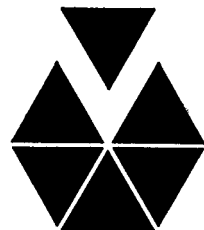


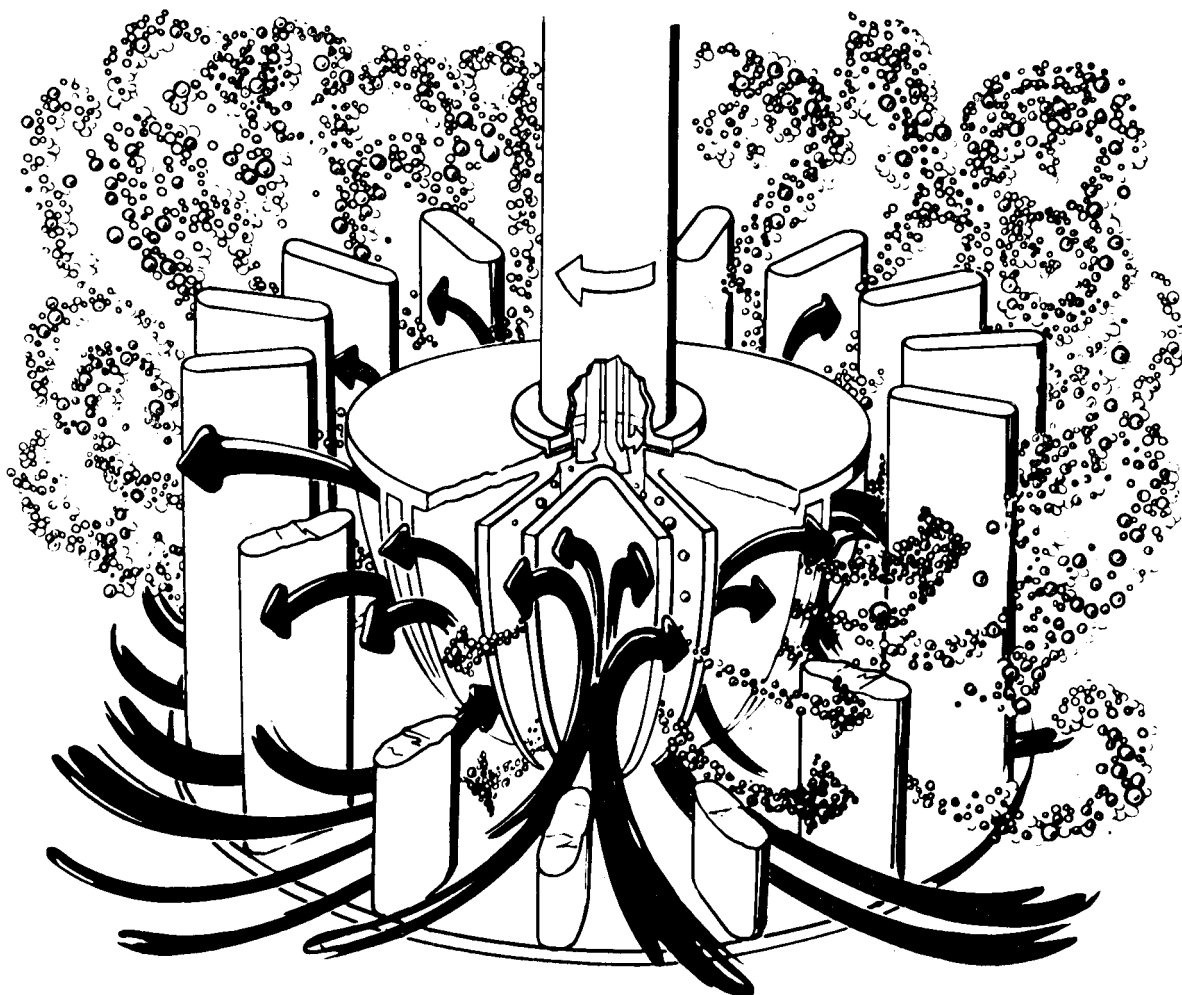
VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN




N:o 2 1978
36. vuosikerta

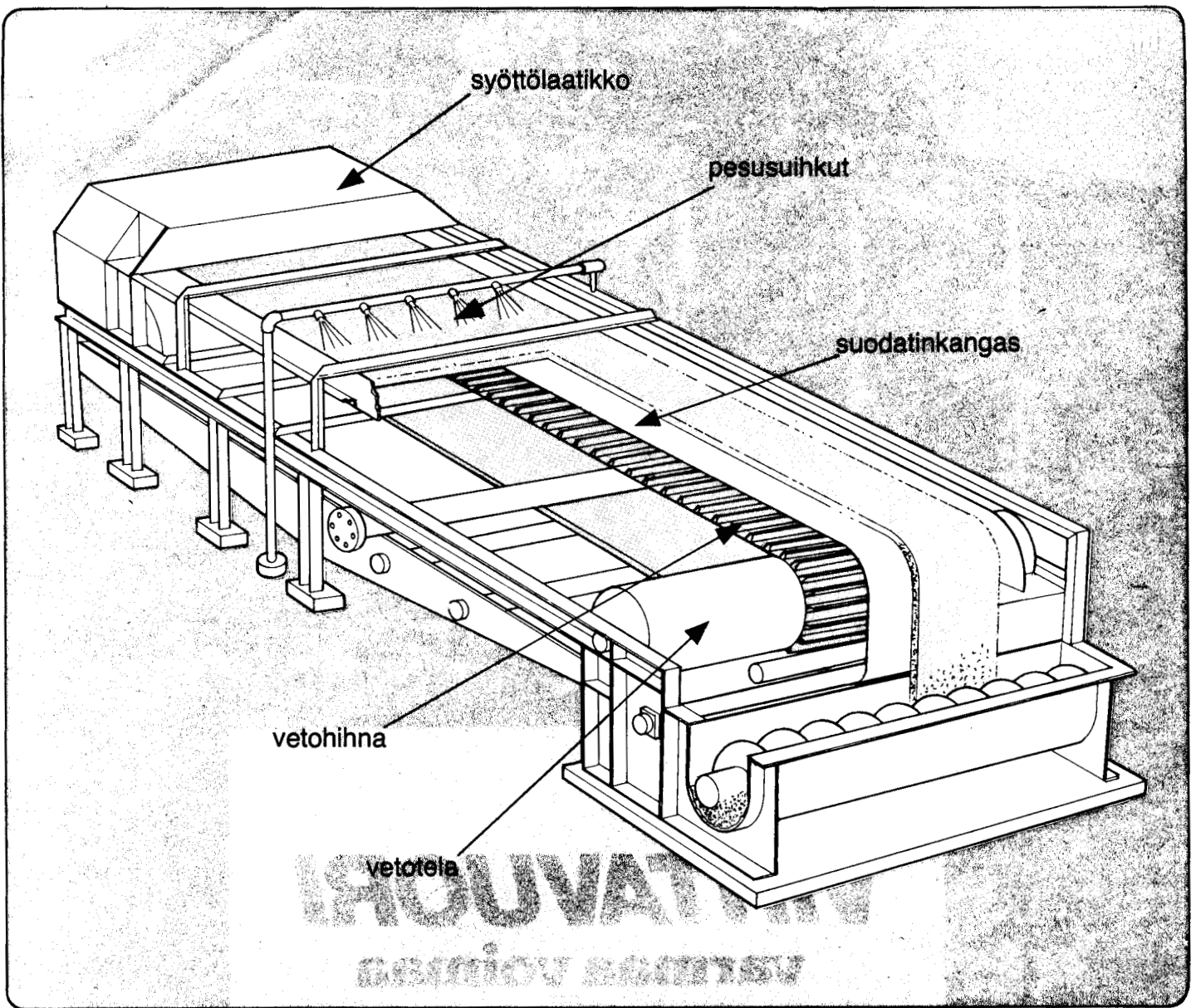
Julkaisija: Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

OK — VAAHDOTUSKONEMEKANISMIN TOIMINTAPERIAATE





**OUTOKUMMUN
SUUNNITTELEMAT LAITOKSET
TOIMIVAT MAAN UUMENISSA
JA SEN PINNALLA
KAUTTA MAAILMAN
JATKUVASTI.
PÄIVIN JA ÖIN.**



monipuolinen enso-eimco-extractor® suodatukseen ja pesuun

Extractor-tasoviirasuodatin soveltuu useimpiin vuori- ja kemian teollisuuden suodatuskohteisiin. Se soveltuu myös pesuun, vastavirtapesussa saadaan 2–5 pesuvaihetta yhdessä yksikössä. Extractor-suodatin pystyy käsittelemään hyvinkin erilaisia aineita kuten, karkeat kiteiset, hienot jauhemaiset ja kuitumaiset.

- Syöttö viiran päälle takaa nopean ja varman kakunmuodostuksen
- Sallii laajat laatu- ja kapasiteettivaihtelut
- Helppo käynnistys ja pysäytys
- Vähäinen valvonnan tarve
- Pieni tilantarve, koko laitos samalla tasolla
- Alhaiset huoltokustannukset

ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ
KONEPAJARYHMÄ ● PL 34 ● 57101 SAVONLINNA 10
PUH. 957-21 936 ● TELEX 5613 enso sf



VIHTAVUORI

varmaa voimaa

Räjähdyks- aineet

dynamiitti
aniitti
silosex
silosex-
putkipanokset
ammoniitti
slurry

Sytytys- tarvikkeet

PV-nallit
UR-nallit
VA-nallit
VA-T-nallit (tunnelisarja
n:ot 1-20)
SEA-nallit
tulilankanallit
tulilangan sytyttimet

KEMIRA



KONE MURSKAA, SEULOO JA SIIRTÄÄ

Kone Engineering Division suunnittelee ja valmistaa täydellisiä murskaamoja, seulomoja ja materiaalinkäsittelyjärjestelmiä asiakkaan antamien lähtötietojen pohjalta — avaimet käteen -toimituksina.

Yksittäislaitteet joko heti suoraan varastosta tai erittäin lyhyillä toimitusajoilla.

KONE

KONE OY
Engineering division
15870 Salpakangas
Puh. 918-801311
Telex 16-180 konex sf



DJB D300 Dumpperi Outokumpu Oy Vihannin kaivoksessa.

Käyttövarmuutta louheen siirtoon

DJB DUMPPERIT,

sekä avolouhoksiin että maanalaisiin kuljetuksiin.

Löydätte kuljetustarpeisiinne parhaiten soveltuvan dumppe-
rin seuraavasta mallivalikoimasta:

D275	Kantavuus 25 t
D330	Kantavuus 30 t
D350	Kantavuus 32 t
ja	
D550	Kantavuus 50 t

Kaikissa DJB dumppereissa on Caterpillarin valmistamat etu-
kammiodieselit, power shift vaihteistot ja akselistot.

DJB dumpperit täyttävät Kaivosasetuksen määräykset.

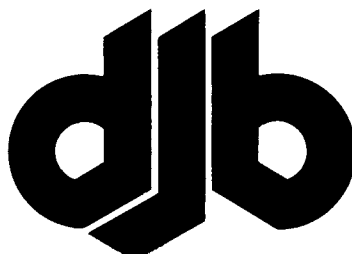
DJB koneet ovat erittäin ketteriä ahtaissa olosuhteissa. Ne
pystyvät liikkumaan täysin kuormattuina vaikeimmissakin
maastoissa ja kiipeämään jopa 40% luiskia.

DJB merkitsee kaivoskuljetuksissa poikkeuksellisen hyvää
käyttövarmuutta ja ensiluokkaista suorituskykyä.

DJB ENGINEERING LIMITED
Peterlee, Co. Durham,
England, SR8 2HX

Telephone 0783 86 4611 Telex 53361

djB on D.J.B Engineering Limited'in tavaramerkki



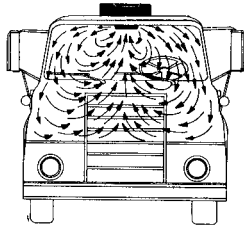
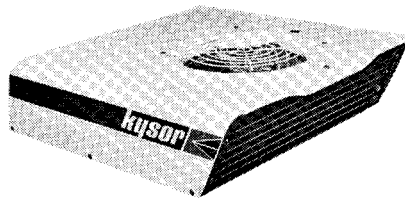
W WITRAKTOR

HELSINKI - TAMPERE - OULU - ROVANIEMI
826 311 670 200 344 235 15 271

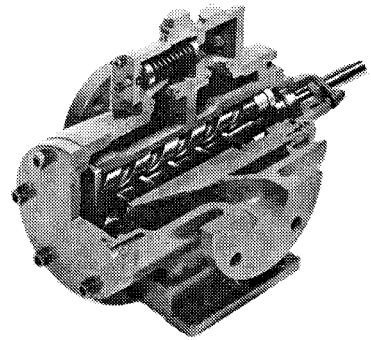
Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä.

Knorring toimittaa

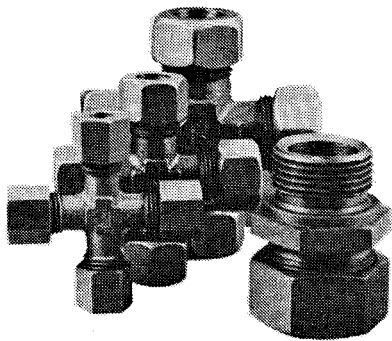
Knorring tarjoaa laajan ja monipuolisen valikoiman korkealaatuisia kone-tarvikkeita. Jokin seuraavista on varmasti avuksi Teidänkin pulmienne ratkaisussa.



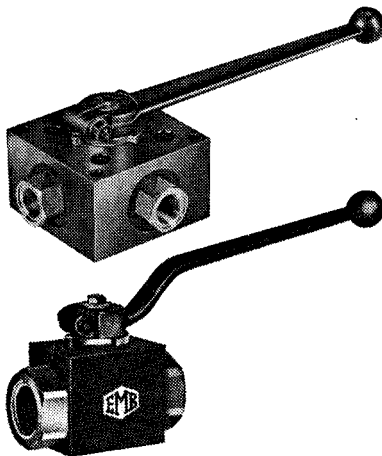
KYSOR - ilmastointilaitteita ja kaihtimia



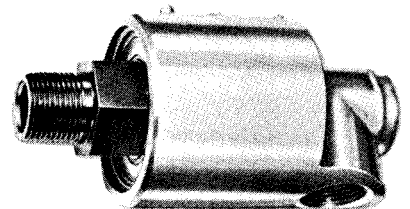
SIG - ruuvipumppuja, venttiilejä ja komponentteja servohydrauliikkaan



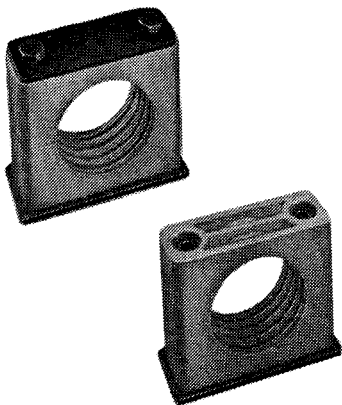
EMB - leikkuurengas-putkiliittimiä teräksestä, messingistä ja haponkestävästä teräksestä



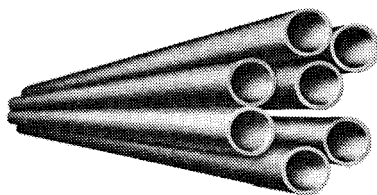
EMB - korkeapaine-kuulahanoja ja -venttiilejä teräksestä, messingistä ja haponkestävästä teräksestä.



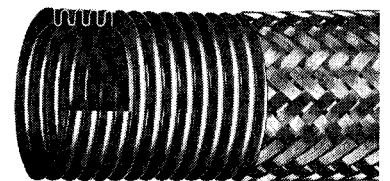
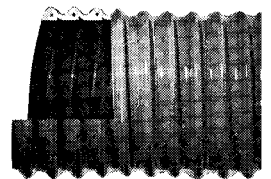
Pyöriviä liittimiä höyrylle, öljylle ym. aineille, myös kaksitierakenteella



HY-RO-putkikiinnittimiä



EMB- tarkkuusteräs- ja sylinteri-putkia DIN 2391/C mukaan



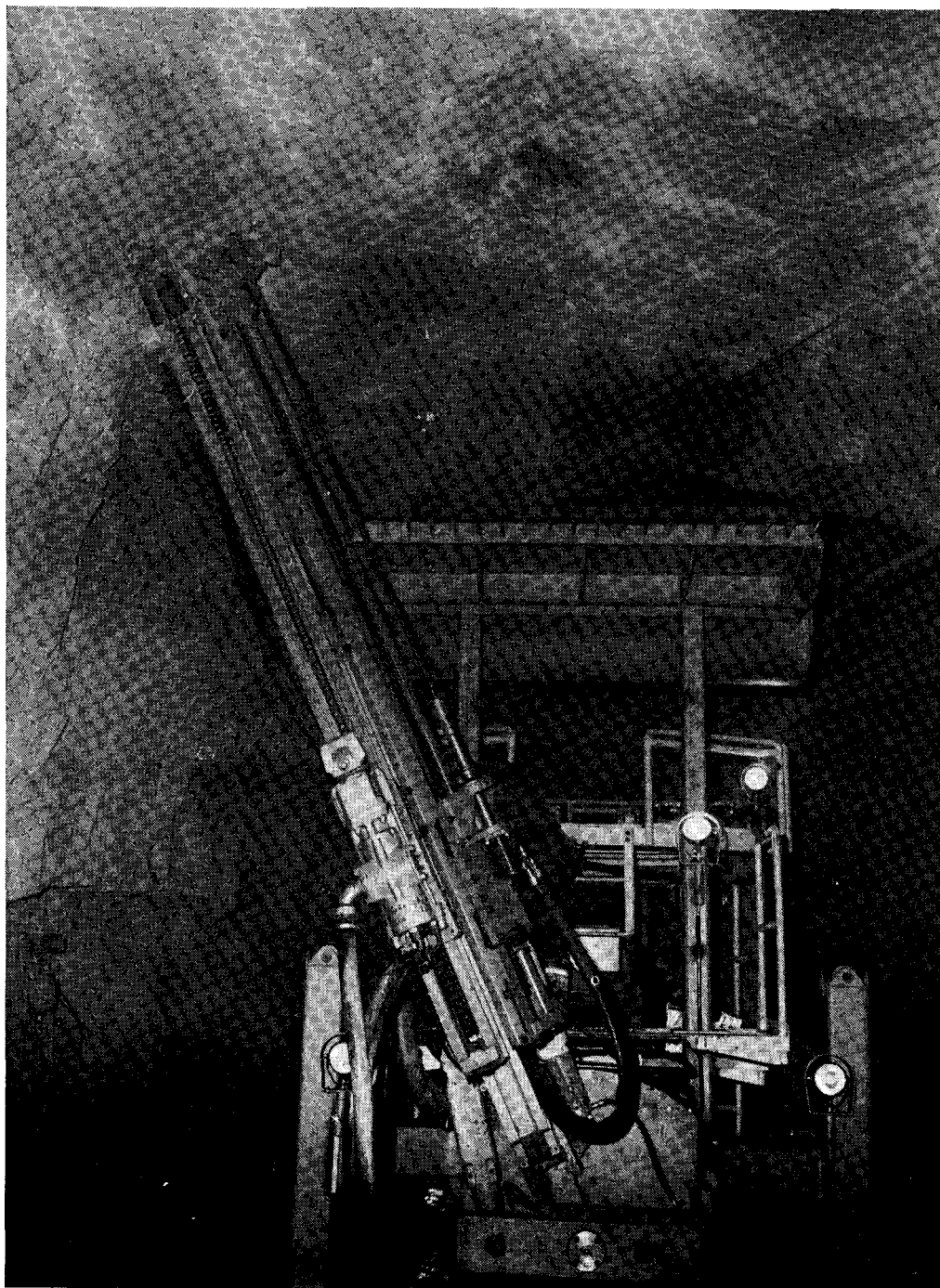
CHR. BERGHÖFER & CO-joustavia kokometalli- ja muoviletkuja kaikille teollisuusaloille



OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

00380 HELSINKI 38, KARVAAMOKUJA 6, PUH. 90-554488 • TURKU, PUH. 921-337755
OULU, PUH. 981-224312 • JYVASKYLÄ, PUH. 941-14100

LAITTEET TYÖN MUKAAN KOETELLUISTA KOMPONENTEISTA



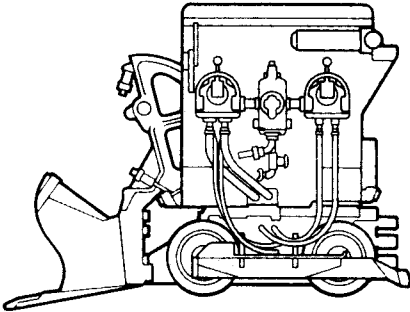
MEKANISOITUUN PULTITUKSEEN
MEKANISOITUUN RUSNAUKSEEN
PNEUMAATTISENA TAI HYDRAULISENA

TAMROCK

TAMPELLA-TAMROCK 33310 TAMPERE 31 PUH. 931 - 431 411 TELEX 22193 ROCK SF

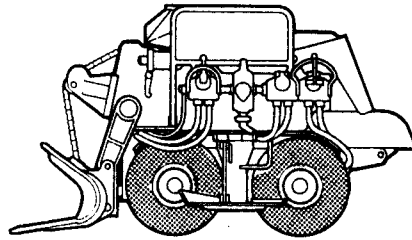
ATLAS COPCON kuormaus- ja kuljetuskalusto

Kiskokuormaajat/paineilma

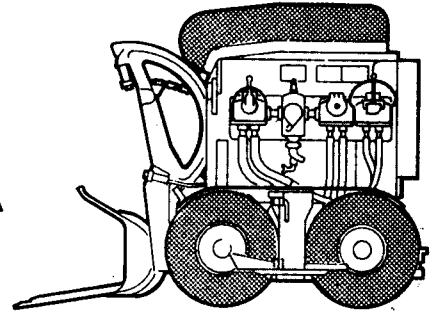


LM 36, LM 56
LM 70 ja LM 250

Kumipyöräkuormaajat/paineilma

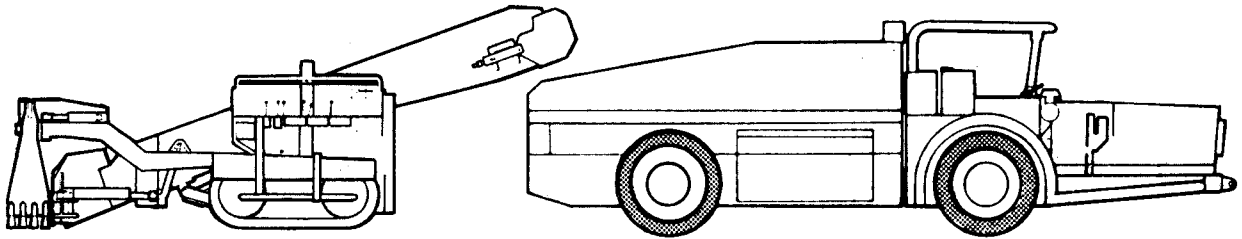


Cavo 310 ja Cavo 511

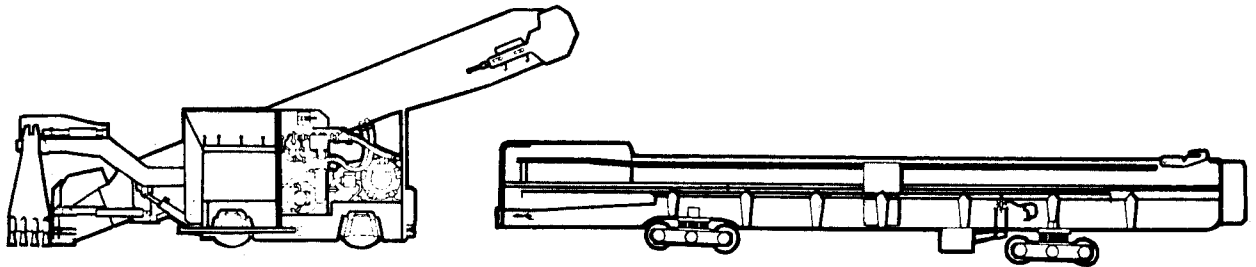


Cavo 320 ja Cavo 520

Hägglund-kalusto

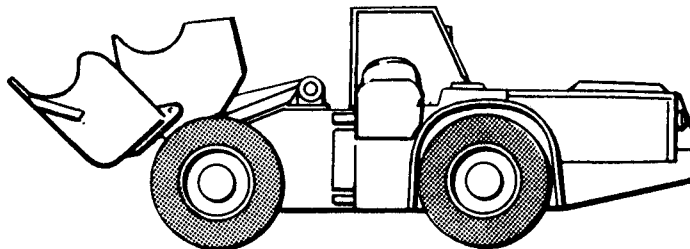


Häggloader 9 HR telaketju/paineilma tai sähkö + Hägg hauler



Kiskoilla kulkeva Häggloader 8 HR + Hägglund louhevaunu/paineilma tai sähkö

Dieselkäyttöinen kaivoskuormaaja



TBL 630

Myynti ja huolto:

Atlas Copco

TALLBERG
ATLAS COPCO

Vattuniemenkatu 2
00210 Helsinki 21
puh. 90-670 112

Tampere, Aarikkalankatu 6
Kuopio, Likolammentie 16
Kokkola, Indolan teoll.aue
Turku, Vanhalinna

puh. 931-633 622
puh. 971-122 411
puh. 968- 17 255
puh. 921-373 777

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n**

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 23.—24. 3. 1979

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin
myöhemmin postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s**

ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors den 23.—24. 3. 1979

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

ALIVA - koneita
ruiskubetonille ja -laastille
tulenkestäville massoille
betonikuljetukseen ja
hiekkapuhallukseen

HÄNY - betonininjektointipumppuja

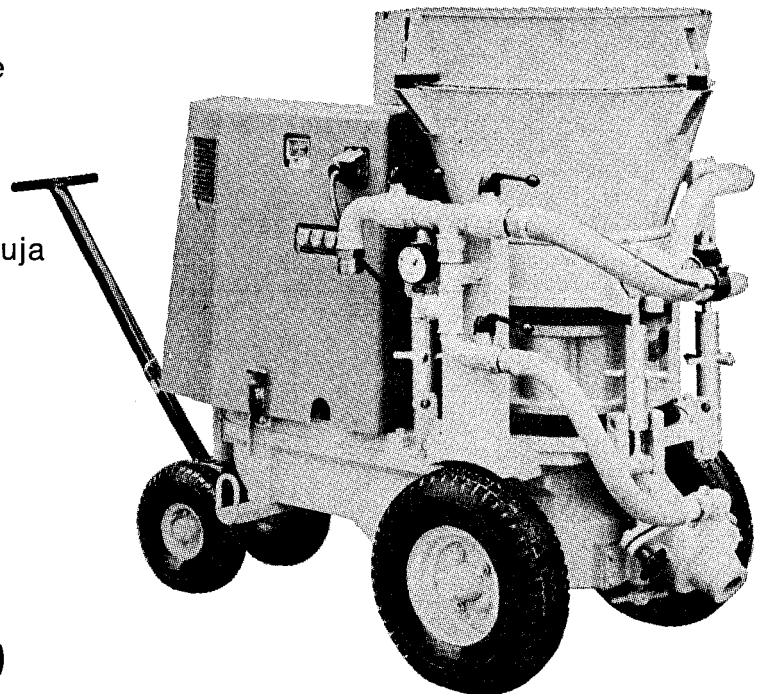
CIMENT-FONDU
-aluminaattisementtiä

ALAG - runkoainetta

SECAR - erikoisementtiä
(kestää n. + 1800°C)

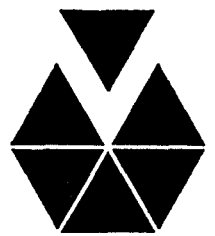
Oy VITRIFER Ab

Postiosoite PL 116
00121 Helsinki 12
Puhelimet 636 742, 638 587
Telex 12-1120 Wibex



ALIVA-260

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



Julkaisija:

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

Hallitus 31. 3. 1978

DI Nils Gripenberg, puh.joht. 90-670 091
OVAKO Oy
Lauttasaarentie 48
00200 Helsinki 20

Prof. Aimo Mikkola 90-460 144
varapuh.joht.
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

FL Tom Bröckl 921-744 422
Paraisten Kalkki Oy
21600 Parainen

TkT Krister Relander 90-601 911
Rautaruukki Oy
Fredrikinkatu 51—53
00100 Helsinki 10

DI Olli Hermonen 981-336 644
Rautaruukki Oy
Ampuhaukantie 4
90250 Oulu 25

DI Väinö Hulmi 90-601 922
Oy Nokia Ab, Kaapelitehdas
Tallberginkatu 1
00180 Helsinki 18

DI Väinö Juntunen 912-41 511
Oy Lohja Ab
08700 Virkkala

TkL Pertti Kostamo 911-43 100
Ovako Oy, Koverharin
rauta- ja terästehdas
10820 Lappohja

DI Erik Nyholm 968-16 191
Outokumpu Oy
67100 Kokkola 10

DI Eero Erkkilä 984-41 250
Outokumpu Oy
Pyhäsalmen kaivos
86900 Pyhäkumpu

Prof. Kalevi Kauranne 90-461 011
Geol. tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

Yhdistyksen sihteeri:

I DI Erkki Ström 954-63 688
OVAKO Oy
Imatran terästehdas
55100 Imatra 10

II TkT Matti Ketola 90-42 11
Outokumpu Oy
PL 27
02201 Espoo 20

Yhdistyksen rahastonhoitaja:

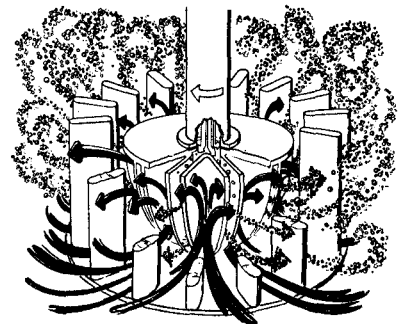
TkL Heikki Aulanko 90-801 4316
Vuoriharjuntie 35
02320 Espoo 32

SISÄLTÖ • INNEHÄLL

Sakari Heiskanen: Radikaaliset vuorimiehet 30 vuotta	9
Arne S. Lundberg: Långsiktiga problem på världsmarknaden för malmer	10
Heikki Paarma: Uusien malmien löytömahdollisuudet Suomessa	18
Ole Lindholm: Kaivosgeologien sekä kaivos- ja rikastusinsinöörien yhteistyö pitkän tähtäyksen suunnittelussa	24
Pekka Särkkä: Soft-inclusion jännitysmittakenno, teoriaa ja käytäntöä	28
Jukka Starck, Matti Koponen: Öljysumuerotussyklonin toiminta meluvaimentimena poraustyössä	31
Olli Korhonen: Kokemuksia suurista vaahdotuskoneista	34
Hannu Hänninen: Ydinvoimalaitosten jännityskorroosio-ongelmat	38
Vesa-Pekka Judin: Puola — sodan raunioista metallurgian voimatekijäksi	43
Sven-Erik Hjelt: Sovellettua geofysiikkaa Dublinissa	46
Uutisia jäsenistä	
Tietoja kongresseista y.m.	

Kansikuva:

OK-vaahdotuskone-
mekanismin toi-
mintaperiaate



Cover:

Working principle
of OK-flotation
mechanism

Jaostot:**Geologijaosto:**

FM Reijo Saikkonen, phj. 912-41 511
Lohja Oy
08700 Virkkala

LuK Marjatta Parkkinen, siht. 90-4211
Outokumpu Oy, Malminetsintä
PL 27
02201 Espoo 20

Kaivosjaosto:

DI Mikko Palviainen, phj. 972-44 111
Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos
71470 Oravikoski

DI Rauno Pitkänen, siht. 972-44 111
Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos
71470 Oravikoski

Metallurgijaosto:

TkL Asko Parviainen, phj. 90-4031
Outokumpu Oy
PL 280
00101 Helsinki 10

DI Heikki Kivinen, siht. 939-741 500
Outokumpu Oy
Harjavallan tehtaas
29200 Harjavalta

**Rikastus- ja prosessiteknikan
jaosto:**

DI Väinö Juntunen, phj. 912-41 511
Oy Lohja Ab
08700 Virkkala

DI Esko Karjalainen, siht. 912-41 511
Oy Lohja Ab
08700 Virkkala

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen:**Päätoimittaja - Chief editor:**

Prof. Martti Sulonen 90-460 144
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

Toimittaja - Editor:

TkT Pekka Särkkä 90-460 144
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

**Toimitussihteeri - Editorial
secretary and advertisements:**

Rouva Kaija Marmo 90-462 192
Otakallio 2 B 19
02150 Espoo 15

**Toimitusneuvosto - Editorial
board:**

TkT Kalevi Kiukkola, phj. 90-649 911
Kemira Oy
Malminkatu 30
00100 Helsinki 10

TkT Kalle Hakalehto 931-32 400
Oy Tampella Ab
Keskushallinto
33100 Tampere 10

FM Marjatta Virkkunen 90-461 011
Geologinen tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

DI Matti Palperi 954-63 688
OVAKO Oy
Imatran terästehdas
55100 Imatra 10

DI Olli Korhonen 90-42 11
Outokumpu Oy, Tekn.vienti
PL 27, 02201 Espoo 20

Ilmoitushinnat:

Kansisivut 1800:—, muut sivut 1450:—

1/2 s. 950:—, 1/4 s. 650:—, väri 500:—

Vuosikerta 20:—, ulkomaille 30:—

Irtonumero 10:—

**Rouva Karin Stigzelius hoitaa Vuorimies-
yhdistys r.y:n jäsenkortistoa, joten pyy-
dämme Teitä ilmoittamaan mahdollisista
paikan- tai osoitteenmuutoksista suoraan
hänelle.**

**Puh. 90-427 260, osoite: Niittykummuntie 5
C 20, 02200 Espoo 20.**

**Fru Karin Stigzelius sköter om Bergsman-
naföreningens medlemsregister, varför vi
be Er meddela henne eventuella tjänste-
eller adressförändringar.**

**Tel. 90-427 260, adress: Ångskullavägen 5
C 20, 02200 Esbo 20.**

Radikaaliset vuorimiehet 30 vuotta!

Näinä päivinä on kulunut 30 vuotta siitä, kun ensimmäiset Teknillisen korkeakoulun v. 1947 perustetussa vuoriteollisuusosastossa ammattiopintonsa suorittaneet teekkarit saivat diplomi-insinöörin todistuksensa. Useimmat meistä olivat aloittaneet perusopintonsa marras-joulukuussa 1944 ja tulleet kerrassaan outoon akateemiseen ilmapiiriin suoraan rintamajoukoista monivuotisen sodankäynnin jälkeen. Olosuhteiden muutos oli valtava. Vuosikausien unelma, rauha ja siviilielämä, tuntui hämmäntävältä osittain silloisista epävarmoista poliittisista oloista johtuen. Koulutiedot olivat nekin vuosien kuluessa väljähtyneet, kun ei paljon muuta ollut tullut opiskeluksi kuin sanomalehteä ja neljän kuninkaan kirjaa. Mutta opiskelumotivaatio oli kova ja se auttoi vaikeuksien keskeltä tehokkaan opiskelun alkuun.

Sotien jälkeisinä vuosina Ernesti Hentusen perustama Radikaalinen kansanpuolue herätti yleistä pahennusta ja hupia monin eri tavoin. Se inspiroi kurssillemme otsikossa mainitun nimen. Kaipa meissä oli myös jonkinlaista olosuhteisiin katsoen radikaalia, mutta varmasti seuraava sukupolvi olisi tuon nimen paremmin ansainnut. Kurssiimme oli ruuhkaantunut opintonsa aloittavia ainakin 2...5 vuoden ajalta, joten se oli sen ajan opiskelijamääriin nähden melko suuri. Kaivosmiehiä ja metallurgeja oli yhteensä 40...50 välillä. Yhteishenki oli erinomainen harjoituksissa ja vähän muuallakin, ja töitä tehtiin yötä myöten mitä mehevimmän jutustelun säestämänä. Kelpo opettajillamme oli aika urakka hillitä intoamme, jottei luonnon lakeja eikä muutakaan korkeakoulun omaisuutta pahemmin rikottu.

Opettajamme olivat erinomaisia sekä ammattimiehinä että kasvattajina. Tässä tulevat muistikuvien ensi rintamassa Heikki Väyrynen selittämässä Millerin indeksejä, Niilo Massinen inhimillisine kivitentteineen, Risto Hukki, jonka Lännen kravattit tekivät heti alkuun unohtumattoman vaikutuksen, ja miehekäspuheinen Kauko Järvinen. Lämpimässä muistissa ovat myös ruotsalaiset metallurgien opettajat Helge Löfqvist ja Herman Unkel, joiden vähintäänkin epäkiitollinen tehtävä oli välittää viisautensa meidän suomenkielistenkin tajuntaan. Peruskurssien opettajista Yrjö Kauko oli aivan erikoislaatuinen, persoo-

nallinen termodynaamikko. Kerran joku meistä kysyi epätoivoisena hänen opetusassistentiltaan, että mikä se entropia oikein on. Vastaus oli yhtä vilpittön: En minä vaan tiedä, Kauko sen tietäisi, mutta hän ei kerro.

Opetusohjelmista jäi se mielikuva, että niihin oli pakko sijoittaa vähän kustakin professuurista, jotta tarvittava volyyymi saatiin kokoon, ja näin asiat tulivat usein pinnallisesti käsitellyiksi. Tämän päivän opetusaineisto lie-nee liiankin runsas ja sen taso on varmasti paljon korkeammalla kuin 30 vuotta sitten. Jää miettimään miten viisaita ja taitavia näinä päivinä valmistuvat insinöörit ovatkaan vuosikymmenien kuluttua, kun ammatillinen lähtökohta on nyt paljon parempi ja mekin sentään olemme kohtalaisesti selviytyneet.

Yhdessä suhteessa tilanne 30 vuotta sitten muistutti tämänpäiväistä: silloinkin oli ylitarjontaa vuoritekniiikan insinööreistä. Kun kurssimme oli suhteellisen suuri ja tunkeutui työelämään varsin tiiviinä rykelmänä, ei oman alan vakansseja tahtonut riittää heti kaikille. Monet joutuivat aluksi — tai jopa pysyvästikin — vieraille aloille tai ulkomaille. Haalariharjoittelu keksittiin myös silloin ensimmäistä kertaa, ja se osoittautui hyväksi ratkaisuksi. Kaiken kaikkiaan uskon voivani sanoa, että 30 vuotta sitten valmistunut vuori-insinöörien joukko on siiviltoimissaan varsin hyvin jatkanut sitä työtään isänmaan hyväksi, minkä he poikasina sotilaina aloittivat. Useimmat ovat vieläkin aktiiveja.

Monet toveripiiristämme ovat kuitenkin jo työpäivänsä iäksi päättäneet. Kunnia heidän muistolleen.

Tervehdys 30-vuotismuiston merkeissä radikaalisille vuorimiehille!

Ja tervehdys meiltä tämän päivän vuoriteekkarille! Ymmärrämme, että huolimatta monista opiskelijoiden eduista meidän opiskeluaikoihimme verrattuna, teillä on omat suuret vaikeutenne, erityisesti huoli työpaikan saannista. Hyvä ammattitaito ja sisukas yrittäminen auttaa teidät kuitenkin ennen pitkää omalle paikallenne yhteiskunnan palveluksessa niinkuin porakoneen taonta vie kovametalliporan väkisin kovimmankin kallion läpi.

"Elettiinpä ennenkin, vaikk' ojan takan' oltiin, ojaapuita poltettiin ja ojas' olta juotiin."

Otaniemessä 9. 11. 1978

Sakari Heiskanen

Långsiktiga problem på världsmarknaden för malmer

Envoyé Arne S. Lundberg, LKAB, Sverige

Föredrag vid Bergsmannaföreningens årsmöte i Helsingfors 31. 3. 1978.

Gruvindustrins framtidsfrågor är förknippade med den allmänna ekonomiska utvecklingen dels i världen, dels i våra respektive hemländer. Tempot i den ekonomiska utvecklingen och dess fördelning på olika regioner i världen har ett avgörande inflytande på det framtida mönstret för produktion av och internationell handel med malm och metaller. Gruvindustrin intar emellertid på en punkt en viss särställning i förhållande till andra industribranscher. Även om man bortser från den mycket långa framförhållning, som är nödvändig i prospektering och ser endast till erforderlig tid för aktiviteter efter prospektering finner man, att gruvindustrin i allmänhet har mycket långa s.k. lead times, leddider. Investeringscykeln är vid större projekt och framför allt i utvecklingsländer ofta dubbelt så lång som i andra branscher. Det är ju inte bara fråga om gruvan utan också om transportapparaten och icke minst myndighetsbeslut och finansiering. En brist under någon tid på balans mellan utbud och efterfrågan kan leda till störningar i investeringsförloppet och därmed till marknadsstörningar i form av över- eller underkapaciteter. Den långa investeringscykeln kan visa sig ödesdigert speciellt i fråga om kolproduktionen, eftersom en eftersläpning i investeringar på detta område kan tänkas komma att förvärra en befarad energikris.

I Sverige har begreppet "strukturproblem" på kort tid blivit ett slagord, varmed man betecknar allehanda svårdefinierade företeelser. Jag finner det i många fall mer fruktbarande att tala om långsiktiga, medellånga och kortsiktiga frågor och söka hålla nationella och internationella faktorer isär. Det är emellertid ingalunda lätt att skilja det ena från det andra. Sjöfartskrisen är t.ex. klart förvärrad genom den nuvarande världskonjunkturen. Det är emellertid inte troligt, att en måttlig allmän högkonjunktur inom de närmaste åren skulle ge en sjöfartshögkonjunktur — därtill har tonnageöverskottet blivit alltför stort. OPECs oljepolitik har skapat en svårighet, som påverkar sjöfarten åtminstone medellångt.

På motsvarande sätt föreligger för malmer och industrimineral en skala av problem från korta till långa. Det finns sådana som har sin rot i internationella förhållanden och andra som beror på förhållanden inom ett visst land. Situationen är olika för olika malmer.

Möjligen lever vi i en ekonomisk övergångstid. Vi har bakom oss årtionden av den snabbaste ekonomiska tillväxten i historien. Ekonomerna spår allmänt en lägre tillväxttakt under de närmaste par årtiondena, i varje fall inom de västliga industriländerna. Det kan ta tid

att ställa om psykologien hos statsmakter, kommuner, arbetsmarknadsorganisationer och näringsliv till ett lägre tempo.

De senaste 25 åren har konjunkturcykler på fyra, fem års längd växlat på ett tämligen regelbundet sätt. Nedgångarna har på volymsidan inneburit måttliga bakslag, snarast en stagnation, medan prissvängningarna känts besvärligare. Kanske har vi klagat väl högljutt i dalgångarna och inte riktigt uppfattat, vilken lycklig tid vi har levat i. Vi upplever nu ett markant brott i våra kurvor. Nådens år 1978 kan bli det fjärde lågkonjunkturåret i följd. Även om en viss tillväxt pågår i en del länder har tyvärr de tunga industriinvesteringarna ingestådes kommit i gång. Eftersom den ekonomiska tillväxten i världen likväl fortsätter, borde det nuvarande dödläget i fråga om kapacitetsinvesteringar förr eller senare orsaka en brist på kapacitet på många områden samtidigt. Detta i sin tur kan tänkas leda till en verklig investeringskonjunktur. Kommer det ekonomiska systemet in i en pendelsvängning åt det hållet, bör vi nog vara försiktiga. Pendeln kan slå tillbaka.

På vilka omständigheter baserar man spådomarna, att vi har en period av långsam tillväxt i industriländerna framför oss? Det hänvisas till allehanda orsaker. Någon enighet i analyser och bedömningar föreligger icke. Jag vill dock peka på tre företeelser som visserligen är av allmän natur men som återspeglas på ett konkret sätt även inom gruvindustrin. Dessa tre företeelser är risken för energibrist, utvecklingsländernas industrialisering och vad som har kallats bristen på basinnovationer.

Höjningen av energikostnaderna tillskrives vad tiden lider allt större betydelse för världens nuvarande ekonomiska svårigheter. Däremot betyder prishöjningarna på energi i regel inte så stora förändringar av konkurrensförhållandena inom en viss bransch. Till övervägande del sitter alla inom branschen i samma båt, därför att man använder likartad teknik. Olikheter förekommer och man kan väl lyckas olika med att sänka sina energikostnader men det är frågor som var och en i sin stad har att begrunda. För framtiden föreligger från energisidan två slags faror. Den ena är, att de dyrbara omställningarna från olja till andra energislag tär på resurserna och leder till såväl internationella som nationella motsättningar. Den andra är, att dessa omställningar inte hinner genomföras i tid för att undvika en mer eller mindre svår brist på energi. En sådan utveckling förefaller tyvärr sannolik, inte minst därför att inget land driver en tillräckligt kraftfull energipolitik. Delar av mineralhanteringen är

storförbrukare av energi och kan råka illa ut. Vid ransonering kan ugnar få ställas av.

Den faktor nr två jag nämnde, utvecklingsländernas industriella frammarsch, har mest observerats i samband med textilindustrins kris i nästan alla industriländer. Vi importerar också diverse andra ting från låglöneländer, ficklampor och gymnastikskor från Hongkong etc. Om man bortser från industriländernas import av livsmedel och råvaror, visar emellertid handelsstatistiken, att dessa länders import av industrivaror från utvecklingsländer bara uppgår till omkring en procent av deras totala import. Industriländerna handlar sålunda vad beträffar industriprodukter nästan bara med varandra.

Stålet är ju en vara, som betraktas som en basprodukt i industrialiseringsprocessen. Utvecklingen i fråga om stålproduktionen brukar därför betecknas som ett symptom på vad som håller på att ske i ett u-land. En jämförelse mellan stålproduktionens utveckling inom olika regioner mellan åren 1960 och 1975 kan se ut enligt nedan.

Tabell 1. Råstålproduktion i vissa regioner.

Table 1. Crude steel production in different parts of world.

	1960		1975	
	milj. ton	%	milj. ton	%
Oceanien	3,7	1,1	8,0	1,2
Fjärran Östern ..	33,7	10,1	144,1	22,3
Afrika	2,2	0,7	7,6	1,2
Latinamerika	4,7	1,4	18,2	2,8
Nordamerika	95,4	28,4	118,7	18,4
Västeuropa	108,9	32,5	155,2	24,1
Östeuropa	88,5	25,8	192,6	29,9

De fallande andelarna för Nordamerika och Västeuropa förklaras till en mindre del av ökande andelar för Östeuropa men i huvudsak av frammarsch inom andra regioner. För Fjärran Östern spelar Japan givetvis den dominerande rollen. Man kan kanske invända, att 1975 är ett olyckligt år som jämförelsepunkt, eftersom en kraftig produktionsnedgång då inträffade i västvärldens stålproduktion. Å andra sidan var 1974 ett abnormt högkonjunkturår. Om man studerar siffrorna för alla de 16 åren är tendensen entydigt den som tabellen visar. En genomgång av stålkonsumtionssiffrorna eller av dagens investeringsaktiviteter ger samma intryck och antyder därtill, att tendensen gäller även kommande år.

I lågkonjunkturer har tackjärnsproduktionen alltid dragits ned kraftigare än råstålproduktionen, därför att billigt köpskrot kommit till ökad användning. Tackjärnsproduktionen på för skandinavisk malmexport intressanta punkter har skurits ned med omkring en tredjedel sedan 1974 och så har det också gått med malmleveranserna, kanske t.o.m. något värre. Om nu stålproduktionen i Västeuropa skulle stagnera eller uppvisa endast en mycket långsam tillväxt, så blir det givetvis svårt för järnmalmsgruvorna i Norden att nå den önskade marknadsvolymen. Konkurrensförutsättningarna är icke de bästa i varje fall inte så länge de låga sjöfrakterna varar och så länge kostnadsläget i Sverige och Norge är internationellt sett mycket högt. De järnverk i Norden, som arbetar

på basis av inhemsk järnmalm, har anledning bekymra sig för konkurrenternas låga malmkostnader.

Efter denna lilla avvikning in på de speciella förhållandena på järnmalmsmarknaden återknyter jag till frågan om utvecklingsländernas frammarsch. Utvecklingsländerna har en fördel, som vi inte hade då vi började industrialisera. De kan importera mycket avancerad teknik på mogna teknikområden, där utvecklingen inte går så snabbt, att de riskerar att snart få gammalmodiga anläggningar. De kan köpa nyckelfärdiga anläggningar, i vilka världsledande företag tar hand även om utbildning, inkörning och några års management. Joint ventures är vanliga. Vissa av dessa länder får nu genom olje- eller andra råvaruinkomster tillgång till kapital. Svårigheterna ligger inom administrationen och utbildningen. På grund av den politiska instabiliteten är det framtida utvecklings-tempot i många utvecklingsländer svårt att förutsäga men totalt sett kommer dessa länder nu in i en andra andning.

Vi har anledning glädja oss åt varje steg de fattiga folken tar ut ur sin fattigdom. Om vi tror på frihandel har vi heller ingen anledning oroa oss. Vi har blivit föremål för välgärningar, då vi till billigt pris har fått köpa kikare, kameror, bilar, TV-apparater, kläder och skor från låglöneländer. Det har hjälpt till att höja vår standard. Det svåra ligger däri, att om vi på detta sätt importerar förnödenheter, som vi själva tidigare tillverkat, så måste vi lägga ned delar av vår industri och söka nya produktionsområden, på vilka vi är konkurrenskraftiga. En sådan omställning är besvärlig. Den orsakar förluster av kapital och särskilt om den måste ske i en lågkonjunktur, orsakas arbetslöshet, innan vi fått igång något nytt.

I vad mån gruvindustrin dras in i denna omställning, som betyder nedläggning av enheter, vet varje gruvledning bäst själv. I Mellansverige har ju framför allt järnmalmsgruvor tidigare lagts ned och fler kommer att följa, troligen minst dussinet.

En sak är säker. Många utvecklingsländer är ofullständigt prospekterade. Prospektering har på senare år kommit i gång i ökad utsträckning och kommer att ge resultat. Vidare kan nog en del gruvprojekt komma till stånd, även om de företagsekonomiskt ser tvivelaktiga ut. Man vill till varje pris industrialisera, sysselsätta, utbilda.

En ljuspunkt är, att utvecklingsländernas maskinimport kommer att öka. Man kan ta ett exempel från Tyskland. Den tyska textilindustrin är ungefär lika illa ute som den svenska men Tyskland svarar för 25 % av världsexporten av textilmaskiner. Det är en liten bekräftelse på en hypotes man kunde höra i Ruhr för 12...15 år sedan, nämligen att Ruhr inte var någon idealisk lokalisering för stålexporterande industri men att den indirekta stålexporten via maskinleveranser sannolikt skulle kraftigt öka. Detta är ju exempel på en omställning i frihandels tecken. Den ger inte bara ökad stålbrukning utan också ökad förbrukning av andra metaller.

Det finns i industriländerna ett betydande intresse för mineral i utvecklingsländer. Den s.k. Club of Rome satte härom året i gång en stor diskussion om mineraltillgångarnas långsiktiga otillräcklighet med sin bok om tillväxtens gränser. Givetvis är detta ett långsiktigt problem. Antag t.ex. att Kina skulle komma upp i samma

oljaförbrukning per invånare som Sverige. Kina skulle då ha en årlig oljeförbrukning som vore större än nuvarande världsproduktion. En sådan situation är av flera skäl otänkbar.

Redan på kortare sikt råder på många håll oro över mineralframtid. USA emotser en allvarlig belastning på betalningsbalansen, därför att man kommer att i allt större utsträckning bli beroende av mineralimport. Denna import måste dessutom delvis komma från länder, som inte bara är politiskt instabila utan som i vissa fall inte är alltför vänligt inställda till USA. Västtyskland men kanske framför allt Frankrike bedriver en planmässig verksamhet för att trygga sin mineralförsörjning. De är aktiva i åtskilliga utvecklingsländer.

Vi i Norden tar det lugnare. Vi har ju bättre självförsörjningsgrad än kontinenten och t.o.m. exportöverskott på en del viktiga malmer och metaller. Kanske är vi alltför lugna ty våra kända reserver av sulfidmalmer eller legeringsmetallernas malmer är inte särskilt imponerande. Vidare kan man ju fråga sig, om vi borde intressera oss mer för mineral i utvecklingsländer, delvis som ren affär, delvis för att skapa bättre förbindelser med länder, som vi är eller kommer att bli beroende av för import av olja och kol. De stora svenska gruvbolagen har internationell verksamhet i gång. De möter emellertid hård konkurrens från de nämnda stora länderna. Dessa har sådana resurser, att vi nog skulle söka mer samarbete företagen emellan för att kunna göra kraftfullare satsningar. Jag kan inte se gränserna mellan Nordens länder som ett hinder för sådant samarbete mellan företag. Vi kan på vissa punkter komplettera varandra tekniskt. Det är också lättare att vid ett sådant samarbete frigöra personal från ordinarie arbetsuppgifter här hemma för arbetsuppgifter i länder, där det krävs att vi representeras av personer med mycket hög mänsklig kompetens och inte bara fackkunskaper.

Jag har sagt något om energi, litet mer om utvecklingsländer och nu kommer jag till den svårgräpbarare faktor i nuläget, som jag har kallat bristen på basinnovationer.

Bilen, TV etc är basinnovationer. Sedan börjar förbättringsinnovationerna. De är viktiga men inte avgörande. Den bil jag hade för över 40 år sedan gav mig nästan samma rörelsemöjlighet som jag har med min nuvarande bil. Men bilen har förbättrats, framför allt blivit bekvämare. När uppfinningar av karaktären basinnovation har nått stor spridning och nått tekniskt hög nivå inträffar en viss mättnad på marknaden. Tillverkarna går då lätt in i det tredje skedet och börjar med vad som kan kallas skeninnovationer, gadgets, jippon.

Det har inträtt ett utmognadsstadium inte bara i fråga om produkter utan också beträffande vissa tekniska trender. Under efterkrigstiden har stora ekonomiska framsteg gjorts på tekniska utvecklingslinjer, som nu i icke ringa grad har uttömt sin kraft. Det lönar sig inte särskilt väl att gå upp till truckar, som lastar 300 ton, sedan man redan har 150 tons truckar. Men de sistnämnda var ett stort framsteg jämfört med lastbilar på 5 ton. Det är svårt att bygga större masugnar än de nu största, bl.a. därför att beskickningen har begränsad hållfasthet. Sammanfattande: vi har på en mängd punkter utnyttjat den ekonomiska

skaleffekten så långt, att vi nu vid försök till ytterligare uppförstoring drabbas av den avtagande avkastningens lag. Vi har gjort något enkelt, det blir nu svårare.

Förutsättningen för nya maskiner och processer är ofta förbättrat material, alltså material som har högre hållfasthet, värmebeständighet, kemisk motståndskraft. Även på detta område finns många exempel på att vi har kommit så långt, att ytterligare tuffjäta framåt kräver stora insatser. Från gruvområdet kan vi notera, att vi vid hydraulisk borrhning lätt kan anbringa så stor kraft på borrhstålet, att vi överskrider hårdmetallens hållfasthetsgräns. Hårdmetallen kan väl bli något bättre och vi kommer kanske att få in nya syntetiska diamantmaterial eller bornitrid, men vi har knappast en så lätt framstegens väg framför oss, som den som öppnade sig, då hårdmetallen gjorde sin entré och borsmedernas yrke dog ut.

Med det sagda menar jag naturligtvis inte, att teknikens framsteg har upphört. Elektroniken t.ex. är ett område i utveckling. Men somliga författare menar, att de stora basinnovationerna inte strömmar fram i jämn takt. De kan komma i vågor och man menar att just nu råder något av stiltje. Det skulle kunna betyda minskad lockelse eller minskat tvång till ekonomisk aktivitet.

I de små länderna måste vi avstå från de dyrbara tekniska utvecklingsprojekten och på många områden nöja oss med att forska så mycket, att vi kan tillvarata vad som händer i de stora länderna. Men vi ska inte glömma, att en innovation ofta är beroende av en enda hjärna och den kan finnas i ett litet land likaväl som i ett stort.

Jag har nyligen läst en intressant beskrivning av bakteriell lakning av mineral. Har man i Finland gjort försök med denna metod och med vilket resultat? I varje fall har geologerna fått något nytt att tänka över. Transporten av metaller från de punkter i jordskorpan, där de trängt upp, har ofta skett i lösningar. Kan inte processen ha starkt befordrats av bakterier och vilka slutsatser kan man dra för malmletningen?

De tre punkterna — energin i framtiden, utvecklingsländernas industrialisering och innovationsläget — hör till de faktorer, som man tror kan bidra till avmatning i det ekonomiska tillväxttempot i industriländerna. Jag har till dessa globala företelsor sökt knyta iakttagelser inom gruvnäringen. Det är min övertygelse, att vi på företagsledarnivå bör liksom ungdomen vara lyhörda för vad som sker i vår nya internationella värld, som alltmer blir till en enda marknad och kanske mycket långsamt till ett världssamhälle.

I vår dagliga gärning är vår främsta uppgift att söka minska våra produktionskostnader, förbättra våra kvaliteter, stärka vår marknadsföring, skapa en bättre arbetsmiljö och minska skadorna på vår yttre miljö. Mycket av detta har vi möjlighet att påverka. Ofta känner vi oss dock som lekbollar i händerna på yttre faktorer, som vi inte kan påverka, de må vara inhemska eller av global natur. Vi får försöka anpassa oss till dessa faktorer. I fråga om malmen uppvisar järnmalmen de mest dramatiska marknadsförändringarna under efterkrigstiden.

År 1950 den enda malmströmmen över Atlanten gick från Narvik till USA.

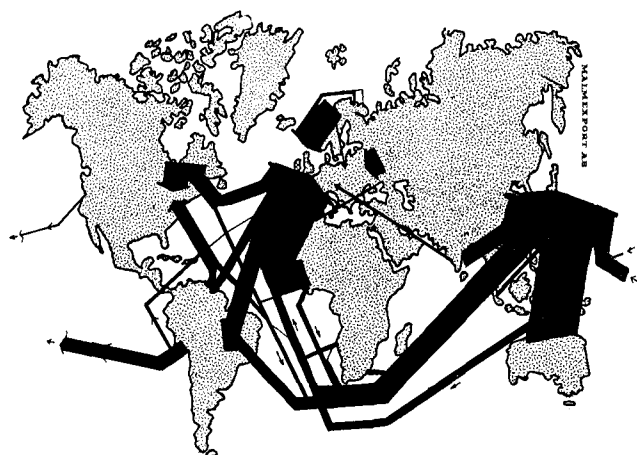


Fig. 1. Sjöburna handeln med järnmalm 1973.

Fig. 1. Iron ore trade by sea route 1973.

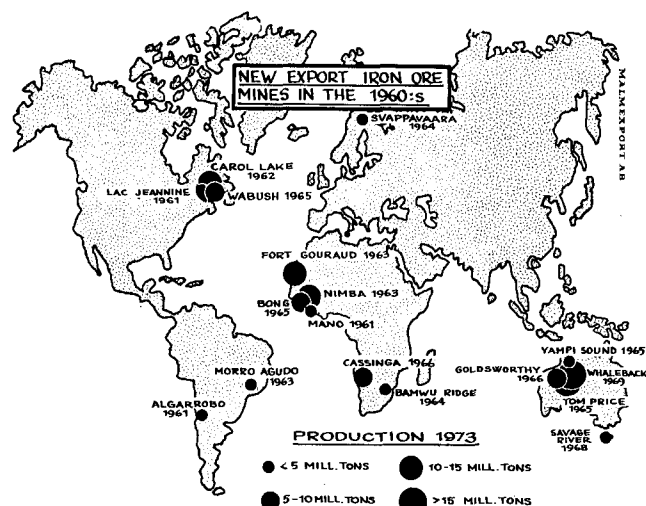


Fig. 2. Under 1960-talet byggda järngruvorna och deras produktion 1973.

Fig. 2. New export iron ore mines in the 1960's and their production 1973.

Fig. 1 visar den sjöburna handeln med järnmalm 1973. Händelseutvecklingen är revolutionerande.

Fig. 2 Visar nya gruvor öppnade under 60-talet.

Till dessa nya gruvor kommer också kapacitetsökningarna i de gamla gruvorna, framför allt i Brasilien, där kapaciteten idag överträffar allt vad någon kunde drömma om för 15 år sedan. Även i Indien har en stark utveckling ägt rum.

Både Japan och Västeuropa hade för små egna järnmalmreserver och var tvingade att hämta långväga malm för att kunna bygga ut sin stålindustri. De långa transporterna hade kommit under alla förhållanden. Men

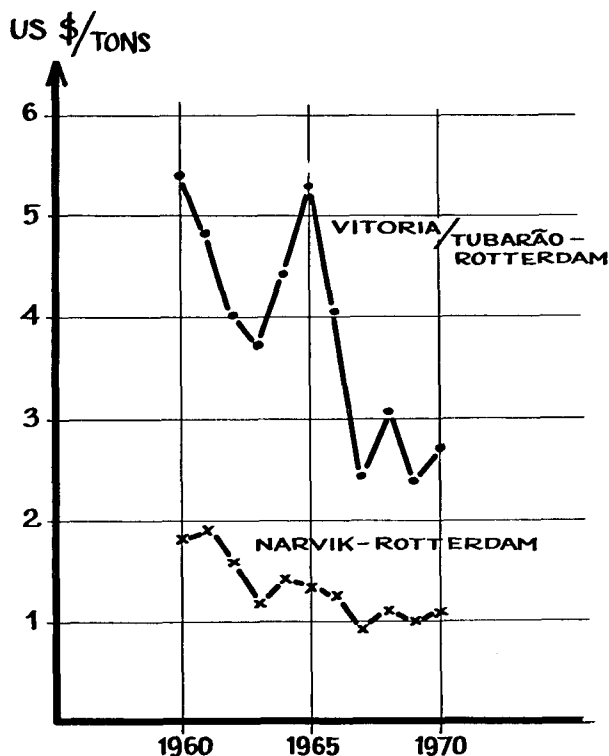


Fig. 3. Sjöfartfrakter 1960—1970.

Fig. 3. Sea freight rates 1960—1970.

med de gamla små fartygen hade malmen blivit dyr och lokaliseringen av världens stålindustri hade troligen inte blivit vad den är idag. Med de stora fartygen sjönk sjöfrakterna dramatiskt och avstånden förkortades. Min. far talade om jättefartyget Murjek, som lastade 10.000 ton, medan nu den största lasten ligger på 233.000 ton.

Som man ser av fig. 3 hade frakten Narvik-Rotterdam 1960 till 1970 sjunkit med ungefär en dollar, från Basilien till Rotterdam med ca tre dollar. Det betyder för LKAB vid nuvarande låga export 180 Mkr per år i minskad intäkt. Om man lägger upp ett fartyg, har man kvar ca 20 % av driftkostnaderna. Fartygen hålls därför i gång till frakter, som ligger under driftkostnad. Så kan det ju inte fortgå oändligen. Någon gång — men tyvärr inte mycket snart — blir det givetvis en jämvikt mellan utbud och efterfrågan på frakttjänster och då kommer frakterna att bli rätt höga. Genom ökningen av byggnads-, bränsle- och besättningskostnader har tendensen till ständigt sjunkande sjöfrakter brutits. Utförsbacken har vi kostnadsmissigt bakom oss. Det återstår nämligen inte så mycket att göra längre i fråga om fartygsstorlekarna. Men risken finns ju alltid, om en sjöfartshögkonjunktur inträffar, att redarna förbygger sig igen. De har en utpräglad benägenhet att rusa som en fårahjord alla på en gång åt ett håll. Man kan också fråga sig, om marknaden kommer att avgöra eller om konkurrensen kommer att snedvridas av subventioner och andra regeringsingripanden i olika länder.

Vi i Norden, som lever i höglöneländer, åtminstone med dagens valutakurser, behöver ett fraktskydd. Tyvärr blir det aldrig av så stor betydelse för de dyra mineralen och metallerna.

För de många nya gruvorna spelar även landtransportkostnaderna en viktig roll. Tendensen vid nyexploatering av järnmalm är inte brytning av fattiga malmer nära kuster utan av rika malmer allt längre in i kontinenterna. När man i Sydafrika och Brasilien genomför eller planerar nya storprojekt, rör det sig om järnvägstransporter på 800 och 900 km. Det ger oundvikligen kostnader, som neutraliserar en del av fördelarna vid stora dagbrott. Även vid brytning av andra malmer ger läget långt inne i landmassor extra kostnader för infrastruktur. Då LKAB idag vågar tänka sig en brytning av kopparmalmen Viscaria alldeles utanför industriområdet i Kiruna, så är en av förklaringarna, att all infrastruktur finns på platsen, t.o.m. verkstäder, kontor och personal. I fråga om anrikning och andra tekniskt mera avancerade processdelar har utvecklingsländerna knappast några fördelar, eftersom industriländernas tekniska och administrativa försprång kan mer än väl kompensera löneskillnader. Energisituationen är punktvis mycket gynnsam i utvecklingsländerna, där man t.ex. nu bränner naturgas till ingen nytta eller har stora utbyggda vattenfall. I Egypten vet man ju knappast vad man ska ta sig till med elkraften från Assuandammen.

På dagens malm- och metallmarknad råder de mest skiftande prislägen. I fråga om järnmalmen är läget sådant, att det inte går att investera i nya projekt. Priserna måste alltså förr eller senare upp, om det inte ska uppstå brist. Japaner och tyskar talar om risk för brist på järnmalm under andra hälften av 80-talet. Vad en del gruvor beträffar kan man fråga sig, om kon dör medan gräset växer. Beträffande koppar ligger det ungefär likadant till, om inte någon har en sällsynt förmånlig ny malm. Vi har haft perioder av brist på t.ex. nickel och krom men idag är nickelmaknaden bedräglig. Däremot råder en viss brist och mycket höga priser på wolfram och molybden mitt i lågkonjunkturen. Vad skulle ha hänt, om vi nu haft en högkonjunktur? I fråga om molybden vet man, att så småningom ny produktion kommer till. I fråga om wolfram har kineserna med en tredjedel av världproduktionen utvecklingen i hög grad i sin hand. Såväl wolfram- som molybdenmalm är ju mycket svårprojekterade och den framtida utvecklingen kan möjligen komma att bero av mer eller mindre slumpmässiga resultat vid prospektering.

Kommer vi att få uppleva långa, mycket svåra bristsituationer? Ja, uteslutet är det väl inte på mycket lång sikt, om man tillämpar Club of Romes perspektiv. En intressant iakttagelse är, att marknadsmekanismen struntar i framtiden. Just nu har vi ett överskottsutbud av olja. Om inte OPEC funnits, skulle oljepriserna förmodligen idag ha varit mycket låga, trots att vi vet att tillgångarna är begränsade. Den amerikanska Bureau of Mines publicerar som bekant med vissa mellanrum en tjock mineralbibel, där man anger kända reserver och sannolik förbrukning under de närmaste par decennierna. Ur denna bok har jag sammanställt följande tabell 2.

Tabell 2. Världens mineralförbrukning 1973–2000 jämförd med kända, vid 1973 års priser utvinnbara reserver.

Table 2. World mineral usage 1973–2000 in comparison with known in 1973 economically feasible ore reserves.

Mineral	Enhet	Förbrukning 1973–2000	Tillgång	Kvot r/f
Aluminium	MST	980	3.575	3.6
Brom	Mlb	35.000	25.000	0,7
Krom	MST	102	521	5.1
Koppar	MST	381	430	1.1
Fluor	MST	138	39	0.3
Järnmalm	MST	22.000	97.000	4.4
Bly	MST	154	164	1.1
Magnesium	MST	225	Mer än nog	
Mangan	MST	432	2.012	4.7
Kvicksilver	TFl	6.640	7.185	1.1
Molybden	Mlb	9.000	13.000	1.4
Nickel	MST	31	50	1.6
Platina	MTroz	91	298	3.3
Silver	MTroz	14.800	6.000	0.4
Svavel	MLT	1.930	2.000	1.0
Tenn	TLT	7.910	9.978	1.3
Wolfram	Mlb	3.344	3.922	1.2
Zink	MST	253	149	0,6
Grafit	MST	22	10	0,5
Fosfat	MST	6.730	51.712	7.7
Naturgas	Tref	2.401	2.220	0.9
Olja	Bbl	860	715	0.8
Uran	TST	2.876	1.045	0.4

Som man ser räcker silvret inte tillnärmelsevis fram till år 2000. Silverpriserna borde, om detta vore sant, bli skyhöga. Silver kan ju knappast ersättas vid fotografiering. Vi får möjligen en gång börja använda TV-kameror och visa bilder från våra anläggningar och resor på en TV-skärm. Med flusspat ligger det ungefär lika illa till som med silver. Men flusspatpriserna tycks inte påverkas av att folk läser sådana här tabeller. Det är dagens tillgång och efterfrågan på marknaden, som är avgörande. Flusspat är ju också i vissa användningar substituerbart. Svårigheten att överblicka framtiden i fråga om olika metaller gör, att företagen före investeringsbeslut avvaktar marknadsutvecklingen. Någon stor framförhållning kan man inte tala om. Skulle prospekteringen för ett visst mineral ligga lågt eller vara föga framgångsrikt under ett antal år och samtidigt t.ex. Kina skulle uppträda som storköpare, kunde mycket märkliga marknadsituationer uppstå. Det vore önskvärt, att producenterna inom olika områden förbättrade statistiken över tillgång och efterfrågan för att minska hanteringens spekulativa karaktär.

Till ovissheterna på marknaden hör olika länders beredskapslagring. Man lagrar numera inte bara med tanke på krig utan också med tanke på s.k. fredskriser, dvs. tillfälliga marknadsstörningar.

Gruvkarlar vet mycket väl, att det på mineralområdet gäller att vara ute i god tid, framför allt i prospektering. Frågan är, både global och inom varje företag, om denna verksamhet är tillräckligt omfattande. Frågan måste besvaras i varje land eller företag för sig och svaren måste bli olika för olika mineral. För oss i Norden gäller,

att vi sannolikt hittat det mesta av sådant, som var lätt att upptäcka. Vi måste i framtiden kunna hitta mineral, som inte kan påvisas geofysiskt eller som kan ligga under sådant bergtäcke, att de geofysiska mätresultaten är mycket svårtolkade. Geokemin har givit en ny chans. Men vi måste också öka våra kunskaper om berggrundens tillblivelse och ombildning. Det är en mycket svår vetenskap och resultat kan delvis låta vänta på sig i årtionden. Den grundläggande geologien måste alltmer söka samband och söka bringa ordning i de miljoner data, som under årens lopp antecknats och som vi får genom geofysik och geokemi. Jag har med stort intresse tagit del av finska synpunkter på bl.a. geokronologi och tektonik. Det krävs mod att i sökandet efter samband uppställa hypoteser. Vi får inte låta dem, som gör anspråk på vederhäftighet i detaljer, slå ned modet hos dem som söker de svårfunna sanningarna. Vederhäftighet i smått är ofta sanningens fiende. Eftersom berggrunden i Finland och Sverige delvis har likartad bildningshistoria, noterar jag med glädje allt samarbete mellan våra geologer och önskar, att utbytet av iakttagelser och tankar skall utvidgas. Finland har åtskilligt att ge.

Prospekterar vi för mycket eller för litet? Är det inte så, att det i allmänhet men i all synnerhet i kristider är relativt lätt att få resurser för vad som lovar avkastning inom kort, medan det är svårt att mobilisera intresse och resurser för långsiktiga aktiviteter? Så upplever jag det och därför har jag aldrig dåligt samvete, då jag talar för satsning på geologi och en mineralframtid. På andra tekniska områden kan vi köpa licenser utifrån men vår egen natur måste vi själva utforska.

Medan järnmalmerna på grund av nuvarande överkapacitet säkerligen har åtskilliga svåra år framför sig, är bilden ljusare för andra malmer — förutsatt att vi inte har en lång världskris framför oss. Sulfidmalmen är ju Finlands styrka. Även om läget för vissa av dem är tryckt idag har man svårt se anledningar till mycket långvariga bekymmer. Kanske har ni dock i Finland framför er hårdare villkor på miljöområdet — någonting i stil med vad vi i Sverige redan råkat ut för. På vissa industriområden har lagstiftningens innehåll kommit att bestämmas av lokala, stundom tekniskt tämligen okunniga myndighetspersoner, som har makt att följa ett industriprojekt under projekterings- och byggnadsskedet och därvid utöva negativt inflytande på tidplaner och kostnader. Ur den yttre miljöns synpunkt förefaller det mig, att naturvårdsmyndigheterna borde bestämma, vad vi får släppa ut i luft och vatten och vilka markytor vi får disponera. De har däremot knappast någonting att göra innanför industristaketet, där arbetarskyddet får ta över. Myndigheter med mycket svag tekniskt kompetens bör inte sätta sig till doms över företagens tekniskt överlägsna resurser — de ska bedöma resultaten ur miljösynpunkt, inte de tekniska lösningarna för att nå dessa resultat.

I fråga om sulfidmalmer och legeringsmetallernas malmer är det svårt urskilja faktorer, som under de närmaste par årtiondena skulle medföra klart negativa eller positiva tendenser på marknaden.

Koppar, zink och bly har ju länge varit föremål för substitution i vissa användningar bl.a. av aluminium och

Tabell 3. Västvärldens kopparbalans (tton).

Table 3. Copper balance of western countries (kton).

	1973	1974	1975	1976	1977 ber.
Metallkonsumtion	6.940	6.500	5.465	6.410	6.910
Metallproduktion	6.670	6.950	6.260	6.665	7.025
Produktions- överskott	-270	+450	+795	+255	+115
Akkumulerat pro- duktionsöverskott 1974—77	1,6 milj. ton				
Totala lager sept. 1977: 2,0 milj. ton.					

plast, men samtidigt har den ekonomiska tillväxten svarat för att marknaden utvecklats i stort sett gynnsamt. Av Boliden har jag lånat några diagram som visar hur det har sett ut, Tabell 3.

Som synes har konsumtionen globalt legat lika högt eller högre 1976 och 1977 som de två goda åren i början av perioden. Det är ju en helt annan utveckling än för t.ex. järnmalm.

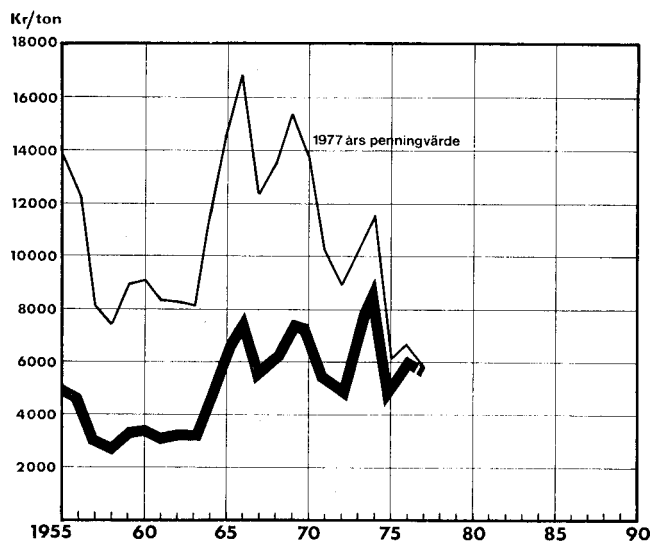


Fig. 4. Kopparpriser (Londonnotering).

Fig. 4. Copper prices (London quotation).

Av fig. 4 framgår att priserna för koppar på Londonbörsen ligger klart högre än för 15—20 år sedan i löpande penningvärde. Läger man in levnadskostnadsindex, så finner man, att priserna var abnormt höga 1955 och är abnormt låga för närvarande. Att priserna i fast penningvärde inte stiger lika fort som i löpande är naturligt. Rationaliseringsinsatserna medför en sådan utveckling, som är vanlig på de flesta varuområden. Det beräknas,

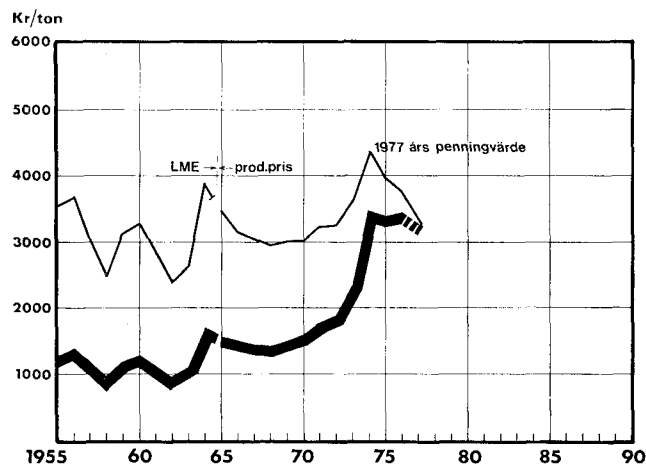


Fig. 5. Prisutveckling för zink.

Fig. 5. Price development of zinc.

att endast ungefär en tredjedel av världens kopparproduktion ger vinst vid dagens priser. Man torde med visshet kunna säga, att priserna måste upp, annars kommer många gruvor att få läggas ned.

För zink är det s.k. producentpriset det intressanta (Fig. 5). Det visar en bättre utveckling än kopparpriset. Varför skulle framtiden bli annorlunda? Möjligen kan man tänka sig en snabbare utveckling av material, som inte kräver korrosionsskydd eller andra rostskyddsmedel. Plasten har ju redan betytt rätt mycket. Intressant är, att bilindustrin på grund av energisituationen står inför en stor nydaningsperiod. Kanske minskar den sin zinkförbrukning. Men det är ju bara en detalj i fråga om zinkanvändning. Världskonsumtionen av zink visar samma stadiga ökning som för koppar.

Blypriserna har stigit något mindre brant än zinkpriserna men i gengäld har de legat bra till under senaste året mitt i en matt konjunktur (Fig. 6). Beträffande blyet kan man tänka sig vissa faktorer, som kan minska efterfrågan. I första hand torde blyet försvinna ur bensin, vilket betyder ett bortfall av i sista stadiet 10 procent av marknaden. Mera spännande är vad som händer på ackumulatormarknaden, dit nu ungefär halva blyproduktionen går. Det pågår intensiva ansträngningar att utveckla batterier med högre energitäthet än blyackumulatören. Vi provkörde i LKAB ett luftmetallbatteri, som hade ungefär 50 procent högre energitäthet än ett blybatteri. Närmare förverkligande ligger en ny NiFe-ackumulator, som anses kunna bli billigare och bättre än nu existerande. Japanerna uppger sig gå i produktion med ett zink-nickel-batteri år 1981. Det arbetas med en mängd olika idéer till nya och förbättrade förbränningsmotorer.

Bilindustrin är emellertid orolig för att långsiktigt sitta fast i bränsleproblemet. Man satsar därför om igen på att helt komma från förbränningsmotorerna. Det kan ske genom batterier, men det mest tilltalande vore bränsleceller. Det har varit rätt tyst om bränslecellerna i några år men de är ingalunda bortglömda. Nya idéer finns och ett tekniskt genombrott kan inte uteslutas.

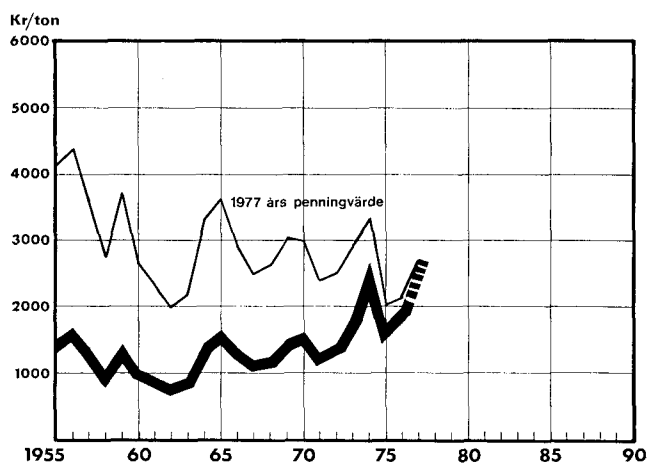


Fig. 6. Blypriser (Londonnotering).

Fig. 6. Lead prices (London quotation).

Prognoserna går ut på att blyanvändningen troligen ökar långsammare än användningen av zink och koppar. Eftersom knappt en tredjedel av blyet produceras ur rena blymalmer, kan bly ur andra malmer falla i sådan omfattning, att en obalans på marknaden uppstår. De rena blymalmen skulle därmed komma i farozonen. Den som lever får se.

Det skrivs mycket om utvinning av framför allt nickel och en del koppar ur de metallnoder, som finns på stora djup i världshaven. Det blir i första hand mangan man kommer att producera ur dem och det är svårt att förstå, vad man ska göra med allt detta mangan. En genomgång av den tänkta tekniken för utvinning och publicerade kostnadsberäkningar för dess olika detaljer visar dock, att man har långt kvar till ekonomi i en sådan hantering. Möjligen kan man komma i gång på något ställe, där det uppges finnas guld i nodulerna, bl.a. i Röda Havet. Man måste komma i produktion för att få verklig fart i den tekniska utvecklingen. Livet är ju fullt av överraskningar men tekniska överraskningar är mindre sannolika, då en process oundvikligen består av en lång rad tekniska detaljer, som var och en för sig ter sig tämligen banala. Det räcker sålunda i fråga om nodulutvinning inte med en snilleblix för att nå ekonomi, det behövs många. Kanske upptäckten av noder med särskilt värdefullt metallinnehåll kunde visa sig vara Columbi ägg.

Av särskilt svenskt-finskt intresse är förmodandet, att sulfidmalmsstråket genom Boliden-området och i Finland finns också under Bottniska Viken. De avskräckande erfarenheter ni har här i Finland av malmfångst under havsbotten kanske inte behöver bevisa, att allt sådant är omöjligt. Kontinentalsocklarna kan i många fall tänkas vara malmförande.

Till det nuvarande investeringsdödläget i världen bidrar ett förhållande, som alltför litet uppmärksammas av nationalekonomerna. Man anger som skäl för nuläget, att de flesta industrier har överkapacitet och att framtiden är oviss. De förklaringarna räcker långt. Men det finns också en visshet av negativt slag. Inflationen har

haft en svårbegriplig och ödesdiger effekt på investeringskostnaderna. Svårbegriplig, ty hur ska man förklara, att dessa kostnader tycks ha stigit snabbare än levnads-kostnaderna? I stort sett kan man tala om en fördubbling av investeringskostnaderna på fem år. Någon som sätter spaden i marken idag och har färdigbyggt en anläggning om tre år, kan frukta dubbelt så höga kapitalkostnader som en idag två år gammal anläggning. Hur kan man vänta sig lönsamhet vid så stora kapitalkostnader? Förkalkylerna ser hopplösa ut, om man inte har en helt ny tillverknings teknik eller en ny produkt. Jag har noterat sådana siffror i projekt, där såväl svensk projekteringspersonal som utländska konsulter deltagit och inom olika industriområden. Amerikanska och tyska industrimän talar om 70...80 procents fördyring på fem år och det skapar ungefär samma beslutsförklaring. Om till denna fördyring kommer, att tillväxttempot i ekonomien blir långsamt, tar det lång tid innan nya och ännu dyrare anläggningar kommer till stånd. Den som nu bygger kan alltså ha en lång svår period framför sig. Den långsammare inflation, som vi tidigare haft, har kunnat kompenseras genom att en ny anläggning alltid haft en del mindre fördelar och av att utvecklingen går snabbt. Ett kostnadssprång har nu plötsligt påtaglig effekt på företagens lönsamhetsbedömningar. Än värre blir det genom att självfinansieringsmöjligheterna minskat. Att låna nästan allt till rekorddyra anläggningar är inte attraktivt. Att betala ränta och amortering på vad som borde ha varit riskkapital ger en fasaväckande cash flow under en anläggnings barndomstid. Vinsterna ligger längre fram och får vi långsam ekonomisk tillväxt, kan de komma att ligga mycket långt fram i tiden.

Min sammanfattning beträffande malmernas framtid är sålunda, att järnmalmens säkerligen har en lång och svår period framför sig, möjligen med undantag för någon tillfällig konjunkturtopp, att framtiden för sulfidmalmer-na ter sig betydligt ljusare och att de mindre metallernas kurvor kommer att vara mera ryckiga. De allmänna ekonomiska förhållandena kan utveckla sig så, att vi får besvär att anpassa oss till en ny världsbild. Det svåraste hotet kommer dock från energisidan. Är det otänkbart, att ökat tempo i utvecklingsländerna kan så småningom skapa en ny dynamik i världsekonomin? Efteråt kommer vi att veta hur det gick och vara mycket kloka.

SUMMARY

LONG-TERM PROBLEMS IN WORLD'S MARKET CONDITIONS OF ORES

The factors influencing upon the demand and supply of ores have been discussed, especially from the Scandinavian point of view. The author concludes that, except of some short occasional periods of high conjuncture, the price of iron ores will remain at a comparatively low level. The prices of sulphide ores, e.g. ores of copper, nickel and zinc, will instead increase in the near future while those of less used metals such as lead, tungsten and molybdenium will show more uneven trends. We have to become adjusted to a new world economic situation. The role to be played in this connection by the industrializing, now undeveloped countries is still obscure but may result even in economic activation.

METEC' 79 —

METALLURGIAN LAITETEKNIKAN JA TUOTANTOMENETELMIEN NÄYTTELY JA KONGRESSI

Düsseldorfer Messegesellschaft — NOWEA — järjestää Düsseldorfissa 16.—22. 6. 1979 metallurgian erikoismessut, joilla esitellään raudan ja teräksen, kevytmetallien, kuparimetallien ja jalometallien tuottamisessa tarvittavia laitteistoja, koneita, komponentteja, rakennneosia ja alan know-how'ta. Näyttelyalueen laajuus on 45000 m². Kaikki merkittävät teollisuusmaat ja joukko muitakin ovat edustettuina näyttellepanijoiden joukossa. Näyttelyn yhteydessä on 18.—20. 6. "Internationaler Kongress für Hüttentechnik — Verfahren und Anlagen", jossa pidettävät esitykset käsittelevät metallurgisen teollisuuden raaka-ainekysymyksiä, raudan, teräksen ja ei-rautametallien valmistusta, kuuma- ja kylmämuokkausta, kunnossapitoa, kuljetuksia ja varastointia. Exkursioita järjestetään 23 Saksan Liittotasavallan merkittävimpään teollisuuslaitokseen sekä belgialaisiin, hollantilaisiin ja luxemburgilaisiin tehtaisiin. Mainittakoon vielä, että uuniteknikan ja lämpöteknillisten tuotantomenetelmien messut THERMPROCESS 79 järjestetään samanaikaisesti, nimittäin 9.—22. 6. ja kansainväliset valimomessut GIFA 79 9.—15. 6. samalla Düsseldorfin messualueella.

Lähempiä tietoja antaa

Düsseldorfer Messegesellschaft mbH
Postfach 320203
D-4000 DÜSSELDORF 30

VALSSAAMOTEKNIKAN SANASTO ILMESTYNYT

Metalliteollisuuden Standardisoimiskeskuksen TES:n komitean K 26 laatimana on ilmestynyt nelikielinen **Valssaa-motekniikan Sanasto**. Komitean jäseninä ovat olleet FM M. Merivuori, DI P. Lampinen, DI E. Luostarinen, DI T. Tiitola ja DI A. Korhonen, prof. M. Sulonen (phj) ja ins. M. Kojola (siht.).

Sanasto käsittää valssauksessa tapahtuvia toimintoja kuvaavia, itse valssaukseen liittyviä sekä vetämössä käytettäviä sanoja. Mukaan on otettu myös materiaalivikoja kuvaavia sanoja. Tätä varten komitean apuna olleen työryhmän puheenjohtaja on ollut DI M. Niskanen.

Sanastossa on yli 900 suomenkielistä hakusanaa ja vastinsanat ruotsin, englannin ja saksan kielellä. Lisäksi on aakkoselliset hakemistot ruotsi — suomi, englanti — suomi ja saksa — suomi.

Alan terminologian kehitys on pyritty ottamaan huomioon mahdollisimman tarkoin. Sanaston ruotsinkieliset sanat on tarkastanut prof. P.-O. Strandell KTH:sta ja saksankielisen terminologian VDE:n toimihenkilöt. Komitea on luonut muutamia suomenkielisiä uudissanoja, mutta muuten pitäytynyt yleensä alan teollisuuslaitoksissa käytettävissä termeissä. Koska sama asia usein ilmaistaan varsin monella eri tavalla, sanastoon on otettu sekä vanhempia että uudempia vastinsanoja.

A5-kokoisen ja 98 sivua käsittävän pehmeäkantisen sanaston saa (à 25 mk) sen kustantajalta **Suomen Standardisoimisliitto r.y:ltä, PL 205, 00121 HELSINKI 12, p. 645 601, telex 12 2303 stand sf.**

Uusien malmien löytömahdollisuudet Suomessa

Professori Heikki Paarma, Rautaruukki Oy, Oulu

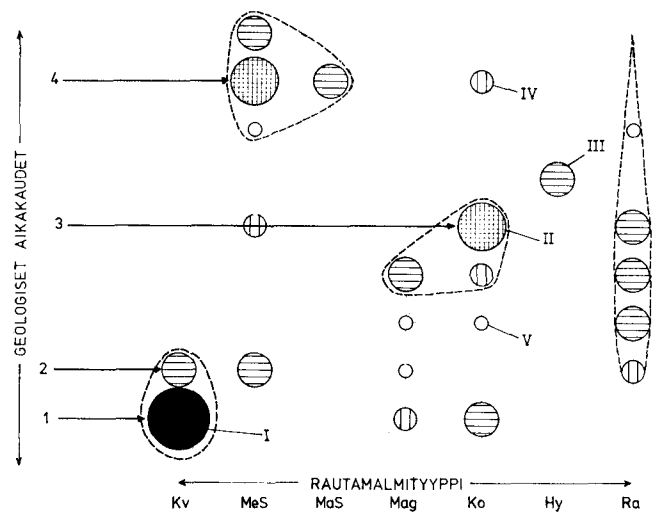
Esitelmä Vuorimiespäivillä 31. 3. 1978

Maamme prekambriin kallioperä on iältään vanhempaa kuin 1 mrd vuotta mutta nuorempaa kuin 3 mrd vuotta. Suomen prekambrium on osa Baltian kilpeä. Tällä tarkoitetaan niitä alueita Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Neuvosto-Karjalassa ja Kuolassa, joissa prekambriiset muodostumat tulevat pintaan eli ovat löydettävissä heti irtainten, ohuiden maapeitteiden alta. Tämä Baltian kilpi puolestaan kuuluu vielä suurempaan kokonaisuuteen, jota on nimetty Fennosarmatian kratoniksi. Viron pohjoisrannikosta alkaen Neuvostoliiton Euroopan puolen eteläiseen osaan asti peittää prekambriasta alustaa vaakasuorien nuorempien muodostumien lähes vaakasuora laatta. Tässä laatussa on Ukrainassa ikkuna, jossa prekambriin muodostumat jälleen tulevat pintaan.

Prekambri-muodostumat ja näistä nimenomaan vanhimmat ovat maailmanlaajuisesti malmipitoisia. Kuva 1 osoittaa, kuinka Neuvostoliiton rautamalmivarat jakaantuvat eri geologisiin kausiin ja malmityyppeihin /1/. Näemme, kuinka valtavan suuri rautamalmien kasauma kuuluu prekambri-maksimiin käsittäen potentiaalisina malmivaroina satoja miljardeja tonneja rautamalmia. Maailman kiisumalmeista huomattava osa kuuluu samoin vanhempaan prekambriin. Globaaliselta kannalta katsoen on siis ilmeistä, että Suomi ainakin on osana sellaista geologista kokonaisuutta, joka tunnetaan yleisesti ottaen malmeja sisältävänä alueena. Kaikkialla, missä prekambriisia alueita tavataan, harjoitetaan voimaperäistä malminetsintää.

Suomessa ei ole sitä haittaa, että meidän tulisi hakea prekambriumuodostumistamme malmeja paksujen nuorempien muodostumien alta. Mannerjää on kuitenkin aiheuttanut meille erikoisongelmia. Tämä näkyy kuvasta 2, joka esittää maapeitteen jakaumaa Suomessa verrattuna naapurimaihin. Näemme, että kalliopaljastumia Suomessa on vain 2,7 %, kun vastaava luku Norjassa on lähes 60 %. Maassamme on turvemaita pinta-alasta yli 30 %, paljon enemmän kuin naapurimaissa. Turvevaroihimme sisältyy arvokas kansallisomaisuus. Kun Suomessa on soita ja vesistöjä enemmän kuin naapurimaissa ja kun otetaan huomioon, että maapeitteen keskipaksuus on noin 8 metriä, on selvää, että geologisten havaintojen tekoa vaikeuttavat meillä luonnonolosuhteet. Irtomaaines on lisäksi pääasiallisesti mannerjään liikuttamaa eikä siis läheskään aina kuvasta aineskokoomukseltaan alla olevan kallioperän laatua. Malminetsijöillämme on siten monia erikoisvaikeuksia voitettavanaan.

Maamme itsenäistyi 60 vuotta sitten. Sitä edeltäneinä vuosisatoina ei Suomessa ollut tai Suomeen ei siirretty sellaisia pääomia, jotka olisivat aiheuttaneet riittävää ak-



Kuva 1. Neuvostoliiton potentiaaliset rautamalmivarat. Prekambri käsittää satojen miljardien tonnin varannot. Kostamus -tyyppi (kvartsiraitaiset rautamalmit) on prekambriissa ylivoimainen.

Malmivarojen suuruusluokka: I satoja miljardeja tonneja; II lähes 100 miljardia tonnia; III lähes 10 miljardia tonnia; IV lähes 1 miljardia tonnia; V muutamia satoja milj. tonneja.

Aikakaudet: 1. arkeinen ja alaproterozoinen; 2. keski- ja yläproterozoinen; 3. paleozoinen maksimi; 4. mesozoinen-kainozoinen maksimi.

Rautamalmityypit: Kv = kvartsiraitaiset; MeS = merellis-sedimenttiset; MaS = mantereellisedimenttiset; Mag = magmaattiset; Ko = kontaktimetasmaattiset; Hy = hydrotermiset; Ra = rapautumismalmit /1/.

Fig. 1. The potential iron ore reserves in the Soviet Union. There is a Pre-Cambrian maximum of hundreds of billions of tons. The Kostamus type (quartz-banded iron ores) overwhelmingly dominates the Pre-Cambrian.

Order of magnitude of the ore reserves: I hundreds of billions of tons; II nearly 100 billion tons; III nearly 10 billion tons; IV nearly 1 billion tons; V a few hundreds of millions of tons.

Periods: 1. Archaean and Lower Proterozoic; 2. Middle and Upper Proterozoic; 3. Paleozoic maximum; 4. Mesozoic-Cainozoic maximum.

Types of iron ore: Kv = quartz-banded; MeS = marine-sedimentary; MaS = continental-sedimentary; Mag = magmatic; Ko = contactmetasomatic; Hy = hydrothermal; Ra = weathered crust /1/.

	SUOMI %	RUOTSI %	NORJA %	KARJALAN ASNT %
KALLIOPALJASTUMIA (% maa-alasta)	2.7	2.0	59.2	4.7
VESISTÖJÄ (% koko pinta-alasta)	9.4	8.6	3.8	9.4
SOITA	31.9	12.6	3.7	18.0
KASVULLISTA METSÄMAATA (% maa-alasta)	50.0	56.0	22.7	48.5

Kuva 2. Fennoskandian maanpinnan laadun jakauma (Oulun yliopiston maantieteen laitoksen mukaan).

Fig. 2. Percentage distribution of elements of land area in Fennoscandia (according to the Department of Geography, University of Oulu).

tiviteettia maamme varhaisemmassa malminetsinnässä. Eräiden yksittäisten henkilöiden innokkuus ei voinut saada aikaan tuloksia, joilla olisi olennainen merkitys tällä vuosisadalla.

Sekä koulutettua henkilökuntaa malminetsintään että geologista pohjatietoa alkoi olla runsaammin käytettävissä vasta toisen maailmansodan jälkeen.

Kokemusta systemaattisesta, laaja-alaisesta malminetsinnästä ja sen koko monipuolisen koneiston käyttämisestä on alettu saada itseasiassa vasta 60-luvulta alkaen.

Nykyisin meillä on kokenutta henkilökuntaa, mutta geologien ja geofyysikoiden koulutuksessa toki on parantamisen varaa. Vuorimiesyhdistys on tähän asiaan puuttunut pariin otteeseen.

Julkisessa sanassa on malminetsintä ollut hyvin esillä. Eri tahoilla on tunnettu huolestumista ehtyvistä malminvaroistamme. Lisäksi toimivista kaivoksista osa on ainakin tällä hetkellä kannattamattomia. Huoli ei koske yksistään Suomea vaan ulottuu Skandinaviaan ja moneen muuhun teollisuusmaahan. Kaivosteollisuutta maassamme uhkaa kriisitilanne, ellei uusia arvokkaita malmiesiintymiä löydetä. Kaivosteollisuuden ja metallin perusteollisuuden parissa työskentelee noin 25.000 henkilöä, joista kaivoksissa noin 5.000. On siten kysymys monelta kannalta tärkeästä kansantaloudellisesta asiasta. On ymmärrettävää, että katseet ovat kohdistuneet malminetsintäväkeemme kysyn, voivatko alan ammattimiehet esittää mielekkäitä suunnitelmia malminetsintätoiminnan tekemiseksi tuloksekkaammaksi. Geologikunnan keskuudessa yleensä koetaan asia sellaisena, että tekemätöntä työtä on siinä määrin runsaasti, että resursseja tulisi ilman muuta lisätä.

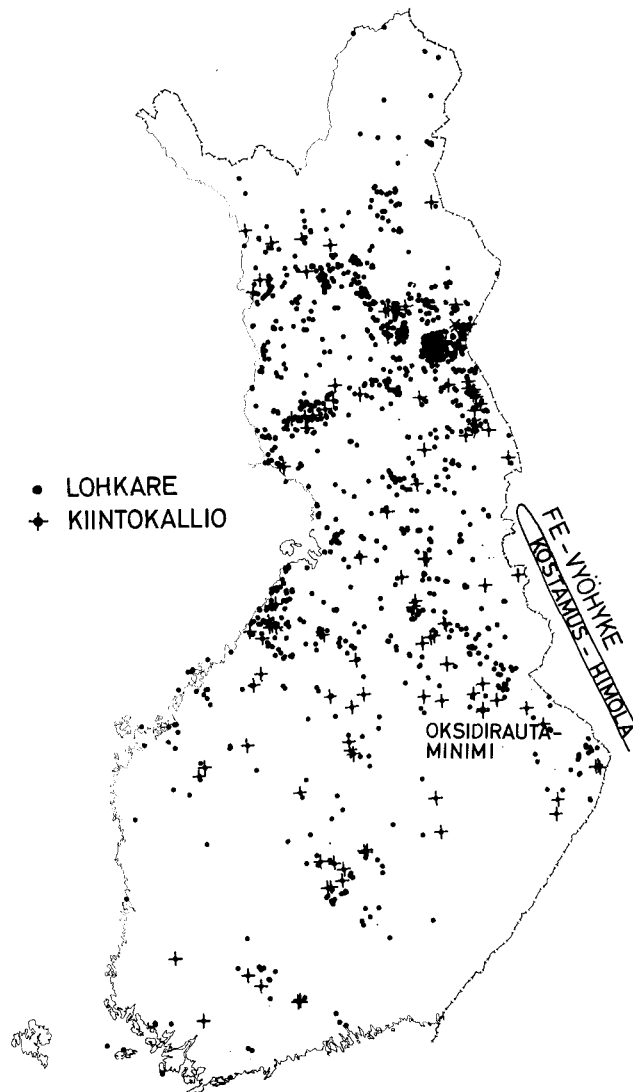
Toiminnan taloudellisuuden vaatimukset ja toteutus kaivostoiminnan kannattavuuden alenemisesta ovat kuitenkin tekijöitä, jotka ovat saattaneet rahoittajan, olkoon tämä yksityinen yhtiö tai valtio, miettimään, mitä oikeastaan pitäisi tehdä. Tulisiko varojen käytössä muuttaa painopistettä vai onko aihetta lisätä myös varojen käyt-

töä nykyiseltä lähes 100 milj. markan tasolta vuotta kohti.

Käsitellen aluksi rautamalmien etsintään liittyviä ongelmia. Olen tarkastellut tätä kysymystä magneettisesta kartasta, joka kattaa Neuvostoliiton puoleisen osan Fennosarmatian kratonia. Jos yritetään seurata tunnettuja Krivoi Rogin magneettisia jaksoja Suomeen päin, havaitaan, että Krivoi Rogin anomalian pohjoinen jatke näyttää kaartuvan Viron kautta Itämereen. Koska ei kuitenkaan ole käytettävissä yhtenäisiä, myös merialueita kattavia, magneettisia karttoja koko Fennosarmatian alueesta Skandinavia mukaanluettuna, ei voida varmuudella yhdistellä Krivoi Rogin alueen rautamalmikenttiä Keski-Ruotsin Bergslagenin alueelle saati sitten Kirunan malmikenttää läpi Suomen jonkinen Kostamukseen tai Ukraina. Epäilemättä tarvittaisiin laaja-alaisia yhtenäisiä, kaikkia pohjoisia alueita kattavia aeromagneettisia ja muita geotieteellisiä karttoja, jotta nähtäisiin, millä tavoin geologiset suurmuodostumat kulkevat valtakunnasta toiseen. Neuvostoliiton pohjoisosan magneettiset anomaliat jatkuvat Uralilta Kuolan kautta Norjan alueelle. Neuvostoliiton alueelta saatavissa oleva aeromagneettinen kartta antaa siten vaikutelman, että osa tärkeimmistä magneettisista jaksoista väistää maamme. Kostamuksen—Himolan rautamalmijakso on melkein Suomen rajan suuntainen. Sen ulottuminen Pohjois-Suomen halki on mahdollista. Keräämällä kaikki mahdollinen rautamalmitieto, kuten on tehty kuvassa 3, vahvistuu Pohjois-Suomen osalta sellainen kuva, että tämä jakso todella voisi jatkua läpi Suomen alueen. Suomen rautamalmi-indikaatiot ryhmittyvät tämän jakson jatkeelle.

Taloudelliset rautamalmit esiintyvät Neuvostoliitossa prekambrian vanhimmissa, arkeisissa tai eräiden mukaan myös alaproterozoisissa muodostumissa. Olisi näinollen ensiarvoisen tärkeää pyrkiä perustutkimuksen keinoin selvittämään, esiintyisikö Pohjois-Suomessa samantapaisia muodostumia, kuin on itärajamme takana rautamalmijakso Kostamus—Himola.

Rautaruukki Oy suhtautuu määrättyllä varovaisuudella rautamalmitietojen jatkamiseen nimenomaan Pohjois-Suomessa. Tämä varovaisuus aiheutuu siitä, että rautamalmien suhteen mielenkiintoisimmat alueet ovat kaukana Raahen rästähtehtaasta. Tässä tullaan erittäin olennaiseen kysymykseen, Lapin rautakaivosten kannattavuus-



Kuva 3. Suomen rautamalmi-indikaatiot. Kartalle on merkitty vain Rautaruukki Oy:n hallussa olevat kansannäytetiedot. Etelä-Suomi ei ilmeisesti ole oikein edustettuna.

Fig. 3. The iron ore indications in Finland. Only the ore samples collected by amateurs available at Rautaruukki Oy are indicated on the map. The representation of Southern Finland is probably not correct.

teen. Voitaneen kysyä, onko Lapin nykyisenkään kaivosteollisuuden kannalta oikein, että esimerkiksi rautatierahdit ovat sillä tasolla, kuin ne nykyään ovat. Tämä voi määrätä nykyisen ja tulevan malminetsintätyön luonteen.

Rautaruukin suorittamien laskelmien mukaan Rautuvaaran tapainen malmi ei tänä päivänä saisi sijaita Raahella 100 kilometriä kauempana. Suurehko avolouhos toki voisi sijaita Lapissa saakka.

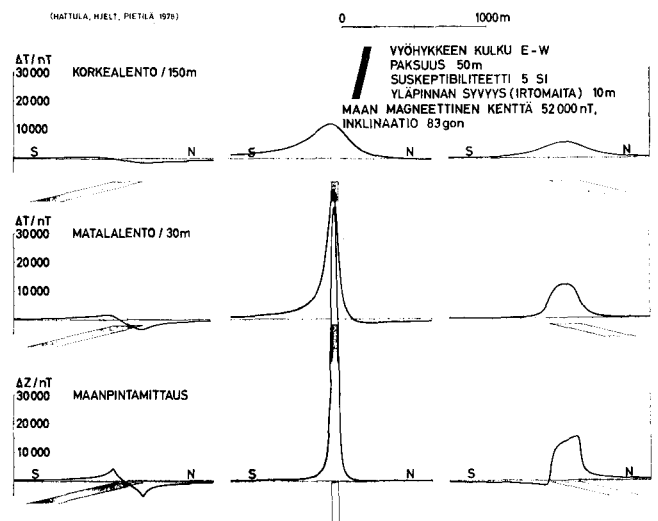
Rautamalminetsinnässä on yhtiön päälinjana itse asiaansa juuri taloudellisten seikkojen vaatimana ollut löytää maastamme sellaisia rautamalmeja, joissa olisi myös jokin muu arvoaine tukemassa kaivoksen taloutta. Tällainenhan on Otanmäen kaivoksen malmi, jonka vanadiini on kattanut suurimman osan kustannuksia. Yhtiölle erityisen huolen aiheena on ollut Rautuvaaran kaivos. Parantaakseen kaivoksen edellytyksiä pitkällä tähtäyksellä on yhtiön malminetsintä pyrkinyt löytämään Rautuvaaran ympäristöstä parempia malmeja. Kaivoksen pohjoispuolella on inventoitu noin 10 km Rautuvaarasta Hannukaisen rauta-kuparimalmi. Kun kustannustaso Suo-

messa on viime vuosina noussut ja kun puolestaan kuparin reaalihintana on laskenut, ei Hannukaisen sekään rautamalmi, joka eniten sisältää kuparia, ole taloudellinen. Malmi voi olla kyllä tulevaisuuden reservi, mutta silloin edellytetään kuparin ja/tai rautarikasteen reaali-hinnan nousua. Geologiselta kannalta katsoen Kolarin alue muodostaa kyllä jatkuvan malminetsintätyön mielenkiintoisen kohdealueen.

Kuolan Hiipinän ja Kovdorin ns. alkalikivimassiivit edustavat prekambria paljon nuorempaa ikäkautta. Koska tällaisiin esiintymiin voi liittyä myös rautamalmeja, aloitti Rautaruukki Oy alkalikivitutkimukset 50-luvun lopulla. Eräs tulos oli Soklin löytöminen 1967. Tätä massiivia on nyt tutkittu yli 10 vuotta ja eletty monien hinta- ja kustannusmuutosten vaiheet. Rautamalmin sijasta löydettiin fosforimalmia. Soklin kaivostoiminnan tulevaisuus rakentuu eritoten siihen, onnistutaanko lisäämään hyvälaatuisia fosforimalmivarantoja tai inventoimaan taloudellisia uraani-, niobi- ja tantaaliesiintymiä.

KTM:n rahoitustuen turvin olemme toteuttamassa laajaa ohjelmaa. Eräs päämäärä on inventoida hyvälaatuisia fosforimalmia noin 100 milj. tonnia. Välttämättä malmikriittinen alue Soklilla käsittää noin 20 km². Satelliittikuvatulkinta osoittaa, että Sokli liittyy osana isompaan rakenneyksikköön. Tämä näkemys on johtanut laajentamaan etsintätöitä. Geologinen tutkimuslaitos on osallistunut ympäristön kartoituksiin. Tässäkin muodossa olemme kiitollisia valtion panoksesta. Koetamme parhaamme, että malminetsinnän myönteisiä tuloksia olisi riittävästi käytettävissä siinä tilanteessa, kun Soklille rakennettavan tutkimusrikastamon tulokset ovat kaikilta osin käytettävissä. Myönteisestä lopputuloksesta emme etukäteen voi olla varmoja.

Tiedämme, että koko Suomi on geologisen tutkimuslaitoksen toimesta aeromagneettisesti mitattu 150 m:n korkeudelta. Maamme manneralueelta ei ole tavattu sellaisia magneettisia anomaliaita, mitkä olisivat suurien, pintaan puhkeavien, lähes pystyasentoisten tai jyrkkäköissä asennoissa olevien rautamalminen aiheuttamia. Kuva 4 näyttää, kuinka heikon magneettisen anomalian aiheuttavat loiva-asentoiset rautamalmit. Koska varsinkin Pohjois-Suomesta on tavattu runsaasti loiva-asentoisia



Kuva 4. Teoreettiset magneettiset anomaliat itä-länsisuuntaisille magneettisille kappaleille eri korkeuksista ja kappaleen kaadetta vaihdellen.

Fig. 4. The theoretical magnetic anomalies for magnetic bodies directed east-to-west at different altitudes and at variable inclinations.

kivilajisarjoja, voidaan pitää vielä mahdollisena taloudellisten, loiva-asentoisten rautamalmien löytymistä.

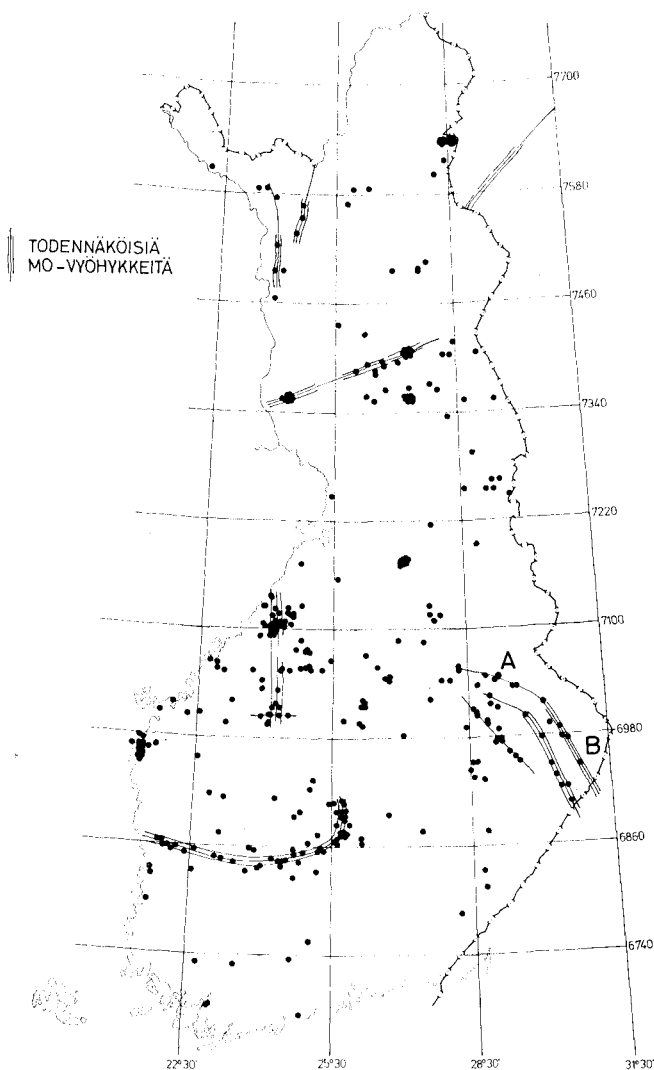
Vuorimiesyhdistyksen geologijaosto järjesti viime helmikuussa symposiumin, joka käsitteli Laatokan—Perämeren vyöhykkeen malmeja ja näihin liittyviä geologisia kysymyksiä. Tätä vyöhykettä on kutsuttu myös pääsulfidimalmivyöhykkeeksi /2/. Siinä voidaan erottaa kolme malmialuetta. Ne ovat Kotalahti—Hituran nikkeli-vyöhyke, Outokummun kuparimalmialue ja Vihanti—Pyhäsalmen sinkki-kuparimalmialue. Selväpiirteisin näistä on Kotalahti—Hituran nikkeli-vyöhyke. Vaikka kaikissa kolmessa edellä mainitussa vyöhykkeessä onkin tehty eri organisaatioiden toimesta malminetsintätöitä ja geologista kartoitusta, on perusteltua jatkaa kaikkien kolmen osa-alueen etsintätöitä keskitetyin voimin ja oikeaksi harkituin menetelmin huolimatta siitä, että kymmenen viimeisen vuoden aikana ei näiltä alueilta ole löydetty taloudellisia malmeja. Optimistinen näkemys merkitsee sitä, että Laatokan—Perämeren malmivyöhykkeeltä uskotaan vielä voitavan löytää arvokkaitakin malmeja joko pintaan puhkeavina tai syvämalmeina. Olen taipuvainen uskomaan, ettei nimenomaan kaikkia pintaan puhkeavakaan arvokkaita malmeja ole vielä tavattu.

Kotalahden—Hituran nikkeli-vyöhykkeelle löytyy analogioita toisilta mantereilta. Tällaiseen käsitykseen on tullut mm. maassamme vierailnut kanadalainen geologi /3/, joka rinnastaa Kanadan Thompson -vyöhykkeen suomalaisen vyöhykkeeseen. Mitä enemmän koko maapallolla malmitutkimustuloksia saadaan, sitä paremmin selviävät ne lainmukaisuudet, joita yksityiset malmiesiintymät noudattavat. Parhaillaan on käynnissä Laatokan—Perämeren vyöhykkeen malminetsintätoimenpiteiden uusi arviointi. Tämä koskee sekä menetelmävalintoja että oikein mitoitettun perustutkimuksen osuutta. Viimeksi mainitun osuus korostuu etenkin silloin, kun on tarkoitus etsiä syvämalmeja.

Sellaisia kiinnostavia malmilohkareita, joiden emäkalioita ei ole löydetty, on eri organisaatioilla runsaasti hallussaan. Voitaisiin tietysti ajatella, että keskittyminen näiden tutkimiseen olisi eräs välitön toimenpide. Tällainen pienialaisia kohteita sisältävä toiminta yksinomaan voisi helposti johtaa hyppimiseen kukasta kukkaan ja pettymyksiin. Jos johonkin geologiseen ideaan todella uskomme, pitää tämän geologisen idean toteuttamisen malminetsinnällisessä mielessä tapahtua pitkäjännitteisesti ja laaja-alaisesti.

Kansannäytetilastotkin näyttävät viittaavan tähän suuntaan. Otan esimerkin molybdeenimalmitiedostosta. Outokumpu Oy on ystävällisesti antanut käyttööni oman Mo-aineistonsa. Kun tämä aineisto liitettiin Rautaruukin hallussa olevaan molybdeenimalmitiedostoon Suomen kartalle syntyi kuvan 5 näköinen tilanne. Molybdeenilohkareistoa olen yrittänyt tulkita vertaamalla tätä tiedostoa samanmittakaavaisen geologisen kartan, aeromagneettisen kartan ja eräiden muiden tietojen kanssa. Menemättä yksityiskohtiin havaitaan, että molybdeenietsintää olisi mahdollisuus suunnata esimerkiksi Ilomantsin—Nurmeksen alueen vyöhykkeeseen kohtaan A—B, jossa A tarkoittaa Mätäsvaaran loppuun louhittua molybdeenikaivosta ja piste B itärajan lähellä olevaa molybdeenivaltausta.

Varsin primitiivinen molybdeenitiedosto antaa joukon uusia ideoita tai vahvistaa vanhoja. Seuraavia yleisiä johtopäätöksiä lienee tehtävissä. Eri metalleja tai mineraaleja esittäville lohkarokartoilla, kun näihin yhdistetään kiintokalliotiedot, on prognoottista merkitystä malmivyöhykkeitä indikoivina. Arvokas malmi löytyy samasta vyöhykkeestä, missä pienetkin esiintymät sijaitse-



Kuva 5. Suomen Mo-indikaatiot Outokumpu Oy:n ja Rautaruukki Oy:n malmitiedostojen mukaan. Mo-vyöhykkeillä on taipumus sijoittua liuskealueen rajan läheisyyteen (vrt. teksti).

Fig. 5. The Mo indications in Finland according to the ore data files of Outokumpu Oy and Rautaruukki Oy. The Mo belts tend to occur at the boundaries of schist areas (cf. the text).

vat. Kun pieniä esiintymiä on paljon, on lohkaraineistoon suhtauduttava kriittisesti. Tarkastelun tulee tapahtua kuitenkin yleiskartan mittakaavassa, esimerkiksi 1:1 milj. Lohkaretiedostojen käyttökelpoisuutta ei näytä jäätikön kuljetus häiritsevän, jos materiaalia on riittävän paljon, tällöin kauaksi karanneiden lohkaroiden vaikutus eliminoituu suurten lukujen vaikutuksen ja osin kiintokalliotietojen avulla.

On tärkeää havaita, että Suomessa varhain käyttöön otetulla kansannäytetoiminnalla on koottu harvinaisen monikäyttöinen malmilohkaretiedosto. Tämä tiedosto voi olla jatkossakin omaperäisenä keinona niiden puutteiden eliminoimisessa, mitkä johtuvat osin paljastumien vähälukuisuudesta ja viimekädessä geologisen perustiedon vajavuudesta. Geologinen tutkimuslaitos aloitti maassamme voimaperäisen malmivalistuksen monia kymmeniä vuosia aiemmin kuin naapurimaissa.

Edellä oleva molybdeeniesimerkki ja rautamalmilohkarokartta (kuva 3) esittävät vain yhden puolen kansannäytetoiminnan mahdollisuuksista. Tätä toimintaa tulee jatkaa. Ajankohtaisinta näyttäisi olevan olemassa ole-

van tiedon kokoaminen ja eritoten tulkinta. Malmilohkaretiedoston rinnalle tarvitaan tieteellisempi malmitiedosto. Tämä työ onkin parhaillaan menossa Geologisessa tutkimuslaitoksessa.

Maassamme tunnetaan sekä Laatokan—Perämeren vyöhykkeen ulkopuolella että tämän sisälläkin edellä mainitsemattomia alueita, joihin etsintöjä voidaan keskittää. Näin on juuri tapahtumassa. Keski-Lapin liuskealue on eräs tällainen keskeisellä sijalla oleva alue, johon kuuluu myös suuri joukko rautamalmiaiheita. Voimavaramme keskittynevät siten verrattain harvalukuisiin malmipitoisiin vyöhykkeisiin. Myönteisiä tuloksia voidaan odottaa. On kuitenkin tärkeätä, että jatkuvalla perustutkimuksella luodaan yhä parempaa pohjaa malmipitoisten vyöhykkeiden rajaamiselle ja malminetsintään liittyvien malmikriittisyysindikaatioiden havaitsemiselle. Tähän työhön voivat omin panoksien osallistua toivottavasti ainakin nykyisessä laajuudessa yliopistojen ja korkeakoulujen geotieteelliset laitokset.

Muutamia vuosia sitten kauppa- ja teollisuusministeriö kiinnitti erityistä huomiota voimametalien etsinnän tehostamiseen. Atomienergianeuvottelukunnan silloinen uraaniijaosto laati asiasta selvityksen. Tässä selvityksessä on esitetty perustietoja siitä, minkälainen uraanin tarve maassamme tulisi olemaan vuoteen 2000 mennessä. On paikallaan todeta, että uraanimalmin etsintää varten on geologiseen tutkimuslaitokseen muodostettu erityinen ryhmä. Kyseisen selvityksen mukaisia toimenpiteitä ei kuitenkaan kaikkia ole vielä käynnistetty. On esitetty tiettyä arvosteluakin siitä, että uraanimalmien etsintään on sidottu liikaa voimia. Muu malminetsintä on tästä joutunut jossain määrin kärsimään. Uraanimalmin etsinnän tähänastiset tulokset eivät ole merkityksellisiä. Uraanin hintojen todennäköisesti nousussa muuttunevat eräät uraani-aiheet nykyistä taloudellisesti mielenkiintoisemmiksi. Koska maamme energiaomavaraisuuskysymys on muodostumassa yhä suuremmaksi ongelmaksi, tulisi uusien uraanimalmien etsintää entisestään tehostaa. Uraani- ja kultapitoisten konglomeraattien ja kvartsiittien etsintä ansaitsisi nykyistä enemmän huomiota ulkomaisten esimerkkien takia.

On aihetta siirtyä eräisiin yksityistapauksiin. Soklin lisäksi maassamme tunnetaan eräitä toisia alkalikivi-intruusioita. Nämä ovat Iivaaran alkalikivimassiivi, Siilinjärven karbonatiitti ja pari muuta vastaavanlaista, pienempää karbonatiittia. Kaikkien näiden erikoislaatuisten esiintymien tutkimuksessa on tähän asti yksipuolisesti haettu joko alumiinia, kuten Iivaaralta, tai apatiittia. Monipuolisempi malminetsintä kyseisissä kohteissa tai nimenomaan niiden lähiympäristössä olisi geologisin perustein paikallaan.

Maamme kerrosintrusioiden sisältämät anortosiitit voivat tulevaisuudessa olla alumiinioksidin tai alumiinimetalin raaka-aineita. Edellä mainittu Iivaara, alumiinipitoisen nefeliinimineraalinsa takia, kuuluu tavallaan samaan kategoriaan. Kun anortosiitteja sisältävät intrusiot ovat muutoinkin malmikriittisiä ja kun puolestaan nefeliinillä on samantapainen asema, pitäisi alumiinitutkimukset voida yhdistää sellaiseen malminetsintään, jossa päämääräksi olisi asetettu löytää kerrosintrusioille tyy-

pillisiä metalleja, kuten kromia, vanadiinia, platinaa, titaanirautamalmeja jne. Tällainen kompleksinen mahdollisuus taloudellisena ratkaisunakin tuntuu meidän maamme olosuhteissa mielekkäämmältä kuin se, että tähdätään vain alumiinin tai apatiitin hyväksikäyttöön.

Etelä-Suomen rapakivet tunnetaan monista niihin kohdistuneista tieteellisistä tutkimuksista. Eurajoen tinamalmitutkimukset liittyvät rapakiveen. Laatokan pohjoispuolella tunnettiin taloudellista tinamalmia Pitkärannan rapakivialueen yhteydessä. Viime vuonna on kansannäytteenä saatu myös Viipurin rapakivialueen länsipuolelta kiintoisia tinamalmietoja. Voidaan pitää perusteltuna jatkaa tinamalmietsintöjä varsinkin, kun tinan hinnat ovat suhteellisen korkealla. Tinamalmien rapakivien yhteydessä muodostavat erään kompleksisen malminetsintäkohteen, johon voi kytkeytyä kalimaasälvän tai muiden arvoaineiden etsintä.

Malmin määritelmään sisältyy vaatimus sen taloudellisuudesta. Tästä johtuu, että tämän päivän malmi saatetaan huomenna olla mineralisoitunutta kiveä tai päinvastoin. Nykyisenä lamakautena olemme joutuneet tilanteeseen, että malmien cut-off-pitoisuuksia on pitänyt nostaa. Esimerkiksi kuparin reaaliarvo on parinkymmenen vuoden aikana roimasti laskenut. Sinkin reaaliarvo on säilynyt paremmin. Malminetsintää pitäisi suunnitella kuitenkin pitkäkäntätyksen raaka-aine-ennusteiden varaan. Pitkäkäntätyksen hintaennusteiden tekeminen malminetsinnän pohjaksi on kuitenkin nykyisissä epävakaisissa oloissa vaikeaa. Varsin yksimielisiä oltaneen siitä, että rautarikasteiden hintojen reaaliarvo pysyy kutakuinkin nykyisellään eli suhteellisen matalana. Sensijaan jo kuparista löytyy alan lehdistössä monia mielipiteitä. Hyvin hitaasti tapahtuvaan elpymiseen näytetään luotettavan. Rautamalmietsinnän tulevaisuus niillä alueilla, joissa tähän on parhaimmat geologiset edellytykset, riippuu mm. rautatierahtipolitiikasta. Maailmantalouden ollessa epävakaa öljykriisien ja vastaavien varjostamana, on malminetsinnässä, kuten tuli esille VTT:n hiljattain järjestämässä tarveanalyysiseminaarissakin, syytä keskittää erityistä huomiota niiden metallisten ja mineraalisten raaka-aineiden etsintään, joilla on korkea rikaste- sekä jalostusarvo. Esimerkiksi Rautaruukki Oy:n olisi keskityttävä ferrolejeerausaineiden etsimiseen rautamalmietsintöjen ohessa.

Eräs kokenut taloudellisen geologian edustaja sanoi hiljattain mielipiteenään, että malmin tekeminen on vaikeampi tehtävä kuin malmin löytäminen. Malmin tekemisellä tarkoitetaan sitä, että ammattiväki saadaan innostumaan jonkun uudentyypisen malmiesiintymän teknisen ratkaisun löytämisestä. Meillähän on tästä hyvänä esimerkkinä Lahnaslammen talkkiesiintymä ja toisena Kemin kromimalmi. Ruotsalaiset näyttävät tekemällä tekevän Ranstadin kompleksisesta uraani-alunaliuskeesta hyödynnettävän raaka-aineen. Olen aivan varma siitä, että geologien keskuudessa toivotaan, että myös meidän maassamme varauduttaisiin entistä ponnekkaampien hyväksikäyttöselvitysten tekemiseen silloinkin, kun on kyseessä ensi silmäyksellä heikosti kannattavan tuntui- nen esiintymä.

Usko malminetsinnän tulevaisuuteen voidaan paran-

taa myös sillä, että nykyiset toimivat kaivokset pystyivät parantamaan talouttaan. Vuorimiesyhdistyksen piirissä on pariin otteeseen pohdittu mm. raakkulaimenusongelmaa erityisesti maanalaisen kaivostoiminnan yhteydessä. Tämä varsin vakava kysymys on jälleen ker-
ran esillä. Omat kokemukseni ja tekemiseni viittaavat siihen, että malmivara-arvion tehneillä geologeilla on taipumus arvioida käytettävissä olevan materiaalin perusteella malmin laatu hieman liian korkeaksi. Ehkäpä uusi polvi ei syöllisty tarpeettomiin virheisiin, vaan voi parantaa toimivienkin kaivosten kannattavuutta.

Vuorimiesyhdistys on ollut ja varmasti tulevaisuudessa on hyvä foorumi yhteisten asioidemme ajamisessa. Yhdistys on koettanut löytää järjestötoiminnassa uusia muotoja, joilla voitaisiin vaikuttaa alamme kehitykseen. Eräs tällainen on tutkimusvaltuuskuntamme työn edistäminen. Toinen, joka erityisesti koskee geologeja, olisi ulkomaisiin malmiesiintymiin tutustumisen edistäminen. Ennen kaikkea naapurimaiden geologiaan tutustuminen on hyödyllistä. Esityksen alussa viittasin siihen, että Baltian kilveltä tulisi saada koottua aeromagneettisia ja muita geotieteellisiä karttoja. Tähtäimessä tulisi olla yhtenäisen metallogeneettisen kartan aikaansaaminen. Voitaisiin ajatella, että pohjoisten valtioiden malmitedostoja ja geologisia tietoja voitaisiin siten yhdistää, että näistä olisi kaikille osapuolille hyötyä. Meidän maamme valtaisa lohkaretiedosto voisi varmasti olla hyödyksi naapurimaidenkin malminetsinnässä.

Geologinen tutkimus ja malminetsintä, jos mikään, on kansainvälistä yhteistyötä ja kokemusten vaihtoa kaipaava toimiala. Malminetsintämenetelmien kehittämisessä voimme onnistuneesti ehkä ratkaista jonkin kysymyksen pelkästään kotimaisin voimin, kuten olemme tehneetkin. Nopeasti kehittyvä tekniikka tuo eteen kuitenkin niin monenlaisia ongelmia, että kansainvälinen yhteistyö malminetsintämenetelmien kehittämisessä tarjoaa meille oman mahdollisuutensa. Lisäksi meidän tulisi entistä ennakkoluulottomammin ottaa käyttöön muualla hyväksi havaittuja teknillisiä uutuuksia ja pyrkiä seuraamaan alan kehitystä entistä tiiviimmin.

70-luvun malminetsinnän tulokset eivät vielä ole kai-
kin osin käytettävissä. 70-luvulla on kuitenkin tapahtunut seuraavaa:

- Vammalan nikkelimalmitutkimukset on saatu myönteiseen päätökseen;
- Länsi-Lapin malmien kuparisäily on noussut noin 250.000 tonniin;
- Kolarin Hannukaisesta on löytynyt rautamalmireservi;
- Soklista on apatiittiesiintymän lisäksi löytynyt muita malmimineralisaatioita;
- Siilinjärvelle on perustettu kaivos;
- Polvijärvelle on perustettu talkkikaivos, joka tuottaa myös nikkelikastetta;
- on rajattu mm. Kotalahden—Hituran Ni-vyöhyke;
- Seinäjoen antimoni-kultaesiintymä aiheuttaa malminetsinnällisiä uudelleenarviointeja;
- on saatu Atun tutkimusten kautta uutta uskoa Etelä-Suomen malmivyöhykkeisiin;
- Sodankylän Koitelaisen tutkimuksissa on tavattu kiintoisa kromi-platinaminalisaatio.

Mielestäni tämä luettelo omalta osaltaan antaa aihetta optimismiin ja uskallusta tutkia useita malmipitoisia alueita samanaikaisesti ja erilaisia ideoita noudattaen. Todennäköisyys arvokkaiden malmien löytymiseen tällöin kasvaisi, mutta samalla tarvitaan lisää voimavaroja.

Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston järjestämille Laatokan—Perämeren päiville osallistuivat suomalaiset malminetsijägeologit ja geofyysikot runsaslukuisina. Se vakava asioihin paneutuminen, mikä näkyi koko seminaarin ohjelman läpiviemisestä, antaa aihetta uskoa, että maamme geologikunta on vastuunsa tuntevaa väkeä, joka haluaisi toteuttaa monet ideansa uusien malmiesiintymien löytämiseksi maastamme.

Sanotaan, että historia toistaa itseään. Vuoden 1856 vuoripäivillä Nils Gustav Nordenskiöld sanoi mm. seuraavaa:

”Malminetsintää olisi harjoitettava vastedes systemaattisesti ja laajempaa kokonaisuutta silmälläpitäen.” Nyt, kun maassamme olemme tulleet tilanteeseen, missä helposti löydettävien malmien määrä näyttää ratkaisevasti vähentyneen, on entistäkin tärkeämpää muistaa nuo yli 100 vuotta sitten lausutut sanat.

Pyydän kiittää Rautaruukki Oy:tä ja Outokumpu Oy:tä avusta tämän esitelmän kokoamisessa. Erityisen kiitollinen olen professori Heikki V. Tuomiselle monista täydentävistä asiatiedoista. Keskustelut useiden johtavien geologien kanssa ovat rohkaisseet aineistoon syventymiseen.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Smirnov, V. I. (ed.), Ore deposits of the USSR Nedra Press, Moscow, 1974, s. 352
2. V M Y, Laatokan—Perämeren malmivyöhyke Geologijaoston järjestämä symposio Otaniemessä 16. 2. 1978, s. 166
3. Eckstrand, O. R., A Geological Comparison of the Kotalahti (Finland) and Thompson Nickel Belts, Moniste, 18. 2. 1976, Geological Survey of Canada, s. 7

SUMMARY

THE POSSIBILITIES OF DISCOVERING NEW ORES IN FINLAND

The available data on the Finnish Precambrian suggest that undetected ore deposits still exist in this country. Metallogenic analogies from other shield areas also support this view. The ore exploration is handicapped by the glacial drift cover and the scarcity of outcrops. On the other hand, the records of ore boulders and other ore data collected over a period of decades, when applied properly, afford a valuable source of information, which can greatly reduce these difficulties. Metallogenic and related maps extensively covering Finland and its neighboring territories are among the tools needed to guide the exploration to promising sites. The greater the number of geological ideas applied simultaneously is, the greater is the probability of finding new deposits. This calls for careful planning and judicious application and augmentation of the available resources.

Tracking down undiscovered ore deposits is a challenge to the Finnish geologist. It is apparent that deposits that are not economic today may be profitably exploited in the future. The constant advances made by technology certainly point in this direction, too. This fact must be kept in mind in the evaluation of the exploration achievements of the last decade.

Kaivosgeologien sekä kaivos- ja rikastusinsinöörien yhteistyö pitkän tähtäyksen suunnittelussa

Fil.maist. Ole Lindholm, Rautaruukki Oy, Oulu

Esitelmä Vuorimiesyhdistyksen geologi- ja kaivosjaostojen yhteisessä kokouksessa 31. 3. 1978

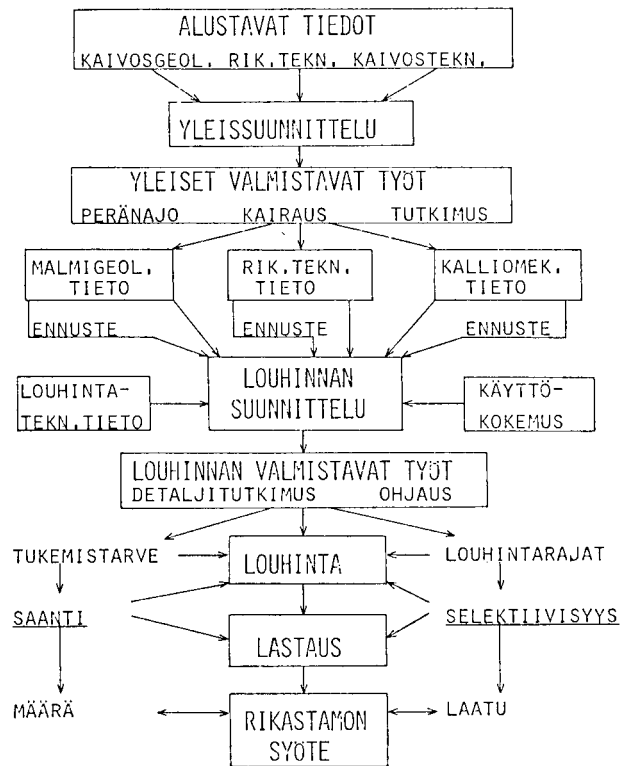
Tunnusomaista kaivostoiminnalle on sen pitkäjänteisyys. Tehdyt suunnitelmat ja päätökset suuntautuvat usein varsin kaukaiseen tulevaisuuteen. Tutkimusten, suunnittelun ja toteutuksen vaatima käyttöaika aiheuttaa sen, että jonkin kohteen yleisten valmistavien töiden aloittamisesta saattaa vierähtää useitakin vuosia ennenkuin louhoksesta saadaan merkittäviä malmimääriä tuotantoon. Vaikka tänä aikana geologinen tutkimus tai tekninen kehitys olisi- vat tuoneet esiin uusia näkökohtia tai esimerkiksi rikasteen laatuvaatimukset olisivat muuttuneet, ei tehtyjä päätöksiä voida helposti muuttaa.

Järkiperäinen kaivostoiminta asettaa siis suuret vaatimukset pitkän tähtäyksen suunnittelulle. Jotta tällä olisi onnistumisen edellytyksiä, pitää suunnitelmien pohjana olla oikeita tietoja ja luotettavia ennusteita. Ei riitä, että tiedämme, missä on malmia, että tunnemme malmin rajat tai pitoisuudet in situ. Meidän on tiedettävä etukäteen, mitä kaivoksessa tulee tapahtumaan louhinnan aikana ja sen jälkeenkin. Meidän on pystyttävä yhdistämään geologiset, kalliomekaaniset ja louhintatekniset havainnot ja kokemukset ja meidän on ymmärrettävä, miten ne vaikuttavat nostettavan malmin laatuun ja rikastusprosessiin. Nämä tiedot ja kokemukset muodostavat yhdessä sen perustan, jolle koko kaivoksen toiminta ja sen tuotannon ohjaus rakentuu.

TUOTANNON JA TUTKIMUKSEN SUHTEET

Kuvassa 1 esitetään erään kaivoksen erillisen louhintakohteen toimintakaavio. Se on voimakkaasti yksinkertaistettu ja vain oleelliset asiat on otettu mukaan. Lähtökohdiana esimerkkitapauksessa on, että uudesta louhinta-alueesta on alustavia tietoja, joiden pohjalta voidaan laatia yleissuunnitelma sen hyödyntämiseksi. Tarkempia tietoja voidaan kuitenkin saada vasta sen jälkeen, kun kohde on saavutettu peränaajolla.

Yleisiin valmistaviin töihin kuuluu louhinnan vaatimien järjestelyjen ja peränaajon ohella myöskin monipuolinen tutkimusohjelma, joka on kaivostoiminnan kannalta yhtä tärkeä ja välttämätön kuin malmin louhintaan ja lastaukseen suoraan tähtäävät työt. Tämä on huomioitava yleissuunnittelussa ja perät on sijoitettava strategisesti vastaamaan tutkimuksen tarpeita. Tässä vaiheessa on geologien ja insinöörien yhteistyössä selvitettävä louhintaan tulevan malmin geologisia ja louhintateknisiä ominaisuuksia. On hankittava edustavat näytteet rikastustek-



Kuva 1. Erään kaivoksen erillisen louhintakohteen yksinkertaistettu toimintakaavio.

Fig. 1. Simplified working plan of a separate stopping place in one mine.

nisiä testejä varten ja on selvitettävä tulevan louhinta-kohteen kalliomekaaniset ominaisuudet. Tämä on kaivostoiminnan tärkein tutkimusvaihe, sillä sen tulosten perusteella laaditaan ne selvittelyt ja ennusteet, joiden mukaan tehdään malmialueen hyödyntämiseen tähtäävät suunnitelmat ja kaivoksen toimintaa säätelevät päätökset.

Sen jälkeen kun louhinnan valmistavat työt on tehty, ei ole yleensä mahdollisuuksia muuttaa louhintamenetelmää tai louhintajärjestystä. Voidaan enää vain hienosää-

tää tehtyjä suunnitelmia detaljitutkimuksen perusteella. Esimerkiksi malmirajojen tai heikkousvyöhykkeiden tarkistukset saattavat aiheuttaa toimenpiteitä, jotka ovat erittäin tärkeitä louhinnan selektiivisyyden tai malmin saannin kannalta. Tähän hienosäätöön kuuluu myöskin louhinnan ja lastauksen eri vaiheiden valvonta ja ohjaus. Onnistuakseen se vaatii geologien ja insinöörien tiivistä yhteistyötä. Rikastusprosessi toimii parhaiten, jos syötemalmin laatu ja määrä voidaan pitää vakiollisena. Se onnistuu käytännössä vain harvoin, mutta seuraamalla aktiivisesti kaivoksen tapahtumia voi rikastusinsinööri varautua mahdollisiin prosessin säätöihin.

Esimerkki riittänee osoittamaan kuinka välttämätön eri alojen asiantuntijoiden yhteistyö on kaivostoiminnan ohjaamisessa. Kysymys on kuitenkin ihmisistä, jotka jo koulutuksensa perusteella tarkastelevat työkenttäänsä eri näkökulmista. Geologi lähestyy tehtävänsä luonnontieteilijän tapaan, kaivosinsinöörin asia on taloudellisella tavalla tuottaa malmia jatkojalostusta varten ja rikastusinsinööri puolestaan on vastuussa prosessiteollisuuslaitoksesta. Tämä antaakin aiheen kiinnittää huomio niihin ongelmiin, jotka saattavat syntyä geologien, kaivosinsinöörien ja rikastusinsinöörien välisessä yhteistyössä. Onko esimerkiksi rikastusinsinööri selvillä malmin eri osien pitoisuusvaihteluista tai erilaisista rikastusominaisuuksista? Tietääkö kaivosinsinööri, mitkä tekijät vaikuttavat kallio-tilojen lujuuslaskelmiin? Osaako insinööri kiinnittää geologin huomion oikeisiin kohteisiin ja osaako geologi tuoda esiin tietonsa oikealla tavalla?

SUUNNITTELUUN JA TUOTANNON OHJAUKSEEN TARVITTAVAT TIEDOT

On siis syytä tarkastaa, mitä tietoja kaivostoiminta tarvitsee. Uuden malmiesiintymän löytäminen, sen inventointi ja käyttöönottosuunnitteluun liittyvät tekniset ja taloudelliset selvitykset ovat kaivostoiminnan kannalta vasta pelin avausta. Kaivostyö vaatii tietojen jatkuvaa tarkistusta ja kokemusten hyväksikäyttöä. Oheiseen taulukkoon on kerätty eräitä tekijöitä, joiden tunteminen on välttämätöntä, jotta kaivostoiminnan järkipäiväinen suunnittelu ja ohjaus olisi mahdollinen (Taulukko 1).

Jokaisella malmiesiintymällä ja jokaisella kaivoksella on omat geologiset ominaispiirteensä. Niiden tunteminen on kaikkien selvitysten luonnollinen lähtökohta. Taulukon ensimmäinen pääryhmä sisältää kaivosgeologisia, malmin teknisiin ominaisuuksiin liittyviä tietoja sekä sellaisia koko esiintymää koskevia tietoja, joilla on vaikutusta kaivoksen yleisiin järjestelyihin ja louhintamenetelmän valintaan.

Kaivostoiminnassa kertyy paljon sellaisiakin tietoja, jotka jäävät käyttämättä suunnittelussa ja päätösten teossa. Meillä on tutkimustuloksia ja käyttökokemuksia, jotka joko unohtuvat tai hautautuvat arkistoihin. Otan esimerkin kalliomekaniikan alalta. Kalliomekaaninen tutkimus kaivoksessa on tyypiltään poikkeittieteellinen tehtävä, jossa kaivosinsinööri ja geologi yhdessä selvittävät, mitkä tekijät vaikuttavat louhintatilojen stabiliteettiin. Tällä alalla on teorisoitu ja kehitetty työmenetelmiä jo vuosikymmenen ajan. Tänäpäin tiedämme epämääräistä aikaa paljon kallion lujuusominaisuuksista ja niiden tut-

Taulukko 1. Kaivoksen tuotannon suunnitteluun ja ohjaukseen tarvittavia tietoja.

Table 1. Information needed in production planning of a mine.

I KAIVOSGEOLOGIA

Malmigeologiset tiedot

Louhittavan malmin:	— sijainti
	— asento
	— dimensiot, malmimäärä
	— laatu, pitoisuusvaihtelut
	— mineraalikoostumus
	— malmireservit
	— muut potentiaalit

Insinöörigeologiset ja kalliomekaaniset tiedot

Malmiesiintymän:	— geologinen rakenne
	— kalliomekaaniset olosuhteet
	— hydrogeologiset olosuhteet

II TUOTANTOTEKNIikka

Louhintatekniset tiedot

Louhittavan malmin:	— louhintamenetelmä
	— tuotantomäärä
	— louhintajärjestys
	— louhittavuus
	— kokemukset

Rikastustekniset tiedot

Syötemalmin:	— rikastusmenetelmä
	— laatu
	— määrä
	— rikastettavuus
Rikasteen:	— laatuvaatimukset
Jätteen:	— laatu
	— määrä

III YMPÄRISTÖNSUOJELU

Ympäristönsuojeluun tarvittavat tiedot

Luonnontilan määrittely ennen kaivostoimintaa	
Kaivostoiminnasta johtuvat muutokset:	— maisematekijät
	— sortumat
	— pohjavesi
	— jätteet
	— saasteet

kimuksesta. Eräs tärkeä tehtävä on kuitenkin jäänyt hoitamatta. Ei ole riittävässä määrin koottu tietoja kallion käyttäytymisestä louhinnan yhteydessä ja sen jälkeen. Ei ole tutkittu eikä dokumentoitu sattuneita sortumia ja niiden syitä. Kuitenkin tarvitsemme juuri tämänlaatuista dokumentoitua kokemusta ja tietoa voidaksemme arvioida tutkimusten tuloksia.

Norjassa julkaistiin joulukuussa 1977 BVLI-raportti n:o 40 RAS I GRUBER. Raportissa on analysoitu yhdeksässä eri kaivoksessa sattuneita sortumia. Tulos on varsin opettavainen:

Sortumat liittyvät aina heikkousvyöhykkeisiin, rakoihin tai ruhjeisiin. Kivilajien lujuusominaisuuksilla on harvoin muu kuin välillinen vaikutus sortuman syntyyn.

Olisi siis syytä tehdä käyttökelpoisia rakoilukarttoja, selvittää söörien ja ruhjeiden sijainti ja luonne ja ennenkaikkea kehittää menetelmiä, joiden avulla tarvittavat tiedot voidaan riittävän ajoissa hankkia tulevasta louhinta-alueista ja myös sellaisista alueista, joihin ei vielä ole peräyhteyttä.

Kaivoksen geologinen kartta on tärkeä tietolähde, mutta kaivostoiminnan kannalta on louhinta-alueen heikkousvyöhykkeitä osoittava lujuuskartta ainakin yhtä tärkeä louhinnan suunnittelun pohja.

Seuraavan pääryhmän taulukossa muodostavat louhinta- ja rikastustekniset tiedot. Tuotantotekniikka on se insinööritaito, jossa geologisten selvitysten tiedot sovelletaan nykyaikaiseen tekniikkaan ja jossa kokemukset yhdistettynä tulevien louhintakohteitten tuntemiseen muodostavat pohjan pitkän tähtäyksen suunnittelulle. Malmiesiintymästä tulee kannattava tuotantolaitos vain siinä tapauksessa, että voidaan taloudellisesti tuottaa rikasteita, jotka täyttävät jatkojalostuksen laatuvaatimukset.

Viimeisenä on taulukossa ympäristönsuojelu. Onhan selvää, että kaivostoiminta järkyttää luonnon tasapainoa ja se on huomioitava kaivoksen toiminnan suunnittelussa ja toteutuksessa.

PITKÄN TÄHTÄYKSEN SUUNNITTELU

Kaivostoiminnan suunnitteluun liittyvien tutkimusten aikataulu ei riipu yksinomaan tutkimuskapasiteetista. Se on ennenkaikkea riippuvainen kaivoksen pitkän tähtäyksen suunnittelun aikataulun noudattamisesta. Tutkimuserien ja valmistavien töiden eteneminen on sopeutettava yhteen geologisen, kalliomekaanisen ja rikastusteknisin tutkimuksen kanssa. Edustavien näytteiden, kartoitus- tulosten ja muun perusaineiston hankkiminen on mahdollista vasta, kun peränajo on luonut tutkimusmahdollisuuksia. Kerätyn aineiston käsittely, rikastustekniset testit ja muut selvitykset vaativat usein kuukausien työskentelyn ennenkuin tuloksia voidaan esittää. Jos valmistavat työt eivät pysy aikataulussaan, myöhästyy myöskin tutkimustoiminta. Voipa sattua, että tutkimuksia ei enää pystytä toteuttamaan järkevällä tavalla. Esimerkkejä löytyy sekä Suomesta että naapurimaista. On häkellyttävää todeta, että on kaivoksia, joissa tutkimuksen etumatka tuotantoon on supistunut kahdesta vuodesta nolnaan. Näin asetetaan kaivoksen johto seinää vasten ja päätök-

set joudutaan tekemään luulon ja ohjeet joudutaan antamaan uskon perusteella.

Kaivoksen aikataulu on laadittava niin, että siihen mahtuu geologisen, kalliomekaanisen ja rikastusteknisin tutkimuksen vaatima aika. Aikataulussa pitää olla tilaa sellaisenkin mahdollisuuden varalle, että jokin louhintakohte tuottaa pettymyksen ja vaatii muutoksia tuotantohjelmassa. Tarvitaan hyvin hoidettu pitkän tähtäyksen suunnittelu toimintaverkkoineen, jossa kaikki kaivoksen toimintaan vaikuttavat tekijät ovat mukana. Tällainen geologien ja insinöörien yhteistyömuoto pitäisi mielestäni olla kaivostoiminnan johdon erityisessä valvonnassa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tutkimuksen ja tuotannon suhteista.

Table 2. Relations between research and production.

- Tutkimus on osa valmistavista töistä
- Tutkimus ja tuotanto sopeutettava yhteen
- Perät sijoitettava oikein myöskin kairauksen ja muun tutkimuksen kannalta
- Valmistavat työt ja tutkimus riittävän edellä tuotannosta
- Tutkimustoiminnan vaatima aika on huomioitava aikataulussa
- Aikataulussa oltava tilaa pettymysten varalle

Pitkän tähtäyksen suunnittelu asetettava kaivostoiminnan johdon valvontaan

Toimintaverkon ylläpitämisen ja sen aikataulun noudattamisen edellytyksenä on, että tutkimuksen painopiste voidaan suunnata tulevien louhintakohteiden selvittämiseen. Itse malmista, sen rajoista ja pitoisuuksista saadaan kairauksen avulla jo nykyäänkin yleensä riittävän ajoissa tietoja suunnittelun tarpeisiin. Rikastusteknisin ja kalliomekaanisen tutkimuksen työmenetelmiä olisi kehitettävä niin, että porasydänmateriaalista ja poranreivistä saatava aineisto antaisivat suunnittelulle malmietietojen ohella myöskin luotettavat ennusteet tulevan louhintakohteen rikastusominaisuuksista ja louhosten stabiliteetista.

KAIVOKSEN PERUSTIEDOSTO

Kaivoksen tuotantoon vaikuttavien tietojen määrä kasvaa jatkuvasti. Insinöörien ja geologien ajasta menee suuri osa aineiston käsittelyyn, vaikka painopisteen tulisi olla tietojen hyväksikäytössä. Koska vastuu eri toimintoista on nykyään usein jaettu erilaisen koulutuksen saa-

neille henkilöille, saattaa tutkimustulosten tulkinta muuttua matkalla havainnoitsijalta suunnittelijalle ja edelleen päätöksentekijälle ja toteuttajalle. Tutkimustulosten tietosisällön pysyvyys voitaisiin varmentaa kehittämällä kaivokselle sopiva perustiedosto. Tähän tietorekisteriin tulisi taltioida erilaisten tutkimus-, kartoitus- ja mittaustulosten lisäksi louhinnan ja rikastuksen parametrit, siis myös kaivostoiminnan kokemusperäiset tiedot ja havainnot. Rekisterissä oleva aineisto olisi syöttötietoa erilaisia taloudellisia ja teknisiä optimointilaskelmia, tilastollisia tarkasteluja ja muita suunnittelussa ja päätöksen teossa tarvittavia selvityksiä varten. Kaivostoiminnassa joudutaan joskus ottamaan suuriakin riskejä, mutta on kuitenkin tiedettävä, mikä on niiden taloudellinen merkitys ja vaikutus kaivostyön jatkuvuuteen.

Viime vuosien aikana on kehitetty pieniä suhteellisen halpoja tietokoneita, joiden avulla kaivosten suuri tietoa-aineisto voitaisiin saada täystehoiseen käyttöön. Perustiedoston ja sen hyväksikäytön suunnittelu ja toteutus on tehtävä geologien ja insinöörien yhteistyönä. On kehitettävä menetelmä, jolla analysoidaan tuotantoketjun kriittisten tekijöiden ja eri muuttujien vaikutus lopputulokseen. On kehitettävä menetelmä, jossa koko tietoa-aineisto täysipainoisesti vaikuttaa ratkaisuihin. Luulo ei ole pätevä kriteeri päätöksen teossa. Sen tilalle on saatava tieto.

VUORIMIESYHDISTYKSEN JA KORKEAKOULUJEN OSUUS KEHITYSTYÖSSÄ

Yhteistyön onnistuminen riippuu ennenkaikkea siitä, ovatko asiaan vaikuttavat tiedot kokonaisuuden kannalta riittäviä, mutta onnistuminen riippuu myös yhteistyöhön osallistuvien asenteista ja ennakkokäsityksistä. Tämä pätee myös kaivosgeologien, kaivosinsinöörien ja rikastusinsinöörien välisessä yhteistoiminnassa. Vuorimiesyhdistys on tehnyt arvokasta työtä yhteisymmärryksen edistämiseksi. Esimerkkinä voidaan mainita ne monet arvokkaat tutkimuselosteet, jotka ovat syntyneet eri jaostojen jäsenten välisenä yhteistyönä.

Meidän pitäisi päästä myöskin Suomessa samantapaiseen toimintaan kuin Norjassa BVLI teknisine raportteineen ja Ruotsissa BeFo ja GRUVFORSKNIN-

GEN. Näille on ominaista, että usein varsin mittavat projektit rahoitetaan eri säätiöiden ja yritysten varoilla ja varsinainen tutkimus tehdään yhteistyönä, johon osallistuvat korkeakoulut, tutkimuslaitokset, konsulttitoimistot ja kaivosyritykset. Suomessa olisi varsinkin korkeakoulujen aktiivisempi osuus tarpeellinen kaivosten monitahoisessa poikkitieteellisessä tehtäväkentässä ja sen selvitys- ja tutkimusprojekteissa. Kaivosten, korkeakoulujen ja yliopistojen entistä läheisempi yhteistoiminta tutkimuksen ja opetuksen alalla antaisi mahdollisuuden kehittää kaivosgeologien, kaivosinsinöörien ja rikastusinsinöörien yhteistyötä sille todella luovalle tasolle, jota vaikeuksiensa kanssa kamppaileva kaivosteollisuutemme tarvitsee.

SUMMARY

COOPERATION BETWEEN MINING GEOLOGISTS, MINING ENGINEERS AND CONCENTRATING ENGINEERS IN LONG-TERM PLANNING OF MINING OPERATIONS.

The long duration of mining operations demands that all plans and decisions are based on accurate information about ore deposits and on reliable prognosis of operation. Close cooperation between mining geologists, mining engineers and concentrating engineers is essential in order to collect and use the information needed. This paper discusses the relations between research and production and their influence on mining operations. Attention is paid to certain imperfections in long-term planning and operating schedules. It is often impossible to obtain results from investigations in such an early phase that the information could be applied to planning and decision-making. This drawback can be eliminated by improving the cooperation between production and research activities. The mines should provide themselves with an appropriate data register so that whole information gathered from research and operational experiences were fully available in the decision-making.

Soft-inclusion jännitysmittakenno, teoriaa ja käytäntöä

Tekn.tri, Pekka Särkkä, Teknillinen korkeakoulu, louhintatekniikan laboratorio, Otaniemi

JOHDANTO

Lähes kaikki kallion absoluuttisen jännitystilän mittaamenetelmät perustuvat ns. irtikairaukseen. Osa kalliosta irroitetaan ympäristöstään kairaamalla, jolloin ko. osassa olevat jännitykset pääsevät laukeamaan. Mittaamalla jännitysten laukeamisesta syntynyt muodonmuutos ja kallion elastiset ominaisuudet voidaan kalliossa vallitseva jännitystilä laskea (Jaeger and Cook 1976).

Helpointa on mitata muodonmuutos reiän halkaisijan suunnassa joko reiän keskellä (Hast 1958) tai sen päädyssä (Leeman 1964). Tällöin joudutaan kuitenkin suorittamaan mittauksia vähintään kahdessa erisuuntaisessa reiässä täydellisen kolmiulotteisen jännitystilän määrittämiseksi. Monin paikoin tämä on hankalaa, joskus mahdotontakin.

Täydellisen jännitystilän mittaamiseksi yhdessä reiässä on kehitetty menetelmiä, joissa reiän aksiaalinen muodonmuutos mitataan samanaikaisesti reiän halkaisijan muodonmuutoksen mittaamisen kanssa (Hiltscher 1974) tai joissa mitataan pelkästään reiän sisäpinnan muodonmuutoksia (Leeman and Hayes 1966).

Em. menetelmien käyttäminen on kuitenkin varsin hankalaa, koska

- irtikairattavan kappaleen tulee pysyä ehjänä kairauksen ajan, ja
- reiän sisäpinnan tulee olla sileä, tavallisimmin kuiva, ja puhdas antureiden liimauksen onnistumiseksi.

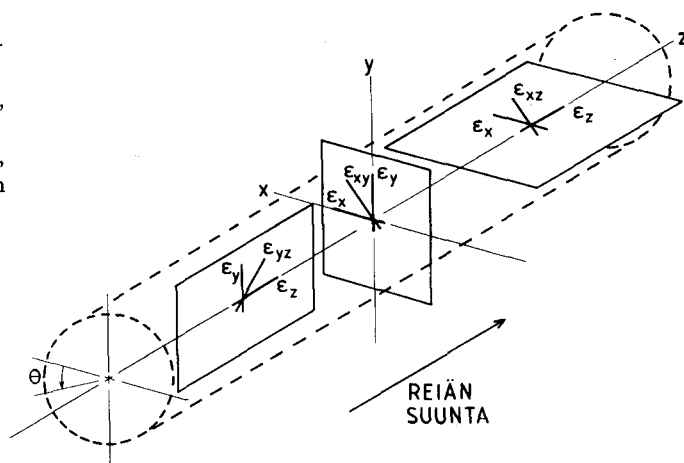
Soft-inclusion mittakenno (Rocha and Silverio 1969, Blackwood 1977) ei kärsi näistä rajoituksista yhtä paljon kuin muut yllä mainitut menetelmät.



Kuva 1. Mittakenno irtikairattuna ja osittain halkaistuna.
Fig. 1. Measuring cell overcored and partly splitted.

MITTAKENNO

Kuvassa 1 on esitetty soft-inclusion mittakennon prototyyppi. Anturit (venymäliuskat) ovat epoksivalumuovin sisällä. Mittausta varten mittakenno liimataan reikään samaa valumuovia käyttäen. Reiän seinät eivät tarvitse mitään erikoiskäsittelyä, koska anturit eivät joudu suoraan kosketukseen niiden kanssa. Irtikairauksen aikana mittakenno toimii kairasydämen tukena pitäen sen yhtenäisenä. Epoksimuovin alhaisesta kimmomodulista johtuen jännitykset mittakennossa ovat matalia eikä kairasydämen ja mittakennon liitoksen irtoamisesta ole samaa vaaraa kuin rigid-inclusion tyyppisessä kennossa (Jaeger and Cook 1976). Irtikairatun mittakennon muodonmuutos riippuu ainoastaan launneen jännitystilän suuruudesta ja suunnasta sekä kiven ja mittakennon elastisista ominaisuuksista. Se ei riipu irtikairatun kappaleen koosta eikä muodosta, eikä pilottireiän tarvitse olla samankeskeinen eikä samansuuntainen irtikairausreiän kanssa (Panek 1966). Riittää, että irtikairattu kappale on ehjä.



Kuva 2. Koordinaatisto.
Fig. 2. The coordinates.

TEORIA

Käytetty koordinaatisto on esitetty kuvassa 2. Muodonmuutos mitataan kuudessa eri suunnassa ($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z, \epsilon_{xy}, \epsilon_{xz}, \epsilon_{yz}$), pääakselin suunnassa kahteen kertaan. Sekä kivi että mittakenno oletetaan lineaarisesti elastisiksi, homogeenisiksi ja isotrooppisiksi. Jännitysten oletetaan laukeavan täysin ja tämän laukeamisen välittyvän kauttaaltaan mittakennoon. Irtikairattu sylinteri oletetaan niin pitkäksi, että mittakennon poikkileikkauksessa antureiden kohdalla vallitsee tasomuodonmuutostila.

Tällöin päämuodonmuutokset mittakennon poikkileikkauksessa voidaan laskea kaavoista (1)...(3). Yläindeksi k merkitsee kiveä ja m mittakennoa.

$$\epsilon_1^m + \epsilon_2^m = \epsilon_x + \epsilon_y \quad (1)$$

$$\epsilon_1^m - \epsilon_2^m = \sqrt{(\epsilon_x - 2\epsilon_{xy} + \epsilon_y)^2 + (\epsilon_x - \epsilon_y)^2} \quad (2)$$

$$\tan 2\theta = (\epsilon_x - 2\epsilon_{xy} + \epsilon_y) / (\epsilon_x - \epsilon_y) \quad (3)$$

Vastaavat pääjännitykset mittakennon poikkileikkauksessa voidaan laskea kaavoista (4) ja (5).

$$\sigma_2^m = E^m (\epsilon_2^m (1 - \nu^m) + \epsilon_1^m \nu^m) / (1 - 2\nu^m) / (1 + \nu^m) \quad (4)$$

$$\sigma_1^m = E^m \epsilon_1^m / (1 - \nu^m) + \nu^m \sigma_2^m / (1 - \nu^m) \quad (5)$$

Tämän jälkeen voidaan kalliassa vallitseva mittakennon akselin suuntainen jännitystila laskea kaavasta (6).

$$\sigma_z = \sigma_z^k = E^k \epsilon_z (1 - \nu^{m2}) / (1 - \nu^{k2}) - (\sigma_1^m + \sigma_2^m) / 2 \cdot (E^k / E^m \cdot \nu^m (1 - \nu^m) / (1 - \nu^{k2}) - \nu^k / (1 + \nu^k)) \quad (6)$$

Jännitys σ_z^k aiheuttaa mittakennon säteen suuntaisen muodonmuutoksen

$$\epsilon_r^m = -\nu^k \sigma_z^k / E^k \quad (7)$$

Vähennettäessä tämä mittakennon poikittaisista päämuodonmuutoksista saadaan

$$\epsilon_{1(tod)}^m = \epsilon_1^m - \epsilon_r^m \quad \text{ja} \quad (8)$$

$$\epsilon_{2(tod)}^m = \epsilon_2^m - \epsilon_r^m \quad (9)$$

Mittakennon vastaavat, todelliset poikittaiset pääjännitykset saadaan sijoittamalla ϵ^m (tod) ϵ^m :n paikalle kaavoihin (4) ja (5).

Kalliassa vallitsevat, reikään nähden poikittaiset pääjännitykset saadaan kaavoista

$$\sigma_1^k = k \cdot \sigma_1^m(tod) + k \cdot \sigma_2^m(tod) \quad \text{ja} \quad (10)$$

$$\sigma_2^k = k \cdot \sigma_1^m(tod) + k \cdot \sigma_2^m(tod) \quad (11)$$

missä

$$k = \frac{(1 + \nu^m)(3 - 4\nu^m) E^k}{8(1 - \nu^k)(1 + \nu^k) E^m} + \frac{5 - 4\nu^k}{8(1 - \nu^k)} \quad \text{ja} \quad (12)$$

$$k = \frac{(1 + \nu^m)(1 - 4\nu^m) E^k}{8(1 - \nu^k)(1 + \nu^k) E^m} + \frac{4\nu^k - 1}{8(1 - \nu^k)} \quad (13)$$

Näin saaduista pääjännitysten arvoista voidaan xy-tasossa kivessä vallitsevat normaali- ja leikkausjännitykset ratkaista

$$\sigma_x = (\sigma_1^k + \sigma_2^k + (\sigma_1^k - \sigma_2^k) \cos 2\theta) / 2 \quad (14)$$

$$\sigma_y = (\sigma_1^k + \sigma_2^k - (\sigma_1^k - \sigma_2^k) \cos 2\theta) / 2 \quad \text{ja} \quad (15)$$

$$\tau_{xy} = -((\sigma_1^k - \sigma_2^k) \sin 2\theta) / 2 \quad (16)$$

Pitkittäiset leikkausjännitykset saadaan lasketta kaavoista

$$\tau_{xz} = \frac{E^k (2\epsilon_{xz} - \epsilon_x - \epsilon_z)}{4(1 + \nu^k)} \quad \text{ja} \quad (17)$$

$$\tau_{yz} = \frac{E^k (2\epsilon_{yz} - \epsilon_y - \epsilon_z)}{4(1 + \nu^k)} \quad (18)$$

Nyt tunnetaan kaikki kuusi kalliassa vaikuttavaa jännityskomponenttia ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$), ja täydellinen kolmiulotteinen jännitystila voidaan ratkaista näistä normaaleilla lujuusopin keinoilla (Ylinen 1963).

Tarkemman johdon edellä esitettyihin yhtälöihin ovat esittäneet mm. Rocha and Silvério (1969) ja Blackwood (1977).

LABORATORIOKOKKEET

Mittakennon kokeilemista varten teräksestä valmistettiin 100×100×100 mm kuutio, johon porattiin 21 mm reikä sivua vastaan kohtisuoraan.

Mittakenno liimattiin kiinni reikään, ja kuutio sijoitettiin yksiakiaaliseen puristukseen hydrauliseen puristimeen. Päätyefektejä ei tässä tarvinnut huomioida, koska kuutio ja puristimen levyt olivat samaa materiaalia.

Kuutiota kuormitettiin, kunnes siinä vallitsi teoriassa 50 MN/m² yksiakiaalinen jännitystila. Vastaavat muodonmuutokset mitattiin, jännitys poistettiin, ja muodonmuutos mitattiin jälleen. Kuutio käännettiin ja sama toistettiin myös toisessa suunnassa.

Tuloksista voitiin todeta, että mittakenno käyttäytyi lineaarisesti eikä pysyviä muodonmuutoksia syntynyt mittausten aikana. Tulosten tarkkuus oli suurimman pääjännityksen suhteen hyvä, muissa oli lievää hajontaa, ± 5 %. Mittakennon akselin suunta tuntui olevan herkin virheille. Taulukossa 1 on esitetty tyypillinen mittaus-tulosarja.

Taulukko 1. Mittaustulosarja.

Table 1. A serie of test results.

$E^k = 210000 \text{ MN/m}^2$	$\epsilon_x = -0.000210$
$\nu^k = 0.28$	$\epsilon_y = 0.000620$
$E^m = 3600 \text{ MN/m}^2$	$\epsilon_z = 0.000470$
$\nu^m = 0.40$	$\epsilon_{xy} = 0.000200$
	$\epsilon_{xz} = 0.000120$
	$\epsilon_{yz} = 0.000540$
PÄÄJÄNNITYS 1 49.0561 MN/m ²	
COS (ALFA) = 5.89235E-03	
COS (BETA) = -0.999952	
COS (GAMM) = 7.83975E-03	
PÄÄJÄNNITYS 2 .569746 MN/m ²	
COS (ALFA) = .972897	
COS (BETA) = 3.92951E-03	
COS (GAMM) = -0.231204	
PÄÄJÄNNITYS 3 -3.08573 MN/m ²	
COS (ALFA) = .23129	
COS (BETA) = 8.95424E-03	
COS (GAMM) = .972844	

YHTEENVETO

Soft-inclusion jännitysmittakenno on pienikokoinen ja yksinkertainen laite kolmidimensionaalisen jännitystilan mittaamiseen yhdessä pisteessä. Periaatteessa mittaus voidaan suorittaa syvissäkin kairareissä.

Laitteen tarkkuus on laboratorio-olosuhteissa riittävä, kenttäkokeista ei ole vielä kylliksi tuloksia käyttökelpoisuuden toteamiseksi. Laite on varsin herkkä mittakennon ja mitattavan kallion kimmo-ominaisuuksien määrittämis-tarkkuudelle.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Blackwood, R. L. (1977). An instrument to measure the complete stress field in soft rock or coal in a single operation. in Field measurements in rock mechanics (ed. K. Kovári), A. A. Balkema, Rotterdam. s. 137...150.
2. Hast, N. (1958). The measurement of rock pressures in mines. Årsb. Sver. geol. Unders., 52, 3.
3. Hiltcher, R. (1974). Bergspänningsmätning. BeFo-rapport, Stockholm. s. 94...103.
4. Jaeger, J. C. and Cook, N. G. W. (1976). Fundamentals of rock mechanics, 2nd ed. Chapman and Hall Ltd., London. 585 s.
5. Leeman, E. R. (1964). The measurement of stress in rock. J. S. Afr. Inst. Min. Metall. 65, 45...114, 254...284.
6. Leeman, E. R. and Hayes, D. J. (1966). A technique for determining the complete state of stress in rock using a single borehole. Proc. 1st Congr. Int. Soc. Rock Mech., 2, 17...24. Lisbon.
7. Panek, L. A. (1966). Calculation of the average ground stress components from measurements of the diametral deformation of a drill hole. U. S. Bur. Min., RI 6732.
8. Rocha, M. and Silvério, A. (1969). A new method for the complete determination of state of stress in rock masses. Geotechnique, 19, 116...132.
9. Ylinen, A. (1969). Kimmo- ja lujuusoppi I. WSOY, Helsinki. 476 s.

SUMMARY

SOFT-INCLUSION STRESS MEASURING CELL — THEORY AND PRACTICE

The soft-inclusion stress measuring cell is a small-diameter, simple instrument, whose operation is based on strain gauges totally encapsulated in epoxy resin element. This element is glued into a pilot hole, and over-cored after the resin has settled. The element behaves as a structural member during overcoring and thus small-diameter overcoring can be used. Because the strain gauges are not in direct contact with the walls of the borehole, there is no need for special preparation of the walls.

In this work the basic mathematical treatment of the measurements is presented together with an example of laboratory tests.

Öljysumuerotussyklonin toiminta meluvaimentimena poraustyössä

Fil.kand. Jukka Starck, Työterveyslaitos, Helsinki

Fil.maist. Matti Koponen, Outokumpu Oy, Helsinki

Poraustyöt ovat tunnetusti kaivosteollisuuden meluisimpia töitä. Peräporauksessa on siirrytty lähes yksinomaan käyttämään moniporakoneisia porausjumboja. Ne ovat liisänneet poraustehoa ja usein myös melua, mutta vähentäneet työntekijään kohdistuvaa tärinää entisiin porausmenetelmiin verrattuna. Tärinän osalta porajumbojen käyttöönotto on poistanut lähes kokonaan käsiin kohdistuvan tärinän. Sen sijaan on joissakin tapauksissa todettu hoitosilloissa esiintyvän liian voimakasta koko kehoon kohdistuvaa tärinää. Tämän poistamiseksi on otettu käyttöön eristetyt hoitosillat. Tällaisillakin koneilla työskenneltäessä on kuitenkin havaittavissa selvä voimakas tärinän tunne, jota eivät hoitoalustojen tärinämittaukset ole tukeneet.

Porausjumbojen melutorjuntaan on kiinnitetty huomiota useissa aikaisemmissa tutkimuksissa /1/, /2/. Niissä on selvitetty melutorjuntatoimenpiteiden vaikutusta kokonaisuutena tarkemmin analysoimatta eri taajuusalueilla saadun vaimennuksen vaikutusta. Torjuntamahdollisuuksina on esitetty mm.

- pakoilman pois johtamista tai vaimentamista
- porakangen värähtelyjen estämistä eri keinoin
- porakoneen ja kangen kotelointia
- eristettyä ohjaamoja
- pneumaattisen porakoneen korvaamista hydraulisella porakoneella.

Öljysumun vähentämiseksi työpaikkojen ilmasta porakoneiden pakoilman puhdistamiseksi alettiin käyttää erotussyklonia, jonka todettiin vähentävän myös melua ja tärinäntuntemusta. Tässä tutkimuksessa selvitettiin erotussyklonin toimintaa meluvaimentimena sekä hoitosillalla esiintyvää tärinää. Mittaukset tehtiin Outokumpu Oy:n Vuonoksen ja Keretin kaivoksilla joulukuussa 1977. Mittauskohteena oli Tampella Tamrock:in valmistama Paramatic-tyyppinen kolmepuominen porausjumbo. Erotussykloni oli valmistettu Outokumpu Oy:ssä. Kone oli varustettu hydraulisesti maahan tuetulla rungosta erilleen nostettavalla hoitosillalla.

MITTAUKSET

Melua tutkittiin mittaamalla ja nauhoittamalla melunäyte syklonin ollessa kytkettynä ja toisessa tapauksessa poistoilmaletkujen ollessa irroitettuna porakoneista. Mikrofonit oli kummassakin näytteenotossa hoitosillan keskellä poraajan korvan korkeudella. Näyte analysoitiin 1/3-oktaaveittain reaaliaika-analysaattorilla ja tulostettiin tasopiirturilla.

Hoitoalustan tärinää mitattiin ja nauhoitettiin labora-

torioanalyysijä varten neljässä eri käyttötilanteessa, jotka olivat

- hoitoalusta maahan tuettuna, 3 porakonetta toiminnassa
- hoitoalusta maahan tuettuna, 2 porakonetta toiminnassa
- hoitoalusta rungon päällä, 3 porakonetta toiminnassa
- hoitoalusta rungon päällä, 2 porakonetta toiminnassa.

Näytteet nauhoitettiin instrumenttinauhoittimella samanaikaisesti kolmessa toisiaan vasten kohtisuorassa suunnassa, jotka merkittiin

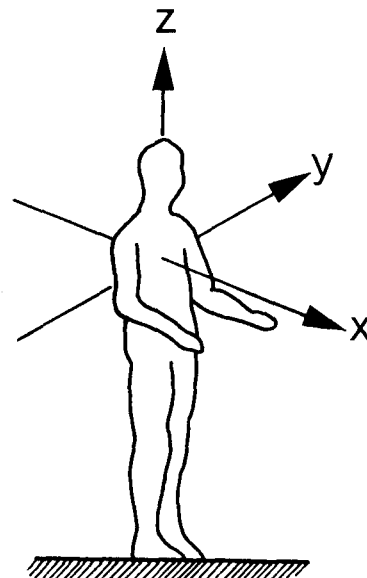
x = pituussuunta

y = poikkisuunta

z = pystysuunta

Näytteenottoaika oli kussakin käyttötilanteessa vähintään 5 minuuttia.

Laboratoriossa näytteet analysoitiin 1/3-oktaaveittain reaaliaika-analysaattorilla. Tärinäspektrit tulostettiin näytteestä 10 sekunnin välein reikänauhalle, joka käsiteltiin Tektronix-kalkylaattorilla. Kustakin käyttötilanteesta tulostettiin tehollinen tärinäkiikkyvyys 1/3-oktaaveittain taajuusalueella 1...125 Hz.

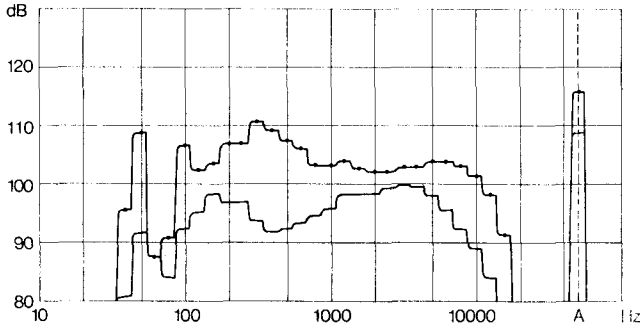


Kuva 1. Tärinän mittaussuunnat.

Fig. 1. Directions in which whole-body vibration was measured.

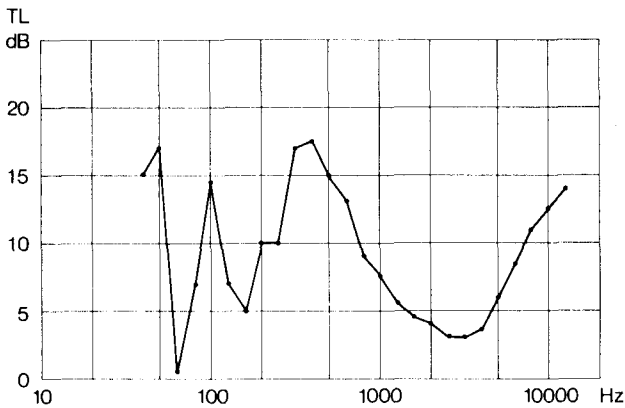
SYKLONIN MELUVAIMENNUS

Hoitosillalla mitatun melun 1/3-oktaavianalyysit on esitetty kuvassa 2, jossa oikeanpuoleinen pylväs vastaa A-painotettua kokonaismelua. Porausmelun A-äänitaso ilman sykklonia oli 115 dB ja sykkloni kytkettynä 108 dB. Analyysikäyrien erotus on kuvassa 3. Siitä todetaan, että vaimennusta esiintyy kaikilla taajuualueilla. Vaimennus oli taajuuden suhteen jaksollinen vaimennusmaksimien osuessa 50, 100, 200 ja 400 hertsin kaistoihin. Suurin vaimennus (18 dB) esiintyi kaistoilla 50 ja 400 Hz. Kaistalla 100 Hz vaimennus oli 14 dB.



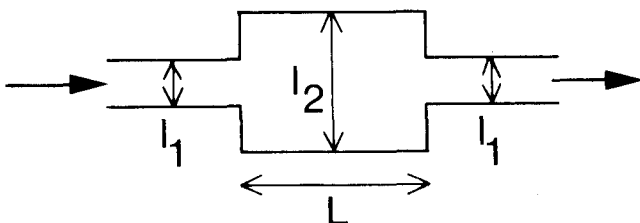
Kuva 2. Hoitosillalla mitattu melu 1/3-oktaaveittain
 ---- sykkloni irtikytkettynä
 — sykkloni kytkettynä

Fig. 2. Noise on the work platform, analyzed in 1/3 octave bands
 ---- exhaust air output without cyclone
 — exhaust air output with cyclone



Kuva 3. Syklonin vaimennus TL 1/3-oktaaveittain.

Fig. 3. Transmission loss TL with the cyclone in 1/3 octave bands.



Kuva 4. Reaktiivinen vaimennin.
Fig. 4. Diagram of reactive muffler.

SYKLONIN TOIMINTA MELUVAIMENTIMENA

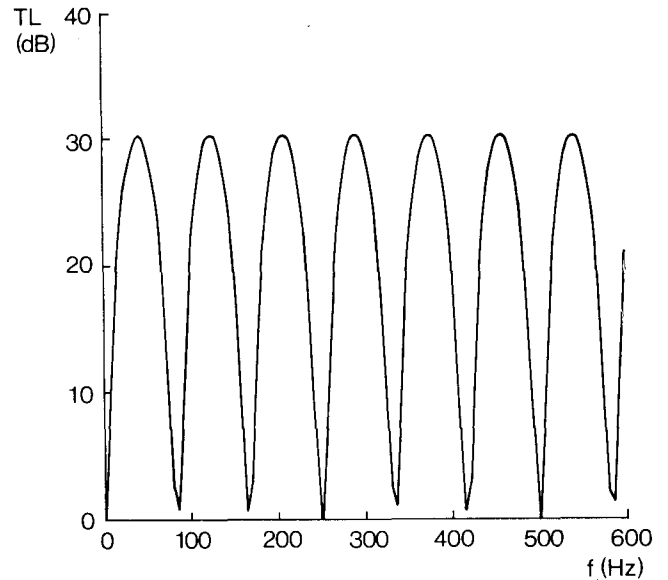
Meluanalyseissa havaittu jaksollinen vaimennus on ominaista reaktiiviselle vaimentimelle, jonka periaatepiirros on kuvassa 4.

Syklonin rakenne muistuttaa reaktiivista vaimenninta, jonka vaimennus lasketaan kaavalla /5/

$$TL = 10 \log_{10} \left[1 + \frac{1}{4} \left(A - \frac{1}{A} \right)^2 \sin^2 \left(2\pi L / \lambda \right) \right] \text{ (dB)}$$

- missä TL = teorettinen vaimennus (transmission loss)
- A = $(I_2/I_1)^2$
- I_i = halkaisija, $i = 1,2$
- L = vaimentimen pituus
- λ = aallonpituus

Syklonin rakennepiirroksista saatujen mittojen avulla on sille laskettu teoreettinen vaimennusmalli taajuuden suhteen (kuva 5). Vaimennusmaksimit vastaavat mittauksessa todettujen vaimennushuippujen taajuutta. Siten malli vastaa varsin hyvin sykklonin toimintaa reaktiivisena vaimentimena pienillä ja keskikorkeilla taajuuksilla.

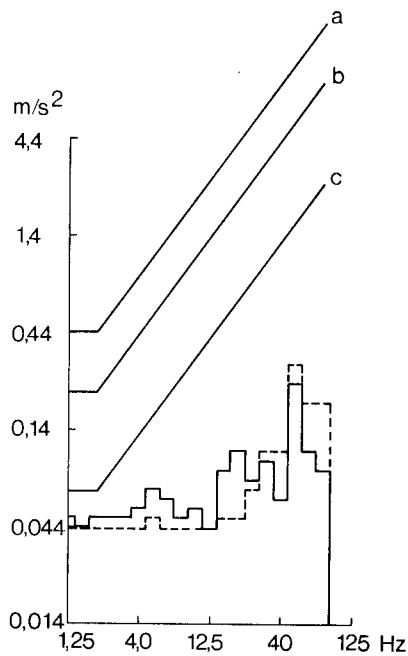


Kuva 5. Syklonille laskettu teoreettinen vaimennus.

Fig. 5. Calculated transmission loss with the cyclone.

HOITOSILLAN TÄRINÄ

Hoitosillan eri suunnissa mitatut värinän teholliset kiihtyvyydet 1/3-oktaaveittain kolmen porakoneen toimiessa on esitetty kuvissa 6, 7 ja 8. Samaan kuvaan on piirretty värinän haitallisuuden arvosteluun käytetyn standardin ISO 2631 /3/ mukaiset 8 tunnin päivittäistä altistusta vastaavat rajat. Standardissa esitetään kolme arvostelukriteeriä:



Kuva 6. Porajumbon hoitosillan värinän kiihtyvyyt ja arvostelukriteerit ISO 2631 mukaan pituussuunnassa
— hoitosilta rungosta erillään
- - - hoitosilta rungon päällä
a = 8 tunnin riskiraja
b = 8 tunnin työntekemisen raja
c = 8 tunnin miellyttävyyssraja

Kuva 7. Porajumbon hoitosillan värinän kiihtyvyyt ja arvostelukriteerit ISO 2631 mukaan poikkisuunnassa
— hoitosilta rungosta erillään
- - - hoitosilta rungon päällä
a = 8 tunnin riskiraja
b = 8 tunnin työntekemisen raja
c = 8 tunnin miellyttävyyssraja

Kuva 8. Porajumbon hoitosillan värinän kiihtyvyyt ja arvostelukriteerit ISO 2631 mukaan pystysuunnassa
— hoitosilta rungosta erillään
- - - hoitosilta rungon päällä
a = 8 tunnin riskiraja
b = 8 tunnin työntekemisen raja
c = 8 tunnin miellyttävyyssraja

- riskiraja
- työntekemisen raja
- miellyttävyyssraja

Riskiraja saadaan työntekemisen rajasta kertomalla kahdella ja miellyttävyyssraja jakamalla 3.15. Suomessa työsuojeluhallitus on julkaissut ohjeavrot teknisen laitteen aiheuttamalle enimmäistärinälle /4/. Raja vastaa ISO standardin 8 tunnin työn tekemisen rajaa.

Suurin vaimennus esiintyi iskutaajuutta 50 Hz vastavassa 1/3-oktaavikaistassa, jossa värinäkihtyvyyt aleni kuudenteen osaan maahantuennan vaikutuksesta. Pitkittäis- ja poikkisuuntainen värinä aleni vastaavasti puoleen ja kolmanteen osaan.

Mittausten mukaan hoitosillan värinä oli kaikissa tapauksissa selvästi alle ISO 2631 riski- ja työntekemisen rajojen.

Hoitosillan ollessa porausvaunun rungon päällä värinä sivusi 8 tunnin altistusta vastaavaa miellyttävyyssrajaa.

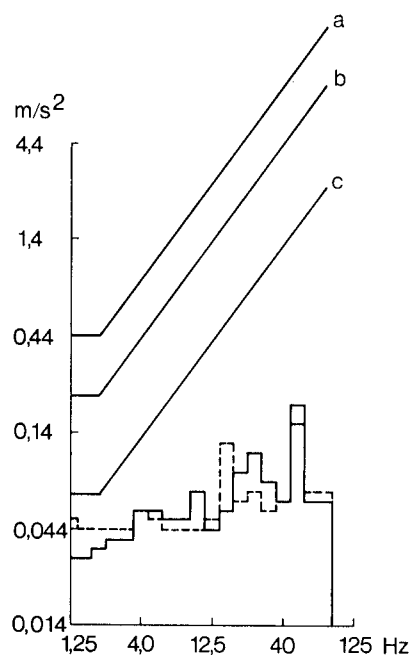


Fig. 6. Vibration of the work platform and ISO 2631 vibration criteria in the back-to-chest direction
— work platform isolated with hydraulic feet
- - - work platform not isolated
a = 8 h exposure limit
b = 8 h fatigue-decreased proficiency boundary
c = reduced comfort boundary

Fig. 7. Vibration of the work platform and ISO 2631 vibration criteria in the right-to-left direction
— work platform isolated with hydraulic feet
- - - work platform not isolated
a = 8 h exposure limit
b = 8 h fatigue-decreased proficiency boundary
c = reduced comfort boundary

Fig. 8. Vibration of the work platform and ISO 2631 vibration criteria in the foot-to-head direction
— work platform isolated with hydraulic feet
- - - work platform not isolated
a = 8 h exposure limit
b = 8 h fatigue-decreased proficiency boundary
c = reduced comfort boundary

POHDINTA

Sykloni oli tarkoitettu toimimaan öljysumun erottimena. Se toimi kuitenkin myös tehokkaana melun vaimentimena. Erityisen tehokas se oli pienillä taajuuksilla. Esimerkiksi 50 hertsin 1/3-oktaavissa vaimennus oli 18 dB.

A-painotettu kokonaismelu aleni syklonin vaikutuksesta 115 dB:sta 108 dB:iin eli 7 dB. Tulosta arvosteltaessa on huomattava, että melumittarin A-painotus vaimentaa pieniä ja keskisuuria taajuuksia. Esimerkiksi 50 Hz kohdalla A-painotus vaimentaa 30 dB ja 100 Hz kohdalla 19 dB. Kuitenkin subjektiivisen aistimuksen kannalta pienien ja keskitaajuuksien merkitys kasvaa, kun melutaso nousee. Poraustyössä on kuulon suojelemiseksi edelleen käytettävä kuulonsuojaimia. Kuulonsuojainten vaimennus pienillä taajuuksilla on vähäinen. Esimerkiksi tehokkaiden kuppisuojausten vaimennus 125 Hz taajuudella on vain noin 10 dB, josta vaimennus edelleen pienenee taajuuden pienentyessä. Siten saavutettu vaimennustulos

Kokemuksia suurista vaahdotuskoneista

Dipl.ins. Olli Korhonen, Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, Espoo

JOHDANTO

Suuret vaahdotuskoneet ilmaantuivat markkinoille 1960-luvulla. Tämä liittyi yleismaailmalliseen pyrkimykseen siirtyä käyttämään yhä suurempia koneyksiköitä.

Outokumpu Oy kehitti suuren pneumaattismekaanisen vaahdotuskoneen 1970-luvun alussa lähinnä omien rikastamoiden käyttöön. Ensimmäisen suurvaahdotuskoneen kennotilavuus oli 16 m³.

Siirtyminen suurien vaahdotuskoneiden käyttöön on merkinnyt huomattavia säästöjä sekä investointi- että käyttökustannuksissa samalla kun käyttövarmuus ja rikastustekniset tulokset ovat parantuneet.

Suuren vaahdotuskoneen rakentamisen on mahdollistanut täysin uudella periaatteella toimivan mekanismin kehittäminen. Tämä ns. OK-mekanismi on mittauksissa todettu ilman dispergoitukyvyltään muita markkinoilla esiintyviä mekanismeja tehokkaammaksi.

Edelleen on kehitetty matemaattinen malli, jonka avulla on mahdollista mitoitaa mekanismi eri kennotilavuuksia varten. Toistaiseksi suurimman OK-vaahdotuskoneen kennotilavuus on 38 m³.

OK-vaahdotuskoneita on malmien ohella menestyksellisesti sovellettu myös hiilen sekä teollisuusmineraalien kuten talkin, silikaattien ja apatiitin vaahdotukseen. Erikoisena sovellutuksena mainittakoon lisäksi OK-vaahdotuskoneen käyttö musteen poistoon keräyspaperista.

OK-vaahdotuskonetta markkinoidaan Outokumpu Oy:n Teknillisen Viennin ryhmän toimesta ja tehdyt lisenssi- valmistussopimukset kattavat suuren osan maapallon markkina-alueesta.

Seuraavassa tarkastellaan OK-vaahdotuskoneiden kehitystyötä, OK-mekanismin toimintaperiaatteita sekä suurilla vaahdotuskoneilla saavutettuja tuloksia.

OK-VAAHDOTUSKONEIDEN KEHITYSTYÖ

Outokumpu Oy:öön perustettiin kesällä 1970 sisäinen työryhmä, jonka tärkeimpänä tehtävänä oli

— uuden omintakeisen ja tehokkaan vaahdotuskonemekanismin kehittäminen

— käytössä olevia vaahdotuskoneita oleellisesti suurikokoisemman vaahdotuskoneen kehittäminen

Ensimmäisen suuren koneen tilavuudeksi valittiin 16 m³ yhtä mekanismia kohti eli yli viisi kertaa enemmän kuin yhtiön siihen asti suurimmissa vaahdotuskoneissa. Kehitystyötä joudutti se, että uusi konetyyppi piti asentaa vuoden 1973 alussa käynnistytävään Hammaslahden rikastamoon.

Kennokokoa suurennettaessa oli ratkaistava mm. seuraavat tehtävät:

— mekanismin oli kyettävä dispergoimaan suuret ilmamäärät suureen lietetilavuuteen

— mekanismin oli kyettävä pitämään suuret lietetilavuudet suspensiotilassa kohtuullisella energiankulutuksella.

Kehitystyö vaati laajamittaista, vaihteittain tapahtuvaa tutkimus- ja kokeilutoimintaa yhtiön eri rikastamoilla. Työtä aloitettaessa yleisin ja samalla suurin kennokoko yhtiön rikastamoissa oli noin 3 m³ ja käytössä olivat tunnettujen AGITAIR, DENVER, WEMCO ohella yhtiön itse kehittämä vaahdotuskone VK 3. Vielä 1960-luvun alussa tämä kennokoko oli tilavuudeltaan samaa luokkaa kuin suurimmat maailmalla silloin käytetyt.

Mekanismin kehitystyössä kokeiltiin toistakymmentä erilaista rakennetyyppiä. Parhaaksi osoittautui dipl.ins. K. Falleniuksen kehittämän fysikaalisen teorian perusteella muotoiltu mekanismi, joka ilmandispergoitukyvyltään oli selvästi tehokkain. Vertailevat tutkimukset eri mekanismeille tehtiin lasiseinäisessä kennossa, jonka tilavuus oli 3 m³.

Vaahdotuskoneiden käyttömekanismin mitoitamiseen eri kokoisille kennoalueille on kehitetty matemaattinen malli, joka on mahdollistanut sen, että OK-vaahdotuskoneita nykyisin on valmistettu 0,05 m³:n pilot plant koosta aina 38 m³:n jättiläiskokoon, joka viimeksimainittu lienee suurin yhtä mekanismia kohti rakennettu kenno maailmassa.

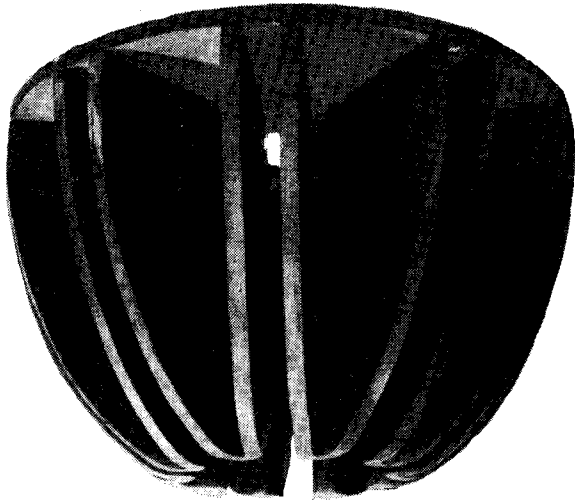
Hammaslahden rikastamossa saavutettujen erinomaisen tulosten johdosta OK-16 vaahdotuskone muutamassa vuodessa vaihdettiin esi- ja ripevaahdotuskoneeksi useimpiin yhtiön vaahdotuspiireihin. Samoin useimpiin vielä käytössä oleviin 3 m³:n kennoihin on vaihdettu OK-mekanismit.

OK-vaahdotuskoneiden kehitystyö jatkuu edelleen. Tärkeinä tutkimuskohteina ovat mm. suurten lietetiheyksien sekä ylikarkeiden rakeiden aiheuttamat erikoisvaatimukset mekanismin rakenteeseen.

Outokumpu Oy on muihin vaahdotuskoneiden valmistajiin nähden edullisemmassa asemassa, koska sillä on kaivosyhtiönä runsaasti käyttökokemuksia sekä mahdollisuus suorittaa koneiden testaus omissa rikastamoissa.

OK-VAAHDOTUSKONEIDEN RAKENNE JA TOIMINTAPERIAATE

OK-mekanismi muodostuu onton akselin päähän kiinnitetystä roottorista sekä sen ympärillä olevasta kennoaltaan pohjaan kiinnitetystä staattorista. Sekä roottori että staattori ovat kumioidut. Rakenne ilmenee kuvista 1 ja 2.



Kuva 1. OK-16 vaahdotuskoneen roottori.

Fig. 1. The rotor of the OK-16 flotation machine.

Puhaltimilla tuotettu ilma syötetään roottoriin akselin läpi.

Vaahdotuskone muodostuu tavallisimmin neljän tai kahden kennon altaista, joiden poikkileikkaus on joko suorakaiteen tai U:n muotoinen. OK-vaahdotuskone voidaan kattaa täysin, jolloin kannet toimivat kulkutasoina. Kuvassa 3 on esitetty tyypillinen OK-16 vaahdotuskoneiden asennusjärjestely.

OK-vaahdotuskoneiden erikoispiirteet sekä edut muihin vaahdotuskoneisiin verrattuna tulevat näkyviin mm. seuraavissa toiminnoissa:

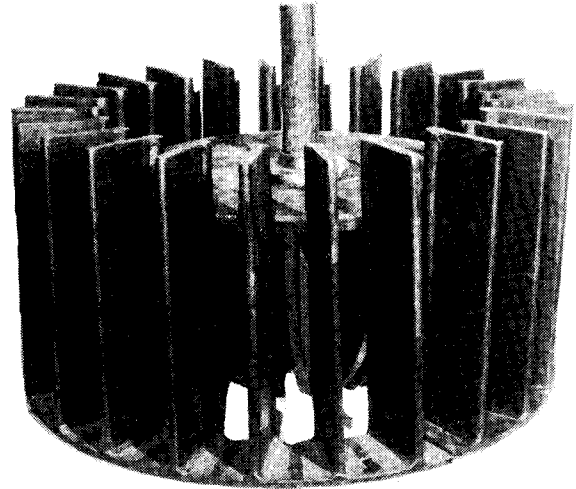
Ilman dispergointi

Suurten ilmamäärien dispergointi vaatii suurta dispersiopintaa. Konventionaalisissa vaahdotuskoneissa tämä voidaan saavuttaa ainoastaan roottorien halkaisijaa suurentamalla, koska hydrostaattinen paine estää ilman dispergoitumisen syvemmälle mentäessä. Ilma dispergoituu siten vain kapealta vyöhykkeeltä roottorin yläosassa.

Tämä on OK-mekanismissa ehkäisty kompensoimalla hydrostaattisen paineen kasvu roottorien ja staattorien välissä pyörivän lietekerroksen kehittämän keskipakovoiman avulla. Roottoriin nähden tämä ilmenee alipaineena. Tämän nk. vakiopaineteorian mukainen muotoilu mahdollistaa kennokoon kasvaessa dispergointipinnan suurentamisen myös syvyysuunnassa, koska roottorista purkautuvalla ilmalla on sama vastapaine joka syvyydellä. Paineen kompensointi on esitettävissä yksinkertaisten matemaattisten lausekkeiden avulla.

Lietteen suspensiotila

Suspensiotilan ylläpitäminen on edellytys vaahdotusprosessin onnistumiselle. Ohut kiintoainekerrostuma vaahdotuskoneen pohjalla ei kuitenkaan ole haitallinen ja se voi jopa olla eduksikin suojatessaan pohjaa kulumiselta. Tämä nk. sanding-ilmiö ei OK-vaahdotuskoneilla ole



Kuva 2. OK-16 vaahdotuskoneen roottori ja staattori.

Fig. 2. The rotor and stator of the OK-16 flotation machine.

karkeallakaan jauhatuksella aiheuttanut häiriöitä ja pyöreäpohjaisissa vaahdotuskoneissa sitä ei esiinny käytännöllisesti katsoen lainkaan.

OK-roottori toimii tehokkaan lietepumpun tavoin imien lietettä alhaalta ja purkaen sitä sivuille. Täten aikaansaadaan voimakas sisäinen kierrätys, joka pitää lietteen suspensiotilassa kohtuullisilla roottorin pyörintänopeuksilla.

Energiankulutus

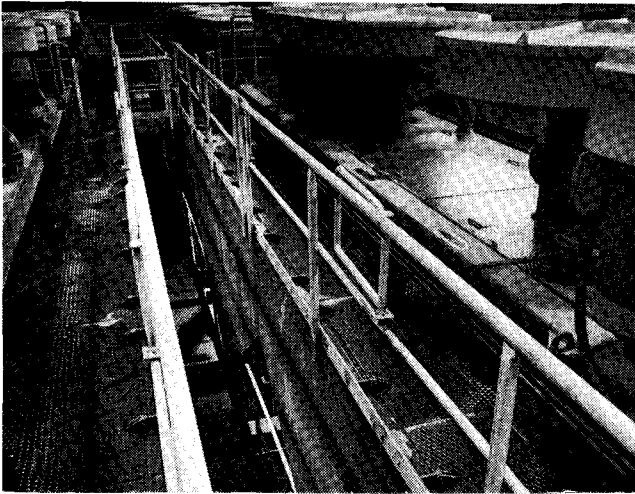
Useimmat konventionaaliset vaahdotuskonemekanismit toimivat sekoittimina, joissa lietteen kierrätys on vähäinen. Tapauksessa, jossa kierrätystä ei ole lainkaan, teho kasvaa suhteessa kierrosluvun neliöön. Kierrätyksessä puolestaan vaadittava teho on suoraan verrannollinen kiertävään lietteen määrään. Koska OK-mekanismi toimii pumpun tavoin, voidaan suuria lietemääriä kierrättää suhteellisen alhaisilla kierrosluvuilla. Vähäinen energiankulutus onkin eräs OK-vaahdotuskoneiden tyypillisimpiä ominaisuuksia.

Koneen käynnistäminen

Roottorin muotoilu mahdollistaa koneen pysäyttämisen täydessä kuormassa ja uudelleen käynnistykseen useampien vuorokausienkin pituisten seisakkeiden jälkeen. Tämä piirre on erityisen tärkeä suurissa rikastamoissa, joissa koneiden käynnistys esimerkiksi sähkökatkojen jälkeen vaatii kohtuuttomasti aikaa ja työtä.

Tilan säästö

Suurten koneiden käyttö konetyypistä riippumatta merkitsee huomattavaa säästöä rakennuskustannuksissa. Tämän lisäksi OK-vaahdotuskoneet on voitu suunnitella syviksi mekanismin tehokkuuden ansiosta, jolloin tarvittava lattiapinta-ala on pienempi.



Kuva 3. Tyypillinen OK-16 vaahdotuskoneiden asennusjärjestely. Koneiden kannet toimivat kulkutasoina.

Fig. 3. A typical installation arrangement of OK-16 flotation machines. The covers of the machines serve as walkways.

Mekanismien mitoitus

Mekanismien mitoittamiseksi eri kokoisiin kennoaltauksiin on kehitetty matemaattinen teoria. Hyvin suurten vaahdotuskoneiden valmistus ja testaus on kallista, mutta kustannuksia voidaan oleellisesti vähentää, jos koneen tärkeimmät mitat voidaan luotettavasti laskea etukäteen.

Kokeet, joissa pilot plant kokoa olevat 0,05 m³ ja 0,15 m³:n kennot oli asennettu OK-16 vaahdotuskoneen rinnalle, antoivat samalla viipymääjalla saman rikastusteknisen tuloksen huolimatta 100- ja 300-kertaisesta kokeroosta. Suurin toistaiseksi valmistettu vaahdotuskone on OK-38, jossa kennotilavuus on 38 m³ mekanismia kohti (1350 cu. ft).

Prosessin säätö

Säädettävä ilmansyöttö on pneumaattismekaanisen koneen etu mekaaniseen verrattuna. Jokainen OK-mekanismi on varustettu ilman käsiasäätöventtiilillä. Automaattinen ilmamäärän säätö toteutetaan suurilla vaahdotuskoneilla, joko vaahdotuskone- tai vaahdotusvaihekohtaisesti. OK-vaahdotuskoneet varustetaan normaalisti automaattisella pinnansäätölaitteistolla. Säätöventtiiliksi voidaan valita luukku, letkuventtiili tai kartiotulppaventtiili. Vaahdotusilman määrä ja lietepinta ovat kemikaalien määrän ohella vaahdotusprosessin tärkeimmät säätöparametrit.

Kemikaalien kulutus

Kemikaalien kulutus on laskenut lähes kaikissa tapauksissa, joissa on siirrytty käyttämään suuria vaahdotuskoneita. Syytä ei tiedetä, mutta samanaikaisesti on myös voitu todeta kiertokuormien oleellinen pieneneminen.

KÄYTTÖKOKEMUKSET OK-16 VAAHDOTUSKONEIDEN KÄYTÖSTÄ OUTOKUMPU OY:N RIKASTAMOILLA

OK-16 vaahdotuskoneet ovat käytössä seitsemällä Outokumpu Oy:n rikastamolla. Ne on Hammaslahden rikastamo lukuunottamatta asennettu käynnissä oleviin rikastamoihin korvaamaan niissä käytettyjä 2...3 m³:n vaahdotuskonetta.

Kaikkissa tapauksissa vaahdotustulokset ovat olleet vähintään yhtä hyvät kuin aikaisemmin. Keretin ja Vihannin kohdalla tulokset ovat parantuneet huomattavasti. Erityisesti on voitu todeta selektiivisyyden lisääntyminen, mistä on mm. ollut seurauksena huomattava kiertokuorman pieneneminen.

Energian kulutuksessa on tapahtunut huomattava lasku. OK-16 vaahdotuskonetta käytettäessä on kokonaisenergiankulutus vaahdotusilmapuhaltimet mukaan luetuna noin 1.3...1.5 kW kennokuutiometriä kohti. Vastaava luku OK-3 vaahdotuskoneilla on 1.8...2.2 kW/m³. Aikaisemmin käytössä olleilla Fagergren ja Agitair-tyyppisillä koneilla energiankulutus oli luokkaa 3...5 kW/m³.

Kunnossapitokustannukset ovat olleet erittäin pienet. Mekanismien kuluminen on ollut vähäistä, mistä parhaana esimerkkinä voidaan mainita Hammaslahden rikastamo, jossa yli 5 vuoden käyntiajan jälkeen vielä ovat käytössä alkuperäiset mekanismit. Altaiden kuluminen on samoin niin vähäistä, että niiden kumitus on tarpeellista vain happamia lietteitä vaahdotettaessa.

Kokonaiskustannuksia (hankinta, asennus, perustus, kannatusrakenteet, putkistot, sähköistys, instrumentointi jne.) vertailtaessa OK-16 vaahdotuskoneiden hinta kuutiometriä kohti on 55 % OK-3 vaahdotuskoneiden hinnasta. Koska toisaalta suurilla koneilla saavutetaan vähintään sama vaahdotustulos kennokuutiometriä kohti, saa suurempia koneita hankittaessa samalla rahamäärällä siten lähes kaksi kertaa enemmän vaahdotuskapasiteettia.

Edellisen lisäksi on huomattava, että OK-16 vaahdotuskoneita käytettäessä kennotilavuus lattiapinta-alaa kohti on 40...50 % suurempi.

Ilman kulutus OK-16 vaahdotuskoneilla vaihtelee vaahdotusprosessista riippuen 5...20 m³/min/akseli.

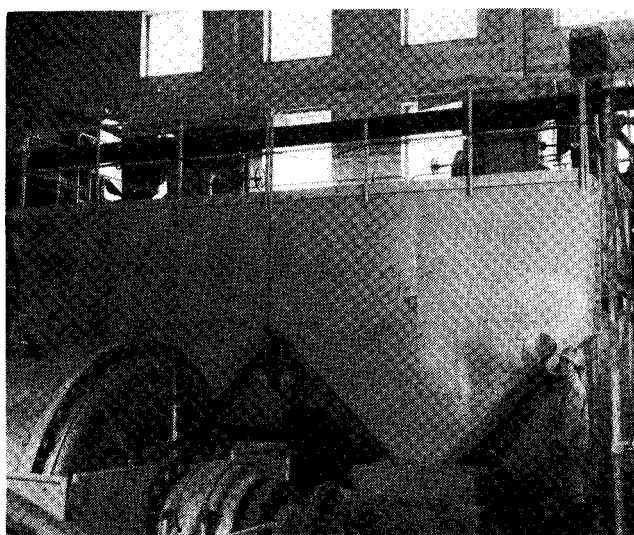
Suuria vaahdotuskoneita käytettäessä ei ole tarpeellista jakaa vaahdotusprosessia rinnakkaisiin piireihin, joten prosessin säätö yksinkertaistuu oleellisesti. Vaahdotuspiirin kapasiteetin ylärajan voidaan sanoa määräytyvän jauhatuspiirin kapasiteetin mukaan, sillä teknisessä mielessä OK-vaahdotuskonetta voidaan vielä nykyisestäänkin suurentaa. Käytännöllinen tapa esi- ja ripevaahdotuskennokoon määräämiseksi on siten jakaa tarvittava kokonaisvaahdotuskennotilavuus peräkkäin asennettavien kennojen (akselien) lukumäärällä. Yleinen käsitys on, että 6...8 peräkkäistä kennoa tarvitaan oikosulkujen välttämiseksi. Kokemukset suurilla OK-vaahdotuskoneilla antavat kuitenkin viitteitä siitä, että tämä luku voi olla huomattavasti pienempi.

Usein rinnakkaisten vaahdotuskonerivien tarpeellisuutta perustellaan sillä, että ne tekevät tuotannon vähemmän haavoittuvaksi yksittäisen koneen joutuessa epäkuuntoon. Koska vaahdotuskone kuitenkin on eräs kaikkein vähimmin häiriöaltteista rikastamon koneista, tällä näkökohdalla ei ole käytännön merkitystä. Mahdolliset korjaukset voidaan ennakoita suoritettaviksi muista syistä aiheutuvien seisokkien yhteydessä.

Eräillä rikastamoilla tuotanto keskeytetään viikonlopuiksi. Tällöin on erittäin suureksi eduksi katsottava se, että kone voidaan pysäyttää täydessä kuormassa.

Prosessien säädettävyyden parantuessa ja kiertokuormien pienentyessä on myös kemikaalien kulutuksessa voitu todeta laskua suurilla vaahdotuskoneilla käytettäessä.

OK-16 vaahdotuskoneiden asennukset ovat maksaneet itsensä takaisin keskimäärin kahdessa vuodessa, lähinnä energia-, kunnossapito- ja kemikaalikustannussäästöinä sekä parantuneina rikastustuloksina.



Kuva 4. OK-38 — maailman suurin vaahdotuskone.

Fig. 4. OK-38 — the largest flotation machine in the world.

KOKEET OK-38 VAAHDOTUSKONEILLA

OK-38 prototyyppi valmistui tammikuussa 1978. Kone on kahden kennon yksikkö, jonka allas on U-muotoinen ja kokonaistilavuudeltaan $2 \times 38 \text{ m}^3$ (kuva 4).

Ensimmäiset koeajot tehtiin Keretin rikastamossa, aluksi jätemalmin rikastuksissa ja toiseksi kuparin esivaahdotuksessa. Tulokset ovat esitetyt taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Jättemalmin vaahdotus.

Table 1. Flotation of tailings ore.

Vaahdotuskone tyyppi	Kennon- tilav. m^3	Kennon- lukum.	% S			Saanti %
			Syöte	Rikaste	Jäte	
OK-38	38	2	16.0	39.4	5.2	77.8
Fagergren	2.5	36	17.6	41.0	5.1	81.2
Denver	1.0	12				

Molemmassa tapauksissa syöttö oli 60 t/h ja syötteen hienousaste noin 40% -200 mesh. OK-38 konetta käytettäessä ei rikastetta kerrattu. Pieniä koneita käytettäessä suoritettiin yksivaiheinen esirikasteen kertausta 1.0 m^3 :n Denver kennoissa. Tuloksista voidaan todeta, että 2-akselisessa vaahdotuskoneessa saadaan ilman kertausta lähes sama tulos.

Taulukko 2. Kuparin esivaahdotus.

Table 2. Roughing of copper.

Vaahdotuskone	Kennon- tilav. m^3	Kennon- lukum.	% Cu			Saanti %
			Syöte	Rikaste	Jäte	
OK-38	38	2	3.5	10.6	0.55	88.4
OK-16	16	4	3.5	10.7	0.54	88.9

Molemmassa tapauksissa syöttö oli 80 t/h ja syötteen hienous 55...60% -200 mesh. Kuten voidaan havaita, tulokset ovat mittaustarkkuuden rajoissa samat.

Näiden alustavien kokeiden jälkeen kone siirrettiin Ruotsiin Aitiikin rikastamon kuparin esivaahdotuskoneeksi, jotta voitaisiin kokeilla sitä oleellisesti suuremmilla kiintoainesytöillä kuin Suomessa oli mahdollista.

Näissä kokeissa malmin syöttö on suurimmillaan ollut 750 t/h ja vaahdotuksen lietetiheys yli 50% kiintoainetta painon mukaan. Testiyksiköllä saavutetut esirikasteen pitoisuus- ja saantiarvot ovat olleet yhtäpitävät normaaliin käyttötulosten kanssa.

Toistaiseksi ei koneessa ole esiintynyt lainkaan sanding-ilmioita. Ilmansyöttö ja energiankulutus ovat vastanneet etukäteislaskelmia.

Ensimmäiset OK-38 asennukset tapahtuvat vuonna 1979 Etelä-Afrikassa pyriin vaahdotuksessa sekä Suomessa Siilinjärven apatiitin ja kalsiitin vaahdotuksessa.

YHTEENVETO

Suurten vaahdotuskoneiden tulo markkinoille merkitsee vallankumouksellista muutosta rikastamoiden layout-suunnittelussa ja mahdollistaa entistä köyhempien malmin hyväksikäytön alentuneiden investointi- ja käyttökustannusten ansiosta.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Fallenius, K., The suspension of solid particles in mixers and flotation cells, Helsinki 1977, Acta Polytechn. Scand, Chemistry including Metallurgy Series No. 138.
2. Fallenius, K., On the free swirling radial jet, Helsinki 1977, Acta Polytechn. Scand, Appl. Phys. Series No. 120.
3. Fallenius, K., Koivistoinen, P. and Korhonen, O., The use of large flotation machines in the concentrators of Outokumpu Oy, Finland. XIIth International Mineral Processing Congress, Sao Paulo, Brazil 1977.

SUMMARY

EXPERIENCES ON LARGE VOLUME FLOTATION MACHINES

Large pneumo-mechanical OK-flotation machines are developed by Outokumpu Oy, a mining company with a long experience in the use of different kind of flotation machines.

In conventional mechanisms the air is discharged and dispersed from a relatively shallow zone near the mechanism. Dispersion of large amounts of air, nevertheless presupposes a large effective dispersive surface, to which air and slurry are discharged in appropriate ratio. This large dispersive surface is obtained by equalizing the pressure of the slurry in appreciable parts of the rotor surface. This has been done by compensating the increase of the hydrostatic pressure due to depth with the dynamic pressures of the streaming pulp.

In planning cells of new sizes a mathematical theory has been developed. The biggest cell in the world so far may be the OK-38 with a cell volume of 38 m^3 (1350 cu. ft), but there seems to be no technical limit for the size of OK flotation cells.

Large flotation machines have proved to be a considerable improvement over small units. Capital and running costs, especially energy and maintenance costs, have diminished and flotation results have improved.

Besides flotation of ores OK-flotation machines have proved successful in flotation of coal and industrial minerals such as talc, phosphates, silicates etc. A special application is the use of OK-flotation machines for de-inking of recycled paper.

Ydinvoimalaitosten jännityskorroosio-ongelmat

Tekn.lis. Hannu Hänninen, VTT, metallilaboratorio, Otaniemi

JOHDANTO

Jännityskorroosio on yleinen ongelma vesijäähdytteisissä ydinvoimalaitoksissa. Sitä on esiintynyt lukuisissa eri ydinvoimalaitoskomponenteissa kuten putkistoissa, höyrykehittimissä, reaktoripaineastian pinnoitteessa, polttoaineen suojaputkissa jne. Se on viivästyttänyt laitojen käyttöönottoa, aiheuttanut pitkiä seisokkeja, ja on osoittautunut hyvin kalliiksi menetetyt energian, laitteiden korjausten ja/tai korvausten vuoksi.

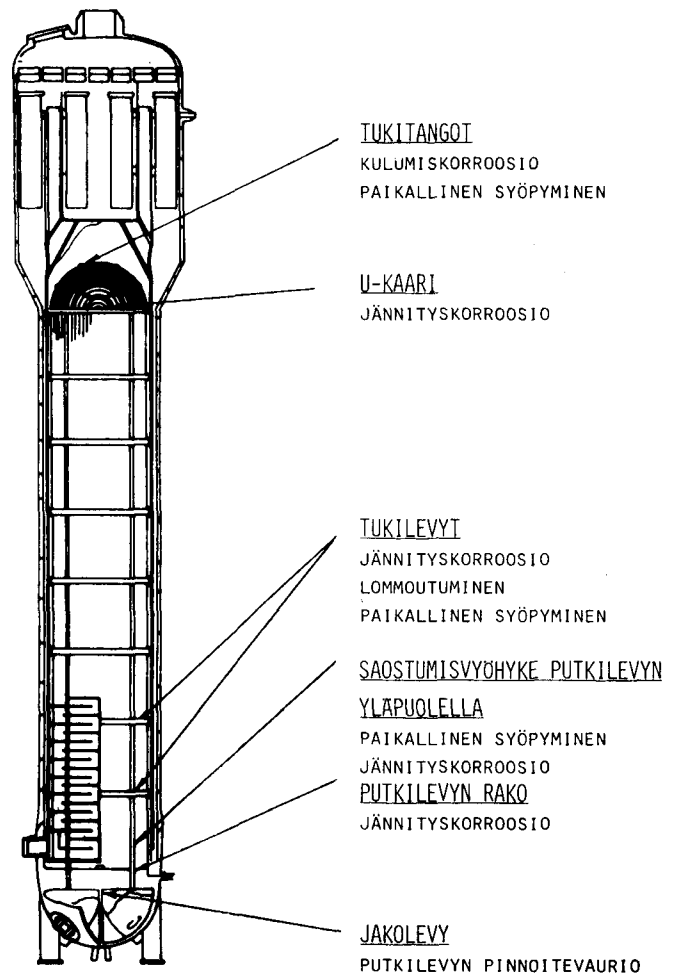
Tämä esitys on lyhennelmä laajemmasta kirjallisuustutkimuksesta /1—4/, jossa on käsitelty yleisesti olosuhteita, missä jännityskorroosio esiintyy käytännössä, koestusmenetelmiä ilmiön tutkimiseksi, metallurgisen rakenteen vaikutusta jännityskorroosioon sekä korroosion aiheuttamia taloudellisia kustannuksia.

JÄNNITYSKORROOSIO PAINEVESI-REAKTORIOLOSUHTEISSA

Painevesireaktoreissa höyrykehittimien putkivauriot ovat olleet jatkuvana ongelmana. Höyrykehittimien putket muodostavat laajan ja ohuen seinämän primaari- ja sekundaaripiirien välille. Uusimmissa höyrykehittimissä saattaa olla 15000 putkea ja lämmönsiirtopinta-ala voi olla jopa 12000 m². Putkimateriaalin tulisi kestää höyrykehittimien ankaria olosuhteita reaktorin koko käyttöajan ajan. Siksi sillä tulisi olla hyvän lämmönjohtavuuden lisäksi hyvä korroosionkestävyys.

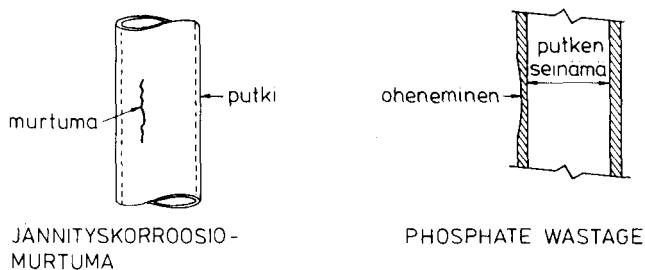
Höyrykehittimien putkivaurioista on Atomic Energy of Canada Limited tehnyt vuotuiset yhteenvedot vuodesta 1971 alkaen /5—8/. Nämä osoittavat, että vain pieni osa (~ 1,5%) putkista on vaurioitunut käytössä ja sen vuoksi jouduttu tulppaamaan. Keskimäärin noin 35% toimivista painevesireaktoreista kärsii kuitenkin putkivaurioista joka vuosi. Putkivaurioita kärsineiden reaktorien lukumäärä kasvaa niiden iän mukana: alle 200 vuorokautta tehollisessa käytössä olleissa reaktoreissa ei ole esiintynyt vaurioita, kun taas yli 1000 vuorokautta tehollisessa käytössä olleista reaktoreista 81% on kärsinyt näitä vaurioita. Tämä onkin hyvin ymmärrettävää, koska useimmat vaurioon johtavat syyt ovat ajasta riippuvia kuten esim. korroosio tai väsyminen. Vuoden 1976 lopussa länsimaissa oli käytössä vain viisi reaktoria 68:sta, jotka olivat toimineet yli 1000 tehollista päivää ilman höyrykehittinputkivaurioita.

Kuvassa 1 on esitetty poikkileikkaus tyypillisestä U-putkihöyrykehittimestä. Kuvaan on merkitty höyrykehittimen alueet, missä vaurioita on esiintynyt sekä vaurioiden syyt. Korroosiovauriot on esitetty skemaattisesti kuvassa 2. Taulukosta 1 nähdään vaurioiden esiintyminen eri laitoksissa. Höyrykehittinputket ovat vaurioituneet lähes 56%:ssa tutkituista 70 reaktorista.



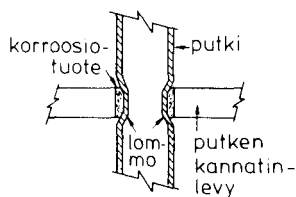
Kuva 1. Höyrykehittinputkien vaurioiden sijainti ja vaurioiden syyt /8/.

Fig. 1. Location and mechanisms of steam generator tube failures /8/.



JÄNNITYSKORROOSIO -
MURTUMA

PHOSPHATE WASTAGE



DENTING

Kuva 2. Yleisimmät höyrynkehitinputkien vaurioitumistavat.

Fig. 2. Typical steam generator tube degradation phenomena.

Jännityskorroosiot¹⁾ on esiintynyt 28 %:ssa tutkituista reaktoreista. Useimmat länsimaiset höyrynkehittimet, joissa ruostumaton teräs on ollut putkimateriaalina, ovat kärsineet jännityskorroosiomurtumista. Tämän vuoksi ruostumaton teräs on näissä laitoksissa korvattu nikkeli-valtaisilla seoksilla (Inconel 600 tai Incoloy 800).

Näistä Inconel 600 seos on osoittautunut alttiiksi jännityskorroosiolle sekä sekundaari- että primaaripuolelta. Nykyinen käsitys on, että sekundaaripuolen jännityskorroosio aiheutuu emäksistä, joita syntyy lauhdutinvuotojen yhteydessä sekundaariveteen päässeiden epäpuhtauksien tai väärän sekundaariveden koostumuksen (liian korkea $\text{Na}^2+ / \text{PO}_4^{3-}$ -moolisuhde fosfaattikäsittelyssä, yli 2,8) takia. Primaaripuolelta ydintyneiden aina hyvin voimakkaaseen paikalliseen plastiseen deformaatioon liittyvien jännityskorroosiomurtumien mekanismia ei tarkoin tunneta, mutta todennäköistä on, että jäähdyn liian korkea happipitoisuus on ollut eräänä syynä ko. murtumiin.

Jännityskorroosion jälkeen toiseksi yleisin höyrynkehittimien vaurioitumismuoto on ollut paikallinen syöpyminen "phosphate wastage"-ilmiö²⁾, josta on kärsinyt

¹⁾ Jännityskorroosio on ilmiö, jossa jännitystilän ja yleisen korroosion kannalta suhteellisen vaarattoman ympäristön synergistinen yhteisvaikutus johtaa odottamattomaan, hitaasti etenevään, hauraaseen murtumaan myös sitkeissä materiaaleissa usein hyvin pitkän ajan kuluessa.

²⁾ Phosphate wastage-ilmiö tarkoittaa paikallistunutta yleistä syöpymistä alueissa, missä esiintyvät seisovat virtausolosuhteet, kuten putkilevyn yläpuolella olevan saostuman sisällä, tai missä tapahtuu kalvokiehumista.

Taulukko 1. Vauriomekanismit eri laitoksissa /8/.

Table 1. Mechanisms of tube failure /8/.

Reaktori	Jännityskorroosio	Paikallinen syöpyminen	Lomoutuminen	Pinnoitevaurio	Kulumiskorroosio	Väsyminen	Muu tai tuntematon
Beznau-1	●	●		●			
Beznau-2		●		●			
Douglas Point					●		
Dresden-1	●						
Garigliano	●						
Genkai-1					●		
Gienna	●	●					
Haddam Neck	●	●			●		
Indian Pt-1	●						●
Indian Pt-2				●			
Indian Pt-3				●			
Jose Cabrera (Zorita)							●
KRB Grundremmingen		?					
KWL Lingen							●
KWO Obrigheim	●						
Mihama-1		●					
Mihama-2		●					
NPD					●		
N-Reactor							
Oconee-1						●	●
Oconee-2					●	●	
Oconee-3						●	
Palisades	●	●					
Pickering-2							●
Point Beach-1	●	●		●			
Point Beach-2	●	●		●			●
Robinson-2	●	●		●			●
San Onofre		●	●		●		
SENA (Chooz)					●		●
Shippingport	●						
Surry-1	●	●	●	●			
Surry-2	●	●	●				
Takahama-1		●					
Tarapur-1		?					
Tarapur-2		?					
Three Mile Island					●		
Turkey Point-3	●	●	●	●			
Turkey Point-4	●	●	●	●			
Yankee Rowe		●					
% vaurioitunut	55.7	28.5	24.3	7.1	14.3	11.4	4.3
							12.8

24 % toimivista reaktoreista. Tämä ilmiö liittyy lähes pelkästään Inconel 600 materiaaliin ja sekundaariveden fosfaattikäsittelyyn, jossa fosfaattien avulla puskuroidaan sekundaariveden pH:ta ja pyritään erkauttamaan lauhduttimesta vuotaneet epäpuhtaudet. Syöpmisen oletetaan johtuvan natriumfosfaatin paikallisesta rikastumisesta, jolloin $\text{Na}^+ / \text{PO}_4^{3-}$ -moolisuhde on liian matala (< 2).

Välttääkseen paikallisen syöpmisen esiintymisen siirtyivät useimmat reaktorit vuosina 1974 ja 1975 fosfaattikäsittelystä nk. AVT-käsittelyyn (All-Volatile-Treatment), jossa sekundaariveden hapenpoistoon ja alkalointiin käytetään pelkästään höyrystyviä aineita. Siirtymisen AVT-käsittelyyn on tuonut mukanaan useissa laitoksissa myös uuden vauriomuodon, höyrykehitinputkien lommoutumisen, ns. denting-ilmiön³⁾. Vuonna 1976 lommoutuminen oli jo yleisin vauriomuoto, sillä ko. vuoden aikana tulpattujen putkien vaurion syynä oli yli 60 %:ssa tapauksia lommoutuminen. Lommoutuminen on monimutkainen korroosionmuoto, jolla on lukuisia sivuvaikutuksia. Lommoutumisesta aiheutuva plastinen deformaatio on johtanut useissa tapauksissa Inconel 600 putkissa primaaripuolelta ydintyvään jännityskorroosioon. Myös putkien kannatinlevyissä on esiintynyt murtumia, jotka ilmeisesti ovat aiheutuneet vetyhauraudesta. Vaikeimmat lommoutumisen aiheuttamat ongelmat esiintyvät laitoksissa, joissa vaihdettiin sekundaariveden käsittelytapa fosfaattikäsittelystä AVT-käsittelyyn. Viime aikoina on lommoutumista havaittu myös höyrykehittimissä, jotka ovat toimineet pelkästään AVT-käsittelyllä, esim. Ringhals-2 Ruotsissa. Lommoutumisilmiö liittyy erityisesti laitoksiin, joissa käytetään meri- tai murtovettä lauhteena. Lommoutumista pyritään tulevaisuudessa estämään käyttämällä inhibiittoreita valmiissa laitoksissa ja kannatinlevyn reikien uudelleenmuotoilulla, käyttämällä C-teräksen asemasta ruostumatonta AISI 405 terästä kannatinlevymateriaalina tai parantamalla lauhduttimien luotettavuutta uusissa laitoksissa.

Yhteenvedon voidaan todeta, että korroosion eri muodot ovat käsittäneet lähes 90 % kaikista höyrykehittimien putkivaurioista toimivissa reaktoreissa vuoden 1976 loppuun mennessä ja mekaanisten vaurioiden kuten väsymisen ja kulumisen osuus on nykyisin vähenemässä. Useiden tapausten syy on epäselvä, mutta on oletettavaa, että ne ovat aiheutuneet nimenomaan jännityskorroosiosta.

Eri höyrykehitinputkimateriaaleista saadut kokemukset on esitetty taulukossa 2. AISI 304 terästä käytettiin varhaisimmassa reaktoreissa, mutta se korvattiin Inconel 600 seoksella kloridien aiheuttaman jännityskorroosion vuoksi. Inconel 600 on kärsinyt lukuisista eri vauriomuodoista, joskin useimmat niistä liittyvät enemmän huonoon konstruktiin kuin itse materiaaliin. Monel 600 seosta on käytetty erityisesti CANDU-PHW-reaktoreissa. Vaikka kokemukset Incoloy 800 seoksella eivät olekaan

³⁾ Denting-ilmiöllä tarkoitetaan höyrykehitinputkien plastisen deformaation aiheuttamaa säteittäistä supistumista, kun putkilevyn ja putken välisessä raossa C-teräksen korroosiotuote, magnetiitti, kasvaa nopeasti happamissa, klorideja sisältävissä olosuhteissa.

Taulukko 2. Eri putkimateriaaleilla vuoden 1976 loppuun mennessä saadut käyttökokemukset /8/.

Table 2. Experience with various tube materials to the end of 1976 /8/.

Putkimateriaali	Reaktoreiden lukumäärä	Putkien lukumäärä	Putkivaurioiden lukumäärä	Vaurioituneiden putkien osuus	Vaurio-mekanismi
AISI 304	11	58 547	1 159	2,0 %	A, B
INCONEL 600	42	526 886	11 857	2,2 %	A, B, C, D, E
MONEL 400	8	167 700	232	0,14 %	A, D
INCOLOY 800	4	36 558	0	0	—

A: Jännityskorroosio
B: Paikallinen syöpyminen
C: Lommoutuminen
D: Kulumiskorroosio
E: Väsyminen

yhtä laajoja kuin muilla materiaaleilla, niin silti se näyttää lupaavimmalta tulevaisuuden höyrykehitinputkimateriaalilta.

Painevesireaktoreissa esiintyy höyrykehittimien lisäksi korroosiovaurioita myös muualla laitoksien putkistoissa. Kuitenkin painevesireaktoreissa putkistovaurioiden esiintymisfrekvenssi on alhaisempi kuin kiehutusvesireaktoreissa, joista myöhemmin tulee puhe. Painevesireaktoreiden putkistovaurioiden enemmistö aiheutuu mekaanisesta värähtelystä (väsyminen). Jännityskorroosion osuus on noin 4 %, mikä on vain seitsemäsosa kiehutusvesireaktoreiden vastaavasta jännityskorroosion osuudesta /9/. Syynä näin suureen eroon jännityskorroosioriskin suhteen voidaan pitää eroja konstruktiossa, ajotavoissa ja vesikemiassa/jäähdytteen happipitoisuudessa.

JÄNNITYSKORROOSIO KIEHUTUSVESI-REAKTORIOLOSUHEISSA

Kiehutusvesireaktoreiden primariipiirissä tärkein korroosionmuoto on austeniittisten ruostumatottomien terästen jännityskorroosio, joka yleensä etenee raerajoja pitkin /10/. Taulukossa 1 on esitetty yhteenvedo kiehutusvesireaktoreissa sattuneista jännityskorroosiovaurioista ja niiden syistä. Valtaosa tapauksista on liittynyt hitsauksen yhteydessä tapahtuvaan herkistymiseen. Useimmat vauriot ovat esiintyneet Ø 100 mm ohivirtausputkissa ja Ø 250 mm sydämenruiskutusputkissa. Näissä kahdessa tapauksessa näyttää hitsin läheisyyteen syntyvä herkistynyt vyöhyke ja vetojännitysten huippu sattuvan samalle alueelle luoden otolliset olosuhteet jännityskorroosiolle. Länsimaissa on todettu ainakin 85 tällaista jännityskorroosiotapausta ja näistä on seitsemän johtanut vuotoon /11/.

Austeniittisten ruostumatottomien terästen raerajoja pitkin etenevää jännityskorroosiot kiehutusvesireaktoriolosuhteissa kontrolloi kolme tärkeää tekijää /12/:

Taulukko 3. Raerajoja pitkin tapahtuva jännityskorroosio kiehtusvesireaktoriin ruostumattomissa teräsputkissa /1/.

Table 3. The history of intergranular stress corrosion cracking of austenitic stainless steel pipes in boiling water reactor power plants /1/.

Laitos	1957-58	1959-60	1961-62	1963-64	1965-66	1967-68	1969-70	1971-72	1973-74	1975
Dresden 1					●	●	●	●	●	●
KAHL										
Big Rock Point 1										
Elk River						○				
Humboldt Bay 3								○		
JPDR								○		
Garigliano					○					
KBR										
Lacrosse							○			
Lingen										
GKN										
Tarapur 1								○		
Tarapur 2								○		
Oyster Creek						■				
Nine Mile Point								○		
Tsuruga										
Dresden 2									●	●
Fukushima 1									●	●
Milstone Point 1									○	
Nuclenar										
Monticello 1										
KKM(Muhleberg)										
Dresden 3										
Oskarshamn 1										
Wurgassen										
Quad Cities 1										
Quad Cities 2										
Pilgrim 1										
Vermont Yankee										
TVA 1										
Ringhals 1										
Fukushima										
Peach Bottom 2										
Shimane										
Cooper 1										
Duane Arnold										
Oskarshamn 2										
Hamaoka 1										
TVA 2										
Peach Bottom 3										
Fukushima 3										
Hatch 1										
Filzpatrik										

Merkinnat:
 ● IGSCC hitsauslaitosten yhteydessä
 ▲ IGSCC plastinen deformaatio pinnassa
 ○ IGSCC hehkutuksessa herkistynyt materiaali
 ■ IGSCC valmistuksen yhteydessä hehkutuksessa herkistynyt AISI 304 teräs

- (1) käyttölämpötilassa yli myötölujuuden oleva korkea jännitystaso,
- (2) ympäristö, joka aiheuttaa murtuman ydintymisen ja etenemisen ja
- (3) herkistyminen.

Sekä laboratoriokokeet, että käytännön kokemukset ovat osoittaneet, että murtumisaika on selvästi riippuvainen jännitystilasta, eikä murtumia voida odottaa tapahtuvan alle myötölujuuden olevilla jännityksen arvoilla ydinvoimalaitosolosuhteissa. Koska jäännösjännityksiä on vaikea arvioida, saattaa käytännössä esiintyä hyvinkin korkeita jännitystasoja.

Toimivien kiehtusvesireaktoreiden vaurioiden perusteella on selviä todisteita, että nimenomaan jäädytteen korkeat O₂-pitoisuudet aiheuttavat murtumien ydintymisen; seisokkien ja jännityskorroosioalttiuden välillä on havaittu selvä korrelaatio /13/. Seisokkien yhteydessä tapahtuu vaihteluita jäädytteen O₂-pitoisuudessa ja kestää aikansa kunnes päästään normaaliin käytön aikaiseen tasapainoon. Luonnollisesti myös muut jäädytteen epäpuhtaudet (esim. kloridit), jotka voivat rikastua paikallisesti, edistävät jännityskorroosioalttiutta.

Herkistymisen yhteydessä tapahtuu karbidien erkautumista, Cr-kohtymistä raerajojen läheisyydessä ja/tai epäpuhtauksien suotautumista. Näiden tekijöiden vaikutuksen arvioimiseksi on kehitetty uusi rikkomaton aineen koetusmenetelmä, potentiokineettinen reaktiivaatiomenetelmä, jonka avulla voidaan arvioida herkistymisastetta. Tämän menetelmän ja jännityskorroosioikäytymisen välille on myös pyritty löytämään korrelaatio. General Electric Co. käyttääkin jo kyseistä menetelmää kenttäolosuhteissa ruostumattomien teräsputkien vastaanotto-

tarkastuksiin /14/. VTT:llä on myös kehitetty ko. menetelmää, ja nykyisin voidaan suorittaa ruostumattomien terästen herkistymisasteen mittauksia laitosolosuhteissa.

Vuosien 1974 ja 1975 vaihteessa esiintyi USA:ssa lukuisia raerajoja pitkin etenevän jännityskorroosion tapauksia kiehtusvesireaktoreissa. Tämä johti kaikissa toimivissa kiehtusvesireaktoreissa (22 laitosta) täydelliseen ruostumattomien teräsputkien tarkastukseen ultraääni-luotauksella. Tämän tutkimuksen yhteydessä löydettiin jännityskorroosiomurtumia 27 eri kohdasta ja jokaista todettua murtumaa kohti jouduttiin analysoimaan noin 1000 ultraäänitarkastuksissa löydettyä indikaatiota. Tämä kuvastaa selvästi kuinka vaikeata jännityskorroosiomurtumien havaitseminen on käytönaikaisten tarkastusten yhteydessä ennen vuotoa.

Hitaasti kasvavat jännityskorroosiomurtumat kiehtusvesireaktoreiden putkistoissa eivät ole muodostaneet kuitenkaan vakavaa turvallisuusongelmaa, koska ne johtavat pieniin helposti havaittaviiin vuotoihin, eikä suurempia radioaktiivisuuden päästöjä ympäristöön ole tapahtunut. Sen sijaan niistä on ollut suurta taloudellista vahinkoa.

YDINVOIMALAITOSTEN KORROOSIO-KUSTANNUKSET

Ydinvoimalaitoksissa, joissa uudelleenlataus säätelee pääasiallisesti korjaus- ja huoltotoimenpiteitä, ylläpitävät seisokit aiheuttavat merkittäviä taloudellisia menetyksiä. Sekä kiehtusvesireaktoriin putkivaurioiden että painevesireaktoreiden höyrynkehittinvaurioiden vaatiman korvaavan energian kustannukset ovat olleet USA:ssa kummassakin tapauksessa vuoteen 1976 mennessä yli 1200 milj. mk /15/. Lisäksi tarkastus- ja korjauskustannukset ovat olleet hyvin suuria. Kun syksyllä 1974 jouduttiin Yhdysvalloissa suorittamaan kaikissa toimivissa kiehtusvesireaktoreissa täydellinen ruostumattomien teräsputkien tarkastus esiintyneiden jännityskorroosiotapausten vuoksi, niin pelkästään tämän tarkastuksen kustannuksiksi arvioitiin 120 milj. mk. Toimenpiteitä on vaikeuttanut myös säteilytaso. Yhdysvalloissa joudutaan lähiaikoina vaihtamaan neljässä painevesireaktorissa yhteensä 12 höyrynkehittintä; korjaustöiden on arvioitu kestävän jopa kaksi vuotta. Kustannuksien on laskettu olevan ilman menetetyistä energiasta aiheutuvia kustannuksia yli 200 milj. mk per laitos /16/. Mikäli kaikki kustannukset otetaan huomioon, niin 1000 MWe:n laitoksen seisokki aiheuttaa tänään 2 milj. markan päivittäisen tappion.

Ydinvoimalaitoksissa materiaalit muodostavat 40...50 % koko laitoksen kustannuksista jo materiaalien sisäänostovaiheessa /17/. PWR:n höyrynkehittimissä on normaalisti n. 25 % ylimääräistä lämmönvaihtopintaa siltä varalta, että osa putkista joudutaan tulppaamaan (jännitys-) korroosion aiheuttamien vuotojen takia /6/. Näin korroosiovauriot aiheuttavat kapasiteetin alentumista vasta, kun korroosiosta tulee hyvin laaja ongelma. Kuitenkin eräät laitokset ovat joutuneet alentamaan kapasiteettiaan ja jopa höyrynkehittimien uusimisiin on jouduttu kuten edellä mainittiin. 1000 MWe:n voimalaitoksille voidaan laskea arvio tämän ylimitoituksen aiheut-

tamista kustannuksista seuraavasti: Westinghouse-tyyppisissä höyrynkehittimissä on arviolta n. 10000 Inconel 600 seoksesta valmistettua putkea, joiden yhteispituus on yli 20 km, tällöin varakapasiteetin osuudeksi tulee yli 5 km, jonka aiheuttama kustannus asennettuna on n. 4 milj. mk. Merkittäviä kustannuksia aiheuttaa myös höyrynkehittimien mittojen kasvu, jota kuitenkin on vaikeampi arvioida.

Jotta suurilta höyrynkehittinvaurioiden aiheuttamilta kustannuksilta vältyttäisiin tulevaisuudessa, on USA:ssa perustettu vuonna 1977 The Steam Generator Owners Group ryhmä, jonka tehtävänä on löytää ratkaisut höyrynkehittinongelmiin. USA:ssa pelkästään on toiminnassa tai valmistumisvaiheessa noin 40 painevesireaktoria joissa on odotettavissa lommoutumisilmiön aiheuttamia vaurioita. Vuoden 1986 loppuun mennessä käytössä olisi jo 125 tällaista laitosta. The Owners Group aloitti marraskuussa 1977 viisi vuotta kestävä tutkimusohjelman, jonka toivottuna tuloksena olisi taloudellinen ja teknisesti toteuttamiskelpoinen ratkaisumalli nyt ja tulevaisuudessa esiintyville höyrynkehittinongelmille. Projektibudjetti on suuruudeltaan noin 160 milj. mk /18/.

YDINVOIMALAITOSOLOSUHTEISSA TAPAHTUVAN KORROOSION TUTKIMINEN

Koska korrosio-ongelmien laajuus on suuri, on niiden tutkimisessa asetettava pääpaino vaurioiden syiden selvittämiseen, jotta niiden jatkuva uudelleen esiintyminen voitaisiin välttää. Vauriotapauksissa on tärkeätä tunnistaa vauriomekanismi, jotta osataan valita oikea korjaava toiminta ja oikeat kunnossapito- ja valvontaohjelmat sekä tehdä suositukset tutkimus- ja kehitysohjelmiksi. Murtuman tapauksessa on erikseen kiinnitettävä huomiota sekä ydintymisen että etenemisen mekaniikkiin.

Parhaillaan on VTT:ssä käynnissä tutkimus, jossa pyritään selvittämään erityisesti herkistymisen ja plastisen deformaation vaikutusta ja/tai yhteisvaikutusta eri olosuhteissa. Koeohjelman yhteydessä suoritetaan standardoitujen raerajakorroosio-koekoiden (Straussin, Hueyn ja Streicherin kokeet) sekä kiehuvan $MgCl_2$ -kokeen lisäksi kokeita muissa yleisesti käytössä olevissa koeolosuhteissa kuten happamissa kloridiliuoksissa huoneenlämpötilassa tai kuumissa emäsluoksissa. Edellä mainittua kenttäkäyttöön soveltuva potentiookineettistä reaktivaatiomenetelmää sovelletaan myös kaikissa tapauksissa. Ydinvoimalaitosolosuhteita vastaavat kokeet suoritetaan 8 ppm O_2 sisältävässä puhtaassa vedessä lämpötilassa 300°C. AISI 304 ja OX18H10T terästen lisäksi mukana on pieni määrä eräitä muita materiaaleja, joista mielenkiintoisin on japanilaisten terästehtaiden ydinvoimalaitoskomponentteihin tarjoama erittäin matalafosforinen (0,003 % P) austeniittinen ruostumaton teräs. Kokeissa pyritään selvittämään, missä olosuhteissa korrosio liittyy (a) Cr-köyhtyneeseen vyöhykkeeseen, (b) vieraisiin faaseihin, (c) muokkausrakenteisiin tai (d) raerajojen epäpuhtauksiin. Vertaamalla eri koemenetelmillä saatuja tuloksia keskenään pyritään löytämään erityisesti ydinvoimalaitosolosuhteiden kanssa parhaiten korreloivat yksinkertaisimmat koeolosuhteet.

VTT:lle ollaan hankkimassa todellisia ydinvoimalaitosolosuhteita simuloivaan korrosiotutkimukseen sopivaa kalustoa, kiertopiirillä varustettua autoklaavijärjestelmää, joka koostuu kolmesta erillisestä autoklaavista. Systeemiin kuuluu myös väsytykskone, jota voidaan käyttää todellisissa olosuhteissa suoritettuihin väsytyksiin, murtumismekaanisiin kokeisiin tai jännityskorroosio-kokeisiin vakioimuodonmuutosnopeusmenetelmän avulla. Yksi autoklaavi on varustettu Ti-vuorauksella ja sen suunnitellulämpötila on 500°C. Systeemi on suunniteltu siten, että se soveltuu mahdollisimman monipuoliseen myös muita kuin ydinvoimalaitosteollisuutta palvelevaan korrosiotutkimukseen.

JÄNNITYSKORROOSION ESTÄMINEN

Ydinvoimalaitosten seisokeista USA:ssa oli aiheutunut vuoden 1976 alkuun mennessä noin 36 % materiaaleihin liittyvistä laitteiden vioittumisista /19/. Kokemukset ydinvoimalaitosten toiminnasta kattavat vasta niiden käytön alkuajat, 1...15 ensimmäistä vuotta. Jännityskorroosion osuus on ollut tänä aikana erittäin merkittävä sekä painevesi- että kiehumisvesireaktoreiden vaurioiden syynä. Laitosten arvioitu käyttöikä taas on 30...40 vuotta ja vanhemmiten korrosiovaurioiden osuuden voidaan olettaa kasvavan.

Ruostumattomien terästen jännityskorroosio ydinvoimalaitosolosuhteissa näyttää riippuvan kriittisesti herkistymisen, raerajasuotautumisen, jännitystilän, plastisen deformaation, liuennon O_2 -pitoisuuden, muiden ympäristön epäpuhtauksien ja lämpötilan välisestä riippuvuudesta. Sekä painevesi- että kiehumisvesireaktoreilla on omat, jännityskorroosiolle alttiit kohtansa. Jännityskorroosioriskiä voidaan pienentää modifioimalla sopivasti materiaalien valintaa ja niiden mikrorakennetta, ympäristöä ja jännitysjakaamaa. Eri reaktorityyppien kohdalla se tapahtuu parhaiten seuraavasti:

— Kiehumisvesireaktoreissa, joissa liuennut happi synnyttää raerajamurtumia, on huolehdittava seuraavista seikoista:

- (1) Estetään muokkausrakenteiden synty komponenttien pintaosiin.
- (2) Estetään herkistymisen valmistuksen aikana.
- (3) Varmistutaan siitä, että ulkoisten jännitysten ja sisäisten jäännösjännitysten summa jää alle murtolujuuden.
- (4) Pyritään pitämään jäädytteen O_2 -pitoisuus matalana myös seisokkien aikana.

— Painevesireaktoreiden höyrynkehittimissä vapaan emäksen aiheuttamia jännityskorroosiomurtumia voidaan vähentää seuraavilla toimenpiteillä:

- (1) Valitaan AISI 304 terästä ja Inconel 600 seosta kestävämpi materiaali (esim. Incoloy 800).
- (2) Vähennetään vapaan emäksen syntymahdollisuuksia sekundaaripiirissä (vesikemia, konstruktiio).
- (3) Suoritetaan höyrynkehittimien jatkuvaa puhdistusta.

Tämä kirjallisuuskatsaus liittyy Kauppa- ja teollisuusministeriön rahoittamaan VTT:ssä suoritettavaan reaktorimateriaaliprojektiin.

Puola — sodan raunioista metallurgian voimatekijäksi

Dipl.ins. Vesa-Pekka Judin, Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, prosessimetallurgian laboratorio, Otaniemi

Eteläinen lähinaapurimme Puola muistetaan kouluaikaisen maantiedon opintojen perusteella maana, jossa hiilen tuotannolla on suuri merkitys. Tämä yhäkin tärkeä maan vuoriteollisuuden ala on toisen maailmansodan jälkeen kuitenkin saanut kilpailijakseen voimakkaasti kasvavan metallurgisen teollisuuden, joka nykyään on tuotantokapasiteetiltaan maailman kärkiluokkaa. Perusmetallien osuus koko maan teollisuustuotannosta oli v. 1971 7.6%. Puolan osuus maailman teollisuustuotannosta on n. 2.5%.

Puolan metallurginen teollisuus on syntynyt suureksi osaksi perinteisen voimakkaan hiilikaivosteollisuuden luomalle pohjalle. Kivi- ja ruskohiilen historiallisia edeltäjiä puolestaan olivat mm. vuorisuola, lyijy, sinkki ja jalometallit. Maan vuoriteollisuuskeskus on edelleen Śląskin (ent. Slesian) ylänköalue Etelä- ja Lounais-Puolassa, missä suuret hiiliesiintymät sijaitsevat. Tähän on syntynyt suuria teräskombinaatteja, kuparikaivoksia ja -sulattoja, sinkki-, lyijy- ja alumiiniteollisuutta, pulverimetallurgista teollisuutta sekä puolijalakiviteollisuutta.

Śląskin ylänkö on Puolan tiheimmin asuttua seutua; Katowicen-Krakovan alue muodostaa yhtenäisen sata kilometriä pitkän kaupunkiverkon, johon kuuluu kolmattakymmentä pientä ja keskisuurta teollisuuskaupunkia.

METALLURGINEN TEOLLISUUS RIPEÄSSÄ KASVUSSA

Puolan ensimmäinen suuri sodanjälkeinen metallurgisen teollisuuden investointi oli Krakovan itälaidalla sijaitseva rauta- ja teräskombinaatti Huta Lenina, joka aloitti toimintansa 1950-luvun alussa. Laitoksen kapasiteetti on 5 milj. t terästä vuodessa. Tämän vuoden alussa käynnistyi Katowicessa 9 milj. tonnin kombinaatti Huta Katowice. Molempien laitosten rautarikaste tulee lähinnä Neuvostoliitosta ja Ruotsin Kiirunasta. Puolan omat tunnetut rautamalmivarat ovat toistaiseksi vähäiset. Maan koko teräksentuotantokapasiteetti on tällä hetkellä n. 16 milj.t/v.

Puolan ei-rautametallurginen teollisuus elää tällä hetkellä voimakkaan kasvun aikaa. Maan omat vasta melko myöhään löydetty kuparimalmiesiintymät ovat vajaassa kymmenessä vuodessa synnyttäneet huomattavan kupariteollisuuden. Lubinin kuparikombinaatti, jonka viimeisin tuotantolaitos, Outokumpu Oy:n toimittama sulatto, käynnistyi viime kesänä, käsittää kolme kaivosta ja kolme sulattoa edelleenjalostuslaitoksineen. Laitosten yhteinen tuotantokapasiteetti on 450 000 t Cu/v. Neljännen kuparimalmikaivoksen avaamista suunnitellaan parhaillaan.

Kuparin ohella Puola on tärkeä sinkintuottaja. Sinkin vuosituotanto on yli 200 000 t Zn/v, josta yli puolet valmistetaan elektrolyysillä. Loput tuotannosta tapahtuu Imperial Smelting-prosessilla. Laitokset sijaitsevat Olkus-

zissa Krakovan ja Katowicen välillä sekä Miasteczko Śląskissa Katowicen pohjoispuolella. Tehtaat valmistavat käyttämästään kotimaisesta lyijy-sinkkisekarikasteesta myös lyijyä. Sinkintuotannon laajentamista suunnitellaan.

Puolassa on tällä hetkellä kaksi alumiinitehdasta, toinen Skawinassa Krakovan eteläpuolella ja toinen Koninissa Poznanin itäpuolella Keski-Puolassa. Laitosten käyttämä bauksiitti tulee pääasiassa Unkarista ja Guinea-Bissausta. Alumiinin kuten myös lyijyn ja sinkin tuotannon laajentamiseksi tehdään parhaillaan runsaasti tutkimustyötä.

Puolan tärkeimmät metallurgiset tuotantolaitokset ja teknilliset korkeakoulut, joissa on metallurgian osasto sekä metallurgian tutkimuslaitokset on merkitty kuvaan 1.



Kuva 1. Tärkeimpien metallurgisten tuotantolaitosten, metallurgian tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen metallurgian osastojen sijainti. FE = rauta- ja teräskombinaatti, CU = kuparikaivos tai -sulatto, ZN = sinkkitehdas, PB = lyijytehdas, AL = alumiinitehdas, TUTK = tutkimuslaitos, MTG = metallurgian korkeakouluopetusta.

Fig. 1. Location of the most important industrial plants, metallurgical research centres, and departments of metallurgy in universities. FE = iron and steel combine, CU = copper mine or smelter, ZN = zinc plant, PB = lead plant, AL = aluminium plant, TUTK = research centre, MTG = department of metallurgy.

TUTKIMUSORGANISAATIO

Puolan taloudellisen kehityksen tukena on laaja tutkimusorganisaatio, jonka palveluksessa on 250 000 työntekijää (0.6 % väestöstä). Tutkimustoiminta on jaettu eri ministeriöiden alaisten laitosten, Puolan Tiedeakatemian laitosten, korkeimman opetuksen laitosten ja erillisten erikoislaboratorioiden kesken. Korkeimman opetuksen alaan kuuluvia tutkimuslaitoksia on 85, Tiedeakatemian instituutteja 60, erillisministeriöiden alaisia laitoksia 103 ja soveltavaa tutkimusta suorittavia erikoislaboratorioita ja tutkimuskeskuksia 200.

Metallurgian perustutkimusta harjoittavat lähinnä Tiedeakatemian metallurgian tutkimuslaitos Krakovassa ja teknillisten korkeakoulujen metallurgian osastot Krakovassa, Czechochowassa ja Katowicessa. Pääasiassa soveltavaa tutkimusta suorittavat Gliwicen kaksi suurta teollisuuden tutkimuskeskusta. Valimoteollisuudella on Krakovassa oma tutkimuslaitos, ja Gliwicessä toimii ke-raamisten materiaalien tutkimuslaitos. Näiden lisäksi myös eräillä tuotantolaitoksilla on omat metallurgian tutkimuslaboratoriot.

METALLURGIAN PERUSTUTKIMUKSELLA HYVÄT EDELLYTYKSET

Puolan Tiedeakatemiaharjoittaa ja tukee etupäässä pitkäjänteistä perustutkimusta. Tiedeakatemia on maan ylin tutkimusta harjoittava elin. Sen juuret ulottuvat vuoteen 1871, ja nykyisen muotonsa akatemialaitos sai v. 1951. Tiedeakatemia on hallinnollisesti suoraan Puolan Ministerineuvoston alainen, ja sen palveluksessa on nykyään 10 000 työntekijää.

Metallurgian perustutkimusta suorittava Krakovan tutkimuslaitos aloitti toimintansa 1950-luvun alussa. Instituutilla on neljä tutkimusalaa: metallurgisten prosessien teoria, pyrometallurgia ja hydrometallurgia, metallien muokkauksen teoria sekä metallioppi. Laitokselle on luonteensa tutkimushenkilökunnan korkea koulutustaso: tutkimuksen johdossa on kaksi professoria ja lähes kaikki tutkijat ovat suorittaneet tekniikan tohtorin tutkinnon. Tutkimuslaitoksen riippumaton asema tekee mahdolliseksi pitkäjänteisten tutkimusohjelmien toteuttamisen.

Metallurgian tutkimusosastojen toiminta painottuu ei-rautametallurgiaan, josta valtaosa puolestaan on pyrometallurgista tutkimusta. Kansainvälisesti merkittäviä tutkimuskohteita ovat mm. sulien metalliliuosten termodynamiikan tutkimus ja monikomponenttisulien liuosmallit. Viime aikoina on kuparimetallurgiaan liittyvä tutkimus lisääntynyt.

Rautametallurgian tärkeimpiä tutkimuskohteita ovat kaasujen diffuusio teräksessä ja terässulien termodynamiikka.

Tiedeakatemian toimittama metallurgian aikakauslehti *Archiwum Hutnictwa* ilmestyy neljä kertaa vuodessa. Artikkelit ja niiden tiivistelmät on yleensä käännetty useammalle kielelle.

Laitoksen kansainvälinen toiminta on vilkasta. Muiden sosialististen maiden tiedeakatemioiden kanssa voimassa olevien sopimusten lisäksi tutkijainvaihtoa on ollut

mm. Birminghamin yliopiston, Trondheimin teknillisen korkeakoulun ja Toronton yliopiston kanssa. Tutkimusyhteistyötä on tällä hetkellä mm. Ranskan Tiedeakatemian (CNRS) Marseillen mikrokalorimetrian ja lämpökemian tutkimuskeskuksen kanssa. Suomen Akatemian ja Puolan Tiedeakatemian välillä solmittu 19 painopistealaa käsittävä tutkijainvaihtosopimus ei toistaiseksi koske metallurgian alaa.

KRAKOVAN VUORIAKATEMIA VUORI-INSINÖÖRIEN MONIPUOLINEN OPINAHJO

Korkeakouluopetus vuoriteollisuuden alalla alkoi Puolassa vuonna 1919, jolloin Krakovaan perustettiin kaivosakatemia (Akademia Górnicza). Vuonna 1945 akatemian toiminta oli laajentunut niin, että se sai nimen kaivosteollisuuden ja metallurgian akademia (Akademia Górniczo-Hutnicza, lyh. AGH). Nykyään akatemiassa opiskelee n. 13000 opiskelijaa, ja akateemisen henkilökunnan määrä on n. 5900.

Vuoriakatemia on lajissaan ainutlaatuinen: sen opetusalaan kuuluvat kaikki vuoriteollisuuden eri jalostusvaiheet ja laiteteknologia sekä lisäksi ydintekniikka ja yleiset aineet kuten matematiikka, yhteiskuntatiede, taloustiede ja kielet. Varsinaisia vuoriteollisuuden osastoja on kaikkiaan kymmenen: kaivostekniikka, öljynetsintäteknologia, kaivosgeodesia, geologia, keraaminen tekniikka, ei-rautametallit, metallurgia, valimotekniikka, vuoriteollisuuden sähkötekniikka ja vuoriteollisuuden koneenrakennustekniikka. Suomen diplomi-insinööri-tutkintoa vastaava magister-inženertutkinto (mgr.inż) kestää viisi ja puoli vuotta. Tekniikan tohtorin tutkintoja on kaksi: vähintään kaksi vuotta kestävä teknisten tieteiden tohtorin tutkinto (dr.inż) ja sen jälkeinen yliopisto-opetus-kelpoisuuden antava dr.habil-tohtoritutkinto.

Metallurgian opetusta ja tutkimusta harjoitetaan pääasiassa ei-rautametallien ja metallurgian osastoilla. Osastojen toimialat noudattavat suunnilleen jakoa ei-rautametallurgia-rautametallurgia.

Ei-rautametallien osasto perustettiin v. 1962, ja se on akatemian pienimpiä osastoja; akateemisen henkilökunnan määrä on vajaa 100. Vuosittain osastolla suorittaa mgr.inż-tutkinnon lähes 100 opiskelijaa. Osastolla on kahdeksan professuuria (laboratoriota), jotka harjoittavat tutkimusta etenkin alumiini-, sinkki-, lyijy- ja kuparimetallurgian alueella. Toimialaan kuuluu ei-rautametallurgian koko alue prosessien teoreettisista perusteista lämpötekniikkaan ja metallien muokkaukseen.

Metallurgian osasto on akatemian suurin; akateemisesti koulutetun henkilökunnan määrä on n. 250. Osasto vastaa koko rautametallurgian tutkimus- ja opetusalueesta rauta- ja teräseksiiniin liittyvä tutkimus mukaan lukien.

Vuoriakatemian metallurgian osastoilla on suuri merkitys maan metallurgiselle teollisuudelle paitsi alan pääasiallisina insinööri- ja tutkijatyövoiman kouluttajina myös tutkimuksen suorittajina. Osastojen tutkimustoiminta onkin osaksi teollisuuden rahoittamaa käytännön tarpeita palvelevaa työtä.

Akatemialla on viralliset yhteistyösopimukset useiden

muissa sosialistisissa maissa sijaitsevien teknillisten korkeakoulujen kanssa, joista yksi on toinen suuri akatemia, Freibergin vuoriakatemia DDR:ssä. Henkilötasolla tapahtuvaa tutkijainvaihtoa on mm. Toronton yliopiston ja Trondheimin teknillisen korkeakoulun kanssa.

Tieteellinen aikakauslehti *Metalurgia i odlewnictwo* ilmestyy neljä kertaa vuodessa. Siinä julkaistaan akatemian uusimpien tutkimusten lisäksi myös muita tutkimuksia. Artikkelit on yleensä käännetty myös englanniksi, ranskaksi tai saksaksi.

TEOLLISUUDEN TUTKIMUS KESKITETTYÄ

Puolan metallurgisen teollisuuden keskusjohtoisuuden ansiosta teollisuuden tutkimustoiminta on pystytty sijoittamaan pääosin kahteen suureen raskaan teollisuuden ministeriön alaiseen laitokseen, jotka sijaitsevat Gliwiczessä n. 100 km Krakovasta länteen. Laitokset perustettiin 1940—1950-lukujen vaihteessa, ja niiden tehtävänä on vastata teollisuuden soveltavasta tutkimuksesta, tuotekehityksestä ja uusien prosessien kehityksestä.

Kooltaan pienemmän ei-rautametallurgian instituutin (Instytut Metali Nieżelaznych, lyh. IMN) palveluksessa on 1 200 työntekijää kymmenellä eri osastolla: malmin käsittely, raskaiden metallien metallurgia, hydro- ja elektrometallurgia, pulverimetallurgia, raskaiden metallien fysikaalinen metallurgia, erikoismateriaalit, raskaiden metallien analyttinen kemia, laite- ja kunnossapitotekniikka, prosessiekonomia sekä yhteistyö ja koordinaointi.

Rautametallurgian instituutin (Instytut Metalurgii Zelaza) tutkimusosastoja on 13: harkkoraudan metallurgia ja mineraalitekniikka, teräksen ja ferroseosten metallurgia, mekaaninen työstö, polttoaine- ja energiatekniikka, veden- ja ilmansuojelutekniikka, automaatio, taloudelliset analyysit, standardisointi, fysikaalinen metallurgia, materiaalien lujuus, metallien atomaarinen rakenne, analyttinen kemia ja magneettiset materiaalit.

Molemmilla laitoksilla on korkeatasoiset tutkimuslaitteet, pilot-plant-halleja sekä omat tieteelliset aikakauslehdet, ei-rautametallurgian instituutilla kolme ja rautametallurgian instituutilla viisi. Ei-rautametallurgian alueella tärkeimpiä tutkimuskohteita ovat tällä hetkellä kuparin suoravalmistukseen liittyvät kysymykset (liekkiuunisulatus), Imperial Smelting-prosessin kehittäminen sekä alumiinelektrolyysi.

Suurin osa Krakovan vuoriakatemian tutkimustöistä teollisuudelle on Gliwicen tutkimuslaitosten toimeksi-antoja, ja laitosten ja akatemian yhteydet ovat kiinteät.

METALLURGIA TUNNETTU JA ARVOSTETTU ALA

Metallurgisen teollisuuden suuri merkitys Puolan kansantaloudelle tuntuu myös kansalaisten jokapäiväisessä elämässä. Metallurgin työkenttä tunnetaan, ja radio, televisio ja lehdistö pitävät huolen alan viimeaikaisten tapahtumien tiedottamisesta. Suuret koko maan käsittävät vuorimiesjuhlat, kaivostyöläisten Barbórka-juhla 4. 12.

ja metallurgisen teollisuuden juhla 8. 5. ovat tilaisuuksia, jotka näkyvät ja kuuluvat katukuvassa ja vaihtelevine ohjelmineen herättävät laajaa huomiota ja kiinnostusta.

SUOMEN JA PUOLAN YHTEISTYÖ METALLURGIAN ALALLA

Suomen ja eri sosialististen maiden, mm. Puolan välillä voimassaolevat KEVSOS-sopimukset on solmittu edistämään teknistaloudellista yhteistyötä ja kaupankäyntiä sopimusmaiden kesken. Metallurgisen teollisuuden tähän saakka merkittävin yhteistyökohde Puolassa on Głogówin kuparisulatto. Lisää yhteistyömahdollisuuksia löytyy varmasti tulevaisuudessa jo luotujen tieteellisten ja tekniskaupallisten yhteyksien pohjalta ja KEVSOS-sopimuksen tarjoamien etujen molemminpuolisen hyödyntämisen myötä.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. International Handbook of Universities and Other Institutions of Higher Education, 7. ed, 1977.
2. Polish Research Guide, Warszawa, 1974.
3. Guide to World Science, vol. 10: Eastern Europe, 1975.
4. Judin V-P., Exchange trip to Cracow between 5. 4. 1978...21. 4. 1978 under the agreement for the exchange of research workers between the Polish Academy of Sciences and the Academy of Finland, matkakertomus, Suomen Akatemia, 1978.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF EXTRACTIVE METALLURGY IN POLAND AFTER WORLD WAR II

After World War II, metallurgical industry has gone through a rapid development in Poland. Today the production capacities for some metals are as follows: iron and steel 16 million tons per year, copper 450 000 tons per year, and zinc more than 200 000 tons per year. Other important metals are lead and aluminium.

The importance of an effective research organization has been realized. Today, 250 000 research workers in more than 400 research centres are responsible for basic research and RD. In the field of metallurgy, research is mainly carried out in the following six institutions: Research Centre of Fundamental Problems of Metallurgy of the Polish Academy of Sciences (Cracow), Academy of Mining and Metallurgy (Cracow), Technical University of Częstochowa, University of Silesia (Katowice), Institute of Non-ferrous Metals (industrial research centre, Gliwice), and Institute of Ferrous Metallurgy (industrial research centre, Gliwice).

The first remarkable example of co-operation between Poland and Finland in metallurgy is the Głogów copper flash smelter. Exchange of research workers and scientific co-operation with foreign countries are expanding.

Sovellettua geofysiikkaa Dublinissa

Apul.prof. Sven-Erik Hjelt, Oulun yliopisto, Geofysiikan laitos

EAEG:n (European Association of Exploration Geophysicists) 40. kokous pidettiin kesäkuun 27. ja 30. päivien välisenä aikana Dublinissa. Lähes 900 geofysikkooa oli mukana avajaisten, esitelmien ja laitenäyttelyn lisäksi Irlannin teollisuus-, kauppa- ja energiaministerin vastaanotolla Dublin Castlessa sekä perinteisissä illallistanssiaisissa erikoisessa ympäristössä, Leopardstownin raviradalla. Mukana oli vain 5 suomalaista ja taas keran puuttuivat Rautaruukin ja GTL:n geofysikkoedustajat joukosta.

Ennätysmäärä 99 esitelmää jakaantui aihepiireittäin seuraavasti: Seismiikka 63, DC 12, SM 10, potentiaalikentät 4, IP 1 ja muut 9. Suomesta oli vain yksi esitelmä (Oulun yliopiston geofysiikan laitoksen AMT-tutkimusryhmä). Laitteiden näytteillepanijoita oli 49, mukana ensimmäistä kertaa myös suomalainen yrittäjä, Geoinstruments Ky. Viime aikoina markkinoille tuoduista laitteista oli nähtävissä mm. australialainen, mikroprosessorin sisältävä, sähkömagneettinen pulssilaitteisto SIROTEM, tutkaperiaatteella toimiva SIR-luotain, saksalainen digitaalinen DC-kalusto Gga 30, Sercelin gradienttimagnetometri sekä osia Westinghousen audiomagnetotelluurisesta kalustosta.

Ensimmäistä kertaa esitelmät kuultiin kolmessa rinnakkaisistunnossa. Seuraavassa keskitynkin vain ei-seismissen istunnon antiin, koska tämä kuului "virkatehtäviini" EAEG:n Committee of Best Paper Awardsin jäsenenä. Tasavirtamittausten soveltamisen "grand old man" H. Flathe (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover) kiteytti tärkeimmän sanomansa yhteen lauseeseen: "In interpreting DC-sounding you must always stick to the concept". Geologinen malli on pidettävä mielessä myös niissä pisteissä, joissa kaikki kerrokset eivät näy luotauksikäyrässä 100 % varmuudella peitymisen tai ekvivalenssin vuoksi. Ekvivalenssianalyysi yhdessä optimitulkinnan kanssa tekee mahdolliseksi koota suuremman alueen tulokset järkevaksi kokonaisuudeksi. Vaikka Flathen esimerkit olivat pohjavesietsinnän alalta, periaate pätee kaikkeen luotaukseen. Optimitulkinnan ja ekvivalenssianalyysin tekniikasta kertoivat tarkemmin U. Dennert ja E. Mundry (Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung).

A. Cecchini ja J. P. Rocroi (Compagnie Général de Geophysique) olivat kehittäneet analyyttisen laskumenetelmän vinon kontaktin DC-anomalioiden määräämiseksi. Italialaisen koulukunnan edustajat (G. Finzi-Contini, G. Losito, A. Cimino, P. Cosentino, A. M. Riggio, G. Sciafone/Univ. di Palermo sekä D. Patell/Univ. di Bari) kuvailivat petrofysikaalisia mittaustaitteita, DC-luotauksen mallikoelaitteita sekä luotausgeometrioiden

keskinäisiä muunnoksia. R. Drecun (Geofizka, Zagreb) esitti DC-luotauksista laaditun alueellisen ristikorrelaatiokartan, joka helpotti alueen luokittelua. Käsittelytekniikka lienee sovellettavissa muihinkin luotausmenetelmiin. Lisäksi kuultiin laitetekninen kuvaus digitaalisesta Gga 30-mittarista (H. Buchholz/Bodenseewerk Geosystem GmbH), esitys Wenner-mittausten mittausgeometrijärjestelyistä (R. D. Barker/Univ. of Birmingham), yleiskatsaus Moskovan yliopiston DC-tulkintaperiaatteista (A.A. Ogilvy, V. A. Bogoslovski, E. N. Kuzmina) sekä F. A. Buchlyn (Frank A. Buchley Ltd, Cork) katsaus Irlannissa suosituimpaan geofysikaaliseen etsintämenetelmään, IP:hen.

Perinteisten potentiaalimenetelmien (gravimetria ja magnetometria) osalta L. B. Pedersen (Aarhusin yliopisto) totesi, että spektritulkinta on käyttökelpoista vain kärkeän yleismallin yhteydessä. Tarkempi tulkinta tapahtuu aina edullisimmin mittaussavaruudessa. Lisäksi kuultiin B. Tornqvistin (Atlas Copco ABEM) poranreikämagnetometrin ja optisen reikäkaltevuusmittarin esittely ja K. M. Fouadin magnetometrauksen trendianalyysiä sekä R. K. Fröhlichin (Univ. of Rhode Island) graniittien magnetotumista käsitelleet esitelmät.

Sähkömagnetismia käsitelleet esitelmät sisälsivät useita mielenkiintoisia aiheita. Selvästi oli nähtävissä suuntaus eri menetelmien yhdistelemiseen jo mittaussvaiheessa. Usean (geometrisen) komponentin sekä sähkö- ja magneettikentän samanaikainen mittaaminen antavat huomattavasti monipuolisemman kuvan maankamaran sähköisestä rakenteesta kuin perinteiset SM-menetelmät. Myös monitaajuus- ja pulssimenetelmien kohdalla jatkuu teoreettinen ja tulkinnallinen työ vilkkaana.

Esitelmistä peräti viidessä käsiteltiin magnetotelluurista menetelmää. H. F. Morrisonin (Univ. of California, Berkeley) katsaus uusimpaan mittaustekniikkaan keskittyi suprajohdeantureihin. SQUID-magnetometriänsä herkkyyks tulee eduksi 0.1–1 Hz:n taajuusalueella, jossa lähdekentän energia on pienimmillään. Myös matalataajuisissa lähettimissä (alle 100 Hz) sekä gradiometreissa voidaan suprajohdeantureita käyttää hyväksi. Magneettisen dipolin lähdekenttä ei Morrisonin mukaan (muina tekijöinä C. Quon, K. Vozoff, M. Hoversten) poikkea tasomaisuudesta 0.02 Hz:iä suuremmilla taajuuksilla. Sen sijaan sähköisellä vaakadipolilla kenttämuodon häiriövaikeus on suuri.

D. Rankin ja R. Sigal (Univ. of Alberta, Edmonton) olivat analysoineet magnetotelluuristen signaalien koherenssia päätyen tuloksiin, jotka saattavat merkitä epälineaarisen puolijohdetilan olemassaoloa paineenalaisissa syvemmissä osissa maankamaraa.

P. van Ngoc ja D. Boyer (Univ. Pierre et Marie Curie, Pariisi) esittelivät kehittämänsä AMT-systeemin TELMAG-2, jonka mittausalueena on 8-2000 Hz. Tehokkaimpaan tulokseen päästään profiloinnin ja luotausten yhdistelmällä. St. Lawrence-joen sedimenttialueilta saatiin laitteella peruskallion pinta kiinni jopa 3 km:n syvyydestä. Oulun yliopiston tutkimusryhmän (Pelkonen, Kaikkonen, Pernu, Ruotsalainen, Hjelt) kokemukset AMT-mittauksista Rautavaaran rautamalmialueella, Miihkalin jaksolla sekä Kiimingin liuskejaksolla herättivät mielenkiintoa, joka kohdistui erityisesti mittauksen koherenssiin, toistettavuuteen sekä tulkintatekniikkaan. Riittävän tiheästi profiloimalla pystytään kerrosmallin avulla seuraamaan johteita sisältäviä rakenteita muuallakin kuin vaakakerrostuneilla alueilla.

K. Sörensen (Aarhusin yliopisto) selvitti esitelmässään teoreettisesti vaihtovirtausluotausten tekemistä Schlumberger-mittausgeometrialla. C. T. Barnett, M. J. Davidson, G. H. McLaughlin, M. N. Nabighian (Newmont Exploration Ltd) kertoivat aikatazon mittauksista, jossa lähetimenä toimii suuri (200—400 m) vaakakela ja kaikkien kolmen geometrisen komponentin vaimeneminen rekisteröidään 31 aikakanavalla kukin. Kaikkien komponenttien rinnakkainen vertailu aikatasossa stereoprojektiona tekee mahdolliseksi saada selville induktiovirtaa parhaiten johtavien tasojen suuntaukset.

Ch. Stoyer, G. Keller ja J. C. Rodriguez (Colorado School of Mines) kertoivat aikatazon dipoli-dipoliluotausten kolmikerrostulkinnasta 150 valmiiksi lasketun ja tietokoneen muistiin varastoidun luotauskäyrän taulukon avulla. Muiden parametrien arvot saatiin interpoloimalla ja varsinaisen tulkinta kulki normaalina optimointina. Tulkinnallisesti tärkein tulos esiteltiin M. L. Oristaglian ja M. H. Worthingtonin (Oxford University) työssä. Läh- tökohtana oli elementtimenetelmälle perustuva anomalian laskentaohjelmisto. Tulkintaan tarvittava derivaattamatriisi rakennettiin numeerisesti mittausarvojen derivaatoista, jolloin inversion vaatima ajallinen lisäys oli vain n. 10 % itse anomalian laskenta-aikaan verrattuna. Tuloksissa esiintyneet numeeriset vaikeudet johtuivat lähinnä käytetystä liian harvasta elementtiverkosta.

G. A. Reynolds (Irish Base Metals Ltd) oli laatinut VLF-R-mittauksista kallioperän ominaisvastuskartan käyttämällä peitemaan ominaisvastukselle vakioarvoa. Vaihtoehtoisesti vaihekulman 45° ylittävien ja alittavien arvojen rajojen piirtäminen on hyödyllistä, koska kallioperän johtavuus heijastuu selvemmin vaihekulmassa kuin näennäisessä ominaisvastuksessa. Reynoldsin mukaan alueen IP-mittaukset tulee tehdä vasta kun sähköinen rakenne tunnetaan riittävästi, esim. juuri VLF-R-kartoituksen avulla.

Yhteenvetona on todettava kokous sähkömagneettisten menetelmien osalta kaikkein antoisimmaksi. Muiden menetelmien kohdalta olivat keskustelut tutkijoiden ja soveltajien kanssa antoisampia kuin itse esitelmät. Laitteiden osalta Suomi on valitettavasti kehitysmaa, joka on liian usein tulosten käsittelyssäkin täysin laitevalmistajien armoilla. Sovellutuspuolella maastamme kuitenkin löytyy paljon arvokasta työtä kerrottavaksi myös kansainvälisillä foorumeilla. Suomalaisten geofyysikkojen tulisi ehdottomasti aktiivisemmin osallistua EAEG:n kokouksiin sekä osanottajina että esitelmöitsijöinä. Vuorimiesyhdistyksen hallituksen sekä Oulun yliopiston taloudellinen tuki tekivät allekirjoittaneelle mahdolliseksi olla jälleen läsnä antoisassa geofyysikkokokouksessa. Olkoon tämä ennakkoluuloton asenne haaste maamme malminetsintäorganisaatioille aktivoimaan geofyysikkojensa osallistumista EAEG:n kokoustoimintaan.

NORDISKA FORSKARKURSER

ELEKTROMAGNETISKA OCH ELEKTRISKA SONDERINGAR

(speciellt i närheten av vertikala strukturer)

Kursen avser att ge överblick av geofysikaliska sonderingsmetoder och deras användningsmöjligheter vid bestämmandet av jordens elektriska struktur (t.ex. vid djupmalmsprospektering). Speciell vikt lägges vid de problem som uppstår då mätningar utförs nära vertikala strukturer.

Kursen koncentrerar sig kring magnetotellurik, dipolsondering ("flerfrekvensslingram"), DC-mätningar samt transientteknik och är upplagd så att ge deltagarna kunskaper om:

1. metodernas fysikaliska och teoretiska bakgrund
2. mättekniska problem förknippade med respektive metoder
3. utvärdering av mätdata (tolkning)
4. gemensamma resp. skiljande egenskaper hos metoderna
5. kombinerad användning av flera metoder
6. identifiering av inverkan av vertikala strukturer
7. metodernas tillämpningsområden

Kursen består av föreläsningar, mätningar i fält samt tolkning av mätresultaten både med hjälp av dator och bordskalkylator.

Kursort: Universitetet i Oulu (Uleåborg)

Kurstid: 20—31 augusti 1979

Kursledning: Bitr.prof. Sven-Erik Hjelt och assistent Pertti Kaikkonen
Institutionen för geofysik, Universitetet i Oulu, SF-90100 Oulu 10, Finland samt prof. D. S. Parasnis, Avdelningen för tillämpad geofysik, Högskolan i Luleå, S-95187 Luleå, Sverige.

Anmälningsstid: 1 maj 1979

Upplysningar och anmälan: Bitr.prof. Sven-Erik Hjelt, Institutionen för geofysik, Universitetet i Oulu, SF-90100 Oulu 10, Finland, telef. 981 - 345 411.

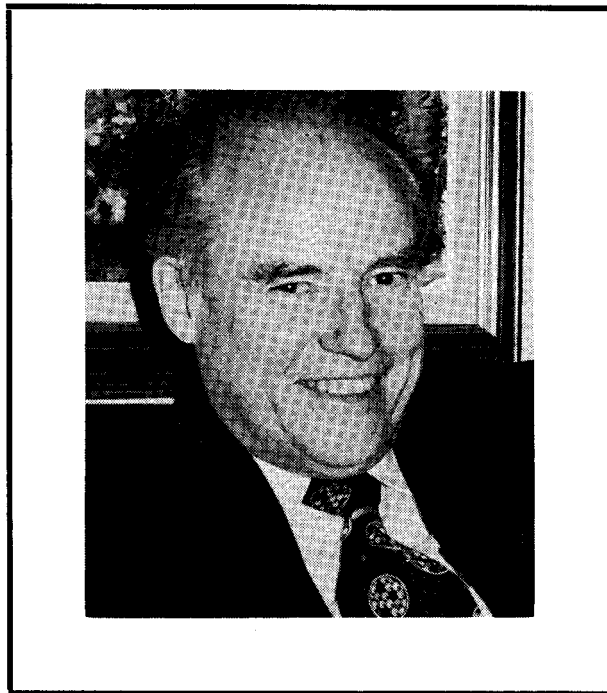
WORLD MINING CONGRESS ISTANBULISSA 17.—21. 9. 1979

Kaavakkeet lopullista ilmoittautumista varten lähettää esi-ilmoittautuneille Turkin kansallinen komitea.

Jotka eivät ole esi-ilmoittautuneet, saavat ne lähettämällä nimensä ja osoitteensa järjestelykomitealle, osoite:

**10. Dünya Madencilik Kongresi
Organizasyon Komitesi**

**Maden Tetkik ve Arama, Enstitüsü
ANKARA TURKEY**



RISTO K. ALANKO

19. 11. 1925 — 3. 10. 1978

Risto K. Alanko sai surmansa Rissalan lento-onnettomuudessa lokakuun 3. päivänä. Avoimena ja ulospäin suuntautuvana ihmisenä hänellä oli harvinaisen laaja ystäväpiiri, joka koki raskaana ja järkyttävänä hänen yllättävän poismenonsa, samoin kuin tietysti Oy Lohja Ab, jonka hyväksi hän oli elämäntyönsä tehnyt. Hän oli hankkinut perusteelliset tiedot rakennusaineteollisuudesta, ja ehti olla mukana myös kaikissa vaiheissa, kun teollisuusmineraaliryhmä kehitettiin huomattavaksi toimintalinjaksi yhtiössä ja koko maan johtavaksi yritykseksi tällä alalla.

Risto K. Alanko valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisen Korkeakoulun vuoriteollisuusosastolta v. 1949 ja työn ohella opiskellen kauppatieteiden kandidaatiksi v. 1963. Erikoisesti hän halusi perehtyä syvällisesti liikkeenjohtomenetelmiin ja opiskeli sitä varten niin koti-

maassa kuin ulkomaillakin. Hän suoritti mm. Harvardin Yliopiston liikkeenjohtollisen kurssin v. 1971.

Risto K. Alanko ehti työskennellä Oy Lohja Ab:ssa kolmekymmentä vuotta ja omasi siten harvinaisen hyvän asioiden ja henkilöiden tuntemuksen. Hän tuli yhtiön palvelukseen v. 1948 vuorotyönjohtajaksi Tytyrin kaivokseen, mistä hän seuraavana vuonna siirtyi kaivosinsinöörin tehtäviin. Työskenneltyään v. 1954—1959 Oy Kari Forsström Ab:n teknillisenä johtajana, hän tuli takaisin yhtiön palvelukseen tutkimus- ja kehityspäälliköksi. V. 1963 hänet nimitettiin Saseka- ja Rudus-tuoteryhmien johtajaksi ja v. 1971 yhtiön varatoimitusjohtajaksi. Toimitusjohtajaksi hänet nimitettiin v. 1973. Hänen tietojaan ja taitojaan tarvittiin myös monien muiden yhtiöiden ja järjestöjen johtoeleimissa.

Risto K. Alanko oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1949 lähtien.

UUTTA JÄSENIÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

DI **Jaakko Ahtiainen** on siirtynyt Outokumpu Oy, Vammalan kaivokselle käyttöinsinööriksi. Os.: Harjukatu 11, 38200 Vammala.

I **Heimo Alaniska** toimii Rauma-Repola Oy, Lokomon myynti-insinöörinä. Os.: Kauppilaisenkatu 24 C 14, 33730 Tampere 73.

TkL **Hans Allenius** tjänstgör som senior mineral dressing engineer vid Stamicon i Dodoma, Tanzania. Adr.: Embassy of Finland, P.O.Box 2455, Dar Es Salaam, Tanzania.

DI **Esko Alopaeus** on nimitetty Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen kaivososaston päälliköksi. Os.: Kivitie 7, 86440 Lampinsaari.

DI **Veikko Arola** on siirtynyt Perusyhtymä Oy, Auran rautateollisuuden palvelukseen vienti-insinööriksi. Os.: Tähtäpolku 4, 20720 Turku 72.

DI **Ilmo Autere** on nimitetty Outokumpu Oy, Vuonoksen kaivoksen päälliköksi. Os.: Poikkikatu 5—7, 83500 Outokumpu.

DI **Erik Bäck** har utnämnts till utvecklingschef vid Boliden Kemi i Helsingborg.

DI **Martin Degerth** arbetar som exportförsäljare vid Ovako Oy:s centralkontor. Adr.: Morsviksvägen 1 I 49, 00200 Helsingfors 20.

DI **Jarmo Frii** toimii Outokumpu Oy, kaivosteknillisen ryhmän suunnitteluinsinöörinä. Os.: Kansalaiskoulu 3 B 4, 83500 Outokumpu.

Vuorineuvos **Helge Haavisto** on vihitty kunniatohtoriksi Teknillisessä korkeakoulussa.

TkT **Tero Hakkarainen** on nimitetty Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen fysikaalisen metallurgian ja korroosionestotekniikan määräämäläiseen tutkimusprofessorin virkaan.

DI **Risto Heiskanen** toimii Outokumpu Oy:n kaivosteknillisen ryhmän pääkaivosinsinöörinä.

Vuorineuvos **Ilmari Helanto** on vihitty kunniatohtoriksi Teknillisessä korkeakoulussa.

Yli-ins. **Jorma Honkasalo** on vihitty kunniatohtoriksi Åbo Akademiassa.

DI **Raimo Hopia** on nimitetty Oy Tampella Ab, kattilayksikön myyntijohtajaksi.

DI **Tor-Leif Huggare** har utnämnts till verkställande direktör för Finlands Banks sedeltryckeri. Adr.: Sedelvägen 1 A, 01670 Vanda 67.

DI **Kari Huju** on siirtynyt Aurayhtiöiden palvelukseen paloteknilliselle osastolle tekniseksi tarkastajaksi.

DI **Eero Hukkanen** on siirtynyt Rautaruukki Oy:n keskushallintoon osastolle Teknillinen vienti.

DI **Matti Hukki** on nimitetty Oy Tampella Ab, raskaan konepajateollisuuden päämetallurgiksi.

FT **Lauri Hyvärinen** on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston osastonjohtajan virkaan.

FL **Stig Johansson** har utnämnts till chef för utlandsverksamheten vid Geotek Oy.

DI **Hannu Jokinen** on nimitetty Kehitysaluerahasto Oy:n Mikkelin konttorin aluejohtajaksi. Os.: Onkikatu 16 as 13, 50170 Mikkeli 17.

TkT **Jyrki Juusela** on nimitetty Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten nikkelitehtaan päälliköksi.

DI **Jorma Kaartama** on nimitetty Oy Wärtsilä Ab, Pietarsaaren tehtaan markkinointipäälliköksi. Os.: Porvarinmäentie 4 as 9, 68620 Pietarsaari.

FM **Juha Kalla** toimii nyttemmin Geotek Oy:n hallituksen puheenjohtajana.

TkL **Juhani Kangas** on nimitetty Outokumpu Oy, Kemin kaivoksen johtajaksi. Os.: Etelärantakatu 16 A 6, 94100 Kemi 10.

DI **Pentti Kerola** on siirtynyt Outokumpu Oy, Malminetsinnän palveluksessa toimien Pohjois-Suomen aluetuomistossa erikoistehtävissä. Os.: Vitikantie 2, 96100 Rovaniemi 10.

DI **Tapio Keränen** toimii Outokumpu Oy, Tornion tehtailla projekti-insinöörinä. Os.: Keskikatu 17—19 B 18, 95400 Tornio.

Prof. **Kauko Korpela** on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen maaperäosaston osastonjohtajan virkaan. Os.: Kalkkipaadentie 2 G, 00340 Helsinki 34.

FL **Caj Kortman** har utnämnts till byråchef för informationsbyrån vid Geologiska forskningsanstalten.

DI **Vesa Koskinen** on nimitetty ulkoasiainministeriön kaupalliseksi sihteeriksi Kanadaan, sijoituspaikka Torontossa oleva sihteerin toimisto.

FL **Jorma Kujanpää** on nimitetty Outokumpu Oy, Kemin kaivoksen kaivospäälliköksi.

DI **Heikki Kupila** on nimitetty Rautaruukki Oy:n putkiryhmän kehitys- ja laadunvalvonnan päälliköksi.

DI **Lauri Kärävä** on nimitetty Kemppi Oy:n vientipäälliköksi.

FT **Kauko Laajoki** on nimitetty Oulun yliopiston geologian ja mineralogian professoriksi.

DI **Tero Laako** toimii konsulttina Polartest Oy:ssä.

DI **Eero Laatio** on siirtynyt Outokumpu Oy, Vihannin kaivokselle käyttöinsinööriksi.

Yli-ins. **Pertti Laurila** on nimitetty Kemira Oy:n yritys-suunnittelujohtajaksi.

DI **Heikki Lehmusvaara** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan teknisen palveluosaston päälliköksi.

DI **Antero Leppälä** on nimitetty Wihuri Oy, Wipakin toimitusjohtajaksi.

DI **Sten Lindgren** har utnämnts till industrisekretärer vid Finlands ambassad i London.

DI **Tauno Manunen** on nimitetty Outokumpu Oy, Hammaslahden kaivoksen päälliköksi.

TkL **Raimo Matikainen** on nimitetty Outokumpu Oy, Teknillisen viennin kaivostekniikan myyntipäälliköksi. Os.: Kuhatie 23 A, 02170 Espoo 17.

DI **Markku Matilainen** toimii Outokumpu Oy, Teknillisen viennin projekti-insinöörinä.

DI **Matti Mattelmäki** on nimitetty Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaiden kunnossapitopäälliköksi. Os.: Vuoksenkatu 9 B, 29200 Harjavalta.

Teollisuusneuvos **Esko Mattila** on nimitetty Kemira Oy:n varapääjohtajaksi.

FT **Kauko Meriläinen** on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen kallioperäosaston valtiongeologin virkaan.

DI **Kauko Murole** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan tuotepäälliköksi.

DI **Jukka Murtoaro** on nimitetty Oy Lohja Ab, tuoteryhmä Ruduksen johtajaksi.

DI **Eino Mäkilälle** on myönnetty teollisuusneuvoksen arvonimi.

DI **Esko Nermes** on nimitetty Outokumpu Oy, Metallurgisen tutkimuksen johtajaksi.

TkT **Kalevi Nikkilä** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan karkeavalssaamon osastopäälliköksi.

DI **Matti Niskanen** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan hienovalssaamon osastopäälliköksi.

TkT **Pentti Niskanen** toimii projektipäällikkönä Turkissa projektissa, josta Outokumpu Oy on tehnyt sopimuksen YK:n kanssa.

DI **Martti Nurmisalo** toimii myynti-insinöörinä Oy Tampella Ab-Tamrockissa. Os.: Ilmarinkatu 33 A 4, 33500 Tampere 50.

Valt. maist. **Veikko Orpana** on nimitetty Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun materiaalitalouden professoriksi.

DI **Matti Palperi** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan suunnittelupäälliköksi.

DI **Mikko Palviainen** on nimitetty Outokumpu Oy, Kotalahden kaivoksen johtajaksi. Os.: 71470 Oravikoski.

DI **Esko Partio** on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaiden kunnossapitopäälliköksi.

DI **Kari Parviainen** toimii Oy Mec-Rastor Ab:ssä yrittäjän johdon konsulttina.

DI **Esko Pessi** on nimitetty Rautaruukki Oy:n laivalevyjen myyntipäälliköksi.

DI **Jorma Porkka** on nimitetty Outokumpu Oy:n kaivostyösuojeluinsinööriksi.

DI **Seppo Prokkola** toimii Outokumpu Oy, Keretin kaivoksella rikastamon tutkimusinsinöörinä. Os.: Joensuuntie 9 A, 83500 Outokumpu.

DI **Timo Pyykkö** toimii Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivoksella kaivosinsinöörinä. Os.: Malmi A 8, 88200 Otanmäki.

Vuorineuvos **Uolevi Raade** on vihitty kunniatohtoriksi sekä Teknillisessä korkeakoulussa että Åbo akademissä.

DI **Mauri Rantanen** on nimitetty Outokumpu Oy, Teknillisen viennin myyntipäälliköksi.

DI **Tapani Rantapirkola** toimii prosessitekniikan lehtorina Kokkolan teknillisessä oppilaitoksessa. Os.: Leppäkertunkatu B 7, 67800 Kokkola 80.

Geologi **Pentti Rastas** on hajasijoittunut Geologisen tutkimuslaitoksen Pohjois-Suomen aluetoimiston kallioperäosastolle. Os.: Mäkimiestentie 5 A, 96400 Rovaniemi 40.

DI **Erkki Ristimäki** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan tuotekehitysosaston päälliköksi.

DI **Esa Rousu** on nimitetty Kemira Oy, Oulun tehtaiden johtajaksi.

DI **Erkki Saarelainen** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan automaatio- ja lämpötekniikan osaston päälliköksi.

I **Heimo Saarinen** on nimitetty Outokumpu Oy, Harjavan tehtaisten johtajaksi.

DI **Risto Saarinen** toimii Etelä-Koreassa Onsan Copper Refineryn chief construction engineerinä.

DI **Jürgen Sasse** on nimitetty Hävemeier & Sander KG:n toimitusjohtajaksi.

DI **Kai-Markus Saurio** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan tuotepäälliköksi.

TkL **Ilari Seppä** on nimitetty Kuopion korkeakoulun teknis-analyttisen ympäristöhygienian osaston suunnitteluprofessoriksi. Os.: Mäkitie 6 A 18, 70100 Kuopio 10.

TkT **Toivo Siikarla** on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen geofysiikan osaston osastonjohtajan virkaan.

DI **Aarne Siikavuo** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan metallurgisten osastojen suunnittelupäälliköksi.

DI **Hasse Sjöberg** on siirtynyt Finn Metric Oy:n palvelukseen laboratorio-osaston myynti-insinööriksi.

DI **Jouko Strand** toimii Ovako Oy, Koverharin rautaja terästehtaan yritysuunnitteluinsinöörinä. Os.: Latokartanonkatu 12 B 14, 10600 Tammisaari.

DI **Erkki Suhonen** on nimitetty Valco Oy, Imatran kuvaputketehtaan paikallispäälliköksi. Os.: Aaronkatu 17, 55100 Imatra 10.

FM **Paavo Taanila** on nimitetty Geotek Oy:n toimitusjohtajaksi.

DI **Kalevi Taavitsainen** on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan tuotepäälliköksi.

DI **Matti Tarvainen** on siirtynyt Outokumpu Instruments Canada Ltd:n palvelukseen. Os.: 1655 Sismet Rd, Mississauga, Ont. L4W 1Z4, Canada.

DI **Jaakko Tenkula** on nimitetty Telatek Oy:n toimitusjohtajaksi.

DI **Rolf Therman** har utnämnts till resultatansvarig direktör för Oy Hackman Ab:s mekaniska träförädling.

DI **Seppo Tuominen** toimii nykyään Navire Cargo Gear de Venezuelan 'Branch managerina'. Os.: C/O Multiproyectos Sigma C.A., Quinta Chichita, Calle Suapure, Colinas de Bello Monte, Caracas, Venezuela.

TkL **Tapio Tuominen** on nimitetty AOR-Industries Oy:n toimitusjohtajaksi. Os.: Munkkiluodonkuja 6 A 8, 02160 Espoo 16.

TkL **Matti Turunen** on nimitetty Ovako Oy:n markkinoinnin kehityspäälliköksi.

DI **Kalevi Tähkäoja** toimii Outokumpu Oy, Kemien kaivoksella kaivososaston suunnitteluinsinöörinä. Os.: Juntonkatu 6 E 39, 64130 Kemi 13.

DI **Jukka Viitanen** toimii Digital Equipment Corporation Oy:n myyntineuvottelijana. Os.: Anjankuja 2 H 61, 02230 Espoo 23.

DI **Olli Wickstrand** on nimitetty Oy Valmet Ab, Rautopohjan tehtaan myyntipäälliköksi. Os.: Keltinmäentie 25 C 32, 40640 Jyväskylä 40.

Prof. **Alexis von Volborth** on professor of geology and chemistry at Washington State University, Nuclear Radiation Center. Os.: Pullman, Washington 99163, U.S.A.

FK **Olli Äikäs** toimii Geologisen tutkimuslaitoksen Väli-Suomen aluetoimiston malmiosastolla geologina. Os.: Räisäläntie 17, 71800 Siilinjärvi.

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y:n hallitus on hyväksynyt seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

Kokouksessa 11. 5. 1978

Kaulanen, Sauli Jalmari, DI, s. 16. 10. 1945. Paraisten Kalkki Oy, Lappeenrannan tehtaasementtitehtaan käytöns. Os.: Paraistentie 14, 53650 Lappeenranta 65.

Kokouksessa 7. 9. 1978

Hakkarainen, Veikko Aarne, FM, s. 10. 10. 1943. Suomen Malmi Oy, geologi. Os.: Piilopolku 3 I 51, 02130 Espoo 13.

Harju, Terho Toivo, DI, s. 18. 6. 1947. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, korroosiotekniikan laboratorio, tutkija. Os.: Jämeräntaival 10 D 63, 02150 Espoo 15.

Heikkonen, Pekka Tapani, DI, s. 3. 4. 1948. Rammer Oy, varatoimitusjohtaja. Os.: Näköharjunkatu 10 A, 15800 Lahti 80.

Karlström, Esa Risto, DI, s. 11. 9. 1951. Starcke Oy, markkinointipäällikkö. Os.: 32830 Riste.

Keinänen, Raimo Emil, DI, s. 5. 7. 1935. Orion-yhtymä Oy, Normet, toimitusjohtaja. Os.: Tunnelikatu 34, 74130 Iisalmi 3.

Kempainen, Markku Jaakko Juhani, DI, s. 27. 1. 1951. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, metallurgian ja mineraalitekniikan laboratorio, tutkija. Os.: Louhentie 29 F 46, 02130 Espoo 13.

Kolehmainen, Matti Alpo, DI, s. 25. 2. 1944. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, valimometallurgi. Os.: Hallituskatu 6 B 37, 28100 Pori 10.

Kovalainen, Seppo Juhani, DI, s. 22. 4. 1943. Orion-yhtymä Oy, Normet, tuotekehityspäällikkö. Os.: Riistakatu 17 B 15, 74100 Iisalmi.

Lehmuspelto, Pasi Jalmari, FL, s. 19. 11. 1946. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetoimisto, geokemian osasto, geokemisti. Os.: Sudentie 1 A 19, 96500 Rovaniemi 50.

Leivo, Reijo Seppo, DI, s. 20. 6. 1947. Ovako Oy, Äminneforsin terästehdas, valssilaitos, ins.harjoittelija. Os.: PI 8, 10410 Äminnefors.

Lunabba, Ralf Holger, DI, f. 28. 1. 1950. Statens tekniska forskningscentral, metallaboratoriet, forskare. Adr.: Bågsvängen 9 A 15, 02120 Esbo 12.

Lähteenmäki, Klaus Rafael, DE, s. 7. 2. 1929. Ovako Oy, keskuskonttori, investointitavaroiden ostaja. Os.: Mäyrätie 6 C 37, 00800 Helsinki 80.

Mellin, Georg Lennart, f. 8. 2. 1939. Ingersoll-Rand Ab, försäljningsing. och projektchef för utvecklingsarbete. Adr.: Steinholtzgatan 20, 98100 Kiruna, Sverige.

Merikanto, Nils Olof, TkL, s. 5. 12. 1951. Outokumpu Oy, Harjavalan tehtaas, nikkelitehdas, käyttöins. Os.: Urheilutie 1, 29200 Harjavalta.

Mölliis-Mellberg, Anders Gustav, DI, f. 29. 10. 1951. Ovako Oy, Koverhar järn- och stålverk, forskningsing. Adr.: Gröndalundsgatan 7 B 16, 10600 Ekenäs.

Mäkelä, Kauko Antero, I, s. 10. 7. 1945. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, valimon käyttöins. Os.: Valtakatu 3 D 63, 28100 Pori 10.

Mäkipere, Juha Tapio, DI, s. 16. 1. 1951. Ovako Oy, Imatran terästehdas. Os.: Korkeavuorenkatu 13 B 28, 00130 Helsinki 13.

Määttä, Kauko Juhani, I, s. 19. 6. 1951. Ovako Oy, Imatran terästehdas, tutkimuskeskus, tutkimusins. Os.: Paloveräjänkatu 15 as 4, 55610 Imatra 61.

Niukkanen, Juha-Pekka, DI, s. 23. 2. 1950. Rautaruuki Oy, Hämeenlinnan tehtaas, ins.harjoittelija. Os.: Hakaportti, 13330 Harjiala.

Ojanperä, Mauri Kalevi, DI, s. 23. 3. 1951. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, ins.harjoittelija. Os.: Koivistonpuistikko 43 B 28, 28130 Pori 13.

Pesonen, Ahti Antero, DI, s. 30. 12. 1952. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, valimo, erikoistehtävät. Os.: Länsipuisto 20 C 54, 28100 Pori 10.

Poitsalo, Seija Marketta, DI, s. 15. 10. 1952. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, opintosihteeri. Os.: Rapakivenkuja 5 I 139, 00719 Helsinki 71.

Pulkkinen, Risto Eelis Olavi, FK, s. 4. 4. 1945. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen alueoimisto, geokemian osasto, geologi. Os.: Hankamutka 14, 96440 Rovaniemi 44.

Ravaska, Olli Tapani, TkL, s. 2. 11. 1945. Geotek Oy, ATK-päällikkö. Os.: Kaustisenpolku 3 A 3, 00420 Helsinki 42.

Ruonamaa, Simo Heikki Antero, DI, s. 31. 7. 1952. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, metallurgian ja mineraaliteknikan laboratorio, tutkija. Os.: Kirkonkyläntie 15 B 4, 00700 Helsinki 70.

Ruusunen, Pentti Aaron, DI, s. 21. 8. 1943. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, projekti-ins. Os.: Kiertokatu 10, 28130 Pori 13.

Saarikko, Jorma Antero, DI, s. 21. 1. 1948. Ovako Oy, Imatran terästehdas, tutkimuskeskus, tutkimusins. Os.: Koulukatu 50 B 14, 53100 Lappeenranta 10.

Tervonen, Timo Ilmari, DI, s. 13. 8. 1953. Oy Lohja Ab, Helsingin konttori. Os.: Jussaarenkuja 4 A 11, 00840 Helsinki 84.

Kokouksessa 27. 10. 1978

Kangas, Kaarlo Juha, I, s. 16. 12. 1945. Kone Oy, Engineering Division, projekti-ins. Os.: Tervatie 3, 15870 Salpakangas.

Vilminko, Mauno Johannes, I, s. 5. 5. 1939. Rautaruuki Oy, Rautuvaaran kaivos, suunnitteluins. Os.: G1, 95930 Äkäsjoen suu.

SUORITETTUJA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos

Geologian- ja mineralogian osasto

Filosofian kandidaatin tutkinto:

Aimo Kuivamäki: "Landsat-1 kuvien harmaasävyihin vaikuttavista geologisista ja geobotaanisista tekijöistä." Pohjois-Suomesta tutkittiin kahdelta kasvillisuudeltaan ja morfologialtaan toisistaan eroavalla testialueella (molempien koko 16 km × 96 km) maastossa yhteensä 899 koealaa (koko 100 m × 100 m). Koealojen harmaasävyt mitattiin mikrodensitometrillä 1 : 400 000 mittakaavaisilta Landsat-1 monikaistakuvilta ja eri maastoelementtien (kallio- ja maaperä, puusto, aluskasvillisuus, kosteus ja topografia) vaikutusta näihin harmaasävyarvoihin tutkittiin tilastollisesti. Lisäksi eri maalajeille laskettujen 'ominaisharmaasävyjen' avulla kokeiltiin maalajien tulkintaa satelliittikuvilta.

Tulosten perusteella näyttää harmaasävyihin vaikuttavan voimakkaaimmin:

- 1) kokonaiskasvillisuuden määrä (puusto ja aluskasvillisuus)
- 2) kosteusolosuhteet
- 3) niukan kasvillisuuden alueilla maa- ja kivilajien valonheijastusominaisuudet.

Parhaiten pystyttiin tulkitsemaan:

— hyvin lajittuneiden, kuivien sora- ja hiekkakerrostumien alueet.

— kuivahkot moreenikankaat, joilla puusto on erittäin runsasta.

— avoimet, hyvin heinävaltaiset suot.

— suuret paljastumat.

Eri testialueiden väliset tulokset poikkesivat toisistaan, joten harmaasävyille ei löydetty yksikäsitteisiä tulkintavaimia.

Tulokset viittaavat siihen, että Landsat-satelliittikuvia voidaan menestyksellisesti käyttää geobotaanisissa malmetsinnässä ja laajojen alueiden alustavassa maaperäkartoituksessa.

Geologian ja paleontologian osasto

Lisensiaattitutkielma:

Olavi Sandman: "Savisamenteisten järvien rehevöityminen sedimentin kuvastamana."

OULUN YLIOPISTO

Geologian laitos

Filosofian kandidaati:

Isomaa, Jorma: "Keski-Lapin liuskemuodostuma Petkulan alueella Sodankylän pohjoispuolella".

Pääjärvi, Antti: "Kallioperä Haapaveden-Torasalon-Teemassaaren alueella, Rantasalmella".

Jyrkästi voimistuva progressiivinen metamorfoosi ja sen mukana lisääntyvä migmatiittituuminen ja mobiloi-

tuminen leimaavat alueen metapeliittejä ja -psammiitteja sekä emäksisiä, intermedisia ja happamia metavulkaniitteja. Alinta kiteytymislämpötilaa edustaa metapeliiteissä muskoviitti- ja sillimaniittipitoinen vyöhyke ja korkeinta kiteytymislämpötilaa ortopyrokseenivyöhyke. Jyrkkä lämpötilagradientti aiheutuu mangeriittisten intrusiivien kontaktimetamorfisesta vaikutuksesta.

Väänänen, Jukka: "Migmatiiteista Tappuniemen-Linnansaaren alueella, itäisellä Haukivedellä".

Tutkimusalue sijoittuu keski-Haukiveden päämurrosvyöhykkeen E-reunaan, murrosvyöhykkeen ja siihen rajoittuvan liuskevyöhykkeen saumakohtaan. N. 50 km² käsittävältä alueelta on kuvattu kivilajit ja selvitetty migmatiittituumisen ohella metamorfoosia ja tektoniikkaa.

Tutkielmassa on kuvattu alueen pääasialliset migmatiittityypit ja todettu niiden alueellinen jakaantuminen. Tutkielmassa on tarkasteltu myös mm. biotiitti-plagioklaasigneissien anateksin mahdollisuutta.

Damstén, Martti: "Kuohungin Zn-lohkareisto kvartääri-geologian ja geokemian valossa".

Prosessitekniikan osasto

Huhtikuun 17 p:nä tarkastettiin TkL **Eino Kiukaannien** väitöskirja "A systematic Approach to the Development Task of Peat Fuelled Heating Plants".

Vastaväittäjinä toimivat prof. Aarne Halme ja prof. Lauri Puhakka sekä kustoksena prof. Väinö Veijola.

Tekniikan lisensiaatti:

Härkönen, Matti Aulis: "Valmistusolosuhteiden vaikutus raneynikkelin aktiivisuuteen metaanin höyryreformoinnissa".

Diplomi-insinöörit:

Alasaarela, Eija Inkeri: "Erialaisten kuona- ja teräslaatujen kuluttava vaikutus eri tyyppisiin senkkamateriaaleihin".

Eskholm, Esa Kalevi: "Tutkimus eräiden mäntyöljytuotteiden soveltuvuudesta kokoojiksi apatiitin ja hematitiin vaahdotuksessa".

Elsilä, Helena Marjatta: "Kymi Kymmene Oy Porvoon tehtaan jätevesien käsittely eri puhdistusmenetelmillä".

Impola, Risto Kullervo: "Rasvahappokokoojan adsorptio oksidimineraalin pintaan".

Jouhten, Pauli Johannes: "Natriumvanadaatin uutto kiintoainemurskeesta uuttokolonnilla".

Juntunen, Ulla-Maija: "Silikaattisakan pesu Mustavaaran vanadiinprosessissa".

Karila, Raimo Olavi: "Kierrätysreaktori reaktion kineetiikan määrityksissä".

Komulainen, Marja-Leena: "Masuunikoksin testausmenetelmät".

Mustonen, Eva-Liisa: "Peitostekuonan sulamiskäyttämisen ja viskositeetin laboratoriotestaus".

Männistö, Jorma Väinö Olavi: "Autogeenijauhatus Rautaruukki Oy:n Mustavaaran kaivoksella".

Pirkonen, Pentti Matias: "Suutintyyppien vertailu ja suutinparametrien vaikutus teräksen jatkuvalun toisiojähdytyksen lämmönsiirtoon".

Pisilä, Erkki Albert: "Mangaanin vaikutus sintterin mineralogiseen koostumukseen ja ominaisuuksiin emäksisyydellä 1,2".

Tihinen, Taimo Olavi: "Mekaaniset kaasunpuhdistuslaitteet raudanvalmistusprosessissa".

Visuri, Matti Johannes: "Tutkimus erään prosessihöyryvoimalaitoksen vesien laadunvalvonnan kehittämiseksi".

Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörit:

Heikkinen, Kaarlo: "Hopea-palladium johdinpastan valmistus".

Kujanpää, Veli: "Mikrorakenteen vaikutus austeniittisen ruostumattoman teräksen kuumahalkeiluun".

Kääriäinen, Seppo: "Prosessien identifiointiohjelmiston suunnittelu ja toteutus".

Lappalainen, Pekka: "Vaahdotuksen toiminnan parantaminen prosessia simuloivan on-line mallin avulla".

Piippo, Niilo: "Vihannin rikastamon sinkkivaahdotuspiirin prosessitutkimus".

Rehu, Liisa: "Terässulaton tuotannonohjaussysteemin esisuunnittelu".

Sallinen, Johannes: "Kaarihitsauksessa syntyvien energia- ja lämpötilajakaumien analyyttinen ennustaminen".

Salo, Jukka: "Kobolttipohjaisten stelliittien ominaisuudet ja niillä kovahitsaaminen".

Sorsa, Ilkka: "Raekoon vaikutus niukkahiilisten ohutlevyterästen magnetoimishäviöihin".

Tuomala, Eero: "Prosessin ohjaus- ja valvontajärjestelmän käyttöönotto".

TURUN YLIOPISTO

Maaperägeologian osasto

Filosofian kandidaatit:

Kavasto, Kari: "Lounais-Suomen pohjavesien laadusta." Tutkimus käsittelee maa- ja kalliovesien laatua Lounais-Suomessa. Tutkimusaineisto perustuu Viljavuuspalvelu Oy:n ja Turun Vesipiirin suorittamiin vesianalyyseihin. Maavesiä on tutkittu 998 ja kalliovesiä 350 näytettä. Pohjavesistä on tutkittu pH, sähkönjohtavuus, kovuus, KMnO₄-kulutus sekä kloridi-, rauta-, mangaani- ja nitriittipitoisuudet. Pohjavesien laatuun vaikuttavat tutkimusalueella mm. savikkojen esiintyminen, meren läheisyys ja ihmisen toiminta.

Maavedet ovat happamia ja sisältävät vähemmän liuenneita aineita kuin kalliovedet. Raudan määrä maavesissä on kuitenkin korkeampi kuin kalliovesissä. Pohjavesien käyttöä talousvetenä haittaa niiden korkea KMnO₄-kulutus ja suuri rautapitoisuus. Suuri osa pohjavesistä on liian pehmeitä. Paikallisesti saattaa korkea kloridipitoisuus alentaa pohjaveden käyttökelpoisuutta.

Nepponen, Matti: "Maapeitteen paksuus ja stratigrafia Turun ja Porin läänin alueella."

Alueelta on selvitetty maapeitteen paksuutta ja stratigrafiaa eri yhtiöiden suorittamien kairauksen ja aineiston ATK-käsittelyn pohjalta. Tutkimuksessa oli kairauksia mukana 4022 kpl.

Koko kairausaineiston mukainen maapeitteen paksuuden aritmeettinen keskiarvo on tutkimuksen mukaan alu-

eella 8.34 m ja mediaaniluku 6.90 m. Pintamoreenin keskimääräinen paksuus oli 2.28 m ja pohjamoreenin 1.26 m. Kuivakuoren keskimääräinen paksuus tutkimusalueella oli 1.48 m. Pehmeikköjen osuus kairausten kokonaismetrimäärästä oli 80.9%. Yksi tutkimustavoite oli maaperän alueellisen stratigrafian osoittaminen. Päätettiin, että saaduissa diagrammeissa esiintyvät moreenin käyrän huiput ja laskut johtuvat tietyn alueen murrenlaaksoista. Kairausaineistosta löytyi tietoja mahdollisista moreenialaisista kerrostumista läänin pohjoisosassa.

Seppälä, Mikko: "Talousvetenä käytetyn pohjaveden laatu Kemijärven ympäristössä järven säännöstelyn aikana."

Tutkimus käsittelee Kemijärven säännöstelyn vaikutusta talousveden laatuun järven yhdeksällä osa-alueella. Tutkimusaineisto perustuu Kemijoki Oy:n tekemiin vesianalyysiin vuosilta 1962—1973, joita on tarkasteltu vuodenajoittain. Näytteitä on tutkittu yhteensä 1686 kpl.

Säännöstelyn takia järven pinnan korkeus vaihtelee suurimmillaan seitsemän metriä. Säännöstelyn vaikutus pohjaveden laatuun ei ole merkittävä, vaan muut ihmisen vesiä likaavat toiminnot ovat päävaikuttajia veden kemialliseen koostumukseen. Ne nostavat elektrolyyttipitoisuuden paikoitellen korkeaksi. NH_4 , NO_2 ja NO_3 sekä Cl ovat alueella selvimpiä liikaantumisindekatooreita.

Pohjaveden laatu on parantunut tutkimusajan lopulla, mm. uS ja tyyppiyhdisteiden määrä on pienentynyt. Sen sijaan pH on noussut. Kaivojen oikealla sijoittamisella ja hoidolla liikaantumistekijöiden osuutta voitaisiin ratkaisevasti vähentää.

Äikäs, Timo: "Maaperän hienoaineksen alkuperäkivilajeista Kokemäen—Euran alueella, Lounais-Suomessa."

Alkuperäkivilajeja on jäljitetty hienoaineksen mineraalikoostumuksen avulla vertaamalla sitä alueen kallioperän kivilajien sekä muualta Suomesta otettujen maanäytteiden hienoaineksen mineraalikoostumuksiin. Maaperän detritaalisista kvartsirakeista on tutkittu ominaisuuksia, jotka esiintyvät hiekkakiven kvartsirakeissa ja tämän perusteella osoitettu näiden kvartsirakeiden olevan peräisin hiekkakivestä. Tutkimukset suoritettiin 14:sta maanäytteestä, joista 10 oli Kokemäen—Euran alueelta ja 4 muualta Suomesta.

Hienoaineksen keskimääräinen mineraalikoostumus Kokemäen—Euran alueen näytteissä (kvartsi 78.5%, maasälpä 17.7%, biotiitti 1.2%) vastaa hiekkakivinäytteistä tutkittuja mineraalikoostumuksia maasälvän, biotiitin ja aksessorimineraalien suhteen. Muualta Suomesta otettujen näytteiden mineraaleissa olivat runsaammin edustettuina maasälpä (25.3%), biotiitti (7.5%) sekä amfiboli ja pyrokseenimineraalit (6.3%). Kvartsia näissä näytteissä oli keskimäärin 59.1%. Hienoaineksen mineraalikoostumus sekä kvartsirakeiden hiekkakivialkuperään viittaavat ominaisuudet osoittavat hienoaineksessa olevan runsaasti ainesta Satakunnan hiekkakivestä.

TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Konetekniikan osasto

Diplomi-insinöörit:

Harju, Vesa-Pekka: "Amorfinen Fe-perustainen metalli".

Tässä työssä käsitellään amorfisen Fe-perustaisen metallin valmistusta ja ominaisuuksia. Aluksi tarkastellaan amorfisten metallien valmistusmenetelmiä, joissa päähuomio on kiinnitetty sulan metallin nopeaan jäädyttämiseen.

Kokeellisessa osuudessa suunnitellaan ja rakennetaan keskipakomenetelmään perustuva jäädytyslaite, jolla

saadaan valmistettua amorfista metallia nauhamuodossa. Koemateriaalina käytetään Fe-P-C- ja Fe-Cr-P-C-seoksia.

Valmistettua nauhaa tutkittaessa havaitaan amorfisen faasin rakenteen selvä ero kiteiseen verrattuna. Amorfisen metallin käyttäytymisen todetaan myös poikkeavan kiteisestä kuumennuksessa ja kuormituksen alaisena. Metastabiilina faasina amorfinen rakenne kiteytyy lämpötilan noustessa. Vetomurtolujuus on erityisen korkea kiteiseen metalliin verrattuna.

Kallio, Heikki: "Valulämpötilan ja kaasujen vaikutuksesta teräksen huokoisuuteen".

Kivi, Ilkka: "Hammaspyöräaihoiden kuumapuristaminen".

Työn varsinainen tarkoitus on selvittää erään esimerkkihämäsäpyöräaihion kuumatyssäimisessä tarvittavaa voimaa.

Suoritettujen tyssäyskokeiden perusteella on esitetty yhteys kappaleen suurimman halkaisijan ja sen saavuttamiseksi tarvittavan tyssäysvoiman välille. Saatua tulosta on riittävän tarkka, jotta voidaan suorittaa tarvittavan välineistön koon määrittäminen.

Tyssäyskoetta tukevana kokeena suoritettiin korkean lämpötilan vetokokeet, jolloin havaittiin lämpötila-alueella 1200...1400 K esiintyvän häiriöitä murtovenymän A_5 tasaisesta kasvusta. Teräksellä 822M17 ei poikkeama ollut suuri. Teräksellä 20MnCr5 murtovenymän arvot putosivat tällä alueella ja tämän johdosta saattaa olla syytä välttää tätä lämpötila-alueita ainakin, mikäli joudutaan suuriin muodonmuutosasteisiin.

Tyssäytyksen kappaleiden kovuusarvot muuttuivat huomattavasti alkuperäiseen tilaan verrattuna. Ilmajäähdytyksessä syntyvä rakenne on liian kovaa, jotta viimeistely tulisi halvaksi.

Kuokkala, Veli-Tapani: "Myötö- ja muokkauslujittumisparametrien määrittämisestä".

Työssä tarkastellaan statistisissa muokkauslujittumisteorioissa myötämiseen ja muokkauslujittumiseen liittyvien parametrien merkitystä sekä erityisesti niiden määrittämistapoja.

U. F. Kocks'in esittämän statistisen myötö- ja muokkauslujittumisteorian perusyhtälön parametrien määrittämiseksi on kehitetty kaksi tietokoneohjelmaa. STAPAR määrittää myötöparametrim p , muokkauslujittumisparametrim h sekä läpimurtautumistodennäköisyyden P monotonisessa muodonmuutoksessa. CYCLIC I ja CYCLIC II määrittävät vastaavat parametrit vakiomyötymäamplitudissa syklisessä muodonmuutoksessa.

Myötölujuuden termisen ja atermisen komponentin erottamiseksi toisistaan on kehitetty menetelmä ja tietokoneohjelma TERMAC. Komponenttien erottaminen syklisessä muodonmuutoksessa tapahtuu kyllästystilaan väsyteyllä rakenteella eri myötönopeuksilla tehtyjen vetokokeiden antamien tulosten pohjalta.

Launis, Pekka: "Kuparimonikiteiden vakiomyötymäamplitudinen syklinen muokkauslujittuminen".

Työn teoreettisessa osassa on tarkasteltu plastisen muodonmuutoksen ja muokkauslujittumisen tapahtumista lähinnä pintakeskisessä kuutiollisessa kiderakenteessa. Muokkauslujittumisteorioista on yksityiskohtaisemmin esitetty Kocks'in statistinen myötö- ja muokkauslujittumisteoria. Vaihtosuuntaiseen kuormitukseen liittyvää muokkauslujittumista eli ns. syklistä lujittumista on käsitelty väsymisilmiön taustatekijänä ja tähän tilanteeseen sovellettu Kocks'in statistisen teorian syklistä versiota.

Työn kokeellisessa osassa on määritetty Kocks'in statistiseen teoriaan liittyvät myötö- ja muokkauslujittumisparametrien sekä läpimurtautumistodennäköisyyden arvot vakiomyötymäamplitudisen väsytyksen tapauksessa. Koe-

materiaalina on käytetty suurirakeisia kuparimonikiteitä, joille on suoritettu väsytyksen pitäen kokonaismyötymäamplitudi vakiona.

Myötöparametrin p' todettiin olevan lähinnä funktio vain jännityssuhteessa $\hat{\sigma}/\tau$. Kuitenkin voitiin havaita myös lievä riippuvuus käytetystä myötymäamplitudista. Muokkauslujittumisparametri h' myötölujuuden τ ja jännityssuhteen $\hat{\sigma}/\tau$ funktiona esitettynä omaksuu samanlaisen kolmivaiheisen kulun kuin monotonisen muodonmuutoksen yhteydessä on havaittu.

Penttinen, Jouko: "Iskusitkeyden ja vetyhaurauden tutkiminen pulssi- ja jatkuvavirtaisessa puikkohitsauksessa".

Työssä verrattiin pulssi- ja jatkuvavirtamenetelmällä hitsattujen saumojen hitsiaineen iskusitkeyttä. Perusaineena käytettiin hienoraeterästä Raex 385P ja lisäaineenä emäksisiä K-32 puikkoja.

Charpy-V sitkeydessä ei ollut merkittäviä eroja pulssi- ja jatkuvavirtamenetelmien välillä. Sen sijaan täyttöpalkojen lisäys kolmesta neljään alensi selvästi transitiolämpötilaa.

Koko hitsisauman alueelta diffundoitua vetymäärä 70°C:ssa oli pulssi- ja jatkuvavirtahitsauksissa yhtäsuuri. Hitsisauman keskustasta diffundoituvan vedyn määrä 1100°C:ssa oli jatkuvavirtahitsauksessa selvästi suurempi kuin pulssihitsauksessa.

Vedyn aiheuttamaa vetyhaurausalttiutta tutkittiin Implant-kokeen rasituksessa. Pulssivirralla murtoraja oli hiukan korkeampi kuin jatkuvavirralla. Tämä johtui pulssivirtahitsauksen pienemmästä kokonaisvetypitoisuudesta.

Romppanen, Matti: "PVC:n työstöolosuhteiden vaikutus lopputuotteen ominaisuuksiin".

Virtanen, Jarmo: "Diffuusiokromauspinnoitteen kulumiskestävyys".

Wisakanto, Risto: "Tutkimus erään roottorin rakenteesta".

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan tohtorit:

Maaliskuun 11 päivänä 1978 tarkastettiin DI **Kari Tähisen** väitöstyö: "Interaction between Titanium Carbide and Nickel and Measurement of Surface Energies of Titanium Carbide". Vastaväittäjänä toimi TkT K. Blomster. Kustoksena toimi professori M. H. Tikkanen.

Nykyiset volframikarbidipohjaiset kovametallit haluttaisiin korvata titaanikarbidipohjaisilla kovametalleilla näin saavutettavien entistä parempien tuoteominaisuuksien lisäksi myös siksi, että maailmassa on runsaasti titaanivaroja, kun taas volframivarat alkavat ehtyä. Tässä tutkimuksessa osoitettiin kostutustutkimusten ja pintaenergia-tarkastelujen avulla, että perusedellytykset titaanikarbidipohjaisen kovametallin valmistukselle ovat olemassa. Tuotantoteknisesti tämä on kuitenkin vaikeaa, koska titaanikarbidin kannalta haitallinen happi on pystyttävä eliminoimaan sekä karbidin kaikissa käsittelyvaiheissa että sintrausatmosfääristä.

Toukokuun 20 p:nä 1978 tarkastettiin DI **Jouko Härkin** väitöstyö: "Über den Einfluss von Magnesiumoxyd-Zusatz auf die Reduktion des Wüstits". Vastaväittäjänä toimi vt. professori Kaj Lilius. Kustoksena toimi professori Matti H. Tikkanen.

Väitöskirjassa on keskitytty raudanvalmistusproses-

sien keskeiseen tapahtumaan, metallisen faasin muodostumiseen oksidista, pelkistettäessä raudan oksideja.

Eriyisesti on kiinnitetty huomiota syntyvän rautafaasin morfologiaan sekä MgO-lisäysten vaikutukseen siihen. Työssä on voitu osoittaa pienen MgO-seostuksen vaikutuksen ratkaisevasti raudan morfologian muutoksiin ja tätä kautta nopeuttavan pelkistysreaktion kulkua erittäin voimakkaasti.

Työssä on täten saavutettu lisävalaistusta raudanvalmistusprosesseissa, kuten masuuniprosessissa, tapahtuvista ilmiöistä.

Lokakuun 14 p:nä 1978 tarkastettiin TkL **Toimi Lukkarisen** väitöstyö: "The Planning of the Concentration of Kemi's Chromite Ore Based on Available Research Material". Vastaväittäjänä toimi TkT Lantto. Kustoksena toimi professori V. Lindroos.

Työssä on käsitelty niitä syitä, jotka tekevät Kemian kromiittimalmin rikastamisen vaikeaksi. Samalla on esitetty yhteenveto eri rikastusmenetelmillä saaduista tuloksista. Kemian malmin rikastamista on tutkittu laboratoriomittakaavassa, koetehtaissa ja ennen lopullisen rikastamon rakentamista myös erillisessä koerikastamossa. Näiden töiden kuluessa todettiin, ettei riskitöntä ja itsestään selvää menetelmää ole olemassa tähän tarkoitukseen.

Marraskuun 11 päivänä tarkastettiin TkL **Pekka Särkän** väitöstyö: "The Failure Behaviour of Some Finnish Mine Rocks in Uniaxial Compression". Vastaväittäjinä toimivat prof. Esko Hyttinen ja dos. Heikki Niini. Kustoksena toimi prof. Paavo V. Maijala.

Työssä suoritettiin kirjallisuustutkimus kiven murtumakäyttäytymisestä ja -kriteereistä, murtuman stabiilisuudesta ja tutkimuslaitteistojen kehityksestä.

Laboratoriossa tutkittiin kolmen tavallisen Suomen kaivoksilla esiintyvän kivilajin murtumakäyttäytymistä. Ø 32 mm näytteitä valmistettiin 59 pituus/halkaisija-suhteen vaihdellessa 0.3:sta 3:een. Näytteistä mitattiin täydelliset voima/akksiaalinen muodonmuutos- ja aksiaalinen muodonmuutos/säteittäinen muodonmuutos-käyrät. Näiden käyrien perusteella selviteltiin koekappaleiden käytöstä ennen murtumaa ja murtuman jälkeen sekä pituus/halkaisija-suhteen vaikutusta tähän.

Työssä kehitettiin myös uusi lujuuskriteeri erimuotoisille koekappaleille. Kriteeri perustuu modifioidun Griffithin kriteerin käyttöön yksiakksiaalisessa ja kolmiakksiaalisessa jännityskentässä.

Tekniikan lisensiaatit:

Eriksson, Raimo: "Raakauraudan rikinpoistotekniikka ja sen kehittämismahdollisuudet eräässä terästehtaassa".

Jaakkola, Juhani: "Sekundäärinen grafiitin erkautumisen ja sen vaikutukset mekaanisiin ominaisuuksiin pallografiitti- eli SG-valuraudan norrutuksessa".

Levonmaa, Raimo: "Ferriittisen teräksen kaksostumisen matalissa lämpötiloissa".

Tikkamäki, Seppo: "Päästön vaikutus 9% Ni-teräksen sitkeyteen ja rakenteeseen".

Veistaro, Martti: "SEM ja EDA sekä niiden käytöstä metallurgisessa tutkimuksessa".

Vuolio, Raimo: "Varovainen räjäytys asutuskeskuksissa".

Diplomi-insinöörit:

Eerola, Heikki: "Tutkimus kuparisulfidin vuorovaikutuksesta kromimagnesiittitiilen kanssa".

Työssä, joka kuuluu laajaan kuparikonvertterin vuorauksen kulumista käsittelevään projektiin, tutkittiin kostutuskokein kuparisulfidin vuorovaikutusta kromimagnesiittitiilen kanssa argon- ja SO₂-atmosfääreissä lämpötiloissa 1200...1400°C.

Mikroskooppitarkasteluiden avulla sekä seuraamalla pisaran tilavuuden muutosta havaittiin, ettei kuparisulfidi tunkeudu kovin paljon tiileen. Mikrosondianalyseissä ilmeni, että kuparisulfidi oli luottanut tiilirakenteesta itseensä rautaa.

Eerola, o.s. Pelkonen, Minna Liisa: "Cu-Bi-S -systeemin liuostasapaino liukoisuusaukon alueella".

Cu-Bi-S -systeemin liuostasapaino liukoisuusaukon alueella tutkittiin seisovassa H₂/H₂S -atmosfäärissä lämpötiloissa 1165, 1210, 1261 ja 1311 °C vismuttipitoisuuden ollessa 0...6 p-^o/o Bi. Koetuloksista määrättiin liukoisuusaukon rajat ja laskettiin vismutin jakaantumiskerroin, systeemin rikkipotentiali sekä kuparin ja vismutin aktiivisuudet.

Liukoisuusaukko kapenee lämpötilan kasvaessa ja samalla vismutin jakaantumiskerroin pienenee. Kuparin aktiivisuudella on negatiivinen poikkeama Raoultin laista ja vismutin aktiivisuudella suuri positiivinen poikkeama Henryn laista.

Eskeinen, Eelis: "Lujuudeltaan heikkojen malmien louhinta".

Kokeneiden insinöörien vaikuttaminen työn syntyyn on taannut osaltaan käytännölläisyyden 103 kirjallisuuslähteen työssä. Työn alkuosa (58 s.) soveltuu kaikkiin louhintatehtäviin. Loppuosassa käsitellään yli 10 louhintamenetelmää.

Forsén, Per Johan: "Olika metoder att regenerera kromitsand, som änvänts vid gjutning av gjutjärn".

I detta arbete undersöktes olika regenereringsmetoder för kromitsand, som var bunden med följande bindemedelstyper; bentonit, vattenglas, källhårdande furanharts och varmhårdande fenolharts. Dessa sandtyper behandlades genom våtrensning (tvättning och skrubbing) och torrensning (skrubbing).

Den regenererade kromitsandens fysikaliska, kemiska och mikroskopiska egenskaper undersöktes för att kunna se om sanden uppfyllde de krav, som man ställt på den.

Av analysresultaten kunde konstateras, att endast våtskrubbingmetoden gav samma eller bättre egenskaper än hos ny sand. De övriga regenereringsmetoderna verkade vara alltför ineffektiva.

Grönblom, Jukka: "Neljän niukkahiilisen rakenmeteräksen S-käyrien konstruointi".

Jatkuvan jäähtymisen S-käyrät määrättiin dilatometrillä kukin 6...8:n jäähtytyksen perusteella. Sen jälkeen koekappaleista mitattiin kovuudet sekä tarkasteltiin syntyneitä rakenteita. Kuumennusnopeutena käytettiin 2°C/min. Austenitointilämpötila vaihteli eri teräksille 950...1100°C. Terästen karkenevuutta tutkittiin jominykoella. Yhdelle teräksistä suoritettiin ylimääräinen dilatometrikoee kuumennusnopeudella 10°C/min.

Vanadiinilla ja niobilla seostettujen terästen A_{C3}-lämpötiloille saatiin huomattavasti korkeammat arvot kuin koostumuksen perusteella arvioitiin ja kirjallisuudessa yleensä on esitetty. Kuumennusnopeudella 10°C/min. erot olivat selvästi pienemmät.

Haapala, Matti: "Kiinteän ja jauheisen volframidioksidin vetypelkistykseen kinetiikasta ja morfologiasta".

Kuumapuristettua ja jauheista volframidioksidia pelkistettiin isotermissesti lämpötilavälillä 1073...1273 K (800...1000 °C) kuivalla 50% H₂-N₂ -kaasuseoksella.

Puhtaan ja ns. NS-seostetun (K-Al-Si -seostus) WO₂:n kuumapuristus suoritettiin lämpötilassa 1473 K (1200 °C) käyttäen vakuuatiomosfääriä.

Morfologiaa seurattiin pelkistykseen edetessä keskeyttämällä kuumapuristettujen näytteiden pelkistystä reaktioasteille 10% ja 20%. Lisäksi tutkittiin metallin syntymiseen liittyviä morfologisia muutoksia näytteiden pinnalla pelkistymisen alkuvaiheissa reaktioasteilla 0,1...4,0 %.

Hiltunen (o.s. Kuronen), Hilkka: "Vismutin vaikutus sulan kuparin happiaktiivisuuteen määrättyinä smv-menetelmällä".

Holopainen, Hannu: "Kuparikonvertterin kuonan ja kromimagnesiittivuorauksen vuorovaikutus".

Kirjallisuuden avulla perehdyttiin konvertoinnissa käytettyjen Fe-O-SiO₂-sulien viskositeetteihin, pintajännityksiin ja tasapainohapenpaineisiin sekä tarkasteltiin MgO-perustaisten tiilien liukenemistä kuonaan tasapainopiiirrosten avulla.

Kokeellisessa osassa tarkasteltiin kaupallisten kromimagnesiittitiilien liukenemistä rautasilikaattisulaan vaihtelevissa CO₂/H₂-atmosfääreissä ja lämpötiloissa kahdella koeajalla. Liukenemisvyöhykkeitä tutkittiin mikroskooppilla ja röntgenmikroanalysaattorilla. Kuonaan liuennut MgO analysoitiin kemiallisesti.

Tiilen liukeneminen riippui ratkaisevasti koeajasta ja lämpötilasta. Kuonasulan viskositeetin ja tiilen kuonautumisen välille saatiin tyydyttävä riippuvuusuhde.

Häggman, Bernd: "Undersökning av reaktionsmekanismerna vid reaktion mellan kaliumkarbonat och syntetiska material ur systemet Al₂O₃ - SiO₂".

I masugnen utgör alkaliföreningar ett stort problem genom att bl.a. angripa infodringen. I detta diplomarbete undersöktes reaktionsmekanismerna vid alkaliattack på provmaterial ur systemet Al₂O₃ - SiO₂, de vanligaste infodringsmaterialen i masugnsschaktet. Proven utfördes med K₂CO₃ och analyserades med mikrosond- och röntgenanalys.

Koistinen, Esko: "Faktorianalyysi Kotalahden nikkeli-vyöhykkeen esiintymämallin kehittämisessä".

Työn tarkoitus oli soveltaa faktorianalyysiä geologisen tutkimuslaitoksen malmitedoston monimuuttujasysteemiin tavoitteena malmikriittisten parametrien tunnistaminen. Työssä käytettiin sekä R- että Q-menetelmää. Kohdealueena oli Kotalahden nikkeli-vyöhyke. Tilastollista vertailua varten kerättiin lisäksi tietoja emäksis-ultraemäksisistä intruusioista, jotka eivät tietävästi sisällä malmimineralisaatiota. Työssä analysoitiin esiintymien kemiallista karakteristiikkaa sekä lähiympäristön ja kaukoympäristön kilvilajisisältöä. Myös faktorianalyysin teoriaa ja tulkintaa selvitetään.

Korpinen, Tapio: "Unipolaarikoneen nestemetalliliukurien korroosioikysymykset".

Pyrittäessä parantamaan virransiirtoa unipolaarikoneen roottorin ja staattorin välillä on huomio kiinnitnyt nestemetallin käytön tarjoamiin mahdollisuuksiin. Eutek-tinen gallium-indium nestemetalliseos on virransiirto-ominaisuuksiensa puolesta todettu käyttökelpoiseksi nestemetalliksi. Tässä muodostuu ongelmaksi johdintmateriaalien heikko kesto nestemetallin kanssa kontaktiin joutuessaan. Tässä työssä tarkastellaan kirjallisuuteen perustuen, mitä mahdollisuuksia eri metallit tarjoavat johdintmateriaalina tai sen pinnoitteena.

Laukkanen, Pekka: "Murtumissitkeys, pop-in ja niiden merkitys niukkaseosteilla valetuilla nuorrutusteräksillä".

Työssä on selvitetty murtumismekaniikan fysikaalisia perusteita sekä valuteräksille ominaisia murtumistapoja. Murtumissitkeyden mittausten menetelmiä ja käyttöä on tutkittu viidellä erilaisella valetulla nuorrutusteräksellä. Terästen välinen sitkeysvertailu on suoritettu kriittistä jännitysintensiiteetikijää tasomuodonmuutostilassa (K_{IC}, K_{ID}), särön kriittistä avaumaa (δ_c) sekä J-integraalia (J_{IC}) käyttäen. Koska edellä mainitut murtumismekaaniset suureet eivät ole yksiselitteisiä, sitkeysvertailuun on myös käytetty kriittistä särökokoja.

Lindberg, Erkki: "Tutkimus ferrosulfaatin käytöstä merivesilämmönvaihdinten korroosionestoon".

Majander, Harri: "Ionipommitus ja sen käyttö eräiden materiaalien läpivalaisunäytteiden valmistuksessa".

Työssä tutkittiin ionipommituksen soveltuvuutta läpivalaisunäytteiden valmistukseen, kun materiaaleina olivat niukka- ja keskihiilinen teräs sekä valkoinen valurauta. Koetuloksia verrattiin vastaaviin sähkökemiallisesti ohennettuihin näytteisiin. Pari erillistä koetta suoritettiin myös harmaalla valuraudalla. Lisäksi tutkittiin ioniohennuksessa käytettyjen ohennusparametrien vaikutusta ohennustuloksiin ja pyrittiin löytämään niille optimiarvot.

Meriluoto, Teppo: "Selektiv brytning av kalksten vid Pargas gruva".

Työssä käsitellään avolouhoskäyttöön suunnitellun jatkuvatoinen porauspölynäytteenottimen kehittämistä ja sen soveltamista selektiiviseen louhintaan Paraisten kaivoksella. Näytteenotinta on koekäytetty tuotantoporauksessa kalkkikivien kemiallisen koostumuksen määrittämiseksi eri louhintakohteissa. Laitetta käytetään porausvauvojen polyymeroitimien yhteydessä ja sen tuottama näyte on määrältään n. 4% porauksessa syntyvästä kiviäpölystä. Näytteiden analyysitiedot käsitellään ATK:lla louhinnan ohjaamiseksi sementin valmistusta silmällä pitäen.

Nyholm, Markus: "Hydraulinen nosto ja liejun käsittely".

Työn ensimmäisessä osassa selvitetään hydraulisen malminnoston nykytilaa ja laitteistoa.

Tyydyttävän syöttölaitteen tekniset hankaluudet ovat rajoittaneet hydraulisen noston yleistymistä kaivoksilla. Tästä syystä syöttölaitteiden esittelyllä on hyvin keskeinen asema tutkimuksessa.

Hydraulista nostoa voidaan soveltaa hienon ja kankean materiaalin nostoon eli liejun poistoon ja malminnostoon kaivoksesta.

Työn jälkimmäinen osa käsittelee käytännön sovellutuksia liejun käsittelystä Outokummun kaivoksilla.

Pesonen, Raimo: "Lujat kylmävalssatut muovattavat ohutlevyt".

Työssä tutkittiin neljän eri tavalla seostetun lujaohutlevyn valmistusparametrien, lähinnä kelaus- ja rekristalisaatiohehkuslämpötilan, vaikutusta lujuuteen ja muovattavuuteen. Teräksille määritettiin myötö- ja murtolujuudet, murtovenymät, tasavenymät, Erichseninluvut sekä \bar{r} - ja Δr -arvot. Jokaisesta teräslaadusta tehtiin yksi rajamuovattavuuspiirros.

Liuoslujitettujen terästen (1.6% Mn; 1.7% Mn-0.5% Si) myötölujuuksien todettiin kasvavan ja \bar{r} -arvojen pienevän kelauslämpötilan kohotessa. Myötölujuudet vaihtelivat välillä 250...340 N/mm² teräksestä ja käsittelystä riippuen, mutta tasavenymät pysyivät melko vakiona ($\bar{n} = 0.20 \dots 0.22$).

Tutkittujen mikroseostettujen terästen (1.2% Mn-0.04% Nb; 1.2% Mn-0.13% V) myötö- ja murtolujuudet laskevat ja tasavenymä parani hehkuslämpötilaa nostettaessa. Myötölujuudet olivat välillä 310...330 N/mm² (hehkuslämpötila 700 °C) ja 390...410 N/mm² (640 °C). Mikroseostettujen levyterästen \bar{r} -arvojen todettiin olevan teräksen lujustasosta tai käsittelystä riippumatta melko alhaisia ($\bar{r} = 0.9 \dots 1.2$).

Pietinalho, Jussi (ent. Salonen): "Tutkimus FeO:n pelkistymisestä kiinteällä hiilellä CaO-SiO₂-Al₂O₃-FeO -sulasta".

Työssä tutkittiin lämpötilan ja ferri-ferro-jakautuman vaikutusta sulan CaO-SiO₂-Al₂O₃-FeO -kuonan ja kiinteän grafiitin välisen pelkistysreaktion nopeuteen. Reaktion nopeutta seurattiin mittamalla grafiittiupokkaan ja siihen panostetun kuonan yhteistä painonmuutosta ajan funktiona termovaa'alla. Reaktiossa syntyvän kaasun CO- ja CO₂-pitoisuudet mitattiin kaasukromatografilla määrävälein otetuista kaasunäytteistä.

Pöllä, Jukka: "Materiaalin virtausta ja stabiiliteettia kontrolloivat parametrit".

Rantala, Pertti: "Laboratoriovaahdotuskoneiden vertailu".

Rinne, Markku: "Magnesiumoksidin vaikutus kaliumoksidin aktiivisuuteen Al₂O₃-CaO-MgO-SiO₂-kuonissa".

Sillanpää, Ullamaja: "Hiilen syntyminen rautajauheeseen CO:n hajoamisreaktiossa".

Kirjallisuuden avulla selvitettiin hiilen muodostumista rautakatalyyteille CO:n hajoantuessa eri olosuhteissa.

Kokeellisesti tutkittiin hiilen muodostumista Höganäs AB:n rautapulveriin NC 100-24 seuraamalla näytepainon muutoksia termovaa'an avulla sekä reaktiossa muodostuvaa CO₂-määrää massaspektrometrilla. Lähinnä selvitettiin raudan happipitoisuuden sekä koelämpötilan vaikutusta hiilen syntyymiseen.

Sirvio, Eero: "Suljetun kierron kryostaatin soveltaminen vetokokeeseen ja lyhyt koeohjelma 9% Ni-teräksellä".

Tukiainen, Matti: "Sähkömagneettisen sekoituksen vaikutus jatkuvavaletun teräksen rakenteeseen ja ominaisuuksiin".

Diplomityössä tutkittiin sähkömagneettisen sekoituksen vaikutusta jähmettymisvaiheessa jatkuvavaletun teräksen rakenteeseen ja ominaisuuksiin. Tavoitteena oli pienentää tankovaletun ϕ 100 mm teelmän keskustan suotautumaa ja keskilinjahuokoisuutta. Tähän pyrittiin lisäämällä sekoituksella tasa-akksiaalisen rakenteen osuutta jähmettyvän tangon makrorakenteessa. Tulosten tarkastelussa kiinnitettiin päähuomio jähmettymisrakenteen paranemiseen, keskilinjauokoisuuden ja suotautuman vähenemiseen. Lisäksi tutkittiin lopputuotteiden mekaanisissa ominaisuuksissa havaittavia muutoksia.

Tuovinen, Pertti: "Hiilimonoksidin katalyyttinen hapettaminen lantaanikobolttiaatilla".

Työssä tutkittiin LaCoO₃:n katalyyttistä tehokkuutta CO:n hapettamisessa lämpötila-alueella 100-300°C. Katalyyttien Co/La-suhdetta vaihdeltiin valmistusteknisin keinoin alueella 0.92-1.06. Hehkutusatmosfääriin happipitoisuutta säätämällä pyrittiin aikaansaamaan katalyytteihin happivakansseja. Kokeissa saavutettujen tulosten mukaan on todennäköistä, että pitkäaikainen hehkutus työssä parantaa LaCoO₃:n katalyyttisiä ominaisuuksia. Koetta häiritsevät saostusvaiheessa mukaan tullut Na sekä katalyyttien erilaiset kokonaispinta-alat.

Valkeila, Timo: "Slingrammenetelmän tietokonetulkinnan kehittäminen".

Työssä on tutkittu slingramanomalioiden laskualgoritmin muodostamista mallikäyrien pohjalta. Aluksi sovitettiin digitalisoituihin mallikäyriin regressiomalli, jolla anomaliat saadaan lasketuiksi. Tarkempaan tulokseen päästiin sijoittamalla mallikäyrät datapankkitiedostoon, josta halutut anomaliat saadaan interpoloimalla tietokoneohjelmalla. Tämä ohjelma muodostaa halutun algoritmin ja se asetettiin hyperparabelisovituksen perustuvan optimointiohjelman yhteyteen. Tällöin toteutettiin automaattinen slingramtulkinta.

Westerlund, Kurt: "Beräkning av alternativa investerings- och driftskostnader för ett kopparsmältverk med hjälp av ADB".

I detta arbete har ett ADB-system utarbetats med vars hjälp man snabbt kan bestämma investerings- och driftskostnader för olika processkombinationer av ett kopparsmältverk. Systemet fordrar främst information från material- och energibalanserna för de olika enhetsoperationerna inom smältverket.

korviin kohdistuvan melun ja kuulon suojelun kannalta on merkittävämpi kuin mitä pelkästä A-äänitason alenemisestä (7 dB) olisi arvioitavissa.

18 dB tason aleneminen merkitsee äänienergian alenemista lähes 1/10-osaan. Tulos on erittäin selvästi havaittavissa porauspaikalla kuulonsuojaimia käytettäessä. 50 ja mahdollisesti myös 100 hertsin taajuudella esiintyvä voimakas ilmaääni tuntuu koko kehoon kohdistuvana "ilmätärinä", jonka todettiin hävinneen, kun sykloni oli käytössä.

Syklonin käyttönotolla on saavutettu moneen haittatekijään vaikuttava parannus poraustyössä. Melun vaimennus tuli tässä tapauksessa sivutuotteena. Samalla porareitten kokema tärinäaistimus pieneni. Hoitosillasta mitatut tärinän kiihtyvyydet olivat kaikissa käyttötilanteissa arvostelustandardiin verrattuna pieniä. Syklonin vaikutuksesta myös näkyvyys porattaessa parani. Tapauksissa, joissa porauspaikalla on irtoavaa pölyä, porakoneiden pakoilman johtaminen porausvaunun taakse vähentää myös pölyn leviämistä.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Savich M., Wylie J. Noise attenuation in rock drills. *Canadian Mining Journal*, 96, (1975) 39...44.
2. Richard Roger A. Total environmental control on drill jumbos. *Canadian Mining Journal*, 96, (1975) 54...55.
3. Guide for the evaluation at human exposure to whole-body vibration, International Standard ISO 2631, Switzerland 1974.
4. Turvallisuusmääräykset n:o 1, koneet, välineet ja muut teknilliset laitteet (yleiset koneohjeet), työsuojeluhallitus, Tampere 1976.
5. Beranek, Leo L. Noise and vibration control. McGraw-Hill, 1971.

SUMMARY

OIL MIST SEPARATOR CYCLONE AS A NOISE DAMPER IN A DRILLING JUMBO

Operator exposure to noise and vibration was studied during drifting with a three-boom drilling jumbo (Tamrock-Paramatic). Noise and vibration samples were recorded on a magnetic tape recorder and analyzed in the laboratory in 1/3 octave bands. Exhaust air from the hammers was led through a cyclone for the removal of oil mist. Use of the cyclone reduced the total noise level from 115 dB to 108 (A-weighting). According to the noise spectrum analysis the reduction was cyclic. Reduction maxima (14...18dB) occurred in the 1/3 octave bands at 50, 100, 200 and 400 Hz. It was also found that subjects did not subjectively experience whole-body vibration caused by the high intensive, low-frequency noise components at 50 and 100 Hz. This finding is also very important for hearing conservation, because ear protectors must also be used and they are ineffective against these low-frequency components.

Vibration of the working platform, isolated with hydraulic foots, was measured and analyzed according to ISO standard 2631. The vibration values were far below the reduced comfort and fatigue-decreased proficiency boundaries of the standard. Only when the platform was not isolated was the vertical vibration component of the order of the reduced comfort boundary proposed for continuous 8 h exposure.

Use of the cyclone drilling jumbos has reduced several harmful environmental factors. The noise level is reduced significantly, and the sense of vibration of the operators has disappeared. Oil mist is removed, visibility in the drift is good, and dust concentration is reduced in some cases, too.

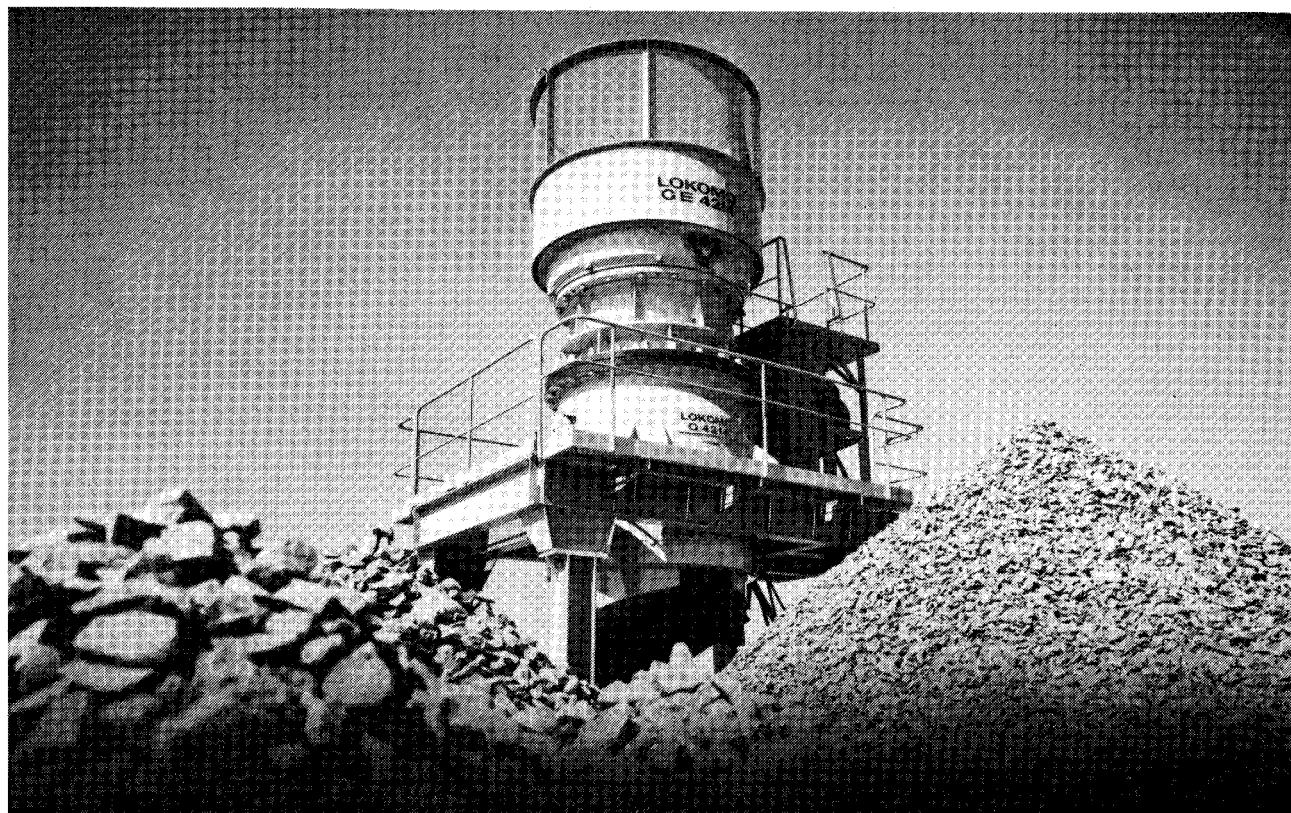
KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Hänninen, H. E., Ruostumattonien terästen ja nikkeli-valtaisten seosten jännityskorroosio ydinvoimalaitosolosuhteissa. VTT:n reaktorimateriaaliryhmä, tiedonanto 73, 1977.
2. Hänninen, H. E., Katsaus ruostumattonien terästen ja nikkeli-valtaisten seosten ydinvoimalaitoksissa esiintyvän jännityskorroosion tutkimusmenetelmiin, VTT:n reaktorimateriaaliryhmä, tiedonanto 74, 1977.
3. Hänninen, H. E., The Importance of Metallurgical Variables in Environment Sensitive Fracture of Austenitic Alloys, VTT:n metallilaboratorio, tiedonanto 21, 1978.
4. Hänninen, H. E., Korroosiokustannukset prosessija ydinvoimalaitosteollisuudessa, VTT:n metallilaboratorio, tiedonanto 22, 1978.
5. Stevens-Guille, P. D., Steam Generator Tube Failures: A World Survey of Water-Cooled Nuclear Power Reactors to the End of 1971. Atomic Energy of Canada Limited Report, AECL-4449, 1973.
6. Stevens-Guille, P. D., and Hare, M. G., Steam Generator Tube Failures: World Experience in Water-Cooled Nuclear Power Reactors in 1973, Atomic Energy of Canada Limited Report, AECL-5013, 1975.
7. Hare, M. G., Nuclear Safety 18, 3 (1977) 355—364
8. Tatone, O. S., and Pathania, R. S., Steam Generator Tube Failures: Experience with Water-Cooled Nuclear Power Reactors in 1976. Atomic Energy of Canada Limited Report, AECL-6095, 1978.
9. Basin, S. L. and Burns, E. T., Characteristics of Pipe System Failures in Light Water Reactors. EPRI NP-348, 1977.
10. Cheng, C. F., Journal of Nuclear Materials 56 (1975) 11—33.
11. Smith, R. E., Metal Progress 112, 2 (1977) 42—48.
12. Bush, S. H., Journal of Testing and Evaluation, JTEVA 2, 6 (1974) 435—462.
13. Bush, S. H., Stress Corrosion Cracking Problems in Primary Pressure Systems. Palo Alto-California, United States of America, 29—31 March 1976.
14. Clarke, W. L., Romero, V. M. and Danko, J. C., Detection of Sensitization in Stainless Steel Using Electrochemical Techniques, GEAP-21382, NRC-5, U. S. Nuclear Regulatory Commission, August 1976.
15. Zebroski, E. L., Proc. of the American Power Conference 38 (1976) 184—204.
16. Smith, R. E., Nucleonics Week, 18, 22 (1977), June 2.
17. Östberg, G., Bättre Materialteknologi för Svensk Kärnenergi. Styrelsen för teknisk utveckling, Stockholm, 1976.
18. Levenson, M., EPRI Journal 4 (1976) 51—56.
19. Stahlkopf, K. E., Smith, R. E. and Marston, T. U., Nuclear Engineering and Design 46 (1978) 65—79.

SUMMARY

STRESS CORROSION PROBLEMS IN NUCLEAR POWER PLANTS

In the pressurized water reactors especially most steam generator tube failures have been caused by corrosion (e.g. stress corrosion cracking, phosphate wastage, denting) in regions of poor flow. The intergranular stress corrosion cracking of AISI 304 type stainless steel pipes has been the most common corrosion incident in the boiling water reactors. This intergranular stress corrosion cracking normally occurs in sensitized materials which are highly stressed and exposed to high temperature water containing ≥ 0.2 ppm dissolved oxygen. In no instance has stress corrosion led to a major release of activity to the environment — corrosion has always been detected before large leaks or cracks have developed. However, the economic consequences of stress corrosion cracking have been significant. The research and testing of these corrosion phenomena should always be done in real environments, which is also expensive.



LOKOMO murskauskalusto

Suomalainen graniitti on maailman kovimpia kivilajeja. Ja Lokomon murskauskalusteet on suunniteltu tätä silmällä pitäen. Se merkitsee sitä, että kun pistät Lokomo-koneet töihin, missä sitten oletkin ja mitä sitten haluatkin murskata — sinulla on erittäin luotettavat, kestävät ja tehokkaat laitteet käytössäsi.

Lokomo tarjoaa sinulle syöttimiä, kiertomurskaimia, karamurskaimia, seuloja ja siirrettäviä laitoksia.

Ota yhteyttä meihin niin saat kiinnostavia lisätietoja. Lokomon laitteilla saat pieneksi millaisen kivenjätkälleen tahansa.

RAUMA-REPOLA OY

Lokomon tehtaat

PL 306
33101 Tampere 10
Puh. 931-33100
Telex 22133 RRLok SF

SKEGA KULUTUSKUMI

- kestää ja alentaa melua
- myllynvuoraukset
- seulatasot
- kulutuselementit

OY SKEGA AB

INCENTIVE-YHTYMÄ

Haapaniemenk. 34 B 16
70100 Kuopio 10
puh. 971-123 111
telex 42-157

JERNKONTORETS ANNALER VUORIMIEHILLE

Ruotsalainen **JERNKONTORETS ANNALER** muutti muotoaan vuoden 1977 alusta. Lehti jaettiin kahteen painokseen, A ja B.

A-painos, den nya **JKA MED BERGSMANNEN**, ilmestyy vuonna 1979 6 kertaa A4-koossa pohjoismaisen vuoriteollisuuden ammattilehtenä. Raudanjalostuksen lisäksi aihepiiri kattaa muun metalliteollisuuden sekä kaivostoiminnan.

Tullakseen tutummaksi myös suomalaisille vuoriteollisuuden parissa työskenteleville JkA tarjoaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenille tilausmahdollisuuden vuodeksi 1979 erikoishintaan 20 Mk. Normaali tilaushinta on 75 Skr. Tilauksen voi helpoimmin tehdä tämän lehden yhteydessä Vuorimiesyhdistyksen jäsenille lähetetyllä postisiirtokortilla.

Vuoriteollisuuden suurhankkija

Algol ja vuoriteollisuus. Yhteistyöllä on jo vuosikymmenien perinteet. Sen kokemuksen pohjalta me tänäänkin toimimme.

Edustamme tehtaita, joiden tuotteisiin on totuttu luottamaan Suomessa ja Suomen ulkopuolella: Lurgi, Demag ja Didier.

Tarjoamme ratkaisuja, joiden taustana on perusteellinen tekninen tieto, laaja tuotevalikoima ja pyrkimys paneutua asiaan perinpohjaisesti.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessitekniikan alueille. Mielessänne voi olla projektin suunnittelu, laite-tarve tai kysymys vailla vastausta. Olemme käytettävissänne joka tapauksessa.

Algol ja vuoriteollisuus on tuotevalikoimaa. Kuten esimerkiksi:

- kaivoshissejä
- hihnakuivattimia
- mobiilinostureita
- koneistoja pasutukseen, malmien sintraukseen, sintterin jäähdyttämiseen
- tyhjiökuivausrumpuja
- uraanimalmin käsittelykoneistoja
- tulenkestäviä keraamisia aineita uunien vuoraukseen
- sähkösuodattimia

ALGOL

Eteläranta 8, 00130 Helsinki 13

Puhelin 90 - 12 631 Telex 12-1430 algol sf



Suomalainen teräsmies. Tunnettu ulkomailla. Entä Suomessa?

Suomessa on monta kansainvälisesti ottaen huippuluokan teräksen asiantuntijaa. Kaikkialla maailmassa he ovat yhtä kova sana kuin OVAKO-erikoisteräs. Siihen luottavat suuret autotehtaat.

Miksi et sitten Sinä, joka saat laadun lisäksi monia muitakin etuja?



OVAKO

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

Onko Teidän kuljetuskalustonne vakavasti otettava?

Kun Te kilpailette urakoista, kiinnittää urakanantaja autoonne yhtä paljon huomiota kuin Teidän tarjoukseenne. KOCKUMS maansiirtoauto voi olla Teidän ratkaiseva valttinne.



Kockums huolehtii omistaan.

Kun hankitte KOCKUMS-maansiirtoauton, hankitte samalla varmuuden tehokkaasta huollosta. Kahdeksalla paikkakunnalla on huoltopiste, josta lähtee äkkiä paljon pystyvä huoltomies luoksenne työmaalle. Ja suuremmat huoltotoimet tapahtuvat tehokkaasti KOCKUMS-huoltokorjaamoissa. Mielestämme koneitten pitää olla töissä. Silloin ne kannattavat.



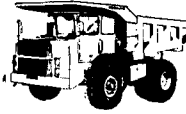
412
16 tn
11 m³ SAE 1:2
173 hv SAE
30 km/h



412 T (kaivosmalli)
16 tn
11 m³ SAE 1:2
173 hv SAE
30 km/h



425
22,5 tn
15 m³ SAE 1:2
285 hv SAE
56 km/h



435
35 tn
21,5 m³ SAE 1:2
456 hv SAE
59 km/h



442
32 tn
20,6 m³ SAE 1:2
365 hv SAE
65 km/h



445
40 tn
26,5 m³ SAE 1:2
510 hv SAE
72 km/h

kantavuus
kuormatilavuus
teho
nopeus

Ottakaa yhtey. Keskustellaan vakavasti maansiirron kannattavuudesta.

MYNTI: Vantaa, Jyväskylä, Oulu

HUOLTO: Helsinki, Tampere, Kouvola, Jyväskylä, Kuopio,
Joensuu, Kajaani, Oulu

 **KOCKUMS**
OY Kockums Industri AB

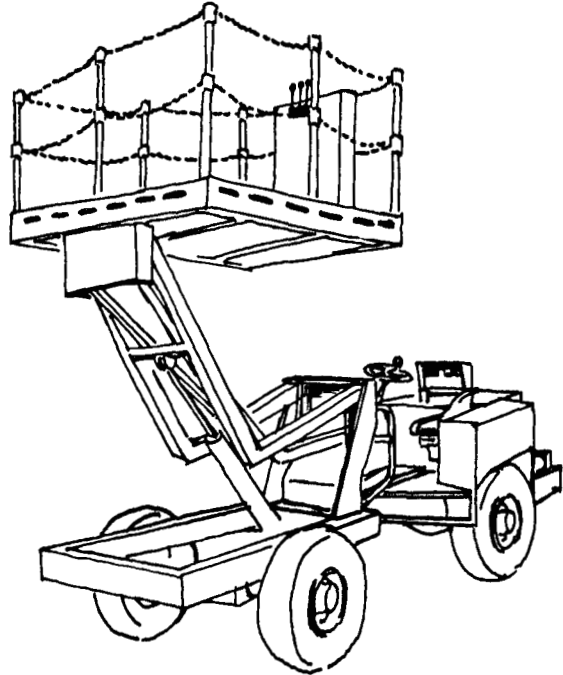
Vantaa Veromiehen teollisuusalue
PL 814, 00101 HELSINKI 10 Puh. 90-826 355

MONIKÄYTTÖISET NORMET – KAIVOSAJONEUVOT

PK 1000

PK 3000

PK 5000



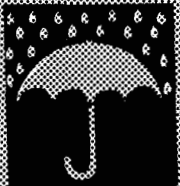
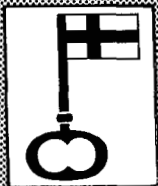
normet



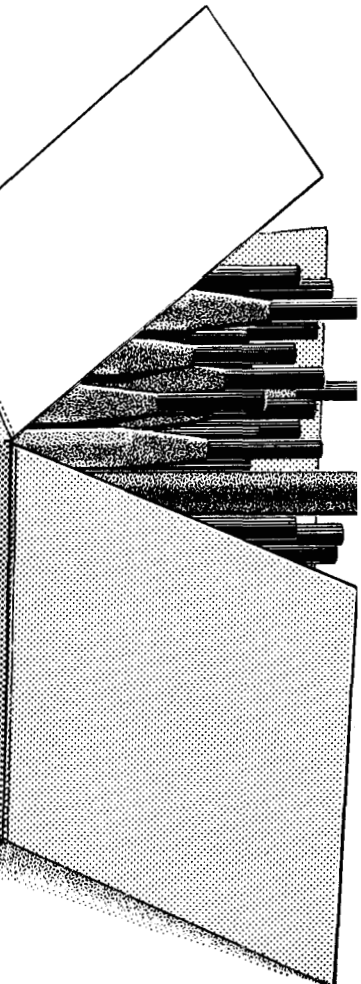
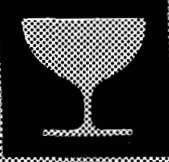
ORION-YHTYMÄ OY

normet

74510 PELTOSALMI, FINLAND



OK



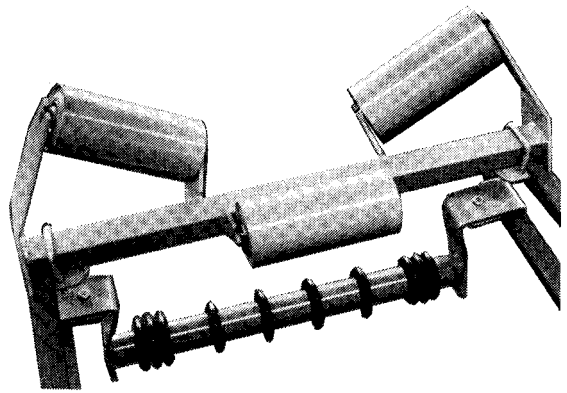
KOPOLTA KULJETINRULLAT

TUOTANTO-OHJELMAAMME KUULUU MONIPUOLINEN VALIKOIMA
RULLIA JA RULLASTOJA.

TARVITTAESSA MYÖS STANDARDISTA POIKKEAVIA KOKOJA.

KOPO-RULLILLE ON OMINAISTA:

- perusteellisesti tutkittu ja vaikeissa olosuhteissa kokeiltu laakereita suojaava tiivistys
- pitkä käyttöikä
- suuri kuormitettavuus
- tasainen pyöriminen
- pieni pyörintävastus



VALMISTAMME MYÖS VETO- JA TAITTORUMPUJA SEKÄ MUITA KULJETINELEMENTTEJÄ.

KOPO

Valmistus ja myynti: KONE-POHJA OY

90530 OULU 53

Lippitie 1

Puh. 981 - 346 611

33900 TAMPERE 90

Härmälänkatu 6-8

Puh. 931 - 652 112

Ainoa suomalainen hitsauspuikkojen valmistaja = ESAB.

OK

Ja Esabin puikot ovat OK.

Vain Esab tekee Suomessa hitsauspuikkoja. Näiden hitsauspuikkojen laatuun luotetaan. Myös ulkomailla — liikimain puolet tuotannosta menee vientiin kovan kilpailun markkinoille.

Esabin tuotevalikoima kattaa kaikki hitsaustarpeet. Tuotantoon kuuluvat myös seostamattomat jauhekaarihitsauslangat sekä CO²-hitsauslangat.

Korkea laatu, täysi valikoima, palveluvalmius ja suomalaisuus: siinä on painavat syyt käyttää OK-hitsauspuikkoja ja -lankoja.

Kun hitsaat — **ESAB**



Oy ESAB, Kutomontie 13, 00380 HELSINKI 38. Puh. 90-556 411.

WAGNER



KAIVOSKONEET

TARJOAVAT KÄYTTÖÖNNE MAAILMANLAAJUISEN KOKEMUKSEN
TULOKSET JOUSTAVASTI JA EDULLISIMMIN. MYÖS JÄLKIHUOLTO
MUKAANLUKIEN

Maahantuoja:



OY HANS PALSBO AB

Pulttite 20
00810 HELSINKI 81
Puh. 782 100
Telex 12-434

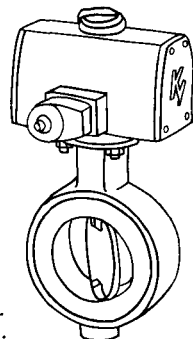
KEYSTONE 9-R läppäventtiili hioville aineille

Kumilla vuorattu Keystone 9-R on kehitetty hiovien aineiden siirtoon. Lyhyen rakennepituuksiensa johdosta se säästää tilaa. Läppäventtiilinä sitä voidaan käyttää sekä säätö- että sulkuventtiilinä ja voidaan asentaa virtaukseen nähden kumminpäin tahansa. Virtausominaisuudet ovat hyvät, painehäviöt erittäin pienet. Asentaminen on helppoa. Erillisiä laipatiivisteitä ei tarvita ja huollontarve on vähäinen.
Koot: 50—300 mm.



... ja käyttölaitteena KEYSTONE 790

Keystone 790 on pneumaattinen käyttölaitte, jonka avautumiskulma on 90°. Maksimipaineet 9 bar. Asennus suoraan venttiiliin. Lisäksi venttiili voidaan varustaa sähkö- tai ruuvikäytöllä.



Kysy lisää asiantuntijoiltamme.

TECALEMIT

Henry Fordin katu 5, 00150 Helsinki 15,
puh. 90-13 655

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

Lehden painatuskustannusten pienentämiseksi ja ulkoasun yhtenäistämiseksi kirjoittaja pyydetään noudattamaan seuraavia ohjeita.

Käsikirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkia 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukoineen ja kirjallisuusviitteineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten.

Pääotsikot ja **alaotsikot** erotetaan toisistaan selkeästi.

Kuvat ja taulukot numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit sekä näiden **englanninkieliset käännökset** kirjoitetaan erilliselle arkille. Kuvien olisi mahdollista yhden palstan leveydelle (85 mm), mutta ne on pilrrettävä vähintään kaksinkertaiseen kokoon ottaen viivapaksuuksia ja kirjainkokoja valitessa huomioon pienennyksen vaikutus. Kuvia ei varusteta kehysviivoin. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen.

Kaavat ja yhtälöt on kirjoitettava selvästi ja yksinkertaiseen muotoon, mahdollisuuksien mukaan välttäen ala- ja yläindeksien, erikokoisten merkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä SI-yksiköitä.

Kirjallisuusviitteet numeroidaan jatkuvasti / / sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

1. Järvinen, A., Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 34 (1976) 35—39.
2. Kirchberg, H., Aufbereitung bergbaulicher Rohstoffe, Bd 1. Verlag Gronau, Jena 1953.

Jokaiselle artikkelille on ilmoitettava **englanninkielinen nimi**, sekä laadittava kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto — **summary** — pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivää.

Syksyllä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle syyskuun loppuun mennessä, kevätnumeroon tarkoitetut helmikuun loppuun mennessä.

Eripainoksia toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella.

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

Airam/Kometa	Outokumpu
Algol	Ovako
Enso	Hans Palsbo
Esab	Rautaruukki
Georg Fischer Oy	Skega
Kemira/Vihtavuori	Suomen Malmi
Knorring	Tallberg/Atlas Copco
Kockums	Tallberg/Vuorikoneet
Kone Engineering/Roxon	Tampella-Tamrock
Kone-Pohja	Tecalemit
Lohja Oy	Tulenkestävät Tiilet
Lokomo	Witraktor
Machinery	Vitrifer
Normet/Orion	Wärtsilä

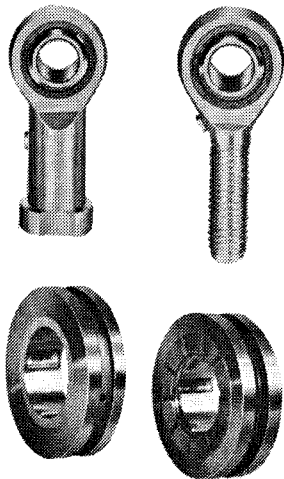
Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen ry:n tutkimus- ja julkaisut

Tutkimus- seloste n:o		hinta	
1	"Kulutusta kestävä materiaali"	loppunut	
2	"Malmiteknillinen näytteenotto"	"	
3	"Jatkotankoporaus"	"	
4	"Öljypolttimet"	11,50	
5	"Maakairaus ja pliktaus"	11,50	
6	"Putket ja rännit"	11,50	
7	"Jatkotankoporaus- sovellutus louhintaan"	11,50	
8	"Jäännösanomalia- ja gradientti- karttojen käytöstä malminetsin- nässä"	11,50	
9	"Rikastamoiden jätealueiden jär- jestely Suomen eri kaivoksilla"	11,50	
10	"Kuilurakenteet"	11,50	
Liite n:o 10:een	"Kuilunajoa käsittelevää kirjalli- suutta"	loppunut	
Tutkimus- seloste n:o	11 "Raakkulaimennus"	11,50	
	12 "Maamme vuoriteollisuuden uusim- pien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinä rakenteet"	56,—	
Piirustusliite n:o 12:een		loppunut	
Tutkimus- seloste n:o	13 "Vedenpoisto kaivoksesta"	loppunut	
	14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa"	17,—	
	15 "Näytteenotto geokemiallisessa mal- minetsinnässä"	20,—	
Kuvaliite n:o 15:een		loppunut	
Tutkimus- seloste n:o	16 "Jauheiden kuivatus"	15,—	
	17 "Pölyn talteenotto"	11,50	
	18 "Geokemiallisten näytteiden käsit- tely ja tulosten tulkinta"	50,—	
	19 "Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys	11,50	
	20 "Rikastamoiden instrumentointi"	20,—	
	21 "Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet"	27,—	
	22 "Tulenkestävät keraamiset mate- riaalit"	20,—	
	24 "Kaivosten ja avolouhosten geolo- ginen kartoitus"	20,—	
	25 "Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset"	20,—	
	27 "Kallion rakenteellisten ominai- suuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—	
	28 "Kalkin käyttö metallurgisessa teol- lisuudessa"	15,—	
	29 "Lämmön talteenotto metallurgi- sessa teollisuudessa"	50,—	
	31 "Pakokaasujen käsittely maanalai- sissa tiloissa: Selvitys normi- ja toimenpide-ehdotuksineen"	loppunut	
	32 "Seulonta"	40,—	
	33 "Louhintaurakkasopimuksen laati- misohjeet"	15,—	
	Louhintaurakkasopimuskaavake	2,—	
	34 "Geologisten joukkonäytteiden ana- lysointi"	50,—	
	36 "Pakokaasukomitea — selvitys tut- kimustyön jatkamisedellytyksistä"	15,—	
	Täydennysosa		
	36 b "Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimus- tulokset dieselmoottorien saaste- tuoton vähentämiseksi"	50,—	
	39 "ATK-menetelmien käyttö kallio- peräkartoituksissa"	25,—	
	40 "Kaivosten jätealueet ja ympäris- tönsuojelu"	45,—	
	42 "Kaivosten työympäristö"	50,—	
	44 "Geologinen näytteenotto"	50,—	
	47 "Murskeen varastointi talviolosu- hteissa"	40,—	
	48 "Kaivosten jätealueiden saattami- nen uudelleen kasvullisuuden peittämäksi"	50,—	
	50 "Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—	
	"Kaivosten turvallisuusopas" loppunut		
	"Säkerhetsföreskrifter för gruvindustrin"	4,—	
	"Räjätysopas" (uusi painos)	8,—	
	"Kaivosmiehen käsikirja"	5,—	
	"Kaivossanasto"	8,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1967"	35,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1968"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1970"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1971"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1972"	45,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1973"	50,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1974"	50,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1976"		
	— Kalliotilojen pysyvyys	50,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1977"	50,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1978"	50,—	
	"Kalliomekaniikan sanastoa"	10,—	
	Koulutusmonistheet:		
	INSKO		
	106—73	"Terästen lämpökäsittelyn erikois- kysymyksiä"	45,—
	49—74	"Sänkmetallurgi-Senkkametallur- gia"	45,—
	90—74	"Investoinnit ja käyttölaskenta me- tallurgisen teollisuuden toimin- nan ohjauksessa"	45,—
	45—75	"Materiaalitoimitusten laadunval- vontakysymyksiä metalliteollisuus- udessa"	45,—
	VMY	"Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
	"	"Rikastuskemikaalien käsittely-, mittaus- ja annostusmenetelmät"	30,—
	"	"Kulutusta kestävä materiaalit"	40,—
	"	"Laatokan—Perämeren -malmivyo- hyke"	40,—
	"	"Vuoriteollisuus- Bergshanteringin"- lehden aikaisempia irtonumeroita Vuorimieskillan laulukirja "Tas- kumatti"	10,—
	"	VMY:n solmio, värit: sininen, rus- kea, viininpunainen	à 30,—
	Svenska gruvföreningen: "Brandförsvar under jord"	15,—	
	Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoita- jalta TkL Heikki Aulangolta mieluummin kirjallisesti osoitteella:		

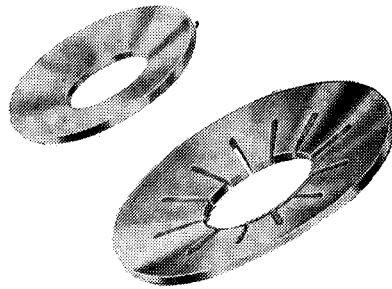
Vuoden vaihteessa ilmestyvät seuraavat
tutkimus- ja julkaisut:
"Palontorjunta kaivoksessa"
"Pölyntorjunta kaivoksessa", joiden hinta
määräytyy myöhemmin.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
Vuoriharjuntie 35
02320 ESPOO 32
tai puh. 90-801 4316.

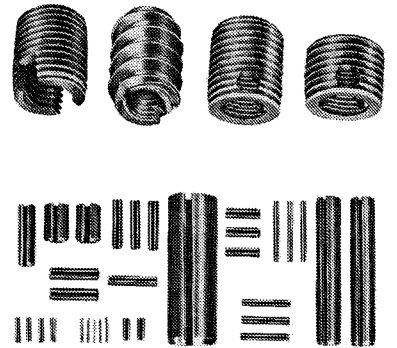
Knorring toimittaa



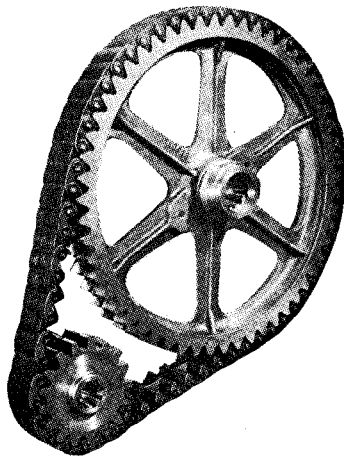
HIRSCHMANN-tanko- ja pallonivel-laakereita
MGF-hydrodynaamisia liukulaakereita



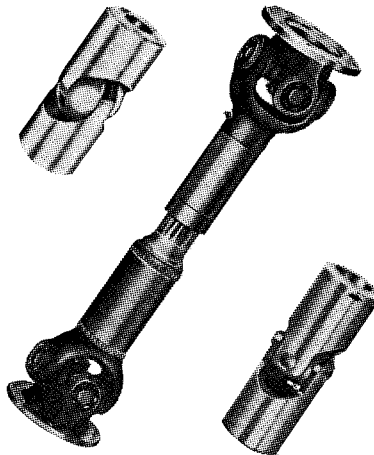
CB-lautasjousia DIN 2093 ja aluslaattoja DIN 6796 mukaan



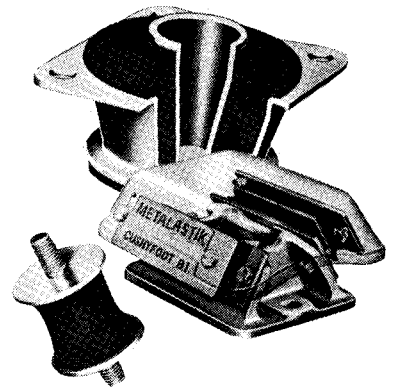
ENSAT-kierreholkkeja
VOGELSANG -jousisokkia DIN 1481 ja 7346 mukaan sekä joustoholkkeja DIN 1498 ja 1439 mukaan



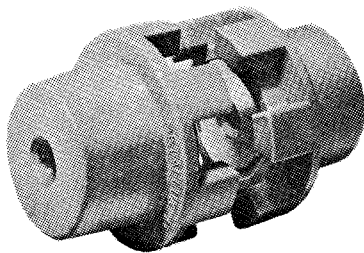
WESTINGHOUSE-hammasketjuja ja ketjupyöriä



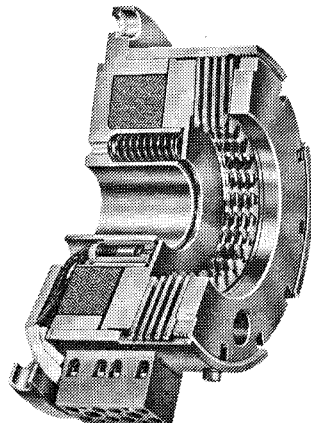
ELBE & SOHN-kardaaniakseleita sekä risti- ja kuulaniveliä



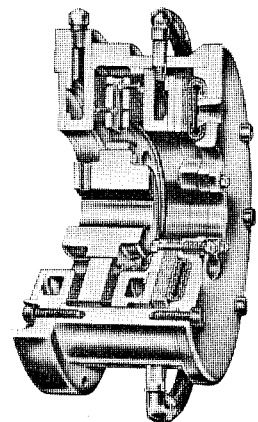
METALASTIK-tärinävaimentimia ja joustavia kytkimiä



MEK-joustavia kytkimiä



HEID-sähkömagneettisia lamelli- sekä hammaskytkimiä ja -jarruja



WICHITA-paineilmatoimisia levykytkimiä ja -jarruja



OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

00380 HELSINKI 38, KARVAAMOKUJA 6, PUH. 90-554488 • TURKU, PUH. 921-337755
OULU, PUH. 981-224312 • JYVÄSKYLÄ, PUH. 941-14100

25 VUOTTA SUOMALAISIA

KOMETA -KALLIOPORIA

Yli 25 vuotta on kulunut siitä, kun Suomessa ryhdyttiin KOMETAN toimesta valmistamaan kallioporia. Tämä neljännesvuosisata merkitsee uranuurtajaa, sillä nykyaikainen kovametalliterällä varustettu kalliopora on vasta noin 30-vuotias.

Nämä 25 kokemuksen, tutkimuksen ja kehityksen vuotta ovat tehneet KOMETA-kallioporasta kotimaataan kauempanakin tunne-

tun. Kova suomalainen kallioperä ja kotimaamme olosuhteiden tunteminen ovat niitä tekijöitä, jolta pohjalta KOMETA on kehittänyt kallioporansa vaativalle käyttäjälle — suomalaiselle.

Edellä todettu antaa myös aiheen korostaa kotimaisuutta, kun se KOMETA-kallioporassa on parhaimmillaan yli 80 %. Kotimaisuutta on myös palvelu ja huolto — kaikkialla Suomessa.

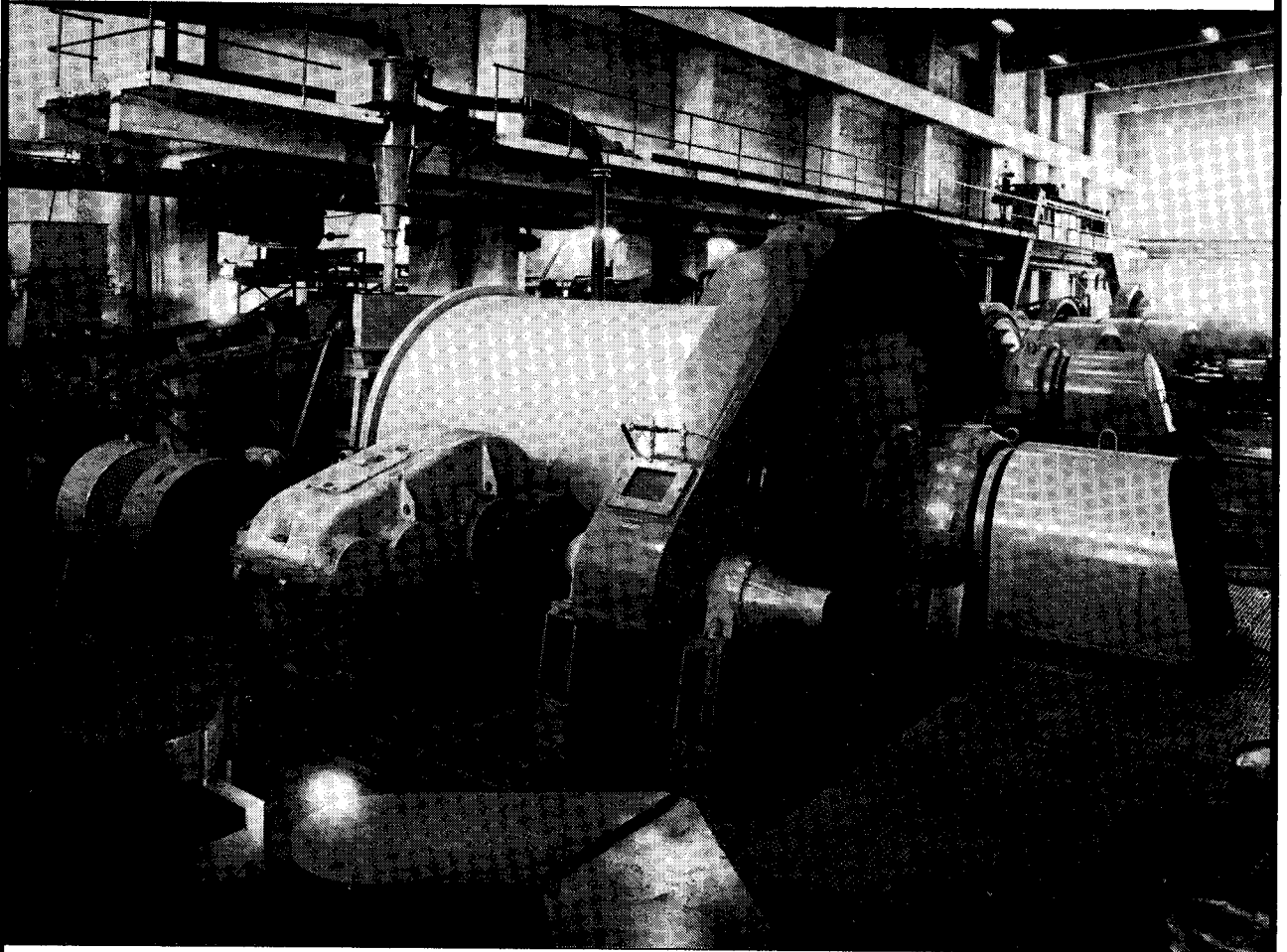
KOMETA



OY AIRAM AB Kometa-Tehtaat
Puh: 90-514 066 Telex: 12-1257
Palokärjentie 2, 02660 ESPOO 66

P.S. **Kometalla** tehty reikä on leipää suomalaiselle ammattimiehelle.

WÄRTSILÄ JAUHINMYLLYT



TANKOMYLLYT • KUULAMYLLYT • PALAMYLLYT

Vakiokoot Ø 2700x3600
Ø 3200x4500
Ø 4000x6000

Myös muita kokoja tarpeen mukaan.

WÄRTSILÄ

Järvenpään tehdas
04400 Järvenpää
Telex 12-1835 whj
Puhelin 90-29 121

Monitaajuus-Slingram

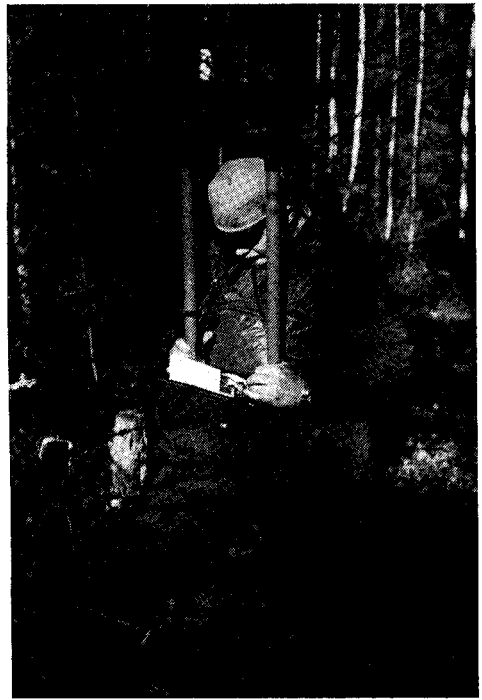
vaativiin sähkömagneettisiin mittauksiin

- viisi taajuutta: 222, 444, 888, 1777 ja 3555 Hz
- kuusi kelaväliä: 40, 60, 100, 160, 200 ja 240 m
- erittäin hyvä signaali-kohina-suhde mahdollistaa tarkat mittaukset teollisessakin ympäristössä
- nykyaikainen elektroniikka takaa hyvät käyntiominaisuudet
- matala taajuus ja suuri kelaväli parantavat syvyyssulottuvuutta


SUOMEN MALMI OY


FINNEXPLORATION 


Otakaari 11 02150 ESPOO 15
puh. 90 - 460 633 telex 12-1856 smoy sf





Vuorimiestemme työn jälkeä.

 **Lohjan kaupunki**
Tytyrin kaivos ja kalkkitehdas


 **Karjaa**
Mustion avolouhos


 **Sipoo**
Kaivos ja kalkkitehdas

 **Kemiö**
Maasälpä- ja kvartsi-
laitos

 **Kokemäki**
Puhallushiekka- ja
kuonalaite

 **Nilsä**
Kvartsihiekkalaite

 **Peräseinäjoki**
Haapaluoman
maasälpälaite

 **Polvijärvi ja Outokumpu**
Talkkilouhos ja
Vuonoksen talkki-
jalostamo

 **Tervola**
Liuskesirotetehdas

OY LOHJA AB



Vahvat Trellex- myllynvuoraukset alentavat jauhatuskustannuksia.



Trellex-myllynvuorausten käyttöetuja:

1. Kestävyys

Trellex-myllynvuoraukset ovat erittäin kulutuskestäviä ja pitkäikäisiä. Tämä merkitsee parempaa käyttötaloutta useimmissa myllyissä.

2. Helppo asennus

Trellex-kumivuoraukset voidaan asentaa myllyihin kolmasosassa teräsvuorausten asennusajasta. Yksi mies pystyy käsittelemään elementtejä. Asentaminen vaatii vähemmän työvoimaa.

3. Suuri profiilivalikoima

Trellex-elementtiprofiilien valikoima on laaja ja monipuolinen. Kuhunkin myllyyn voidaan valita sen rakenteen, halkaisijan, kierrosnopeuden, malmin laadun ym. mukaiset vuoraukset.

4. Alhainen melutaso

Kumivuoraus vähentää työpaikkojen melua n. 10 dB verrattuna teräsvuoraukseen. Myös kumielementtien helppo käsittely on etu työsuojelun kannalta.

5. Luotettava ja matala kiinnitysjärjestelmä

Kiinnitysjärjestelmän ansiosta voidaan korokepalkit kuluttaa jopa metalliin asti ilman että ne irtoavat. Samalla romuprosentti pienenee. Vuorauksen kestoikää voidaan pidentää ratkaisevasti nostamalla ja kääntämällä korokepalkkeja.

Trellex-myllynvuorausten perustana on Trelleborgin yli 15-vuotinen kokemus ja aktiivinen tutkimus- ja tuotekehitystoiminta. Trellex-myllynvuoraukset sopivat kaiken tyyppisiin jauhatusmyllyihin kuten lohkar-, palamalmi-, tanko- ja kuulamylyihin ym. Lisätietoja Trellex-myllynvuorauksista saatte Tallbergin vuorikoneryhmästä.

TALLBERG
VUORIKONEET

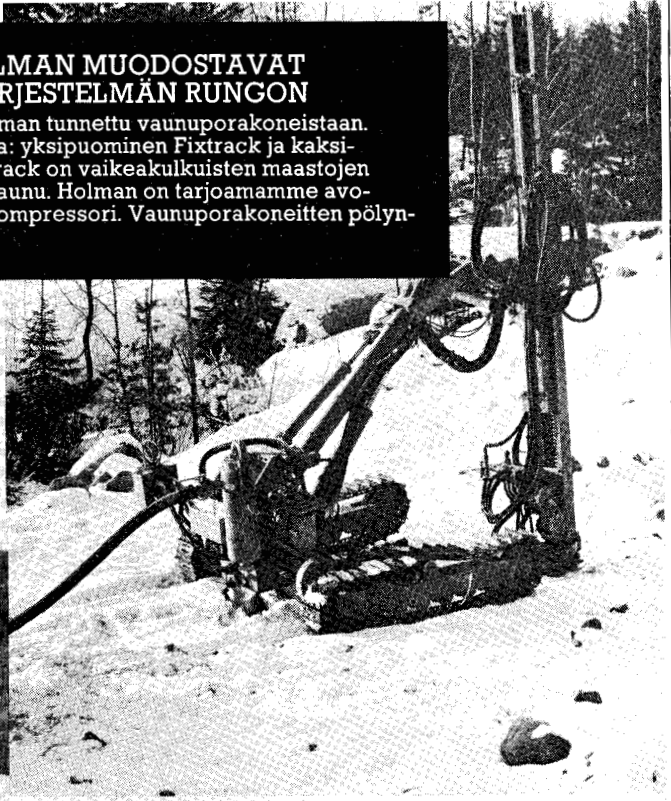
Aleksanterinkatu 21 A,
00100 Helsinki 10,
puh. 90-13 611
telex 12-764

KOKONAISSRATKAISUMME KÄSITTÄÄ MAARAKENNUKSEN KAIKKI KONEET.

CREATOR

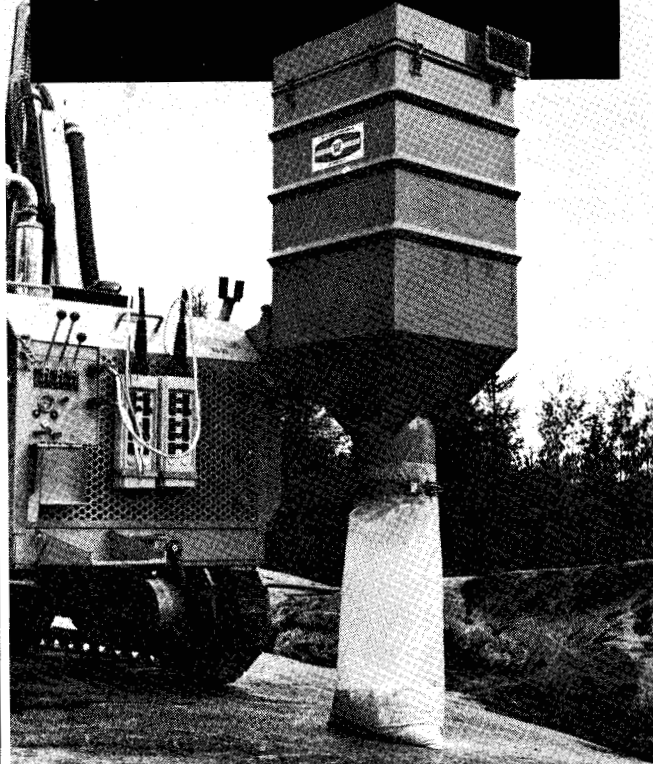
TAMROCK JA HOLMAN MUODOSTAVAT AVOLOUHINTAJÄRJESTELMÄN RUNGON

Suomalainen Tamrock on kautta maailman tunnettu vaunuporakoneistaan. Pengerlouhintaan on kaksi vaihtoehtoa: yksipuominen Fixtrack ja kaksipuominen Twintrack. Tamrock Zoomtrack on vaikeakulkuisten maastojen teleskooppipuomilla varustettu poravaunu. Holman on tarjoamamme avolouhintajärjestelmän maailmankuulu kompressorit. Vaunuporakoneitten pölynkeruulaitteeksi meillä on Westergren.



WESTERGREN PÖLYNKERÄÄJÄT

Uudet mallit ovat tulleet. Entistäkin tehokkaammat. Täyttävät kaikki määräykset - tottakai.



EUCLID MAANSIIRTOAUTO

Malleja on 8, aina 210 tonniseen asti. Kaikissa power shift-vaihteisto.



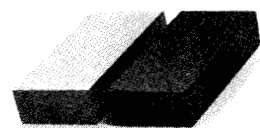
HOLMAN KOMPRESSORIT

Tehokkaat ja toimintavarmat. Vain kuusi liikkuvaa osaa. Holman-sarjaan kuuluvat myös korkeapaine-kompressorit.



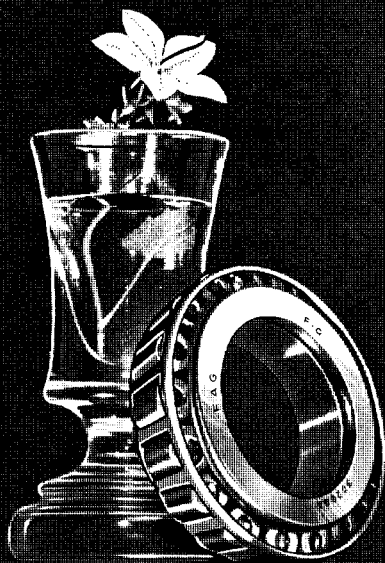
Maarakennuskoneiden toimittajia ja maahantuojia on muitakin kuin Machinery. Tekniikan erikoistalona me olemme pyrkineet erottautumaan kuitenkin siten, että meillä on tarjottavana kokonaisratkaisu tämän tekniikan alalta. Sellaisia koneita, laitteita ja järjestelmiä, jotka edustavat kansainvälisesti korkealle arvostettua laatua. Ja monelta osin edelläkävijää omassa lajissaan. Tällä sivulla esittelemme eräitä kokonaisratkaisumme osia.

Esimerkkeinä.



MACHINERY OY

HELSINKI 90-716711, TURKU 921-386444, TAMPERE 931-633000, OULU 981-331844



CB 4200
RADEX
**Radex
Qualität,
die im Feuer besteht**
R

Rauta- ja terästeollisuuden vaativimmissa laitteistoissa. Metalliteollisuudessa. Sementti-, dolomiitti- ja kalkkiuuneissa sekä lasiteollisuudessa.

RADEX'in tehtävänä on juuri ratkaista näissä menetelmissä esiintyviä ongelmia.

Sekä tiilinä että tulenkestävänä massoina.

Österreichisch-Amerikanische Magnesit AG ja Brohltal-Deumag AG ratkaisevat tulenkestävän alueen kaikki ongelmat. RADEX-laatu ja Know-How: aina muuraussuunnittelusta laitteiston käyttöön ottoon asti.

För de mest fordrande anläggningar inom järn och stålindustrin. Inom metallindustrin.

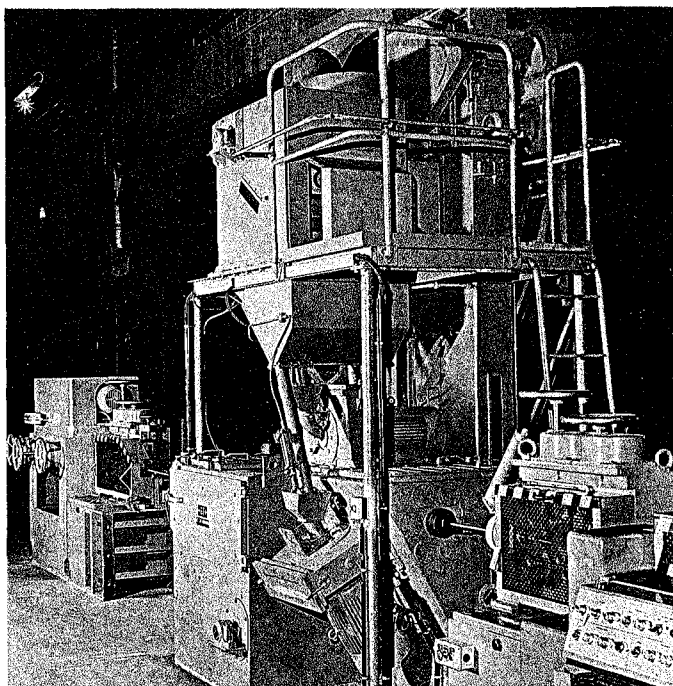
I cement-, dolomit- och kalkugnar samt i glasindustrin. RADEX är exakt inställd för sin uppgift inom de olika systemen.

I form av tegel eller som eldfast massa.

Österreichisch-Amerikanische Magnesit AG och Brohltal-Deumag AG löser varje uppgift inom den eldfasta branschen. Med RADEX-kvalitet och Know-How: ända från planering av murningen fram till uppvärmning av anläggningen.

Yli 500 kilometriä valssattua lankaa ja tankoja

**puhdistetaan hilseestä joka tunti
+GF+ sinkopuhdistuskoneissa**



+GF+ sinkopuhdistuskoneissa poistetaan hilse erimittaisesta

ja -laatusesta valssatusta langasta ja tankoista: metallisesti puhtaiksi, vetokykyiksi, taloudellisella ja ympäristöystävällisellä menetelmällä. **+GF+**:llä on tällä erikoisalueella monivuotinen teknologinen kokemus.

Jokaista käyttöaluetta varten meillä on sopiva sinkopuhdis-

tustekniikka. **+GF+** sinkopuhdistuskoneita mekaaniseen hilseenpoistoon on myös aihioita, raakatankoja ja teelmiä varten; levyjä, kuumalankaa, putkia ja muotorautoja varten; teräsrakenteita ja paljon muuta varten. – Pankaapa meidät koetukselle!

+GF+

Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen (Schweiz)

SM1029/16 O.Y. Lux A.B., Unioninkatu 39 A/PL 159, 00170 Helsinki 17 – Puh. 90-13545 – telex: 12-1711

Raex-teräkset.

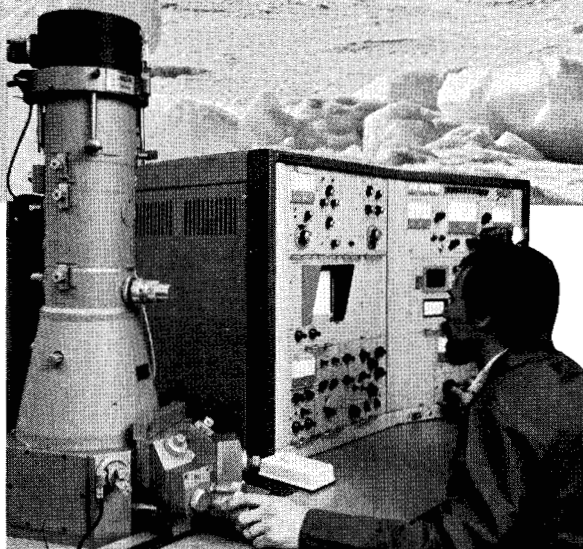
Kylmiin olosuhteisiin.



Kylmissä olosuhteissa käytettäviltä teräksiltä vaaditaan paljon. Lämpötilavaihtelut ja ankarat sääolosuhteet panevat teräksen kovalle koetukselle.

Siellä missä tavallinen normaalarakenteinen teräs pettää, siellä Rautaruukin kehittämät RAEX-teräslaadut kestävät.

Esimerkkejä tuotekehittelystämme: RAEX POLAR on jään-särkijöitä varten kehitetty teräslaatu. Siinä on kyetty minimoi-



maan korroosiomahdollisuus hitsisaumassa teräksen ollessa suorassa kosketuksessa avoimen meriveden kanssa.

RAEX ARCTIC-rakenne- ja paineastiateräkset ovat käytännöllinen ja taloudellinen ratkaisu kohteisiin, jotka sijaitsevat kylmässä ilmanalassa.

RAEX ARCTIC-teräkselle on ominaista hyvä hitsattavuus, ja iskutikeys on erinomainen vielä -60°C lämpötilassa.

Rautaruukin metalliopillinen tutkimus tähtää sopivien teräslaatuojen kehittämiseen erilaisia olosuhteita varten ja toisaalta teräksen ominaisuuksien tuntemiseen niin, että tieto palvelee entistä paremmin teräksen käyttäjää.



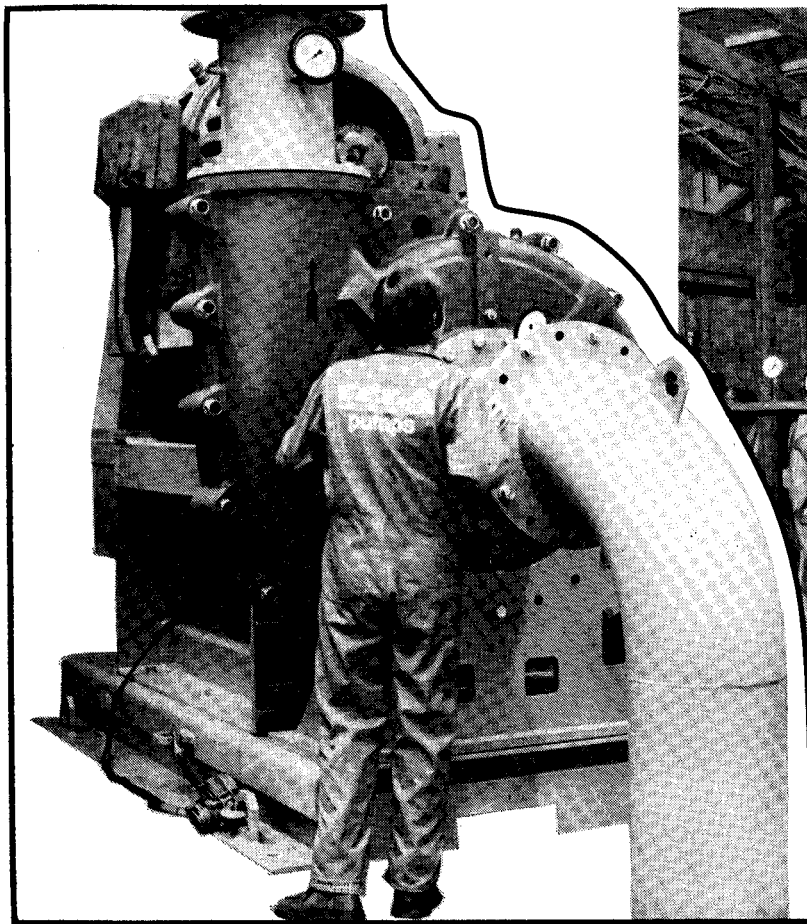
RAUTARUUKKI OY

Myynti ja tekninen neuvonta
Fredrikinkatu 51-53, 00100 HELSINKI 10
puhelin 90-601 911

Tutkimuskeskus
92170 RAAHENSALO
puhelin 982-301

VASA HD-sarja

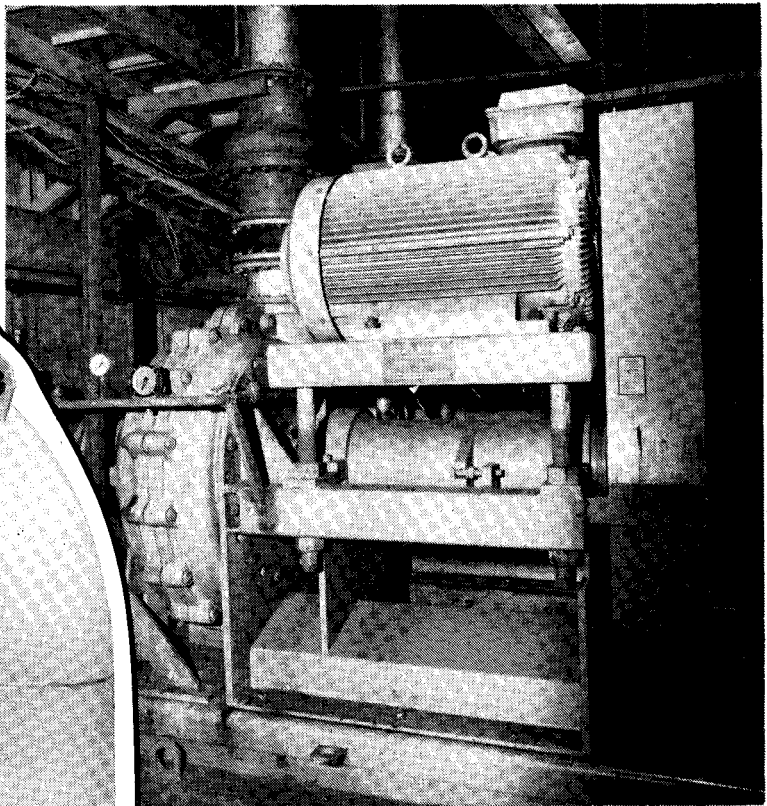
tämän päivän ainoa nykyaikainen
Skandinaviassa kehitetty ja
valmistettu horisontaalipumppu.



VASA HD 8515-350 koeajetaan Salan
pumpplaboratoriossa

VASA HD horisontaalipumppu on suunniteltu
täysin kehitysohjelman perusteella Sala Internatio-
nalilla.

HD-sarjan (HD = heavy duty) pumput on tarkoi-
tettu erittäin kovalle käytölle ja suurille painekor-
keuksille ja kehitetty teollisuuden aina kasvavan
pumppaustarpeen tyydyttämiseksi.



VASA HD 8515-350 asennettuna
LKAB:ssa, Svappavaarassa.

Sala HD-pumppujen rakenne perustuu yli 40
vuoden kokemukseen mikä takaa korkean laadun,
tehon ja luotettavuuden.

Yhdessä VASA vakiohorisontaalipumppujen,
VASA G kuoppapumppujen, SPV pystypumppujen
ja ST teollisuuspumppujen kanssa HD-sarja tarjoaa
täydellisen pumppuohjelman kuluttavalle materi-
aalille useimmilla teollisuuden aloilla.

TALLBERG

VUORIKONEET

Aleksanterinkatu 21 A, 00100 Helsinki 10, puh. 13611