodelta 1972**

Geologijaosto on kuluneen vuoden aikana kokoontunut kaksi kertaa. Vuosikokous oli Vuorimiespäivien yhteydessä 23. 3. 1972 Helsingissä, syysretkeily suoritettiin Pohjois-Karjalaan.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- prof. Erkki Aurola, geologinen tutkimuslaitos: "Mineraali- ja kiviteollisuuden tutkimusmenetelmistä, tutkimustuloksista ja tulevaisuuden näkymistä"
- fil.kand. Reijo Alviola, geologinen tutkimuslaitos: "Pegmatiittitutkimuksista Kajaanin — Sotkamon alueella"
- fil.kand. Yrjö Pekkala, geologinen tutkimuslaitos: "Kalsiittisen kalkkikiven esiintyminen Kuusamon karbonaattikivialueella"
- fil.maist. Marjatta Virkkunen, geologinen tutkimuslaitos: "Eräiden graniittien kalimaasälvän käyttömahdollisuudesta teollisuudessa".

Vuosikokouksen yhteydessä 23. 3. oli järjestetty tutustumiskäynti Outokumpu Oy:n malminetsintäosastolle Olarissa. Laitoksen esittelyn suorittivat joht. P. Isokangas ja tekn.lis. Heikki Aulanko.

Syysretkeily järjestettiin yhdessä Suomen Geologisen Seuran kanssa Pohjois-Karjalaan 14.–15. 9. 1972. Kokoontuminen oli Joensuussa. Ensimmäisenä päivänä tutustuttiin karjalaisten ja sen pohjamuodostumien geologiaan oppaina fil.maist. Osmo Nykänen ja fil.tri Lauri Hyvärinen Pyhäselässä ja Kiihtelysvaaralla. Outokumpu Oy:n Pyhäselän Hammaslahden malmia ja sen ympäristöä esittelivät fil.tri Esko Peltola apunaan fil.maist. Tapio Koistinen ja fil.maist. Eero Rauhamäki sekä fil.tri Lauri Hyvärinen ja fil.maist. Osmo Nykänen. Otravaaran rikkikiiusesiintymällä oli oppaana fil.tri Veikko Vähätalo. Toisena päivänä tutustuttiin Paraisten Kalkki Oy:n tutkimaan Parikkalan emäksiseen massiiviin ja sen kupari-nikkeliesiintymiin joht. Rolf Boströmin ja fil.maist. Ragnar Åbergin opastuksella. Syysretkeilyyn osallistui 63 henkilöä.

Suomen kalliomekaniikkatoimikunnan järjestämällä kalliomekaniikan päivillä ovat pitäneet esitelmiä jaoston jäsenet Gardemeister, Hakalehto, Maijala, Saraste ja Vähäsarja.

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan kokouksissa ovat jaostoa edustaneet puheenjohtaja tri Hyvärinen ja valtuuskunnan asettaman geologisen toimikunnan puheenjohtaja prof. Mikkola.

Viimemainittuun toimikuntaan kuuluvat muina jäseninä prof. Puranen ja maisterit Boström, Isokangas ja Paarma.

Yhteispohjoismaisista tutkimuskomiteoista ovat toimineet mm. seuraavat:

- Komitea n:o 34, Geologisten joukkonäytteiden analysointi, puheenjohtajana tri Häkli.
- Komitea Magnetiska tolkningsmetoder, puheenjohtaja tri Werner Ruotsista.

Kotimaisista tutkimuskomiteoista ovat toimineet mm. seuraavat:

- Komitea n:o 27, Kallion rakenteelliset ominaisuudet, puheenjohtaja prof. Maijala.
  - Komitea n:o 39, ATK-menetelmien käyttö kallioperän tutkimuksessa, puheenjohtaja fil.lis. Pipping.
- Komiteoiden toiminnat on esitetty tutkimusvaltuuskunnan vuosikertomuksessa v:lta 1972.

Vuorimiesyhdistyksen hallituksessa on geologijaostoa edustanut puheenjohtaja tri Hyvärinen. Vuosikokouksen valitsemana on hallitukseen kuulunut jaoston jäsen joht. Heiskanen.

Geologian Kansallisessa Komiteassa on jaostoa edustanut tri Wennervirta.

Yhdistyksen hallitus on hyväksynyt jaostoon 20 uutta jäsentä, joten sen jäsenmäärä on nyt 228.

Geologijaoston puheenjohtajana on toiminut fil.tri Lauri Hyvärinen, varapuheenjohtajana fil.tri Esko Peltola, johtokunnan lisäjäseneä fil.tri Juhani Nuutilainen ja sihteerinä fil.maist. Veijo Yletyinen.

Helsingissä 21. 3. 1973

Lauri Hyvärinen  
puheenjohtaja

Veijo Yletyinen  
sihteer

### Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n kaivosjaoston toimintakertomus vuodelta 1972

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintakauden aikana kaksi kertaa, yhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä ja jaoston syysretkeilyn yhteydessä.

Kevätkokouksessa 23. 3. 1972 oli läsnä 68 jäsentä kuulemassa seuraavia esityksiä:

DI Rainer Tuovinen, DI Pekka Sundquist, DI Risto Rinne, Rautaruukki Oy: "Rautuvaaran kaivosprojekti"

DI Onni Mäkelä, Outokumpu Oy: "Kokemuksia kaivosperien kestopäällysteistä"

Johtaja Urho Valtakari, Paraisten Kalkki Oy: "Asbestikuitujen käyttöä Suomessa kivikaudella".

Lisäksi tutustuttiin Helsingin kaupungin Vanhankaupungin vedenpuhdistamoon 24. 3. 1972.

Syysretken kohteena olivat 19. 10. 1972 Tampella-Tamrockin uudet tuotantolaitokset Tampereen Myllypurossa sekä 20. 10. 1972 Outokumpu Oy:n Kylmäkosken kaivos. Mukana syyskokouksessa oli 86 jäsentä.

Jaoston jäsenmäärä on 258.

Jaoston puheenjohtaja on perinteiseen tapaan toiminut Bergsprängningskommittén yhdysmiehenä Suomessa.

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut yli-ins. Reino O. Kurppa, varapuheenjohtajana DI Sepo Lehmuskallio ja sihteerinä DI Antero Hakapää.

Outokummussa 2. 3. 1972

Reino O. Kurppa  
puheenjohtaja

Antero Hakapää  
sihteer

### Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n metallurgijaoston toimintakertomus vuodelta 1972

Metallurgijaosto on toimintavuoden aikana pitänyt kaksi varsinaista kokousta sekä tehnyt kesäretken Sakon tehtaille Riihimäelle ja Rautaruukki Oy:n Hämeenlinnan tehtaalte.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut yli-ins. Raimo Eriksson, varapuheenjohtajana yli-ins. Reijo Antola ja sihteerinä tekn.tri Erkki Räsänen.

Johtokunta on vuoden aikana kokoontunut neljä (4) kertaa.

### Vuosikokous

Jaoston vuosikokous pidettiin Helsingissä Rakennusmestarien talolla 23. 3. 1972. Läsnä oli 115 jaoston jäsentä. Vuosikokouksessa johtokunta sai seuraavan kokoonpanon:

puh.joht.	yli-ins. Raimo Eriksson, Rautaruukki Oy
varapuh.joht.	dipl.ins. Reijo Antola, Ovako Oy
siht.	tekn.tri Erkki Räsänen, Rautaruukki Oy
jäsenet:	tekn.lis. Asko Parviainen, Outokumpu Oy
	tekn.lis. Olavi Siltari, Outokumpu Oy
	tekn.tri Kaj Lilius, TKK
	dipl.ins. Väinö Hulmi, Nokia Oy
	dipl.ins. Göran Wickström, Paraisten Kalkki Oy

Vuosikokouksen yhteydessä kuultiin seuraavat esitelmät:

Dipl.ins. Mikko Kumpula (Rautaruukki Oy): "Rautamalmin sintrauksesta"

Tekn.tri Lauri Holappa (Ovako Oy): "Fumeless refining"

Dipl.ins. Jouko Härkki (TKK): "Rikin ja fosforin vaikutus raudan ydintymiseen homogeenisestä sulasta"

Dipl.ins. Pentti Ylijoki (Ovako Oy): "Teräksen relaksaatiosta"

Dipl.ins. Lassi Heimonen (Outokumpu Oy): "Kuumataottujen messinkiarmatuuriin sinkkikadosta"

### Kesäretki

Jaoston kesäretki tehtiin 8. 9. 1972 Sakon tehtaille Riihimäelle ja Rautaruukki Oy:n Hämeenlinnan tehtaalte. Retkelle osallistui 131 jaoston jäsentä. Tehdaslaitoksiin tutustumisen välillä nautittiin yhteinen lounas Hämeenlinnassa. Kesäretki päättyi yhteiseen illalliseen Aulan- gilla, jota ennen jäsenillä oli tilaisuus saunomiseen ja uintiin.

### Syyskokous

Jaoston syyskokous pidettiin 1.—2. 12. 1972 Helsingissä Rakennusmestarien talolla. Läsnä oli ensimmäisenä kokouspäivänä 70 ja jälkimmäisenä 48 jaoston jäsentä. Syyskokouksen yhteydessä kuultiin seuraavat esitelmät:

Prof. Matti Tikkanen (TKK): "Esipelkistettyjen rika- kstepellettien osuudesta rauta- ja terästeollisuudessa"

Dipl.ins. Folke Jansson (Oy Nokia Ab): "Alumiinin pursotus"

Dipl.ins. Paavo Tennilä (Rauma-Repola Oy): "Teräs- valujen käyttö koneenrakennuksessa"

Tekn.lis. Taisto Hannukainen (Rautaruukki Oy): "Kontrolloitu valssaus teräslevytuotannossa"

Dipl.ins. Martti Veistaro (TKK): "Pyyhkäiselektro- nimikroskoopin käyttö metallurgisessa tutkimuksessa"

Syyskokouksen yhteydessä suoritettiin lisäksi tehdas- käynti Oy Nokia Ab:n Pikkalan tehtaalte, johon osal- listui 45 jaoston jäsentä.

### Jäsenistö ja muu toiminta

Jaosto on onnitellut yli-ins. Ryselin'iä sähköitse hänen täyttäessä 70 vuotta. Vuorimiesyhdistyksen edustajana Svenska Bergsmannaföreningen'in ARBED-afton'iin 31.

5. 1972 on osallistunut jaoston varapuheenjohtaja dipl. ins. Reijo Antola.

Vuoden 1972 aikana on jaoston jäsenkortisto saatettu yhtäpitäväksi pääyhdistyksen luettelon kanssa. Jaostoon kuului toimikauden lopussa 556 jäsentä.

Raahessa 27. tammikuuta 1973

*Raimo Eriksson*  
puheenjohtaja

*Erkki Räsänen*  
sihteeri

### Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n rikastus- ja prosessitekniikan jaoston toimintakertomus vuodelta 1972

Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto kokoontui vuoden aikana kolme kertaa, joista kahden kokouksen yhteyteen oli järjestetty excursio. Vuosikokous oli 22. 3. 1972 Vuorimiespäivien yhteydessä, syyskokous Outokummun kaivoksella 6. 10. 1972 ja myöhäissyksyn kokous 15. 12. 1972.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

Prof. R. T. Hukki, TTK-VTT: "Vaahdotus kuumasalieteessä"

Dipl.ins. K. Heiskanen, Outokumpu Oy: "Vuonoksen malminnoston ja murskauksen automaattinen ohjaus"

Dipl.ins. A. Lehtola, Outokumpu Oy: "Magneettikiisun magneettisesta rikastuksesta"

Dipl.ins. A. Mikkonen, Suomen Talkki Oy: "Talkkiriikasteen vedenpoisto".

Jaoston syysretkeily tehtiin Outokumpuun 6. 10. 1972, jolloin tutustuttiin Outokumpu Oy:n Keretin ja Vuonoksen rikastamoihin. Aamukahvin jälkeen kuultiin esitelmät Outokumpu Oy:n Pohjois-Karjalan tuotantolaitoksista sekä Vuonoksen jauhatuspiireistä ja tietokonesäädöstä. Rikastusjaosto sai myös kunnian olla ensimmäinen Outokumpu Oy:n ulkopuolinen, jolle kerrottiin uudesta VK 10 vaahdotuskoneesta. Lounaan jälkeen suoritettiin kiertokäynnit paikallisilla tuotantolaitoksilla. Onnistunut excursio päättyi saunan jälkeen nautittuun yhteiseen illalliseen. Excursioon osallistui 19 jäsentä.

Jaoston myöhäissyksyn retkeily tehtiin 15. 12. 1972 Helsinkiin Oy Julius Tallberg Ab:n Lauttasaaren laitoksille. Tilaisuudessa esiteltiin aluksi Tallberg, dipl.ins. C. J. Tallbergin ja dipl.ins. K. Torstin toimesta. Tämän jälkeen annettiin puheenvuoro Tallbergin päämiehelle, Sala Maskinfabriks Ab:lle, jonka teemana oli: "En maskintillverkares synpukter på 70-talets mineralberedningsteknik". Ins. Eskil Lindgren piti esitelmän: "Utvecklingstrender på processidan" samoin ins. Per-Erik Sandgren aiheesta: "Mineralberedningens nyckelmaskiner". Lisäksi nähtiin filmi norjalaisesta Tvärfjälletin rikastamosta. Kenttälounaan jälkeen tutustuttiin Tallbergin huoltokorjaamoon ja siellä esiteltäviin laitteisiin. Ilta-päivän esitelmistä vastasi Trelleborgs Gummifabriks Ab teemanaan "Kumista ja kulumisesta". Tässä yhteydessä kuultiin dos. Hans Palmgrenin esitelmä: "Nötning hos gummin som slitmaterial inom gruvindustrin" sekä ins. Bo Perssonin esitelmä "Slitgummin som konstruktionsmaterial vid anrikningsprocessen". Lisäksi nähtiin filmiesitys.

Excursion loppuksi nautittiin yhteinen päivällinen Hotelli Hesperiaassa. Excursioon osallistui 32 jaoston jäsentä.

Vuorimiesyhdistyksen hallituksessa samoin kuin tutkimusvaltuuskunnassa on jaostoa edustanut puheenjohtaja.

Vuosikokouksen valitsemina ovat hallitukseen kuuluneet jaoston jäsenet: joht. Jürgen Schmidt puheenjohtajana ja dipl.ins. Juhani Tanila jäsenenä.

Vuoden 1972 aikana on jaoston jäsenmäärä lisääntynyt 27:llä, ollen nyt 112.

Rikastusjaoston puheenjohtajana on toiminut: Prof. R. T. Hukki

Varapuheenjohtajana: Tekn.lis. K. Kitunen

Muina jäseninä: Dipl.ins. R. Rinne, Dipl.ins. T. Välttilä

Sihteerinä: Dipl.ins. V. Appelberg.

Helsingissä, 1. päivänä maaliskuuta 1973

*R. T. Hukki*  
puheenjohtaja

*Veikko Appelberg*  
sihteeri

### Uusia jäseniä — Nya medlemmar

*Auranen, Olavi*, FK, s. 1937. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, geologi. Osoite: Koskitie 18 A 1, 96200 Rovaniemi 20.

*Haapala, Ilmari* Johannes, FT, s. 1939. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, vt valtiongeologi. Osoite: Lipparinne 3 C 24, 02720 Lähderanta.

*Hakuli, Jouni*, DI, s. 1947. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, terästehtaan laadunvalvontains. Osoite: Ollinsaarentie 43 H 50, 92120 Raahen 2.

*Haveri, Hannu* Antero, DI, s. 1946. Murskauskone Oy, suunnitteluins. Osoite: Hedelmätarhantie 1 B 67, 15860 Salpakangas.

*Heinonen, Pertti* Juhani, DI, s. 1945. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, vuoritekniikan laboratorio, tutkija. Osoite: Venuksenkuja 5 D 36, 01450 Korso.

*Kortman, Caj*, FL, f. 1940. Geologiska forskningsanstalten, geolog med specialuppdrag. Adress: Gyldensvägen 6 A 5, 00200 Helsingfors 20.

*Kärnä, Jouko*, DI, s. 1938. Ovako Oy, Imatran terästehdas, valvontakeskuksen päällikkö. Osoite: Terästehdas B 106, 55610 Imatra 61.

*Laajoki, Kauko*, FT, s. 1940. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, tutkija. Osoite: Riistapolku 2 B 25, 02120 Tapiola 2.

*Laako, Tero* Jussi, DI, s. 1945. Patentti- ja rekisterihallitus, tutkijains. Osoite: Viherkalliontie 1 D 36, 02710 Viherlaakso.

*Lecklin, Esa* Kullervo, TL, s. 1946. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, tutkimusins. Osoite: Satakunnankatu 8 C 25, 28100 Pori 10.

*Leskelä, Sakari*, FK, s. 1941. Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto, geologi. Osoite: Vanamokatu 15 B 8, 96500 Rovaniemi 50.

*Myllyniemi, Jukka* Kullervo, DI, s. 1946. Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivos, vanadiinitehtaan käyttöins. Osoite: Malmi A 2, 88200 Otanmäki.

*Pekkarinen, Lauri* Jouni, FK, s. 1937. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, geologi. Osoite: Vaahterakuja 15, 02940 Aurora.



*Prokkola, Seppo* Ilmari, DI, s. 1943. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, rikastamon tutkimusins. Osoite: Karsitie 3 B, 86440 Lampinsaari.

*Rantanen, Seppo* Oskari, DI, s. 1947. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, vuoriteknikan laboratorio, tutkimusassistentti. Osoite: Vaahtorinne 4 B 33, 01600 Myyrmäki.

*Rautajoki, Heikki* Eero, DI, s. 1948. Ovako Oy, Imatran terästehdas, prosessikehitysosaston tutkimusins. Osoite: Terästehdas B 88, 55610 Imatra 61.

*Reinikka, Erkki* Ilmari, DI, s. 1943. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus, työsuojeleins. Osoite: Aapelinkatu 9 C 37, 02230 Matinkylä.

*Rikka, Pekka* Olavi, DI, s. 1947. Ovako Oy, Imatran terästehdas, tutkimuskeskuksen nuorempi tutkija. Osoite: Ensontie 45 B 10, 55610 Imatra 61.

*Salminen, Kari*, DI, s. 1946. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, tutkimusins. Osoite: Tiilimäentie 8 B 10, 28500 Pori 50.

*Siikavuo, Aarne*, DI, s. 1933. Ovako Oy, Imatran terästehdas, hallintopäällikkö. Osoite: Terästehdas B 88, 55610 Imatra 61.

*Tiitu, Olli* Matti Kalevi, DI, s. 1945. Rautaruukki Oy, pääkonttori, suunnitteluins. Osoite: Suvantopolku 5 H 105, 01600 Myyrmäki.

*Tuomela, Yrjö* Olavi, DI, s. 1929. Ovako Oy, Imatran terästehdas, piirustuskonttorin osastoin. Osoite: Terästehdas B 107 A 1, 55610 Imatra 61.

*Ukkola, Anja* Irma Marjatta, DI, s. 1946. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, tutkimusins. Osoite: Satamakangas 4 B 11, 92170 Raahensalo.

## Uutta jäsenistä – Nytt om medlemmarna

DI *Esko Alopaeus* toimii nykyään Outokumpu Oy:n Hammaslahden kaivoksen ja rikastamon insinöörinä. Osoite: 80250 Reijola 2.

DI *Bengt Andersson*, adr.: Mikonkatu 30 lok 25, 28100 Björneborg 10.

Fil. dr. *Alf Björklund* är numera anställd vid Geologiska forskningsanstalten som forskare på geokemiska avdelningen. Adress: Skumbrinken 4 B 33, 01600 Myrbacka.

DI *Carl-Fredrik Bäckström* har utnämnts till chef för avdelningen Tytyri vid Lojo Kalkverk Ab.

DI *Henning Doepel* har utnämnts till direktör för basmaterialgruppen vid Pargas Kalk Ab.

Övering. *Henrik Falck* har utnämnts till chef för investerings- och fabriksplaneringsavdelningen vid Oy Nokia Ab, kabelfabriken.

DI *Caj-Erik Gustafsson* har utnämnts till chef för cement- och kalkproduktgruppen vid Lojo Kalkverk Ab.

FK *Nils Gustavsson*, adr.: Sökösvägen 3 B 21, 02360 Sökö.

Teollisuusneuvos *Ilmari Harki*, os.: Kangaspellontie 4 B, 00300 Helsinki 30.

Prof. *Sakari Heiskanen* on nimitetty Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen materiaali- ja prosessiteknikan tutkimusosaston tutkimusjohtajaksi. Osoite: Harjuviita 1 B 55, 02100 Tapiola.

DI *Kalevi Helasuo*, os.: Lintukallionkuja 3, 01620 Martinlaakso.

DI *Pekka Hongisto* on nimitetty Oy Kontino Ab:n toimitusjohtajaksi.

DI *Matti Honkaniemi*, os.: Jääkärinkatu 4 as 11, 95400 Tornio.

DI *Väinö Hulmi*, os.: Hiidenkiventie 1 E, 02100 Tapiola.

FL *Pentti Hämäläinen* toimii Kemira Oy, Espoon tutkimuskeskuksen tutkimuskemistinä.

DI *Seppo Härkönen* toimii Ovako-ryhmän teknisen asiakaspalvelun osastolla. Osoite: Jalmarintie 4 A 54, 02100 Tapiola.

DI *Gunnar Högnäs* har utnämnts till produktionsdirektör vid basmaterialgruppen inom Pargas Kalk Ab.

TT *Eino Ilmonen* toimii nyttemmin A. Ilmonen Oy:n teknillisenä johtajana.

TL *Heikki Jalkanen*, os.: Koivumäentie 6, 02200 Niittykumpu.

Övering. *Anders Jernström* har utnämnts till intern konsult för att handha koordineringen av utvecklingsverksamheten vid Ovako-gruppens stälverk i Koverhar och Äminnefors.

DI *Esko Järvinen*, os.: Alkutie 43, 00660 Helsinki 66.

DI *Jukka Järvinen*, os.: Metsokatu 2 B 15, 87500 Kajaani 50.

DI *Jorma Kaartama*, os.: Honkatie 4 A 8, 00270 Helsinki 27.

DI *Jouko Kallioinen* toimii Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen rikastamon tutkimusinsinöörinä. Osoite: Pohjoisahonkatu 24 A 10, 83500 Outokumpu.

DI *Aarre Kangas* on nimitetty Oy Nokia Ab, kaapelitehtaan kaapeliosaston apulaisjohtajaksi.

DI *Timo Kangas* on Yleinen Insinööritoimisto Oy:n palveluksessa projekti-insinöörinä. Osoite: Tornihaukantie 6, 02620 Karakallio.

DI *Börje Klaile* har utnämnts till försäljningsdirektör (för övriga metaller utom koppar) vid Outokumpu Oy.

Outokumpu Oy on nimittänyt yli-ins. *Heikki Konkolan* johtajaksi toimialanaan työsuhdeasiat.

DI *Timo Koponen*, os.: Liisantie 1 A 2, 90560 Oulu 56.

DI *Aarre Korbonen* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten henkilöstöhallinnon päälliköksi.

DI *Jaakko Korpi-Anttila*, os.: Asunto Oy Jussinummi, Heikkilä, 02400 Kirkkonummi.

DI *Vesa Koskinen* siirtyy hoitamaan Oy Tampella Ab — Tamrockin kansainvälisiä markkinointitehtäviä Kanadassa ja Pohjois-Amerikassa.

DI *Pertti Kostamo* on nimitetty Oy Koverhar Ab:n terästehtaan päälliköksi.

Yli-ins. *Reino Kurppa* on nimitetty Outokumpu Oy:n kaivostoiminnan johtajaksi ja johtokunnan jäseneksi 1. 9. 1973.

DI *Jussi Käyhkö*, os.: Katariinanaktu 3 C 34, 28100 Pori 10.

FL *Lennart Laurén* har utnämnts till expert i bergmekanik vid Pargas Kalk Ab.

DI *Yrjö Lehtonen*, os.: Vaskisepäntie 4, 00620 Helsinki 62.

FK *Pekka Lestinen*, os.: Pirkkakatu 2 B 11, 96200 Rovaniemi 20.

FM *Launo Lilja*, os.: Liisankatu 19 A 13, 28100 Pori 10.

DI *Tom Lindeberg* har utnämnts till chef för Lojo Kalkverk Ab:s Tytyri kalkverk.

DI *Olof Lindsjö*, adr.: Isolinankatu 3 C 46, 28100 Björneborg 10.

DI *Taisto Liuski* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy:n Kolarin sementtitehtaan tuotanto-osaston päälliköksi. Osoite: 95930 Äkäsoensuu 63.

DI *Kurt Lundström*, adr.: Klovisbranten 14 B, 02180 Mankans.

FM *Reino Marjonen* toimii nykyään vanhempana kariosgeologina Johannesburg Consolidated Investments'in palveluksessa. Osoite: Consolidated Murchinson, P.O. Gravelotte, N. Transvaal, South Africa.

DI *Jukka Murtoaro* on nimitetty Oy Tampella Ab — Tamrockin pohjoismaiden myyntipäälliköksi.

Yli-ins. *Reino Mäkelä* on nimitetty Rautaruukki Oy:n operatiiviseksi johtajaksi. Osoite: Laaksotie 2 A 4, 02700 Kauniainen.

TL *Juho Mäkinen*, os.: Paimenenkatu 23 A 30, 01400 Rekola.

DI *Timo Niitti*, os.: Kansalaiskoulunkatu 3 as 3, 83500 Outokumpu.

DI *Sigurd Nyström*, adr.: Kievarinmäki B 6, 08700 Virkby.

DI *Antti Närhi*, os.: Yrjönkatu 7 B 11, 28100 Pori 10.

DI *Kalevi Onnela* on nimitetty Upo Oy, metalliteollisuuden tuotekehittelyosaston projektipäälliköksi. Osoite: Ruolankatu 28 A 9, 15150 Lahti 15.

FM *Heikki Paarma*, os.: Jaakonkuja 1 F 6, 90230 Oulu 23.

DI *Tapani Pajala*, os.: Liisankatu 8 C 38, 28100 Pori 10.

FK *Lauri Pakkanen*, os.: Uusikoivistontie 79 A 7, 28130 Pori 13.

FL *Carl-Olof Palm* arbetar numera som produktutvecklare vid basmaterialgruppen inom Pargas Kalk Ab.

DI *Antti Palomäki* toimii nykyään Paraisten Kalkki Oy:n Tapanilan ja Muijalan mineriittitehtaiden, Naarajärven ja Kiikalan SAKA-tiilitehtaiden sekä Paraisten muovitehtaan yli-insinöörinä.

DI *Asko Palomäki* on nimitetty Oy Starckjohann & Co Ab:n varatoimitusjohtajaksi. Osoite: Pihkatie 17, 15860 Salpakangas.

DI *Esko Partio* toimii Outokumpu Oy:n Teknillisen suunnittelun sähköinsinöörinä. Osoite: Täysikuu 1 A 4, 02210 Ruomela.

DI *Bengt Pettersson* har utnämnts till vicechef för cement- och kalkproduktgruppen vid Lojo Kalkverk Ab.

Yli-ins. *Lauri Pietiläinen*, os.: Keltontie 10 D, 02180 Mankkaa.

FM *Veikko Polvi*, os.: Valtakatu 5 D 52, 28100 Pori 10.

Ins. *Kalevi Raipala*, os.: Pahanienkatu 9 E, 20100 Turku 10.

DI *Raimo Rantanen*, os.: Aarnintie 29 A 1, 28360 Pori 36.

DI *Pentti Rautavala*, os.: Olkitie 12, 28360 Pori 36.

DI *Harri Rautainen* on Oy Honeywell & Bull Ab:n systeemisuunnittelija. Osoite: Sammalkallionkuja 2 D 57, 02210 Ruomela.

DI *John Relander* har utnämnts till äldre forskare vid Outokumpu Oy, Metallurgiska forskningsanläggningen.

FM *Åge Renvall*, adr.: Viirilä, 01490 Jokivarsi.

DI *Rauno Roitto* on nimitetty Outokumpu Oy:n myyntiorganisaation johtajaksi alueena muokattujen metallituotteiden kehittäely, standardisointi ja niihin liittyvä teknillinen neuvonta.

Professori *Urmias Runolinna*, os.: Kiskotie 10, 90150 Oulu 15.

TT *Raimo Rätty*, os.: Länsipuisto 20 A 27, 28100 Pori 10.

DI *Kyösti Saarbelo*, os.: Kansalaiskoulunkatu 3 B 35, 83500 Outokumpu.

DI *Pentti Sainio*, os.: Toppelundintie 9 B 11, 02170 Haukilahti.

DI *Jürgen Sasse* on nimitetty Ovako-ryhmän myynnin johtajaksi.

DI *Kai-Markus Saurio* on nimitetty Ovako-ryhmän teknisen asiakaspalvelun päälliköksi.

Outokumpu Oy on nimittänyt yli-ins. *Rauno Sees-teen* johtajaksi toimialanaan teknillinen vienti.

Professori *Juhani Seitsaari*, os.: Vesaisentie 33, 90160 Oulu 16.

DI *Jukka Setälä* toimii Johtamistekniikka Oy:n yrityskonsulttina. Osoite: Hedelmäkatu 5 A, 33270 Tampere 27.

DI *Pentti Similä* on nimitetty Lohjan Kalkkitechdas Oy:n varatoimitusjohtajaksi.

DI *Hasse Sjöberg* on siirtynyt Philips Oy:n tuote-päälliköksi huolehtimaan röntgenanalysointilaitteiden, emissiospektrometrioiden ja elektronimikroskooppien markkinoinnista. Osoite: Lähteenkuja 2 A 9, 04400 Järvenpää.

Tekn. dr. *Gunnar Snellman* har utnämnts till verkställe direktör för Oy Esab Ab.

FM *Matti Suila* toimii Johtamistekniikka Oy:n yrityskonsulttina.

DI *Rolf Söderström* har utnämnts till chef för röravdelningen vid Pargas Kalk Ab. Adress: Malmnäs, 21600 Pargas.

DI *Heikki Tütinen* on nimitetty Outokumpu Oy, Metallurgisen tutkimuksen vanhemmaksi tutkijaksi. Osoite: Pellimaantie 39, 28400 Ulvila.

DI *Heikki Torvela*, os.: Isokatu 80 as 10, 90120 Oulu 12.

DI *Pekka Tunturi*, os.: Puutarhatie 12 B, 02260 Suomenoja.

DI *Rainer Tuovinen* on nimitetty Rautaruukki Oy, Rautuvaaran kaivoksen johtajaksi.

DI *Toivo Tyynelä* toimii Johtamistekniikka Oy:n yrityskonsulttina.

DI *Pekka Vaarno*, os.: Kuljunniemi C, 92170 Raahensalo.

DI *Urho Valtakari* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy:n kaivostoiminnan johtajaksi.

TL *Osmo Vartiainen* on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan johtajaksi. Osoite: Terästehdas B 58, 55610 Imatra 61.

DI *Viljo Viertokangas*, os.: Lassintie 1 D 25, 90500 Oulu 50.

DI *Oiva Ylikotila*, os.: Tervakonkuja 6, 33310 Tampere 31.

TL *Seppo Yläsaari* on nimitetty Teknillisen korkeakoulun korroosionestotekniikan apulaisprofessorin virkaan.

Ins. *Bengt Ådahl* är numera marknadsföringschef för Oy Tampella Ab — Tamrock. Adress: Grundvägen 11 B 22, 00330 Helsingfors 33.

## Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina

### HELSINGIN YLIOPISTO

#### Geologian ja mineralogian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkintoja:

*Aho, Lea:* ”Pihtiputaan Ritovuoren alueen malmimineralogiasta”.

*Laitala, Matti:* ”Pellingin alueen kallioperästä”.

*Mäkelä, Markku:* ”<sup>32</sup>S/<sup>34</sup>S-suhteen vaihtelu Outokummun malmissa”.

#### Geologian ja paleontologian laitos

10. 3. tarkastettiin julkisesti fil.lis. *Esa Kukkosen* väitöskirja: ”Sedimentation and typological development in the basin of the lake Lohjanjärvi.” Virallisena vastaväittäjänä toimi vt.apul.-prof.,dos. Pentti Alhonen ja kustoksena prof. Joakim Donner.

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

*Hakkarainen, Veikko:* ”Erilaisten filimityyppien sekä ilmakuvioiden mittakaavaerojen vaikutus maaperätulkintaan Tampere—Vesijärvi välisellä alueella”.

*Koponen, Martti:* ”Paleontologisia tutkimuksia Tervakosken Piilonosuolla (Etelä-Häme, Janakkala)”.

*Seppänen, Hannu:* ”Sähköinen maavastusluotaus”.

*Siltanen, Antero:* ”Pohjaveden esiintymiseen, -virtaukseen ja -ottoon vaikuttavista tekijöistä Rajamäen seudulla”.

*Sundberg, Åke:* ”Siilinjärvi—Juankoski -rataosan perusparannukseen liittyvät routivuus- ja rakennusgeologiset tutkimukset”.

### OULUN YLIOPISTO

#### Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

*Alapieti, Tuomo:* ”Preglasiaaliseen rapautumiseen liittyvästä rautamalminmuodostuksesta Merijärvellä”. Työn ohjasi apul.prof. T. Piirainen.

Tutkimuksessa käsitellään Merijärveltä tavattua pie-nehköä götiittiesiintymää sekä sen löytymiseen johtaneita lohkareita mineralogisen ja kemiallisen koostumuksen valossa. Lisäksi esitetään mikrofossiilit, jotka antavat viitteitä esiintymän iästä. Näiden tutkimusten perusteella muodostuma esitetään tertiäärikautiseksi, lateriitteihin verrattavaksi rapautumiseksi, jonka lähtökohtana on ollut rautarikas amfiboliliuske.

*Honkamo, Mikko:* ”Kolin—Juuan alueen ultramafiset kivilajit”. Työn ohjasi prof. J. Seitsaari.

Tutkimuksessa selostetaan alueen kivilajien petrografiaa sekä lajien Cu-, Co-, Ni-, Ti- ja Cr-pitoisuuksia ja -suhteita. Havaintoaineiston perusteella tarkastellaan erään spiliitti-intrusiivin differentiaatiotapahtumaa ja

vertaillaan Nunnanlahden prekarjalaisen liuskemuodostuman yhteydessä esiintyviä serpentiniittejä ja vuolukiviä muihin Pohjois-Karjalan ultraemäksisiin kivilajeihin.

91 sivua, 40 kuvaa ja 2 karttaa. Tutkimusalue sijaitsee karttalehdellä 4313.

#### Prosessitekniiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Ahola, Pentti Valdemar:* ”Prosessiteollisuuden simulointiohjelmiston kehittämisestä”. Työtä valvoi vt.professori Jorma Sohlo.

*Autio, Ilkka Sauli Antero:* ”Rikkidioksidin ja rikkivedyn välinen reaktio kastepistelämpötilassa”. Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Haasiosalo, Taisto Uolevi:* ”Leijukatalyyttisen krakkausyksikön toiminnan selvittely säätöteknilliseltä kannalta”. Työtä valvoi vt.professori Paavo Uronen.

*Isojämsä, Markku Kalevi:* ”Hienojauhatus tutkimuksia kuula- ja tärymyllyssä”. Työtä valvoi professori Urmas Runolinna.

*Kela, Alpo:* ”Mekaanisten massojen valmistus sanomalehtipaperia varten”. Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Keränen, Risto Aarne Edvard:* ”Sokerin invertointi jatkuvatoimisessa sekoitusreaktorissa”. Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Kivimäki, Aarto A.:* ”Otanmäen ilmeniitin rikastus ympäristönsuojelu huomioon ottaen”. Työtä valvoi professori Urmas Runolinna.

*Lempäinen, Eero Tapani:* ”Tislauskolonnin pohjien laskemisesta”. Työtä valvoi vt.professori Jorma Sohlo.

*Mikkola, Vesa Matti Henrikki:* ”Tutkimus soodakattilan rikkihäviöistä”. Työtä valvoi vt.professori Jorma Sohlo.

*Näppä, Pertti Jubani:* ”Magnesiumionin liikkuminen ioninvaihtokolonnissa”. Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Tirkkonen, Esa Olavi:* ”Ammoniakkilaitoksen optimointi lineaarisella ohjelmoinnilla”. Työtä valvoi vt.professori Paavo Uronen.

*Virtanen, Seija Anneli:* ”LD-kalkin liukenevuuden tutkiminen”. Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

#### Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Ainali, Olavi:* ”Kuulapuhalluksen vaikutus teräslevyn pinnan jännitystilaan ja jännityskorroosio-ominaisuuksiin”.

*Jutila, Pentti:* ”Fluidistorien fysikaaliset ominaisuudet”.

*Paasila, Matti:* ”Sulfaattiselluloosan valkaisun säätö ja matemaattisten mallien laatiminen hypokloriittivaiheisiin”.

*Pykönen, Jouko:* "Hitsausjännitysten aiheuttamien muodonmuutosten määrittämisestä austeniittisessa ruostumattomassa teräksessä".

*Ruuska, Hannu:* "Kartonkikoneen kosteuden ja m<sup>2</sup>-painon mittausta ja säätö".

*Sundström, Olavi:* "Epäpuhtauksien ja lämpökäsittelyn vaikutus kuparin Hall-Petch vakioihin".

## TURUN YLIOPISTO

### Geologian ja mineralogian laitos

17. 3. 1973 esitettiin julkisesti tarkastettavaksi *fil.lis.* *Kauko Laajoen* väitöskirja: "On the geology of the South Puolanka area, Finland". Vastaväittäjänä toimi dosentti Maunu Härme ja kustoksena vt. professori Heikki Papunen.

Väitöskirjassaan tutkija esittää etelä-Puolangan alueen prekambriksen kivien kerrosjärjestyksen ja alueen geologisen rakenteen. Saatujen tulosten valossa hän selvittelee myös alueen Karelidien kerrostumishistoriaa ja tektonista kehitystä.

## ÅBO AKADEMI

### Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie kandidat examen:

*Niiniskorpi, Veikko:* "En breccierad fältspatporfyroblastförande kontaktzon mellan granit och skiffer, Västerbotten, Sverige".

Under ledning av prof. Nils Edelman.

Geologin vid Rågöträskbäcken i västra delen av Kristineberg—Vindelgransseleområdet behandlas. En grovkornig granit och en finkornig pelitisk skiffer dominerar. Vissa partier av skiffern är breccierade. Breccieringen har skett i olika skeden. Den senare breccieringen har lett till porfyroblastbildning.

*Sandbacka, Rolf:* "Salamajärvi gnejs-synklinal i Perho, mellersta Österbotten".

Under ledning av prof. Nils Edelman.

Uppsatsen beskriver en suprakrustalformation i en skålformad synklinal i Salamajärvi i Perho, mellersta Österbotten. Områdets berggrund som tidigare gått under den gemensamma benämningen leptit har nu kunnat indelas i flere olika bergarter bestående av både vulkaniska och rent sedimentära avlagringar vilka alla är metamorfoserade till gnejsstadiet.

## TEKNILLINEN KORKEAKOULU

### Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan lisensiaatin tutkintoja:

*Peltoniemi, Markku Pellervo:* "Indusoidun polarisaation menetelmästä", prof. Mikkolan johdolla.

*Rutanen, Vesa Antero:* "Tutkimus kaivosprojektin perusinvestoinnin suuruuden määrittämisestä a priori", prof. Carlsonin johdolla.

*Vartiainen, Osmo Oiva Emil:* "Reactor Technique in Gas/Solid Phase", prof. Tikkasen johdolla.

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Häyrynen, Pekka Antero:* "Lämpökäsittelyn vaikutus perinnäisen austeniitin raekokoon ja erkaumarakenteeseen eräissä niukkahiilisisä teräksissä", vt. prof. Lindroosin johdolla.

*Jalkanen, Erkki:* "Kallion kimmomodulin määrittäminen seismisin menetelmin", prof. Maijalan johdolla.

Työssä esitetään periaatteita, joihin pohjautuen kallion kimmomoduli voidaan dynaamisin menetelmin kenttäolosuhteissa määrätä.

Kimmomoduli voidaan tunnetusti laskea pitkittäisten ja poikittaisten aaltoliikkeiden vaihenopeuksista, kun väliaineen tiheys tunnetaan. Työssä käsitellään eri mahdollisuuksia näiden vaihenopeuksien määrittämiseksi kussakin tapauksessa. Menetelmällisenä hankaluutena käsitellään eri aaltotyypien identifioimista olosuhteissa, joissa se saattaa tuottaa vaikeuksia. Kimmomodulin arvoon liittyvän epätarkkuuden havaitaan joissakin tapauksissa olevan verrattain suuren, johtuen menetelmän väliillisyydestä. Kaikenkaikkiaan menetelmää pidetään paremman puuttuessa eräänä ratkaisuna kalliorakentamiseen liittyviin ongelmiin.

*Kaija, Rauno Ilmari:* "Tutkimus metallin seostuksen vaikutuksesta metalli-titaanikarbidikostutussysteemissä", prof. Tikkasen johdolla.

*Kantanen, Erkki:* "Kallioon louhittavien tilojen työn aikainen tuuletus", prof. Paavo V. Maijalan johdolla.

Tutkimuksessa on selvitetty rakennusteknisiin tarkoituksiin tulevien kalliotilojen työaikaista tuuletusta. Erityistä huomiota on kiinnitetty putkilinjassa tapahtuviin vuotoihin: niiden määrään ja sopivaan ilmaisutapaan. Lisäksi on johdettu laskutapa, millä voidaan määrätä staattinen painehäviö ottaen huomioon myös vuodot. Kaasupitoisuusmittauksilla on selvitetty nykyisten tuuletusjärjestelmien riittävyyttä.

*Kaski, Marja Tuulikki:* "Kolmidimensionaalisen prismamallin käytöstä geofysikaalisten painovoimamittausten tulkinnessa", prof. Mikkolan johdolla.

Työssä on käsitelty painovoima-anomalioiden kolmidimensionaalista tulkintaa prismamallia käyttäen. Prismamallia on käytetty varsinaiseen tulkintaan sekä arviointaissa irtomaakeroksen vaikutusta Bouguer-anomaliaan.

Prismalle on kehitetty tietokoneohjelma, joka perustuu Nagyn (1966) johtamiin laskukaavoihin. Ohjelmaa on sovellettu käytännön esimerkkeihin Stormin, Hituran ja Eno Riutan alueilta. Eno Riutan alueella suoritettuihin mittauksiin tehtiin myös topograafinen korjaus. Korjauksen laskeminen perustuu Karlemon (1963) artikeliin.

Nagy, D., 1966. The gravitational attraction of a right rectangular prim. *Geophysics*, Vol. 31, pp. 362—371.

Karlemon, B., 1963. Calculation of terrain corrections in gravity studies using the electronic computer. *Geoexploration*, Vol. 1, pp. 56—66.

*Klemola, Markku Uolevi:* "Kobolttioksidin pelkistymekanismi systeemissä Fe-CoO-CO", prof. Tikkasen johdolla.

Työssä tutkittiin CoO:n pelkistymekanismia, kun sitä pelkistetään raudalla. Tarkoitus oli saada ydintyvä koboltti muodostumaan jo olemassa olevan metallisen

koboltin pinnalle. Tehdyissä kokeissa saatiin vain hyvin vähän kobolttia ydintymään alkuperäisen koboltin pinnalle. Yleensä koboltti ydintyi joko oksidin huokosiin tai raerajoille. Suoritetuista kokeista kävi ilmi, että kokeen onnistuminen vaatii pienirakeista ja hyvin tiheää (n. 95 %) CoO:a.

*Knaapi, Heikki Antero:* "Vetorenkkaan muokkausosan muodon vaikutus tangon vetämisessä", prof. Sulosen johdolla.

*Käenniemi, Unto Jubani:* "Kupari- ja tinapronssierilliskiteiden plastinen deformaatio ja sen aikana havaitut akustiset emissiot", prof. Miekk-ojan johdolla.

Plastisen deformaation aiheuttamia akustisia emissioita tutkittiin kupari- ja tinapronssierilliskiteillä. Emissiokäyttäytymisessä havaittiin suuria eroja. Kuparilla emissiot keskittyivät alkuvaiheeseen jännitys-venymäkäyrässä ja tinapronssilla ne jakaantuivat tasaisesti parabolisen lujittumisen alueen alkuun asti. Emissioiden synty yhdistettiin alkuvaiheessa Frank-Read'in lähteiden toimintaan ja myöhemmin useiden ruuvidislokaatioiden samanaikaiseen ristiliukumiseen.

*Liljestrand, Bjarne Wilhelm:* "Pienoismallimittauksia aerosähköisten anomalioiden tulkintaa varten", prof. Mikkolan johdolla.

Sarjalla pienosmallimittauksia, joilla simuloitiin Geologisen tutkimuslaitoksen käyttämää Lockheed-mittausysteemiä jossa vastaanottokela hinataan pitkän kaapelin päässä roikkuvassa "pommassa", on pyritty selvittämään miten anomaliat riippuvat levymäisen johteen sähköisen johtokyvyn ja paksuuden tulosta sekä kaateesta. Lisäksi on kirjallisuustutkimuksen pohjalta käsitelty muita nykyisiä AEM-menetelmiä sekä niihin liittyvää tulkintaa.

*Mattila, Lauri Jubani:* "Tutkimus kuonanmuodostukseen vaikuttavista tekijöistä", prof. Tikkasen johdolla.

Tutkimuksen johdanto-osassa tarkastellaan aluksi kuonaa ionisulana ja siinä tapahtuvia muutoksia CaO:n liuetessa silikaattisulana. Seuraavaksi selvitetään kalkin kuonaanliukenemisen reaktiomekanismia sekä LD-kuonan koostumuksessa sulatuksen aikana tapahtuvia muutoksia. Lopuksi esitellään äänitasomittaus LD-prosessin tarkkailun välineenä.

Kokeellisessa osassa tutkitaan prosessiolosuhteita simuloivilla kuumamikroskooppikokeilla lisäaineiden vaikutusta kalkin liukenemisnopeuteen. Faasitutkimuksen avulla selvitetään reaktiomekanismin luonnetta.

Äänitasomittausten avulla tarkastellaan filteripölyli-säyksen ja fluksiaineiden käytön vaikutusta kuonan muodostumiseen sekä puhallustekniikan ja fluksien merkitystä pyrittäessä estämään sulatuksen aikana esiintyvä kuonan jäykistyminen. Lisäksi tarkkaillaan suoritettujen toimenpiteiden vaikutusta konvertterin vuorauksen kulumiseen.

*Rautajoki, Heikki Eero:* "Tutkimus ultraäänen vaikutuksesta puhtaan kuparin raekokoon staattisessa jähmetymisessä", prof. Sulosen johdolla.

*Salminen, Matti Vilho:* "Kuparilangan rekristallisaatioon vaikuttavia tekijöitä", prof. Sulosen johdolla.

*Seppälä, Jaakko Tapani:* "Tutkimus pneumaattisen luokittimen kehittämisestä tuotteille, joiden hienousaste on 95 % < 30 $\mu$ m, prof. Hukin johdolla.

Työssä tutkittiin VTT:n vuoritekniikan laboratoriossa kehitetyn pneumaattisen luokituslaitteen, tuulikaapin, kehittämisestä toiminta-alueelle, jossa syötteen hienous on noin 90 % < 200 mesh (74  $\mu$ m) ja hienotuotteen hienous noin 95 % < 30  $\mu$ m.

Tuulikaappi jakautuu kahteen, toimintaperiaatteeltaan erilaiseen luokittimeen, painovoimaan perustuvaan ja keskipakoluokittimeen.

Keskipakoluokittimen sisärakenteita muuttamalla saavutettiin hienotuotteen hienousalue 95 % < 20 — 35  $\mu$ m. Hienotuotteen kapasiteettitavoite oli 1 000 kg/h, mikä saavutettiin kaksinkertaisena vaihtamalla luokittimeen puhallin, jonka teho riittää aikaansaamaan sekä tehokkaan dispergointivaikutuksen syötesuspensioon että riittävän voimakkaan keskipakokentän.

*Seppälä, Kari Olavi:* "Tutkimus peitostekuonien pintajännityksestä", prof. Tikkasen johdolla.

Työn teoreettisessa osassa on käsitelty pintajännitys-ilmiöitä sekä seostuksen vaikutusta ionisulan pintajännitykseen. Teoriaosassa on lisäksi esitetty kuonien rakennetta ja joitakin pintajännityksen mittaamenetelmiä.

Kokeellisessa osassa on kuvattu mittauksen suoritus sekä laitteisto, jolla kokeet tehtiin maksimikuplanpaine-menetelmää käyttäen. Tulokset on esitetty pintajännitys-seostus- ja pintajännitys-lämpötilakoordinaatistossa. Tuulosten pohjalta on muodostettu kerroin, joka luokittelee kuonat karkeasti tietylle pintajännitysalueelle. Luokituksen perustana on käytetty pintajännitystä nostavien ja laskevien kuonakomponenttien moolisuhdetta.

*Sipilä, Matti Ilkka:* "Muodonmuutoksen jakautumisen esivalssauksessa", prof. Sulosen johdolla.

*Tulokas, Karl Untamo Tapani:* "Raajärven kaivoksen louhinnan kannattavuuden selvittelyä", prof. Maijalan johdolla.

Tutkintotehtävä sisältää selostuksen Raajärven ja Leveäselän kaivoksilla sovelletuista louhintamenetelmistä sekä katsauksen kaivoksen kustannusten muodostumisesta. Työn aikana on pyritty selvittämään myös malmin laadun valvontaa lastausvaiheessa sekä etsimään tuotannon kannattavuuden ja louhittavan rautamalmin rautapitoisuuden välistä yhteyttä.

*Tuuri, Esa Vilho Nikolai:* "Interpolaatiomenetelmistä geofysikaalisten mittaustulosten automaattisessa käsitteilyssä", dos. Ketolan johdolla.

*Virolainen, Reino Kalevi:* "Lämpökäsittelyjen vaikutus erään Cr-Mo-V-teräksen mekaanisiin ominaisuuksiin ja mikrorakenteeseen", dos. Forsténin johdolla.

*Visti, Mikko Jubani:* "Tutkimus eräiden kivilajien porattavuudesta laboratorio-olosuhteissa", prof. Maijalan johdolla.

*Vuento, Aimo Erkki:* "Maavastusmittausten ja vasaraseismisen luotauksen käytöstä maaperätutkimuksessa", prof. Mikkolan johdolla.

## Teknillisen fysiikan osasto

### Diplomi-insinöörin tutkinto

*Sepponen, Risto:* "Katkon kesto usean perän louhinnassa", prof. O. Lokin johdolla ja prof. P. Maijalan valvonnassa.

Oletetaan, että kaluston ja perien määrä sekä koneiden peräkohtaiset tehot ovat ajan suhteen vakioita. Tällöin saadaan työmaan teholliseen aikaan liittyvän työskentelyasteen ja kaluston runsauden välille riippuvuus, joka simulointien antamien tulosten perusteella riippuu vain vähän siitä, minkä kokoisista peristä työmaa koostuu. Häiriöiden ja keskeytysten vaikutus otetaan huomioon kokonaisajan redusointikertoimien avulla.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y. on luovuttanut tämän sivun mainostulot Vuoriteollisuusosaston IV-kurssille Puolaan ja Tshekkoslovakiaan 28. 5.— 9. 6. 1973 suuntautuvaa opintomatkaa varten.

**Oy Algol Ab**

Eteläranta 8  
00130 Helsinki 13  
p. 90-12 631

**Oy Fiskars Ab**

Mannerheimintie 14 A  
00100 Helsinki 10  
p. 90-644 011

**Oy Julius Tallberg Ab**

Aleksanterinkatu 21  
00100 Helsinki 10  
p. 90-13 611

**Kansallis-Osake-Pankki**

Alvarinaukio 1  
02150 Otaniemi  
p. 90-465 568

**Oy Koverhar Ab**

10820 Lappohja  
p. 911-43 100

**Lohjan Kalkkitehdas Oy**

08700 Virkkala  
p. 912-41 511

**Ovako Oy**

Lauttasaarentie 48  
00200 Helsinki 20  
p. 90-670 091

**Pohjoismaiden Yhdyspankki**

Aleksanterinkatu 30  
00100 Helsinki 10  
p. 90-12 221

**Raikka Oy**

Tavaststjernankatu 11  
00250 Helsinki 25  
p. 90-413 344

**Rilke Oy**

Tavaststjernankatu 11  
00250 Helsinki 25  
p. 90-413 344

**Oy Suomen Bofors Ab**

Postilokero 8  
00371 Helsinki 37  
p. 90-553 166

**YIT-Oy Yleinen Insinööri-toimisto**

Tukholmankatu 17  
00270 Helsinki 27  
p. 90-413 399

Kiitämme Vuorimiesyhdistystä ja ilmoittajia.

Vuoriteollisuusosaston IV kurssi

# Profiloitu kierresaumaputki PKG tuo hyvää ilmaa edullisesti.

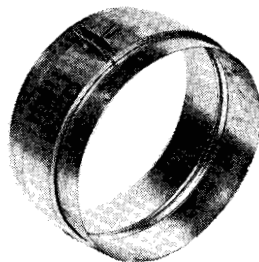
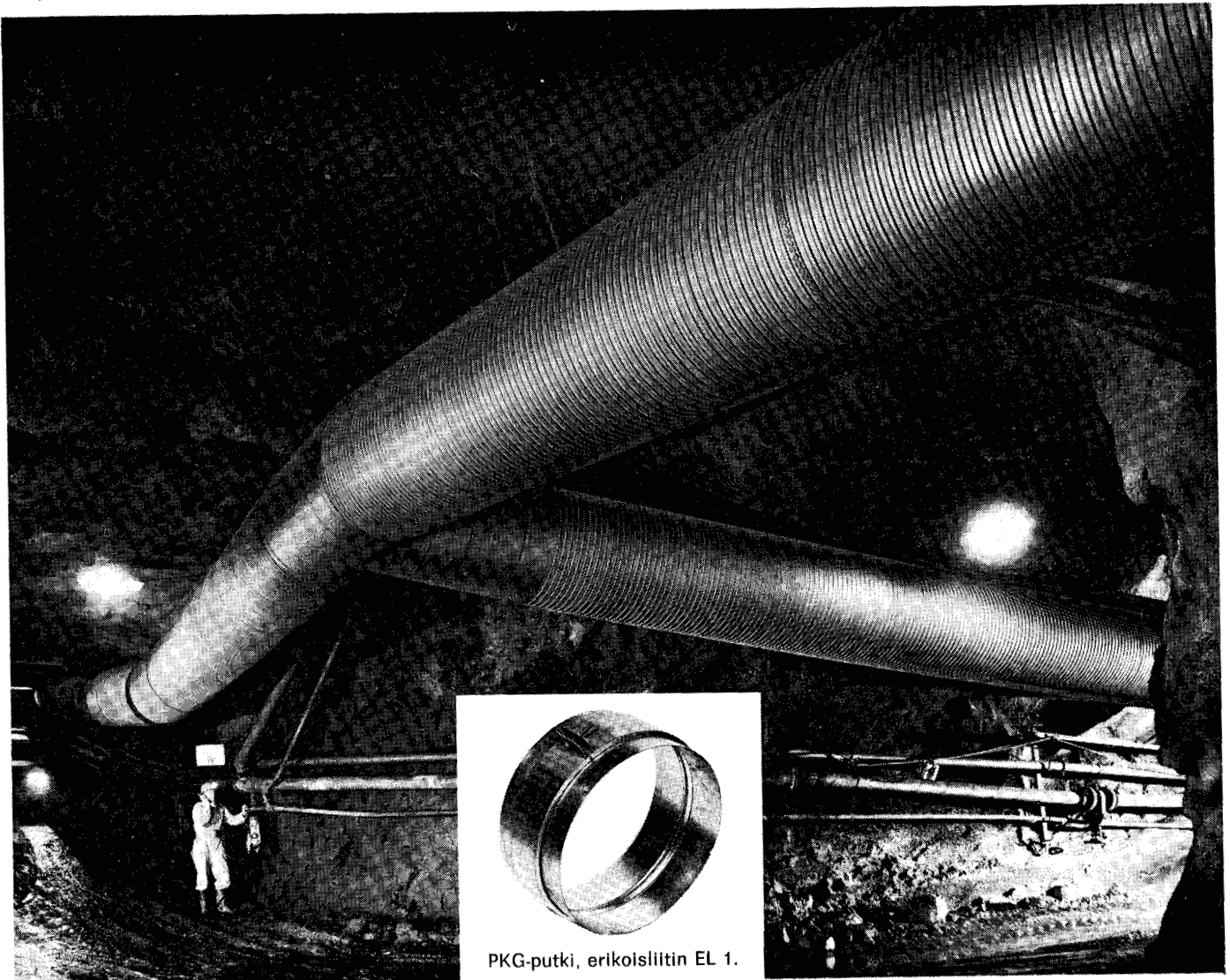
Profiloitu kierresaumaputki PKG soveltuu erityisen hyvin kaivosten ja tunnelityömaiden ilmanvaihtoputkeksi. PKG kestää käsittelyä ja on kevyt. Se on tehty kuumasinkitystä teräksestä,  $s = 0,5 \text{ mm}$  ja  $0,75 \text{ mm}$ . PKG voidaan valmistaa asennuspaikalla, joten kuljetuskustannukset jäävät pieniksi. Huomatkaa myös putken huokea hinta. Halkaisijat 40, 50, 60, 80, 100, 120 cm.

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



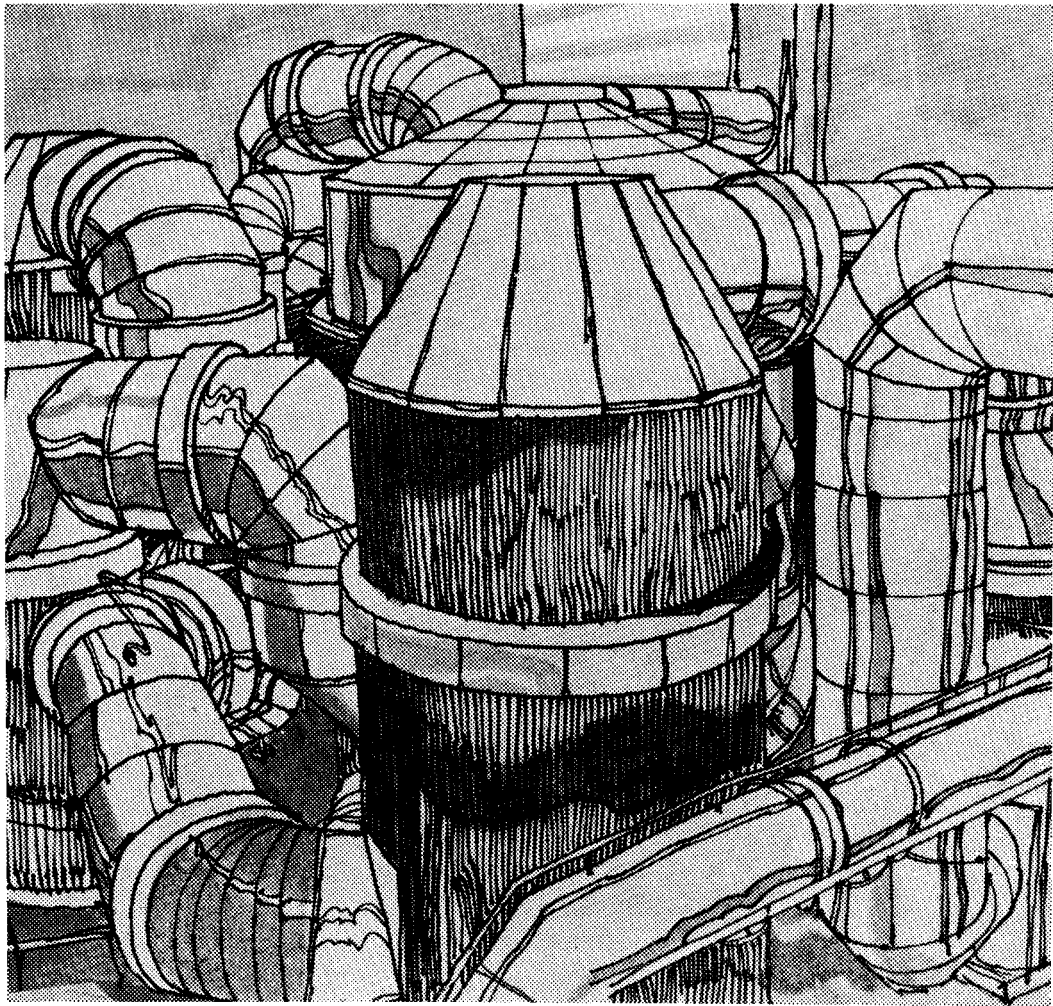
**OY NOKIA AB**  
**KAAPELITEHDAS**

PL 419, 00101 HKI 10 Puh. 821 601



PKG-putki, erikoisliitin EL 1.





# Kemikaaleja teollisuudelle

- rikkihappoa
- fosforihappoa
- alumiinisulfaattia
- natriumsulfaattia
- kalsiumkloridia
- silikofluorideja
- ammoniakkia
- typpihappoa
- metanolia
- titaanidioksidia
- ferrosulfaattia
- lakkahartseja
- selluloosanitraatteja
- eetteriä
- lahosuojusaineita
- erikoiskemikaaleja puunjalostusteollisuudelle
- katalysaattoreita

**KEMIRA**   
aikaisemmin Rikkihappo Oy

# **In a 2,5x2,5 metre tunnel a TORO loader shifted 67 tons of stone (2,1 t/m<sup>3</sup>) 50 metres in 50 minutes**

The TORO is the loader for small tunnels and narrow headings. It loads, hauls and dumps briskly. It has hydrostatic power transmission, with no gear-changing, no clutch work and no gear wheels. The operator steers with his left hand and controls the booms and the bucket with his right. He drives forward with his left foot and reverses and operates the brake with his right foot. It's very simple with hydrostatic transmission.

The TORO also has four-wheel drive and power steering, and is driven by a powerful diesel engine.

Some of the TORO's performance figures are shown above. Here are some other important features:

- bucket 1 m<sup>3</sup>
- tipping load 6000 kp (SAE)
- tramping capacity 3000 kp
- breakout force 5000 kp

The TORO has the highest bucket lift of any machine of its size on the market. Trucks with sides over 2 metres high can be loaded without difficulty. And, if required, the TORO can also be supplied with a side-tipping bucket.

In confined spaces, your answer's a TORO.

Oy Tampella Ab Tamrock Division, Tampere Finland  
tel. 931-431 411 telex 22-193

# **TAMROCK**

***through the rock***

We sell cheap footage, not cheap machines, which is why we have doubled our turnover every year since 1968. Profits are ploughed back mainly into expanding production and enlisting men with know-how. Real professionals. We don't need to copy anybody else's equipment. All our products are designed entirely by us. That's why we're always years ahead of our rivals.

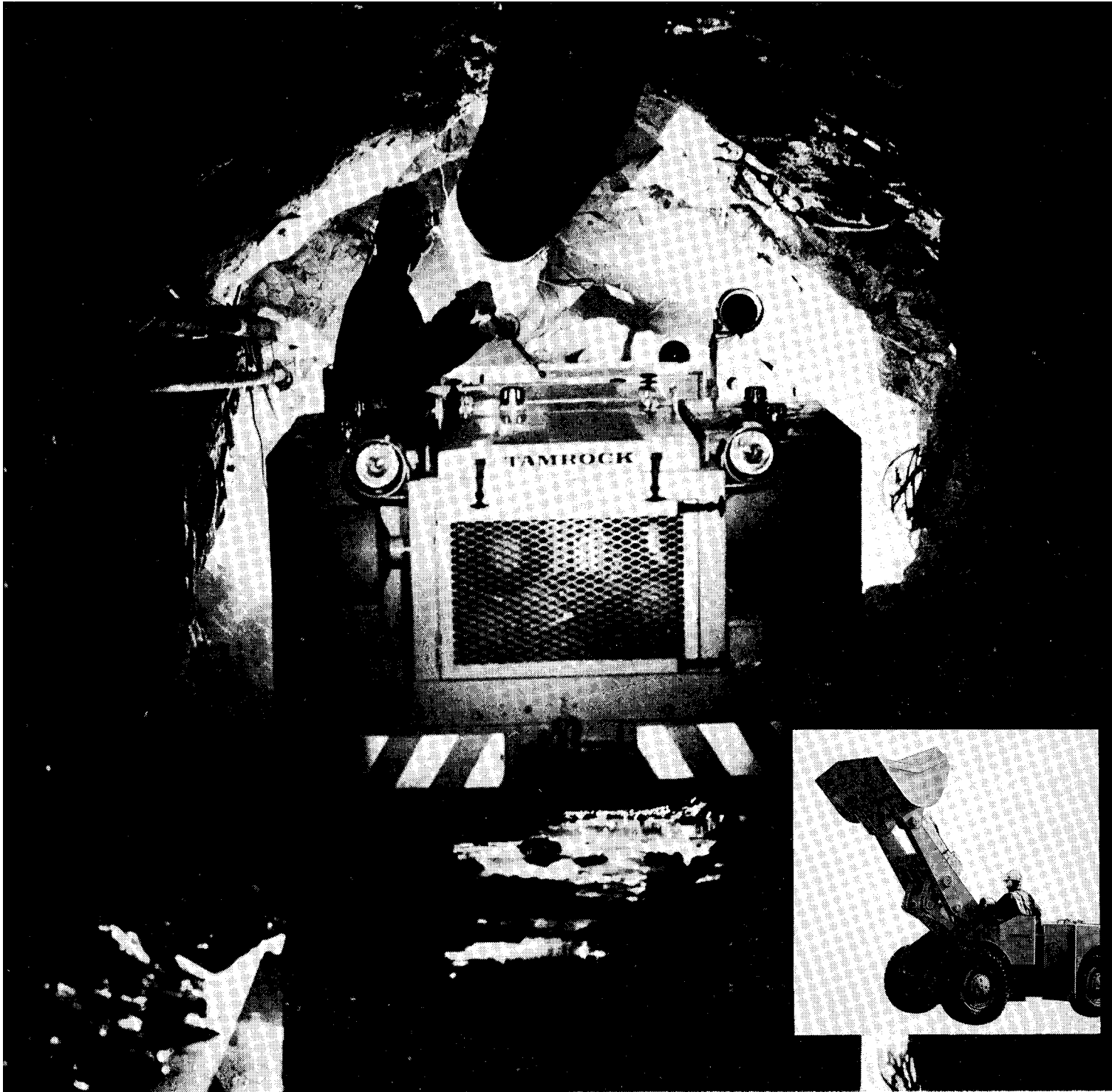
---

**VUORIMIESYHDISTYS – BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y:n**

## **Vuosikokous**

pidetään Helsingissä 22–23. 3. 1974

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

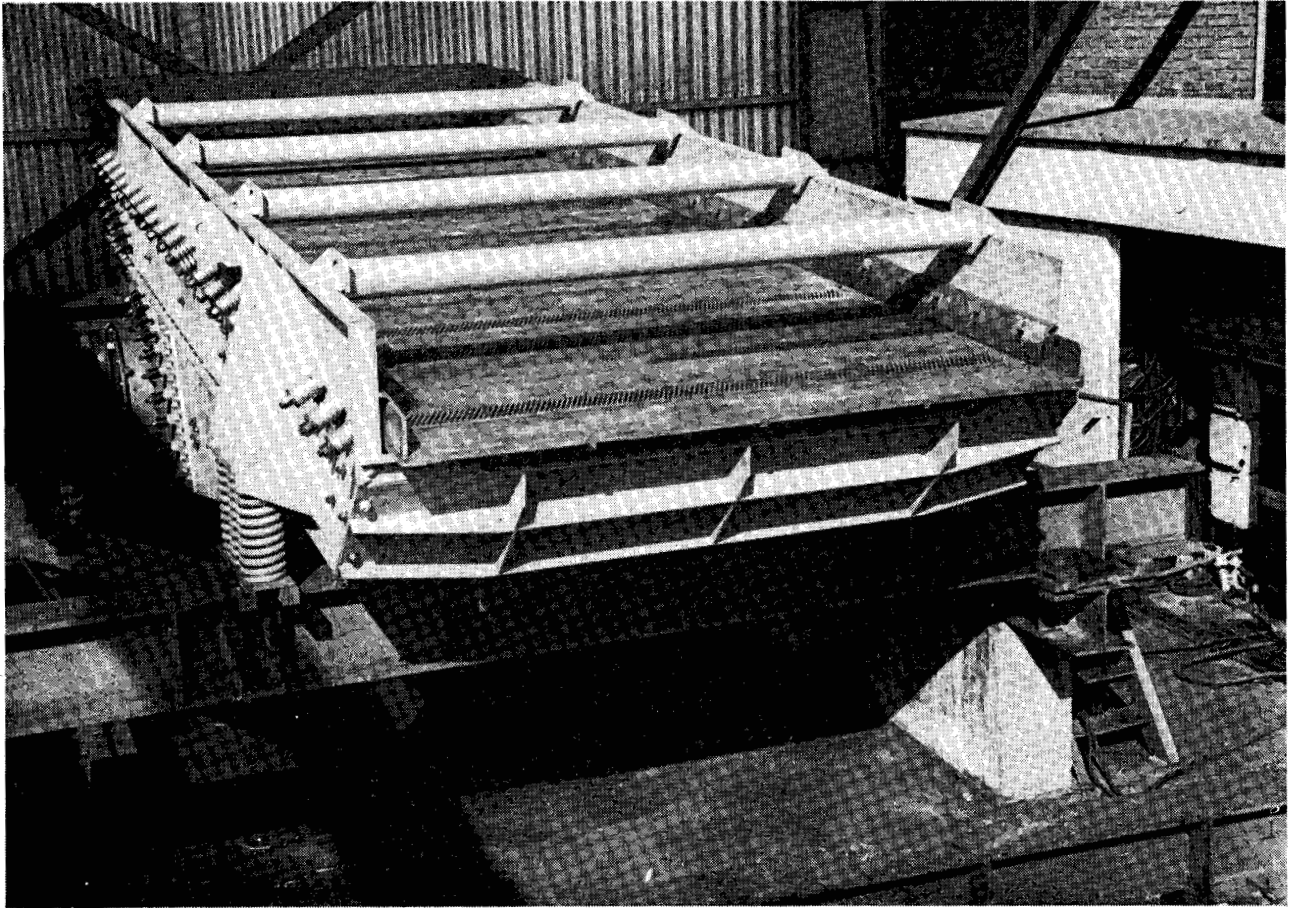


**VUORIMIESYHDISTYS – BERGSMANNAFÖRENINGEN r.v:s**

## **Årsmöte**

hålles i Helsingfors den 22–23. 3. 1974

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



# HEWITT-ROBINS

## KUUMASINTTERISEULA

"Eliptex" tyyppi 2E-13 96" x 288" 500 t/h kuumasinteriä, aukot 6 x 160 mm, 20 mm paksut seula-levyt erikoisseostettua terästä, kestävät n. 1,3 milj.t. vaihtamatta.

HEWITT-ROBINS valmistaa mm. täryseuloja ja -syöttäjiä eri tarkoituksiin, samoin homogenisointilaitoksia.



KM-  
osasto

**OY GRÖNBLÖM AB**  
HELSINKI — TURKU — TAMPERE

## KUN TARVITSETTE

kvartsihiekkää

luonnonhiekkää

bentoniittia

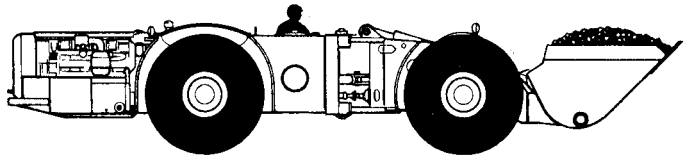
kalkkia, kalkkikiveä

sementtiä



LOHJAN KALKKITEHDAS OY  
08700 Virkkala, puh. 912-41 511

# Vagner -kaivoskuor- maajalla vähennätte maanalaisia kustannuksia



Wagnerin kumipyöräisiä kaivoskoneita — kuormajia, kuljetusvaunuja ja dumpereita — on 34 vakiomallia. Ja erikoistapauksiin tehdään erikoismallit.

Kaikki ne ovat vahvoja, tehokkaita ja luotettavia. Suunniteltu nimenomaan työskentelemään maan alla. Siksi ne ovat matalia, kapeita ja ketteriä. Liikellepanevana voimana on vähän saastuttava Deutz-dieselmoottori.

Wagnerin kaivoskoneitten jokainen osa on rakennettu kestävämpään raskaassa työssä ja vaikeissa olosuhteissa.

Tästä syystä näitä koneita käytetään kaikkialla maailmassa siellä missä tunkeudutaan maan sisään tehokkaasti ja taloudellisesti.

Tämän tekee mahdolliseksi Wagnerin tarjoama kuormaa-kanna-kaada menetelmä.

Annamme mielellämme lisätietoja ja yksityiskohtaisia tarjouksia.

# palsbo

OY HANS PALSBO AB

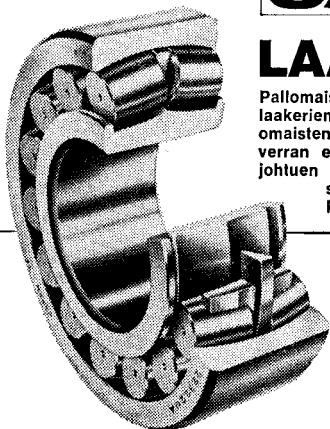
Pulttitie 20, Helsinki 81, puh. 782 100

## NTN RASKAAN SARJAN

### UA TYPE

## LAAKERIT

Pallomaisten NTN UA-rulla-laakerien rullat ovat tavannaisten laakerien keskilaipan verran entistä pitempiä. Tästä johtuen kantavuusluku on lisääntynyt ja kestoikä kaksinkertaistunut.



Pidennetty rullarakenne takaa laakerien moitteettoman toiminnan ja kestävyuden vaikeissa olosuhteissa.

## BRINK

OSAKEYHTIÖ ARNOLD BRINK

Museokatu 32, 00101 Helsinki 10, Pk. 395, Puh. 440 671

## Ilmoittajat — Annonserer

Airam/Kometa	Nokia/Kaapelitehdas
Algol	Nokia/Kumitehdas
Auramo	Outokumpu
Brink	Ovako
Ekströmin Koneliike	Hans Palsbo
Enso	Rautakonttori
Esso Chemicals	Rautaruukki
Grönblom	Rotator
Kemira	G. A. Serlachius
Knorring	Suomen Malmi
Koneisto	Tallberg/Vuorikoneet
Kumi-Tuote	Tampella/Tamrock
Lohjan Kalkkitehdas	Tulenkestävät Tiilet
Lokomo	Witraktor
Machinery	Vuorikone/Wedag



## Suomalainen terästanko. Taivutus ja perusaskel.

Tangon nimi: "Vie sinä, minä ostan  
ulkomaista". Ja niin erikoisterästä tuodaan  
ja viedään. Mutta ulkomaille  
OVAKO-erikoisteräs on kova sana.  
Siihen luottavat suuret autotehtaat.  
Miksi et sitten Sinä?



### OVAKO

Imatra — Amnnefors — Turku — Koverhar  
Helsinki — puh. 90-670 091/myynti

# RHS

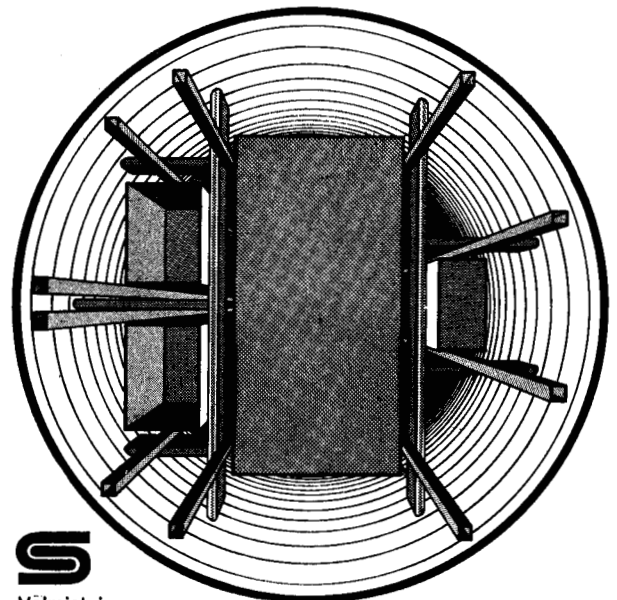
## profiileista rakennatte vahvasti mutta kevyesti.

RHS putkiprofiileilla saatte vahvoja rakenteita, jotka ovat 30 % kevyempiä kuin muista profiilimuodoista tehdyt vastaavat rakenteet. Suunnitellessanne kantavia teräsrakenteita voitte säästää RHS profiilien avulla sekä painossa että rakennuskustannuksissa.

## Uusi käyttösovellutus: Kaivoskuilurakenteet

RHS profiileista rakennatte taloudellisesti mm. henkilö- ja tavarahissien tukirakenteet.

RHS profiilien valikoimassa on nyt peräti 121 mittaa ja paksuutta. Myös erikoispituuksia. Pyytäkää meiltä lisätietoja.



# S

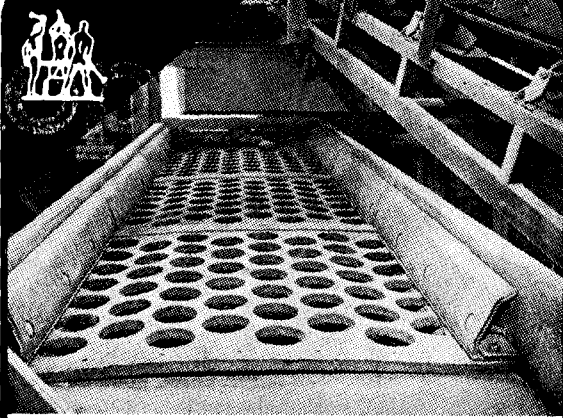
Välistaja:

British Steel Corporation  
Tubes Division S&L

Maahantuonti:

## RAUTAKONTTORI OY

00100 Helsinki 10, Keskuskatu 3, puh. 90-12121



## DUENERO kumiseulakankaat



... for technological achievement in  
equipment development  
for the world minerals industry.

Duenero on kehitetty kaivosten ja kivilouhosten vaikeitten seulontaongelmien ratkaisemiseksi ja monen vuoden kokemukset ovat osoittaneet, että kustannukset pienenevät käyttämällä tätä tuotetta. Duenero kumiseulakankaat sopivat kaikkiin markkinoilla oleviin seulakoneisiin seulohtaessa materiaalia, jonka raekoko on 1—200 mm. Myös kostean materiaalin seulotaan.

Eräässä Suomen kalkkikivilouhoksessa käytetään Duenero-kumiseulakankaita sivukiven luokittelussa. Seulakone: Binder S 1300 G, 1300 x 3700 mm; aukko Ø 45 mm; syöttö 90 t/h murskettua ja seulontaraja 40 mm.

Teräslankaverkon kestoikä oli tässä n. 3 viikkoa. Duenero-seulontakankaat tarkastettiin 40 viikon käytön jälkeen, jolloin 175.000 tonnia murskettua oli kulkenut seulan yli ja niissä todettiin ainoastaan pientä kulumista.

# TRELLEBORG

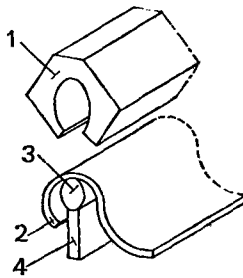
— leading rubber specialist for mines and quarries!

## TALLBERG VUORIKONEET

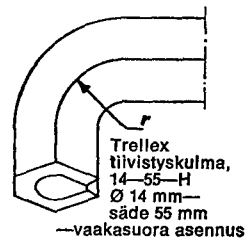
ALEKSANTERINKATU 21 00100 HELSINKI 10 PUH. 13 611



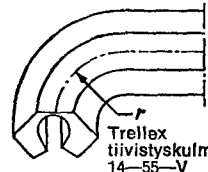
## TRELLEX- PÖLYNTIIVISTYS- KOMPONENTIT suojaavat henkilökunnan ja koneet



1. Trellex tiivistyslista, 14 Ø 14 mm, 10 mm pyöröteräs +2 +2 mm kumikangas
2. Kumikangas, 2 mm
3. Pyöröteräs Ø 10 mm
4. Laattateräs 5 mm



—vaakasuoara asennus



Ø 14 mm—säde 55 mm pystysuoara asennus

Useimmat pölyt on todettu haitallisiksi, jos niiden sallitaan vapaasti leijaila työpaikalla. Ihmiselle voi pöly aiheuttaa silikoosia, allergiaa ja muita tautitiloja. Koneille ja laitteille pöly aiheuttaa normaalia suurempaa kulumista, korroosiota ja se estää korjaus- ja huoltotöiden suorittamista.

Trelleborgin pölynsuojajärjestelmä koostuu periaatteessa erikoiskumilistasta TRELLEX 14, jolla 2 mm paksua kumikangasta puristetaan Ø 14 mm pyöröteräksen ympäri. Pyöröteräs on kulma- tai lattaraudan avulla kiinnitetty koteloitavaan koneeseen. Järjestelmän monipuolistamiseksi on lisäksi saatavissa 90° kulmia vaaka- ja pystyasennusta varten. Mikäli olosuhteet niin vaativat voidaan kumikangas korvata esimerkiksi palamattomalla muovikankaalla, ääneneristysmatolla jne.

Suoritetuissa tarkistusmittauksissa on todettu ilman pölynpitoisuuden olevan vain 0,5 mg/m<sup>3</sup> niissä laitoksissa, joissa on käytetty Trelleborg pölynsuojajärjestelmää.

Trelleborg pölynsuojajärjestelmää käyttäen voidaan tehokkaasti koteloida kuljettimia, seulakoneita, erilaisia syöttimiä, murskaimia jne. Kumin joustavuus mahdollistaa myös pölyntiivistyksen asentamisen liikkuvan koneen ja kiinteän rakenteen väliin.

Trelleborgin järjestelmä antaa tehokkaan pölynsuojan, on huokea hankintahinnaltaan ja helppo asentaa sekä sallii koneiden yksinkertaisen huollon ja tarkkailun.

## TALLBERG VUORIKONEET

ALEKSANTERINKATU 21, 00100 HELSINKI 10, PUH. 13 611



# Metallien uuttaus Essochem- liuottimilla

Antwerpenissä toukokuussa 1972 pidetyn kansainvälisen metallien "Solvent Extraction" -symposiumin pöytäkirjat sisältävät useita mainintoja kompleksimuodostajan orgaanisen liuotusaineen tärkeydestä.

Monien viime vuosien aikana Essochem on suorittanut kenttä- ja laboratoriotutkimuksia ja on juuri tuonut markkinoille uuden ESCAID-liuotinsarjansa, joka on tarkoitettu nimenomaan metallien uuttaukseen.

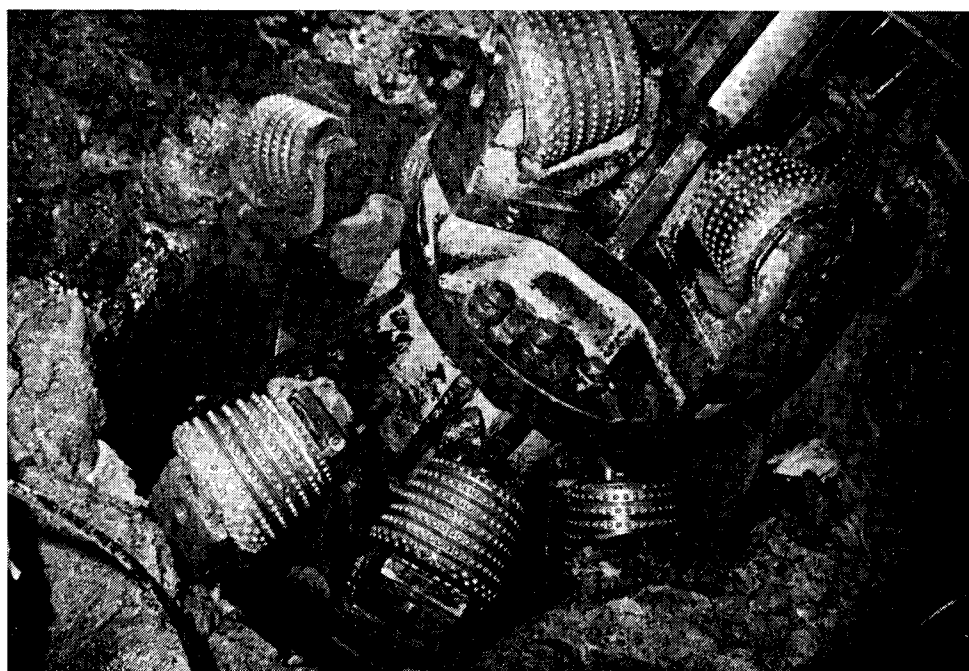
Eri liuottimilla on suuresti poikkeavia vaikutuksia nestepintojen erottumiseen, valinnaisuuteen, kinetiikkaan, palovaaraan jne.

Ottakaa meihin yhteys saadaksenne paremman liuottimien vaikutusta koskevan teknisen tuntemuksen, kuulaksenne enemmän ESCAID-sarjan maailmanlaajuisesta ja paikallisesta saantimahdollisuudesta tai näytteiden saamiseksi.



**CHEMICALS**

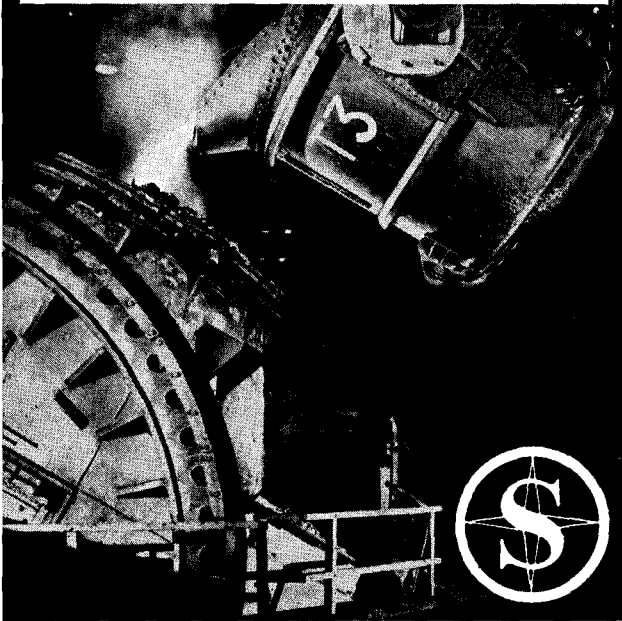
Dr. H. A. Jung  
Esso Research N. V.  
Nijverheidslaan, 2  
1920 Diegem  
Tel. (02) 20.50.00



**SUOMEN MALMI OY**

02150 OTANIEMI  
puh. 460 633  
telex 12-1856

# STEETLEY

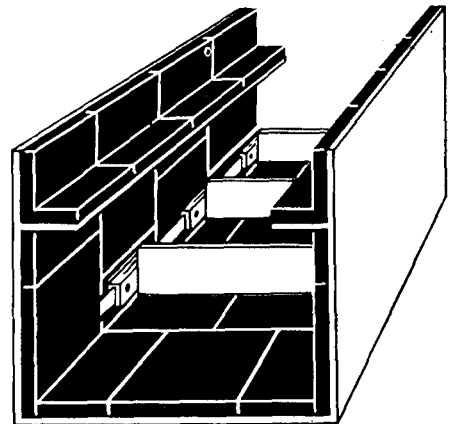
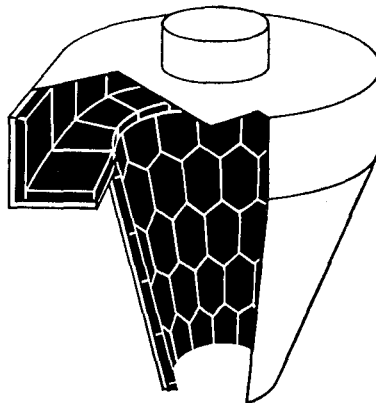
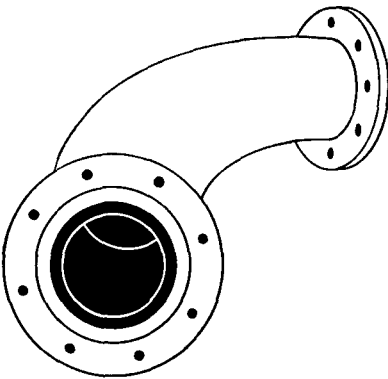


## huippuluokan tulenkestäviä aineita

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

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

Ottakaa yhteys,  
annamme mielellämme lisätietoja.



## sulabasalti suojaa kulumiselta

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

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



OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

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

# MILJOONIEN TONNIEN PIIRILEIKKI.



## 32 tonnin CAT 769 B

Olemme tuoneet Suomeen ensimmäisen CAT 769 B maansiirtoauton.

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

Emme mielellämme myisi vain yhtä tällaista autoa.

Vaan kaksi.

Ja tähän tiimiin vielä yhden CAT 988 pyöräkuormaajan.

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

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

Suoraan sanoen; nämä koneet tarvitsevat isoja urakoita.

Sadoista tuhansista miljooniin tonneihin.

## Miljoonien tonnin piirileikki

Se toimii näin:

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

Ja tämä piirileikki pyörii katkeamatta.

Mitä vähemmän autot seisovat huollossa, sitä kannattavammaksi urakka tulee.

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

Yhteensä 13 082 työtuntia.

Olosuhteissa, joissa muut autot eivät kestäneet.

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

## Mitä nopeammin, sitä kannattavammin

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

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

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

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

## Nähkää se

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

Kaivoksissa. Louhoksissa. Patorakennuksilla. Isoilla tietyömailla.

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

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



**CATERPILLAR**  
MYynti, HUOLTO & VARAOSAT

WIHURI-YHTYMÄ OY  
**WITRAKTOR**

HELSINKI - TAMPERE - OULU - ROVANIEMI

☎8222921

☎651633

☎44235

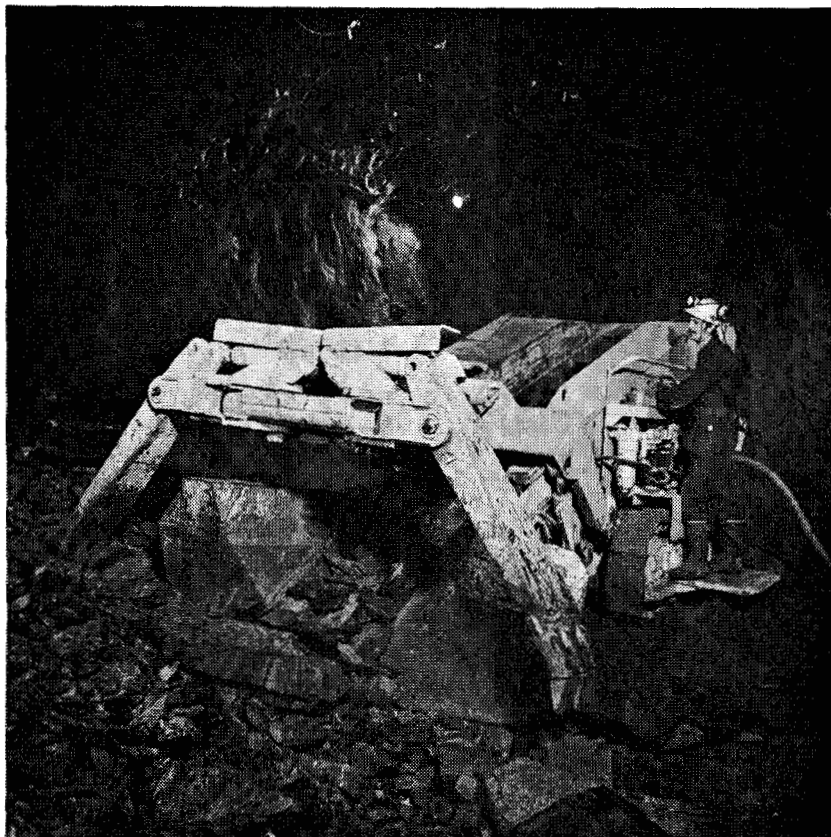
☎15271

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

# Haluamme lopettaa kivenheiton tunneleissa ja kaivoksissa.

Tähän mennessä ei ole ollut järkevämpää kivien-kuormausmenetelmää kuin heittokuormaajan käyttö. Nyt olemme kuitenkin rakentaneet koneen, joka kantaa kiven koneenkäyttäjän ohitse sensijaan että heittäisi sen hänen pänsä ylitse. Sitäpaitsi kone toimii jatkuvasti ja pehmeästi eikä jaksottaisesti ja nykien. Tämän tekniikan ansiosta koneemme on käänteentekevän ihmisystävällinen, monipuolinen, nopea ja taloudellinen. Tämän mullistavan kuormaajan nimi on

## Häggloader



OSAKEYHTIÖ  
*Ekströmin*  
KONELIIKE  
00101 HELSINKI 10 - P.O.K. 310 - Puh. 11 421

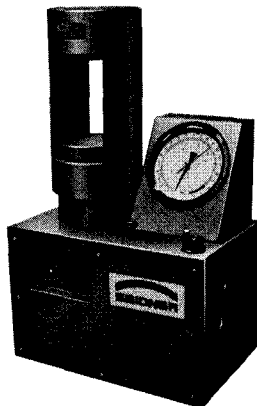
luotettavaa  
rakennuskone-  
ohjelmaamme

# betonin lujuustutkimuksiin

## SEIDNER-koestuspuristin

jonka mittatarkkuus vastaa normin DIN 51223, luokka 1.5 ja 2, vaatimuksia, ja jatkuvassa käytössä antaa tulokset  $\pm 1,0\%$  tarkkuudella. Sähköhydraulinen käyttö, puristusvoima 200 000 kg, puristustilan vapaa korkeus 320 mm, betonikuutiokoko 20 x 20 x 20 cm, lieriökoko  $\varnothing 15 \times 30$  cm.

Muut käsi- ja sähköhydrauliset Seidner-puristinmallit, puristusvoimat 150 000—300 000 kg.



# tehokkuutta työmaalle:

## BSM-betoniruiskut

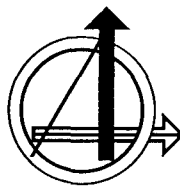
Kolme valinnaista peruskonetta. Helppohoitoinen ja varmakäyttöinen paineilma-moottori portaattomalla kierrosluvun-säädöllä. Vankka peruskone nopeasti vaihdettavien kulutusvuorauksin. Vähähuoltainen, varma ja turvallinen käytössä — mm. sähköliitintää ei tarvita.

## ja hydrauliset

## BSM-betonipumput

joissa on vain kuusi kuluva osaa.

Muistattehan myös:  
Liebherr-betoniasemat,  
-rakennusnosturit  
Stow-betonikoneet  
Nocadur-linjaalit



**AURAMO**

Lähempiä tietoja maahantuojalta:

AURAMO OY, RAKENNUSKONEOS.  
VAIHDE 90-821022, TELEX 12-1125  
POSTIOS.: PL 668, 00101 HELSINKI 10

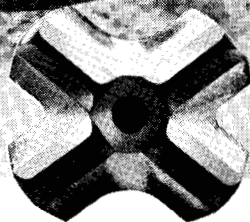
Mikäli jäsenluettelossa julkaistut tiedot ovat muuttuneet tai mikäli ne ovat virheellisiä pyydetään siitä ilmoittamaan lehden toimitukselle, puh. 462 192, 02150 Otaniemi, Otakallio 2 B 19, tai rva Karin Stigzeliukselle, joka hoitaa Vuorimiesyhdistys r.y:n jäsenkortistoa, os.: Niittykumpu 7 C, 02200 Niittykumpu, puh. 427 260

Ifall uppgifterna i medlemsförteckningen äro felaktiga eller hava förändrats, bedes därom meddela till tidskriftens redaktion, 02150 Otaniemi, Otakallio 2 B 19, tel. 462 192, eller till fru Karin Stigzelius, som sköter numera om Bergsmannaföreningens medlemsregister, adr.: Ängskulla 7 C, 00220 Ängskulla, tel. 427 260

# Paljonko poraatte markkalla?



Suomalainen KOMETA-kalliopora on taloudellinen. Se on suunniteltu pohjolan kovaa kiveä varten. Siksi se kestää. Testatkaa KOMETA ja laskekaa itse.



# KOMETA

**Oy Airam Ab**  
Kometa-tehtaat  
02660 Lintuvaara  
Puh. 90-514 066  
Telex Helsinki 12-1257

**Piirimyyjämme:**

**Kuopio**  
Poraustarvike M. Martikainen  
Puh. 971-22 900

**Lempäälä**  
Kalevi Sikkinen  
Puh. 931-74 109

**Seinäjoki**  
Mauno Vuollet  
Puh. 964-22 731

**Tuusula**  
Porahuolto S. Vääänen  
Puh. 90-244 841





# Kova kovaa vastaan

Teräksen tekeminen on kovaa työtä. Kilpailu kansainvälisillä markkinoilla on ankara ja kilpailussa onnistuvat vain ne, joilla on edellytykset ja taito tehdä hyvää terästä kilpailukykyiseen hintaan.

Rautaruukilla on taito ja edellytykset.

Rautaruukki on vielä nuori, mutta juuri siitä syystä se on voi-

nut ottaa käyttöön maailman uudenaikaisimpiin kuuluvat koneistot ja tuotantomenetelmät.

Teräksen tekemisen taito on kasvanut kokemuksen myötä, kansainvälisellä yhteistyöllä ja oman laajan tutkimustoiminnan avulla.

Rautaruukki on pannut kovan kovaa vastaan — esimerkiksi jäänsärkijöissä.



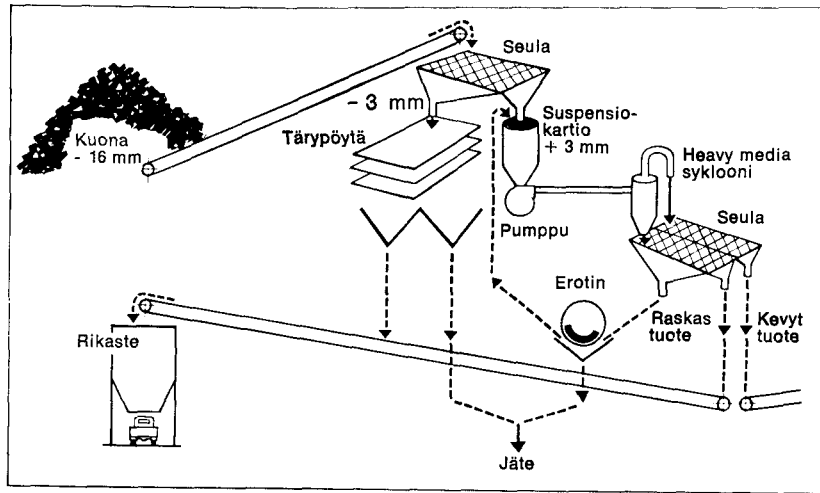
## RAUTARUUKKI OY





# TUHKAA VAI TIMANTTEJA

## Kuonakin voi olla arvokasta



Erialaisten metallurgisten prosessien kuonaa pidetään useimmiten jätteenä vaikka se itseasiassa sisältääkin arvokkaita metalleja.

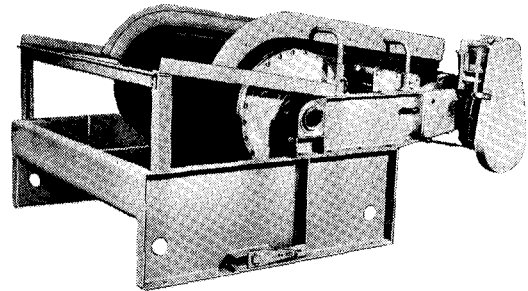
Rikastustekniikan murskaus- ja erottelumenetelmän avulla voidaan kuonassa oleva metalli ottaa kannattavaan käyttöön. Hyvänä esimerkkinä on ferrokromikuonan käsittelyyn valmistettu laitos, jonka SALA on suunnitellut ja yhdessä AB Ferrolegeringar'in ja AB Krossprodukterin kanssa toteuttanut Trollhättanissa.

SALA suoritti laboratoriokokeet, suunnitelti, rakensi ja toimitti laitoksen koko varustuksen.

**SALA** on työskennellyt erittäin tiiviisti niiden teknisten menetelmien parissa, joiden avulla sulatto- ja terästedaskuonassa olevat arvometallit saadaan kannattavaan käyttöön. SALAn valmistusohjelmaan kuuluvilla magneettierottimilla voidaan suuresti vaikuttaa tuotteen pitoisuuden ja saannin optimointiin.

Uudenaikainen prosessilaboratoriomme on käytettävissä tutkimuksianne varten. Myös silloin, kun muiden yksikköprosessien kuonasta on tarkoitus ottaa talteen arvometallit.

Antakaa SALAn tutkia ovatko jätteet pelkkää "tuhkaa vai onko niissä timantteja."



SALAn hihnaerotin on erittäin vankkarakenteinen. Se on varustettu voimakkailla kestopagneeteilla. Se on erittäin sopiva mm. kuonarikastukseen.

# TALLBERG VUORIKONEET

ALEKSANTERINKATU 21, 00100 HELSINKI 10, PUH. 13 611