

VUORITEOLLISUUS



BERGSHANTERINGEN

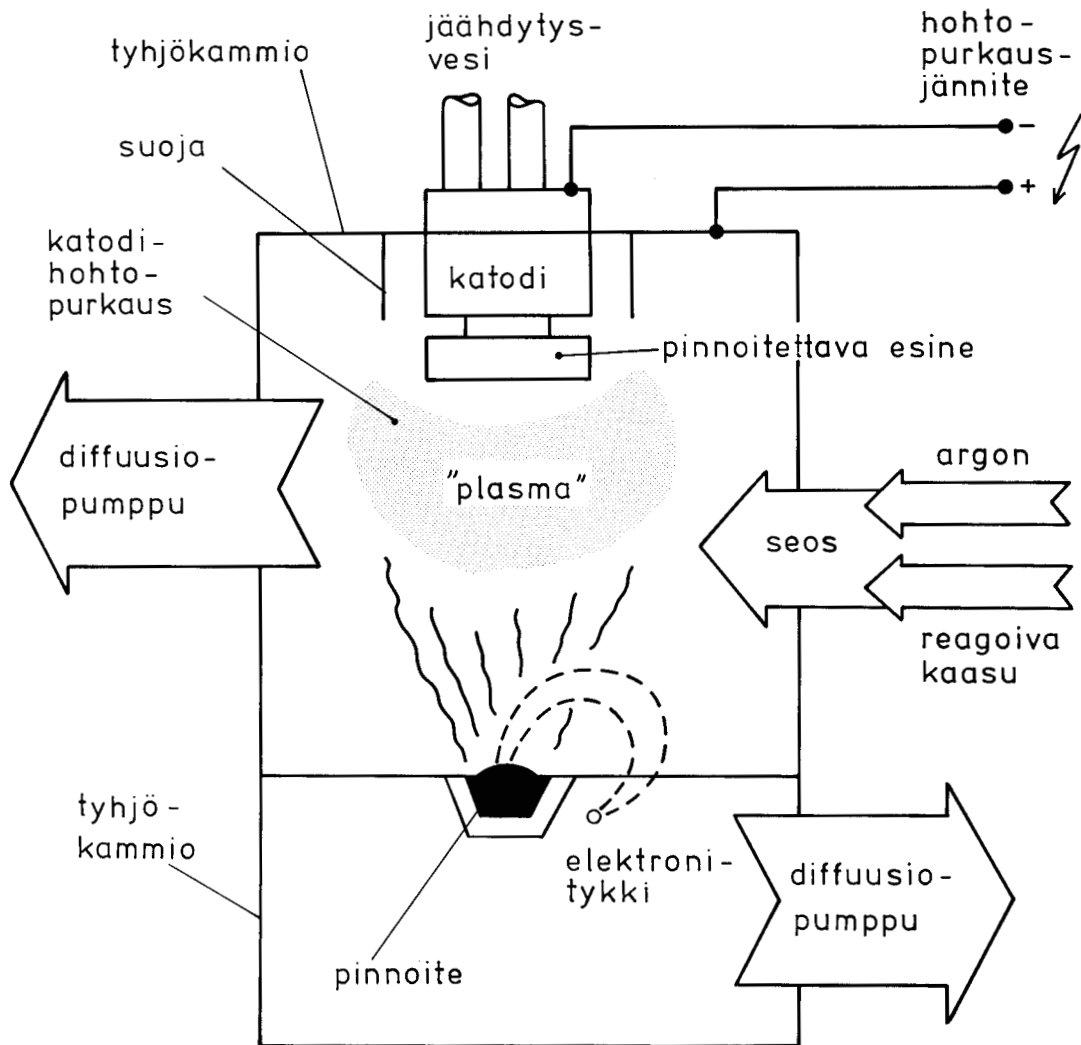
N:o 1 1981

39. vuosikerta

Julkaisija:

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen

r.y.



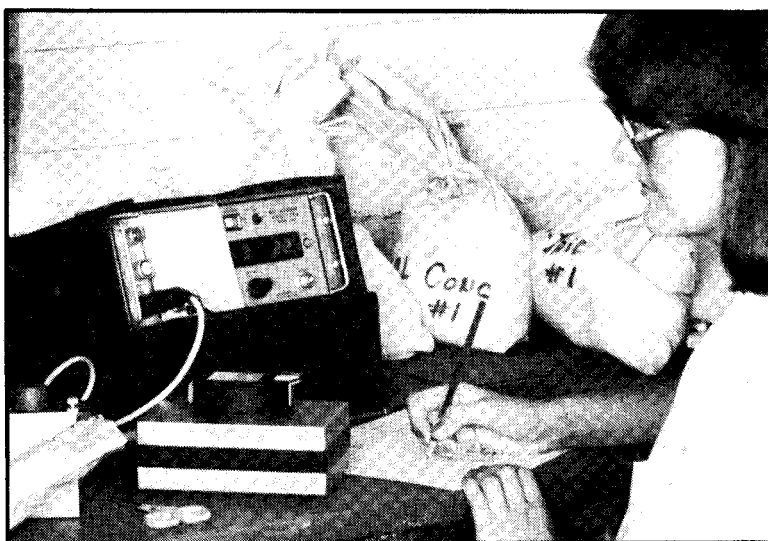
PROSCON 20/200

PROSESSIN OHJAUS- JA HALLINTAJÄRJESTELMÄ

PROSCON 20/200 on hajautettu prosessin ohjaus- ja hallintajärjestelmä
PROSCON 20/200 toimitus sisältää ohjelmiston, laitteiston, koulutuksen,
sovellutussuunnittelun ja käyttöönoton muodostaman
kokonaisuuden

PROSCON 20/200 voidaan konfiguroida jokaista prosessia varten.

X-MET



KANNETTAVA RÖNTGENANALYSAATTORI

X-MET perustuu radioisotooppi- ja mikroprosessoritekniikkaan.

X-METillä voi analysoida 79 alkuainetta piistä uraaniin.

X-METin analyysitulokset saadaan matriisivaikutuksista korjattuna näkyviin prosenttilukuina X-Metin numeronäyttöön.

X-METillä saadaan analyysit ainetta rikkomatta suoraan kappaleen pinnasta, jauheista ja nesteistä.

X-METin herkkyys on ppm-luokkaa.

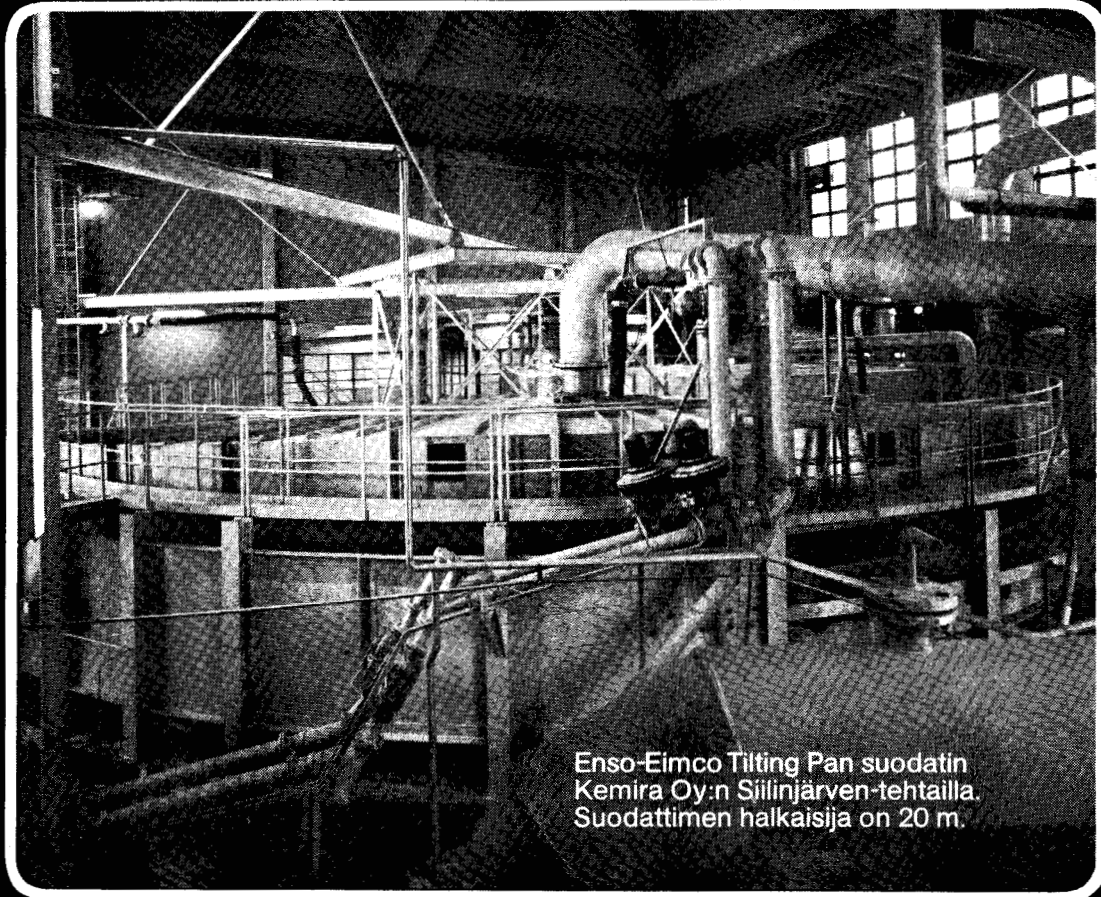


OUTOKUMPU

Teknillinen vienti

PL 27 02201 Espoo 20 puh. 90-4211

suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle



Enso-Eimco Tilting Pan suodatin
Kemira Oy:n Siilinjärven-tehtailla.
Suodattimen halkaisija on 20 m.

ENSO-KONEPAJARYHMÄ valmistaa Eimco Processing Machinery Division of Envirotech Corporationin lisenssillä erilaisia kaivosteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja suodattimia ja sakeuttimia sekä muita laitteita kiinteiden aineiden erottamiseksi nesteistä.

- EimcoBelt suodattimia
- Extractor suodattimia
- Agidisc kiekkosuodattimia
- Tilting Pan suodattimia
- Rumpusuodattimia
- Painesuodattimia
- Top Feed suodattimia
- Precoat suodattimia
- Sakeuttimia
- Selkeyttäjä

ENSO

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



DJB D330 louheensirrosta Outokumpu Oy:n Vammalan kaivoksessa. Koneen omistaa Lastaus E. Kärjä & Pojat, Kalajoki.

Käyttövarmuutta louheen siirtoon DJB DUMPPERIT, sekä avolouhoksiin että maanalaisiin kuljetuksiin.

Löydätte kuljetustarpeisiinne parhaiten soveltuvan dumpperin seuraavasta mallivalikoimasta:

D 25 B Kantavuus 22 t
D 35 Kantavuus 32 t
D 44 Kantavuus 40 t

D 275 B Kantavuus 25 t
D 330 B Kantavuus 30 t
D 350 B Kantavuus 32 t
D 550 B Kantavuus 50 t

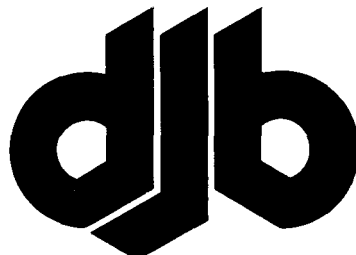
Kaikissa DJB dumppereissa on Caterpillarin valmistamat etukammiodieselit, power shift vaihteistot ja akselistot.

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



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

W **WIHURI OY**
WITRAKTOR

HELSINKI - TAMPERE - OULU - ROVANIEMI
826 311 670 200 361 344 15 271

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

Ammoniumnitraatti NH_4NO_3

Ammoniumnitraattia, joka koostuu helposti irtoavassa muodossa olevasta hapestä ja vedystä, käytetään hyvien ominaisuuksiensa takia runsaasti mm. hapen luovuttajana räjähdysaineissa.

KemaNord Industrikemi on kehittänyt sarjan ammoniumnitraattiprosesseja, joilla on suuri merkitys KemaNordin ammoniumnitraatin laatuun ja jotka monissa maissa on suojattu patentein. KemaNord Industrikemi valmistaa Ljungaverkin laitoksissaan useita eri ammoniumnitraatin laatuja, mm:

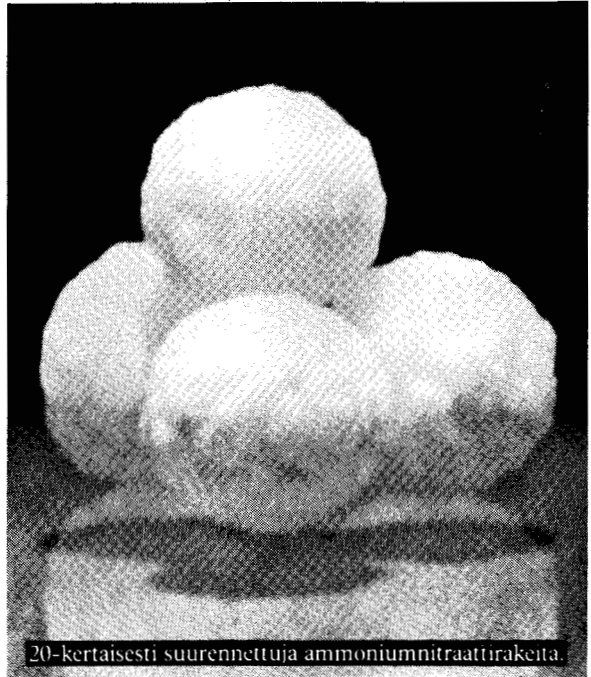
- kiteisenä, erittäin hienona jauheena ja
- rakeisena, ns. prilleinä, jotka ovat n. 1 mm:n kokoisia rakeita

KemaNordin rakeisen ammoniumnitraatin öljyn absorptio-kyky on erittäin hyvä. Sitä käytetään pääasiassa ANO-räjähdysaineiden valmistukseen. Tiivistysasteen nostamiseen voidaan lisätä kiteistä.

KemaNordin kiteinen ammoniumnitraatti ei paakkuunnu.

KemaNord jakaa pyydettyä tietotaitoaan.

KemaNord 



20-kertaisesti suurennettuja ammoniumnitraattirakeita.

Maahantuoja:

EKSTRÖM

PL 41, 02101 Espoo 10, Karakallio vaihde 90-597 133

Turvalli- sempaan louhintaan

NITRO NOBEL-yhtymä on vuosikymmeniä tehnyt uranuurtavaa kehitystyötä räjähdysteknologian hyväksi. Tämän kehitystyön tuloksena Nitro Nobel Mec on valmistanut pneumaattisia panostuslaitteita, joiden ansiosta turvallisempien ja taloudellisempien räjähdysaineiden, eli ANON käyttö on tullut mahdolliseksi kaivos- ja louhostöissä. Mekanisoitu ANON-panostuslaite on tehty helpottamaan ja nopeuttamaan panostajan raskasta työtä ja suojaamaan häntä mahdollisesti alas putoavilta kivenjärkeiltä. Mekanisoidulla ANON-panostuslaitteella saavutetaan tasaisempi tiivistysaste.

Nitro Nobel Mec
Mechanised Explosives Charging



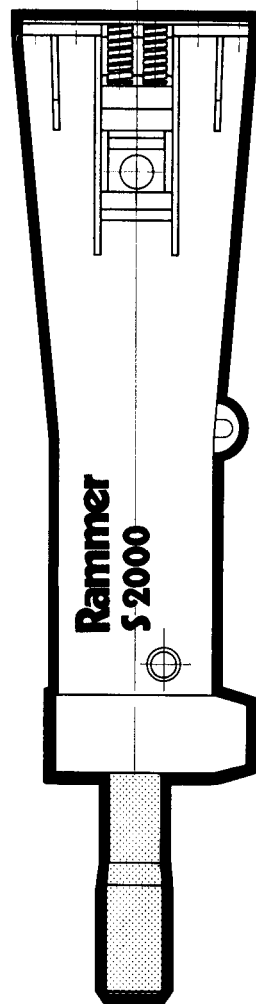
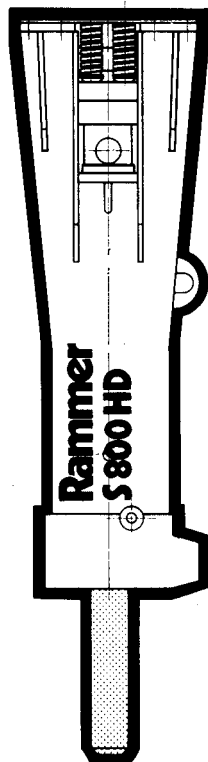
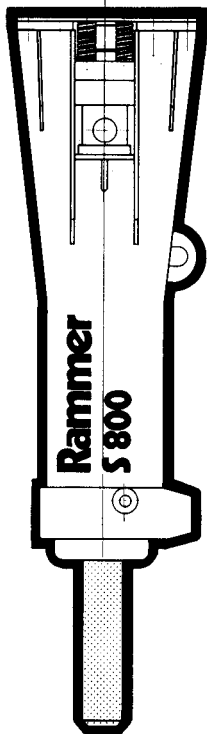
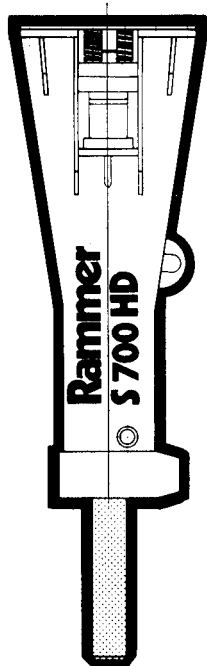
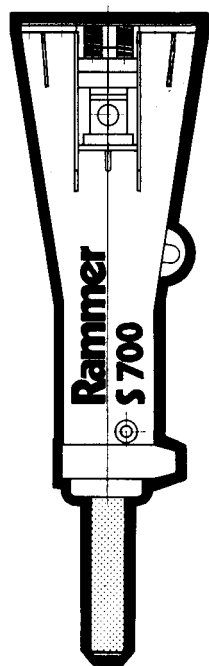
Maahantuoja:

EKSTRÖM

PL 41, 02101 Espoo 10, Karakallio vaihde 90-597 133

Rammer

on suomalainen
hydraulivasara



Rammereita ostetaan

kolmesta syystä:

1. Ne toimivat varmasti.
2. Ne ovat halpoja käyttää.
3. Niiden käyttöikä on pitkä.

Rammer-vasaroita on viisi mallia. Järein, S 2000, painaa 2800 kg ja sopii 30–60 t kaivukoneisiin. Pienin, S 700, painaa 740 kg ja sopii 8–16 t kaivureihin ja kaivukoneisiin.

Sarja täydentyy vielä.

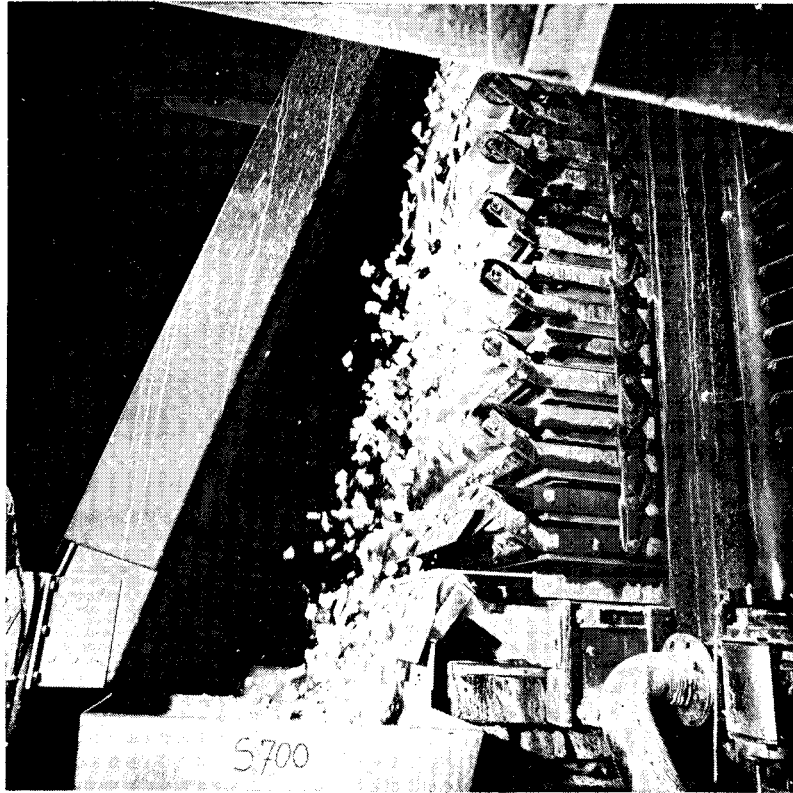
Rammereita tehdään

nyt neljättä vuotta. Syksyllä 1981 valmistuu Lahteen vasaratehdas, jonne keskitämme koko toimintamme. Uudet tilat ja tehokas tuotantokoneisto parantavat Rammerin iskukykyä.

Rammereita myydään

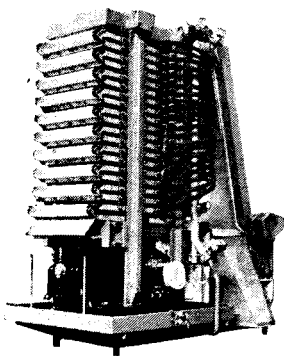
20 maassa. Pohjoismaissa jo useat kaivosyhtiöt ovat ratkaisseet ylisuurten kivien ongelman Rammer-vasaroilla. Toimitamme myös kiinteitä puomisovellutuksia kaikkiin vasaroihimme. Kannattaa ottaa yhteyttä.

SAAKO OLLA KUIVEMPAA KAKKUA!



**AINUTLAATUISELLA
LAROX AUTOMAATTISELLA
PAINESUODATTIMELLA ON
SiO₂ PIGMENTIN
KOSTEUSPITOISUUS
VAHENNETTY IMUSUODATTIMIEN
86%:STA 75%:IIN**

**TULOKSENA ÖLJYN SÄÄSTÖ
12 L/TONNI TUOTETTA**



LAROX

— classification — concentration —
— filtration —

Pallonkatu 10 PL 29
Lappeenranta 53101 Lappeenranta 10
Puh. 953-11760 Telex 58233



YHTEINEN TEKIJÄ

Greenex, Grönlanti
Balfour Beatty Constr., Englanti
Denison Mines, Kanada
Zinc Corporation, Australia
ABV, Ruotsi
Impregilo, Italia
Anglo American, Etelä-Afrikka
Outokumpu, Suomi
Furuholmen, Norja
Sachtleben, Länsi-Saksa
Losinger, Sveitsi
Hierro Patagonico, Argentiina

Kautta maailman, niin kaivos- kuin urakointisektorilla, ovat yhteisenä tekijänä Tamrockin täyshydrauliset kallionporauslaitteet. Maan alla työskentelee yli 250 hydraulista tunnelinajolaitettamme. Grönlannista Tulimaahan.

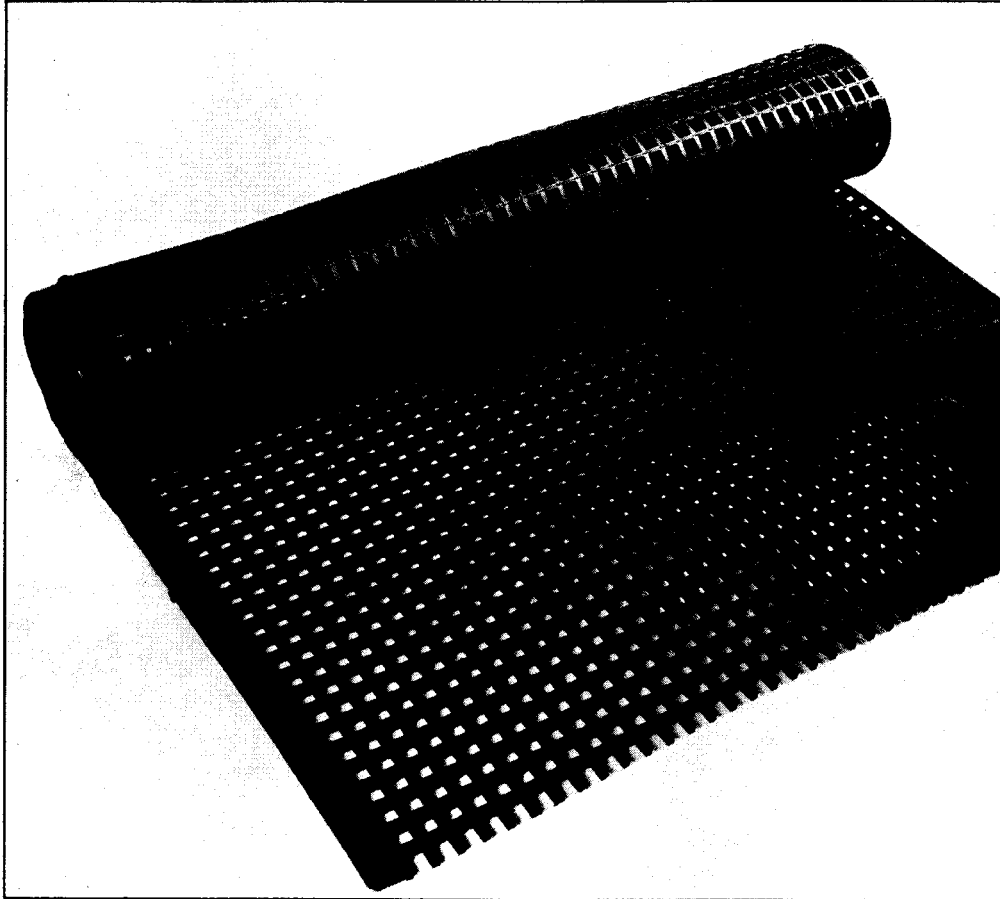


TAMROCK

Tamrock, 33310 Tampere 31. Puh. 931-431 411
Telex 22192 rock sf

SKEGA KUMISEULAVERKKO TYYPPI H
SKEGA KUMISEULAVERKKO TYYPPI H
SKEGA KUMISEULAVERKKO TYYPPI H
SKEGA KUMISEULAVERKKO TYYPPI H

SK
SKI
SK
SKI
SK
SKI
SK
SKI
SK
SKI



PI H
V H
PI H
V H
PI H
V H
PI H
V H
PI H
V H

- * Pitkä kestoikä
- * Alempi melutaso
- * Helppo asennus
- * Muotissa valmistettu, parempi seulonta
- Alentaa kustannusta/tonni seulottua materiaalia
- Toimitus joko rullalla tai valmiiksi leikattuna
- Lyhyt toimitusaika
- Rullatavara suoraan varastosta

Pyydä esite

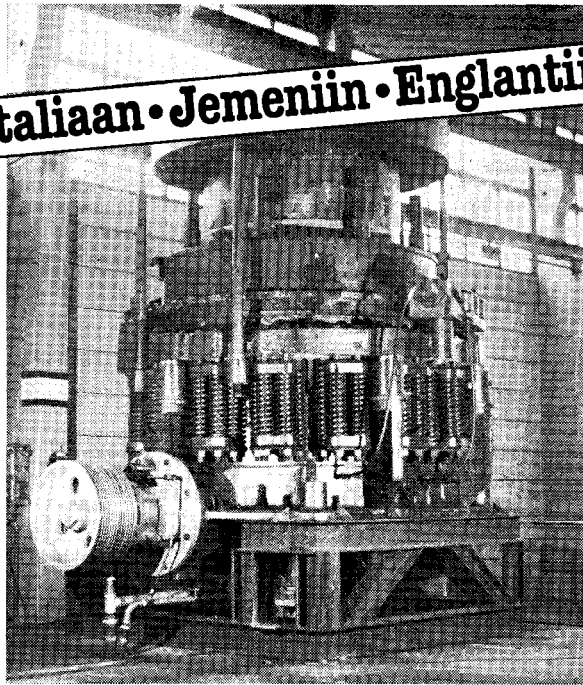
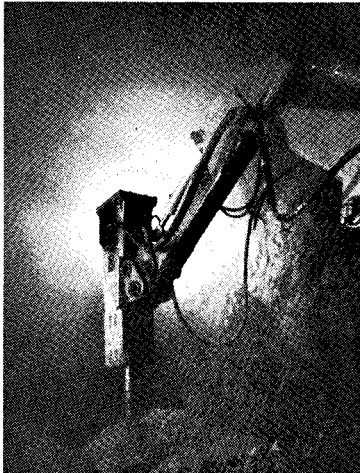
OY SKEGA AB
INCENTIVE-YHTYMÄ

Tulliportinkatu 25, 70100 Kuopio 10
Puh. 971-123 111. Telex 42-157 SKEGA SF

Täydellisiä laitoksia – yksittäisiä koneita ja laitteita kaivosteollisuudelle

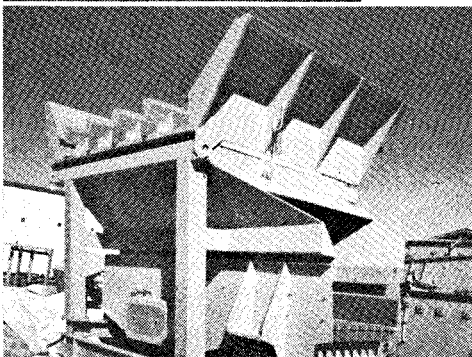
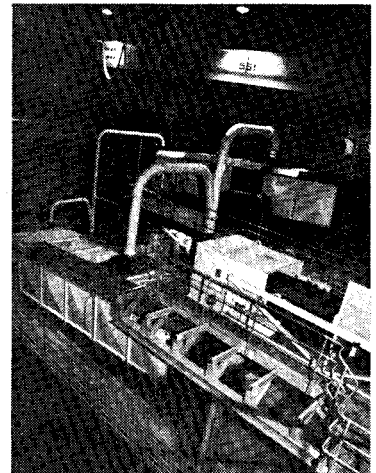
•kkiiin • Filippiineille • Italiaan • Jemeniin • Englantiin • Ruotsiin • Kotimaaha

ROXON hydraulinen iskukone

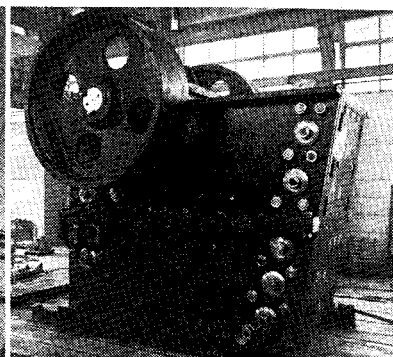


ROXON kartiomurskain

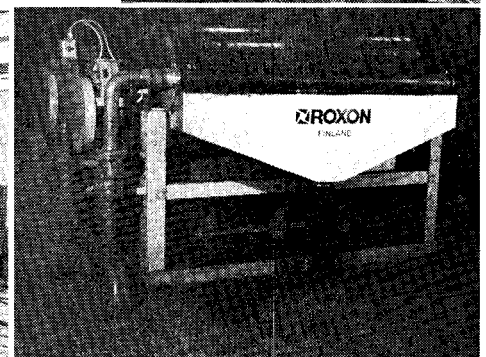
ROXON seuloja



ROXON tärysyötin



ROXON leukamurskain



ROXON magneettierotin

KONE

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

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1981
39. vuosikerta

Julkaisija:

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

Hallitus 27. 3. 1981

Prof. Aimo Mikkola 90-605 133
puheenjohtaja
Lönnrotinkatu 7 B
00120 Helsinki 12

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

DI Caj-Erik Gustafsson 912-41 511
Oy Lohja Ab
07800 Virkkala

DI Jorma Illi 986-86 256
Rautaruukki Oy
Otanmäen kaivos
88200 Otanmäki

DI Matti Kilpinen 90-177 100
Rauma-Repola Oy
Snellmaninkatu 13
00170 Helsinki 17

DI Lauri Koivikko 957-54 151
Ruskealan Marmori Oy
Louhen kaivos
58220 Louhi

DI Kristian Lobbas 921-742 111
Oy Partek Ab
21600 Parainen

DI Matti Palperi 90-6162 713
Ovako Oy Ab
Bulevardi 7
PI 790
00101 Helsinki 10

FT Pentti Rouhunkoski 90-4 211
Outokumpu Oy
Malminetsintä
PL 27
02201 Espoo 20

DI Antti Tuomala 939-26 111
Outokumpu Oy
Porin Tehtaat
PL 60
28101 Pori 10

TkT Eino Uusitalo 90-6942 911
Kemira Oy
Malminkatu 30
00100 Helsinki 10

Yhdistyksen sihteerit:
I TkT Matti Ketola 90-4 211
Outokumpu Oy
PL 27
02201 Espoo 20

II DI Erkki Tyni 90-601 911
Rautaruukki Oy
Fredrikinkatu 51—53
00100 Helsinki 10

Yhdistyksen rahastonhoitaja:
TkL Heikki Aulanko 90-8014 316
Vuoriharjuntie 35
02320 Espoo 32

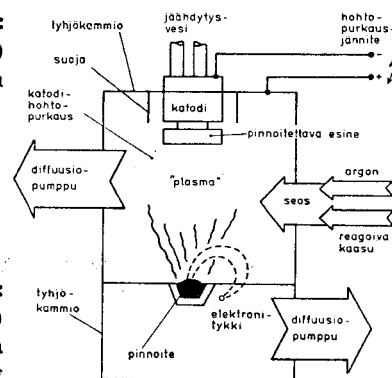
SISÄLTÖ • INNEHÄLL

Aimo Mikkola: Katsaus maamme vuoriteollisuuteen 1980	9
Sven-Gunnar Bergdahl: Mineralpolitiska utredningen — mineralsektorns utveckling	12
Valentin Tinnis, Osmo Vartiainen: Miten energiakuluja pienennetään metalliteollisuudessa paremmalla energian hallinnalla	18
Eero Sirvio, Martti Sulonen: Ioni- ja muut plasma-avusteiset pinnoitusmenetelmät	26
Kai Jakobsson: Monireikämittaukset	31
Yrjö Pekkala: Kaoliini, sen käyttö ja esiintyminen Suomessa	35
Kari Korhonen, Antti Tossavainen: Wollastoniitti — kuituinen teollisuusmineraali	38
Vuoriteollisuusalan tiedosto	40/I
Aimo Mikkola: Teknillisen korkeakoulun taloudellisen geologian opetus ja tutkimus	46
Urpo J. Salo: Vuoriteollisuusmuseohanke	49
Vuosikertomukset	50
Uusia jäseniä	
Uutta jäsenistä	
Suoritettuja tutkintoja	
Urpo J. Salo: Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 1980	67

Kansikuva:

(A. Korhonen)

Kaaviokuva ionipinnoituksesta



Cover:

(A. Korhonen)

Schematic illustration of ion plating

Geologijaosto

FT Kauko Puustinen, pj. 90-46 931
Geologinen tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

FM Maria Nikkarinen, siht. 971-164 411
Geologinen tutkimuslaitos
PL 237
70101 Kuopio 10

Kaivosjaosto

DI Rolf Söderström, pj. 921-742 111
Oy Partek Ab
21600 Parainen

Bergsing. Nils-Ake Astermo, siht.
Oy Partek Ab 921-742 111
21600 Parainen

Metallurgijaosto

DI Jaakko Lautjärvi, pj. 982-301
Rautaruukki Oy
Raahen Rautatehdas
92170 Raahensalo

TkT Jorma Rekola, siht. 982-301
Rautaruukki Oy
Raahen Rautatehdas
92170 Raahensalo

Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto

Prof. Toimi Lukkarinen, pj. 90-4566 199
Teknillinen korkeakoulu
Mineraalitekniikan laboratorio
02150 Espoo 15

DI Hannu Kemppinen, siht. 90-4 211
Outokumpu Oy
PL 27
02201 Espoo 20

Tutkimusvaltuuskunta

Prof. Heikki Paarma, pj. 981-223 155
Rautaruukki Oy
Pakkahuoneenkatu 21
90100 Oulu 10

— Geologinen toimikunta:

FM Esko Lundén, pj. 921-744 422
Oy Partek Ab
21600 Parainen

— Kaivosteknillinen toimikunta:

Prof. Raimo Matikainen, pj. 90-4566 206
Teknillinen korkeakoulu Vuoriteollisuusos.
Vuorimiehentie 2
02150 Espoo 15

— Rikastusteknillinen toimikunta:

DI Risto Rinne, pj. 90-601 911
Rautaruukki Oy
Fredrikinkatu 51—53
00100 Helsinki 10

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikun-
tien sihteeri:

DI Antti Öhberg 90-4566 209
Teknillinen korkeakoulu Vuoriteollisuusos.
Vuorimiehentie 2
02150 Espoo 15

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

Prof. Martti Sulonen 90-4566 147
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

Toimittaja - Editor:

TkT Pekka Särkkä 90-4566 207
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, pj. 90-440 281
Kemira Oy
Malminkatu 30
00100 Helsinki 10

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

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387
Geologinen tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

DI Matti Palperi 90-6162 713
Ovako Oy Ab
Bulevardi 7
00100 Helsinki 10

DI Olli Korhonen 90-4 211
Outokumpu Oy, Tekn.vienti
PL 27, 02201 Espoo 20

TkL Heikki Aulanko hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenkortistoa. Mikäli osoite, tehtävä tai vakanssi on muuttunut, pyydämme lähettämään muutosilmoituksen mieluummin kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" palstalle.
Os.: Vuoriharjuntie 35, 02320 Espoo 32, puh. 90-801 4316.

TkL Heikki Aulanko sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister. Om Er adress, arbetsuppgift eller tjänst har ändrats, anhåller vi omändringsanmälan, helst skriftligt, i "Nytt om medlemmar" spalten.

Adress: Bergåsvägen 35, 02320 Esbo 32. Tel. 90-801 4316.

Ilmoitushinnat:

Kansisivut 2 100:—, muut sivut 1 700:—

1/2 s. 1 150:—, 1/4 s. 750:—, väri 600:—

Vuosikerta 20:—, ulkomaille 30:—

Irtonumero 10:—

Katsaus maamme vuoriteollisuuteen 1980

Esitelmä Vuorimiespäivillä 27. 3. 1981.

Prof. Aimo Mikkola, Helsinki

Vuodelle 1980 ennustettu taloudellinen lama ei ehtinyt maahamme kuluneen vuoden aikana. Sensijaan teollisuus-Eurooppa ja Yhdysvallat joutuivat taantumaa piiriin. Koko OECD-alueella kokonaistuotanto lisääntyi keskimäärin 1 %, kun se edellisenä vuotena oli 3 %. Suomessa kokonaistuotanto kasvoi 6 % eli 1 %-yksikön vähemmän kuin edellisenä vuotena. Kasvu oli jo toisena peräkkäisenä vuotena nopeampaa kuin missään muussa teollisuusmaassa. Metalliteollisuuden tuotanto kasvoi 10 % eli lähes yhtä paljon kuin v. -79. Tämä johtui pääasiassa kotimaisen teollisuuden investoinneista ja viennin lisäyksestä Neuvostoliittoon. Tuotannon kasvulla oli vaikutuksensa myöskin työllisyyteen. Työttömyysaste oli keskimäärin 5 %, vaikka eräillä aloilla (metalliteollisuus ja rakennustoiminta) oli puutettakin ammattitaitoisesta työvoimasta.

GEOLOGINEN TUTKIMUS JA MALMINETSINTÄ

Ponnistelut malmivarojen etsinnässä kaivostoiminnan turvaamiseksi ovat jatkuneet kasvavalla teholla. Malminetsinnän kokonaiskustannukset nousivat n. 19 % edelliseen vuoteen verrattuna (Taul. 1). Outokumpu Oy yksinään vastaa lähes puolesta (47.2 %) kokonaiskustannuksista. Kasvu edelliseen vuoteen on 26.3 %. Valtion budjetista myönnetty tuki oman laitoksen, Geologisen tutkimuslaitoksen, ulkopuolella oli n. 9.0 milj. mk. Kasvu on 15.5 % eli hiukan enemmän kuin vuoden inflaatio. Yhtiöitten antamien tietojen mukaan malminetsinnän timanttikairaus oli n. 116 km, joka merkitsee vastaavaan lukuun edellisenä vuotena n. 23 % nousua. Kairauksen kokonaisnousu ei kuitenkaan ole näin suuri, sillä tilasto osoittaa vain malminetsinnässä suoritettua kairausa. — Ruotsissa on kairattu vastaavana aikana n. 250—300 km. — Kairausmäärästä voidaan päätellä, että karkeasti kolmannes kokonaiskustannuksista on käytetty timanttikairaukseen.

Malminetsinnälle tärkeätä perustietoa tuottava lentomittaus tapahtui viime vuonna yksinomaan Geologisen tutkimuslaitoksen toimesta. Lentokilometrien kokonaismäärä putosi 37.5 %, johon yhtenä syynä on tutkimuslaitoksen kaluston uusiminen. Lentotoiminta pääsi alkamaan vasta heinäkuun alussa.

Valtakunnallista malminetsintää palvelevasta perustutkimuksesta on aiheellista mainita Geologisessa tutkimuslaitoksessa olevat malmi tiedostot, joiden täydentämistä on jatkettu. Tiedosto sisältää yhteensä 3750 malmiaihetta. Niiden antaman tiedon hyväksikäyttö auttaa sekä alueellisessa että kohteellisessa malminetsinnässä.

Valtakunnallista ja myöskin perustutkimusluonteista merkitystä on Rautaruukki Oy:n aloittamalla RAETSU-projektilla, joka tarkoittaa rautamalmiesiintymien etsintäkohdekarttaa. Työ tehdään 3-vuotisenä yhteistyöpro-

jektina Neuvostoliiton kanssa. Siihen osallistuu myöskin Geologinen tutkimuslaitos. Parhaimmillaan projektissa on 10—11 neuvostoliittolaista, jotka ovat geologeja, geofysikkoja, fotogeologeja jne. Tarkoituksena on ennen hankittuja tietoja keräämällä ja yhdistelemällä laatia välivaihekarttoja, joita analysoimalla ja yhdistelemällä saadaan kohdekartta. Sen pitäisi osoittaa ne alueet, joilta on todennäköistä löytää taloudellisia rautamalmiesiintymiä.

Tällaisessa vuosikatsauksessa on mieluista puhua positiivisista malminetsintätuloksista. Tänä vuonna näyttää siihen olevan todella aihetta. Outokumpu Oy:n tutkimukset Enonkoskella jo aikaisemmin tunnetussa malmiaiheessä ovat paljastaneet louhintakelpoista luokkaa olevan esiintymän, jonka inventointi jatkuu edelleen. Mieluista on myöskin todeta, että maamme jaloterästeollisuus saattaa saada kotimaisesta malmista kaipaamaansa seosmetallia. Suomussalmen Aittojärvellä ovat Outokumpu Oy:n tutkimukset olleet käynnissä koko viime vuoden. Siellä tavattu molybdeeniesiintymä on verraten suurikokoinen, mutta pitoisuudeltaan köyhä. Louhintakelpoisuus ratkennee geologisissa ja taloudellisissa jatkotutkimuksissa. Sensijaan Rautaruukki Oy:n tutkimukset Soklin niobista näyttävät kääntyvän kielteiseen suuntaan. Niobi-malmiaihetta Soklissa on, mutta ne ovat köyhiä ja vaikeasti hyödynnettäviä.

Outokumpu Oy:n alueellisen malminetsinnän painopisteet ovat edelleen olleet Porin — Vammalan vyöhykkeellä, Kiskon — Lohjan alueella sekä Keski-Pohjanmaalla ja Kittilässä. Malminetsintää on jatkettu voimakkaasti myöskin toimivien kaivosten ympäristössä pääpainon ollessa Outokumpu-jaksossa.

Rautaruukki Oy:n malminetsintä on edellämaitun RAETSU-projektin ohella jatkanut normaalia etsintää. Painopiste on ollut Kolarin Hannukaisen alueella, missä on tutkittu rauta-kupariaiheita. Muualla Suomessa on etsitty mm. teräksen seosmetallien malmeja.

Soklin karbonaattiiesiintymän malminetsinnälliset samoin kuin koerikastamon tutkimukset ovat päättyneet. Tämän hetken tilanne lienee se, että esiintymän hyödyntämiseen ei ole toistaiseksi liiketaloudellisia edellytyksiä.

Geologisen tutkimuslaitoksen haaviin on tarttunut Seinäjoen — Nurmon alueella pegmatiittijuoniin liittyvä tina-mineralisatio, joka on samalla alueella kuin aikaisemmin tutkittu antimonimineralisatio. Juonet ovat epäyhenteisiä ja Sn-pitoisuus vaihtelee suuresti. Kairauslävistysten keskiarvo on 0.27 % Sn. Seinäjoen alueen mineralisatio on mielenkiintoinen ja viittaa meillä ennen hyödyntämättömään tyyppiin. Toinen mielenkiintoinen kohde on Kuusamon Kouvervaarassa tavattu uraanimineralisatio,

Malminetsintä

	Kustannukset milj. mk.			Tim. kairaus km.			Aerogeofysiikka linjakm.		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Outokumpu Oy	29.1	31.2	39.4	42.2	38.5	63.1			
Rautaruukki Oy	14.5	16.3	17.9	15.2	25.5	18.6			
Geol.tutk.laitos	17.5	16.1	16.9	19.6	20.5	16.6	55.000	63.000	49.600
Myllykoski Oy	2.2	2.3	3.0	6.5	7.0	5.4			
Oy Partek Ab	0.5	1.0	2.0	1.1	2.4	7.9			
Oy Lohja Ab	0.9	1.2	2.0	2.1	2.6	3.1			
Kemira Oy	—	0.3	0.7	—	—	1.3			
Yliopistot	2.0	2.0	1.5						
Suomen Malmi Oy							16.900	16.400	—
Yht.	66.7	70.1	83.4	86.7	96.5	116.0	71.900	79.600	49.600
Josta valtion budjetista Urakoitsijat	n. 8.0	n. 7.6	n. 9.0	22.5	38.8	n. 45.0			

joka sijaitsee serisiitti-kvartsiittihorisontissa. Timanttikairausten paras tulos on 8 metrin lävistys, jossa on km. 390 ppm uraania.

Teollisuusmineraaleja hyödyntävät yhtiöt ovat kuluneena vuonna lisänneet malminetsintäpanostaan omien raaka-ainevarojensa turvaamiseksi. Kemira Oy on apatiitin ohella kiinnostunut myöskin anortosiitista, jota on tutkittu Lapinlahdella.

KAIVOSTEOLLISUUS

Maailmantalouden taantuman seurauksena metallien kulutus laski, mikä luonnollisesti vaikutti alentavasti hintatasoon. Seurauksena oli, että maailmanlaajuisesti ottaen myöskin kaivosten tuotanto aleni. Meillä tämä ei näkynyt, vaan metallimalmikaivosten tuotanto oli edellisen vuoden tasolla, eli n. 10 milj. t.

Vuoden lopulla saavutettiin maamme kaivosteollisuudessa melkoinen rajapyykki. Outokumpu Oy oli louhinut kaikkiaan 100 milj. t. malmia. Tämä määrä on saatu 68 vuoden aikana 12:sta sellaisesta kaivoksesta, joiden tuotanto on ollut tähän mennessä yli 1 milj. tonnia. Lisäksi on louhittu yhteensä 3,4 milj. t. 9 minikaivoksesta.

Kalkkikiven louhinta on hiukan pienempi kuin edellisenä vuotena (4.330 milj. t./-80, 4.467 milj. t./-79) Teollisuusmineraalimalmien louhinta on kasvanut edellisvuodesta. Uusina yksikköinä ovat mukana Solan talkkilouhos ja ennenkaikkea Siilinjärven apatiittilouhos, joka käynnistyi edellisen vuodenvaihteen aikana. Se vastaa yksinään lähes 2/3 teollisuusmineraalien koko tuotannosta. Siilinjärven louhoksen ja rikastamon käyntiinlähtö on hyvä esimerkki perusteellisesti suoritettujen laboratorio- ja pilot plant -tutkimuksen merkityksestä. Niiden kehittäminen rikastusmenetelmä toteutettiin oloissamme suurimittakaavaisena, ja vain vähäisin säädöin se oli valmis täysitehoiseen toimintaan. Kemira Oy on jo tehnyt päätöksen tuotannon kohottamiseksi vastaamaan 5 milj. tonnin louhintaa, johon toivotaan päästävän vajaan kahdessa vuodessa.

Teollisuusmineraalien jalostetut tuotanto osoittaa voimakainta nousua talkin kohdalla. Edelliseen vuoteen verrattuna nousu on ollut 19.2 % ja vuoteen -78 verrattuna

55.9 %. Apatiitti on kokonaan uusi tuote. Sementin tuotannon lievä nousu kuvastanee viime vuoden vilkasta rakennustoimintaa.

Malminetsinnän yhteydessä mainitsin teollisuusmineraalien etsinnän. Näyttäisi siltä, että maastamme saattaisi löytyä Al-silikaattiesiintymiä, joista sitkeän ja määrätietoisen tutkimuksen tuloksena saadaan uusia jalostustuotteita. Teollisuusmineraalien hyödyntämisessä on mineraalitekniikällä tutkimuksella suuri merkitys, varsinkin silloin, kun hyötymineraali on erotettava aikaisemmin tuntemattomasta ympäristöstä.

Kaivosteollisuutta varjostavat edessäpäin samat tekijät kuin mitä tahansa tuotantoa. Näitä ovat syvenevä taantuma, kysynnän pienentyminen, hintojen lasku ja lähinnä energiasta johtuva tuotantokustannusten nousu. Kaivosteollisuus runsaasti työvoimaa sitovana ja suuria pääomakustannuksia vaativana reagoi yleensä muuta teollisuutta hitaammin konjunktuurin vaihteluun, ja vaikutukset näkyvät myöhemmin. Maailmanlaajuisesti katsottuna kaivosteollisuuden tulevaisuus ei näytä kovin valoisalta juuri nyt.

METALLURGINEN TEOLLISUUS

Jo aikaisemmin eri yhteyksissä esille tullut maailmantalouden taantuma näkyy vuoriteollisuudessa nopeimmin ja herkimmin metallurgisissa tuotteissa. Läntisen blokin maissa värimetallien kulutus pieneni kautta linjan. Esim. kuparin kulutus oli 4 % ja sinkin 5 % pienempi kuin edellisenä vuotena, ja nikkelin tarjonta ylitti kysynnän. Maailman terästuotanto pieneni edellisestä vuodesta 3,9 % eli 23 milj. tonnia ollen 718 milj. tonnia. Euroopan teräsmarkkinoiden laskeva suunta oli ollut näkyvässä jo v. -79 lopussa, mutta viivästyi kuitenkin noin puoli vuotta alkuperäisestä ennusteesta. Kotimaassa kysyntä pysyi kuitenkin vilkkaana johtuen laivanrakennus- ja konepajateollisuuden hyvästä tilauskannasta, ja onhan rakennusteollisuutemmekin ollut vilkasta. Tästä johtuen on metallurgisten laitostemme käyttöaste ollut korkea. Metallien tuotantoluvut ovat saman suuruiset kuin v. 1979, jopa hiukan suuremmatkin. Esim. valssatun jaloteräksen tuotanto on kasvanut 27 %:lla ja katodiniikkelin 11 %:lla.

Kullan, hopean ja elohopean tuotannon suuri suhteellinen nousu johtuneen raaka-aineen laadusta, ts. kompleksirikasteista ja romun laadusta. Metallit ovat sivutuotteita muiden metallien tuotannossa.

Kuparin hinta Lontoon metallipörssissä saavutti helmikuussa huippunoteerauksen, josta se kesään mennessä oli pudonnut suurinpiirtein edellisen vuoden tasolle. Keskiarvo oli 941 punttaa tonnilta eli 8.18 mk/kg vuoden 1979 keskiarvon ollessa 7.73 mk/kg.

Nikkelin tuottajahinnan vuosikeskiarvo oli 28 mk/kg, mikä on 21 % enemmän kuin edellisenä vuotena huolimatta kysynnän ylittämästä tarjonnasta länsimarkkinoilla. Sensijaan sinkin tuottajahinnan keskiarvo laski edellisestä vuodesta 11 p/kg ollen 2.98 mk/kg. Kobolttin tuottajahinta on pysynyt suurinpiirtein samalla tasolla, mihin se kaksi vuotta sitten nousi huolimatta vuoden loppua kohden heikkenneistä markkinoista.

Terästuotteiden hintataso maailmanmarkkinoilla laski, varsinkin vuoden loppupuolella. Kysyntä väheni taloudellisen taantuman sekä kohonneiden korkokustannusten aiheuttaman varastojen pienentämisen johdosta. Varsinkin vuoden loppupuolella oli tilanne vaikea. — Vanadiinipentoksidin ylitarjonta maailmanmarkkinoilla aiheutti suuria vaikeuksia myynnissä. Ylitarjonta johtuu yhtäältä kysynnän pienentämisestä ja toisaalta uusien tuottajien markkinoille tulosta.

Maamme metallurginen teollisuus perustuu alunperin omien raaka-aineiden jalostamiseen ja toisaalta tuotteiden riittävään vientiin. Omat raaka-ainevarat eivät kykene enää täyttämään laajentuneen tuotannon kapasiteettia ja siten joudutaan turvaamaan kasvavassa määrässä niiden tuontiin. Tästä johtuen yhtiöt ovat lisänneet aktiviteettia ulkomaan toimintaan. Outokumpu Oy on esimerkiksi mukana 10 %:n osuudella monikansallisessa yrityksessä, joka tulee louhimaan Kanadan Manitoban provinssissa olevaa Trout Lake kupari-sinkkiesiintymää.

Samoin olemme lukeneet uutisia sopimuksesta, jonka mukaan Norjassa sijaitseva Orklan kupari-sinkkiesiintymä tulee siirtymään Outokumpu Oy:n haltuun.

Metallurgisen teollisuuden kapasiteettia, jaloterästä lukuunottamatta, ei tultane laajentamaan lähitulevaisuudessa. Yhtiöiden päätavoitteena onkin tutkimustyön avulla laadun ja jalostusasteen kohottaminen sekä tuotannon rationalisoiminen, jolloin vientituotteen hinnasta mahdollisimman suuri osa on kotimaista työtä. Rautaruukki Oy on laajentanut terästuotantonsa jalostusta moniin uusiin tuotteisiin. Vientiä palvelemaan ovat sekä Outokumpu Oy että Ovako Oy kehittäneet myyntiverkostoaan perustamalla ulkomaille omia myyntiyhtiöitä. Samoin Outokumpu Oy on perustanut Brasiliaan yhdessä Tamrockin kanssa kaivos- ja metalliteollisuuden erikoiskalustoa valmistavan yhtiön.

SUMMARY

REVIEW OF THE FINNISH MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY IN 1980

The business depression did not reach Finland in 1980. The growth of total production was for two consecutive years the fastest in the industrial world, i.e. 6 %.

The production of metal industry increased 10 %. The production of metal ores and limestones remained at the level of 1979 and the production of industrial minerals increased from 1 to 3 M ton. The shortening of domestic ore reserves led to an intensified activity in prospecting and abroad enterprises in order to guarantee the supply of raw materials for our metal industry.

As a whole the year 1980 was a good one for Finland but the forthcoming depression, the shortrunning of domestic ores and the energy problem cast a gloom over the future.

BERGBAU 81 -MESSUT

Düsseldorfer Messegesellschaft — NOWEA — järjestää vuoriteollisuuden kansainväliset erikoismessut ja kongressin Düsseldorfin tunnetussa messukeskuksessa 11.—17. kesäkuuta 1981.

Ensimmäinen vuoriteollisuuden näyttely järjestettiin Düsseldorfissa 1976. Tällöin näyttelyn näki 90 500 kävijää 71 maasta ja näytteilleasettajia oli 21 eri maasta 520. Nyt odotetaan noin 100 000 kävijää, jotka tulevat Bergbauhin katsomaan ja vertailemaan vuorityölaitteita, vuorityökoneita ja -varusteita sekä raaka-aineita. Suo-

mesta on Bergbaussa mukana tällä kertaa 9 yritystä.

Bergbau on enemmän kuin pelkät erikoismessut. Sen aikana järjestetään useita eri aiheita käsitteleviä kongresseja, seminaareja ja esitelmätilaisuuksia. Bergbau 81:n aikana järjestetään myös kongressi "Tunneli 81". Sen keskeisinä teemoina ovat tunnelirakennukseen liittyvä uusi teknologia sekä uudet taloudelliset rakennusmenetelmät. Bergbau 81 -messuihin liittyy myös kansainvälinen kongressi, jonka aiheena on vedenalainen kaivostuominta — Interocean 81.

Mineralpolitiska utredningen: mineralsektorns utveckling

Direktör Sven-Gunnar Bergdahl, Svenska Gruvföreningen

Det är naturligtvis svårt att i ett kort föredrag ge någon ingående beskrivning av mineralsektorns utveckling och struktur. I det följande ges korta översikter av utveckling och försörjningsfrågor internationellt och något mera omfattande redogörelser för de svenska förhållandena.

Om man med gruvindustrin skulle avse endast järn-gruvsektorn kan ordet kris, som så missledande används om hela branschen, te sig befogat i dag. Vi är alla medvetna om den aktuella situationen för stålverken i Europa och dess inverkan på våra möjligheter att exportera järnmalm.

En stor förändring som skett under efterkrigstiden är



Bild 1. Världshandeln med järnmalm år 1950.

Fig. 1. International trade of iron ore in 1950.



Bild 2. Världshandeln med järnmalm år 1975.

Fig. 2. International trade of iron ore in 1975.

att världshandeln med järnmalm ökat närmast lavinartat. De här frågorna blev utomordentligt väl belysta av direktör Sven Johansson, LKAB, vid Jernkontorets diskussionsmöte i maj 1979. Jag vill erinra om ett par bilder ur hans föredrag som på ett slående sätt illustrerar förändringen (bild. 1 och 2). Sverige, som dominerade världshandeln med järnmalm i början av 1950-talet, har nu fallit tillbaka till att svara för endast ca 5 % av den totala exporten. Stålintustrins struktur har också förändrats i flera avseenden. Under senare år har stålproduktionen ökat snabbt i flera u-länder, exempelvis Sydkorea och Taiwan, liksom i flera latinamerikanska länder. Detta har medfört att stålverken i industriländerna, framför allt i Västeuropa, fått se sina marknadsandelar krympa. Den västtyska stålindustrin, som låg helt i spillror vid andra världskrigets slut och alltså byggts upp och moderniserats från grunden, har ett bättre konkurrensläge än de flesta övriga verk i Europa.

Världens råstålsproduktion, som ökade på ett förtröendeingivande stabilt sätt fram till 1975 stagnerade i oljekrisens spår men syntes under 1978 och 1979 i stort sett ta upp sin tidigare ökningstakt. Prognosen för 1980 är emellertid endast ca 720 Mt för hela världen medan man för EG väntar att råstålsproduktionen skall bli ca 131 Mt, vilket inte är mer än produktionen 1971. Produktionsutvecklingen framgår av bild. 3.

På lång sikt kan vi åter räkna med att konsumtionen av råstål kommer att öka, även om ökningen i i-länderna förutses bli långsammare än förut. Av strategiska skäl vill man sannolikt behålla en viss volym på stålindustrin

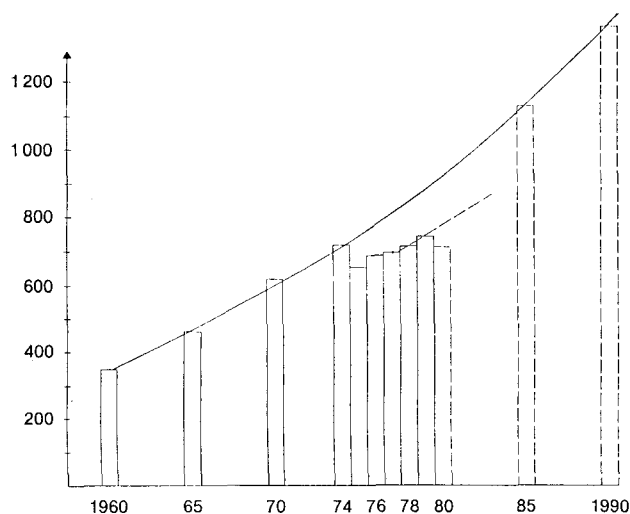


Bild 3. Världens råstålsproduktion, Mt.

Fig. 3. The world raw steel production, Mt.

i Västeuropa. Omstruktureringen av världens stålindustri kommer naturligtvis att medföra att världskartan för malmexporten får ett nytt utseende. Om gruvkapaciteten inte byggs ut i takt med ökad efterfrågan kommer man så småningom att få brist på järnmalm. Vissa bedömare har varnat för en sådan bristsituation redan i mitten av 1980-talet, även om det inte verkar så troligt just nu.

För de flesta av legeringsmetallernas malmer är — i motsats till järnmalmen — såväl produktion som konsumtion koncentrerade till ett fåtal länder. Följande exempel visar hur stark koncentrationen är. För manganmalm svarar Sovjetunionen, Sydafrika och Gabon för över 60 % av världsproduktionen. Sovjetunionen och Sydafrika producerar tillsammans ca 60 % av världens krommalm.

Nära 70 % av världens nickelmalm kommer från Kanada, Nya Kaledonien och Sovjetunionen. Ännu starkare är koncentrationen för molybdenmalm, där USA, Kanada och Chile tillsammans har 90 % av världsproduktionen. Detta gäller också vanadinmalm, där Sydafrika, Sovjetunionen och USA har nära 90 %.

För basmetallernas malmer, dvs koppar-, zink- och blymalm, är produktionen mera spridd än för legeringsmetallerna. U-länderna har en större andel av produktionen. Speciellt gäller detta för kopparmalm.

Bild 4 är hämtad från ett seminarium som professor Kihlstedt höll 1976 och tillhör inte materialet i mineralpolitiska utredningen. Diagrammet ger en intressant bild av behovet av mineralberedningskapacitet för kopparproduktion. Vi ser av diagrammet att den ackumulerade globala kopparproduktionen, som nu är drygt 200 Mt, sannolikt kommer att fördubblas fram till år 2000. Under 20-årsperioden 1950—1970 producerades ca 90 Mt kopparmetall ur malm med en genomsnittshalt av ca 0,8 % Cu. Detta innebär att ca 11 miljarder ton malm behandlades under perioden. Under tiden 1970—1990 blir den sannolika kopparproduktionen ca 160 Mt ur malm med ca 0,6 % medelhalt. Den totala mängden malm som behandlas un-

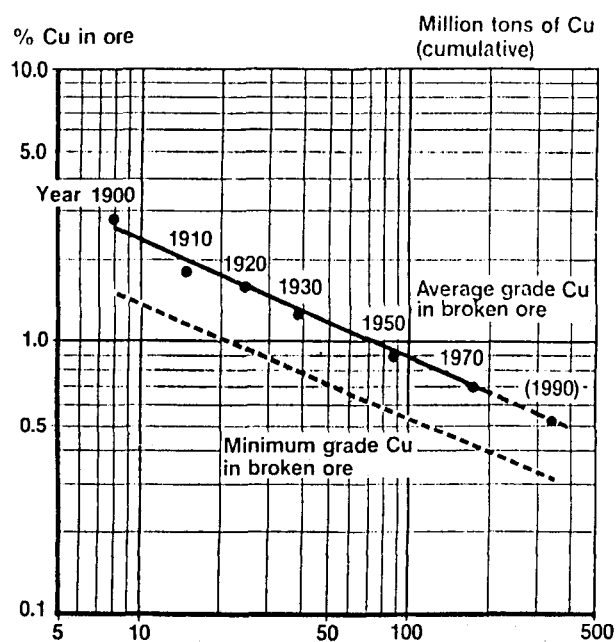


Bild 4. Koppars världproduktion kumulativt efter år 1900.

Fig. 4. The world copper production, cumulative from the year 1900.

der denna period blir då ca 27 miljarder ton. Kapaciteten hos världens mineralberedningsverk måste alltså byggas ut väsentligt.

Mineralpolitiska utredningen gör också bedömningen att under återstoden av 1900-talet måste oerhörda summor investeras i gruv- och mineralindustrin för att klara den ökade efterfrågan. Eftersom investeringsbehoven per årstond kapacitet i gruvor och mineralberedningsverk ökat snabbare än inflationen sedan 1976 måste metallpriserna stiga för att locka investerare. Om så inte sker, uppstår brist på legerings- och basmetaller. Man kan liksom hittills förutse starka prisvariationer. Här föreligger en väsentlig skillnad jämfört med järnmalmsektorn, där kända högprocentiga malmtillgångar räcker för mycket lång tids produktion på nuvarande nivå. Tyvärr kan man nog också räkna med en fortsatt otillfredsställande prisnivå för järnmalm.

Ett intressant konstaterande i utredningen är att år 2000 kommer den övervägande delen av världens mineralproduktion att ske i anläggningar som inte existerar i dag. Även om man antar att 75 % av dagens produktionskapacitet fortfarande finns kvar vid sekelskiftet och att konsumtionsökningen inte överstiger 2 % per år, så måste 50 % av världsproduktionen år 2000 utvinna från anläggningar som tillkommit efter 1979.

De omfattande nationaliseringarna av gruvor i u-länderna har medfört att andelen kapital som numera satsas av företag inom EG på prospektering i dessa länder har minskat från 57 % år 1961 till 13,5 % under åren 1973—75. Prospekteringsinsatserna har istället koncentrerats till Australien, Kanada och USA. Från u-ländernas sida har man emellertid börjat ändra inställning beträffande nationalisering. Som exempel kan nämnas att Chile nyligen tillkännagivit att man avser att sälja vissa fyndigheter till utländska intressenter. Det förefaller därför troligt att vi med tiden får möta en ökad konkurrens från u-länderna. Dessutom får u-länderna sannolikt tillgång till kapital på bättre villkor än för gruvföretagen i Sverige.

Den svenska malmbrytningens utveckling sedan 1955 framgår av bild 5. Siffrorna avser totalt uppfordrad kvantitet, dvs inklusive gråberg. Från 1955 och fram till trendbrottet 1975 var den årliga ökningen ca 5 %. Av bild 5 kan man utläsa att en omstrukturering är på väg. Sulfidmalmsproduktionen har hållit sina positioner och tom ökat under perioden 1975—78, då järnmalspro-

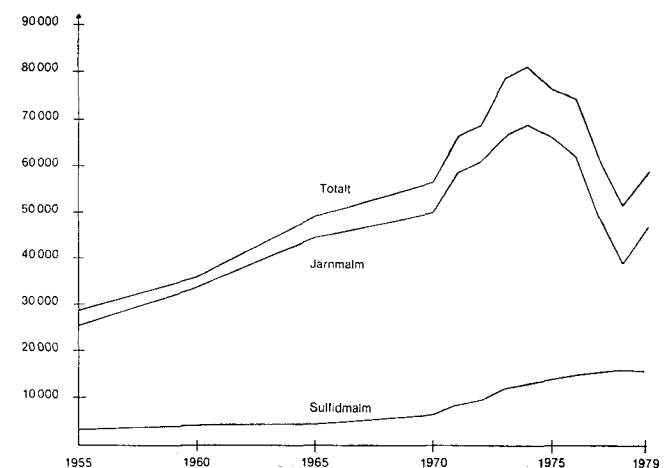


Bild 5. Malmbrytning i Sverige 1955—1979.

Fig. 5. The production of ores in Sweden in 1955—1979.

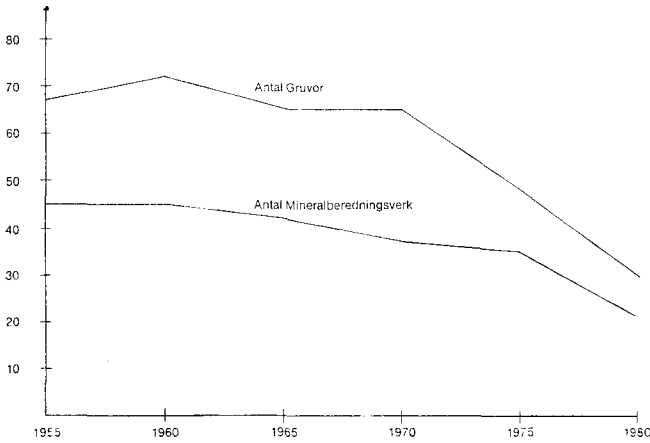


Bild 6. Antal gruvor och mineralberedningsverk i Sverige.

Fig. 6. The number of mines and concentrators in Sweden.

duktionen sjönk kraftigt. Prisutvecklingen för ädelmetaller under 1979—80 medför — om den blir bestående — att flera av Bolidens gruvor får väsentligt ökad malmbas. Detta förbättrar också lönsamheten för de gruvor där ädelmetaller förekommer tillsammans med basmetaller. Som jag tidigare nämnt, krävs höjda priser på basmetaller om en kapacitetsutbyggnad skall komma till stånd.

Bild 6 visar utvecklingen beträffande antalet svenska gruvor och mineralberedningsverk i drift. Minskningen faller helt på järnmalmsektorn. Även när det gäller antalet anställda (bild 7) har en minskning ägt rum inom järnmalmsektorn, medan antalet anställda vid sulfidmalmsgruvorna har ökat.

Låt oss så betrakta industrimineralsektorn, som är betydligt mera heterogen och svårare att överblicka. Index

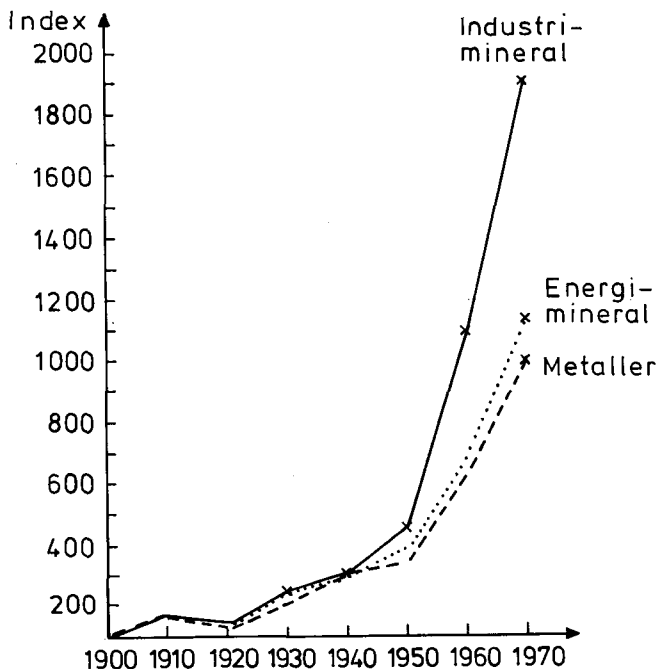


Bild 8. Ökning av produktvärde för olika mineralprodukter.

Fig. 8. Increase of product value for different mineral products.

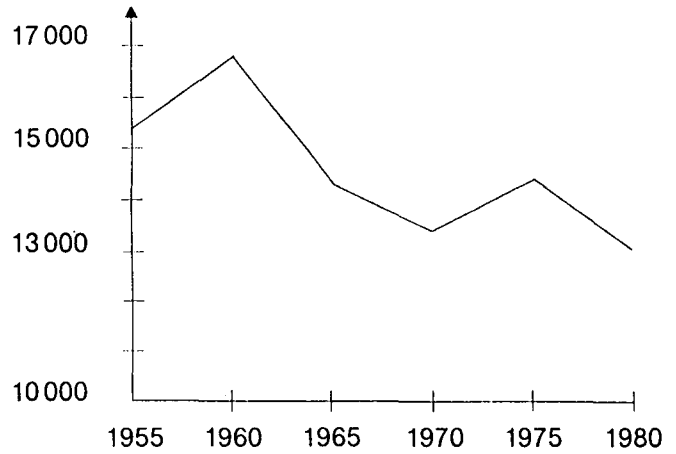


Bild 7. Antalet anställda vid svenska gruvor och mineralberedningsverk.

Fig. 7. The number of personnel at Swedish mines and concentrators.

för det globala produktvärdet för industrimineral har efter 1950 ökat snabbare än såväl metall — som energimineral, bild 8. Då bör man emellertid hålla i minnet att industrimineralen började med ett väsentligt lägre produktvärde än metall- och energimineral. Av bild 9 framgår att produktvärdet av energimineralen uttryckt i dollar år 1970 var ungefär lika med summan av värdet för metall- och industrimineral. Sedan dess har vi ju haft stora prisstegringar på mineralbränslen, vilket gör att dessa dragit ifrån ytterligare.

Volymmässigt är produktionen av industrimineral inklusive sand, grus och annat byggnadsmaterial den dominerande sektorn. En uppskattning av 1970 års världs-

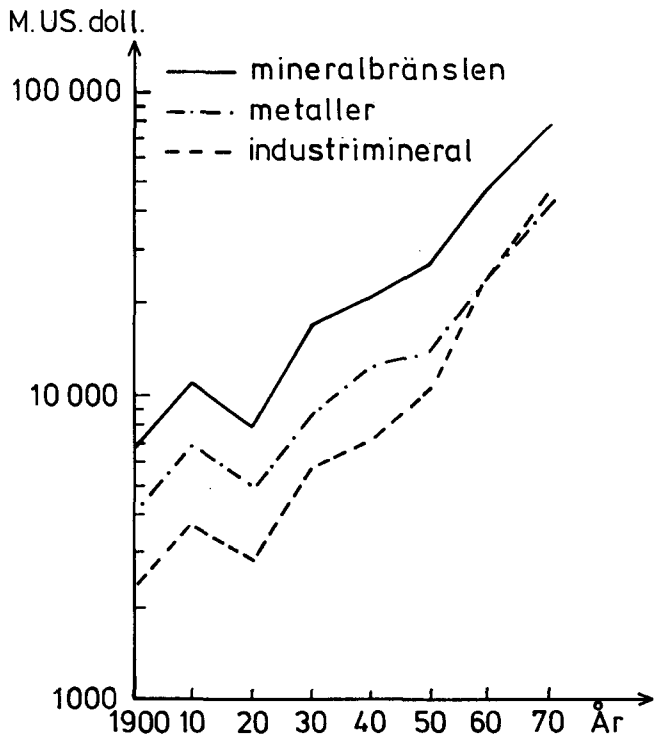


Bild 9. Produktvärdet av energi-, metall- och industrimineraler (världsproduktion) efter år 1900, milj. US-dollar i 1972-års priser.

Fig. 9. Product value of energy, metal and industrial minerals (world production) after the year 1900, millions of US \$ in the prices of the year 1972.

produktion gav en totalsiffra av knappt 13 miljarder ton. Färskare siffror finns tyvärr inte tillgängliga men överslagsmässigt torde årets världsproduktion överstiga 20 miljarder ton.

Värdet av den svenska industrimineralproduktionen uppgick 1974 till ca 1,3 miljarder kronor, varav ballast-materialen svarade för ca 1 miljard kronor. Antalet arbetsställen och antalet anställda har emellertid minskat under senare år.

I en intressant tabell visar utredningen vilka svenska malm- och mineralgruvor som tagits i drift under perioden 1955—1974. Det rör sig visserligen mest om mycket små enheter med kort drifttid, men hela 37 gruvor har startats, av vilka 12 fortfarande är i drift.

Utredningen ägnar en del uppmärksamhet åt den under senare år livliga debatten om gruv- och mineralindustrins inverkan på den yttre miljön. Debatten har ibland givit intrycket att just denna bransch skapar särskilt stora olägenheter.

Liksom vi från Gruvföreningens sida i olika sammanhang påpekat, konstaterar utredningen att en mycket liten del av Sveriges yta upptas av gruvor i drift. Med hänsyn till produktvärdet torde i de flesta fall gruvdrift vara den mest effektiva användningen av mark. Ca 4300 km² eller 1 % av Sveriges yta var 1979 belagd med inmutningar. Eftersom inmutningar är tidsbegränsade och dessutom ytterligt få av inmutningarna leder till gruvdrift, innebär branschens markutnyttjande verkligen inga orimliga inskränkningar i övriga intressens tillgång till markområden.

När det gäller bedömning av vår gruv- och mineralindustris konkurrensförutsättningar är naturligtvis miljöskyddskostnaderna en faktor av stor betydelse. Som exempel nämner utredningen Rönnskärsverkens miljöinvesteringar som belöpte sig till ca 250 Mkr under åren 1970—78. Närmare tre fjärdedelar av Boliden Metall AB:s förlust på 62 Mkr år 1978 kan anses förorsakad av kapital- och driftkostnaderna för miljöskyddsanordningarna. För att kompensera de ca 45 Mkr som miljöskyddet kostade 1978 skulle det ha behövts en 35-procentig höjning av smältlönen. En sådan höjning kan knappast betraktas som realistisk. Vi har alltså i Sverige ett ofördelaktigt konkurrensförhållande relativt länder med mindre långtgående miljöskyddskrav. Samma är förhållandet i USA. Där införs nu nya och vittgående föreskrifter på miljöområdet. De skall enligt planerna nå sin fulla tillämpning år 1987. Amerikanska handelsdepartementet har gjort en utredning av konsekvenserna av en fullständig efterlevnad jämfört med en helt oreglerad situation. Man fick fram följande bild av läget beträffande raffinerad koppar i USA år 1987

- 42 % högre pris
- 36 % lägre produktion
- 12 % lägre konsumtion
- 36 % färre arbetstillfällen inom kopparindustrin.

Utvecklingen inom industriländerna kan förväntas öka klyftan till u-landslokaliserade konkurrenters miljöskyddskostnader, vilket kan bidra till att nytt smältverkskapacitet i större utsträckning än hittills lokaliseras till u-länder.

En annan mycket viktig faktor att beakta vid bedömningen av vår industris framtida konkurrenskraft är utnyttjandet av det nedlagda kapitalet. Här är vi i Sverige i underläge genom att vi — om inte processen absolut kräver kontinuerlig drift — i regel utnyttjar utrustningarna endast 10 skift per vecka jämfört med 20 skift i många konkurrentländer.

Utredningens förslag inom detta avsnitt baseras på bedömningen att gruvindustrin, och då framför allt järngruvorna, har att möta en hård konkurrens och stora krav på förmåga att anpassa sig. Förutsättningar finns trots allt för en expansion som dock i flera fall kräver samhälleligt stöd. Enligt utredningens mening är ett sådant stöd motiverat, bl a av följande skäl:

- Produktion inom minneralsektorn sker i de flesta fall i glesbygder och bidrar därigenom till att hålla dessa bygder levande.
- Exportintäkterna av försäljningen av mineralråvaror är fortfarande stora, även om deras betydelse har minskat i förhållande till tidigare. Ny produktion inom minneralsektorn kan ersätta import eller ge upphov till nya exportintäkter.
- Försörjning med mineralråvaror är viktig från såväl hela landets som det enskilda företagens synpunkt. Dessutom har gruv- och mineralindustrin samband med andra branscher. Sambanden är viktiga också för dessa branschers förmåga att konkurrera på lång sikt.

Beträffande prospektering konstaterar utredningen behovet av underlag i form av översiktliga geologiska kartor. Med nuvarande resurser och karteringstakt kommer det att ta 125—150 år för SGU att få fram berggrundskartor i skala 1:50 000 över södra och mellersta Sverige. En förenklad berggrundskarta, avsedd enbart som prospekteringsunderlag, skulle emellertid kunna framställas väsentligt snabbare.

För en årlig kostnad av ca 10 Mkr skulle ca 20 kartblad per år kunna framställas. Därigenom skulle större delen av landet kunna täckas inom en 20-årsperiod. Besparingen i tid och kostnader ligger bl a i att kartorna skulle mångfaldigas på ett enkelt sätt och beskrivningen utelämnas.

Utredningens förslag beträffande framtida prospektering kan sammanfattas på följande sätt:

- Produktion av förenklade berggrundskartor i skala 1:50 000 för prospekteringsändamål bör inledas vid SGU.
- Produktion av översiktsskartor i skala 1:250 000 för prospekteringsändamål bör tas upp som ett försöksprojekt vid SGU.
- Ett georegister, i vilket bör ingå hänvisningar till all information av intresse för prospektörer, bör byggas upp vid SGU.
- De geofysiska flygmätningar som utförs av de olika prospekteringsorganisationerna bör samordnas.
- Storregionala geokemiska, gravimetriska och kvartärgeologiska undersökningar bör utföras i minst samma omfattning som nu och resultaten bör kunna utnyttjas av alla intressenter.
- En del av de totala prospekteringsresurserna bör avdelas för fullprospektering i sysselsättningssvaga områden som i övrigt har i stort sett likvärdiga förutsättningar från prospekteringsynpunkt som de andra områden där prospektering utförs.
- Den regionala prospekteringen efter metaller och industrimineral bör ökas kraftigt, vilket efter hand bör leda till att också den lokala målprospekteringen ökas.
- Prospekteringen i anslutning till gruvor och anrikningsverk bör ökas kraftigt.

I remissvaren från gruvföretagen och Sveriges Industriförbund stöder man ett snabbt utgivande av förenklade berggrundskartor som underlag för prospektering, något som SGU också ställer sig positiv till. SGU anser

dock att en utgivningstakt av 20 kartblad per år kan bli svår att uppnå i början. SGU påpekar också att den för- enklade typen av kartor blir av betydligt mindre värde för andra kartavnämare.

Beträffande sysselsättningsaspekterna föreslår utredningen följande.

- Reglerna för lokaliseringstöd bör anpassas till de betingelser som gäller för investeringar inom gruv- industrin.
- Staten bör vara beredd att medverka med det stöd som kan vara nödvändigt för att möjliggöra stora nya investeringar i gruvindustrin.
- Investeringar i mineralsektorn i Norrbotten och andra regioner med sysselsättningsproblem bör stödjas från samhällets sida.
- Utnyttjandet av de mindre järnmalmsfyndigheterna i Kirunatrakten bör planeras på ett sådant sätt, att det bidrar till att minska sysselsättningsproblemen.
- Beslut som rör gruvindustrin i Bergslagen och indu- strier som har samband med denna bör inte fattas utan att konsekvenserna för sysselsättning och dessa indu- striers behov av arbetskraft har redovisats och be- dömts vara acceptabla.
- Stora ansträngningar bör göras för att skapa nya ar- betstillfällen i andra branscher än gruvindustrin i Norrbotten och andra områden som är särskilt starkt beroende av mineralindustrin.

Industriförbundet, Arbetsgivareföreningen och Händ- elskammarförbundet, som avgivit ett gemensamt re- missvar, är mycket kritiska mot förslaget att använda brist på sysselsättning som kriterium för var prospek- tering skall bedrivas. Man är också kritisk mot följande formulering i avsnittet om sysselsättning: "...det finns anledning att låta sysselsättningshånsyn väga tungt också i samband med andra beslut som rör mineralsek- torn.". Det är ju mineralpolitiken som utredningen haft att behandla och inte arbetsmarknadspolitik!

Utredningen behandlar också integrations- och strukturfrågor. LKAB, Boliden Mineral AB och SSAB svarar tillsammans för mer än 90 % av gruvindustrins produktion. I Svenska Gruvindustriarbetareförbundets förslag till fackligt-politiskt handlingsprogram för gruvindustrin har man krävt en sammanslagning av de ovannämnda företagen. Denna fråga ingås inte i mine- ralpolitiska utredningens direktiv och behandlas därför inte. Däremot förordar utredningen ett ökat samarbete mellan företagen. Vid läsningen får man intrycket att utredningens ledamöter inte haft helt klart för sig att det redan förekommer ett omfattande samarbete såväl inom Gruvföreningen/Gruvforskningens ram som direkt mellan företagen.

Utredningens förslag beträffande strukturfrågorna är sammanfattningsvis följande:

- Arbetet inom delegationen för den mellansvenska gruvindustrin bör fortsätta i lämplig form.
- Det bör utredas hur strukturen i den mellansvenska järnmalmsgruvindustrin bör anpassas till framtida råjärns- och järnsvampverks behov av malmpro- dukter.
- Statsmakterna bör inta en positiv attityd till det behov av samarbete med utländska företag, som kan upp- komma för LKAB:s eller andra företags del och bidra till att underlätta sådant samarbete.

- Berörda myndigheter bör underlätta ett ökat utlands- engagemang från svenska gruvföretags sida.

Sista delen av detta föredrag avser svenska för- sörjningsfrågor såsom de behandlas i utredningen. Man har huvudsakligen ägnat sig åt möjligheterna att undvika störningar i försörjningen med mineralråvaror i fredstid. Med tiden har det uppstått allt större svårigheter att anpassa produktionen till variationer i efterfrågan. Det tar lång tid att bygga nya anläggningar eller att bygga ut befintliga. Detta medför att ökad efterfrågan snabbt kan leda till ett underskott och snabbt stigande priser.

Som jag tidigare nämnt har den erforderliga kapital- insatsen för en anläggning ökat snabbare än inflationen. Höga kapitalkostnader medför krav på hög produktion. Detta krav blir än större vid vikande efterfrågan och fallande priser, vilket snabbt leder till överutbud och ytterligare fallande priser. Stelheten i utbudet leder alltså till våldsamma svängningar i priserna, vilket vi under de senaste decennierna också haft talrika till- fällen att konstatera. En starkt bidragande orsak till svårigheterna att minska produktionen vid överutbud är u-ländernas ökade andel av mineralproduktionen. I många av dessa länder svarar gruv- och mineralindustrin för en stor del av statsinkomsterna. Produktions- inskränkningar medför svårigheter att betala nödvändig import liksom att betala räntor och amorteringar på utvecklingslån. Det kan också vara frestande att öka produktionen även vid låg efterfrågan eftersom den re- sultterande prissänkningen bärs gemensamt av alla produ- center och alltså inte står i proportion till det enskilda landets produktionsökning.

I utredningens delbetänkande "Malmer och metaller" har man gjort följande bedömning av Sveriges för- sörjningssituation för olika metaller:

Mycket kritisk:	Molybden Wolfram	Kobolt
Kritisk:	Mangan Krom	Nickel Titan
Måttligt kritisk:	Vanadin Koppar Tenn	Aluminium Magnesium
Tillfredsställande:	Kisel Zink Bly	Guld Silver

Molybdenslig och molybdentrioxid importeras främst från USA, Chile, Holland och Belgien. Världs- handeln domineras av USA, Kanada och Chile. Efter- frågan har under de två senaste åren ökat snabbt och produktionskapaciteten har inte kunnat byggas ut i tillräckligt snabb takt. Detta har lett till kraftiga prisstegringar. Man bedömer möjligheterna att hitta brytvärda molybdenfyndigheter i Sverige som ganska goda. Den svenska förbrukningen kan komma att öka snabbt.

Vår inhemska produktion av wolframslig täcker ca 20 % av Sveriges behov. Resten importeras från flera länder såsom Brasilien, Kina, Thailand, Sydkorea och Australien. Även wolfram-förbrukningen i Sverige för- väntas öka snabbt. Utredningen bedömer möjligheterna att hitta nya fyndigheter i Sverige som goda.

Kobolt importerar från Belgien, som i sin tur får produkten från Zaire, varifrån två tredjedelar av världsproduktionen kommer. Den svenska koboltförbrukningen väntas öka med 4—5 % per år vilket motsvarar en fördubblingstakt av ca 15 år. Detta, tillsammans med koncentrationen av produktionen till ett enda land, talar för en prioritering av kobolt från försörjningssynpunkt.

Mangan importerar i form av ferromangan från Norge, USA och Spanien och som manganmalm från Sovjetunionen, Gabon och Syd-Afrika. Den svenska förbrukningen väntas öka långsamt eller to m minska.

Krom importerar som krommalm från Finland, Albanien och Turkiet. I Sverige framställs ferrokrom som delvis exporteras. Världsproduktionen av krommalm domineras av Sydafrika och ferrokrom produceras huvudsakligen i västliga i-länder. Den svenska konsumtionen av krom väntas öka i måttlig takt samtidigt som vår produktion av ferrokrom ökar. Det är tyvärr föga troligt att vi upptäcker brytvärda fyndigheter av krom i Sverige.

Det nickel vi förbrukar i Sverige kommer i form av ferronickel och nickeloxidsinter från Nya Kaledonien, Dominikanska republiken och Australien och som metalliskt nickel från Storbritannien, Australien, USA, Norge, Schweiz och Kanada. Den svenska förbrukningen väntas öka långsamt eller eventuellt minska, bl a genom sänkta nickelhalter i rostfritt stål. Nickel finns bl a i den svenska fjällkedjan och möjligheterna till inhemsk produktion bedöms som relativt goda.

Titan importerar som obearbetad metall eller titansvamp från Sovjetunionen och Västtyskland och som ferrotitan från Storbritannien, Belgien, Frankrike och Sovjetunionen. Den svenska förbrukningen väntas öka ganska snabbt. Vissa möjligheter finns för inhemsk produktion av titan.

Mineralprodukter för gödningsämnen bör också prioriteras högt. Dit hör framför allt fosfor och kalium. Utredningen diskuterar olika försörjningspolitiska medel. En industripolitik som innebär stöd till den svenska gruv- och mineralindustrin och en intensifierad prospektering har redan berörts. Utredningen har också gjort vissa beräkningar beträffande sk malpåsegruvor men konstaterar att sådana inte kan motiveras ekonomiskt annat än i extremfall.

Utredningen föreslår att man från försörjningssynpunkt skall pröva fortsatt drift i nedläggningshotade gruvor. En sådan prövning är naturligtvis vanskelig att genomföra. Bl a är det svårt att åsätta försörjningstryggheten ett värde i en kalkyl, och att längre tid fortsätta en förlustbringande verksamhet torde kosta mera än att hålla ett fredskrislager.

En åtgärd som däremot ter sig motiverad är utredningens förslag att bygga upp ett fredskrislager av metaller för vilka vår försörjningssituation är kritisk. Man föreslår ett lager som täcker tre månaders import. Överstyrelsen för ekonomiskt försvar har redan erhållit medel för att bygga upp fredskrislager av mangan, krom och kobolt. Mineralpolitiska utredningens förslag innebär

en ökning med ca 300 Mkr till totalt ca 350 Mkr, vilket ger en årlig lagerhållningskostnad av ca 50 Mkr.

Våra långsiktiga strävanden bör naturligtvis gå ut på att genom ökad prospektering skaffa oss en inhemsk försörjning med så många mineralprodukter som möjligt. Dessutom bör vi söka åstadkomma internationella handelsavtal som ökar vår försörjningstrygghet.

**SUMMARY
REPORT FROM THE MINERALS POLICY
COMMITTEE:
DEVELOPMENT OF THE MINERALS SECTOR**

In Sweden, a Minerals Policy Committee was appointed in 1974 in order to make forecast for Swedish production and consumption of mineral raw materials during the next ten years and up to the year 2000. In the article the author summarizes and evaluates the main results of this work. The article is based on a lecture given by the author in the meeting of The Swedish Mining Society, Stockholm 1980.

**VUORIMIESYHDISTYS-BERGSMANNIFÖRENINGEN
RY:n ENGLANNINKIELINEN NIMI**

Vuorimiesyhdistyksen hallitus on kokouksessaan 28. 1. 1981 vahvistanut yhdistyksen englanninkieliseksi nimeksi "THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS"

Numerossa 2/1980 s. 107 painovirhepoholainen puhui Lapin kullannetsintäyhtiö Protectorista. Pitää tietysti olla **PROSPEKTOR**.

Miten energiakuluja pienennetään metalliteollisuudessa paremmalla energian hallinnalla

Esitelmä TECHNO FINLANDIA '80 Symposiossa Mexico Cityssä 3—6. 11. 1980

Dipl.ins. Valentin Tinnis, EKONO Oy, apul.os.päällikkö

Tekn.lis. Osmo Vartiainen, EKONO Oy, vuoriteollisuuden toimialan johtaja

YHTEENVETO

Energian hallintamenetelmät tähtäävät tuotantoyksikön energiankäytön optimointiin. Tämä edellyttää oikea-aikaista päätöksentekoa eri organisaatiotasolla lähtien voimasopimuksista aina tuotantotason operatiivisiin toimintoihin asti.

Energian hallintamenetelmien avulla on myös mahdollisuus saada luotettavaa informaatiota teknistä kehitystä tai prosessin ja sen eri osaoperaatioiden uudelleensuunnittelua varten ottaen huomioon aikaisempaa paremmin prosessin termodynaamisen tehokkuuden.

Energian hallintajärjestelmä pyrkii termodynaamisia näkökohtia painottamalla uusin menetelmin energiakustannusten pienentämiseen tuoteyksikköä kohden pitäen tavoitteena minimientropiakehitystä. Laitoksen ko-ordinoitun tuotanto-ohjaussystematiikan eräänä tärkeänä muuttujana on energiankulutus prosessin kokonaistaseessa.

Ohjaustoimintojen lisäksi energian hallintasystematiikka mahdollistaa kokonaisenergiataseen jokahetkisen seurannan ja valvonnan sekä antaa pohjan tarkastelu- ja raportointisysteemille.

JOHDANTO

"Energy management" on jo vakiintunut termi puhut-

taessa energian hallinnasta, joten seuraavassa käytetään tätä nimitystä.

Vaikka tässä artikkelissa käsitellyt asiat lähinnä koskevat perusmetalliteollisuutta, energy management-menetelmät ovat hyvin sovellettavissa myös kemian- ja pape-riteollisuuteen sekä muihin teollisuuksiin, jotka käyttävät tai tuottavat merkittävän määrän energiaa eri muodoissaan.

Taulukossa 1 on esitetty eräiden malmeista valmistettujen tuotteiden energiankulutuslukuja. Tarkasteltavana ovat sementti, teräs, sinkki, kupari ja alumiini, joiden yhteinen osuus maailman energiankulutuksesta on noin 10 % viimeisimmän OECD:n tilaston mukaan. Kysymyksessä olevien tuotteiden energiankulutusluvut ovat keskimääräisiä ja perustuvat normaalisti käytettyihin konventionaalisiin tuotantomenetelmiin.

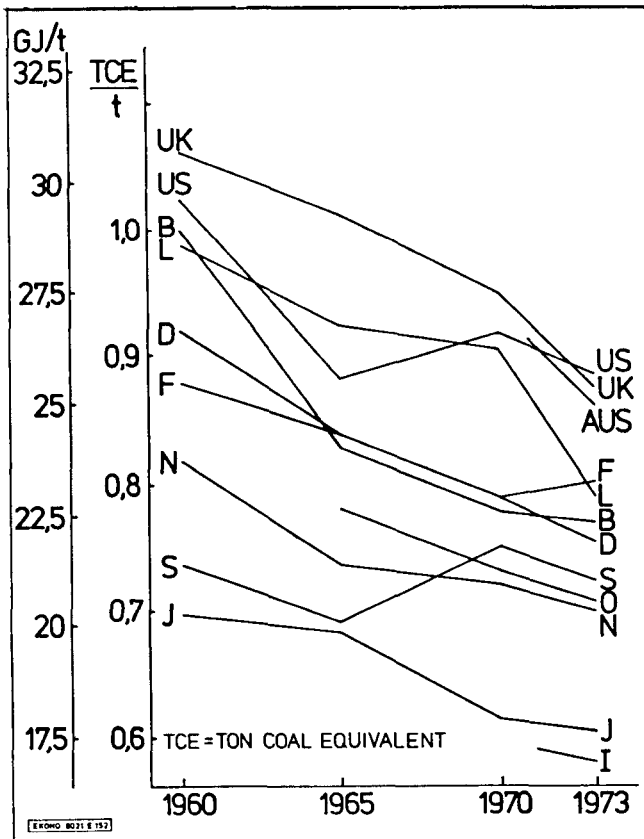
Näiden tuotteiden valmistamiseen tarvittava energiamäärä riippuu käytetyistä tuotantomenetelmistä. Tämä ilmenee esim. kuvasta 1, jossa on esitetty raakateräksen tuottamiseen tarvittavan energiamäärän kehittyminen eri maissa vuosina 1960—1973. Huomataan, että "huonoimmat" maat käyttävät noin 60 % enemmän energiaa kuin "parhaimmat" maat. Samantapaisia eroja on myös nähtävissä sinkin tuotantomenetelmien välillä; sähköterminen prosessi kuluttaa keskimäärin 20 % enemmän energiaa kuin elektrolyyttinen. Sementtiä voidaan valmistaa

Tauukko 1. Energian kulutus joillekin jalostetuille tuotteille konventionaalisia louhinta-, rikastus- ja jalostusprosesseja käytettäessä.

Table 1. Energy consumption for some refined products by conventional mining, beneficiation and refining processes.

Product	Energy needed		Production		Energy consumed		Percentage of the total energy consumed in the world
	GJ/t	10 ⁶ Btu/sht	10 ⁶ t/a	10 ⁶ sht/a	TJ/a	10 ¹² Btu/a	
Cement	4,3	3,7	794	882	3,548	3,363	1.05
Steel	32	27	749	832	23,700	22,464	7.02
Zinc	76	65	7.2	8.0	549	520	0.16
Copper	129	110	6.9*)	7.7	894	847	0.26
Aluminium	286	244	13.1*)	14.6	3,758	3,562	1.11
Total			1,570.2	1,743.4	34,449	30,756	9.60
Total in the world					338,000	320,000	

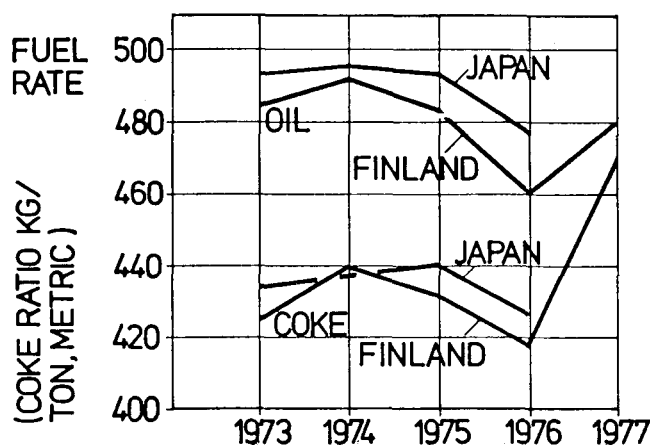
*) Western world
sht = short ton



Kuva 1. Energian kulutus maittain raakaterästonnia kohden.

Fig. 1. Energy consumption by country per t crude steel.

kuivateknisin menetelmin ainoastaan puolella siitä energiamäärästä, mikä tarvitaan märkämenetelmää käyttäen, jne. Nämä suuret eroavuudet perusmetallien valmistuksen energiankulutuksessa eivät koske ainoastaan eri



Kuva 2. Energian kulutus.

Fig. 2. Energy consumption.

tuotantomenetelmiä, huomattavia eroja aiheutuu myös siitä, kuinka kysymyksessä oleva tuotantomenetelmä on hienosäädetty ja edelleen siitä, kuinka hyvin prosessi on hoidettu tuotantoteknisesti, kuinka taitavaa on tuotantohenkilöstö, kuinka hyvin tuotantovälineistö pidetty kunnossa jne. Joissakin teollisuuksissa energiankäytön kehittymistä seurataan hyvinkin kiinteästi. Esimerkiksi raakauraudan valmistamiseen tarvittavaa energiamäärää Japanissa ja Suomessa vuosina 1973—1976 on verrattu kuvassa 2.

Luonnollisesti eri energiamuotojen hinnoilla ja hintakehityksellä on ollut aikanaan määrävä merkitys menetelmien valintaan ja myös siihen, kuinka tuotantoprosesseja on suunniteltu hoidettavaksi ja säädettäväksi ja mitkä tekijät ovat saaneet taloudellisen etusijan. Viime vuosien suuret muutokset energian hinnoissa ja saannissa ovat vaikuttaneet ja tulevat vaikuttamaan tulevaisuudessa siihen, että tarvitaan tilanteen uudelleenarviointia ja jyrkkiäkin toimenpiteitä hintamuutoksiin mukautumiseksi sekä lyhyellä että pitkällä tähtäimellä.

ENERGY MANAGEMENT — TOIMINTAMUOTOJA

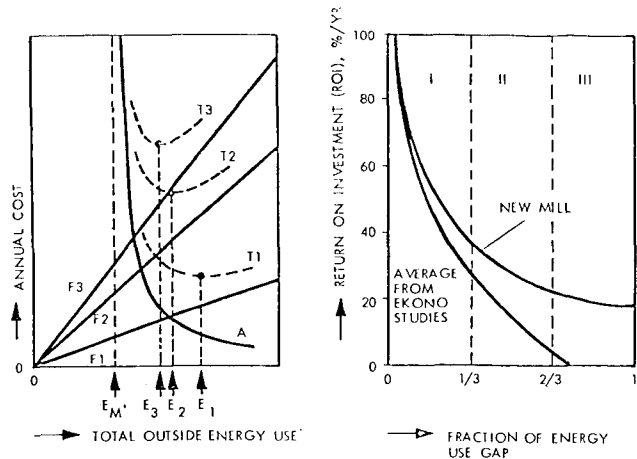
Teollisten prosessien energiankäyttöön voidaan vaikuttaa seuraavin periaatteellisin keinoin:

- 1 Toiminnan johtamisella modernein management-keinoin, toimintojen integroimisella, jne.
- 2 Hyvällä "talonpidolla", kunnossapidolla, eristysten korjaamisilla, jne.
- 3 Investointien avulla, kohdistuen ne prosessin ja laitteiston uudenaikaistamiseen.
- 4 Tuotantoprosessien täydellisellä uudelleensuunnittelulla, ottamalla huomioon energian hinnan tuleva kehitys ja nykyaikainen teknologia, "best available technology".

Nämä keinot kuuluvat periaatteessa menetelmiin, jotka perustuvat

- a) toimintamenetelmien kehittämiseen ja/tai
 - b) laitteistojen kehittämiseen
- Tämän artikkelin tarkoituksena on vaikuttaa toimintaa ja ohjausta koskeviin seikkoihin tavoitteena management-systeemit, joiden avulla on mahdollista aikaansaada nykyistä tehokkaampi ja luotettavampi perusta päätöksentekoa varten eri organisaatiotasolla tähdäten energiankäytön taloudelliseen optimointiin.

Kun parhaillaan on tapahtumassa nopeita muutoksia energian hinnoissa ja uusia energiamuotoja otetaan käyttöön, on tehtävä kaikki mahdollinen toimintojen taloudelliseksi optimoimiseksi. Energiankäytön ohjaus prosessissa täytyy ulottaa voimasopimuksista aina lattiataason operatiivisiin toimintoihin asti. Täten kaikkien organisaatiotasojen päätöksentekijöiden täytyy osallistua toimintojen ohjaamiseen ja säätämiseen. Jotta tällainen päätöksenteko olisi mahdollinen käytännössä, informaation tulee olla spesifinen jokaista päätöksentekotasoa varten siten, että toimenpiteisiin voidaan ryhtyä mahdollisimman suoraviivaisesti ja nopeasti sekä siten, että jokainen toimintaa ohjaava yksikkö saa myös oman spesifisen palautteensa oikea-aikaisesti.



Kuva 3. Energian käytön optimointi eri kustannustasoille.

Fig. 3. Optimization of energy for different cost levels.

Kuva 4. Sisäinen korko eri toimenpiteille.

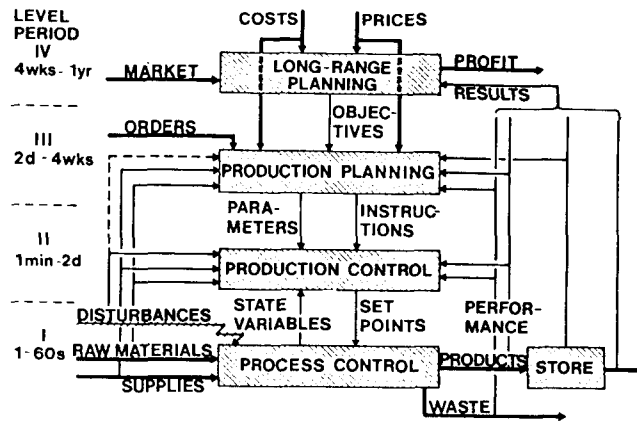
Fig. 4. Return-on-investment for different measures.

TALOUDELLISET EDELLYTYKSET

Energiahintojen muutosten vaikutus tuotantolaitoksen käyttökustannuksiin on periaatteellisesti esitetty kuvassa 3. Sanokaamme, että F1 edusti polttoainekustannusta määrän funktiona sillä hetkellä, kun tuotantolaitos suunniteltiin ja käyrä A pääoma- ja käyttökustannuksia ilman polttoainekustannuksia. Tällöin em. riippuvuuskäyrän T1 minimi osoittaa pisteen E1, jonka mukaisesti laitos alun perin suunniteltiin. Kun polttoainekustannukset kasvavat esim. F3:n mukaisesti, piste E1 siirtyy E3:een. Tällöin on taloudellista investoida sisäisen energiankäytön hyödyntämiseksi ja vähentää ulkopuolelta ostettavan energian määrää. On ilmeistä, että vuotuisten käyttökustannusten minimoimiseksi ja uuden optimipisteen saavuttamiseksi on tehtävä muutoksia prosessissa.

Piste E_M, mikä edustaa määrättyä raja-arvoa nykyisen käytännön teknologian tasolla suunniteltaessa energiaa säästäviä menetelmiä, tulee varmaankin lähitulevaisuudessa siirtymään piirroksessa huomattavasti vasemmalle, toisin sanoen uusia ja yhä taloudellisempia vaihtoehtoja tullaan kehittämään energiankäytön tehostamiseksi.

Em. optimipisteiden E1 — E3 eron pienentämiseksi, eli uuden muuttuneen optimipisteen saavuttamiseksi, voidaan tilannetta arvostella EKONon suorittaman parinsadan käytännön tutkimuksen statistiikan pohjalta kuvan 4 mukaisesti. Kuten nähdään, niin 1/3 tästä erosta on saatu eliminointia investointien avulla, joiden tuotto on huomattavan korkea ja toinen kolmannes on voitu ratkaista investoinnein, jotka antavat vielä keskinkertaisen tuoton. Kuitenkin vanhempien laitosten kysymyksessä ollen nollassa tuoton suhteen on saavutettu noin kolmannen kolmanneksen alussa. Graafisesta esityksestä on myös nähtävissä, että merkittävä osa kysymyksessä olevasta erosta on voitu eliminoida käytännöllisesti katsoen ilman mitään investointeja. Energy management-menetelmin on mahdollista edelleen pienentää kuvan 3 optimipisteen siirtymisherkkyttä. Energy management-menetelmin voidaan kokemuksen mukaan vaikuttaa alueeseen, mikä vastaa 3—5 % metallurgisten prosessien kokonaisenergiakulutuksesta. Esim. laitoksessa, jonka tehontarve on 100 MW, mahdollinen säästö on 3—4 MW tai 20—40 milj.



Kuva 5. Hierarkkinen ohjausjärjestelmä.

Fig. 5. Hierarchical control system.

kWh/vuosi. Tämä vastaa tänään säästöpotentiaalia arvoltaan noin 4—6.5 milj. mk/vuosi, mikä saavutetaan käytännöllisesti katsoen ilman mitään koneinvestointeja ja varsin pienillä laitehankinnoilla.

HIERARKKISUUS-PERIAATE

Energy management-kokonaisvalvontajärjestelmä voidaan organisoida samaan tapaan kuin ao. ihmiset, hierarkkisesti. Jokaisen hierarkian tasolla tehdyt päätökset riippuvat tämän tason ylä- ja alapuolelta saadusta informaatiosta.

Eräs hierarkkinen menetelmä on hahmoteltu kuvassa 5. Taso I osoittaa prosessiin kohdistuvat vakauttavat säätötoiminnot. Tämän säätöjärjestelmän korjaustoiminta saattaa kestää nollassa n. 60 sekuntiin.

Ko-ordinoitu tuotannon ohjaustaso II on erityisen mielenkiintoinen ja sitä käsitelläänkin tässä hieman tarkemmin. Koska lämmön varastointi on vaikeaa eikä aina käytännöllistä, energiankäyttöä on tarkastettava suhteessa materiaalitaseeseen. Siksi välituotteiden ja lopullisten tuotteiden valmistamisen koordinointi on houkuttelevaa, kun tuotantokustannukset tuoteyksikköä kohden on minimoitava myös energian tarjonnan ja kulutuksen suhteen.

Joiissakin tapauksissa on mahdollista varastoida energiaa lyhyehköksi aikaa, kun lämpöä tai voimaa on saatavissa alhaiseen hintaan, esim. siten, että väli- tai lopputuotteita valmistetaan enemmän kuin normaali materiaalitase vaatii. Tällöin varastoitu tuote voidaan käyttää myöhemmin. Siten välivarastointikapasiteetin hyväksikäyttö on koordinoitujen tuotanto-ohjausstrategian tärkeä osa.

Tuotannon ohjaustason tehtävänä on optimoida toiminta jokaisen tuotanto-osastolla halutun aikajakson kuluessa. Toisin sanoen se antaa ohjeet asetettaville määrärajoille.

Toiminnan optimointi voidaan kuvata seuraavalla matemaattisella yhtälöllä

$$J = \sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=1}^2 h_{ij} Q_{ij} - \sum_{j=1}^2 c_{ij} Q_{ij} - h_{01} P_1 + P_{ei} E_{pi} \quad (1)$$

jossa

- J = tuotto
 h_{ij} = tuotteen hinta
 Q_{ij} = tuotteen määrä
 c_{ij} = tuotantokustannukset ilman lämpöä ja voimaa
 h_{si} = lämmön hinta
 S_i = lämmön määrä
 h_{ei} = sähkövoiman hinta
 E_{pi} = ostettu voima
 i = ajanjakso
 j = osasto
 k = tarkastettavien jaksojen määrä
 L = osastojen kokonaislukumäärä

Lämmön ja voimanjakelun raja-arvot ovat:

$$\sum_{j=1}^L s_{i,j} Q_{i,j} - E_{in,i} + S_{o,i} = 0 \quad i=0,1,\dots,k-1 \quad (1)$$

$$0 \leq S_{in,i} \leq S_{in,i}^{max} \quad (2)$$

jossa

- s_{ij} = ominaislämmönkulutus
 $S_{in,i}$ = tuotettu lämpö
 $S_{o,i}$ = ylimääräinen lämpö

$$\sum_{j=1}^L e_{i,j} Q_{i,j} - E_{gi} - E_{pi} = 0 \quad i=0,1,\dots,k-1 \quad (3)$$

jossa

- e_{ij} = ominaisvoimakulutus
 E_{gi} = tuotettu voima
 E_{pi} = ostettu voima

$$V_i = V_o + \sum_{n=0}^{j-1} B_n V_n \quad n=0,1,\dots,i \quad (4)$$

$$V_i^{min} \leq V_i \leq V_i^{max} \quad (5)$$

jossa

- V_i = varastoidun tuotteen määrä
 V_o = alunperin varastoidun tuotteen määrä
 B_n = n-osaston tuotantomäärän ohjausparametri.

Jokainen päätösjakso optimoidaan ja jakson pituus valitaan jokaisessa tapauksessa erikseen; se saattaa vaihdella 2–24 tuntia prosessista riippuen.

Kuvion kolmas taso, taso III, esittää nk. tuotantosuunnittelu- ja ohjelmointitoimintaa, jonka päätösjakso on esim. 2 päivää — 4 viikkoa. Tämän tason toiminnot toteuttavat johdon asettamat tehtävät, kuten esimerkiksi polttoainehankinnat.

Pitkän tähtäimen suunnittelusta, investoinneista ja kokonaistaloudesta määrää ja päättää korkein johtotaso, kuvan 5 taso IV (MIS, Management Information System).

Hierarkkinen menetelmä luo edellytykset hyvin jaoteltuun ohjausjärjestelmään ja mahdollistaa hajautetun valvonnan, samalla kun myös energian tuotanto ja kulutus kokonaisuudessaan voidaan tehokkaasti valvoa ja ohjata. Tällöin mikro-tietokoneet ovat erinomainen apu prosessinohjaustasolle hajautetun valvonnan systeemejä käytettäessä.

TERMODYNAAMISET NÄKÖKOHDAT — ENTROPY MANAGEMENT

Metallurgisen laitoksen kemiallinen ainetase osoittaa, että lopullisten tuotteiden kemiallinen energia on pienempi kuin prosessiin syötettyjen raaka-aineiden, toisin sanoen metallien muodostumislämpö on vähäisempi kuin raaka-aineiden. Energiaa siis menetetään prosessin kuluessa. "Häviö" menee erilaisiin sivutuotteisiin, talteenotettuun

lämpöön ja voimaan, hukkaenergiaan ja varsinaisiin häviöihin.

Termodynamiikan toisen pääsäännön mukaan entropia lisääntyy järjestelmässä tuotantoprosessin aikana. Tuotteet ovat arvokkaampia kuin raaka-aineet, koska ne ovat enemmän järjestettyjä, puhtaampia, muokattuja, tiivistettyjä, jne. Näin ollen tuotteiden entropia on alhainen.

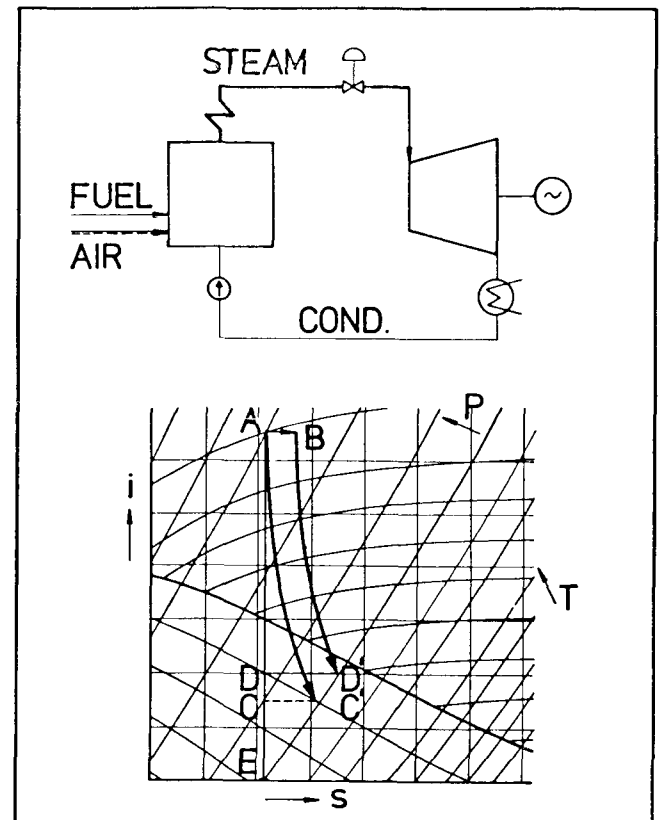
Siksi entropiaa on "pumpattava" systeemistä, jolloin välituotteilla ja jätteillä on korkeampi entropia. Entropiaa kehittyä puhdistusvaiheessa myös siitä syystä, että ympäristö muuttuu. Useimmissa tapauksissa prosessit ovat palautumattomia eli irreversiibeilejä. Toiminnot, kuten sekoitus, kuristus ja lämmönsiirto ovat esimerkkejä palautumattomista prosesseista. Prosessinohjaus lisää irreversiibilisyyttä. Esim. koska säätöventtiili ei sovellu lämmön sitomiseen, ohjaustoiminto vaikuttaa irreversiibilisyyteen. Energy management'in tavoitteena on luoda prosessinohjauksen avulla termodynaamisten näkökohtien pohjalta olosuhteet, joissa irreversiibilisyys on minimoitu. Koska energian muuttaminen esim. mekaaniseksi työksi vaikeutuu suhteessa irreversiibilisen prosessin entropian kasvuun, on mitä tärkeintä parantaa prosessien termodynaamista tehokkuutta.

Voisi oikeastaan puhua mieluummin entropy management'istä kuin energy management'istä, koska edellisellä on laajempi perusta ja enemmän seuraamuksia.

Eräs energy management'in tavoitteista on tunnistaa ja pyrkiä minimoimaan irreversiibiliset toiminnot, jotka kehittävät huomattavasti positiivista entropiaa. Seuraavassa esitetään muutamia esimerkkejä:

KURISTUSSÄÄTÖ — LISÄÄNTYNYT ENTROPIA

Tunnettuna yksinkertaisena esimerkkinä otetaan tarkasteltavaksi lauhdehöyryvoimala, kuva 6.



Kuva 6. Höyryturbiinin kuristinventtiilissä tapahtuvasta paineen alenemisesta johtuva systeemin entropian kasvu. Fig. 6. System entropy increase due to pressure drop in the throttle valve of a steam turbine.

Kuten tiedetään, täyskuormituksella voimaa kehittyä turbiinissa esim. höyryn paisumiskäyrän AC' mukaan. Termodynaaminen hyötysuhde vastaa entalpiasuhdetta AC/AE. Vähennetyllä kuormituksella paineen lasku kuristusventtiilissä aiheuttaa "isentalppisen" laajentumisen kehittämisen entropian AB. Turbiinissa kehitetty työ vastaa nyt entalpien muutosta BD'. Hyötysuhde ilmaistaan suhteella AD/AE. Tässä tapauksessa energia, vastaten entalpiaa DC, menetetään suurimmaksi osaksi ja se poistuu lauhduttajan kautta ympäristöön.

Termodynaamisesti tehokkaampi tapa olisi pitää kuristusventtiili kokonaan auki ja antaa kattilan höyryn paineen vaihdella turvallisuusrajojen puitteissa voimalan kuormituksen mukaan.

Päätelmä: Mahdollisuuksien mukaan olisi vältettävä kuristuslaitteiden käyttöä ja suunniteltava prosessi uudelleen siten, että entropiakehitys minimoituu.

MASSANSIIRTO — LISÄÄNTYNYT ENTROPIA

Toinen esimerkki osoittaa, kuinka ottamalla huomioon oikein entropian kehittymisen voidaan säästää energiaa. Jo aikaisemmin todettiin, että mitä puhtaampi tuote, sitä alhaisempi sen entropia. Jos on valmistettava esim. tuote, jonka keskimääräinen puhtaus on 94.5 %, niin laatu käytännössä vaihtelee tämän lukeman molemmin puolin riippuen siitä, kuinka hyvin prosessi on säädetty.

Kuvassa 7 tarkastellaan kahta tapausta. Tapaus 1 on "hyvin säädetty" ja tapaus 2 "huonosti säädetty". Kum-

mankin tapauksen puhtauden jakauman keskiarvon ollessa sama (94.5 %).

Entropian kasvu ja siten myös energiankulutus on tavallisesti tuotepuhtauden epälineaarinen funktio. Kun puhtausaste nostetaan 94.5 %:sta 99 %:iin, suhteellinen ominaisenergiankulutus lisääntyy kaksinkertaisesti, verrattuna puhtausasteen nousuun 90 %:sta 94.5 %:iin. Mikäli olisi mahdollista valmistaa laatu, jonka puhtaus olisi 94.5 % ilman hajontaa — mikä on käytännöllisesti mahdotonta — vastaisi energiankulutus lukemaa pisteessä A kuvan 7 alemmassa kuviossa.

Lopullinen tuote on kuitenkin sekoitus ainetta, jonka osasten puhtaus vaihtelee. Entropia lisääntyy, kun puhdas tuote sekoitetaan vähemmän puhtaan tuotteen kanssa. Tuotelaadun vaihtelemisen keskiarvon molemmin puolin voidaan sanoa olevan periaatteessa sekoitustapah-tuma, missä entropia on kasvanut ja käytännöllisenä tuloksena on lisääntynyt energiankulutus.

Kuten nähdään kuvasta 7, tapauksessa 2 jossa säätö on huono (piste C), energiankulutus on suurempi kuin hyvän säädön tapauksessa (piste B) eron ollessa n. 20 % suuruusluokkaa.

Voidaan päätellä, että hyvä prosessin säätö ja tasainen tuotteen laatu voi säästää huomattavia määriä energiaa.

LÄMMÖNSIIRTO — LISÄÄNTYNYT ENTROPIA

Kaikki termiset prosessit ovat tekemisissä entropian kehityksen kanssa. Kuten aikaisemmin mainittiin, systeemisä muodostunut entropia on käytännössä aina suurempi kuin nolla. Hyvä lämpöalustus ja alhainen entropiankehitys kulkevat käsi kädessä. Siksi systeemi olisi suunniteltava sellaiseksi, että entropian kasvu minimoituu ottaen huomioon luonnollisesti tekniset ja taloudelliset rajaehdot.

Tarkastellaan yksinkertaista lämmönvaihdinta, jossa aine, esim. neste, kuumennetaan höyryllä. Oletetaan, että lämpöhäviöt lämpöeristyksen kautta ovat häviävän pienet. Lämpö-, aine- ja entropiataseet antavat seuraavan yhtälön:

$$S/cG = \ln(T_2/T_1) - \Delta s(T_2 - T_1) / \Delta i \quad (7)$$

jossa

- c = nesteen ominaislämpö
- G = nesteen massavirtaus
- Δi = lauhtuvan höyryn entalpiaero
- Δs = lauhtuvan höyryn entropiaero
- S = kehitetty entropia
- T₁ = sisäänvirtaavan nesteen lämpötila
- T₂ = ulosvirtaavan nesteen lämpötila (tavoitearvo)

Esimerkkinä sovelletaan seuraavia lähtöarvoja:

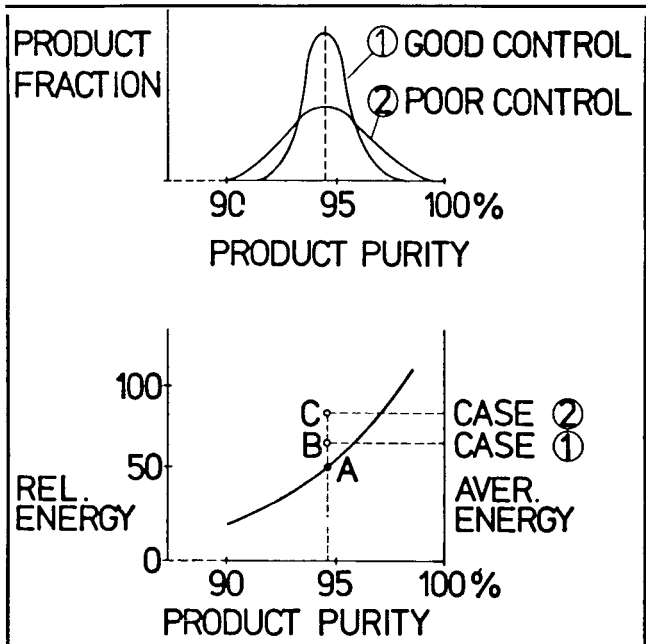
- c = 4,2 kJ/K
- G = 48 kg/s
- Δi = 2275 kJ/kg
- Δs = 5 kJ/kg K
- T₁ = 373 K

yhtälö (7) antaa

$$S = 202 \ln T_2 - 0,443 - 1029$$

jossa S'n yksikkö on kJ/sk ja T₂'n K

(8)



Kuva 7. Tuotteen laatujaakautuma ja suhteellinen energian kulutus.

Fig. 7. Product quality distribution and relative energy consumption.

Tässä esimerkissä ulosvirtaavan nesteen ylin ääriarvo on 455K, mikä on myös höyryn lauhtumislämpötila.

$S = 0$ kun $T_2 = 373K$

$S > 0$ kun $373K < T_2 < 455K$

Yhtälön (8) derivointi antaa

$$dS/dT_2 = 202/T_2 - 0,443 \quad (9)$$

Voidaan päätellä, että systeemin entropian kehityksen muutos on sitä pienempi, mitä lähempänä tavoitearvoa säädetty lämpötila on ilman "yliämpumista".

Tämä vaatii systeemin lämpötilan tarkkaa säätöä eli säätöä hyvin pienellä hajonnalla. Termodynaamiselta kannalta katsoen lämmönsiirtojärjestelmän lämpötilan valvonta on siis hyvin tärkeää.

Yhtälöstä (9) seuraa myös, että entropian suhteellinen kasvu on sitä pienempi, mitä lähempänä ulosvirtaavan nesteen lämpötila on höyryn lauhtumislämpötilaa, 455K (182°C).

Prosessin suunnittelijan tulisi siis välttää turhan suuria lämpötilaeroja järjestelmän sisällä taloudelliset seikat huomioiden sekä tulisi myös, milloin mahdollista, eliminoida toisiaan seuraavat lämmitys- ja jäähdytysvaiheet.

Käytännöllisenä esimerkkinä voidaan todeta, ettei kuumaa ja kylmää vettä pitäisi sekoittaa saadakseen lämmintä vettä, vaan määrätynlämpöistä vettä pitäisi tuottaa suoraan.

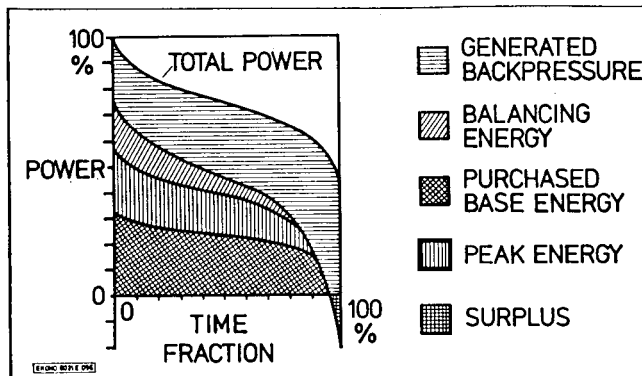
ERÄITÄ SOVELLUTUKSIA

Edellä selostettujen yleisluontoisten "energia- (oikeastaan entropia-) ohjattujen" toimintojen havainnollistamiseksi seuraavassa joitakin sovellutuksia.

SÄHKÖVOIMAN HUIPPUKUORMITUKSEN OHJAUS

Tehtaan, esim. alumiinitehtaan, sähkövoima saadaan yleensä kahdesta lähteestä, kehitettynä tehtaan omassa voimalassa väliotto-, vastapaine- tai lauhdutusturbiinigeneraattorissa ja osa ostetaan ulkopuoliselta voimalaitokselta.

Teollisuuden voimaostosopimuksia tehtäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota tariffeihin.



Kuva 8. Tehon käytön pysyvyys.

Fig. 8. Duration of power supply.

Laskutus jakautuu tyypillisesti neljään eri osaan:

- tehomaksu
- energiankulutusmaksu
- loistehosakko
- polttoaineen sovittelupykälä

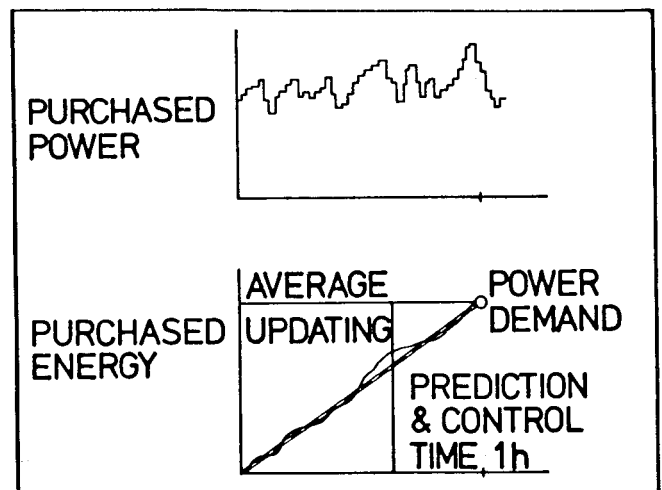
Tehomaksu voi olla suhteellisen korkea, erityisesti jos käytetään jaksottaisia huippukuormia ilman riittävää valvontaa ja ohjausta. Sellaisia kuormituksia aiheuttavat esim. valokaariunit ja induktiounit. Hyvä ohjausjärjestelmä antaa mahdollisuuden kuormanjaon avulla ajoittaa tällaisia kuormituksia ja poistaa vähemmän tärkeitä kuormituksia tehuippujen aikana, jolloin teho pysyy ennalta asetettujen, hyväksyttävien rajojen puitteissa.

On tärkeää, ei vain tasoittaa tai poistaa kalliita tehuippuja, vaan myös täyttää "laaksot" silloin, kun se on mahdollista. Huippukuormituksen ohjausjärjestelmän analyysi perustuu aikaisemman jakson tilastotietoihin. Pysyvyyskäyrä antaa tarvittavan tiedon käteväällä tavalla. Kuvassa 8 eri sähkövoimamuotojen pysyvyys on kuvattu vastaamaan tyypillistä vuotta.

Eräs tapa tasoittaa kokonaisvoimantarvetta, on vähentää huippukuormitusta ja käyttää ylijäämää. Tämä saavutetaan oikealla kuormanjakomenetelmällä. Tehohippua voidaan alentaa kieltämällä eri laitteistojen käyttö yhtä aikaa, missä se vain on mahdollista tai siirtämällä laitteiden käyttöä yhdestä jaksosta toiseen. Tämä pätee erityisesti niihin yksikköihin, jotka kuluttavat huomattavia energiamääriä.

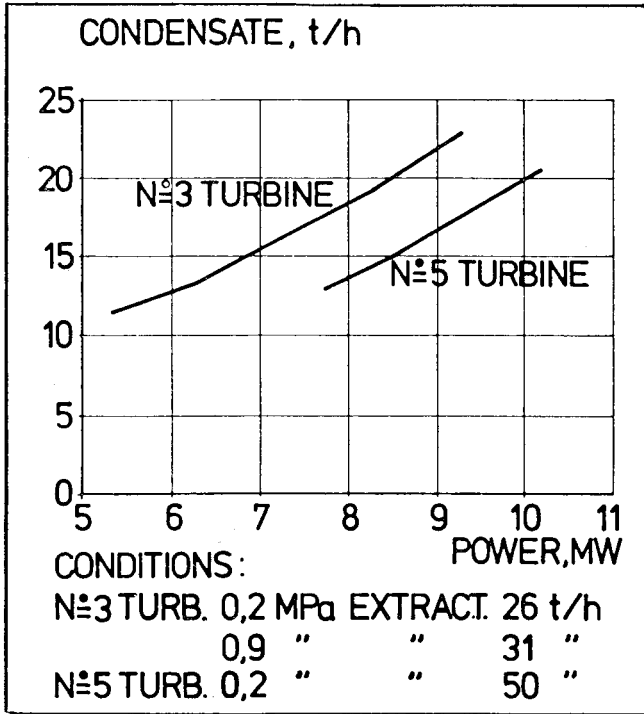
Tyypillisiä ohjattavia kohteita, jotka voidaan tilapäisesti pysäyttää, kun kuormitus saavuttaa määrätyn rajan, ovat esim.:

- tuulettimet
- nostolaitteet (nopeus)
- kuljettimet
- lämmittimet (valokaariunit)
- ilmakompressorit



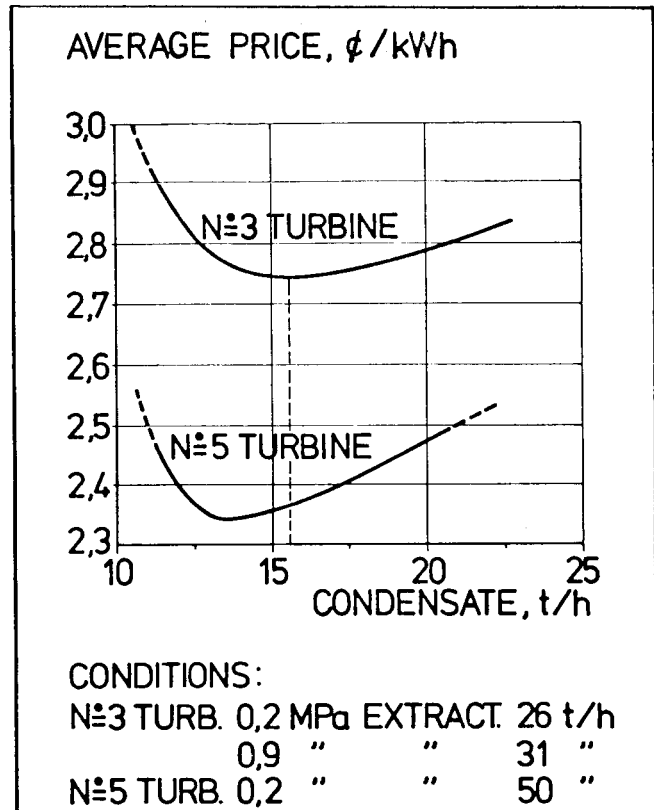
Kuva 9. Tehon integrointi.

Fig. 9. Power integration.



Kuva 10. Turbiinien ominaiskäyriä.

Fig. 10. Turbine characteristics.



Kuva 11. Tehon kustannusoptimointi.

Fig. 11. Power cost optimization.

Tuotannon ajoituksella on keskeinen osa energy management-ohjelmassa. Huippukuormituksen ohjaus vähentää tarvittavaa huipputehoa.

Seuraavassa kuvaus eräästä käytäntöön sovelletusta huippukuormituksen ohjauksen menetelmästä.

Päätavoitteena on alentaa kalliin ostovoiman huippuja niin paljon kuin on taloudellista ja teknisesti mahdollista.

Ostovoiman hinta määritetään tavallisesti 15 min, 30 min tai 60 min keskimääräisen sähkötehon perusteella.

Kuvassa 9 sähkönkulutus on jaettu kahteen osaan. Ensimmäisen jakson aikana ei tarvita toimenpiteitä. Toisen jakson aikana tehdään jo ennuste. Jos huipputeho ylittää, otetaan käyttöön ohjaustoimenpiteitä, joilla yritetään välttää huippuja ja pitää ostovoima "raiteilla".

Esimerkkinä energiansäästöpotentiaalista käytettäessä kuormitustasaukseen perustuvaa huipputehonohjausta, eräässä alumiinitehtaassa on simuloinnalla osoitettu, että huipputehoa on saatu vähennettyä 35 MW:sta 30 MW:iin (14 %). Tämä voidaan saavuttaa vaikuttamatta metallin kokonaistuotantoon.

Systeemi ohjaa kolmea induktiivista prioriteettijärjestelmän mukaan. Prioritointiohjelma määrittelee yksittäisten valssausyksiköiden käyttöjärjestyksen.

TURBIINKUORMAN JAKAMINEN

Kun optimoidaan energiakustannuksia tehtaalla, joka sekä tuottaa itse sähköä että käyttää ostovoimaa, ohjausjärjestelmällä on enemmän vapausasteita kuin joko/tai tapauksessa. Tarkasteltaessa tapausta, jossa on kaksi väliotto- ja lauhdutusturbiinigeneraattoria, todetaan, että yksiköiden hyötysuhteet ovat erilaiset. Kuvassa 10 esitetään kummankin yksikön lauhdevirtaus ja tuotettu sähköteho prosessihöyryn virtauksen ja välioton ollessa vakioina.

Näissä olosuhteissa tuotetun voiman keskimääräinen hinta vaihtelee lauhdevirran muutosten mukaan. Keskimääräinen hinta lauhdevirran funktiona on esitetty kuvassa 11. Kullekin yksikölle löytyy kuviossa hintaminimi.

Tähän perustuen voidaan kehittää optimointimenetelmä, jossa kuormitus jaetaan kahdelle turbiinigeneraattorille taloudellisimmalla tavalla.

Kun laitteistojen ominaisuudet ja kustannusfunktiot on määritelty, voidaan laatia päätöstaulukot yksinkertaista manuaalista ohjausmenetelmää varten. Yleensä on kuitenkin edullista käyttää tähän tietokonetta päätöksen teon nopeuttamiseksi ja luotettavuuden lisäämiseksi.

ENERGIARAPORTOINTI

Energiatilitys, energiataseiden laskenta, on hyvin oleellinen osa energy management'iä. Energiahuoltoa ja -kulutusta koskeva oikea päätöksenteko riippuu hyvin paljon siitä, kuinka hyvin päätöksen tekoon tarvittavaa tietoa on saatavissa ja kuinka pätevää tieto on.

Mitä täsmällisempiä, luotettavampia ja tuoreempia tiedot ovat, sitä parempia päätöksiä voidaan tehdä.

Seuraavat avainkysymykset, joihin johdon on puututtava, kuvaavat asianmukaisen energiaraportoinnin tärkeyttä:

- kuinka energiahuolto ja -kulutus hoidetaan jatkuvasti
- kuinka tarkastetaan, että päätettyjä sääntöjä ja suunnitelmia noudatetaan
- kuinka voidaan tietää, että joka hetki tehdään kaikki mahdollinen järkevän energiankäytön suhteen
- mikä on energiahuollon ja -kulutuksen tilanne verrattuna aikaisemmin saavutettuun parhaimpaan tilanteeseen
- mitä päätöksiä pitäisi tehdä eri tasoilla ja milloin, jotta saavutettaisiin taloudellisesti optimaalinen tulos

Kaikkiin näihin kysymyksiin on helppo vastata, jos riittävää perustietoa on saatavissa oikeana ajankohtana oikeassa ja sopivassa muodossa.

Tiedot pitäisi saada esikäsiteltyinä tiettyä tarkoitusta varten. Suoritusarvot, energiankulutus tuotetonna kohden, energian hinnat trendineen jne. ovat esimerkkejä tiedoista, jotka erityisesti kiinnostavat johtotasoa.

Lisäksi tietojen pitäisi olla saatavissa reaaliaikaisina. Tämä on mahdollista nykyaikaisen tietojenkeruu- ja käsitteilylaitteiston avulla.

Yleensä energiaraportit vaihtelevat muodoltaan ja sisällöltään laitosten mukaan. Ne täytyy suunnitella kutakin tapausta varten erikseen ottaen huomioon johdon erityistarpeet.

PÄÄTELMÄ

Energy management'iin on kiinnitetty viime vuosina paljon huomiota; ovathan energiakustannukset useissa tapauksissa perusmetalliteollisuudessa nousseet kolmanneksi suurimmaksi ryhmäksi tuotantokustannuksissa ja ovat ilmeisesti yhä voimakkaassa nousussa.

Paljon voidaan kuitenkin tehdä näiden kustannusten vähentämiseksi. Erilaisten energiansäästötoimenpiteiden lisäksi energy management-metodiikka johtaa aikaisempaa parempaan energiatalouteen parantuneen valvonnan ja ohjauksen sekä raportoinnin avulla.

Kokemus on osoittanut, että huomattava osa energiansäästöpotentiaalista voidaan toteuttaa ilman suuria laitteisto- tai koneinvestointeja.

Energy management antaa pohjaa myös prosessiparannuksiin ja uudelleensuunnitteluun.

Koska jokaisella laitoksella on omat erikoisominaisuutensa ja omat käyttötapaansa, energy management-systematiikka on laadittava jokaista tapausta varten erikseen.

Termodynaamisilla näkökohdilla on huomattava merkitys energy management-systematiikassa — turhan entropiankehityksen välttämisen ollessa keskeisenä.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. 9. IISI teknologinen komitea.
2. EKONO, Westerberg-Asantila (1976): Selvitys.
3. T. Kociuba — J. C. Ponstingl: Energy management for industry, Energy use management, vol. 1, pp 151—161, Pergamon Press Inc. (1977)
4. J. H. Harris — T. B. Armstrong: Electrical energy management, CIM Bulletin, pp 66—72, December 1979.
5. Anonymous: Die anschliessende Viertelstunde, BT-Sonderteil Industrielle Energietechnik.
6. A. Krigman: The Multiplicity Criterion, Intech p. 29 December 1979.
7. Ljudmil A. Golemanov: Systems theoretical approach in the projection and control of industrial production systems, EKONO Publication Series, No 133.
8. Shinskey F. G.: Thermodynamics and energy conservation, Foxboro publication PRR 23—76.
9. Tinnis, Valentin: An optimum production control system, ISA Transactions, 13 (70—76) 1974, p. 70.
10. S. Aarnio, H. Tarvainen, V. Tinnis: An industrial energy management system, 1979 TAPPI Engineering conference proceedings, book I, pp 157—163.

SUMMARY

HOW TO REDUCE ENERGY COSTS IN THE PRIMARY METALS INDUSTRY THROUGH BETTER ENERGY MANAGEMENT

Energy management has aroused considerable interest in recent years as the energy costs in the primary metals industry have in many cases reached a level of one third of the production costs, and these energy costs are apparently still rising.

In fact, much can be done to reduce these costs. In addition to various energy conservation measures energy management methodology leads to better energy economy. Among the most important of these methods, improved supervision and control as well as a completely revised energy audit system are very significant.

Analyses have shown that a considerable part of the energy saving potentials can be achieved without big investments in equipment or machinery. Only a few adjustments may be needed in the equipment together with slight changes in the operating procedure or revised management policies.

On the other hand, efficient energy management enables identification of necessary process improvement or redesign where economically justified.

Since each mill has its own individual characteristics with its own operation procedures, no general rules can be applied directly. A thorough study with respect to the applicability of the energy management tools and methods, however, will indicate when, where and how to use them.

It may be pointed out that thermodynamic aspects will play a considerable role in the energy management with the emphasis laid on trying to avoid unnecessary entropy generation.

Ioni- ja muut plasma-avusteiset pinnoitusmenetelmät

DI Eero Sirvio ja prof. Martti Sulonen, TKK, Metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratorio, Espoo.

Pinta on kappaleen arin osa. Useimmissa kuormitustilanteissa siihen kohdistuvat suurimmat jännitykset, ja se on myös eniten alttiina kulumisen ja korroosion vaikutuksille. Pinnoitteilla ja pintakäsittelyillä pyritään parantamaan pinnan ominaisuuksia. Tämän tapaiset menetelmät asettavat usein tiettyjä edellytyksiä pinnoiteaineen ja perusmateriaalin kemialliselle vuorovaikutukselle, josta mm. pinnoitteen kiinnipysyvyys saattaa riippua. Pinnoitteen synnyttämiseen tai riittävän sidoslujuden saavuttamiseen voidaan lisäksi tarvita korkeaa käsittelylämpötilaa, joka puolestaan rajoittaa materiaalien valintamahdollisuuksia ja saattaa vaikuttaa heikentävästi kappaleen muihin ominaisuuksiin.

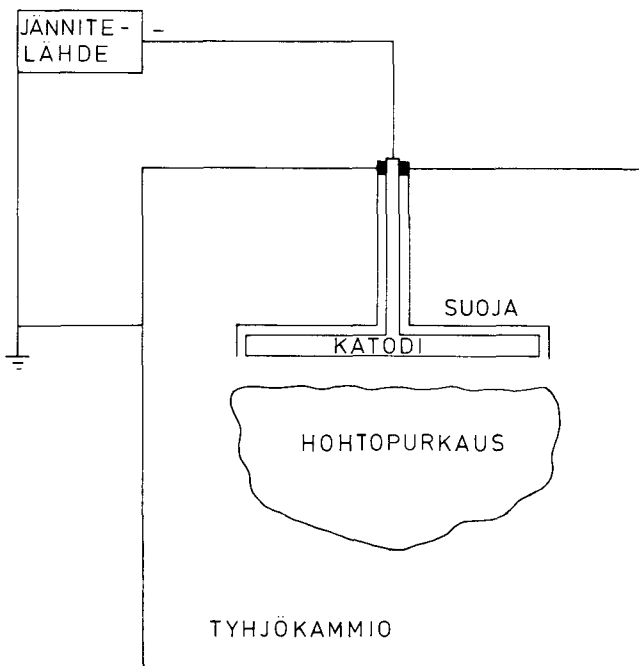
Uusia mahdollisuuksia pinnoiteongelmien ratkaisuun tarjoavat plasma-avusteiset pinnoitusmenetelmät. Näillä voidaan suorittaa pinnoituksia eri käyttötarkoituksiin: kestävämpiin kulumista tai korroosiota, tai optisiin, sähkö- ja elektroniteknisiin sekä dekoratiivisiin tarkoituksiin. Merkittävää näille menetelmille on, että ne eivät toimi klassisen termodynamiikan periaatteita noudattaen. Pikemminkin sitä parempi mitä "etäämpänä" Gibbsin faasisäännön /1/ vaatimista edellytyksistä työskennellään. Juuri tämä etu tarjoaa ainutlaatuisen mahdollisuuden vaativien kohteiden kuten muovien ja lasien

pinnoitukseen tai hankalasti työstettävien kovien metallityökalujen valmistamiseen.

Yleisimpiä plasma-avusteisia pinnoitusmenetelmiä ovat sputterointi- ja ionipinnoitus sekä ioninitraus. Näillä on paljolti yhteinen teoreettinen perusta, johon nojautuen eri menetelmiä ja niillä valmistettujen pinnoitteiden rakenteita ja ominaisuuksia voidaan tarkastella. Tarkimmin seuraavassa kuvataan ionipinnoitusta, johon käytettävä laitteisto on äskettäin hankittu TKK:n metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratorioon. Samalla laitteistolla on myös mahdollista tutkia ioninitrausta ja sputterointia.

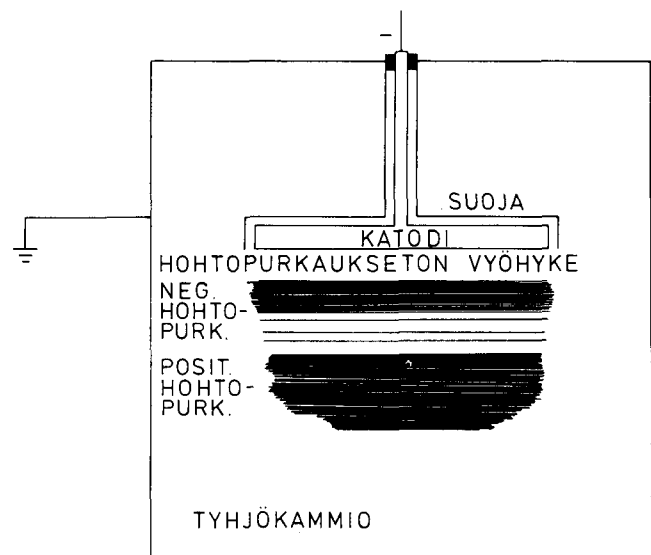
PLASMATEKNIKAN PERUSTEET

Tässä plasmalla tarkoitetaan elektronien, atomien ja ionien muodostamaa kaasua, joka aikaansaadaan kytkemällä negatiivinen korkeatasajännite (—500—5000 V) eristetyn katodin ja sitä ympäröivän tyhjäkammion seinämien välille (kuva 1). Tyhjäkammiossa oleva jalokaasu ionisoituu, ja hohtopurkaus muodostuu negatiivisesti varatun katodin läheisyyteen. Taloudellisten syiden vuoksi jalokaasuna käytetään tavallisesti argonia, jolloin hohtopurkaus näkyy sinertävänä alueena katodin ympärillä. Aivan katodin läheisyydessä ei hohtopurkausta kuitenkaan esiinny, koska katodilta tulevat elektronit tarvitsevat tietyn vapaan matkan argonatomien ionisoimiseen /2/. Hohtopurkausta eli plasmaa voidaankin rajoittaa koskemaan vain katodin tiettyjä alueita asettamalla nollapotentiaalissa oleva suoja lähelle varattua kohdetta.



Kuva 1. Hohtopurkaus katodin ja tyhjäkammion seinämien välillä.

Fig. 1. Glow discharge between the cathode and the chamber walls.



Kuva 2. Hohtopurkauksen eri vyöhykkeet.

Fig. 2. Different regions of glow discharge.

Plasma koostuu vyöhykkeistä, joilla on eri potentiaali. Tärkeimmät alueet ovat katodin lähellä oleva hohtopurkaukseton eli tumma vyöhyke, missä jänniteputous tapahtuu, ja negatiivinen hohtopurkaus, missä katodin syöttämät elektronit ionisoivat argonkaasua voimakkaimmin (kuva 2).

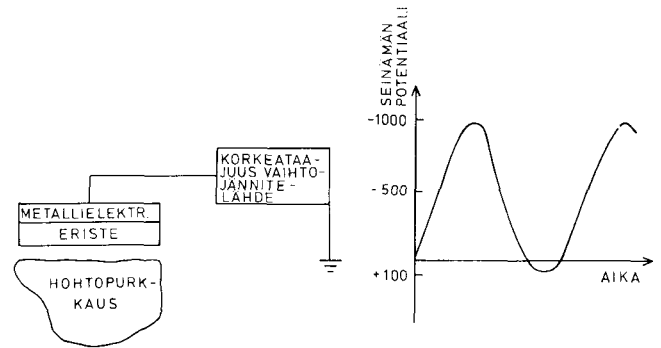
Hohtopurkaus alkaa katodilta syöksyneen elektronin ja kaasuatomin välisellä törmäyksellä $e^- + G_1^0 = G_1^+ + 2e^-$. Syntyy korkeaenerginen ioni G_1^+ , joka voi hukkaantua tyhjäkammion seinämille, siirtyä positiiviseen hohtopurkausvyöhykkeeseen tai törmätä toisen kaasuatomin kanssa. Törmäyksessä voi myös varaus vaihtua $G_1^+ + G_2^0 = G_1^{0+} + G_2^+/2$.

Kaasuatomilla ja -ionilla saattaa törmäyksen jälkeen olla tarpeeksi kineettistä energiaa hohtopurkaukseton vyöhykkeen läpi kulkemiseen. Kaasuionin siirtymistä edesauttaa lisäksi katodin sähkökenttä. Kaasuatomien vaikutukset katodilla voidaan nivoa seuraavasti: tuottaa sekundaarisia elektroneja hohtopurkauksen ylläpitämiseksi, irrottaa eli sputteroida katodista atomeja, poistaa epäpuhtaudet eli kiillottaa pinta, neutralisoi ja kimmota takaisin katodin pinnasta korkeaenergisinä tai metastabiileina atomeina ja tunkeutua katodin pintaan /2/.

Hohtopurkauksen sputteroivaa tai kiillottavaa vaikutusta voidaan tehostaa asettamalla plasman elektronimittioija, joka korvaa tyhjäkammion seinämille menneet elektronit ja ylläpitää hohtopurkauksessa tarvittavaa elektronimäärää. Tavallisesti emittoija eli filamentti on wolframista valmistettu hehkulanka, joka kuumennettaessa alkaa syöttää ympäristöönsä elektroneja, jolloin kaasuatomien ja elektronien väliset törmäykset lisääntyvät ja ionisaatio voimistuu.

Hohtopurkausta voidaan tehostaa myös magneettikentällä. Käytetyillä vuontiheyksillä vaikutetaan ainoastaan herkästi liikkuviin elektroneihin. Tarkoituksena on keskittää elektronit mahdollisimman lähelle negatiivista hohtopurkausta, jolloin voimistuneesta ionisaatiosta saadaan suurin hyöty. Argonatomien tai -ionien pintaa pommittava vaikutus lisääntyy eli katodi tai siihen kiinnitetyn työkappaleen pinta puhdistuu nopeammin. Tehokkaamman ionisaation ansiosta hohtopurkausta voidaan nyt ylläpitää alemmassa kaasunpaineessa, joten myös reaktiivisten kaasujen osapaine pienenee. Sellaiset kaasut kuten happi tai typpi ovat usein haitallisia, koska ne pyrkivät muodostamaan eristekerroksia puhtaana atomipinnan kanssa.

Ionipommituksen sputteroiva vaikutus toimii korkeatasajännitteellä vain, jos katodi tai siihen kiinnitetty työkappale ovat johteita. Eristeitä ei korkeatasajännitteellä voida ionipommittaa ilman erikoisjärjestelyjä /3/, koska eristeen pinnalle polarisoituu negatiivisen katodin vaikutuksesta positiivinen varaus, joka hylkii positiivisia argonioneja. Samalla elektronien irtoaminen katodin pinnasta ei ole mahdollista. Sen sijaan eristekappaleet sputteroidaan suurtaajuusvaihtojännitteellä /4/. Työkappale kiinnitetään metallielektrodiin, johon jännite johdetaan (kuva 3a). Suurtaajuusvaihtojännite polarisoi eristeen pinnan vuorotellen positiiviseksi ja negatiiviseksi. Pinnan ollessa positiivinen se vaikuttaa elektroneihin, negatiivinen kaasuioneihin. Elektronien suuremman liikkuvuuden ansiosta eristepinta omaksuu korkeamman negatiivisen kuin positiivisen potentiaalin (kuva 3b). Jos negatiivisen varauksen huippu ylittää -500 V, se on riittävä ylläpitämään hohtopurkausta ja kiihdyttämään argonioneja plasmasta työkappaleelle.



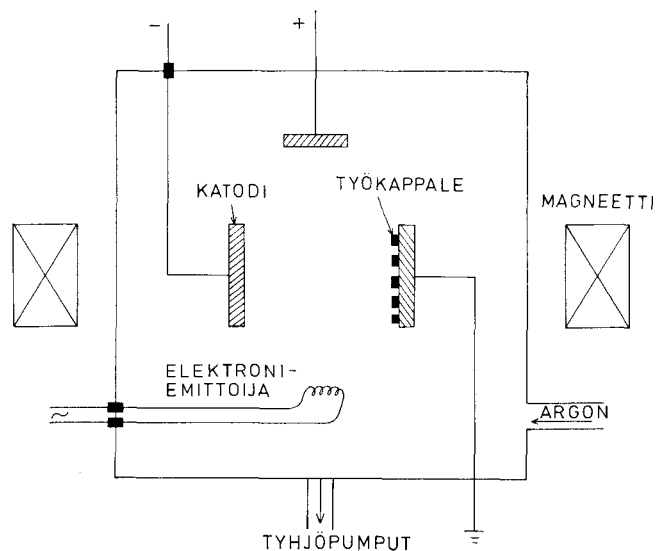
Kuva 3. (a) Eristekappaleen sputterointi suurtaajuusvaihtojännitettä käyttäen, (b) eristeen pinnan potentiaali /2/.

Fig. 3. (a) Electrode configuration for rf sputtering, (b) surface potential on insulator /2/.

SPUTTEROINTIPINNOITUS

Sputterointia kutsutaan usein kylmäksi pinnoitusmenetelmäksi, koska pinnoitemateriaali irrotetaan ionipommituksella. Pinnoitemateriaalikielot kiinnitetään metallielektrodiin, johon suurtaajuusvaihtojännite johdetaan. Argonionien pommitus irrottaa kiekkoista pinnoitemateriaaliatomeja, jotka irrotessaan ovat verrattain korkeaenergisinä (10...40 eV) /4/. Kineettisen energiansa ansiosta ne voivat siirtyä kaasufaasiin ja kulkea työkappaleelle, johon pinnoite vähin erin muodostuu (kuva 4). Pinnoitemateriaaliatomit törmäävät kaasufaasissa argoniatomeihin, jolloin niiden kulkurata muuttuu, eikä ole enää suoraviivainen. Täten työkappale päällystyy myös metallielektrodiin nähden varjon puolelta.

Sputterointipinnoitus on plasma-avusteisista pinnoitusmenetelmistä monipuolisin, koska argonioneilla voidaan irrottaa atomeja lähes kaikista jähmeistä materiaaleista. Käyttämällä useampaa metallielektrodia, joihin suurtaajuusvaihtojännite johdetaan vuorotellen, voidaan pinnoittaa jopa kerroksittain. Valitsemalla sopivat seossuhteet pinnoitemateriaalikielkoihin ja valvomalla prosessin muuttuvia parametrejä, kuten lämpötilaa, halutut seossuhteet saadaan myös työkappaleen pinnoitteeseen.



Kuva 4. Kaaviokuva sputterointipinnoituslaitteesta /7/.

Fig. 4. Schematic illustration of a sputter ion plating rig /7/.

Argonionipommituksessa suurin osa kineettisestä energiasta muuttuu lämmöksi /5/. Jos metallielektrodia ei jäähdytetä tehokkaasti, pinnoitemateriaalikielikon pinta-kerros lämpenee voimakkaasti. Toisaalta ionien irrottamien pinnoitemateriaaliatomien määrä eli saanti riippuu useasta eri tekijästä /6/. Jos pinnoitemateriaalises sisältää hyvin eri tavoin sputteroituvia atomeja, pinta-kerros pyrkii köyhtymään niistä, kunnes tasapainotila saavutetaan. Jos pintakerros on lämmennyt, diffuusio voi tasoittaa syntyneet pitoisuuserot. Työkappale rikastuu tällöin liiaksi herkästi sputteroituvista atomeista.

Mitään yleispätevää ei voi esittää sputteroimalla valmistetuista pinnoitteista, koska menetelmä on vielä kehitysvaiheessa, ja laitteiston helpon muunneltavuuden ansiosta lähes kaikilla valmistajilla on omaan käyttötarkoitukseensa sopiva konstruktio. Välttämättä sputterointia ei käytetä edes pinnoitukseen. Elektroniikka-teollisuus esimerkiksi hyödyntää argonionien etsaavaa vaikutusta puolijohteiden valmistuksessa.

Muihin pinnoitusmenetelmiin verrattaessa sputteroimalla valmistettujen pinnoitteiden kasvunopeus on hidas. Nopeudeksi esitetään $0,005 \dots 0,3 \mu\text{m/h}$ /8/. Magneettikentän ja elektroniemittojien käyttöönotolla on kuitenkin pinnoitusnopeutta voitu nostaa jopa nopeuteen $250 \mu\text{m/h}$. Hidas pinnoitteen kasvunopeus saattaa olla jopa eduksi, jos pinnoitteelta vaaditaan erittäin pieniä paksuustoleransseja.

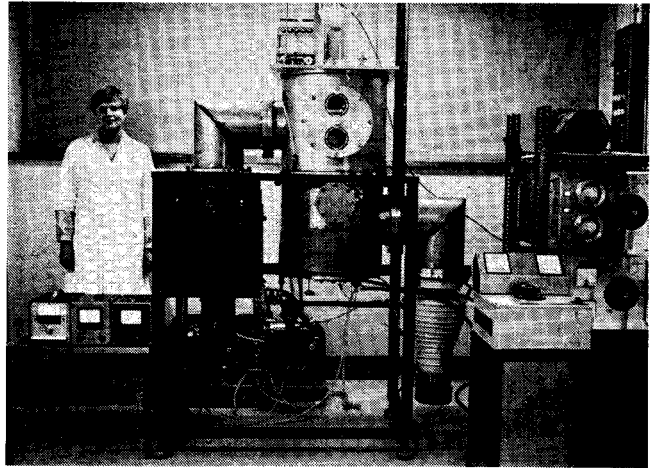
Sputterointilaitteisto ei ole kovin monimutkainen. Kallein laitehankinta on suurtaajuusvaihtojännitelähde, joka tarvitaan, jos pinnoitetaan eristeitä. Pinnoituspaine on suhteellisen korkea /9/, joten useimpiin käyttötarkoituksiin riittää mekaaninen tyhjäpumppu. Vaikka pinnoitusnopeus on hidas, erilaisilla sylinterikonstruktioilla voidaan pinnoittaa yhdellä kertaa jopa 14 m^2 pintoja /4/. Yksinkertaisen konstruktionsa ja helpon muunneltavuutensa ansiosta laitteistolle löytynee tulevaisuudessa sovellutuksia useilta eri teollisuuden aloilta.

IONIPINNOITUS

Patentti ionipinnoitukselle myönnettiin jo vuonna 1939 /10/, mutta vasta kuusikymmentäluvulla kehitettiin ensimmäinen toimiva laitteisto. Nykyisin ionipinnoitus on laajan tutkimuksen kohteena, koska sillä voidaan ratkaista useita vaativien kohteiden pinnoitukseen liittyviä ongelmia, kohteiden, joissa pinnoitteelta vaaditaan kovuutta ja kiinnipysyvyyttä.

Ionipinnoituslaitteisto koostuu kuten sputterointipinnoituslaitteistokin tyhjäkammioista, korkeatasajännite- tai suurtaajuusvaihtojännitelähteestä, kaasunsekoituslaitteistosta ja ionisaation tehostamislaitteistosta sekä tyhjäpumpuista. Lisänä sputterointipinnoituslaitteistoon verrattaessa kuuluu pinnoitemateriaalin höyrystyslähde, joka voi olla resistiivinen, induktiivinen tai elektronivuota hyväksikäyttävä (kuva 5). Sputterointipinnoituksesta poiketen pinnoitemateriaalia ei irroteta ionipommituksella, vaan yksinkertaisesti höyrystämällä pinnoiteatomit argonkaasuun, josta ne syöksyvät katodiin kiinnitetylle negatiivisessa jännitteessä olevalle, hohtopurkauksen ympäröimälle työkappaleelle.

Itse pinnoitus on kaksivaiheinen. Ensiksi kammioon pumpataan tyhjä noin $1,3 \times 10^{-4}$ Pa. Pumpauksen jälkeen kammioon päästetään argonia ja tasataan paineeksi $1,3$ Pa. Työkappaleeseen kytketään negatiivinen korkeatasajännite -4 kV, jolloin argonatomit ionisoituvat ja ionipommittavat työkappaleetta irrottaen oksidikerroksen ja epäpuhtaudet sen pinnasta. Näin luodaan edellytyk-



Kuva 5. Ionipinnoituslaitteisto, vasemmalta lukien: tyhjämittarit, tyhjäpumput ja -kammio, höyrystimen jännitelähde, kaasunsekoituslaitteisto, filamentin ja katodin jännitelähteet.

Fig. 5. Ion plating rig, from the left: vacuum gages, pumps, chamber, power supply for evaporation source, gas mixing unit, power supplies for the filament and for the cathode.

set lujan pinnoite-perusmateriaaliliitoksen muodostumiseen.

Toisessa vaiheessa pinnoitemateriaaliatomit höyrystetään argonkaasuun. Pinnoitemateriaalin sulamispisteestä riippuen käytetään eri höyrystysmenetelmiä /11/. Korkeissa lämpötiloissa sulavat materiaalit höyrystetään elektronykillä. Alemmissä lämpötiloissa käytetään yleensä resistiivistä höyrystyslähdetä.

Pinnoitemateriaaliatomien keskimääräinen vapaa matka pinnoitusvaiheessa on noin 5 mm /12/, joten työkappaleelle kulkiessaan pinnoitemateriaaliatomit törmäävät argonioneihin, -atomeihin tai elektroneihin. Törmäyksissä pinnoitemateriaaliatomit voivat ionisoitua, viirittyä, saada tai menettää energiaa.

Ionipinnoitteiden hyvän kiinnipysyvyyden selitetään johtuvan pinnoitemateriaali-ionien suuresta liike-energiasta, jonka ne saavat kulkiessaan sähkökentän kiihdyttämänä työkappaleelle. Hilaan tunkeutuneet ionit luovat tämän teorian mukaan perustan kiinnipysyvälle pinnoitteelle.

Arviot pinnoitemateriaaliatomien ionisoitumisasteesta vaihtelevat huomattavasti /12/. Yleensä päädytään arvioon alle 1% /12/. Mekanismia, miten yksi pinnoitemateriaali-ioni sadasta pinnoitemateriaaliatomista aikaansaa kiinnipysyvyyden, ei ole täysin pystytty selvittämään, koska pinnoitemateriaali-ioni tarvitsee 1000 eV liike-energiaa tunkeutuakseen muutaman atomikerroksen syvyyteen työkappaleeseen /4/. Tämä ei kuitenkaan merkitse, että pinnoitemateriaali-ionien liike-energia ei vaikuttaisi mitenkään lujan pinnoite-perusmateriaaliliitoksen syntymiseen. Yksistään pinnoitemateriaali-ionin hilaan tunkeutuminen ei voi aiheuttaa kiinnipysyvyyttä, vaan siihen liittyy useita muita välivaiheita.

Davis ja Vandersliche /12/ vertasivat työkappaleelle saapuvien pinnoitemateriaali-ionien ja -atomien energiaa. He tulivat laskelmissaan tulokseen, että ionit kuljettavat energiasta 10% ja atomit 90% . Myös kokeelliset tulokset tukevat samaa jakaumaa /13/.

Ionipommitus irrottaa työkappaleesta atomeja, mutta vain pieni osa irronneista atomeista poistuu työkappaleen sähkökentästä /2/. Irronneet atomit voivat esimerkiksi törmätä argonioniin, saada energiaa ja iskeytyä

takaisin työkappaleen pintaan. Sputteroinnin ajan työkappaleella siis ympäröi irronneiden atomien "pilvi", jossa atomit liikkuvat edestakaisin.

Hohtopurkauksettoman vyöhykkeen ylittäessään myös pinnoitemateriaali-ionit törmäävät useasti muihin atomeihin. Näissä törmäyksissä ionit luovuttavat energiaansa neutraaleille pinnoitemateriaali-atomeille tai työkappaleesta irronneille atomeille. Teerin /13/ mukaan neutraalit atomit kuljettavat 70 % törmäyksissä saamastaan energiasta työkappaleelle. Täten pieni joukko pinnoitemateriaali-ioneja voi aikaansaada lujan liitoksen jakamalla liike-energiaansa neutraaleille atomeille. Pinnoitusvaiheen alussa pinnoitteen perustan muodostavat korkeaenergiset työkappaleesta irronneet atomit, neutraalit pinnoitemateriaaliatomit ja -ionit. Pinnoituksen jatkuessa pinnoitteen koostumus muuttuu 100 %:sti pinnoitemateriaalin koostumusta vastaavaksi.

Pinnoitteen kiinnipysyvyyttä edesauttaa myös sputterointi, joka jatkuu koko pinnoituksen ajan. Löyhästi kiinnittyneet pinnoiteatomit irtoavat, joskin voivat palata takaisin korkeaenergisinä neutraaleina ja kiinnittyä pysyvästi pinnoitteeseen. Ionipinnoitteet muodostuvat pienestä joukosta pinnoitemateriaali-ioneja ja moninkertaisesta määrästä korkeaenergisistä atomeja, joiden keskimääräinen energia on noin 100 eV. Kuitenkin energia on paljon suurempi kuin missään muussa pinnoitusmenetelmässä.

Suurin osa pinnoitemateriaaliatomien liike-energiasta muuttuu lämmöksi. Työkappaleen lämpötila nousee paikallisesti. Kemiallisesti toisiinsa sitoutuvien materiaalien on havaittu muodostavan tällöin mikrometrien suuruusluokkaa olevia välifaaseja, jotka ovat aivan liian paksumia ionitunkeutumisen aiheuttamiksi. Luultavasti välifaasin muodostumisen aiheuttaa paikallisen lämpenemisen nopeuttama diffuusio.

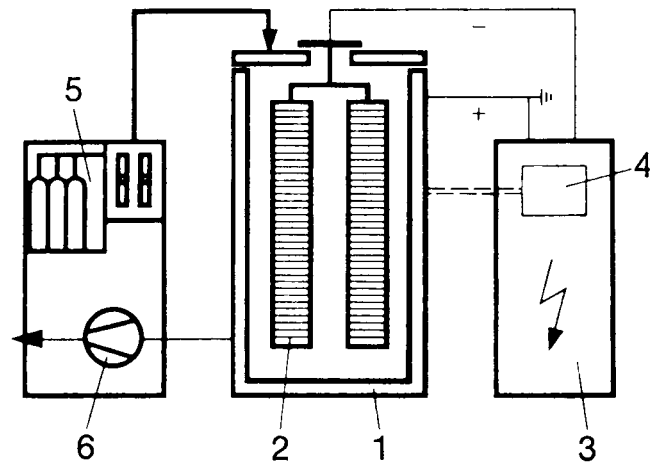
Kemiallisesti toisiinsa sitoutumattomilla materiaaleilla ei ole havaittu välifaasia. Siitä huolimatta pinnoitteen kiinnipysyvyys on erinomainen. Ilmiötä ei pystytä täysin selittämään. Todennäköisesti liitoksen lujuus aiheutuu ainakin osaksi pinnoituksen alussa tapahtuvasta perusmateriaalin ja pinnoitteen atomien sekoittumisesta.

Ionipinnoitus on vielä kehitysvaiheessa, eikä sen kaikkia käyttömahdollisuuksia vielä täysin ymmärretä. Mahdollisia pinnoituskohteita löytynee seuraavilta tekniikan alueilta:

- prosessi- ja kemianteollisuuden syövyttävä ympäristö tai kohteet, joissa lämpötila on korkea (Cu-, Al- ja Ti-pinnoitteet)
- koneenosat tai työkalut, joilta vaaditaan kulumiskestävyyttä tai hyviä kiilkaominaisuuksia (TiN-, TiC- ja Al-pronssi-pinnoitteet)
- pinnan muuttaminen koristeelliseksi, sähköjohtavaksi, optisiin tarkoituksiin tai juottamiseen soveltavaksi.

Vähiten kokemusta on viimeksimainituista pinnoitteista, koska pinnoitettavat kappaleet ovat usein eristeitä, jotka vaativat erikoisjärjestelyjä hohtopurkauksen ylläpitämiseksi. Jos pinnoitetaan korkeatasajännitteellä, asetetaan negatiiviseksi varattu hilaverkko eli Faradyn häkki eristeen läheisyyteen. Tällöin pinnoitemateriaaliatomit syöksyvät hilaverkon läpi työkappaleelle. Toinen tapa pinnoittaa eristeitä on käyttää suurtaajuusvaihtojännitettä kuten sputteroinnissakin.

Työkappale ionipinnoituksessa on varattu. Katodivirran muuttaminen tarjoaa yhden lisämahdollisuuden vai-



Kuva 6. Kaaviokuva ioninitrauslaitteistosta: 1 tyhjäkammio, 2 työkappaleet, 3 sähkölaitteet, 4 säätöyksikkö, 5 kaasusäiliöt, 6 tyhjäpumppu.

Fig. 6. Schematic illustration of an ion nitriding equipment: 1 vacuum chamber, 2 work pieces, 3 electric unit, 4 control unit, 5 gas supply system, 6 vacuum pump.

uttaa pinnoitteen tai ohutkalvojen rakenteeseen. Metalleilla katodivirran suurentamisen on havaittu pienentävän raekokoa /17/, epämetalleilla, kuten piillä johtavan jopa amorfiseen rakenteeseen /4/. Tällaiset pinnoitteet ovat nykyisin tutkimuksen kohteena, koska ne ovat lupaavia aurinkokennojen valmistusmateriaaleja.

IONINITRAUS

Periaatteeltaan ioninitraus ei poikkea ionipinnoituksesta. Laitteistokin koostuu samoista yksiköistä. Ainoastaan höyrystyslähdeä ei tarvita, koska pinnoitemateriaali tuodaan tyhjäkammioon kaasumaisessa muodossa (kuva 6).

Nitrauksen ensimmäisessä vaiheessa kammioon pumpataan tyhjä 1 Pa. Pumpauksen jälkeen tyhjäkammioon päästetään argonia paineeseen $10^2 \dots 10^3$ Pa. Työkappaleeseen kytketään jännite $-400 \dots -1000$ V, jolloin argonatomit ionisoituvat ja sputteroivat työkappaleista epäpuhtaudet irti. Samalla argonionien pommitus lämmittää työkappaleen lämpötilaan $400 \dots 600$ °C, koska käytetään suuria katodivirtoja /15/. Kaikissa ioninitrauslaitteissa ei kuitenkaan argonionikäsitteilyä hyödynnetä, vaan työkappaleet puhdistetaan liuottimilla ennen varsinaista nitrausta /16/.

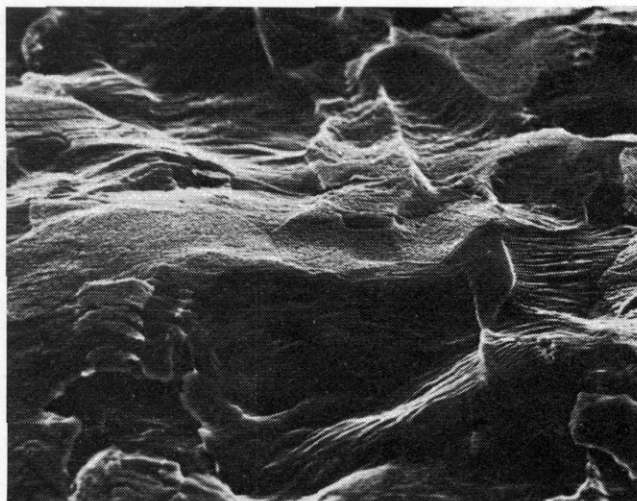
Työkappaleen puhdistuttua tyhjäkammioon päästetään tyyppikaasua tai typen ja vedyn seosta, joka ionisoituu ja nitraa kappaleen pinnan. Ionipommituksen aiheuttaman kuumenemisen ansiosta osa tyyppi-atomeista diffundoituu työkappaleeseen muodostaen ϵ - ja γ -faaseja perusmateriaaliin.

Ioninitrauksella on useita etuja klassisiin nitrausmenetelmiin verrattaessa. Niinpä nitrauslämpötila on suhteellisen alhainen, ja muodostuvien faasien mikrorakenteeseen voidaan vaikuttaa reaktiivisten kaasujen osapainetta muuttamalla. Näistä syistä pinnan kovuus voi olla jopa $1500 \dots 1700$ HV.

Monissa maissa kuten Japanissa, Länsi-Saksassa ja Ranskassa ioninitrausta hyödynnetään laajasti teollisuudessa. Nitratattavat kohteet ovat yleensä työkaluja tai koneosia. Suurimmat ioninitratut kappaleet ovat olleet jopa 3,8 tonnin painoisia /15/.

PINNOITTEIDEN OMINAISUUDET

Ioni- ja sputterointipinnoitteet muodostavat mikroraken-



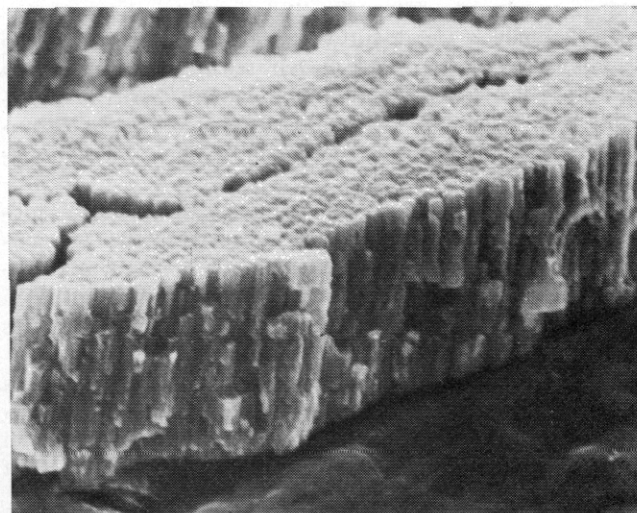
Kuva 7. Pyyhkäiselektronimikroskooppikuva kiinnipyydyvästä alumiinipronssi ionipinnoitteesta läheltä murtopintaa. Perusmateriaali teräs /17/.

Fig. 7. Scanning electron micrograph of an adhesive ion aluminium bronze coating near the fracture surface. Base material steel /17/.

kenteeltaan toisiaan. Ioninitrattut "pinnoitteet" sensijaan poikkeavat edellisistä, koska typpi itse ei kasva pinnoitteeksi, vaan muodostaa diffuusiokerroksen ja nitridierkaumia. Syntyneet faasit ovat samanlaisia kuin klasisisissa nitrauskäsittelyissä.

Periaatteellinen ero ioni- ja sputterointipinnoituksen välillä on, että ionipinnoituksessa sputteroidaan työkalupalletta, sputterointipinnoituksessa pinnoitemateriaalikielkoa. Työkappaleen sähkökentän ansiosta pinnoitemateriaaliatomit ovat ionipinnoituksessa korkeaaenergiaa noin 100 eV, sputteroinnissa noin 10...40 eV /8/. Näistä tekijöistä johtuen ionipinnoitteet ovat erittäin kiinnipyydyviä, pienirakeisia ja tiiviitä. Kuten pyyhkäiselektronimikroskooppikuvasta (kuva 7) ilmenee, ei pinnoite ole irronnut, vaikka perusmateriaali on deformatoituun aaltomaiseksi. Kuvan pinnoite on erittäin pienirakeinen ja sitkeä, joten se ei ole edes halkeillut.

Kulumiskestävät pinnoitteet ovat mikrorakenteeltaan kolonnimaisia ja pienirakeisia (kuva 8). Koska pinnoituslämpötila on alhainen, pinnoitteet sisältävät runsaasti



Kuva 8. Tyypillinen ionipinnoitteen mikrorakenne.

Fig. 8. Typical microstructure of an ion plated coating.

hilavikoja ja ovat suhteellisen kovia. Haluttaessa erikoiskovia pinnoitteita pinnoitus suoritetaan reaktiivisena. Pinnoitusvaiheessa argoniin sekoitetaan metaania tai tyyppiä, joka muodostaa pinnoitteeseen nitridejä tai karbideja. Näin valmistetuilla pinnoitteilla saavutetaan yli 2000 HV:n kovuus /18/.

Karkeasti voidaan sputterointi- ja ionipinnoitteet jakaa seuraavasti. Sputteroinnilla pyritään muuttamaan ohutkalvojen avulla ratkaisevasti sellaisia pinnan ominaisuuksia kuten muovien sähkönjohtavuutta, pinnan juotettavuutta ja korroosionkestokykyä. Ehkä raja ohutkalvotekniikalle voidaan vetää sputterointi- ja ionipinnoituksen välille. Tietenkin ionipinnoituksella voidaan vaikuttaa em. pinnan ominaisuuksiin, mutta ensisijaisesti ionipinnoitus soveltuu tribologisten ja erittäin lujien ja kiinnipyydyvien pinnoitteiden valmistukseen.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Castellan, G. W., Physical Chemistry. 2. painos. Kanada, Addison—Wesley Publishing Company, 1971. s. 277—280.
2. Mattox, D. M., Sputter deposition and ion plating technology. New Mexico 1973. Thin film division, sarja SLA-73-0619. s. 7—15.
3. Spalvins, T., Ion Plating. Lewis Research Center. NASA, sarja 730545. s. 1806—1812.
4. Thornton, J. A., Sputter Coating — Its Principles and Potential. Telic Corp., sarja 730544. s. 1787—1804.
5. Marciniak, A. & Karpiński, T., Some aspects of the glow discharge heating. Varsova. Institute of Materials Science and Engineering. s. 334—348.
6. Singh, S. P. & Pitt, C. W., Neutralised ion beam etching. IPAT 79. London, July 1979. CEP Consultants Ltd. Edinburgh, 1979. s. 37—43.
7. The Basics of Sputtering. Materials Research Corporation. New York 1975. 18 s.
8. Spalvins, T., New Applications of Sputtering and Ion Plating. Ohio 1977. ASME, sarja 77-DE-21. 2 s.
9. Cead, J. P. & Dugdale, R. A., Some application of sputter ion plating. Harwell. ASME. A/3/ii s.
10. Mattox, D. M., Mechanisms of Ion Plating. IPAT 79. Lontoo, July 1979. CEP Consultants Ltd. Edinburgh 1979. 1 s.
11. Spalvins, T., J. Vac. Sci. Technol. 17 (1980) 1, s. 317—319.
12. Teer, D. G. & Halling, J., Ion plating. Advances in Surface Coating Technology — International Conference. Lontoo, February 13—15, 1978. Welching Institute Reprint. 128 s.
13. Teer, D. G., J. Adhesion 8 (1977), s. 289—300.
14. Korhonen, A., Jones, P. & Cocks, F., Materials Science and Engineering, to be published 1981.
15. Edenhofer, B., The Metallurgist and Materials Technologist (1976) 8, s. 421—425.
16. Hudis, M., J. Appl. Phys. 44 (1973) 4, s. 1489—1496.
17. Minni, E. & Sundquist, H., The Structure at Aluminium Bronze Coating Deposited by Ion Plating. IPAT 81.
18. Matthews, A. & Teer, D. G., Ion plated titanium nitride coatings for dies and moulds. Salford. University of Salford, julkaisu M5 4WT. s. 1—7.

SUMMARY ION- AND OTHER PLASMA-AIDED COATING METHODS

Plasma aided coating methods are of great interest because of their extraordinary properties for solving problems in the area of corrosion science, tribology and thin film technology.

Here the major methods, sputtering, ion plating, and ion nitriding are described and their potential uses compared. The mechanisms causing adherent and dense coatings must be understood. This paper reviews the reactions in the plasma and the means of influencing these by a magnetic field and electron emitter.

The characteristics of coatings are studied and explained. By choosing the correct coating parameters it is possible to obtain the required properties, e.g. hardnesses over 2000 Hv.

Monireikämittaukset

Fil.maist. Kai Jakobsson, Säteilyturvallisuuslaitos, Helsinki

YLEISTÄ

Kallioperän geofysikaalisissa tutkimuksissa on yleensä tavoitteena (1) saada riittävästi tietoa (2) mahdollisimman vähin kustannuksin. Ensimmäisen tavoitteen saavuttaminen suosii reikä tutkimuksia, jälkimmäinen taas maanpintatutkimuksia. Toisaalta itse ongelman laatu on kuitenkin usein määräävin tekijä.

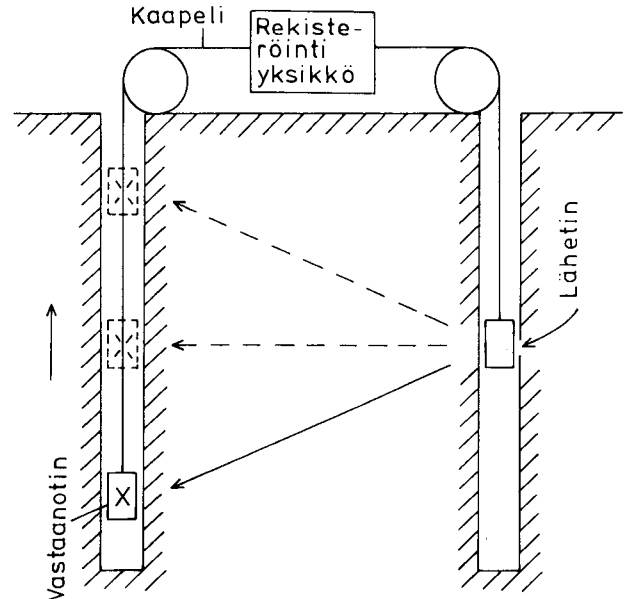
Tarkempia tuloksia saadaan useimmiten erilaisilla reikämittauksilla, erityisesti ns. **monireikämittauksilla**. Yleensä lähes kaikissa kallioperän tutkimusprojekteissa suoritetaan jossain vaiheessa kairauksia ja jo kairausohjelmaa laadittaessa tulisi ottaa huomioon reikien myöhempi hyväksikäyttö reikämittauksissa.

Timanttikairaus ja sydännäyte edustavat vain piste-kohtaista tietoa kallioperän ominaisuuksista — ja usein pelkästään relatiivista tietoa, mikäli näytettä ei ole otettu suunnattuna. Kairatun reiän hyväksikäyttö geofysikaalisiin mittauksiin on näin ollen järkevää, varsinkin kun reikämittaukset ovat huomattavan edullisia jos niitä vertaa kairauskustannuksiin. Mittausmenetelmän valinta riippuu yleensä siitä, mitä tietoa kallioperästä halutaan. Olisi kuitenkin mielekasta käyttää useampia, toisiaan tukevia menetelmiä samassa reiässä. Näin menettelemällä on joissakin tapauksissa mahdollista saada myös kvalitatiivisia tuloksia.

MONIREIKÄMITTAUSTEN OMINAISUUKSISTA

Yksireikämittauksissa ei syvyysulottuvuus, siis reiän suuntaa vastaan kohtisuorasti, ole kovinkaan hyvä (seismisiä ja eräitä elektromagneettisia menetelmiä lukuunottamatta). Periaatteessa kuitenkin suurempi syvyysulottuvuus saadaan vain heikentyneen resoluution kustannuksella. Kalliomassivissa on käytännössä kaksi anomaliaa aiheuttavaa elementtiä: mineraaliaines ja vesi. Useimmilla menetelmillä saatava tieto on tietoa kiviaineksen vesipitoisuudesta tai kallioperässä olevista vesipitoisista vyöhykkeistä. Malmimineraalit poikkeavat hyvän sähkönjohtokykynsä johdosta edellä esitetystä, ja siitä syystä ei malmineitsinnässä käytettävien laitteiden resoluution välttämättä tarvitse olla kovinkaan hyvä suurilla vastuslukeilla.

Monireikämittauksissa (cross-hole-, well-to-well-) käytetään yhtä aikaa kahta tai useampaa reikää. Tyypillisesti sijaitsee lähetin yhdessä reiässä ja vastaanotin halutun etäisyyden päässä toisessa reiässä (kuva 1), jossa sitä voidaan liikuttaa esim. alhaalta ylöspäin lähettimen pysyessä paikallaan. Voidaan myös käyttää useampia vastaanottimia eri reiässä, jolloin on mahdollisuus saada kolmiulotteinen kuva tutkimuskohteen rakenteesta. Monireikämittauksilla voidaan periaatteessa saada tietoa samalla kertaa melko laajalta alueelta ja toisaalta optimoida suhde tunkeutumissyvyys-resoluutio kulloiseenkin käyttötarkoitukseen sopivaksi.



Kuva 1. Kaksireikämittaus.

Fig. 1. Cross-hole measurement.

Tähän mennessä on monireikämittauksissa kokeiltu lähinnä seismisiä ja elektromagneettisia sovellutuksia, mutta aivan viime aikoina on aloitettu maastokokeet myös mise-a-la-masse-tyyppisillä sähköisillä monireikämittauksilla.

- Monireikämittauksilla on useita etuja muihin tutkimusmenetelmiin verrattuna ja erityisesti silloin, kun kalliomassiivi tai osa siitä on tutkittava todella tarkkaan:
 - muutamasta reiästä saadaan katettua laaja alue
 - mittausmenetelmän syvyysulottuvuus ja resoluutio saadaan tehokkaasti käytettyä hyväksi
 - mahdollisuus kolmiulotteiseen tulkintaan
 - kohteen ominaisuuksia voidaan tutkia useasta eri suunnasta
 - ei irtomaakerrosten häiritsevää vaikutusta
 - mittausreikiä lukuunottamatta nondestruktiivinen tutkimusmenetelmä
 - voidaan tehokkaasti käyttää atk:n eri mahdollisuuksia hyväksi tulkinnassa (esim. tomografia-periaate).

Mainitunlaisten ominaisuuksien edellyttäminen kallioperän tutkimusmenetelmältä riippuu tietysti siitä, millaista tietoa ja millaisella tarkkuudella kallioperästä tarvitaan.

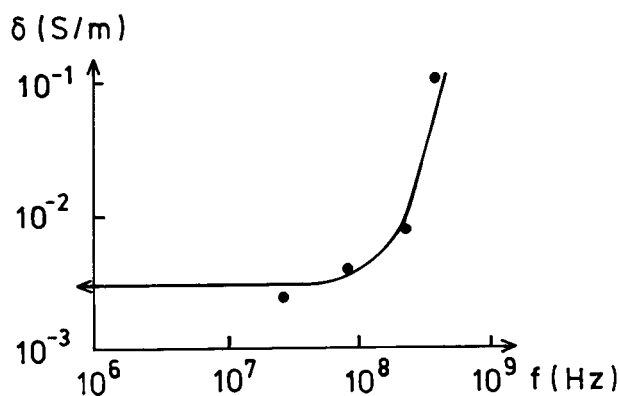
Useimmissa tapauksissa arvioidaan pistekohtaisen tiedon kallioperästä riittävän — jopa kolmiulotteisten mallien laatimiseen. Imaginaarikomponentit ovat kuitenkin vain ennusteita, eivätkä näin ollen vastaa todellisia tutkimustuloksia. Viime aikoina on alkanut eräissä kohteissa ilmaantua tarvetta myös näiden imaginaarikomponenttien selvittämiseen eli on saatava kolmiulotteinen käsitys kalliomassiivin rakenteesta mahdollisimman todenmukaisena. Tähän pulmaan tarjoavat ratkaisun juuri monireikämitaukset, joissa kallioperä ikäänkuin "valaistetaan näkyväksi" esimerkiksi elektromagneettisella impulssilla. Saatava kuva prosessoidaan sitten esim. monitoriin värilliseksi profiiliksi — tällä alueella on vielä varmasti paljon tietoa ja mielikuvitusta käyttämättä.

TUTKALUOTAUS MONIREIKÄSOVELLUTUKSENA

Tutkaluotauksia on jo useita vuosia käytetty sekä maaperän että kallioperän tutkimiseen (mm. Cook 1974, Lyfte et al. 1976, Nilsson 1978), muun muassa Apollo-17-ohjelmassa käytettiin tutkaluotainta kuun pintakerrosten tutkimiseen. Kuitenkin voidaan sanoa kehittyneen olevan vielä alkuvaiheessaan.

Tutkaluotauksessa käytetään hyväksi elektromagneettisia (EM) aaltoja, joiden maa- ja kallioperätutkimukseen soveltuva frekvenssialue on 1—300 MHz. Tällöin puhutaan yleensä korkeataajuisesta (VHF) tutkaluotauksesta. EM-aaltojen eteneminen on yleisesti ottaen riippuvainen väliaineen sähköisistä ominaisuuksista, sähkönjohtokyvystä ja dielektrisyysvakiosta. Mitä parempi sähkönjohtokyky sitä enemmän EM-aallot pidättyvät tai vaimenevat väliaineessa muuttuen lämmöksi.

EM-aalloilla on tietty teoreettinen maksimitunkeutumisvyvyys (ns. skin depth), joka on riippuvainen käytetävästä taajuudesta ja väliaineen ominaisuuksista. Taajuuden kasvaessa tunkeutumiskyky huononee ja esim. veden osalta havaitaan varsin radikaali muutos n. 100 MHz kohdalla, kuten kuvan 2 käyrästä voidaan havaita. Veden sähkönjohtokyky alkaa siis äkillisesti kasvaa n. 100 MHz kohdalla, mikä vastaavasti pienentää aaltojen tunkeutuvuutta.



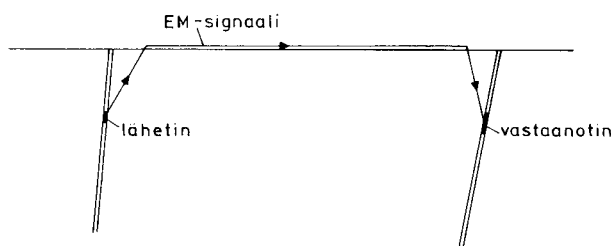
Kuva 2. Veden sähkönjohtokyvyn riippuvuus taajuudesta (Nilsson, 1978).

Fig. 2. The frequency dependence of conductivity (water) (Nilsson, 1978).

Koska kiviaines normaalisti sisältää vettä, on sen kohdalla odotettavissa samankaltaista taajuusriippuvuutta. Tällainen sähkönjohtokyvyn riippuvuus taajuudesta 100 MHz kohdalla on todettu myös laboratoriossa dolomiittinäytteillä tehdyissä kokeissa.

Nilsson (1978) on laskennallisesti määritellyt ns. taajuusikkunan (frequency window), mikä tarkoittaa taajuuskaistaa, jonka alueella väliaine voidaan katsoa EM-aalloilla läpinäkyväksi. Tämä taajuuskaista on melko paljon riippuvainen väliaineen sähkönjohtokyvystä. Esim. graniitilla, jonka sähkönjohtokyky tyypillisesti on melko alhainen, sijoittuu "taajuusikkuna" alueelle 0.2—200 MHz.

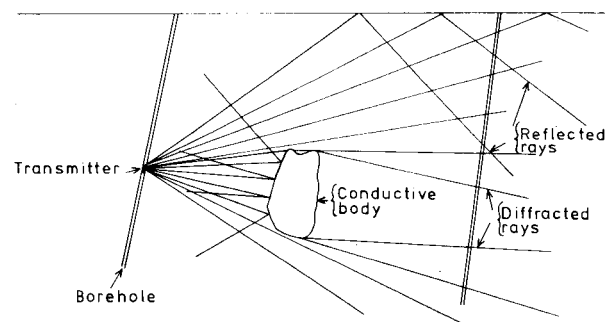
Aikaisemmin mainittu dielektrisyysvakio vaikuttaa pääasiassa EM-aallon etenemisnopeuteen, erityisesti korkeilla taajuuksilla. EM-aallon etenemisnopeus ei kuitenkaan vielä anna varmaa kuvaa väliaineen ominaisuuksista jollain suoraviivaisella osuudella, sillä EM-aallot hakevat nopeimman etenemistien, joka ei välttämättä aina ole suorin. Esim. kuvan 3 tapauksessa, jos kallioperä (tai maaperä) on tarpeeksi löyhää, on EM-aalloilla aina mahdollisuus kiertää pinnan kautta. Tällöin ei lähettimen ja vastaanottimen välisestä massasta saada mitään tietoa, vaikka signaali vastaanotetaan.



Kuva 3. Epäsuora, ns. pseudo-signaali

Fig. 3. Indirect pseudosignal.

EM-aallot voivat pidättymisen lisäksi taittua tai heijastua, minkä ansiosta EM-aalloilla läpinäkymätönkin kohde (= johde) voidaan usein tunnistaa sen jättämän "varjon" perusteella (kuva 4).



Kuva 4. EM-signaalin kulkureittejä kallioperässä (Nilsson, 1978).

Fig. 4. Different propagation paths of EM-signals in the ground (Nilsson, 1978).

EM-signaalia lähetetään jaksottaisina pulsseina, jotka sisältävät tietynlaisen taajuuspektrin. Kohdatessaan johteen, osa signaalista heijastuu osan jatkaessa johteen läpi. EM-signaalin etenemisnopeuden (so. pääasiassa kallion vesipitoisuuden) määrittämisen helpottamiseksi käytetään lyhyitä pulssin pituuksia (esim. 50 pulssia/s).

Kun mittauksia suoritetaan kuvan 1 periaatteen mukaisesti, saadaan kallioperän ominaisuuksista tietoja eri suunnista. On myös mahdollista käyttää vastaanottimia useammassa reiässä, samoin kuin lähetintä voidaan siirtää reiästä toiseen. Näin saadaan useita risteäviä signaalien etenemisteitä, mikä mahdollistaa ns. tomografisen analyysin atk:lla.

Tomografisessa analyysissä jaetaan kalliomassiivi reikien välillä neliöihin vähän samaan tapaan kuin finite-element-analyysissä, paitsi että neliöihin sijoitetaan mitattuja tietoja kallioperän ominaisuuksista. Kolmen reiän avulla voidaan näin esim. rakopinta sijoittaa avaruusmalliin. Tutkamenetelmän syvyysulottuvuudeksi graniittisessa kallioperässä on arvioitu yli 200 m.

Tutkaluotauslaitteistoa on kehitelty Boliden Metall Ab:ssa (Nilsson, 1978) usean vuoden ajan. Sitä on mm. testattu yhdessä amerikkalaisten laitteiden kanssa sekä eräällä hyvin tutkitulla testialueella Finnsjöissä. Jatkossa on ilmeisesti tarkoitus keskittyä kehittämään mahdollisimman soveliaasta antenniratkaisua.

SEISMISET MONIREIKÄMITTAUKSET

Niin sanottua reikäseismistä mittausta on Suomessa kokeiltu Geotek Oy:n toimesta Otanmäen kaivoksilla vuonna 1977. Vaikka mittauksia ei suoritettu poranreistä vaan kaivosperistä käsin, antavat saadut tulokset hyvän kuvan menetelmän käyttökelpoisuudesta. Laittekehittelyä on ilmeisesti myös tarkoitus edelleen jatkaa, erityisesti geofonien osalta.

Seismisten aaltojen etenemisnopeus kallioperässä on pääasiassa riippuvainen kivilajin tiheydestä ja elastisista ominaisuuksista. Seismisiä monireikämittauksia suoritettaessa on tärkeää löytää seismisten aaltojen synnyttämiseen sellainen impulssilähde, joka antaa aalloille riittävän kantaman eikä silti särje reikää. Seismisissä monireikämittauksissa käytetään kuvan 1 esittämää periaatetta eli impulssilähdettä ja/tai geofoneja siirretään reiän pystysuunnassa ja tällöin on luonnollisesti reikien pysyttävä ehjinä mittauksen ajan.

Käytettäessä räjähdettä energialähteenä monireikämittauksissa on räjähteen määrää pienennettävä melkoisesti normaaliin seismiseen tutkimukseen verrattuna. Reikäsovellutusten yhteydessä onkin käytetty sanontaa mikroräjähdde, jolloin räjähdysainetta on joitakin kymmeniä grammoja tai käytetään pelkästään sähkönallia. Sopivan räjähdysainemäärän tai muun energialähteen valintaan vaikuttavat mm. haluttu kantama ja resoluutio. Hyvän resoluution aikaansaaminen edellyttää energialähdettä, joka kehittää suhteellisen korkeataajuisia seismisiä aaltoja. Näillä korkeataajuisilla aalloilla on kuitenkin pienempi tunkeutumissyvyys eli ne absorboituvat kallioperään helpommin kuin matalataajuiset aallot. Korkeataajuisien energialähteiden ulottuvuusaluetta voidaan kyllä kasvattaa lisäämällä energiamäärää, mutta tämä

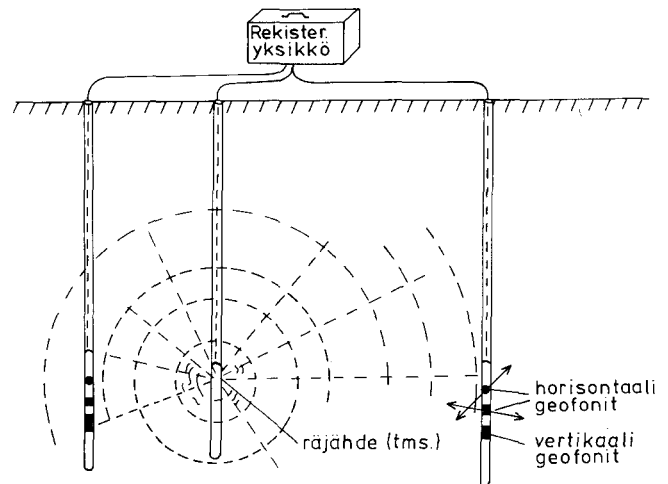
taas saattaa vahingoittaa poranreikää.

Mikroräjähteen synnyttämän impulssin taajuusalue on välillä 0—500 Hz ja sen huippuenergia on alueella 100—200 Hz. Eräissä maastokokeissa on mikroräjähteen impulsseja otettu vastaan n. 500 m etäisyydeltä. Maksimikantama on arvioitu kaksinkertaiseksi.

Paineilmatykkiä on helpompi käsitellä rei'issä kuin räjähteitä ja lisäksi taajuuskaista on hieman kaapeampi n. 0—250 Hz. Kantama lienee samaa luokkaa kuin mikroräjähteillä.

Korkeataajuiset energialähteet kuten esim. spark-erit ja pietsosähköiset kiteet sopivat pienempi-piirteiseen tutkimukseen. Niiden taajuusalue vaihtelee n. n. 1—30 KHz välillä ja kantamat ovat vastaavasti alle sadan metrin luokkaa.

Käytettäessä matalataajuisia energialähteitä pitemmillä matkoilla saadaan kallioperästä selville vain suuremmat heikkousvyöhykkeet ja integroitu kuva kallion laadusta reikien välillä. Korkeataajuisia energialähteitä käyttämällä saadaan jo huomattavasti yksityiskohtaisempi kuva kallioperän rakenteesta — tosin lyhyemmällä, alle 100 m etäisyyksillä.



Kuva 5. Seisminen monireikämittaus.

Fig. 5. Seismic cross-hole survey.

Seismisissä monireikämittauksissa päästään parhaisiin tuloksiin käyttämällä kolmikomponenttigeofonia (kuva 5), joka puristetaan kiinni reiän seinämiin. Jos geofonin akselit saadaan suunnattua maantieteellisen koordinaatiston mukaisesti, voidaan tulevan aaltorintaman sijainti määrittää avaruusmallissa. Kolmikomponenttigeofonien sijasta on käytetty myös hydrofonaapelia, mutta tulokset ovat lähinnä viitteellisiä niistä saatavan vähäisemmän informaation vuoksi.

Monireikämittauksissa käytetään hyväksi muitakin parametrejä kuin kulku-aikaa, mm. p- ja s-aallot sekä niiden taajuussisältö rekisteröidään. Varsinkin korkeammilla taajuuksilla aallot vaimenevat kallioperän laadusta riippuen eri lailla, mistä pystytään tekemään päätelmiä

esim. kallioperän rikkonaisuudesta. Vaimeneminen on lisäksi s-aalloilla hieman voimakkaampaa kuin p-aalloilla. Aaltojen vaimenemisen on todettu varsin hyvin korreloivan esim. RQD-luvun kanssa.

Monireikäseismiikan tulokset analysoidaan tomografia-periaatteella, samaan tapaan kuin tutkaluotauksessakin. Analysointia helpottaa huomattavasti se, että pintamaakerroksen ja yleensä myös pohjaveden pinnan häiritsevä vaikutus jää pois. Eräissä tapauksissa on pystytty tulkitsemaan jopa yksittäisiä rakoja.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Cook, J. C., Radar transparency of mine and tunnel rocks. 44th Int. SEG. Convention, Dallas, 1974.
2. Geological survey of Canada, Borehole geophysics applied to metallic mineral prospecting: a review, (1975), Paper 73—31.
3. Kaspar, M., Pecen, J., Die Anwendung elektromagnetischer Wellen mittlerer Frequenz zur Abgrenzung der Lage der elektrisch abweichenden Inhomogenitäten. Int. Sn. Symp. on min. surv., mining geol. and the geometry of min. dep., Praha 1969.
4. Keys, W. S. and MacCary, L. M., Application of borehole geophysics to water-resources investigations. USGS, Washington D. C. 1971.
5. Laine, E. F., Dines, K. A., Okada, J. T. and Lytle, R. J., High-frequency electromagnetic probing to characterize seals in copperdams. Lawrence Livermore Laboratory UCRL-8204 1978.
6. Lytle, R. J., Lager, D. L., Laine, E. F. and Davis, D. T., Using cross-borehole electromagnetic probing to locate a tunnel. Lawrence Livermore Laboratory, UCRL-52166, 1976.
7. Magnusson, K-Å. Henkilökohtainen tiedonanto, 1980.
8. McEvilly, T. V. and Nelson, J. S., Seismic methods in geotechnical engineering, ASCE Convention, Atlanta, 1979.
9. Nilsson, B., Two topics in electromagnetic radiation field prospecting, University of Luleå, 1978.
10. U.S. Environmental Protection Agency, Feasibility study of electromagnetic subsurface profiling. EPA-R2-72-082, 1972.
11. Viksne, A., Exploration geophysics for site evaluation of engineering works. ASCE convention, Atlanta, 1979.
12. Wright, J. W. and Harrell, H. C., Current techniques in engineering geophysical logging, ASCE Convention Atlanta, 1979.

SUMMARY

CROSS-HOLE MEASUREMENTS

Diamond drilling is a relatively expensive research method and it does not always give enough information of the rock massive. However, geophysical measurements can be carried out in the drilled holes afterwards, which should be taken into consideration when making the drilling plan. The most accurate information on the bedrock is obtained through cross-hole measurements, which can be carried out, for example, as electro-magnetic radar soundings or as seismic soundings. By means of cross-hole measurements, a three-dimensional picture can be obtained of the rock massive, which may be useful in e. g. finite-element analyses. The results of cross-hole measurements are interpreted with the so-called tomographic principle. The radar applications that have been developed so far are estimated to have a skin-depth of about 200 meters and the seismic applications of about 1000 meters. Experiments with seismic cross-hole sounding were made in Finland in 1977 and the development work will be continued. The above-mentioned methods have many advantages, such as good resolution, possibility to three-dimensional interpretation and absence of the disturbing effect caused by the loose top layer.

s. 37 →

kalla ja kalustolla luotettavaa ja tehokasta. Täten on olemassa riittävät tekniset edellytykset maamme kaoliiniesiintymien kokonais selvityksen suorittamiselle.

Suomen jo tunnettujen kaoliiniesiintymien laadun ja määrän sekä uusien kaoliiniesiintymien löytämiseen tähtäävä tutkimusohjelma on Geologisessa tutkimuslaitoksessa alkuvaiheessa. Kaoliiniesiintymien kokonais selvityksen läpivieminen kohtuullisessa ajassa edellyttää kylä aktiivista panosta myös maamme muilta malmien ja teollisuusmineraalien etsintäorganisaatioilta.

Maamme kaoliinivaroja selvitellessä tulee myös kallioperän geologia ottaa huomioon, sillä hyvälaatuista kaoliinia on paremmat mahdollisuudet löytää graniittien tai arkoosikvartsiittien yhteydestä kuin kiilleliuskeiden tai emäksisten vulkaniittien yhteydestä.

Kaoliiniesiintymiä tutkittaessa on syytä kiinnittää huomiota myös kaoliinimuodostumien käyttömahdollisuuksiin alumiiniesiintyminä. Sillä vaikka maamme tunnettujen kaoliiniesiintymien Al_2O_3 -pitoisuus on yleensä alle 20 %, voidaan raakakaoliinista poistaa huomattavasti kvartssia ym. karkeampaa ainesta varsin yksinkertaisilla veden käyttöön perustuvilla menetelmillä, kuten vesijuoksuksella ja syklonoinnilla. Tällöin kaoliinin alumiinipitoisuus saattaa kohota melkoisesti ja esiintymällä voi olla merkitystä alumiinin tai sen yhdisteiden potentiaalisena raaka-ainelähteenä.

SUMMARY

KAOLIN IN FINLAND

All kaolin used in Finland is imported. In recent years, the amount and value of the imported kaolin has increased rapidly. (Fig. 1). In 1978, the import of kaolin was 331 000 tons, of which 191 000 tons were used as coating material and 135 000 tons as filler material in paper industry. Finnish paper industry is expected to increase its production by one fourth before 1985. This will increase the demand for filler and coating material. The domestic talc production will supply the growing need for filler material, but more coating kaolin will be needed than at the present time.

In Finland, there are many known kaolin occurrences, some of which can be regarded as deposits. Of the deposits Pihlajavaara and Siurunmaa should be mentioned (numbers 7 and 2 in Fig. 2). The kaolin reserves of Pihlajavaara are estimated to be 1.1 million tons. In the Siurunmaa deposit there is grayish white and brownish gray kaolin in an area of 100 m wide and over 500 m long. The thickness of the kaolin deposit is from a few metres up to 70 metres. The deposit is covered by a 12—25 m thick layer of silt.

Siurunmaa kaolin deposit is supposed to be of primary origin and formed as a result of preglacial kaolinization of arkose and sericite quartzites.

The preliminary dressing studies of Siurunmaa kaolin gave a product which is not yet good enough for paper and ceramic industries (Table 4), but it probably will be possible to improve the final product.

A programme for the investigation of domestic kaolin deposits has been initiated by the Geological Survey of Finland.

Kaoliini, sen käyttö ja esiintyminen Suomessa

Fil.lis. Yrjö Pekkala. Geologinen tutkimuslaitos, Otaniemi

YLEISTÄ

Kaoliini on yleisesti määriteltynä savimaista maalajia. Sen pääosan muodostavat maasälpien ja kiilteiden rapautumistuloksena syntyneet kiillemaiset savimineraalit. Näistä merkittävin on kaoliiniitti ($Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2H_2O$).

Kaoliiniesiintymät ovat synnyttyään joko primäärisiä tai sekundäärisiä muodostumia /1/. Primääriset esiintymät ovat syntyneet tavallisimmin graniittisten kivilajien kaolinisoituessa alkuperäisellä paikallaan. Sekundääriset eli sedimenttiset esiintymät ovat syntyneet kaoliinimineraalien kulkeutuessa pois syntypaikaltaan ja muodostaessa kaoliinikerrostumia sopiviin paikkoihin.

Maailman suurimmista kaoliiniesiintymistä ovat primäärisiä Cornwall'in ja Devon'in esiintymät Englannissa, sekundäärisiä taas ovat Georgian ja Etelä-Carolinan esiintymät Yhdysvalloissa /1/.

Englantilaisessa kielenkäytössä yleisesti nähtävä sanonta "China Clay" tarkoittaa raakakaoliinista saatua kaupallista kaoliinituotetta /2/.

KAOLIININ TUOTANTO, KÄYTTÖ JA VARAT

Maailman kaoliinin tuotannossa ja kaupassa ei viimeisten kymmenen vuoden aikana ole tapahtunut suuria muutoksia /3/. Ainoa huomattava tulokas kaoliinimarkkinoilla on Brasilia, jolla on lisäksi mahdollisuuksia tuottaa myös paperin peiteaineeksi kelpaavia kaoliinilaatuja.

Taulukossa 1 on esitetty maailman tärkeimmät kaoliinin tuottajamaat sekä niiden kaoliinin vienti vuonna 1978 /4/. Taulukosta nähdään, että USA ja Englanti tuottavat yhdessä yli 60 % maailman kaoliinista. Niiden lisäksi vain Tšekkoslovakia pystyy viemään kaoliinituotantonsaan merkittäviä määriä ulkomaille.

Taulukko 1. Maailman suurimmat kaoliinin tuottajamaat sekä niiden kaoliinin vienti v. 1978.
Table 1. The kaolin production and export in the main producing countries in 1978.

	tuotanto 1000 tn	vienti 1000 tn
USA	6326	1066
Englanti	2859	2312
N-liitto	2400	22
Ranska	770	121
Tšekkoslovakia	592	382
Intia	424	—
Länsi-Saksa	413	103
Etelä-Korea	366	88
Itävalta	275	21
Brasilia	240	21
	yht. 14395	
Koko maailma	17000	

nostaan merkittäviä määriä ulkomaille. Taulukosta 2 /4/ ilmenee, että kaoliinin suurehkoista tuottajamaista monet joutuvat oman tuotannon lisäksi ostamaan suuriakin määriä kaoliinia ulkomailta.

Kaoliinituotannon kasvu on 1970-luvun alusta vuoteen 1979 ollut 27 % /3/ ja ennusteiden mukaan kaoliinin tarve tulee 1980- ja 90-luvuilla voimakkaasti kasvamaan. Esimerkiksi USA:ssa on ennustettu, että kaoliinin käyttö kasvaisi vuosituhannen loppuun mennessä viisinkertaiseksi vuoden 1970 tasoon verrattuna /1/. Kasvava kysyntä tulee kohdistumaan suurelta osalta paperiteollisuuden käyttämiin parhaisiin kaoliinilaatuihin. Kaoliinin käyttäjänä on ensimmäisellä sijalla paperiteollisuus, jossa kaoliinia käytetään täyte- ja päällysteaineena. USA:n kaoliinin kulutuksesta (v. 1979) paperiteollisuus käytti lähes puolet /5/. Seuraavaksi suurimmat käyttöalat olivat tulenkestävien tuotteiden valmistus, keraaminen teollisuus ja kumiteollisuus, jotka yhdessä käyttivät kaoliinista 20—25 % /6/. Loput 25—30 % käytettiin pienehköinä määrinä pääasiassa täyteaineena useilla teollisuuden aloilla. Eri maissa kaoliinin käyttöalat vaihtelevat suuresti, mutta USA:n käyttöluvut kuvastavat kaoliinin käyttöä kokonaisuudessaan.

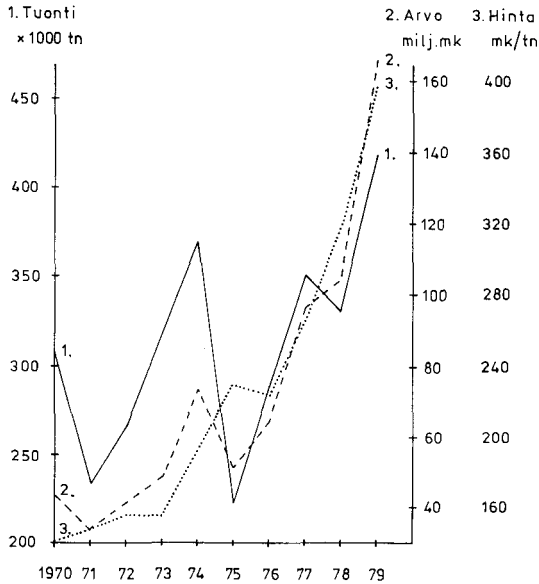
Maailman kaoliinivarat ovat huomattavan suuret (12 mrd tn) ja riittävät pitkälle 2000-luvulle /7/. Kaoliiniesiintymät ovat kuitenkin jakautuneet epätasaisesti ja varsinkin paperiteollisuuden tarvitsemaa korkealaatuista kaoliinia on suuressa määrin saatavissa harvoista esiintymistä. Näistä tärkeimmät ovat USA:ssa ja Englannissa ja nämä maat hallitsevatkin kaoliinin maailmankauppaa lähes täydellisesti.

KAOLIININ KÄYTTÖ SUOMESSA

Suomi on kaoliinin tuojana eturivin maita koko maailmassa (taulukko 2) /4/. Kuvassa 1 on esitetty Suomen

Taulukko 2. Kaoliinin tärkeimmät tuontimaat ja niiden oma tuotanto v. 1978.
Table 2. The main importing countries of kaolin and their own production in 1978.

	tuonti 1000 tn	oma tuotanto 1000 tn
Länsi-Saksa	717	413
Italia	673	70
Japani	467	227
Hollanti	393	—
Suomi	331	—
Ranska	306	770
Belgia—Luxemburg	290	110
Ruotsi	257	30



Kuva 1. Suomen kaoliinituonnin määrän ja arvon sekä kaoliinin hinnan kehitys 1970—79.

Fig. 1. The development of the amount (1), value (2) and kaolin price (3) of Finnish kaolin imports in 1970—79.

kaoliinituonnin määrän ja arvon sekä tuodun kaoliinin hinnan kehitys vuosina 1970—79 /8/. Kuvasta nähdään, että vuosikymmenen alkupuoliskolla kaoliinin tuontimäärät ovat vaihdelleet melkoisesti, mutta loppupuoliskolla tuonti on noussut tasaisesti. Tuonnin arvo on samana ajanjaksona noussut yli nelinkertaiseksi ja nousu on ollut voimakkainta kolmena viimeisenä vuotena. Samanlainen on ollut kehitys myös kaoliinin hinnan kohdalla. Vuonna 1979 kaoliinin hinta oli jo lähes 400 mk tonnilta.

Suomeen tuodusta kaoliinista menee paperiteollisuuteen yli 90 %. Vuonna 1978 kaoliinin kokonaistuotto oli 331 000 tonnia ja siitä käytettiin paperin päällysteaineina 191 000 tonnia ja täyteaineina 135 000 tonnia. Loppuosa käytettiin pääosin keraamisessa ja kumiteollisuudessa. Suomen paperiteollisuuden investoinnit tähtäävät 1980-luvun puoliväliin mennessä paperintuotantokapasiteetin lisäämiseen neljänneksellä /9/. Mikäli tämä toteutuu se tietää myös paperin täyte- ja päällysteaineina käytettyjen mineraalien tarpeen voimakasta kasvua. Kotimainen talkkituotanto voi kyllä suureksi osaksi tyydyttää täyteaineiden kasvavan tarpeen, mutta paperin päällysteaineena se ei ainakaan toistaiseksi pysty korvaamaan kaoliinia. Kaoliinin kysyntä tulee näinollen edelleen kasvamaan etupäässä päällysteaineena käytettyjen kalleimpien kaoliinilaatujen kohdalla.

Vuonna 1979 kaoliinin tuonnin arvo oli 166 milj. markkaa. Tämä on jo sinänsä sitä suuruusluokkaa, että kotimaisten kaoliiniesiintymien määrän ja laadun kokonais selvitys on aiheellista suorittaa.

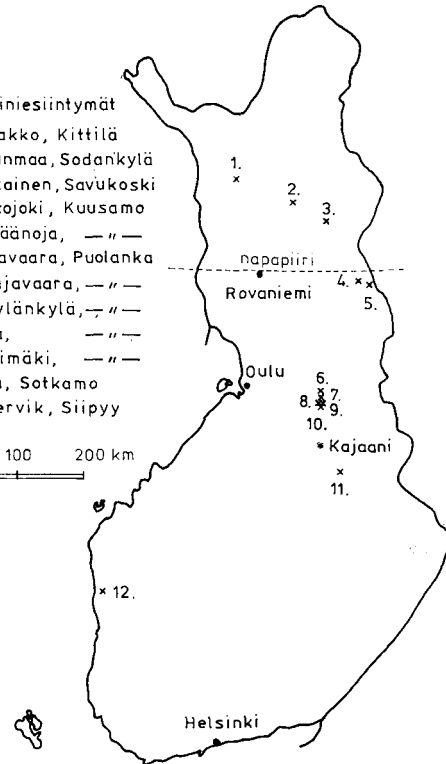
SUOMEN KAOLIINIESIINTYMISTÄ

Kuvassa 2 on esitetty Suomen tärkeimmistä kaoliiniesiintymistä ne, joista on ollut käytettävissä julkisia tutkimustuloksia. Näiden esiintymien tutkimuksissa näytteenotto on yleensä suoritettu kairaamalla, joskus myös koemonttuja kaivamalla. Kuvan 2 kaoliiniesiintymistä on seuraavassa esitetty lyhyt selostus muista paitsi Siurunmaan esiintymästä, jota on kuvattu yksityiskohtaisemmin omissa luvuissaan.

Kaoliiniesiintymät

1. Lonnakko, Kittilä
2. Siurunmaa, Sodankylä
3. Nilakainen, Savukoski
4. Aventojo, Kuusamo
5. Könkäänoja, — " —
6. Honkavaara, Puolanka
7. Pihlajavaara, — " —
8. Väyrylänkylä, — " —
9. Latva, — " —
10. Poskimäki, — " —
11. Ruma, Sotkamo
12. Vestervik, Siipyy

0 100 200 km



Kuva 2. Suomen tärkeimpien kaoliiniesiintymien sijainti.

Fig. 2. The location of the noteworthy kaolin occurrences in Finland.

Taulukko 3. Eräiden Suomen kaoliiniesiintymien raaka-kaoliinin rauta- ja alumiinipitoisuuksia.

Table 3. The iron and aluminium content of some Finnish raw-kaolin deposits.

Esiintymä	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Anal.lukum.
Lonnakko	12.0	23.8	2
Siurunmaa	2.66	17.3	14
Könkäänoja	2.81	18.6	7
Pihlajavaara	3.27	19.3	20

Taulukossa 3 on esitetty Lonnakon, Siurunmaan, Könkäänojan ja Pihlajavaaran esiintymien raaka-kaoliinin rauta- ja alumiinipitoisuuksia.

Lonnakon kaoliiniesiintymä (1) Kittilässä /10/ on laajuudeltaan 100x400 m ja kaoliinirapautuman paksuus on paikoin noin 50 m. Kaoliiniesiintymä on syntynyt kiilleliuskeen ja serisiittiliuskeen rapautumistuloksena ja tästä ilmeisesti johtuu, että kaoliini on laadultaan varsin vaihtelevaa, vallitsevina ovat voimakkaan punaiset ja keltaiset kerrokset, joissa rautapitoisuus on korkea (taulukko 3). Myös harvemmin tavattavassa kellertävän valkoisissa kerroksissa rautapitoisuus voi kohota useisiin prosentteihin.

Nilakaisen kaoliiniesiintymä (3) Savukoskella /11/. Kemijoen rantatorrmässä on näkyvissä kvartsi-kaoliinikiveä ja joen pohjalla punertavaa ja valkoista savimaista kaoliinia 200 metrin matkalla. Savimainen kaoliini on ilmeisesti kaolinisoituneesta kvartsiitista syntynyt sekundäärinen muodostuma, sillä jokitorrmään kaivetuissa kahdessa montussa tavattiin samanlaista kaoliinia noin metrin paksuisena kerroksena hiekan ja savisen moreenin välissä.

Könkäänojan (5) esiintymä Kuusamossa liittyy serisiittikvartsiitteihin ja kaoliinia on tavattu koekuopissa 1000 m²:n alueella/12/. Yleensä kaoliinipitoisuus on kvartsiitissa alhainen, mutta paikoin tavataan pintaveisien kuljettamia ja kerrostamia kaoliinirikkaita "kuoppia", joissa kaoliinipitoisuus on selvästi suurempi kuin emäkivessä.

Aventojoen (4) esiintymässä kaoliinia on tavattu koekuopissa 70 metrin matkalla /12/. Kaoliinin esiintymistapa on samanlainen kuin Könkäänojan esiintymässä ja vastaavanlaisia kaoliinipitoisia serisiittikvartsiitteja on tavattu useista muistakin paikoista Kuusamossa.

Puolangalta on tavattu kaoliiniesiintymiä enemmän kuin miltään muulta alueelta Suomessa. Niistä on kuvan 1 kartalle merkitty vain Honkavaara (6), Pihlajavaara (7), Väyrylänkylä (8), Poskimäki (9) ja Latva (10), koska näissä esiintymissä kaoliinia on tavattu myös kairauksissa. Puolangan alueella kaolinisoituminen on yleisimmin tapahtunut kvartsiiteissa, mutta paikoin myös kiilleliuskeissa, mustaliuskeissa, karbonaattikivissä jne. ja tällöin on yleensä syntynyt voimakkaan punaisia tai ruskeita kaoliinirapautumia.

Puolangan kaoliiniesiintymistä on parhaiten tutkittu Pihlajavaara, jossa kaoliiniesiintymä liittyy kerrosmaisena muodostumana kvartsiittiin. Esiintymän koko on arvioitu 1.1 milj. tonniksi, josta 40 % on todettua kaoliinimalmia /12/.

Ruman esiintymä (10) Sotkamossa liittyy sekin kvartsiittiin /12/. Esiintymän kaoliinipitoisuus on todettu olevan keskimäärin 10 %, mutta esiintymässä on ohuita, 10—20 cm kerroksia, jotka koostuvat pääosin kaoliinista.

Vestervikin esiintymä (12) Siipyyssä on tässä se-lostuksessa kuvattavista kaoliiniesiintymistä ainoa, joka ei liity kvartsiitteihin tai liuskeisiin, vaan kaolinisoituminen on siellä tapahtunut pegmatiiteissa ja kiillegneisissä. Alueelle kaivetuissa koekuopissa tavattiin kaoliinirapautumaa noin 1 hehtaarin alueelta. Kaolinisoitumista todettiin tapahtuneen vain puoli metriä paksussa kalliion pintakerroksessa. Kaolinisoituminen on voimakkainta kiillegneisissä leikkaavissa pegmatiittijuonissa, mutta niissäkään maasälpä ei ole kokonaan kaolinisoitunut /13/.

SIURUNMAAN KAOLIINIESIINTYMÄ

Kaoliinin esiintymisestä Siurunmaalla saatiin ensimmäiset viitteet Geologisen tutkimuslaitoksen Keski-Lapissa suorittamien systemaattisten maaperän Auger-kairausten yhteydessä vuonna 1976, jolloin yhdestä reiästä tavattiin kaoliinia 28—43.5 metrin syvyydeltä. Tämän jälkeen Siurunmaalla on kairattu vuosina 1978—79 18 Auger-reikää ja 15 paineilmakairausreikää. Esiintymän alueella on tehty myös gravimetrisiä, seismisiä ja sähköisiä mittauksia.

Suoritettujen kairausten perusteella Siurunmaan kaoliiniesiintymä on 80—120 metriä leveä ja yli 500 m pitkä. Kaoliinikerroksen paksuus vaihtelee reunaosien muutamasta metrillä keskiosan yli 70 metriin. Kaoliinin päällä on irtomaita, pääasiassa silttiä 12—25 metriä. Kaoliini-muodostuman alla on muodostuman reunaosat lävistäneistä kairanreiästä saatujen näytteiden perusteella arkoosi- ja serisiittikvartsiittia. Samanlaisia kvartsiittikappaleita on melko runsaasti myös itse kaoliinimuodostuman sisällä. Tällä perusteella näyttää ilmeiseltä, että Siurunmaan kaoliiniesiintymä on primäärinen muodostuma, joka on syntynyt arkoosi- ja serisiittikvartsiittien

preglasiaalisen rapautumisen tuloksena.

Raakakaoliinin väri vaihtelee esiintymän eri osissa ja eri kerroksissa harmahtavan valkoisesta ruskehtavan harmaaseen.

Kaoliiniittipitoisuus on termovaakamääritysten (J. Hyyppä) mukaan 20—35 %. Raakakaoliinin rautapitoisuus on 1.16—4.94 % ja 14 analyysin keskiarvo 2.26 %.

Siurunmaan kaoliinista tehtiin kolmentoista Augerreiän yhteisnäytteestä rikastuskokeita, joissa näyte-erä lietettiin, seulottiin ja rikastettiin vesisyklonilla /14/. Saadun kaoliinirikasteen laadun parantamiseksi tehtiin alustavia kokeita Eriez-erottimella ja magneettisella suurgradientierottimella, mutta ainakaan näissä kokeissa ei kaoliinin rautapitoisuutta onnistuttu oleellisesti pienentämään eikä vaaleutta parantamaan. Tämän jälkeen tehtiin kokeita happoliuotuksilla ja näillä saatiin kaoliinin laatua, varsinkin vaaleutta parannetuksi huomattavasti.

Taulukko 4. Paperi- ja keraamisessa teollisuudessa käytettyjen kaoliinien sekä Siurunmaan kaoliinirikasteen ja Cornwall'in kaoliinin rauta- ja alumiinipitoisuuksia sekä vaaleusarvoja.

Table 4. The iron and aluminium content and the brightness % of typical paper and ceramic kaolins compared with the same figures of Siurunmaa kaolin concentrate and Cornwall kaolin.

	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	vaaleus %
Peiteaine Coating	0.58	37.0	85 —87.5
Täyteaine Filler	0.82	36.0	76.5—82.5
Keramiikka Siurunmaa	0,75 0.7—1.0	36.5 30—31.5	84 —86 73 —75
Cornwall	0.3—0.5	38	75—90

Taulukossa 4 on esitetty Siurunmaan sykloidun ja liuottamalla puhdistetun kaoliinirikasteen ja Suomeen tuotavan Cornwallin kaoliinin sekä eräiden kaupallisten kaoliinilaatujen rauta- ja alumiinipitoisuuksia sekä vaaleusarvoja. Niistä nähdään, että Siurunmaan kaoliinirikaste ei tällaisenaan täytä korkealuokkaiselle paperi- ja keramiikkakaoliinille asetettavia laatuvaatimuksia. On kuitenkin todettava, että Siurunmaan kaoliinin rikastustuloksia ei ole syytä pitää lopullisina.

Mikroskooppitutkimuksissa kaoliini-rikasteessa näkyi runsaasti vapaata kvartsiä, jonka määrää voidaan varmasti pienentää sykloidointia kertaamalla, tällöin kaoliinin alumiinipitoisuus vastaavasti nousee. Edelleen rikasteessa näkyi pienenpieniä opaakkirakeita, joiden poistamiseksi on viime aikoina kehitetty menetelmiä (ultra-vaahdotus ja magneettinen suodatus) /3/, joilla kaoliinin vaaleutta on mahdollista parantaa.

YHTEENVETO

Suomi on kaoliinin suurkäyttäjä, joka tuo kaiken tarvitsemansa kaoliinin (420 000 tn v. 1979) ulkomailta ja ennusteiden mukaan kaoliinin tarve tulee voimakkaasti kasvamaan 1980-luvulla.

Maassamme on tiedossa runsaasti kaoliinin esiintymispaikkoja sekä muutamia suurehkoja esiintymiä. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on löydetty myös laadultaan lupaavia kaoliiniesiintymiä. Näissä tutkimuksissa on kehitetty geofysikaalisten mittausten soveltuvuutta kaoliiniesiintymien paikallistamiseen ja tulokset ovat olleet rohkaisevia. Myös kaoliinitutkimuksissa oleellinen, kairaamalla suoritettava näytteenotto on nykyisellä tekni-

→ s. 34

Wollastoniitti — kuituinen teollisuusmineraali

Fil.maist. Kari Korhonen, Lappeenrannan aluetyöterveyslaitos, Lappeenranta

Tekn.tri Antti Tossavainen, Työterveyslaitos, Helsinki

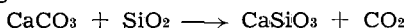
YLEISTÄ

Wollastoniitti on silikaattimineraali CaSiO_3 , joka esiintyy luonnossa säälöisenä ja kuitumaisena muistuttaen täten ulkonäöltään useita asbestimineraaleja. Wollastoniittia löydetään usein kalkkikiviesiintymistä sivumineraalina.

Tällä tutkimuksella pyrittiin selvittämään, voiko wollastoniitin mekaaninen käsittely irrottaa siitä sellaisia kuituja, jotka dimensioiltaan (pituus, paksuus) ja muodoltaan vastaavat hengitettynä terveydelle vaarallisia asbestimineraalien kuituja.

WOLLASTONIITIN KOOSTUMUS JA RAKENNE

Wollastoniitti on kemiallisesti kalsiumsilikaattia CaSiO_3 ja kuuluu mineralogisesti ketjusilikaatteihin. Luonnossa wollastoniittia tavataan kahtena muotona: monokliinisena parawollastoniittina ja trikliinisena wollastoniittina. Parawollastoniitti on harvinaista, ja sitä on löydetty enimmäkseen vain tulivuoriesiintymiin liittyvissä kalkkikivissä /1/. Tavallista trikliinistä wollastoniittia esiintyy useissa mm. Etelä-Suomen kalkkikiviesiintymissä, joissa se on yleensä syntynyt kalkkikiven (CaCO_3) ja siihen tunkeutuneen silikaattisen magman sisältämän kvartsin (SiO_2) reagoissa keskenään /2/.



Ulkomaisissa esiintymissä wollastoniittia on myös todettu metasomaattisesti muuttuneissa kalkkikivisedimenttien kontaktivyöhykkeissä sekä joissakin ns. emäksisissä magmakivissä /2, 4/. Wollastoniittia valmistetaan myös teollisuustarkoituksiin keinotekoisesti /4/.

Wollastoniitin tärkeimmät mineralogiset ominaisuudet on mainittu taulukossa 1. Taulukkoon on vertailun vuoksi merkitty myös asbestimineraalien antofylliitin ja tremoliitin vastaavat ominaisuudet.

Taulukosta 1 näkyy, että wollastoniitti lohkeaa helposti kiderakenteellisten hilatasojen (100), (001) ja (102) suunnassa. Koska wollastoniittikiteet ovat selvästi pitkänomaisia b-kideakselin suunnassa /1/, joka on samalla kaikkien edellä mainittujen lohkeamistasojen vyöhykeakselin suunta, niin wollastoniitti lohkeaa helposti kuituiksi. Kirjallisuudessa on raportoitu wollastoniittikuituja, joiden pituus on 7—15 -kertainen niiden halkaisijaan verrattuna /4/. Wollastoniitin helppoa lohkeavuutta kuituiksi murskattaessa ja jauhettaessa käytetään hyväksi monissa sen teknillisissä käyttösovellutuksissa /4, 5/.

Puhdas wollastoniitti on kemialliselta koostumukseltaan kalsiummetasilikaattia, mutta luonnossa esiintyvä mineraali sisältää pieniä määriä muitakin alkuaineita. Eräitä kirjallisuudessa julkaistuja kemiallisia analyysejä wollastoniitista on esitetty taulukossa 2.

WOLLASTONIITIN KÄYTTÖ

Suurin osa koko maailmassa ja myös Suomessa tuotetusta wollastoniitista käytetään keraamisessa teollisuudessa kaakelien valmistukseen /4/. Muita käyttökohteita keraamisessa teollisuudessa ovat mm. osittain lasitettujen taide-esineiden ja ruoka-astioiden, lasitteiden, keraamisten värien sekä sähköeristeiden valmistus.

Toiseksi eniten wollastoniittia käytetään maaliteollisuudessa, ja siellä pääasiassa ulkotiloihin tarkoitettujen öljy- ja vesiperustaisten rakennusten julkisivumaalien valmistukseen. Pieniä määriä käytetään myös emaleiden valmistukseen. Wollastoniittia on lisäksi käytetty täyteaineena muovi- ja kumiteollisuudessa, keraamisten hiomalaikkojen ja hitsauspuikkojen valmistuksessa sekä mineraalivillan raaka-aineena muiden silikaattikivien ohella.

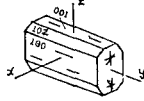
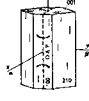
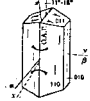
Hyvin hienoksi jauhetun (raekoko 1—40 μm) wollastoniitin käyttöä on edellä mainittujen kohteiden lisäksi kehitetty mm. useantyyppisten lakkojen ja maalien täyteaineena, asbestisementin valmistuksessa asbestin tilalla, keraamisen eristysvaahdon valmistuksessa sekä paperiteollisuudessa talkin ja kaoliinin tilalla paperin täyteaineena.

WOLLASTONIITIN ESIINTYMINEN SUOMESSA

Wollastoniittia on löydetty lähes 40 suomalaisesta kalkkikivi- ja dolomiitti-esiintymästä /6/. Useimmissa tapauksissa wollastoniitin määrä on ollut liian pieni louhittavaksi. V. 1979 näistä neljää esiintymää (Parainen, Lohjan Tytyri, Lappeenrannan Ihalainen ja Karjaan Mustio) louhittiin kalkkikiven vuoksi, kahta (Tornion Kalkkimaa ja Sipoo) kalkkikiven ja dolomiitin vuoksi ja yhtä (Virtsalmen Ankele) pääasiassa dolomiitin vuoksi /6,7/. Lappeenrannan Ihalaisen esiintymästä louhittiin ja rikastettiin kalkkikiven lisäksi myös wollastoniittia. V. 1979 toiminnassa olleet kalkkivilouhokset ja niitä vastaavat tuotantoluvut on mainittu taulukossa 3, johon on myös merkitty wollastoniittirikasteen tuotantoluvut vv. 1962—1979 /8/.

Paraisilla wollastoniittia on tavattu Skräbbölen, Limbergin, Ersbyn, Piukkalan, Simonsbyn, Pettibyn ja Storgårdin louhoksissa /1,4,6,9/, joista osasta louhitaan edelleen kalkkikiveä. Lohjalla Tytyrin kaivoksessa louhinta tapahtuu maan alla. Suomen suurin wollastoniittiesiintymä on Lappeenrannassa. Mineraali esiintyy enimmäkseen lyhytkuituisina tiiviinä massoina, jotka muodostavat 15—90 cm leveitä juonia vuorotellen kalsiitin kanssa /4,9/. Näissä juonissa voi olla wollastoniittia jopa 60 %, mutta yleensä sen määrä jää wollastoniittiki-

Taulukko 1 Wollastoniitin, antofylliitin ja tremoliitin tärkeimmät mineralogiset ominaisuudet /2, 3/
Table 1 Most important mineralogical properties of wollastonite, anthophyllite and tremolite /2, 3/

Ominaisuus Property	Wollastonite	Anthophyllite	Tremolite
Kemiallinen kaava Chemical formula	CaSiO ₃	Mg ₇ [Si ₈ O ₂₂] (OH, F) ₂	Ca ₂ Mg ₅ [Si ₈ O ₂₂] (OH, F) ₂
Kidejärjestelmä Crystal system	triclinic	orthorhombic	monoclinic
Hilamitat Lattice parameters			
— kideakselit (Å) crystal axes	a 7.94 b 7.32 c 7.07	18.61 18.01 5.24	9.84 18.02 5.27
— akselien väliset kulmat (°) angles between the axes	α 90°03' β 96°37' γ 103°42'	90° 90° 90°	90° 104°57' 90°
Ominaispaino (Mg/m ³) Specific gravity	2.87—3.09	2.85—2.97	3.02—2.08
Sulamispiste (°C) Melting point	1540	600—850*	950—1040*
Kuitujen pituusakseli Elongation of fibres	b (= y) 	c (= z) 	c (= z) 
Kidepintojen välisiä kulmia (°) Angles between crystal planes	(100):(001) = 84 $\frac{1}{2}$ ° (100):(102) = 70°	(210):(210) = 54 $\frac{1}{2}$ °	(110):(110) = 56°
Kovuus (Mohsin suht. asteikko) Hardness (Mohs' relative scale)	4,5—5	5,5 — 6	5 — 6
Taitekertoimet Refractive indices	α 1.616 — 1.640 β 1.628 — 1.650 γ 1.631 — 1.653 γ—α 0.013 — 0.015	1.596 — 1.648 1.605 — 1.653 1.615 — 1.666 0.016 — 0.018	1.599 — 1.620 1.612 — 1.632 1.622 — 1.642 0.022 — 0.023
Lohkeavuus Cleavage	(100) perfect (001) good (102) good	(210) perfect (010) imperfect (100) imperfect	(110) good (100) partial

Taulukko 2 Wollastoniitin kemiallisia analyysejä /1,2,4/
Table 2 Chemical analyses of wollastonites /1,2,4/

	Chemical composition (‰)						
	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	50.76	50.74	51.55	52.06	51.56	47.12	50.90
Al ₂ O ₃	—	—	0.08	0.51	0.15	—	0.78
Fe ₂ O ₃	—	—	0.63	0.01	0.21	1.60	0.64
FeO	0.72	0.36	—	—	0.08	—	—
MnO	0.08	0.03	0.02	—	0.06	—	0.20
MgO	0.14	0.50	0.10	0.10	0.26	0.72	0.85
CaO	48.72	47.92	47.13	40.49	47.73	41.72	46.82
Na ₂ O	0.00	0.00	0.16	0.05	0.02	0.01	0.08
K ₂ O	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	—	—
H ₂ O +	0.00	0.08	} 0.42*)	6.16*)	0.03	—	—
H ₂ O —	0.02	0.00			0.02		

1. Wollastonite mineral, Parainen, Storgård
2. " " Iitti, Säaskjärvi, Perheniemi
3. " " Lappeenranta, Ihalainen
4. Commercial wollastonite, Lappeenranta, Ihalainen
5. Wollastonite mineral, California, Crestmore
6. Commercial wollastonite, California, Kern County
7. " " New York, Essex County, Wilsboro

*) = hajoamislämpötila

*) = loss of ignition

Taulukko 3 Kalkkikivi- ja dolomiittilouhokset Suomessa v. 1979 ja wollastoniitin tuotanto vv. 1962—1979 /7,8/
Table 3 Calcite and dolomite quarries in Finland 1979 and wollastonite production 1962—1979 /7,8/

Louhos Quarry	Kalkkikiven tuotanto Calcite 1979, 10 ³ kg	Wollastoniitin tuotanto Wollastonite production	
		Vuosi Year	Tuotanto Production 10 ³ kg
1. Parainen	1 453 734	1962	2440
2. Lohja, Tytyri	840 319	1963	1770
3. Lappeenranta, Ihalainen	778 645 ¹⁾	1964	2180
4. Karjaa, Mustio	314 240	1965	2393
5. Kerimäki, Ruokojärvi	232 432 ²⁾	1966	3813
6. Kolari, Äkäsjoensuu	231 400	1967	3890
7. Tornio, Kalkkimaa	182 000 ²⁾	1968	4296
8. Vimpeli, Ryytimaa	135 564 ³⁾	1969	5200
9. Virtasalmi, Ankele	112 523 ³⁾	1970	6051
10. Särkisalo, Förby	132 906	1971	5549
11. Siikainen	97 472 ³⁾	1972	6491
12. Sipoo, Martinkylä	94 120 ²⁾	1973	6547
13. Tornio, Rantamaa	9 600 ³⁾	1974	9118
14. Juuka	5 400 ³⁾	1975	13089
15. Tervola, Louepalo	1 450	1976	6165
		1977	8904
		1978	7688
		1979	10576

¹⁾ Incl. wollastonite production 10576 · 10³ kg

²⁾ Calcite and dolomite

³⁾ Mainly dolomite

vessä n. 20—40 % /4,9,10/. Pieni osa wollastoniitista esiintyy hyvin pitkäkuituisena kalkkikiven ja pegmatiittijuo-
nien kontaktivyöhykkeissä. Koko esiintymän sisältämän wollastoniitin määräksi on arvioitu n. 0.5—1.5 miljoonaa tonnia /4/.

Lappeenrannan kalkkikiviesiintymän yhteydessä on Suomen ainoa wollastoniittilouhos, jonka tuotanto alkoi 1950-luvun alussa. Vuodesta 1967 alkaen wollastoniitti on erotettu kalsiitista ja rautapitoisista silikaattimineraaleista kaksivaiheisella vaahdotusmenetelmällä /4/.

Puumalassa on syväkairauksin tutkittu erästä kalkkikiviesiintymää, jossa on arvioitu olevan jopa 200 000 tonnia n. 40 % wollastoniittia sisältävää kiveä /4/. Iitin Perheniemen esiintymästä on wollastoniittia louhittu 1950-luvulla n. 300 tonnia /10/.

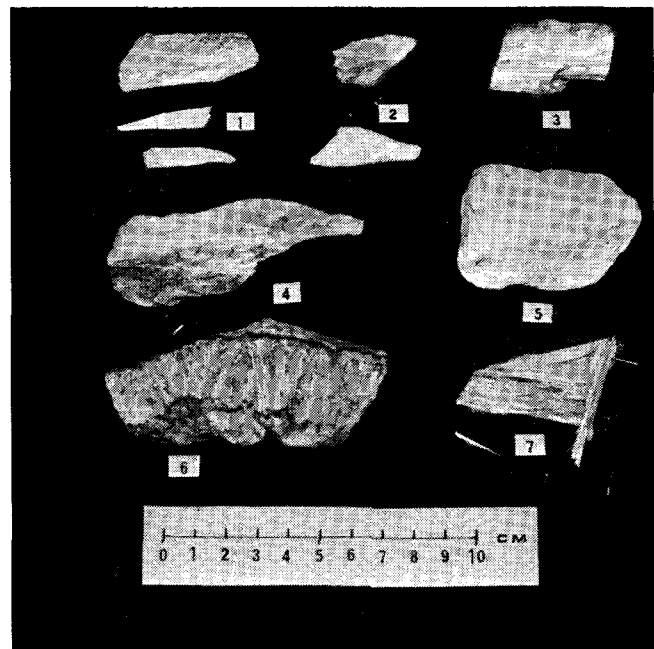
TUTKITUT NÄYTTEET

Tutkittavana oli wollastoniittimineraalinäytteitä neljästä Etelä-Suomen kalkkikiviesiintymästä:

1. Vestanfjärd, Lammala
2. Lohja, Tytyri
3. Iitti, Perheniemi
4. Lappeenranta, Ihalainen

Wollastoniittinäytteiden lisäksi vertailun vuoksi tutkitiin suomalaista antofylliittiasbestia Tuusniemen Paakkilasta sekä jauhettuja tremoliitti- ja wollastoniittistandardinäytteitä (Chemplex XRD Mineralogical powder).

Tutkituista mineraaleista (kuva 1) irroitettiin teräspii-
killä 50 mg näytteet, jotka lietettiin 50 ml tislattua vettä. Suspensioista otettiin 10 ml näytteet, jotka suodatettiin Nuclepore-suodattimille (0,2 µm Nuclepore polycarbonate membranes, Ø 37 mm). Suodattimet kuivattiin lämpökäpissa 5 minuuttia 60°C:ssa. Suodattimista leikattiin sopivan kokoiset palat, jotka päällystettiin elektronimikroskooppitutkimuksia varten 55 nm kultakalvolla (laitteisto Jeol Fine Coat Ion Sputter JFC-1100) molemmilta puolin.



Kuva 1. Tutkittuja mineraalinäytteitä:

1. Wollastoniitti. Vestanfjärd, Lammala.
2. Wollastoniitti. Lohja, Tytyri.
3. Wollastoniitti. Iitti, Perheniemi.
- 4.—6. Wollastoniitti. Lappeenranta, Ihalainen.
7. Antofylliitti. Tuusniemi, Paakkila.

Fig. 1. Examined mineral specimens:

1. Wollastonite. Vestanfjärd, Lammala.
2. Wollastonite. Lohja, Tytyri.
3. Wollastonite. Iitti, Perheniemi.
- 4.—6. Wollastonite. Lappeenranta, Ihalainen.
7. Anthophyllite. Tuusniemi, Paakkila.

Suomen vuoriteollisuusalan yhtiöiden, opetus- ja tutkimuslaitosten sekä yhdistysten osoitteisto ja tiedosto

Adresser och uppgifter över företag, läro- och forskningsanstalter samt föreningar inom Finlands bergshantering

Selityksiä

A. Kaivokset

1. Nimi
2. Postiosoite
3. Puhelin — Telefon
4. Päätuotteet
5. Päälouhintamenetelmä
6. Rikastusmenetelmä
- 7a. Kokonaislouhinta v. 1980 tonnia
- 7b. Malminlouhinta v. 1980 tonnia
8. Henkilömäärä vuoden 1980 lopussa
9. Paikallisjohtaja
10. Kaivoksen päällikkö
11. Rikastamon päällikkö
12. Kaivosgeologi

B. Metallurgiset laitokset

1. Nimi
2. Postiosoite
3. Puhelin — Telefon
4. Päätuotteet tonnia
5. Henkilömäärä vuoden 1980 lopussa

Förklaringar

Gruvor

- Namn
- Postadress
- 3b. Telex
- Huvudprodukter
- Huvudbrytningsmetod
- Anrikningsmetod
- Totalbrytning år 1980 ton
- Malmbrytning år 1980 ton
- Personantalet i slutet av 1980
- Platschef
- Gruvchef
- Anrikningschef
- Gruvgeolog

Metallurgiska verk

- Namn
- Postadress
- 3b. Telex
- Huvudprodukter ton
- Personantalet i slutet av 1980

6. Paikallisjohtaja
7. Tärkeimmät osastojohtajat

Platschef
Viktigaste avdelningschefer.

C. Korkeakoulut ja yliopistot sekä tutkimuslaitokset Högskolor och universiteter samt undersökningsanstalter.

1. Nimi
2. Postiosoite
3. Puhelin — Telefon
4. Henkilömäärä vuoden 1980 lopussa
5. Esimies
6. Tärkeimmät laitos- tai laboratoriojohtajat

Namn
Postadress
3b. Telex
Personantalet i slutet av 1980
Avdelningschef
Viktigaste laboratoriechefer

D. Yhdistykset ja liitot

1. Nimi
2. Postiosoite
3. Puhelin — Telefon
4. Jäsenmäärä vuoden 1980 lopussa
5. Puheenjohtaja
6. Sihteeri

Föreningar och förbund
Namn
Postadress
3b. Telex
Medlemsantal i slutet av 1980
Ordförande
Sekreterare

VALTIONYHTIÖT — STATSÄGDA BOLAG

OUTOKUMPU OY

Pääkonttori-Huvudkontoret
Postiosoite-Postadress:
Puhelin-Telefon: 90-4031

PI 280, 00101 Helsinki 10
Telex: 124441 okhi sf

Hallituksen puheenjohtaja }
Styrelsens ordförande }

TkT h.c. Jorma Honkasalo

Toimitusjohtaja }
Verkst.direktör }

DI KtM Pertti Voutilainen

Kaivos- ja metallurginen }
teollisuusryhmä }
Gruv- och metallurgiska }
industridivisionen }

DI Juhani Tanila

Metalliteollisuusryhmä }
Metallindustridivisionen }

DI Antti Tuomala (Pori)

Terästeollisuusryhmä }
Stålindustridivisionen }

TkL Olavi Siltari

Teknillisen viennin ryhmä }
Engineeringdivisionen }

DI Raimo Monni (Espoo)

Kaivostoiminta }
— gruvverksamhet }
Kaivostekn.johtaja ja Outo- }
kummun paikallisjohtaja }
— Gruvteknisk direktör, }
platschef i Outokumpu }

DI Eero Erkkilä

- A.
1. **Keretin kaivos** **Keretti gruva**
2. 83500 Outokumpu
3. 973-561 3b. 46 113 oku sf
4. Cu-, Co-, Zn- ja S-rikasteet — sliger
5. Betonipilarilouhinta — betonpelarebrytning
6. Vaahdotus — flotation
7a. 562 000 t 7b. 508 000 t 8. 499
9. DI Onni Mäkelä
10. DI Veikko Koskela
11. DI Seppo Prokkola
12. FT Jyrki Parkkinen
- A.
1. **Vuonoksen kaivos** **Vuonos gruva**
2. 83500 Outokumpu
3. 973-561 3b. 46 113 oku sf
4. Cu-, Co-, Zn- ja S-rikasteet — sliger
5. Vinoseinälouhinta hiekkatäytöllä — Snedväggbrytning med sandigensättning
6. Vaahdotus — flotation
7a. 499 000 t 7b. 491 000 t 8. 309
10. Ins. Eero Soininen
11. DI Pertti Heinonen
12. FK Jouni Reino
- A.
1. **Hammaslahden kaivos** **Hammaslahti gruva**
2. 82200 Hammaslahti
3. 973-746 401 3b. 46113 oku sf
4. Cu-rikaste — Cu-slig
5. Välitisolouhinta — skivpallbrytning
6. Vaahdotus — flotation
7a. 435 000 t 7b. 383 000 8. 133
9. DI Tauno Manunen
- A.
1. **Vihannin kaivos** **Vihanti gruva**
2. 86440 Lampinsaari
3. 982-85 381 3b. 32137 okvi sf
4. Zn-, Cu- ja S-rikaste — Zn-, Cu-, S-slig
5. Välitisolouhinta — skivpallbrytning
6. Vaahdotus — flotation
7a. 929 000 t 7b. 929 000 t 8. 384
9. DI Esko Alopaeus
10. Ins. Heimo Pöyry
11. DI Seppo Lappalainen
12. FM Kalevi Pelkonen
- A.
1. **Kotalahden kaivos** **Kotalahti gruva**
2. 71470 Oravikoski
3. 972-44 111 3b. 4326 okko sf
4. Ni- ja Cu-rikaste — Ni- och Cu-slig
5. Välitisolouhinta — skivpallbrytning
6. Vaahdotus — flotation
7a. 542 000 t 7b. 483 000 t 8. 255
9. DI Ilmo Autere
10. DI Juhani Pulkkinen
11. DI Kari Pulkkinen
12. FM Juhani Koskinen
- A.
1. **Pyhäsalmen kaivos** **Pyhäsalmi gruva**
2. 86900 Pyhäkumpu
3. 984-41 250 3b. 3411 okp sf
4. Cu-, Zn- ja S-rikaste — Cu, Zn- och S-slig
5. Välitisolouhinta ja levylouhinta — skivpall- och skivrasbrytning
6. Vaahdotus — flotation
7. 937 000 t 7b. 853 000 t 8. 491
9. DI Timo Välttilä
10. DI Tapani Kilponen
11. DI Pertti Koivistoinen
12. FM Olli Helovuori
- A.
1. **Virtasalmen kaivos** **Virtasalmi gruva**
2. 77330 Virtasalmi
3. 958-72 102 3b. 4326 okko sf
4. Cu-rikaste — Cu-slig
5. Välitisolouhinta — skivpallbrytning
6. Vaahdotus — flotation
7b. 299 000 t 8. 48
6. Tekn. Risto Säilä
- A.
1. **Kemin kaivos** **Kemi gruva**
2. Pl 8, 94101 Kemi 10
3. 980-62 381 3b. 3634 oke sf
4. Cr-palamalmi, Cr-rikaste — Cr-malm, Cr-slig
5. Avolouhos — dagbrott
6. Ominaispaino — vahvamagneettinen separointi — Specifikvikt — starkmagnetisk separation
7a. 2 241 000 t 7b. 566 000 t 8. 152
9. TkL Juhani Kangas
10., 12. FL Jorma Kujanpää
11. DI Raimo Bergström
- A.
1. **Hituran kaivos** **Hitura gruva**
2. 85560 Ainastalo
3. 983-46 141 3b. 3434 okni sf
4. Ni - Cu - rikaste — Ni - Cu - slig
5. Avolouhos — dagbrott
6. Vaahdotus — flotation
7a. 1 165 000 t 7b. 447 000 t 8. 75
9. DI Arto Korpisalo
12. FM Vilho Ohenoja
- A.
1. **Vammalan kaivos** **Vammala gruva**
2. 38200 Vammala
3. 932-41 651 3b. 26413 okha sf
4. Välitisolouhinta — skivpallbrytning
5. Ni-Cu-rikaste — Ni-Cu-slig
6. Vaahdotus — flotation
7a. 407 000 t 7b. 319 000 t 8. 100
9. DI Lasse Vanha-Honko
10., 11. DI Jaakko Ahtiainen
12. FM Kauno Vormisto
- B.
1. **Harjavallan tehtaas** **Harjavalta fabriker**
2. 29200 Harjavalta
3. 939-741 500 3b. 26413 okha sf
4. Kupari 47 000 t — koppar
5. Nikkeli 13 000 t — nickel 5. 910
6. Ins. Heimo Saarinen
7. Cu- ja Ni-sulatto Cu- och Ni-smältverk } DI Tarmo Mäntymäki
Ni-elektrolyysilaitos }
Ni-elektrolyysverk } TkT Jyrki Juusela
- B.
1. **Kokkolan tehtaas** **Karleby fabriker**
2. Pl 26, 67101 Kokkola 10
3. 968-19 011 3b. 76113 okla sf
6. Varatuom. Veikko Lehtinen
1. **Sinkkitehdas** **Zinkfabrik**
4. Sinkki 147 000 t — zink
Kadmium 581 t — kadmium
Elohopea 75 t — kvicksilver
5. 370
6. DI Raimo Rantanen
7. Pasutto } DI Aimo Kuivala
Rosteri }
Elektrolyysi } DI Ville Sipilä
Elektrolyys }
7. 343
6. DI Asko Ojanen

- B.
- | | | |
|--|---|--|
| 1. Metalliteollisuusryhmä
Porin tehtaas | Metallindustridivisionen
Björneborg fabriker | |
| 2. Pl 60, 28101 Pori 10 | | |
| 3. 939-26 111 | 3b. 26111 okm sf | |
| 4. Kupari ja seostuotteet, valanteet, katodit, jalometal-
lit, suolat | | |
| Koppar + lejeringar, gjutstycken, katoder, ädelmetal-
ler, salter | | |
| Cu-katodit 41 000 t | — Cu-katoder 5. 1900 | |
| 6. DI Antti Tuomala | | |
| 7. Kemian osastojen pääll. }
Kemiavdelningars chef } | TkT Olli Hyvärinen | |
- B.
- | | | |
|--|--|--|
| 1. Terästeollisuusryhmä
Tornion tehtaas | Ståldivisionen
Torneåverken | |
| 2. 95400 Tornio | | |
| 3. 980-4 521 | 3b. 3518 okto sf | |
| 4. Ferrokromi 53 000 t | — ferrokrom | |
| Ruostumaton | | |
| teräs 91 000 t | — rostfritt stål (ämnen) | |
| 5. 1074 | | |
| 6. DI Seppo Blomqvist | | |
| 7. Ferrokromitehdas }
Ferrokromfabrik } | DI Matti Honkaniemi | |
| Terässulatto } | DI Risto Pellikka | |
| Stålmältverk } | | |
- C.
- | | | |
|---|--------------------|--|
| 1. Metallurginen tutkimuslaitos — Metallurgiska
forskningsinstitutet | | |
| 2. Pl 60, 28101 Pori 10 | | |
| 3. 939-26 211 | 3b. 26111 okm sf | |
| 4. 200 | | |
| 5. DI Esko Nermes | | |
| 6. Apulaisjohtaja }
Bitr.dir. } | DI Heikki Tuominen | |
| Rikastustekniikka } | DI Matti Saari | |
| Anrikinngsteknik } | | |
- C.
- | | | |
|--------------------------|----------------------|--|
| 1. Malmnestsintä | Malmletningen | |
| 2. Pl 27, 02201 Espoo 20 | | |
| 3. 90-4 211 | 3b. 12-1053 okfy sf | |
| 4. 240 | | |
| 5. FT Pentti Rouhunkoski | | |
- | | | |
|--------------------------------------|--|--|
| 1. Etelä-Suomen aluetoimisto (Espoo) | | |
| 5. TkT Matti Ketola | | |
- | | | |
|----------------------------|------------------|--|
| 1. Itä-Suomen aluetoimisto | | |
| 2. 83500 Outokumpu | | |
| 3. 973-561 | 3b. 46113 oku sf | |
| 5. FM Risto Sarikkola | | |
- | | | |
|------------------------------|-------------------|--|
| 1. Länsi-Suomen aluetoimisto | | |
| 2. Pl 26, 67101 Kokkola 10 | | |
| 3. 968-19 011 | 3b. 76113 okla sf | |
| 5. FM Olavi Waldén | | |
- | | | |
|-----------------------------------|--------------------|--|
| 1. Pohjois-Suomen aluetoimisto | | |
| 2. Kivikatu 6, 96400 Rovaniemi 40 | | |
| 3. 991-14 162 | 3b. 37250 okrov sf | |
| 5. FM Tuomo Korkalo | | |
- C.
- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|--|
| 1. Fysiikan laitos | Institutet för fysik | |
| 2. Pl 27, 02201 Espoo 20 | | |
| 3. 90-4 211 | 3b. 12-1053 okfy sf | |
| 4. 58 | | |
| 5. Prof. Pekka Rautala | | |

RAUTARUUKKI OY

Osoite-Adress: Fredrikinkatu 51—53, 00100 Helsinki 10
Puhelin-Telefon: 90-601 911 Telex: 124887 sf
1. 9. 1981 alkaen:
Osoite-Adress: Kiilakiventie 1, 90250 Oulu 25
Puhelin-Telefon: 981-336 144 Telex 32109 sf

- | | | |
|---|---|-------------------------|
| Toimitusjohtaja | } | Vuorineuvos |
| Verkst.direktör | | Helge Haavisto |
| Tutkimus- ja kehitystoi-
men johtaja | } | TkT Krister Relander |
| Dir. för forskning och
utveckling | | |
| Kaivosryhmän johtaja | } | DI Olli Hermonen (Oulu) |
| Dir. för gruvdivisionen | | |
| Operatiivinen johtaja | } | DI Reino Mäkelä |
| Operativ direktör | | |

- A.
- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Otanmäen kaivos | Otanmäki gruva |
| 2. 88200 Otanmäki | |
| 3. 986-86 256 | 3b. 33111 sf |
| 4. Vanadiinipentoksidi, rautarikaste, ilmeniittirikaste
Vanadinpentoxyd, järnslig, ilmenitslig | |
| 5. Välitulosouhinta | — skivpallbrytning |
| 6. Magn.erotus, vaahdotus | — magn.separation,
flotation |
| 7a. 1 520 000 t | 7b. 1 479 000 t 8. 650 |
| 9. DI Jukka Nikula | |
| 10. Ins.-geol. Into Heikkilä | |
| 11. DI Heikki Kallio | |
| 12. FK Risto Anttonen | |

- A.
- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. Rautuvaaran kaivos | Rautuvaara gruva |
| 2. 95900 Kolari | |
| 3. 995-61 571 | 3b. 37272 sf |
| 4. Rautarikaste | — järnslig |
| 5. Välitulosouhinta | — skivpallbrytning |
| 6. Magn. erotus | — magnetisk separation |
| 7a. 1 057 000 t | 7b. 1 044 000 t 8. 250 |
| 9. FT Aarre Juopperi | |

- A.
- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Mustavaaran kaivos | Mustavaara gruva |
| 2. a 669 Mustavaara pj. 93400 | Taivalkoski |
| 3. 988-51 151 | 3b. 3820 sf |
| 4. Vanadiinipentoksidi | — vanadinpentoxyd |
| 5. Avolouhos | — dagbrott |
| 6. Magn.erotus | — magn.separation |
| 7a. 2 541 000 t | 7b. 1 562 000 t 8. 280 |
| 9. TkT Heikki Lantto | |
| 10. Ins. Väinö Rinne | |
| 11. DI Raimo Seppänen | |

- B.
- | | | |
|---|----------------------------|-----------------------|
| 1. Raahen Rautatehdas | Brahestads Järnverk | |
| 2. 92170 Raahensalo | | |
| 3. 982-301 | 3b. 32-162 sf | |
| 4. Kuumavalssatut teräslevyt ja -kelat
Varmvalssad stålplät och stålrollar | | |
| teräslevyt 620 000 t | — stålplät | |
| teräsrollat 880 000 t | — stålrollar | |
| 5. 4 376 | | |
| 6. DI Esko Erkkilä | | |
| 7. Tuotannonjoht. —
Produktionschef | } | DI Jaakko Lautjärvi |
| Tuotejohtaja —
Produktchef | | TkT Lauri Mannerkoski |
| Tutkimuslaitoksen
joht. —
Chef för forsknings-
anstalt | } | FL Veikko Sjöberg |
| | | |

- C.
- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1. Malmnestsintä | Malmletningen |
| 2. Kiilakiventie 1, 90250 | Oulu 25 |
| 3. 981-336 144 | 3b. 32-109 sf |
| 4. 105 | |
| 5. FT Juhani Nuutilainen | |

KEMIRA OY

Pääkonttori — Huvudkontoret
Osoite — Adress: Pl 330, 00101 Helsinki 10
Puhelin — Telefon: 90-6942 911 Telex: 124633 sf

Pääjohtaja Generaldir.	}	Maa- ja M.T. Yrjö Pessi
Lannoiteryhmän joht.		DI Seppo Lampinen
Teknillisen ryhmän joht.		TkT Eino Uusitalo
A.		
1. Siilinjärven kaivos		Siilinjärvi gruva
2. 71800 Siilinjärvi		
3. 971-421 144		36 42-154 sf
4. Apatiitti-, kalsiitti- rikaste		— apatitslig, kalsitslig
5. Avolouhinta		— dagbrott
6. Vaahdotus		— flotation
7a. 2 187 000 t		7b. 1 952 000 t 8. 100
9. DI Heimo Karinen		
10. DI Antti Mikkonen		
11. DI Jouko Kallioinen		
12. FM Heikki Kauppinen		

A.		
1. Siikaisten kaivos		Siikainen gruva
2. 29860 Otamo		
3. 939-523 611		
4. Kalkkikivi		— kalksten
5. Avolouhos		— dagbrott
7a. 180 000 t		7b. 171 000 t 8. 5
9., 10. DI Pontus Abrahamsson		
12. FM Rolf Boström		

A.		
1. Vimpelin kaivos		Vimpeli gruva
2. 62810 Savonjoki		
3. 966-54 102		
4. Kalkkikivi		— kalksten
5. Avolouhos		— dagbrott
7a. 189 000 t		7b. 172 000 t 8. 5
9., 10. DI Pontus Abrahamsson		
12. FM Rolf Boström		

Vuorivilla-raaka-ainelouhokset — gruvor för brytning av bergsllsten.

A.		
1. Parikkala, Usmi, Ybbenä, Sallittu, Kiiminki Sompujärvi		
4. Peridotiitti, amfiboliitti, diabaasi, gabro		
5. Avolouhos		— dagbrott
7a. Yht. 250 000 t		7b. Yht. 150 000 t 8. 14
9. Ins. Viljo Willberg		
12. FM Esko Lundén		

YKSITYISET YHTIÖT — PRIVATA BOLAG

OY PARTEK AB

Pääkonttori — Huvudkontoret		
Osoite — Adress: 21600 Parainen — Pargas		
Puhelin — Telefon: 921-742 111 Telex: 62220 pkpar sf		
Toimitusjohtaja — Verkst.direktör	}	Ministeri Sakari T. Lehto
Perusmateriaaliteoll. joht. Basmateriaalindustriid.		DI Patrick Enckell

A.		
1. Paraisten kaivos		Pargas gruva
2. 21600 Parainen		21600 Pargas
3. 921-742 111		3b. 62220 pkpar sf
4. Kalkkikivi		— kalksten
5. Avolouhos		— dagbrott
6. Optinen lajittelu		— optisk sortering
7a. 2 187 000 t		7b. 1 050 000 t 8. 89
9. FL Tom Bröckl		
10. DI Nils-Åke Asterno		
12. FL Lennart Laurén		

A.		
1. Ihalisten kaivos		Ihalainen gruva
2. 53500 Lappeenranta 50		53500 Villmanstrand 50
3. 953-510 111		3b. 58216 pklr sf
4. Kalkkikivi, wollasto- niitti		— kalksten, wollastonit
5. Avolouhos		— dagbrott
6. Optinen lajittelu, vaahdotus		— optisk sort. flotation
7a. 849 000 t		7b. 849 000 t 8. 77
9. HuK Timo Vainikka		
10., 12. FM Ragnar Åberg		
11. DI Pentti Raike		

A.		
1. Kolarin kaivos		Kolari gruva
2. 95930 Äkäsjoen s		
3. 955-67 131		3b. 37238 pkkl sf
4. Kalkkikivi		— kalksten
5. Avolouhos		— dagbrott
7a. 250 000 t		7b. 250 000 t 8. 7
9. DI Kimmo Kekki		
10. DI Taisto Liuski		
12. FM Rolf Boström		

A.		
1. Ankeleen kaivos		Ankele gruva
2. 77370 Loukolampi		
3. 958-49 322		
4. Kalkkikivi		— kalksten
5. Avolouhos		— dagbrott
7a. 171 000 t		7b. 143 000 t 8. 5
9., 10. DI Pontus Abrahamsson		
12. FM Rolf Boström		

OY LOHJA AB

Pääkonttori — Huvudkontoret		
Osoite — Adress: 08700 Virkkala		
Puhelin — Tel.: 912-41 511 telex: 1411 lkvi sf		
Toimitusjohtaja	}	DI Georg Ehrnrooth
Verkst.direktör		
Sementti- ja kalkkiteoll. johtaja	}	DI Caj-Erik Gustafsson
Cement- och kalkind.dir		
Mineraali- ja kemianteoll. johtaja	}	DI Väinö Juntunen
Mineral- och kemiska ind.direktör		

A.		
1. Tytyrin kaivos		Tytyri gruva
2. Tytyri 08100 Lohja 10		
3. 912-24 411		3b. 1434 tyty sf
4. Kalkkikivi		— kalksten
5. Välitulosolouhinta		— skivpallbrytning
6. Lajittelu		— sortering
7a. 939 000 t		7b. 820 000 t 8. 226
9. DI Carl-Fredrik Bäckström		
10., 12. FK Heikki Latva		

A.		
1. Mustion louhos		Svartå dagbrott
2. Svartå dagbrott, 10360 Svartå		
3. 912-48 246		
4. Kalkkikivi		— kalksten
5. Pengerlouhinta		— pallbrytning
6. Lajittelu		— sortering
7a. 325 000 t		7b. 278 000 t 8. 27
9. DI Carl-Fredrik Bäckström		
10., 12. FK Heikki Latva		

A.		
1. Kemiön maasälpä		Kimito fältspat
2. 25710 Vreta		
3. 925-3 181		3b. 62178 lkki sf
4. Maasälpä, kvartsi		— fältspat, kvarts
5. Avolouhinta		— dagbrytning
6. Vaahdotus, magn. erotus		— flotation, magn.sepa- rering
7a. 160 000 t		7b. 140 000 t 8. 50
9. Tekn. Antti Rantala		
12. FM Juhani Astala		



- A.
1. **Haapaluoman maasälpä** **Haapaluoma fältspat**
2. 61180 Haapaluoma
3. 964-65 337
4. Maasälpä — fältspat
5. Avolouhos, vanhat — dagbrott, avfallshögar
jätekasat
6. Käsinlajittelu, magn. — handsortering,
erotus magn.separering
7a. 12 000 t 7b. 10 000 t 8. 10
9. Tekn. Pentti Tammela
12. FM Juhani Astala

- A.
1. **Nilsian kvartsi** **Nilsia kvartsanläggning**
2. 73350 Haluna
3. 971-443 175 ja 431 300
4. Kvartsihiekat, induk- — kvartssand,
tiouunimassat ind.ugnsmassor
5. Avolouhos — dagbrott
6. Vaahdotus — flotation
7a. 240 000 t 7b. 221 000 t 8. 40
9. Ins. Manne Jormalainen
12. FM Juhani Astala

- A.
1. **Vuonoksen talkkitechdas** **Vuonos talkfabrik**
2. 83500 Outokumpu
3. 973-50 261 3b. 46312 lohta sf
4. Talkki — talk
5. Avolouhos — dagbrott
6. Vaahdotus, suihku- — flotation, jet milling
jauhatus
7a. 500 000 t 7b. 300 000 t 8. 35
9. DI Juha Pajari
12. FM Juhani Astala

- A.
1. **Sipoon kaivos** **Sibbo gruva**
2. 01180 Kalkkiranta
3. 90-228 088
4. Kalkkituotteet — kalkprodukter
5. Välitasolouhinta — skivpallbrytning
6. Käsinlajittelu, — handsortering,
jauhatukset malning
7a. 115 000 t 7b. 100 000 t 8. 55
9. Tekn. Arne Forsén
10. Tekn. Pentti Helske
12. FM Juhani Astala

- C.
1. **Oy Lohja Ab malminetsintä** **Oy Lohja Ab geologiska avdelningen**
2. 08700 Virkkala
3. 912-41 511 3b. 1411 lkvi sf
4. 7
5. FK Reijo Saikkonen

MYLLYKOSKI OY

- A.
1. **Luikonlahden kaivos** **Luikonlahti gruva**
2. 73670 Luikonlahti
3. 971-671 701 3b. 42169 mplui sf
4. Cu-, S-, Zn-, Co-rikasteet, Fe-pasute
Cu-, S-, Zn-, Co-slig, kisabbrände
5. Välitasolouhinta, — skivpallbrytning,
avolouhos dagbrott
6. Vaahdotus — flotation
7a. 582 000 t 7b. 386 000 t 8. 204
9. FK Matti Tyni
10. Tekn. Matti Korhonen
11. Tekn. Otto Voutilainen
12. FM Kurt Karlsson

- A.
1. **Repovaaran louhos** **Repovaara dagbrott**
2. 73670 Luikonlahti
3. 971-671 701 3b. 42169 mplui sf
4. Mikrotalkki — mikrotalk
5. Avolouhos — dagbrott
6. Vaahdotus — flotation
7a. 110 000 t 7b. 63 000 t 8. 50
9. FK Matti Tyni
10. Tekn. Jorma Räsänen
11. Tekn. Otto Voutilainen
12. FM Pekka Seppälä

RUSKEALAN MARMORI OY

- A.
1. **Louhen kaivos ja kalkkitechdas** **Louhi gruva och kalkverk**
2. 57100 Savonlinna 10
3. 957-54 151 3b. 5621 mar sf
4. Poltettu ja sammutettu kalkki, dolomiitti- ja kalsiitti-
jauheet — bränt och släckt kalk, dolomit- och kalk-
stensmjöl.
5. Välitasolouhinta — skivpallbrytning
6. Lajittelu — sortering
7a. 260 000 t 7b. 241 000 t 8. 130
9. Toim.joht. Verkst.dir., DI Lasse Koivikko
10., 11. DI Tauno Paalumäki
12. FM Pertti Huopaniemi

YHTYNEET PAPERITEHTAAT OY, SUOMEN TALKKI

- A.
1. **Lahnaslammen kaivos** **Lahnaslampi gruva**
2. A 603, 88999 Kajaani
3. 986-60 041 3b. 33-134 sf
4. Talkkituotteet, — talkprodukter, Ni-slig
Ni-rikaste
5. Avolouhos — dagbrott
6. Vaahdotus — flotation
7a. 1 100 000 t 7b. 332 000 t 8. 150
9. DI Atte Nyman
10. DI Hannu Haveri
11. DI Jouko Olkkonen

KARL FORSSTRÖM AKTIEBOLAG

- A.
1. **Förbyn kaivos** **Förby gruva**
2. 25640 Förby
3. 924-824481 3b. 6813 kfab sf
4. Kalkkikivi — kalksten
5. Välitasolouhinta — skivpallbrytning
6. Käsinlajittelu — handsortering —
vaahdotus flotation
7a. 133 000 t 7b. 111 000 t 8. 154
9. Teoll.neuvos Ind.råd Sigvar Forsström
10. DI Karl Hahti

RAUMA-REPOLA OY

- A.
1. **Kalkkimaan louhos** **Kalkkimaa gruva**
2. PPA. 1. Kalkkimaa, 95999 Kemi
3. 980-521 201
4. Dolomiitti, kvartsiitti — dolomit, kvartsiit
5. Avolouhos — dagbrott
7a. 218 000 t 7b. 218 000 t 8. 30
9. Ins. Pertti Suurmaa

LAPIN MARMORI

- A.
1. **Louepalo, Rantamaa, Sinermänpalo**
2. 95340 Loue
3. 980-786 567
4. Dolomiitti — dolomit
5. Avolouhos — dagbrott

6. Marmorituotteiden sahaus ja hionta, marmorirouheen murskaus — Sågning och slipning av marmorprodukter
7a. 22 000 t 7b. 7 500 t 8. 20
9. DI Heikki Matala

SUOMEN VUOLUKIVI

- A.
1. **Nunnanlahden louhos**
2. 83940 Nunnanlahti
3. 976-78 150
4. Sahattu vuolukivi ja vuolukiviunit — sågad täljsten och täljstensugnar
5. Avolouhos — dagbrott
7a. 3 000 t 7b. 3 000 t 8. 15
9. Ins. Reijo Vauhkonen

FINN — BALMORAL STONE OY

- A.
1. **Taivassalon louhos**
2. Ahainen, 23310 Taivassalo
3. 922-85 456
4. Balmoral Red — karkearakeinen punainen graniitti
Balmoral Red — grovkornig röd granit
5. Avolouhos — dagbrott
7a. 5 170 m³ = 18 600 t 8. 27
9. Toim.joht. Seppo Toivonen

KAPEEN KIVIPOJAT OY

- A.
1. **Kapeen louhos**
2. Kapee, 34410 Murole
3. 931-84 581
4. Raaka harmaa graniitti — rå grå granit
5. Avolouhos — dagbrott
7a. 10 000 t 8. 12
9. Esko Salminen

MANCON OY NÄSIN KIVITEOLLISUUS

Osoite Pl 188, 33101 Tampere 10

- A.
1. **Mancon Oy**
2. 34300 Kuru, Niemikylä
3. 931-23 086 3b. 22355 pima sf
4. Harmaa graniitti — "Näsi Grey" — paperikoneen puristusvalssit — "Näsi Grey", pressvalser för pappersmaskiner
5. Avolouhos — dagbrott
7a. 600 m³ 8. 32
9. DI Seppo Collander

OVAKO OY AB

- Pääkonttori — Huvudkontoret
Osoite — Adress: Bulevardi 7, 00120 Helsinki 12
Puhelin — Tel.: 90-61 621 telex: 124747 ovah sf
Toimitusjohtaja } Varat. Lauri Pöyhönen
Verkst.direktör }
Johtaja, tekn. kehitys } DI Erkki Ström
Dir. teknisk utveckling }
Materiaalijohtaja } DI Lauri Pietiläinen
Materialdirektör }
Johtaja, perusteräsryhmä } DI Esko I. Laitinen
Dir. basstålgrupp }
Johtaja, lankaryhmä } TkL, KpT Karl-Johan
Dir. trådgrupp } Björkas
B.
1. **Ovako Oy Ab Imatra**
2. 55100 Imatra 10

3. 954-63 688 3b. 5711 ovai sf
4. Raakateräs 236 000 t — rästål
Valssauustuot. 224 000 t — valsproduktion
Erik.teräkset 111 000 t — specialstål

5. 1666
6. DI Esko I. Laitinen
7. Tuotannonjohtaja } DI Reijo Antola
Produktionsdir. }
Teräsosasto } DI Heikki Peltola
Stålavdelning }
Erikoisteräsosasto } TKT Kari Tähtinen
Specialstålavd. }

- B.
1. **Ovako Oy Ab Koverhar**
2. 10820 Lappohja 3b. 13122 kover sf
3. 911-43 100 — stålämne
4. Terästeelmiä 445 000 t — tackor
Harkkoja 29 000 t
5. 729
6. DI Simo Seppänen
7. Tuotannonjohtaja } TkL Pertti Kostamo
Produktionsdir. }
Masuuniosasto } DI Anders Moliis-Mellberg
Masugn avdelning }
Terästekdas } DI Erkki Ristimäki
Stålverk }

- B.
1. **Ovako Oy Ab Äminnefors**
2. 10410 Äminnefors 3b. 13355 ofors sf
3. 911-30 755 — betongstål
4. Betoniteräs 100 000 t — bandfjäderstål
Jousilaattateräs 8 000 t
5. 360
6. DI Klas-Göran Eriksson
7. Tuotanto-osasto } DI Kaj Fagerholm
Produktavdelning }

- B.
1. **Ovako Oy Ab Dalsbruk**
2. 25900 Taalintehdas 3b. 62143 obd sf
3. 925-61 211 — valsprodukter
4. Valssaamotuotteet 152 000 t
5. 893
6. TkL Raimo Makkonen
7. Metallurginen osasto } Ins. Leo Tenhonen
Metallurg. avdelning }

KORKEAKOULUT — YLIOPISTOT
HÖGSKOLOR — UNIVERSITET

- C.
1. **TEKNILLINEN KORKEAKOULU** **TEKNISKA HÖGSKOLAN**
Vuoriteollisuusosasto **I HELSINGFORS**
Bergsindustriavdelningen
2. Vuorimiehentie 2 A, 02150 Espoo 15
3. 90-460 144 ja 4 561 3b. 125161 sf
4. 108
5. Prof. Martti Sulonen
6. Louhintatekniikka } Prof. Raimo Matikainen
Brytningsteknik }
Mineraalitekniikka } Prof. Toimi Lukkarinen
Mineralteknik }
Taloudellinen geologia } Vt. prof. Bengt Söderholm
Ekonomisk geologi }
Teor.prosessimetallurgia } Prof. Lauri Holappa
Teor.processmetallurgi }
Sovellettu }
pros.metallurgia } Vt.prof. Kaj Lilius
Tillämpad proc.metallurgi }

- C.
1. **HELSINGIN YLIOPISTO** **HELSINGFORS UNIVERSITET**
Geologian laitos **Geologiska institutionen**
2. Pl 115, 00171 Helsinki 17
3. 90-1 911 3b. 121199 seism sf
4. 38
5. Prof. Joakim Donner
6. Geologia ja minera- }
logia } Prof. Heikki V. Tuominen
Geologi och mineralogi }
Geologia ja }
paleontologia } Prof. Joakim Donner
Geologi och }
paleontologi }

- C.
1. **TURUN YLIOPISTO** **ÅBO UNIVERSITETET**
Geologian ja maantie- **Geologisk-mineralogiska**
teen laitos **institutionen**
2. Turun yliopisto, 20500 Turku 50
3. 921-645 111
4. 9
5. Apul.prof. Heikki Papunen
1. **Maaperägeologian os.** **Kvartärgeologiska avdeln.**
3. 921-645 490
4. 7
5. Prof. Veikko Lappalainen

- C.
1. **ÅBO AKADEMI**
Geologisk-
mineralogiska
Institutionen
2. Domkyrkotorget 1, 20500 Åbo 50
3. 921-335 133
4. 8
5. Prof. Nils Edelman

- C.
1. **OULUN YLIOPISTO** **ULEÅBORG**
Geologian laitos **UNIVERSITET**
Geologiska institutionen
2. Linnanmaa, 90570 Oulu 57
3. 981-345 411
4. 51
5. Prof. Risto Aario
1. **Prosessiteknikan** **Processtekniska**
osasto **avdelningen**
2. Linnanmaa, }
90570 Oulu 57 }
3. 981-345 411 3b. 32375 oylin sf
4. 60
5. Prof. Sakari Kurronen
6. Mek.prosessitekn.laitos }
Mek.process.tekn.inst. } Prof. Sakari Kurronen
Kem.prosessitekn.lait. }
Kem.process.tekn.inst. }
1. **Geofysiikan laitos** **Avdelningen för geofysik**
4. 7
5. Prof. M.T. Porkka

1. **TAMPEREEN** **TAMMERFORS TEKN.**
TEKNILLINEN **HÖGSKOLA**
KORKEAKOULU **Institution för mater.lära**
Materiaaliopin laitos **Institutet för**
2. Pl 527, 33101 Tampere 10 **maskinbyggnad**
3. 931-162 280 **Metallteknologi**
4. 55
5. TkT Pentti Kettunen

- C.
1. **LAPPEENRANNAN** **TEKNISKA HÖGSKOLAN**
TEKNILLINEN **I VILLMANSTRAND**
KORKEAKOULU **Institutet för**
Koneenrakennuksen **maskinbyggnad**
laitos **Metallteknologi**
Metalliteknologia **Metallteknologi**
2. Pl 20, 53851 Lappeenranta 85
3. 953-27 570
4. 25
5. Prof. Tapani Moisio

TUTKIMUSLAITOKSIA — FORSKNINGSANSTALTER

- C.
1. **GEOLOGINEN** **GEOLOGISKA FORSK-**
TUTKIMUSLAITOS **NINGSANSTALTEN**
2. Kivimiehentie 1, 02150 Espoo 15
3. 90-46 931 3b. 123185 sf
4. 770
5. Prof. Kalevi Kauranne
6. Kallio- ja maaperä- }
tutk. osastoryhmä } Prof. Kauko Korpela
Avd.gruppen för }
berggrund- och }
jordartsforskningen }
Malmitutkimuksen }
osastoryhmä } Prof. Lauri Hyvärinen
Avd.gruppen för }
malmforskningen }
1. **Väli-Suomen aluetoimisto**
2. Pl 237, 70101 Kuopio 10
3. 971-227 677
1. **Pohjois-Suomen aluetoimisto**
2. Pl 77, 96101 Rovaniemi 10
3. 991-2971

- C.
1. **VALTION** **STATENS TEKNISKA**
TEKNILLINEN **FORSKNINGSCENTRAL**
TUTKIMUSKESKUS
2. Vuorimiehentie 5, 02150 Espoo 15
3. 90-4 561 3b. 122972 sf
4. 1918
5. FT Pekka Jauho
6. Materiaali- ja prosessi- }
tekniikan tutkimus- }
osasto } TkT Sakari Heiskanen
Material- och process- }
teknisk undersök- }
ningsavdelning }

- C.
1. **KAJAANI OY,** **KAJAANI OY**
MALMINETSINTÄ **MINERAL**
EXPLORATION
2. Pl 186, 8710 Kajaani 10
3. 986-25 711 3b. 33118 kajoy sf
4. 12
5. FM Timo Kopperoinen

- C.
1. **SUOMEN MALMI OY**
2. Otakaari 11, 02150 Espoo 15
3. 90-460 633 3b. 121856 smoy sf
4. 121
5. DI Pekka Mikkola
6. Kairausosasto }
Diamantborrn.avd. } DI Seppo Joensuu
Geofysiikan osasto }
Geofys.avdelning } DI Hannu Silvennoinen
Kaivospalveluosasto }
Gruvtjänstavn. } FM Antti Mikkonen

YHDISTYKSET JA LIITOT — FÖRENINGAR OCH FÖRBUND

- D.
1. **VUORIMIESYHDISTYS —**
BERGSMANNAFÖRENINGEN RY.
2. Pl 27, 02201 Espoo 20 (M. Ketola)
Vuoriharjuntie 35, 02320 Espoo 32 (H. Aulanko)
3. 90-4 211 (M. Ketola) 90-8014 316 (H. Aulanko)
4. 1556
5. Prof. Aimo Mikkola os. Lönnrotink. 7 B, 00100
Helsinki 10
6. TkT Matti Ketola
Rahastonhoitaja }
Penningsförvaltare } TkL Heikki Aulanko

D.

1. **SUOMEN GEOLOGINEN SEURA —
GEOLOGISKA SÄLLSKAPET I FINLAND**
2. Geologinen tutkimuslaitos, 02150 Espoo 15
3. 90-46 931
4. 916
5. Apul.prof. Pentti Alhonen
6. FL Paavo Vuorela Puh. — Tel. 90-4566 164

D.

1. **SUOMEN MINERALOGINEN SEURA R.Y. —
MINERALOGISKA SÄLLSKAPET I FINLAND R.F.**
2. c/o R. Törnroos, Geolog. tutkimuslaitos, 02150 Espoo 15
3. 90-4693 221
4. 82
5. FT Jaakko Siivola
6. FM Ragnar Törnroos

D.

1. **RAKENNUSGEOLOGINEN YHDISTYS
BYGGNADSGEOLOGISKA FÖRENINGEN R.Y.**
2. c/o Heikki Niini, Geol. tutkimuslaitos, 02150 Espoo 15
3. 90-465 781
4. 90
5. Dos. Heikki Niini

D.

1. **SUOMEN KALLIOMEKANIKKATOIMIKUNTA —
FINSKA BERGMKANIKGRUPPEN**
2. HTKK, Vuoriteoll. os., Prof. Raimo Matikainen, 02150
Espoo 15
3. 90-4566 207
4. 73
5. Prof. Raimo Matikainen
6. Dos. Pekka Särkkä

D.

1. **NIKOLI, OULUN YLIOPISTON
GEOLOGINEN KERHO R.Y.**
2. Linnanmaa, 90570 Oulu 57
3. 981-345 411
4. 177
5. Yo. Vesa Ojanperä
6. Yo. Anne-Maj Lahdenperä

D.

1. **VASARA, HELSINGIN YLIOPISTON
GEOLOGINEN KERHO R.Y.**
2. Snellmanink. 5, 00170 Helsinki 17
3. 90-1914 412
4. 529
5. Yo. Martti Tumanto
6. Yo. Jaana Kalliomäki

D.

1. **PULTERIT R.Y.**
2. Turun yliopisto, Geol. ja mineral. laitos,
20500 Turku 50
3. 921-645 487
4. 230
5. Yo. Markku Sutinen
6. Yo. Anne Toivonen

D.

1. **VUORIMIESKILTA — BERGSMANNAGILLET**
2. Dipoli, 02150 Espoo 15
3. 90-4566 139
4. 480
5. Tekn.yo. Esa Antila
6. Tekn.yo. Tiina Vaittinen

D.

1. **VUORIMIESTEKNIKOT RY.**
2. Pl 18, 02661 Espoo 66
3. 90-514 066
4. 372
5. Kaiv.tekn. Kalevi Laakkonen
6. Kaiv.tekn. Kari Peltonen

D.

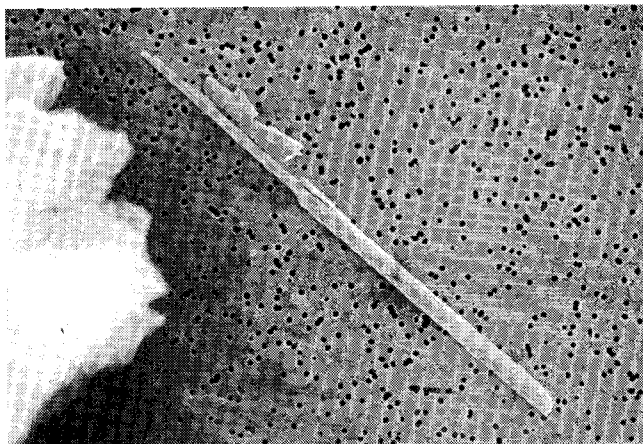
1. **SUOMEN METALLITEOLLISUUDEN
KESKUSLIITTO —
FINLANDS METALLINDUSTRI
CENTRALFÖRBUND RY.**
2. Eteläranta 10, 00130 Helsinki 13
3. 90-170 922 3b. 124997 fimet sf
4. 695 yritystä — företag
5. Toim.joht. Pekka Herlin, Kone Oy, Pl 8, 00331 Hel-
sinki 31
Toim.johtaja }
Verkst.dir. } Varatuom. Harri Malmberg

D.

1. **SUOMEN TERÄKSEN JA METALLINTUOTTAJAIN
YHDISTYS —
FINLANDS STÅL- OCH METALLPRODUCENTERS
FÖRENING**
2. Eteläranta 10, 00130 Helsinki 13
3. 90-170 922 3b. 124997
4. 3 yritystä — företag
5. Vuorineuvos Helge Haavisto
Toim.johtaja }
Verkst.dir. } VtK Juhani Linna

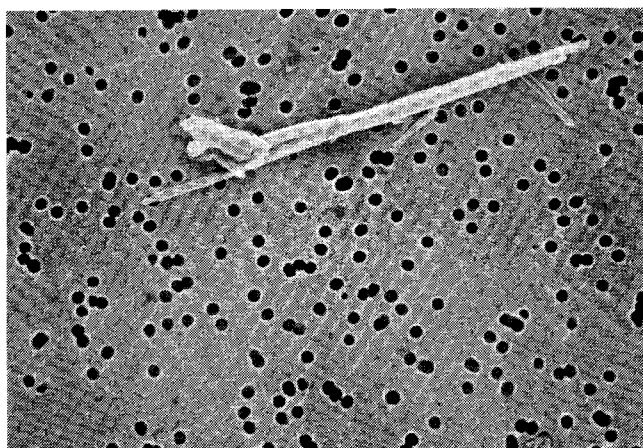
D.

1. **KIVITEOLLISUUSLIITTO RY.**
2. Kansakoulunkatu 10 A 21, 00100 Helsinki 10
3. 90-6943 866
4. 41 yritystä — företag
5. Antti Elomaa
Toim.johtaja }
Verkst.dir. } FM Kimmo Puusti



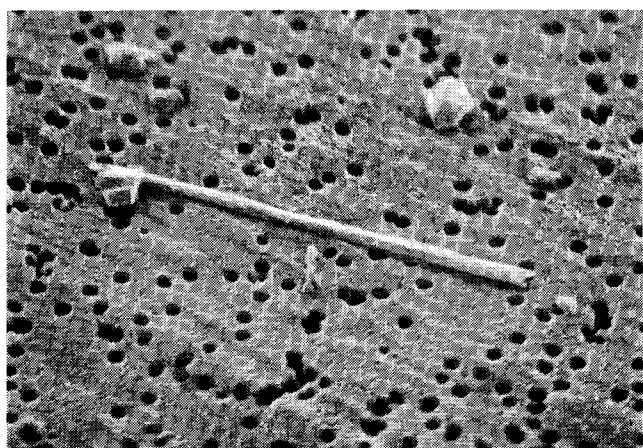
Kuva 2. Wollastoniittikuitu (pituus n. 18 μm) Nuclepore-suodattimella; Vestanfjärd, Lammala. (Suurennus 4000 x; 1 cm = 2,5 μm ; suodattimen reiät \varnothing 0,2 μm).

Fig. 2. Wollastonite fibre (length ca. 18 μm) on Nuclepore filter; Vestanfjärd, Lammala. (Magn. 4000 x; 1 cm = 2,5 μm ; holes in filter \varnothing 0,2 μm).



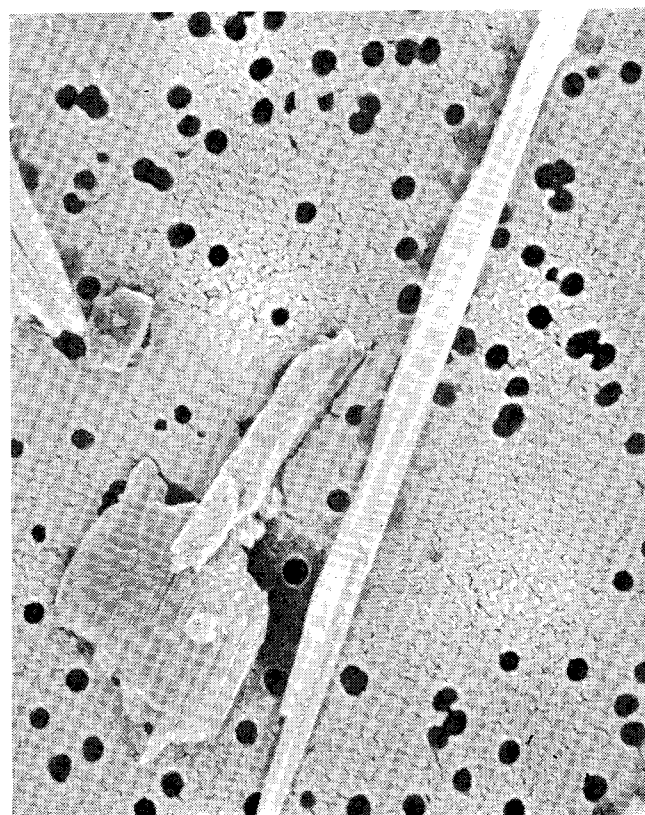
Kuva 3. Wollastoniittikuitu (pituus n. 8 μm) Nuclepore-suodattimella; Lohja, Tytyri. (Suurennus 8000 x; 1 cm = 1,2 μm ; suodattimen reiät \varnothing 0,2 μm).

Fig. 3. Wollastonite fibre (length ca. 8 μm) on Nuclepore filter; Lohja Tytyri. (Magn. 8000 x; 1 cm = 1,2 μm ; holes in filter \varnothing 0,2 μm).



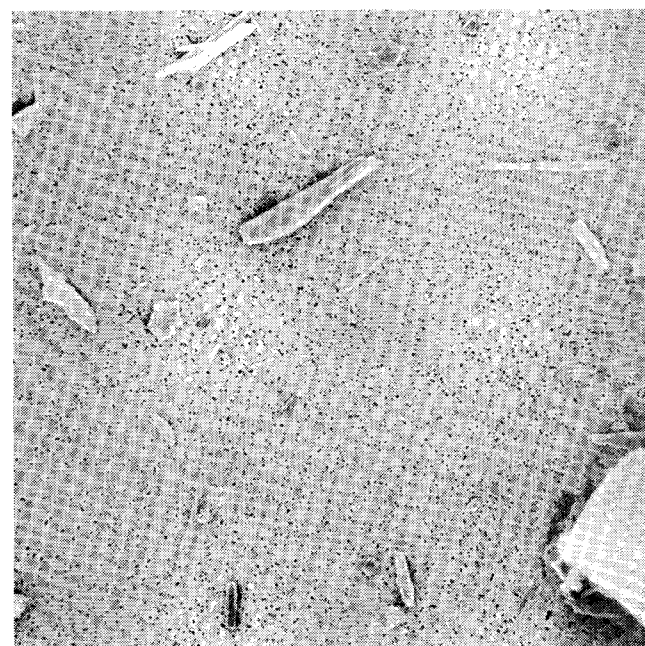
Kuva 4. Wollastoniitti kuitu (pituus n. 6 μm) Nuclepore-suodattimella; Iitti, Perheniemi. (Suurennus 10000 x; 1 cm = 1 μm ; suodattimen reiät \varnothing 0,2 μm).

Fig. 4. Wollastonite fibre (length ca. 6 μm) on Nuclepore filter; Iitti Perheniemi. (Magn. 10000 x; 1 cm = 1 μm); holes in filter \varnothing 0,2 μm).



Kuva 5. Wollastoniittikuitu (pituus n. 7 μm) Nuclepore-suodattimella; Lappeenranta, Ihalainen. (Suurennus 15000 x; 1 cm = 0,6 μm ; suodattimen reiät \varnothing 0,2 μm).

Fig. 5. Wollastonite fibre (length ca. 7 μm) on Nuclepore filter; Lappeenranta, Ihalainen. (Magn. 15000 x; 1 cm = 0,6 μm ; holes in filter \varnothing 0,2 μm).



Kuva 6. Wollastoniittikuituja Nuclepore-suodattimella; Lappeenranta, Ihalainen. (Suurennus 2000 x; 1 cm = 5 μm).

Fig. 6. Wollastonite fibres on Nuclepore filter; Lappeenranta, Ihalainen. (Magn. 2000 x; 1 cm = 5 μm).

Jauhamisen vaikutusta wollastoniitin ja antofylliitin hajoamiseen kuiduiksi tutkittiin jauhamalla 50 mg mineraalinäytteitä 5 minuuttia kuulamylyssä (Specamill). Suodatus ja kultaus tehtiin samalla tavoin kuin teräspiikillä raaputetuille näytteille.

Näytteistä todettiin paljain silmin tarkasteltuna kaikkein helpoimmin irtoavan kuituja Vestanfjärdin Lammalasta ja Iitin Perheniemestä peräisin olevista wollastoniitinäytteistä, jotka näyttivät myös mineralogisesti puh-
taimmilta ja pitkäkuituisimmilta.

ELEKRONIMIKROSKOOPITUTKIMUKSET

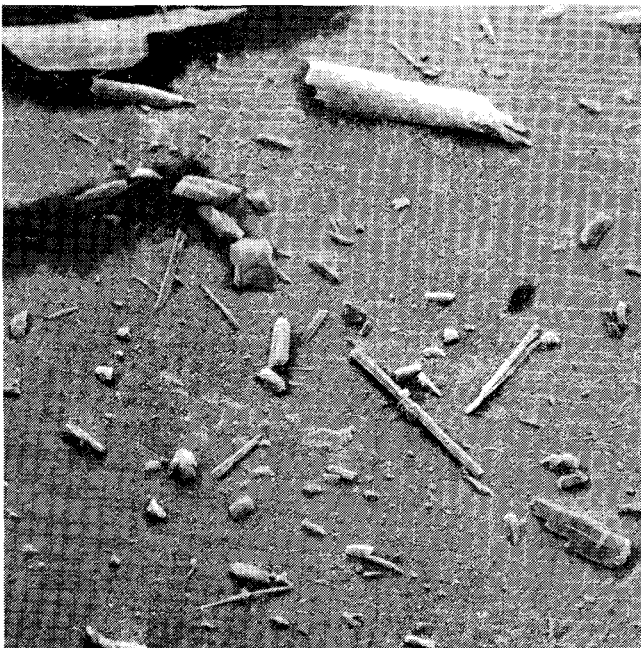
Kullattuja näytteitä tarkasteltiin JEOL 100 CX Temscan -elektronimikroskoopilla käyttäen SEM (Scanning Electron Microscopy) -tekniikkaa. Kiihdytysjännitteenä käytettiin 60 kV ja suurennuksina 1000–15000 x.

Kaikista tutkituista wollastoniitinäytteistä löydettiin sellaisia kuituja (kuvat 2–7), jotka ulkomuodoltaan, piteudeltaan ja paksuudeltaan muistuttavat asbestimineaalien antofylliittin (kuvat 8–9) ja tremoliitin (kuva 10) kuituja. Kuvissa näkyvät mustat pallot ovat suodattimen reikiä halkaisijaltaan 0,2 µm.

Asbestityöntekijöiden keuhkoista otettuja näytteitä tutkittaessa on havaittu, että esim. antofylliittiasbestin pölyä hengitettäessä keuhkoihin jäävät kaikkein helpoimmin 5–10 µm pituiset ja 0,4–1,2 µm paksuiset kuidut /12,13/.

Elektronimikroskooppitutkimuksissa Vestanfjärdin Lammalasta ja Iitin Perheniemestä peräisin olevista silmämääräisesti pitkäkuituisimmista mineraalinäytteistä löytyi jonkin verran enemmän 5–10 µm pituisia ohuita kuituja kuin Lohjan Tytyrin ja Lappeenrannan Ihalaisten näytteistä. Muita eroja kuitujen koossa tai muodossa eri löytöpaikoilta peräisin olevissa wollastoniiteissa ei havaittu.

Mineraalien tunnistamisessa käytettiin apuna elektronimikroskooppiin yhdistettyä energiadiispersiivisellä Ø 25 mm Si-ilmaisimella varustettua röntgenfluoresenssi-analysaattoria (PGT System III). Röntgenfluoresenssi-spektrien mittauksessa käytettiin 200 sekunnin laskenta-



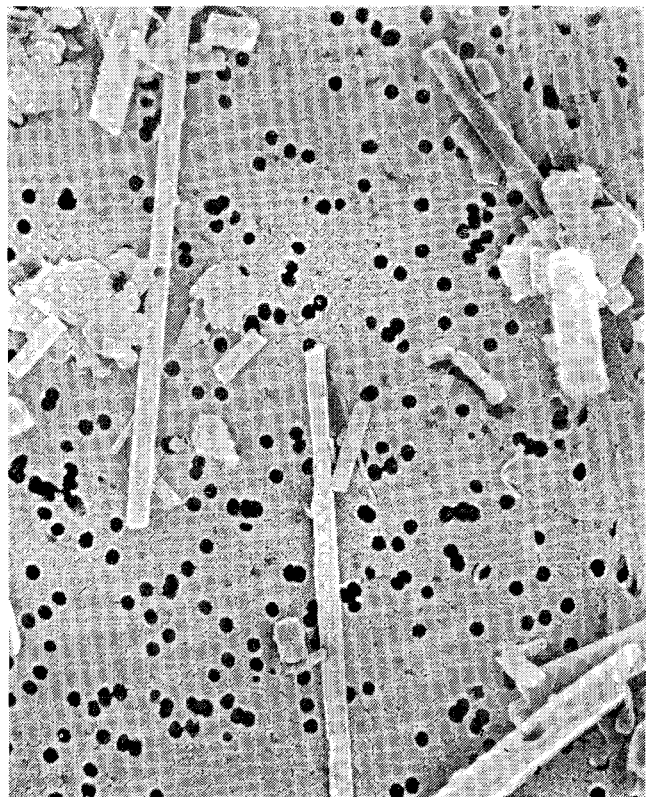
Kuva 7. Wollastoniittikuituja Nuclepore-suodattimella; Lohja, Tytyri. (Suurennus 1000 x; 1 cm = 10 µm).

Fig. 7. Wollastonite fibres on Nuclepore filter; Lohja, Tytyri. (Magn. 1000 x; 1 cm = 10 µm).



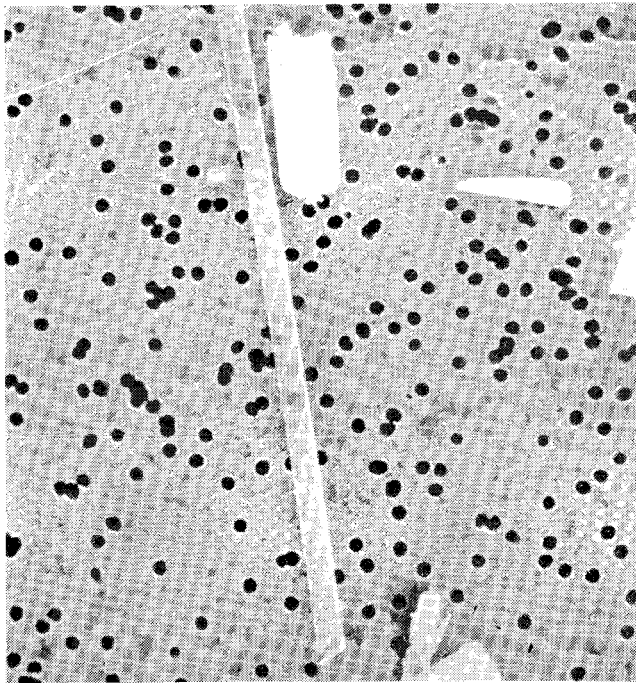
Kuva 8. Antofylliittikuituja Nuclepore-suodattimella; Tuusniemi, Paakkila. (Suurennus 2000 x; 1 cm = 5 µm).

Fig. 8. Anthophyllite fibres on Nuclepore filter; Tuusniemi, Paakkila. (Magn. 2000 x; 1 cm = 5 µm).



Kuva 9. Antofylliittikuituja (pisimmät kuidut n. 6 ja 7 µm) Nuclepore-suodattimella; Tuusniemi, Paakkila. (Suurennus 10000 x; 1 cm = 1 µm).

Fig. 9. Anthophyllite fibres (longest fibres ca. 6 and 7 µm) on Nuclepore filter; Tuusniemi, Paakkila. (Magn. 10000 x; 1 cm = 1 µm).

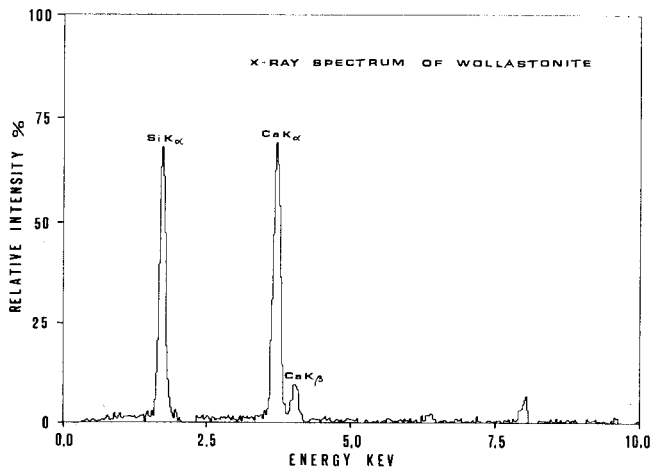


Kuva 10. Tremoliittikuitu (pituus n. 9 μm). Nucleopore-suodattimella; Chemplex XRD Mineralogical powder. (Suurennus 10000 x; 1 cm = 1 μm).

Fig. 10. Tremolite fibre (length ca. 9 μm) on Nucleopore filter; Chemplex XRD Mineralogical powder. (Magn. 1000 x; 1 cm = 1 μm).

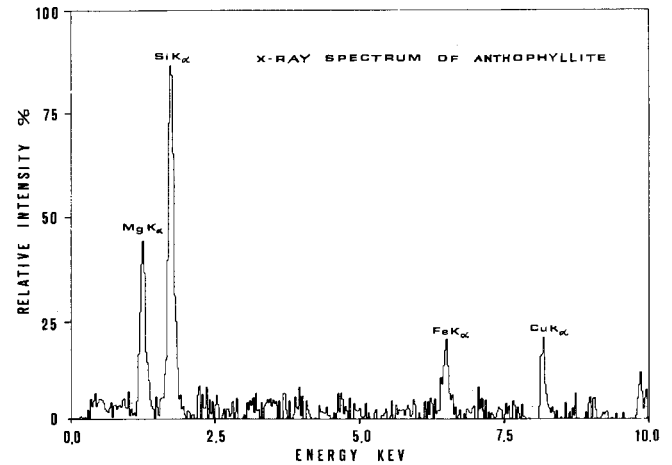
aikaa ja 60 kV kiihdytysjännitettä. Näytteiden päällystykseen käytetyn kullan sekä näytepitimessä olevien kuparin ja raudan aiheuttamien huippujen eliminoimiseksi tutkittujen mineraalirakeiden vierestä suodattimen tyhjältä kohdalta mitattiin taustaspektit, jotka vähennettiin mineraalien spektreistä. Wollastoniitin, antofylliitin, tremoliitin ja kvartsin röntgenfluoresenssispektrejä esittävät kuvat 11–14. Wollastoniitin spektreissä ei havaittu eroja eri löytöpaikasta olevissa näytteissä.

Kaikista wollastoniittinäytteistä löytyi wollastoniitin lisäksi rakeisia 0,5–5 μm kokoisia kvartsi- ja kalsiittihiukkasia. Iitin Perheniemen näytteestä löytyi kuituja,



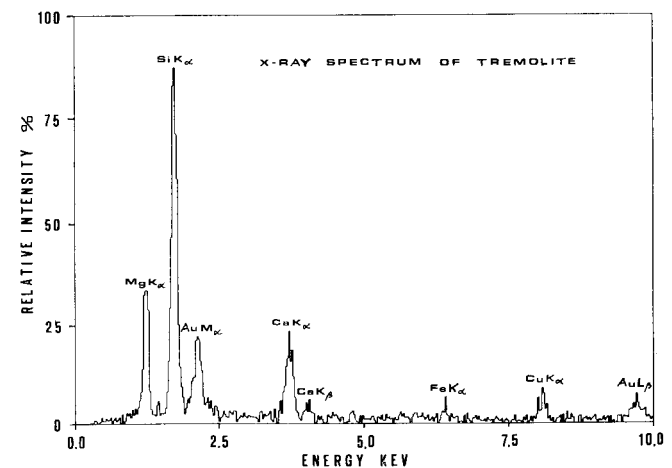
Kuva 11. Wollastoniitin CaSiO_3 (Lappeenranta, Ihalainen) röntgenfluoresenssispektri; kiihdytysjännite 60 kV, analyysi-aika 200 sekuntia, Ø 25 mm Si-ilmaisain.

Fig. 11. X-ray fluorescence spectrum of wollastonite CaSiO_3 (Lappeenranta, Ihalainen); accelerating voltage 60 kV, analysis time 200 seconds, Ø 25 mm Si-detector.



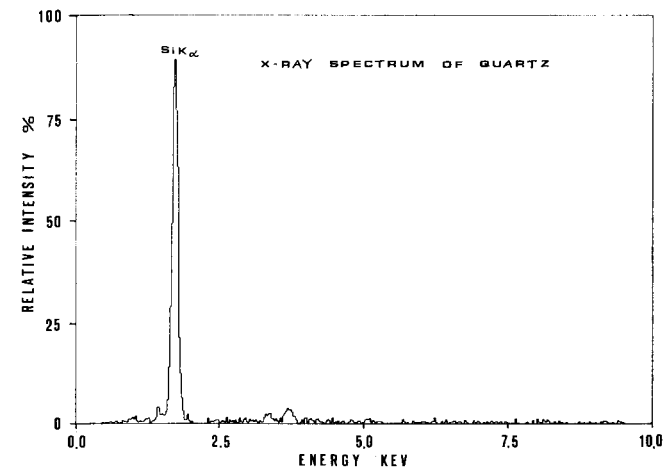
Kuva 12. Antofylliitin $\text{Mg}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH}, \text{F})_2$ (Tuusniemi, Paakkila) röntgenfluoresenssispektri. Fe- ja Cu-piikit peräisin näytepitimestä.

Fig. 12. X-ray fluorescence spectrum of anthophyllite $\text{Mg}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH}, \text{F})_2$ (Tuusniemi, Paakkila). Fe and Cu peaks are due to specimen holder.



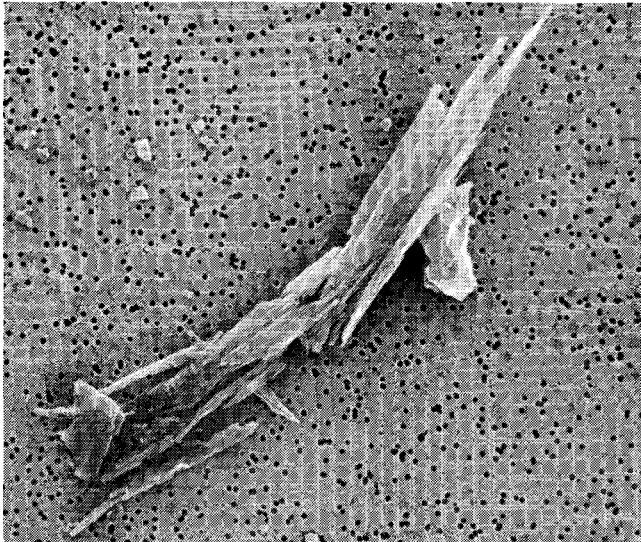
Kuva 13. Tremoliitin $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH}, \text{F})_2$ röntgenfluoresenssispektri (Chemplex XRD mineralogical powder) Fe-, Cu- ja Au-piikit johtuvat näytepitimestä ja suodattimen Au-kalvosta.

Fig. 13. X-ray fluorescence spectrum of tremolite $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH}, \text{F})_2$ (Chemplex XRD mineralogical powder). Fe, Cu and Au peaks are due to specimen holder and Au-plating of filter.



Kuva 14. Kvartsin SiO_2 (Lohja, Tytyri) röntgenfluoresenssispektri.

Fig. 14. X-ray fluorescence spectrum of quartz SiO_2 (Lohja, Tytyri).

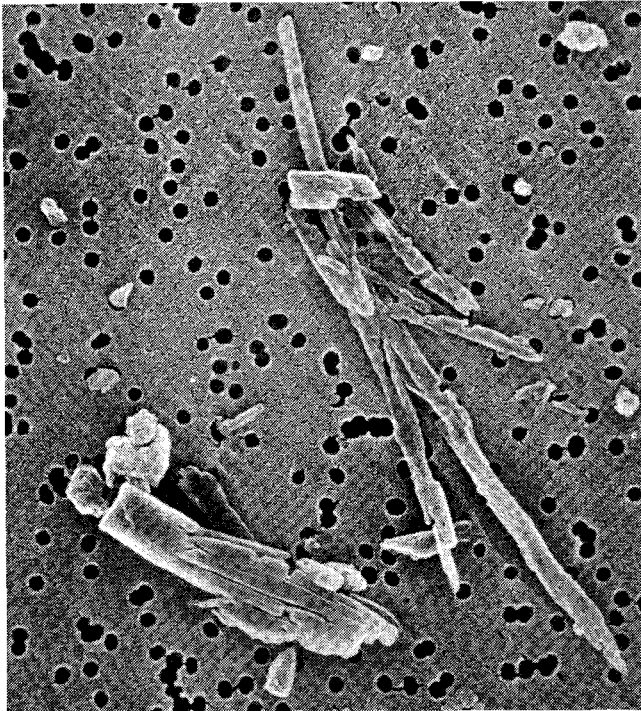


Kuva 15. Jauhetun wollastonitin lohkeaminen kuiduiksi; Iitti, Perheniemi. (Suurennus 4000 x; 1 cm = 2,5 µm).

Fig. 15. Splitting of ground wollastonite into fibres; Iitti, Perheniemi. (Magn. 4000 x; 1 cm = 2,5 µm).

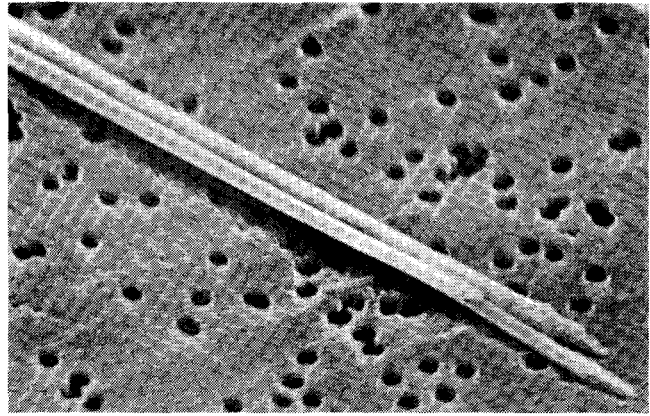
joiden ulkomuoto, koko ja röntgenfluoresenssispektri vastaavat lähinnä antofylliittia.

Jauhamisen vaikutusta wollastonitiin esittävät kuvat 15—16, joista näkyy selvästi alkava hajoaminen kuiduiksi mineraalirakeiden pituusakselin suuntaisia lohkorakojen myöten. Pienin kuitupaksuus, joksi yli 5 µm wollastonitiikuidut näyttävät lohkeavan, oli tutkituissa näytteissä n. 0,2—0,3 µm (kuvat 3—5, 16—17).



Kuva 16. Jauhetun wollastonitin lohkeaminen kuiduiksi; Iitti, Perheniemi. (Suurennus 10000 x; 1 cm = 1 µm).

Fig. 16. Splitting of ground wollastonite into fibres; Iitti, Perheniemi. (Magn 10000 x; 1 cm = 1 µm).



Kuva 17. Kaksi yhdensuuntaista wollastonitiikuitua, Ø 0,3 µm (Lohja, Tytyri). (Suurennus 15000 x; 1 cm = 0,6 µm).

Fig. 17. Two parallel wollastonite fibres, Ø 0,3 µm (Lohja, Tytyri). (Magn. 15000 x; 1 cm = 0,6 µm).

YHTEENVETO

Wollastoniitti on sälöinen tai kuitumainen silikaattimineraleali CaSiO_3 , jota esiintyy useissa Etelä-Suomen kalkkikiviesiintymissä. Suomen suurin wollastonitiiesiintymä on Lappeenrannassa Ihalaisten esiintymä, jonka yhteydessä on myös wollastonitiirikastamo. Mineraalin kuitumaisia ominaisuuksia käytetään hyväksi monissa teknillisissä käyttösovellutuksissa. Sekä Suomessa että ulkomaille suurin osa wollastonitiin tuotannosta käytetään kerämisessä teollisuudessa.

Tutkittavana oli neljästä Etelä-Suomen kalkkikiviesiintymästä peräisin olevia wollastonitiimineraaleja, ja vertailun vuoksi suomalaista antofylliittiasbestia sekä tremoliittijauhetta. Mineraaleista valmistettiin teräspiikillä raaputtamalla, jauhamalla (osa näytteistä), veteen suspensioimalla ja lopuksi suodattamalla näytteitä, joita tarkasteltiin elektronimikroskoopilla käyttäen SEM (Scanning Electron Microscopy) -tekniikkaa.

Kaikista tutkituista näytteistä (sekä jauhetuista että jauhamattomista) löydettiin kuituja, jotka muodoltaan, pituudeltaan ja paksuudeltaan vastasivat läheisesti asbestimineraalien antofylliittin ja tremoliitin kuituja. Jauhettuja näytteitä tarkasteltaessa todettiin wollastonitiin lohkeavan jauhettaessa helposti pituusakselinsa suuntaiseksi ohuiksi kuiduiksi.

Mineraalien tunnistamisessa käytettiin apuna niiden röntgenfluoresenssispektrejä. Wollastonitiin lisäksi kaikista tutkituista näytteistä löydettiin pieniä määriä muodoltaan pyöreähköjä kvartsi- ja kalsiittirakeita.

Wollastonitiipölyn mahdollisesti aiheuttamista työterveyshaitoista on olemassa niukasti tietoa. Shasby työryhmineen on tutkinut Yhdysvalloissa louhos- ja tehdastyöntekijöitä, joiden altistumisaika wollastonitiille oli keskimäärin 9,2 vuotta. Tässä tutkimuksessa ei todettu merkittäviä löydöksiä, mutta viitteellisiä pölykeuhkosairautteen sopivia muutoksia oli havaittavissa eräissä työntekijöissä. /14/.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Simonen, A., Mineralogy of the wollastonites found in Finland, Bull. Comm. Geol. Finlande 159 (1952) 8—18.
2. Deer, W. A., Howie, R. A. ja Zussman, J., An Introduction to the Rock-forming Minerals, Longman Group Ltd, 7th edition, London 1974.
3. Weast, R. C. (ed.), Handbook of Chemistry and Physics, 56th edition, The Chemical Rubber Company, Cleveland 1975.
4. Andrews, R. W., Wollastonite, Nature Environment Research Council, Institute of Geological Sciences, Mineral Resources Division, HMSO, London 1970.
5. Whitmer, M. T., Versatile wollastonite, Industrial Minerals 19 (1969) 16—20.
6. Laitakari, A., Suomen mineraalien hakemisto — Index of Finnish minerals with bibliography, Bull. Comm. Geol. Finlande 230 (1976).
7. Salo, U. J. (toim.), Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1979, Vuoriteollisuus — Bergshantering 1 (1980) 59.
8. Tilastotietoja vuoriteollisuudesta vv. 1962—1979, Vuoriteollisuus — Bergshantering.
9. Aurola, E. (ed.), The limestone mines and quarries, The mines and quarries of Finland, Geological Survey of Finland, Geotech. Ser. 55 (1954) 53—88.
10. Lundén, E., Lappeenrannan Ihalaisten kalkkikiviesiintymän geologiasta. Vuoriteollisuus — Bergshantering 1 (1979) 20—23.
11. Arhe, M., Iitin Perheniemen kalkkikivikarsi-esiintymästä ja sen ympäristön geologiasta, Pro gradu tutkielma, Helsingin yliopiston geologian laitos, 12. 8. 1980.
12. Huuskonen, M., Ahlman, K., Mattson, T. and Tossavainen, A., Asbestos disease in Finland, Journal of Occupational Medicine 22 (1980) 751—754.
13. Timbrell, V., Retention of fibres in human lungs, Proceedings of 5th International Symposium on Inhaled Particles, Cardiff, Sept. 8—12, 1980 (in press.)
14. Shasby, D. M., Petersen, M., Hodous, T., Boehlecke, B. and Merchant, J., Respiratory morbidity of workers exposed to wollastonite through mining and milling, Dusts and Disease, ed. Lemen, R. & Dement, J. M., Pathotox Publ., Inc., Illinois, (1979) 251—256.

**SUMMARY
WOLLASTONITE — A FIBROUS INDUSTRIAL
MINERAL**

Wollastonite is an acicular or fibrous silicate mineral $CaSiO_3$ with widespread use in ceramics and also as a substitute for asbestos in many applications. In Finland wollastonite occurs in many limestone deposits. The largest deposit is in Lappeenranta where also a flotation plant for purification of the mineral is situated.

Wollastonite from four limestone deposits, in Southern Finland, and two asbestos minerals, anthophyllite and tremolite were studied by Scanning Electron Microscopy (SEM). The specimens for the study were prepared by scratching minerals with a steel pin, grinding, suspending in water and filtering through Nuclepore filters which were finally coated with a thin gold layer.

All wollastonite specimens (both ground and nonground) were found to include fibres which in form, length and diameter were comparable to fibres from asbestos minerals anthophyllite and tremolite. Examinations under the electron microscopy also showed the strong tendency for ground wollastonite to break into fine fibres along good cleavage cracks.



Unkarin Vuorimiesyhdistyksen edustajat tutustumassa Rautaruukki Oy:n Rautuvaaran kaivokseen. DI P. Sundquist (oikealla) selostaa rikastamon toimintaa. Vieraat vasemmalta B. Böszörményi, F. Török ja G. Kreffly.

UNKARIN VUORIMIESYHDISTYKSEN

VAIHTOVIERAILU SUOMESSA 29. 1.—5. 2. 1981

Unkarin Vuorimiesyhdistyksen (Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, OMBKE) puheenjohtaja Gabor Kreffly, kansainvälisten asiain hoitaja Bela Böszörményi ja ei-rautametallien metallurgian jaoston puheenjohtaja Frigyes Török olivat Suomessa 29. 1.—5. 2. 1981 viikon Vuorimiesyhdistyksen ja Suomen vuoriteollisuuden vieraina. Tätä toistuvaksi sovitua vaihtovierailua oli edeltänyt Suomen edustajien vierailu Unkarissa syksyllä 1979 (Vuoriteollisuus 1979, N:o 2, s. 99).

Vieraat tutustuivat Partekin toimintoihin Helsingissä ja Kolarissa, Rautaruukin Rautuvaaran kaivokseen ja Outokummun Porin tehtaisiin. Talviurheilun oli varattu sunnuntaipäivä Äkäslompolossa. Pääsääntinä vierailun eri vaiheissa toimivat Aimo Mikkola, Krister Relander, Urho Valtakari ja Olli Hermonen.

Unkarin Vuorimiesyhdistys on melkoisesti omaamme suurempi, noin 8 000 jäsentä, ja siihen kuuluvat myös vuoriöljytuotannon parissa työskentelevät. Toiminnan rahoituksesta saadaan huomattava osuus maksuina alan yrityksiltä.

Suomen ja Unkarin Vuorimiesyhdistysten yhteistyön muodoista esittivät unkarilaiset seuraavan ehdotuksen:

- 1) Osallistuminen Suomessa ja Unkarissa järjestettäviin konferensseihin, ilman maksua tai alennettuun hintaan. Vastaavasti tehdas-, kaivos- ym. käynnit ilmaiseksi.
- 2) Alan ammattilehtien vaihtoa. Heillä on erikoislehtiä (Bergbau, Eisenhüttenkunde, Giesserei, Buntmetalle).
- 3) Pysyvien kontaktien luominen alan korkeakoulujen välille (yhteisesti kiinnostavat opintosuunnat ja aiheet).
- 4) Yrityksiä kiinnostavissa teknisissä kysymyksissä järjestettäisiin määrävällein (1—2 kertaa vuodessa) pienten ryhmien (1—2 henkilöä) matkoja ao. maihin.

Suomalaisten taholta annettiin periaatteessa myönteinen vastaus ehdotuksen kaikkiin kohtiin. Kohtaan 4) todettiin, että tutustumiskäyntejä järjestettäisiin vain sikäli, kun ilmenee todellista tarvetta. Unkarilaiset lupasivat laatia konkreettisen ehdotuksen pysyvien kontaktien luomiseksi molempien maiden vuoriteollisuusalan korkeakoulujen välillä. Kesäkuussa 1981 Unkarissa pidettävään "Clean Steel"-kongressiin osallistuu yhteistyön nojalla myös Vuorimiesyhdistyksen edustaja.

Teknillisen korkeakoulun taloudellisen geologian opetus ja tutkimus

Professori Aimo Mikkola, Helsinki

Läksiäisluento 28. 10. 1980

Lyhennelmä

TAUSTA

Suomen kaivosteollisuus eli 1950-luvulla historiansa voimakkainta nousukautta. Aijalan kaivos oli aloittanut tuotantonsa 1949 ja Otanmäen ja Vihannin kaivokset vastaavasti 1953 ja -54. Samaan aikaan Outokummun esiintymää ryhdyttiin louhimaan uudesta Keretin kaivoksesta, Kotalahden malmiesiintymä löydettiin ja kaivos avattiin vuosikymmenen lopulla, jolloin myöskin Pyhäsalmen esiintymä löydettiin. Korsnäsinkin lyijykaivos kuuluu samaan kauteen. Tämä voimakas laajentuminen imi nopeasti kaikki ne koulutetut reservit, jotka mahdollisesti olivat syntyneet käytyjen sotien seurauksena 1940-luvulla. Eivät nämä edes riittäneet, vaan tarvittiin yhä kasvavaa joukkoa akateemisesti koulutettua uutta kaivosväkeä.

Työskennellessäni 1950-luvulla Vihannin kaivoksella keskustelu työtovereiden kanssa usein kosketti sitä, mikälaista geologiaa vuoriteollisuusosastolla pitäisi opettaa. Olihan vielä tuolloin vallalla mm. Eero Mäkisen lausumaksi esitetty kaivosmiesten määritelmä geologista: "Hän on mies, joka istuu kuopan pohjalla ja valehtelee".

En ollut kovin hyvin perillä siitä, mitä kunnia-arvoisan edeltäjäni ja viran ensimmäisen haltijan Heikki Väyrysen opetusohjelmaan kuului. Kuitenkin oli tunnettua, että hän ei ollut aktiivisesti osallistunut varsinaiseen kaivostyöhön. Vielä tuolloinhan kaivoksessa työskennelleet geologit voitiin laskea lähes yhden käden sormilla. Aivan ilmeinen epäkohta geologien ja malmiesiintymää hyödyntävien insinöörien välillä oli yhteisen kielen puute. Geologeilla olivat omat terminsä. Asiaanviihkiytymättömälle ei paljon selvinnyt, jos malmiesiintymän kerrottiin olevan deformaation synteneen stratabound-esiintymä regionaalisesti metamorfoituneessa vulkaanis-sedimenttisessä patjassa. Ja yhtä vähän taisi yliopiston geologi ymmärtää "lotokasta" ja "retkasta". — Niinpä eräs tavoite oli yrittää puhua geologiaa mahdollisimman vähillä termeillä.

Pyrkimys yhteiseen, kaiken kaivosväen ymmärtämän terminologian kehittämiseen on vain osa kaivosteollisuuden eri sektoreiden yhteenkuuluvaisuudesta. 1950-luvun lopulla oli jo selvää, että spesialisoitumista tarvitaan. Opetuksen on eriydyttävä, mutta se ei saa merkitä rajaitojen kasvattamista osa-alueitten ympärille, vaan pikemminkin tietoisuutta siitä, että **kaikki riippuu kaikesta**. Yksinään ei kukaan hallitse kokonaisuutta. Geologin työ on hukkaanmennyttä, ellei sitä voida hyödyntää louhinnassa ja mineraalitekniikassa. Toisaalta hienoinakin mineraalitekniikka onnistuakseen edellyttää louhittua malmia, ja sitä voidaan louhia vain löydetystä ja hyvin tutkitusta malmiesiintymästä. Kaiken kattavana ajatuksena on aina muistettava koko toiminnan taloudellisuus.

Vuoriteollisuuden korkeakouluopetuksen alkutahdit olivat jo 1930-luvun lopulla, jolloin Teknilliseen korkeakouluun perustettiin nykyiset louhintatekniikan ja taloudellisen

geologian professuurit. Metallurgia ja mineraalitekniikka seurasivat kohta perässä. Vakinainen opetus alkoi kuitenkin vasta sodan jälkeen. Vuoriteollisuusosasto itsenäistyi 1947, mutta yhtenäiseksi osastoksi muodostuminen on tapahtunut vasta sen jälkeen, kun kaikki pääsivät yhteisen katon alle syksyllä 1964. Ovatko osatoimintojen väliset raja-aidat kaatuneet vai kasvaneet tämän jälkeen, sen varmaan jokainen mittaa oman mittapuunsa mukaan. Omalta kohdaltani tunnen niiden ainakin madaltuneen. Käsitystäni perustelen sillä kokemuksella, mikä minulla on monien opiskelijapolvien ajalta. Minulla on ollut ilo olla mukana erilaisissa opiskelijariennoissa ekskursioilla, killassa ja osastossa. Vaikka jokainen tuntee oman alansa tai oman vuosikurssinsa erikoisaseman, se tuskin johtaa suurempaan eristäytyneisyyteen kuin terve nurkkapatriotismi edellyttää. Arvostusten tasapainottajana opettajilla kaikilla tasoilla on erittäin suuri merkitys. Koskaan ei pitäisi unohtaa kokonaisuutta edes omaa etua ajettaessaan.

OPETUKSEN SISÄLTÖ

Oppiaineen nimi oli tullessani mineralogia ja geologia. Se ei mielestäni vastannut asettamiani tavoitteita. Pääpainonhan oli oltava malmiesiintymän taloudellisessa hyväksikäytössä ts. soveltavassa geologiassa, ja niin nimi muutettiin nykyiseksi. Mutta ennenkuin voi jotain soveltaa, täytyy olla, mitä soveltaa. Kun geologia sattuu olemaan sellainen luonnontiede, joka ei kuulu eikä ole koskaan kuulunut oppi-, perus- tai lukiokoulutukseen, on korkeakouluopetuksessa lähdettävä alkeista. Opetusohjelmassa tähän varattu aika sallii vain hyvin pinnallisen kosketuksen, mikä kyllä näkyy sitten myöhemässä sovellettavassa osassa. Opiskelijan mielenkiinto herpaantuu, kun elävän omaksutun tiedon asemasta joudutaan ulkoluvun alueelle. Tämä vaara on geologiassa erikoisen suuri. Kansainvälinen terminologia on hyväksytty sellaiseen suomenkieleen. Ei ole olemassa omankielisiä vastineita eikä kaikkien termien suomentamiseen ole aiheuttaakaan. Huolimatta hyvästä halusta, kapulakieltä on ja pysyy. Yhteisen suomalaisen kaivoskielen luomisessa on vielä paljon tehtävää, myöskin korkeakoulun ulkopuolella tapahtuvassa geologian opetuksessa.

Geologian opetuksessa on tuskin vieläkään löydetty tasapainoa eri sektorien tarpeiden tyydyttämisessä. Malmiesiintymä ja kaivosgeologi tarvitsevat erilaista opetusta kuin mineraalitekniikka. Kaivosteollisuuden nousu 1950-luvulla oli luonut innostavan ilmapiirin. Toisaalta lyhyin väliajoin tapahtuneet malmiesiintymien löydöt ja kaivosten avaamiset olivat ehkä tuudittaneet käsitykseen esiintymien helposta löydöstä.

Olematta lainkaan pessimisti oli selvää, että näin ei

jatku, vaan malminetsintään on panostettava entistä enemmän. Tarvittiin tähän tehtävään koulutettuja specialisteja. V. 1964 opettajaneuvosto hyväksyi ehdotuksensa oppituoliini sovelletun geofysiikan linjan, joka on tuottanut maamme kaivosteollisuutta ja perustutkimusta varten alaansa innostuneita geofyysikkoinisinooreja. Lähes tyhjästä alkaneena he ovat vieneet alaansa eteenpäin saavuttaen arvostusta sekä käytännön työssä että tutkimuksessa.

Geofysiikan merkitystä kaivostoiminnassa suomalaista vastaavissa olosuhteissa voidaan saada Kanadasta. Scintrex Co:n presidentin tohtori Seigelin mukaan v. 1978 tuotetusta sinkistä oli 82 % sellaisista esiintymistä, joita hän kutsuu geofysikaaliseksi löydöksiksi, kun se v. 1966 oli 53 %. Vastaavat luvut lyijyn kohdalla ovat 65 % ja 38 % sekä kuparin kohdalla 44 % ja 18,5 %. Meillä tällaista tilastoa on turha yrittää tehdä löytöjemme vähälukuisuuden vuoksi. Kuitenkin jokaisen esiintymän tutkimusvaiheessa geofysikaalisilla mittaustuloksilla ja niiden tulkinnalla on ollut ratkaiseva merkitys.

Malminetsintä ei kuitenkaan ole pelkkää geofysiikkaa. Pohjana on aina geologia. Mitä paremmin se tunnetaan sitä tuloksellisemmin etsintä voidaan suunnata määrättyyn kohteeseen. Huolimatta litologian ja petrologian suuresta merkityksestä malmiesiintymien muodostumisessa niiden etsinnän kannalta pääpaino on edelleen rakenteilla — sekä alueellisesti että kohteellisesti. Tässä mielessä globaalisen rakennegeologian kehitys laatta-tektoniikkaan on ollut erittäin hedelmällistä. Esim. porfyrikkuparimalmien ja massiivisten kiisumalmien muodostuminen ja sijainti on luontevasti selitettävissä tältä pohjalta, ja sen tiedon soveltaminen etsintään on johtanut monien uusien esiintymien löytämiseen. Kalliope- rämme rakennekuvan luomisella on todella kiire, jotta tulevaisuudessa löydettävien pintaan puhkeamattomien syvämalminesiintymien etsintä voidaan ohjata oikeisiin kohteisiin.

Kolmantena menetelmänä ja meillä Suomessa viimeisenä alueellisessa skaalassa toteutettuna on muistettava geokemia. Kohteellisestihan geokemiaa on käytetty 1930-luvun loppupuolelta lähtien. Itse asiassa koko menetelmä on lähtenyt länsimaissa liikkeelle Skandinaviasta. — Venäläiset kuitenkin ilmoittavat olleensa puolikymmentä vuotta edellä tässä asiassa. — Alueellinen systemaattinen geokemiallinen tutkimus maassamme alkoi 10 vuotta sitten. Ensimmäinen aloite tästä tehtiin jo v. 1961. Vuorimiesyhdistyksen geologijacostossa aloite uusittiin pariin kertaa, ja lopulta v. 1970 vetämäni komitean mietintö johti tulokseen. Ensimmäistä aloitetta tehtäessä ei ollut käytettävissä minkäänlaisia alueellisen geokemian tutkimuksen malleja eikä malminetsintään sovellettuja oppikirjoja esikuvina. — Geokemiasta tieteessä oli kylläkin laajoja käsikirjoja. — Mutta pian oppikirjojakin kyllä ilmestyi, esim. Hawkes and Webbin kirja *Geochemistry in Mineral Exploration* v. 1962. Tämä kirja ehti muuten viime vuonna toiseen painokseen ja kolmeen tekijään (Rose) sivumäärän kasvaessa lähes kaksinkertaiseksi (657). Geokemiallista malminetsintää koskevaa kirjallisuutta ilmestyy nykyään hyvin runsaasti, myöskin kotimaisia case historia -tapauksia on julkaistu ja julkaitaan jatkuvasti. Kestänee kuitenkin vielä pitkän aikaa ennenkuin glasiaalimuodostumien geokemiasta saadaan koko maata käsittävä yhteenvedo.

Kaivosgeologia ei ole pelkkää malminetsintää, vaan siihen sisältyy myöskin malmiesiintymän löytäminen käytäkseni McKinstryn termejä "ore hunting" ja "ore finding". Malmiesiintymähän on 3-ulotteinen kappale maan-

kuoressa, joka sisältää malmiksi kutsuttua kiveä tai muuta hyödynnettävää mineraalista materiaalia. Jotta malmiesiintymä kyettäisiin hyödyntämään mahdollisimman taloudellisesti, on tunnettava sen tarkka sijainti, asema maankamarassa, koko, muoto ja asento sekä sen sisältämien hyötyaineiden laatu, määrä ja jakautuminen esiintymässä. Tulokset esitetään malmiarviossa, joka on pohjana kaikelle esiintymää koskevalle taloudelliselle arvioinnille. Malmiarvion tarkkuus perustuu esiintymästä suoritettun näytteenoton tarkkuuteen ja käytettyyn arviointimenetelmään. Jos malminetsintämenetelmät ovat harpponeet pitkiä askeleita eteenpäin kehityksen tiellä viimeisen 20 vuoden aikana, niin samaa on sanottava myöskin malmiarvion teosta. Näytteenotto ja arviointi ovat kehittyneet kokemusperäisestä tilastollisuudesta ja käsintehdystä laskennasta geostaistiikkaan ja rullafacitua kehittyneempien koneiden, tietokoneiden, käyttöön. Tällä sektorilla on nyt käytettävissä sekä kansainvälisiä auktoriteetteja ja kirjallisuutta että myöskin omassa maassamme kehitettyä specialiteettia.

Geologin työ ei lopu kuitenkaan vielä tähän, vaan se jatkuu kaivoksessa malmiesiintymää hyödynnettäessä. Täällä jos missään tarvitaan alussa mainitsemani yhteistä kieltä ja jokaisen osapuolen tehtävän tasa-arvoiseksi ymmärtämistä. Kaivosgeologien lukumäärä on neljännessuosisadassa moninkertaistunut, mikä on varmin merkki heidän työnsä tarpeellisuudesta. Toisaalta uskallan olettaa, että myöskin nykypolven insinööri ymmärtää ensi polven ammattiveljeään paremmin geologin kieltä ja hyväksyy hänen työnsä korvaamattomaksi osaksi tuotantoprosessissa, jonka viimeistä vaihetta edustaa mineaalitekniikka.

TUTKIMUS

Teollisuus

Palaan korkeakouluopettajan ja hänen alansa suhteisiin ympäristönsä kanssa. Opettajan asema saattaa muodostua joko omien seinien sisällä tapahtuvaksi ympäristöstä eristyneeksi toiminnaksi tai hän käyttää tarjolla olevia mahdollisuuksia luoda kontakteja alansa teollisuuteen ja tutkimuslaitoksiin. Teknillisen korkeakoulun tarkoituksena on paitsi kasvattaa tutkijoita, kouluttaa teollisuuden tarvitsemaa akateemista henkilökuntaa. Mielestäni molempien tarkoituserien kannalta suhteet teollisuuteen on pidettävä avoimina ja luottamuksellisina sekä kontaktit läheisinä. Tähän tarjoutuu tilaisuuksia jo ilman erikoisia ponnistuksiaakin. Opiskeliijoilla on mahdollisuus elävöittää koulussa saatua tietoa harjoittelussa, ekskursioilla ja diplomitoita tehdessään. Näissä kaikissa on opettaja mukana ja joutuu kosketuksiin teollisuuden edustajien kanssa.

Toisen, jo omiakin ponnistuksia vaativan kanavan, tarjoavat tilaus- ja projektitutkimukset sekä henkilökohtaiset konsulttitoimeksiannot, joiden anti teollisuudelle on varmasti antoisampi kuin edellisten. Tuskin liioittelen sanoessani, että vuoriteollisuusosastolla suhteet teollisuuteen ovat aina olleet läheiset. Toisaalta vuoriteollisuutemme on aina suhtautunut myötämieleisesti osastomme pyrkimyksiin sekä oppilaiden että opettajien osalta. Tutkimusaiheista ei ole ollut puutetta. Teollisuuden tutkimusmielisyyttä osoittaa tilastokeskuksen äsken julkaisema tiedotus. Kautena 1977—79 kaivosteollisuuden tutkimusvuodet kasvoivat 81 %. Vuoden -79 menot olivat 14.670 milj. mk. Koko vuoriteollisuuden, mukaanluettuna kaivos-, keraaminen ja metallitutkimus sekä metallituotteet, tutkimusvuodet v. -79 olivat 784 vuotta ja menot 107,340 milj. mk eli 10,8 % ja 11,2 % vastaavasti koko yrityssektorin tutkimus- ja kehityspanoksesta.

Tutkimuslaitokset ja yhteistyö

Osastossamme harjoitetaan laajaa tutkimustoimintaa myöskin teollisuuden ulkopuolella. Tämä saattaa tapahtua joko laboratorioden omasta ideoinnista lähtien ja useimmiten säätiöiden tai valtion apurahojen turvin. Monissa tapauksissa ollaan yhteistyössä myöskin tutkimuslaitosten kanssa. Menestyäkseen tutkimustyön on oltava "team work"iä. Mitä parempi laboratorion yhteenkuuluvuuden henki on, sitä varmempia ovat tulokset. Näin on varsinkin pienessä laboratoriossa.

Omalta kohdalta tulee mieleeni muutamia aiheita, joiden toteuttaminen on esityksen tekoheikellä tuntunut utopialta tai jotka ovat alkuunsa näyttäneet ylipääsemättömän laajoilta. Virkaanastumisesitelmässäni käsittelin malmigeologian laboratorioissa tehtävää perustutkimusta (Vuoriteollisuus 2/59). Mainitsin mm. mineraalien fluidisulkeumatutkimuksen ja rikki-isotooppitutkimuksen. Molempiin oli kehitetty laboratoriotekniikka ulkomailla, mutta muutapa maassamme ei juuri tiedettykään. Nyt fluidisulkeumia tutkitaan Geologisessa tutkimuslaitoksessa ja rikki-isotooppilaboratorion saimme käyntiin TKK:ssa 1973. Massaspektrometri sitä varten hankittiin kauppa- ja teollisuusministeriön ja Outokumpu Oy:n Säätiön avulla. Ja mihin rahat eivät riittäneet, tehtiin itse.

Metallogeneettiset tutkimukset aloitettiin 1963. Tavoitteena oli selvittää, miksi määrätyt metallit konsentroituvat malmiesiintymiksi määrätyissä olosuhteissa ja määrättyinä geologisena aikana, ja mitkä seikat kontrolloivat niiden sijaintia. — Eipä ollutkaan vähäinen tavoite! — Metallogeneesi oli tuolloin vielä lapsenkengissä yleisesitkin ottaen. Nyt lähes 20 vuotta myöhemmin tietoa on karttunut kaikkialla maapallolla runsaasti. Metallogeneettinen tutkimus on nyt pop. Mutta perimmäisten kysymysten yksikäsitteisiä vastauksia ei tunneta.

Laboratoriomme tutkimukset keräsivät tietoa malmiesiintymistämme ja -aiheistamme. Se oli pohjana KTM:n rahoittamalle projektityölle, joka 1970-luvulla tehtiin laboratoriossamme. Työn tuloksena syntyi ATK-rekisteri, joka kulkee malmitedoston nimellä. Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön tuella syntyi sitten teollisuusmineraalitiedosto. Molemmat tiedostot on sijoitettu Geologiseen tutkimuslaitokseen ja ovat siellä kaikkien käytettävissä.

Saman metallogeneettisen idean peruja on myöskin nykyään kaukokartoituksen nimellä tunnetun menetelmän geologian sovellutus. Amerikkalaisten kehittämän väärävärikuvausten kokeilua suoritti topografikunta. Työt tehtiin Rautaruukki Oy:ssä ja rahoitukseen osallistui myöskin Luonnonvarain Tutkimussäätiö. Se tuotti malminetsinnällisesti hyödynnettävää tietoa. Tästä projektista oli enää vain askel tämän päivän satelliittikuvien tulkintaan.

Kansainvälinen työnjako

Olen aina korostanut nuorille opiskelijoille, että vuoriteollisuus ja nimenomaan geologia ovat voimakkaasti kansainvälisiä. Yhtäältä hankittu oppi on sovellettavissa jossain muualla. Itselläni on ollut tilaisuus päästä mukaan kansainvälisyyteen sekä teollisuuden että erilaisten järjestöjen kautta. Käytännön työskentely vieraassa ympäristössä ja toisenlaisiin menetelmiin tottuneiden ihmisten kanssa pakottaa yrittämään parastaan ja opettaa sopeumaan. Geologian kansainvälisyys on vanhaa. Olihan viime kesänä kansainvälisen kongressin 100-vuotisjuhlat Pariisissa, jonne meitä "valehtelijoita" oli kokoontunut peräti 5000. Ehkä antoisimpia ovat kuitenkin pienimuotoiset tapahtumat, joissa saman ihmisen tapaa useammin

ja pitemmän ajan. Myöskin kaivosteollisuudella on pitkät kansainväliset perinteet, vaikka järjestötoiminnassa tuolaisiin lukuihin ei ulotutakaan.

OPETUKSEN TYÖNJAKO

Teknillisen korkeakoulun geologian opetuksen on oltava sovellettua geologiaa. Vuoriteollisuusosastolla se kohdistuu erilaisiin malmeihin, malmiesiintymiin ja niiden hyödyntämiseen, rakennusosastolla rakentamisen ja vesihuollon tarvitsemaan geologiaan. Arkkitehtiosasto taas tarvitsee tietoa rakennus- ja muutokivistä. Teoreettisen, sanoisinko "puhtaan" geologian opetus tapahtuu yliopistoissa. Se on hajautettu neljään yliopistoon, mistä ansio lankeaa suurelta osalta henkilöintrigointien ja puoluepoliittisen pisteiden keruun tilille. Kaikissa yliopistoissa opetusohjelmat A:sta Y:hyn ovat samanlaisia. Eroa syntyy vasta pro gradu vaiheessa a.o. opettajien tutkimusmielenkiinnon erilaisuudesta johtuen. Tilastot aikaväliltä 1970—77 osoittavat, että yliopistot ovat tuottaneet tuolloin keskimäärin yhden fil.kand. -tutkimuksen vuodessa professoria tai apulaisprofessuuria kohden. Tulee kysyneeksi, kannattaako näin köyhän maan tuottaa näin kalliita tasapäisiä geologeja nk. tasa-arvon nimissä. Eikö voimien ja resurssien keskittäminen tehostaisi koulutusta, antaisi mahdollisuuden specialisoitumiseen ja säästyneitä varoja voitaisiin käyttää laboratorioden kehittämiseen. — Kesittäminen on tapahtunut mm. Hollannissa ja DDR:ssa.

"NÄIN OLI ENNEN"

Tulee mieleeni edellinen läksiäistilaisuuteni. Ystäväni Veikko Vähätalo karrikoi silloin, 22 vuotta sitten, tämnpäivästä luentoani kuvitellen minun sanovan "Näin oli kaivoksessa 22 vuotta sitten, miten nyt, en tiedä". Tänä aikana kaivostyö on todellakin muuttunut lotokka- ja retkakaudesta mahtavien 10 m³ lastaus- ja kuljetuskoneiden, todellisten gigantosaurusten kaudeksi. On varmaa, että tällaisen teknillisen kehityksen mukana ei pysy muuten kuin joka päivä mukana työskennellen. "Kaivos ei ole enää kuoppa, jonka pohjalla insinööri istuu ja valehtelee" — siteeratakseni erästä toista versiota alkupuolella esitetystä määritelmästä. Mutta geologiset prosessit sentään tapahtuvat niin hitaasti, että neljännesvuosisata ei niissä näy. Sensijaan näiden prosessien tulosten selvittämisessä tämäkin aika jo merkitsee kokonaista sukupolven vaihdosta.

RESEARCH AND TEACHING OF ECONOMIC GEOLOGY IN THE HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

A SUMMARY OF A FAREWELL LECTURE GIVEN BY PROFESSOR AIMO MIKKOLA ON THE 28TH OF OCTOBER, 1980

After graduating from the University of Helsinki Aimo Mikkola worked as an assistant of prof. Pentti Eskola. In early fifties he was working on a fellowship in Harvard with prof. Hugh McKinstry. Later he worked as a mining geologist in USA and in Finland in the Outokumpu Company until he was appointed to the professor of geology in Helsinki University of Technology in 1958.

Knowing the growing demands of mining industry Mikkola concentrated his teaching of geology to the field of economic geology. On his initial the teaching of applied geophysics was started in Finland 1964.

In the field of research Mikkola's works have been manifold including for instance metallogenic studies since the early sixties, sulfur isotope mass-spectrometry in Finland was started in 1973, data bank of Finnish ore deposits was developed in prof. Mikkola's laboratory.

Nowadays he is actively participating in the international cooperation in the field of the geological science taking part in activities of the IGCP, IAGOD, CTOD etc.

Vuoriteollisuusmuseohanke

Ylitarkastaja Urpo J. Salo,

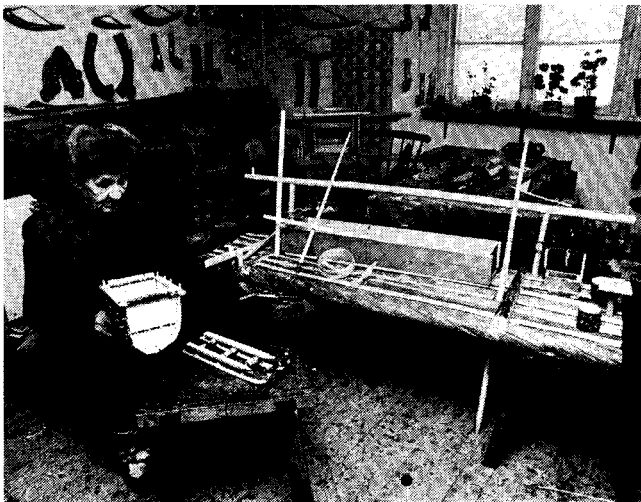
Kauppa- ja teollisuusministeriö

Vuorimiesyhdistyksen taholta on ensimmäisen kerran tehty toimenpiteitä alan museohankkeessa v. 1956, jolloin asetettiin 3-miehininen museokomitea (1956–58). Tämän työtä jatkoi VMY:n hallituksen v. 1959 asettama pysyvä museokomitea edelleen prof. Laitakarin johdolla. Komitea suoritti merkittävää työtä museohankkeen toteuttamiseksi, mutta pontevista yrityksistä huolimatta yhtä tärkeää asiaa ei onnistuttu ratkaisemaan, nimittäin museon tilakysymystä. Komitea pyysi v. 1965 vapautusta. Museohanke jäi odottamaan tilakysymyksen ratkaisua.

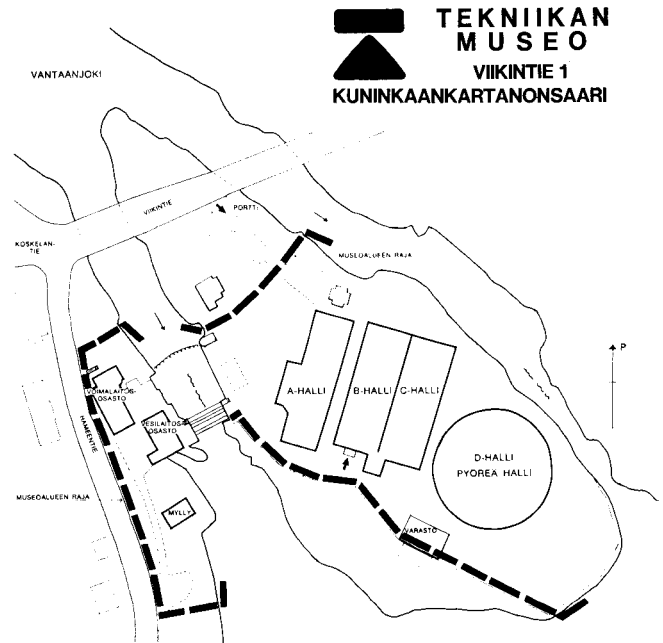
Helsingin kaupunki, kuusi teollisuuden valtakunnallista järjestöä sekä viisi teknillistä järjestöä perustivat v. 1969 Tekniikan Museon Säätiön, jonka tarkoituksena oli valtakunnallisen tekniikan museon perustaminen ja ylläpitäminen. Museo sai tiloihinsa kaupungilta vapautuneet vanhan vesilaitoksen tilat.

Tekniikan Museon vuoriteollisuusosaston perustamista varten VMY nimesi v. 1972 toimikunnan, jolla oli edeltäjään helpompi tehtävä, kun museon paikka oli tiedossa ja Tekniikan Museossa oli vakituista henkilökuntaa asioita hoitamassa.

Vuoriteollisuusosasto tulee saamaan käyttöönsä n. 800 m² tilaa pyöreästä D-hallista (kuva 1.) Museoalueen kaikki tilat kunnostaa pääasiassa omistaja, Helsingin kaupunki, vuosittain myöntämillään varoilla, joiden määrästä riippuu töiden joutuisuus. Teollisuus on jossain määrin osallistunut lahjoituksilla rakennusten kunnostustöihin. D-hallin korjaukset alkoivat v. 1976 ja saataneen ensi vuonna siihen kuntoon, että esineitä voidaan alkaa sijoittaa vuoriteollisuusosastoon.



Ilomantsilainen Ale Palviainen valmistamassa v. 1974 museon vuoriteollisuusosastolle järjivalmin nostolautan pienoismallia.



On syytä todeta, että vuoriteollisuusosaston korjaustöiden alkamiseen vaikuttivat merkittävästi Oy Partek Ab:lta ja Rautaruukki Oy:lta saadut lahjoitukset, huomattava määrä lämpöeristeitä ja 2500 m² kattopeltiä. Em. yhtiöille on syytä vielä kerran esittää mitä lämpimimmät kiitokset samalla kun jäädään odottamaan tilaisuutta kiittää muitakin alan yrityksiä.

VMY:n museotoimikunta on heti toimintansa alkuvaiheessa suorittanut esinetiedustelun ja luetteloinnin sekä osittain keräilyn yhtiöiltä. Sen tuloksena on saatu runsaasti esineistöä. Lisää esineitä sopii vielä osastolle. Osa esineistä on varastoitu yhtiöissä odottaen museon tilojen valmistumista. Lisäksi on saatu kirjallista materiaalia. Vanhat kaivokset ja ruukit on luetteloitu tärkeimpine tietoineen.

Kuten aikaisemmin todettiin saataneen ensi vuoden aikana näyttelytilojen viimeistely siihen vaiheeseen, jolloin lopulliset suunnitelmat osaston järjestelystä, näyttelyn rakentaminen ja esineiden sijoittelu voidaan aloittaa. Tämän viimeisen vaiheen rivakka läpivieminen ja vuoriteollisuusosaston saaminen valmiiksi edellyttää onnistuakseen vuoriteollisuuden taloudellista ym. tukea, ensi sijassa niiden yhtiöiden, jotka eivät vielä ole ehtineet mukaan. Eri osastojen pystyttäminen Tekniikan Museoon on tapahtunut pääosin juuri alan teollisuuden tukemana.

Todettakoon, että vuoriteollisuusosaston hallin valmistuessa tulevat koko museoalueen lämmityskustannukset noin kaksinkertaistumaan. Sitä, miten Tekniikan Museo ensimmäisinä vuosina tämän rahoittaa, ei ole toistaiseksi voitu ratkaista. Vuoriteollisuusosastonkin ylläpitokustannusten rahoitus ratkennee viimeistään sen jälkeen, kun koko Tekniikan Museo on muutamien vuosien kuluttua toivon mukaan saatu valtakunnalliseksi erikoismuseoksi, jolloin valtio osallistuu vuotuisiin käyttökuluihin vähintään puolella.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

HALLITUKSEN TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1980

Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 37. vuosikokous pidettiin Helsingissä 28. 3. 1980. Kokouksen avasi puheenjohtaja Aimo Mikkola katsauksella vuoriteollisuuden kehitykseen vuonna 1979.

Eero Mäkinen -ansiomitali myönnettiin DI Nils Gripenbergille.

Petter Forsström pris — Petter Forsström -palkinto jaettiin dos. Markku Mäkelälle ja DI Tapio Ruotoistenmälle.

Yhdistyksen puheenjohtajaksi seuraavaksi toimikaudeksi valittiin prof. Aimo Mikkola ja varapuheenjohtajaksi TkT Krister Relander.

Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

Vuorineuvos Helge Haavisto:

— "Energia ja terästeollisuus"

Prof. Bertel Myrén:

— "Energiavaihtoehtoja vuoriteollisuudessa"

Ylitarkastaja Taisto Turunen:

— "Suomen energiatalouden näkymiä".

Jaostot kokoontuivat iltapäivällä omien erikoisalojensa merkeissä.

Illallistanssiaisissa ravintola Marskissa vastasi isännyydestä Oy Tamrock Ab.

Toimihenkilöt

Yhdistyksen luottamustehtävissä ovat toimineet:

— puheenjohtajana prof. Aimo Mikkola

— varapuheenjohtajana TkT Krister Relander

— hallituksen jäseninä

FL Tom Bröckl

DI Caj Gustafsson

DI Olli Hermonen

DI Lauri Koivikko

DI Antero Leikko

DI Matti Palperi

FT Pentti Rouhunkoski

DI Antti Tuomala

TkT Eino Uusitalo

— rahastonhoitajana TkL Heikki Aulanko

— sihteerinä TkT Matti Ketola ja DI Erkki Tyni

Yhdistyksen toiminta

Hallitus on kokoontunut toimintavuoden aikana viisi kertaa. Kokouksissa ovat olleet läsnä myös jaostojen puheenjohtaja, rahastonhoitaja ja tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtaja.

Hallituksen kokouksissa käsitellyistä asioista mainittakoon kansainvälinen yhteistyö. Toimimalla kansallisena komiteana myötävaikutti hallitus World Mining Congress'in organisaatiokomitean 47. kokouksen järjestämiseen 21.—26. 9. 1980 Suomessa. Yhteistyötä Unkarin kanssa on pyritty edelleen kehittämään.

Hallitus on laatinut ja hyväksynyt uudet jäsenyysskriteerit, joita mm. jaostojen johtokunnat voivat käyttää apunaan jäsenanomuksia käsitellessään.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden päätoimittajana on toiminut professori Martti Sulonen ja toimitusneuvoston puheenjohtajana TkT Kalevi Kiukkola. Informaatiota hallituksen ja tutkimusvaltuuskunnan toiminnasta on pyritty tehostamaan lehdessä.

Svenska Gruvföreningens vuosikokouksessa 28.—29. 11. edusti yhdistystä DI Olli Hermonen. N.I.F. Bergingeniörenes Avdelingin syyskokouksessa 16.—17. 10. yhdistyksen edustajana oli DI Rolf Söderström. The Metals Societyn vuosikokouksessa Lontoossa 14. 5. yhdistyksen edustajana oli DI Nils Gripenberg.

Jaostot

Pääosan yhdistyksen toiminnasta on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

Jaostot ovat järjestäneet koulutusta, esitelmätilaisuuksia ja ammatillisia retkiä jäsenistönsä alalta. Jaostot ovat ylläpitäneet yhteyksiä alansa muihin yhdistyksiin kotimaassa ja kansainvälisellä tasolla. Tarkemmin jaostojen toiminta on esitetty kunkin omissa toimintakertomuksissa.

Jaostojen toimihenkilöinä ovat olleet:

Geologijaosto

puheenjohtaja FM Reijo Saikkonen

sihteeri LuK Marjatta Parkkinen

Kaivosjaosto

puheenjohtaja DI Rolf Söderström

sihteeri DI Nils-Åke Asterno

Metallurgijaosto

puheenjohtaja DI Jaakko Lautjärvi

sihteeri TkT Jorma Rekola

Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto

puheenjohtaja prof. Toimi Lukkarinen

sihteeri DI Esko Karjalainen

Yhdistyksen jäsenmäärä

Yhdistyksen jäsenmäärä 31. 12. 1980 oli 1520, jossa lisäystä edellisestä vuodesta on 92. Uusia jäseniä tuli yhdistykseen 108, kuoleman kautta poistui jäsenyydestä 5 ja muuten erosi 11.

Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunta on kokoontunut toimikautena 3 kertaa. Valtuuskunnan puheenjohtajana on toiminut prof. Heikki Paarma, varapuheenjohtajana DI Esko Lehtonen ja sihteerinä 15. 12. saakka DI Seija Poitsalo ja sen jälkeen DI Antti Öhberg.

Toimikunnissa ovat toimineet puheenjohtajina

— Geologinen toimikunta: FT Pentti Rouhunkoski

— Kaivosteknillinen toimikunta: prof. Raimo Matikainen

— Rikastusteknillinen toimikunta: DI Risto Rinne.

Toiminnassa on ollut 4 esiselvitystä, 5 työkomiteaa ja 4 kollektiiviprojektia.

Pohjoismaista yhteistyötä on jatkettu ja työn merkeissä on saatu 9 raporttia Ruotsista ja 6 Norjasta. Tutkimusvaltuuskunnan toimesta on toimitettu 3 tutkimuslauseen lyhennelmät. Seismisten menetelmien tutkimusta seuraamaan on perustettu yhteispohjoismainen työryhmä.

Tilivuoden aikana valtuuskunnan menoihin on käytetty 91 691,89 markkaa.

Vuorimiesyhdistyksen hallitus

TULOSLASKELMA 1. 1.—31. 12. 1980

Tulot

Jäsenmaksut	53 970,—	
Tutkimusvaltuuskunnan kannatusmaksut	52 100,—	
Esiselvityksien osallistumismaksut	23 968,—	
Lahjoitukset	8 000,—	
Lehden tulot	78 713,40	
Selosteiden ja kirjojen myynti	6 851,70	
Jäsenoiminnan tulot	11 016,26	
Solmioiden, "Taskumattien" myynti	5 280,—	
Louhintatekn. käsikirjan ilm.tulo	2 000,—	
		241 899,36

Menot

Tutkimusvaltuuskunnan suorat menot	46 507,49	
Tutkimusvaltuuskunnan esiselvitysten menot	37 701,—	
Lehden menot	80 921,80	
Selosteiden hankinta	7 483,35	
Louhintatekn. käsikirjan toimitus	5 633,97	
Jäsenoiminta ja koulutus	22 772,75	
Matkat ja avustukset	7 100,—	
Virkallijapalkkiot	16 400,—	
Sos.turva- ja vakuutusmaksut	1 359,60	
Jäsenluettelon ylläpito	2 083,60	
Petter Forsström -palkinto	3 000,—	
Vuosijuhlan menot	10 827,45	
Toimisto- ja sekal. menot	6 598,42	
		248 389,43
		— 6 490,07

Muut tulot

Korkotulot	2 412,28
Tilivuoden alijäämä mk	4 077,79

TASE 31. 12. 1980

Vastaavaa			
Rahoitusomaisuus			
— Kassatili	50,63		
— Postisiirtotili	6 525,44		
— Siirtotalletustili	38 023,78		
— Postipankkifili	244,07		
— Postisiirtotili II	273,33	45 117,25	
Tilisaamiset		58 165,20	
	Mk	<u>103 282,45</u>	

Vastattavaa			
Vieras pääoma			
— Tilivelat	35 026,75		
— Siirtovelat	6 287,—	41 313,75	
Oma pääoma			
— Ylijäämä ed. vuodelta	66 046,49		
— Tilikauden alijäämä	4 077,79	61 968,70	
		Mk	<u>103 282,45</u>

TULO- JA MENOARVIOEHDOTUS VUODELLE 1981

Tulot			
Jäsenmaksut	57 000,—		
Koulutuskannatusmaksu			
Ovako Oy Ab	5 000,—	62 000,—	
Lehden tulot		90 000,—	
Louhintatekn. käsikirjan			
ilmoitus- ja myyntitulot ..		97 000,—	
Tutkimusvaltuuskunnan			
kannatusmaksut	88 000,—		
Tutk.selosteiden ja julk.			
myyntitulot	10 000,—	98 000,—	
Korkotulot	2 000,—		
Muut tuotot	4 000,—	6 000,—	
Tulot yhteensä mk		<u>353 000,—</u>	

Menot			
Tutkimusvaltuuskunnan			
välittömät menot	56 600,—		
Esiselvitykset ja -tutkimukset	39 400,—		
Tutkimusselosteiden			
valmistus	10 000,—	106 000,—	
Lehden menot		95 000,—	
Louh.tekn. käsikirjan toimitus			
ja painatusmenot		89 000,—	
Jäsenluettelon toimittaminen		13 400,—	
Jäsenoiminta ja koulutus ..	15 000,—		
Matkat ja apurahat	10 000,—	25 000,—	

Muut kulut			
Vuorimiespäivät	12 000,—		
Vuorityöalan osoiteluettelo ..	3 000,—		
Jäsenluettelon ylläpito	2 000,—		
Virkailijapalkkiot	22 000,—		
Toimisto- ja sekalaiset menot	7 000,—		
Solmioiden hankinta	5 000,—		
Henkilösivukustannuksia	1 600,—	52 600,—	
Menot yhteensä mk		381 000,—	
Tilikauden alijäämä mk		28 000,—	
		Mk	<u>353 000,—</u>

Ylijäämä edellisiltä vuosilta .	61 966,70
Tutk.valt.kunnan alijäämä	
1981	8 000,—
Yhdistyksen alijäämä 1981 ..	20 000,—
Ylijäämä vuodelle 1982 mk ..	<u>33 966,70</u>

Heikki Aulanko
rahastonhoitaja

GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS 1980

Vuosikokous

Geologijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä Helsingissä Rakennusmestarien talolla 28. 3. 1980. Kokouksessa oli läsnä 136 osanottajaa. Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

— TkT Pentti Niskanen, Outokumpu Oy: "Energian hinta ja malmiesiintymän arvo"

- FL Eero Rauhamäki, Outokumpu Oy: "Energiakustannusten vaikutus sulfidimalmivaroihin"
 - FT Jyrki Parkkinen, Outokumpu Oy: "Grafiitti energialähteenä"
 - FM Pentti Sotka ja FL Bengt Söderholm, Helsingin teknillinen korkeakoulu: "Suomen potentiaaliset Al-raaka-aineet ja niiden hyväksikäyttömahdollisuudet"
- Geologijaosto tutustui 29. 3. 1980 Outokumpu Oy:n fyysikan laitokseen prof. Pekka Rautalan johdolla. Tutustumiseen liittyi symposio fysikaalisista analyysimenetelmistä:
- TkT Heikki Sipilä: "Kaappausgamman käyttö"
 - DI Seppo Rantapuska: "Voltammetriset menetelmät"
 - DI Jukka Lehto: "Porareikäöntgenanalyysi"

Toimihenkilöt

Geologijaoston johtokuntaan ovat kuuluneet puheenjohtajana FM Reijo Saikkonen, varapuheenjohtajana FT Kauko Puustinen, jäsenenä apul.prof. Gabor Gaál, ekskursiomestarina FL Lennart Laurén ja sihteerinä LuK Marjatta Parkkinen.

Toiminta

Johtokunta on kokoontunut vuoden aikana kolme kertaa. Lisäksi on pidetty yksi ylimääräinen jäsenkokous ekskursioiden aikana. Siinä jaosto hyväksyi johtosäännön muutosehdotuksen, jonka mukaan johtokunnan kokoonpano lisääntyi viidestä kuuteen. VMY:n hallitus on myös hyväksynyt muutosehdotuksen, joka tulee voimaan valittaessa seuraavaa johtokuntaa 1981.

Syysekskursioiden kohteena olivat Keski-Ruotsin malmiesiintymät: Sala (dolomiitti, Ag), Garpenberg (Ab, Zn, Pb, Cu, Au), Falun (Cu, Zn, Pb), Gyllingen (Zn, Pb, Ag), Stollberg ympäristöalueineen (Fe, Mn, Pb, Zn), Wigström (W, Mo) sekä Elgfall ja Sandudden (molemmat W). Ekskursioiden erinomaisena yhdyshenkilönä Ruotsin puolella toimi Dr. Rudyard Frietsch ja opastuksesta ja isännyydestä vastasivat lähinnä Boliden Ab, LKAB Prospektering Ab ja Uppsalan yliopisto. Jaoston puolelta ekskursiomestarina toimi FL Lennart Laurén.

Tuleva toiminta

Syysekskursiota suunnitellaan Kainuun alueelle (Talvi-vaara, Aittojärvi, Kuhmo, Lahnaslampi, Otanmäki) sekä myöhemmin syksyllä järjestetään malminetsintägeofysiikan symposiumi.

Outokummussa 24. helmikuuta 1981

Reijo Saikkonen
puheenjohtaja

Marjatta Parkkinen
sihtööri

KAIIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1980

Vuosikokous

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 28. 3. 1980 Helsingissä, Hotelli Marskissa. Läsnä oli n. 85 jaoston jäsentä. Kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- DI Tapani Kilponen, Hydrauliiikka kaivoksissa
 - DI Ville Viertokangas, Kaivosten energiansäästötoimenpiteet
- Esitelmien jälkeen käytiin niihin liittyvä keskustelu.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana ollut DI Rolf Söderström ja hallituksen muina jäseninä prof. Raimo Matikainen, DI Pekka Sundqvist, DI Esko Alopaeus ja DI Pentti J. Hintikka. Sihteerinä on toiminut bergsing. Nils-Åke Astermo.

Toiminta

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana kahdesti: VMY:n vuosikokouksen yhteydessä sekä jaoston syysretkellä. Tämän lisäksi jaoston johtokunta on kokoontunut kolme kertaa.

Syysretki 2.—3. 10. 1980 suuntautui Kemira Oy:n Siinjärven kaivokselle sekä Lohja Oy:n Nilsiä laitoksille. Retken yhteydessä Nilsiässä pidetyn syyskokouksen jälkeen informoi DI Seija Poitsalo

- kaivos- ja louhintatekniikan käsikirjasta
- WM/IOC:n kokouksesta Suomessa
- kaivosteknillisen toimikunnan toiminnasta ja TkT Pekka Särkkä
- kalliomekaniikan päivistä
- jatkokoulutuksesta "käytännön kalliomekaniikka"

Jatkokoulutustilaisuudet pidettiin 17.—18. 4. 1980 ja 19.—21. 1. 1981 aiheista "Tuuletus" sekä "Käytännön kalliomekaniikka".

Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja on painossa.

Kaivosjaoston puheenjohtaja on perinteiseen tapaan toiminut Bergsprängningskommitténin, Svenska Gruvföreningenin, BeFo:n sekä NIF:n yhteismiehenä. Svenska Gruvföreningenille on lähetetty Suomen kaivostoiminnan vuosikatsaus.

Muina yhdysmiehinä ovat toimineet:

FM Ole Lindholm, International Society of Mine Surveying

Prof. Rauno Matikainen, International Society of Rock Mechanics

DI Urho Valtakari ja prof. Raimo Matikainen, International Organizing Committee of World Mining Congresses

Suomessa pidetyn IOC:n kokouksen järjestelyissä ovat kaivosjaoston puolesta olleet mukana DI Urho Valtakari ja prof. Raimo Matikainen.

Jaoston puheenjohtaja Rolf Söderström edusti jaostoa NIF:n kokouksessa.

Ajalla 29. 1.—5. 2. 1981 kävivät vastavierailulla Unkarin vuorimiesyhdistyksen OMBKE:n seuraavat edustajat

Gabor Krefly, OMBKE:n presidentti

Frigyes Török, Värillisten metallien jaoston puheenjohtaja

Béla Böszörményi, Kansainvälisten asioiden jaoston puheenjohtaja.

Jaoston jäsenmäärä

Kaivososaston jäsenmäärä oli vuoden 1980 lopussa 329.

Rolf Söderström

puheenjohtaja

Nils-Åke Astermo

sihteeri

METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1980

Vuosikokous

Metallurgijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 28. 3. 1980 Helsingissä Rakennusmestarien talolla. Läsä oli 154 jaoston jäsentä.

Vuosikokouksen yhteydessä kuultiin seuraavat esitelmät:

Prof. Veijo Kauppinen, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu: "Konepajateollisuuden odotukset perusteellisuudelta". Joht. Juhani Tanila, Outokumpu Oy: "Väri-metallien perusteellisuuden ja jatkojalostuksen vuorovai-utus". Joht. Pertti Kostamo, Ovako Oy Ab: "Metallurgi- jaoston koulutustoiminta".

Dagen efter tutustuttiin 58 jäsenen voimalla Oy Wärt-silä Ab:n Järvenpään tehtaaseen ja Järvenpään Emaliin.

Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston puheenjohtajana on toiminut DI Jaakko Lautjärvi, varapuheenjohtajana DI Matti Palperi, sihteerinä TkT Jorma Rekola sekä jäseninä DI Kaj Fagerholm, TkT Olli Hyvärinen, TkL Markku Kytö, DI Tapio Saari ja DI Tero Tiitola.

Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimikauden aikana vuosikokoukseen ja syyskokoukseen. Johtokunta on ko- kontunut seitsemän kertaa.

Jaoston kesäretki tehtiin 29. 8 1980 Raaheen. Pääisän- tänä toimi Rautaruukki Oy ja muina kohteina olivat Kone Oy, Telatek Oy, Varvin Konepaja Oy, Datamic Oy ja Raaheen Tietokonealan oppilaitos.

Rekristallisaatio tapahtui kreivin aikaan Mutalassa, jossa 118 retkelle osallistunutta metallurgia nautti sa- vusaunasta, Perämeren siasta ja vahvistetun metallur- gikvintetin tarjoamasta puhallinmusiikista.

Vauhdikas illallinen laulettiin moottorihotelli Tiiran- linnassa.

Syyskokous pidettiin Lappeenrannassa 31. 10. 1980. Läs- nä oli 41 metallurgia.

Pääkohteena oli Lappeenrannan teknillinen korkeakou- lu, jonka toimintaan, toimitiloihin ja tulevaisuuden nä- kymiin tutustuttiin runsaslukuisen professorikunnan opastuksella.

Suodatuksen ja luokittelun oppitunti saatiin Laroxilta, joka toimi myös saunaisäntänä.

Iitapalalle kokoonnuttiin hotelli Patriaan.

Koulutustoiminta on hoidettu metallurgian valtakun- nallisen asiantuntijatoimikunnan (VAT) kautta. Puheen- johtajana on toiminut TkL Pertti Kostamo. Yhteistoi- minnassa INSKO:n kanssa on järjestetty neljä koulutus- tilaisuutta:

"Tulenkestävät keraamiset vuorausmateriaalit ja nii- den tuhoutuminen metallurgisissa prosesseissa". 28.—30. 1. 1980, Hyvinkää. Suunnittelutoimikunnan puheenjohtaja: Prof. M. H. Tikkanen.

"Tulenkestävät vuoraukset terästeollisuudessa". 16.—17. 4. 1980, Tampere ja 11.—12. 9. 1980, Turku. Suunnittelu- toimikunnan puheenjohtaja: TkT J. Rekola.

"Matalien lämpötilojen teräsrakenteet — suunnittelu, valmistus, tarkastus ja käyttö". 10.—12. 11. 1980, Helsinki. Suunnittelutoimikunnan puheenjohtaja: TkT E. Räsänen.

Oppia oli saamassa 135 henkilöä, joista suurin osa, sa- moin kuin luennoitsijoista ja suunnittelutoimikuntien jä- senistäkin, oli metallurgijaoston jäseniä.

Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla jär- jestettiin lisäksi kaksi jatkokoulutuskurssia:

"Senkkametallurgia". 21.—25. 4. 1980.

"Prosessiohjaus metallurgisessa teollisuudessa". 10.— 11. 11. 1980.

Jaoston lehti, Metallurgijaosto tiedottaa, on ilmestynyt kolme kertaa. Vastaavana toimittajana on ollut TkT Jorma Rekola. Kommentaattorin paikkaa ei ole saatu täytettyä.

Metallien perusteellisuuden informaatioilta ensimmäi- sen vuosikurssin vuorimiehille järjestettiin 13. 3. 1980 Ota- niemessä. Operaatiosta vastasi TkL Markku Kytö.

Metallurgijaoston korkeakouluhydysmiehet kokoon- tuivat Lappeenrannassa 31. 10. 1980.

Jaoston jäsenmäärä

Jaoston jäsenmäärä oli 31. 12. 1980 851.

Jaakko Lautjärvi

Puheenjohtaja

Jorma Rekola

Sihteeri

RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1980

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydes- sä 28. 3. 80. Kevätretki ja seminaari toteutettiin yhteis- hankkeena 22.—23. 5. 80 Lappeenrannassa. 22. 5. pidettiin seminaari aiheesta "Rikastamojen suunnittelu" ja 23. 5. tutustuttiin Partek Oy:n ja Larox Oy:n tuotantolaitoksiin ja toimintaan. Syysretkellä vierailtiin Oy Julius Tallberg Ab:n koneosastolla Kilossa ja kuultiin isäntien ja heidän edustamiensa päämiesten esitelmiä, joka käsitte- liivät rikastus- ja hienonnuksen menetelmiä ja näihin liittyviä laitteita. Oy Julius Tallberg Ab vietti 100-vuotisjuhlaa ja oli kutsunut jaoston vieraakseen.

Vuosikokous

Kokouksessa 28. 3. 1980 kuultiin seuraavat esitelmät:

1) "Miten säästäisin energiaa rikastamossa?"

Prof. Toimi Lukkarinen, Teknillinen Korkeakoulu

2) "Säästö energian säästäjänä"

DI Veikko Appelberg, Outokumpu Oy

Kokoukseen osallistui 63 jaoston jäsentä.

Seminaari ja kevätretki

Seminaari pidettiin Lappeenrannassa 22. 5. 80 Hotelli Polarissa. Puheenjohtaja prof. Toimi Lukkarisen avaus-sanojen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

"Moderni tehdassuunnittelu"

Joht. Y. Heikinheimo, Rintekno Oy

"Planering av anrikningsverk: Tokadeh, Liberia"

TkL Torsten Lindberg, Gränges International Mining

"Siilinjärven apatiittirikastamo"

DI Antti Mikkonen, Kemira Oy

"Oppredning ved Titania A/S"

Helge Knudsen, Titania A/S

"Kuparirikastamo Filippiineille"

Ins. Pekka Syrjänen, Outokumpu Oy

Illalla Partek Oy esitteli vierasmajallaan Lappeenrannan laitosten ja koko yhtiön toimintaa.

23. 5. vierailtiin Partek Oy:n laitoksilla ja tutustuttiin Larox Oy:n toimintaan. Larox Oy:llä kuultiin esitelmää yhtiön toiminnasta ja kehitetyistä rikastuskoneista.

Seminaariin ja kevätretkeen osallistui ennätysellisesti 72 henkeä joukossa jäsenten lisäksi rikastamojen ylityönjohtoa.

Syysretki

100-vuotisjuhluvuotensa kunniaksi kutsui Oy Julius Tallberg Ab jaoston jäseniä vieraakseen tutustumaan koneosastoon Kilossa sekä kuulemaan edustamiensa päämiesten esitelmää. Toimitusjohtaja Peter Tallbergin tervehdyssanojen jälkeen nähtiin multivideoesitys yrityksen toiminnasta. Johtaja Torsti esitteli koneosaston toimintaa. Hotelli Polarissa kuultiin seuraavat esitelmät:

1) "Mustavaaran kaivos"

DI Lauri Siirama, Rautaruukki Oy

2) "Benefication of Swedish iron ore tailing with a Sala HGM-separator"

Civ.ing. Bengt Andén, Sala International Ab

3) "Autogenmalningsteknik vid Boliden Mineral"

Civ.ing. Olle Marklund, Boliden Ab

4) "Myllyn toiminta eri kierrosnopeuksilla ja vuorausprofiileilla" filmiesitys, Trelleborg Ab

5) "Referenssejä myllyn vuorauksista"

Prod.chef Bertil Mattson, Trelleborg Ab

6) "The Lasta press, the new fully-automatic filterpress"

Ing. Johannes Jörgensen, GV-Separation A/S

7) "Moderna gravimetriska separationsmetoder"

Civ.ing. Vital Dittrich, Sala International Ab

8) "Slitage i rörledningarna samt praktiska tillämpningar av godsslang inom gruvindustrin"

Ing. Göran Lindholm, Trelleborg Ab

Syysretkeen osallistui 52 jaoston jäsentä.

Jaoston johtokunta 1. 4. 1980 lähtien:

Puheenjohtaja Toimi Lukkarinen

Varapuh.johtaja Lauri Heikkilä

Pentti Raike

Pertti Koivistoinen

Heikki Kallio

Sihteeri Esko Karjalainen

Jaoston jäsenmäärä 31. 12. 1980 215 jäsentä. Lisäys vuoden aikana 20 kpl.

Johtokunta kokoontui vuoden aikana 3 kertaa.

Helsingissä 16. maaliskuuta 1981

Toimi Lukkarinen
puheenjohtaja

Esko Karjalainen
sihteeri

TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN KUULUMISIA

Vuorimiesyhdistyksen piirissä kuulee puhuttavan "toimikunnista" ja "jaostoista". On ilmennyt, että nämä termit usein sekoitetaan toisiinsa. Seuraavassa lyhyt katsaus kummankin tehtäväkenttään.

Toimikuntia on kolme: geologinen, kaivosteknillinen ja rikastusteknillinen toimikunta. Niiden tehtävänä on tutkimusehdotusten tuottaminen, tutkimussuunnitelmien laatiminen ja tutkimusten seuranta. Toimikunnat toimivat Tutkimusvaltuuskunnan (TV) alaisina, ja tutkimusaiheet sekä -suunnitelmat alistetaan TV:n päätettäväksi.

Toimikuntien jäsenet edustavat TV:n kannatusjäsenyri-tyksiä, kun taas jaostot muodostuvat saman alan Vuorimiesyhdistykseen kuuluvista henkilöjäsenistä.

Jaostoja on neljä: geologi-, kaivos-, metallurgi- sekä rikastus- ja prosessiteknikan jaosto. Jaostojen tehtävänä on edistää jäsentensä ammattitaitoa erilaisten koulutus-tilaisuuksien, seminaarien ja retkeilyjen muodossa. Jaostot ovat edustettuina TV:n kokouksissa puheenjohtajien- ja välityksellä kuten toimikunnatkin.

Kevään 1981 kuluessa on käynnistetty uusia tutkimuk- sia. Näitä ovat: 1) "Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"-projekti, jolle KTM on myöntänyt kuluvan vuoden menoarviosta 200 000 mk 2) "Kiintoaineen ja veden erotus"-esiselvitys 3) "Litogeokemiallisten malminet- sintämenetelmien merkitys Suomen oloissa"-esiselvitys. Kaksi viimeksi mainittua esiselvitystä ovat valmistuneet, mahdollisista jatkotutkimuksista päätetään myöhemmin. Vuoden vaihteessa valmistunut esiselvitys "Malmin rajan määrittäminen fyysikaalisin keinoin porareissa" on niin ikään lausuntokierroksella ao. toimikunnassa artikkelin kir- joittamishetkellä. Jatkosta päätetään myöhemmin.

Seuraavat selosteet ilmestyvät kuluvan vuoden aikana TV:n tutkimusselostesarjassa.

- "Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi", joka on esiselvitys käynnistyneelle projektille
- "Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementti-ohjelmistoista", joka on Kaivostilojen lujuslaskenta-projektin 1. osaraportti (1/80)
- "Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat olosuhde- vaatimukset"
- "Suomessa tehdyt kallioiden jännitystilamittaukset"
- "Suunnattu kairaus"
- "Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus", joka on Kuivauksen automaatio-projektin 1. osaraportti.

TV:n tutkimustoimintaan liittyvissä kysymyksissä voi kääntyä toimikunnan ja TV:n jäsenten, TV:n puheenjohtajan prof. H. Paarman tai allekirjoittaneen puoleen. Toimikuntien kokoonpanossa on tapahtunut vuoden mit- taan joitakin muutoksia, joten lienee aiheellista esittää niiden nykyinen kokoonpano tässä yhteydessä.

Geologinen toimikunta

E. Lundén (pj), Oy Partek Ab

K. Airas, Rautaruukki Oy

L. Eskola, Geol.tutk.laitos

G. Gaál, HY:n Geol.laitos

P. Huopaniemi, Myllykoski Oy

E. Rauhamäki, Outokumpu Oy

Kaivosteknillinen toimikunta

R. Matikainen (pj), TKK

N.-Å. Astermo, Oy Partek Ab

R. Hiekkänen, Imatran Voima

O. Laine, Vesto Oy

J. Pajari, Oy Lohja Ab

P. Seppänen, Outokumpu Oy

R. Ström, Tampella-Tamrock

V. Viertokangas, Rautaruukki Oy

Rikastusteknillinen toimikunta

R. Rinne (pj), Rautaruukki Oy

P. Eerola, Outokumpu Oy

H. Haveri, Yhtyneet Paperitehtaat Oy Suomen Talkki

K. Heiskanen, Larox Oy

H. Laapas, TKK

K.-G. Laurén, Oy Partek Ab

H. Savolainen, Oy Lohja Ab

TV oli ilman varapuheenjohtajaa muutaman kuukau- den. Asia korjaantui VMY:n hallituksen kokouksessa 16. 3., jolloin joht. T. Välttilä vahvistettiin TV:n varapuheen- johtajaksi.

Antti Öhberg

Tutkimusvaltuuskunnan sihteeri

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n hallitus on hyväksynyt seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

Kokouksessa 9. 12. 1980

Ainali, Olavi, DI, s. 19. 10. 1944. Rautaruukki Oy, Raahen Rautatehdas, laadunvalvontainsinööri, hyväksymiskokeet ja laatuvaatimukset. Os.: Ollinsaarentie 37 F 32, 92120 Raaha 2.

Hillberg, Kari, DI, s. 26. 12. 1950. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, käyttöinsinööri. Os.: Eteläpuisto 12 B 6, 28100 Pori 10.

Kujanpää, Veli Pekka, DI, s. 23. 5. 1954. Oulun Yliopisto, Metalliopin laitos, ylim. assistentti, v.v. Outokumpu Oy:n Säätiön tutkija. Os.: Melojantie 1 B 18, 90560 Oulu 56.

Lankila, Arimo Sakari, DI, s. 10. 7. 1953. Rautaruukki Oy, Raahen Rautatehdas, tutkimusinsinööri tuotekehitysryhmässä. Os.: Koulukuja 4 E 54, 92120 Raaha 2.

Nikkilä, Risto, DI, s. 14. 1. 1950. Oy Suomen Autoteollisuus Ab, Helsingin tehdas, laadunohjauspäällikkö. Os.: Hevoshaantie 13 K 7, 01200 Vantaa 20.

Ollila, Hannu Antti, FK, s. 25. 5. 1951. Oy Lohja Ab, Malminetsintä, geologi. Os.: Marttatuvantie 7 B 15, 08700 Virkkala.

Palmu, Pirjo Marjatta, o.s. Rantakunnas, DI, s. 15. 8. 1956. Oy Yleinen Insinööri-toimisto, tarjouslaskija talon- ja teollisuusrakennusosastolla. Os.: Laaksotie 9 A 12, 02700 Kauniainen.

Pirnes, Lauri Heikki, Ins., s. 2. 8. 1943. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti projektipalvelu- ja seurantaosaston päällikkö. Os.: Tikasmäentie 20 A, 02200 Espoo 20.

Uotila, Jari Vilho Juhani, DI, s. 9. 11. 1953. Oy Lohja Ab Minerals, tutkimusinsinööri rikastusteknisessä tutkimus- ja kehitystyössä. Os.: Virkkalantie 20 B 4, 08700 Virkkala.

Vorma, Atso Ilmari, FT, s. 16. 1. 1933. Geologinen tutkimuslaitos, Kallioperäosaston osastonjohtaja. Os.: Kuutamokatu 5 B 45.

Kokouksessa 28. 1. 1981.

Ahlstrand, Rolf, DI, s. 25. 5. 1948. Imatran Voima Oy, materiaalitekniikan pääsuunnittelija. Os.: Paasivuorenkatu 8 C 58, 00530 Helsinki 53.

Hirvas, Heikki, FK, s. 2. 8. 1943. Geologinen tutkimuslaitos, malminetsintää palvelevan maaperätutkimuksen vastualueen johtaja. Os.: Puistokaari 5 A 24, 00200 Helsinki 20.

Häyrinen, Pekka, DI, s. 16. 12. 1952. Ovako Oy Ab, Imatran Terästehdas, tutkimusinsinööri tutkimuskeskuksessa. Os.: Terästehdas B 99, 55610 Imatra 61.

Kalapudas, Reijo, TkL, s. 11. 12. 1947. Outokumpu Oy, Kaivosteknillinen Ryhmä, tutkimusinsinööri. Os.: Pohjoisahonkatu 21 as. 7, 83500 Outokumpu.

Karlsson, Pasi Juhani, Ins., s. 12. 8. 1948. Outokumpu Oy, Teknillinen Vienti, tarjousjaoksen päällikkö. Os.: Komeetankuja 3 C 42, 02210 Espoo 21.

Kaskela, Erkki Olavi, FM, s. 15. 9. 1949. Ovako Oy Ab, Imatran Terästehdas, tutkimuskemisti. Os.: Mynämäenkatu 2 A, 54100 Joutseno.

Lehto, Raimo, Ins. s. 26. 6. 1944. Rautaruukki Oy, Hämeenlinnan tehdas, teräksisten kartiopotkien tuotepäällikkö. Os.: Kikaristonkuja 2, 13210 Hämeenlinna 21.

Nordenswan, Erik Torsten, DI, 30. 11. 1949. Oy Partek Ab, sementtitehtaan tehdaspäällikkö. Os.: Malmnäs Strandvägen 14, 21600 Pargas.

Nuojua, Markku, Ins. s. 8. 7. 1951. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, rikastamon käyttöinsinööri. KP 1, 92400 Ruukki.

Partanen, Irma, DI, s. 13. 9. 1955. Outokumpu Oy Metallurginen tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri hydrometallurgian työryhmässä. Os.: Kalskeentie 2—4 B 42, 28360 Pori 36.

Pellinen, Jaakko Juhani, DI, s. 28. 1. 1947. Ovako Oy Ab, Imatran Terästehdas, tuotekehitysinsinööri. Os.: Viipurintie, 55100 Imatra 10.

Pietola, Risto, DI, s. 12. 11. 1952. Rautaruukki Oy, Raahen Rautatehdas, tutkimusinsinööri raudan ja teräksen valmistuksessa. Os.: Satulakatu 4—6 E 26, 92100 Raaha.

Pitkänen, Martti Olavi, DI, s. 15. 3. 1953. Imatran Voima Oy, ryhmäpäällikkö (metallisten materiaalien vaurio-selvitykset sekä materiaalin valinta). Os.: Telkkäkuja 4 A 20, 00200 Helsinki 20.

Rehtijärvi, Pentti Aarne, FL, s. 24. 5. 1943. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosaston tutkija litogeokemiallisissa aureolitutkimuksissa. Os.: Visakoivuntie 11 R 31, 02130 Espoo 13.

Riihimäki, Eeva-Liisa, DI, s. 3. 4. 1953. Outokumpu Oy, Metallurginen Tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri. Os.: Riihikuja 2, 28400 Ulvila.

Sakko, Jorma Kalevi, DI, s. 11. 4. 1953. Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivos, insinööriharjoittelija. Os.: Vuorimiehentie 3 A 6, 88200 Otanmäki.

Salo, Harri Jukka Sakari, DI, s. 17. 5. 1954. Outokumpu Oy, Tornion tehtaas, laadunvalvontainsinööri. Os.: Untolantie 3 B 1, 95420 Tornio 2.

Vesanto, Jarmo Johannes, FK, s. 18. 2. 1954. Outokumpu Oy, Malminetsintä, kenttägeologinen insinööriharjoittelu Vihannin kaivoksella. Os.: Kaivoskatu 10/6, 86440 Lampinsaari.

Väänänen, Veli-Matti, DI, s. 16. 9. 1954. Imatran Voima Oy, suunnitteluinsinööri yhtiön materiaalisuunnittelussa ja vauriotutkimuksissa. Os.: Saariniemenkatu 8 D 52, 00530 Helsinki 53.

Kokouksessa 12. 3. 1981.

Asikainen, Lauri Antero, DI, 28. 3. 1954. Outokumpu Oy, Hammaslahden kaivos, kaivososaston käyttöinsinööri. Os.: Pajakatu 2 A 7, 80260 Joensuu 26.

Damstén, Martti Sakari, FK, s. 3. 8. 1949. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Mäkikatu 3 B 34, 70100 Kuopio 10.

Heino, Timo Olavi, FK, s. 13. 5. 1948. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Suunnistajantie 11 G 47, 70200 Kuopio 2.

Johansson, Erik Juhani Walfrid, DI, s. 22. 3. 1955. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, kaivososaston insinööri. Os.: Kaivoskatu 10/2, 86440 Lampinsaari.

Karhunen, Jukka Olavi, DI, s. 8. 12. 1950. VTT, forskare i mineralteknik. Os.: Doppingbrinken 1 B 12, 00200 Helsingfors 20.

Kerkkonen, Olavi Johannes, FK, s. 15. 3. 1949. Rautaruukki Oy, Malminetsintä, geologi. Os.: Mäkiranta 8 A 10, 96400 Rovaniemi 40.

Koskinen, Matti Kaarlo, DI, s. 17. 6. 1948. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, tutkimusinsinööri. Os.: Koivikkotie 7 A, 86900 Pyhäkumpu.

Kyllönen, Jukka Tapio, DI, s. 24. 3. 1955. HTKK, Vuoriteollisuusosasto, tutkimusapulainen mineraalitekniikan laboratoriossa. Isonvillasaarentie 7 O 162, 00960 Helsinki 96.

Lovén, Pekka Antero, DI s. 6. 4. 1952. HTKK, Vuoriteollisuusosasto, tutkija louhintatekniikan laboratoriossa. Os.: Servin Maijan tie 6 B 24, 02150 Espoo 15.

Mentonen, Pentti Antero, Ins. s. 31. 8. 1946. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, kaivososaston käyttöinsinööri (maanalainen kaivostyö). Os.: Koivikkotie 6 B, 86900 Pyhäkumpu.

Natunen, Harri Heikki Tapio, DI, s. 12. 3. 1955. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, insinööriharjoittelija. Os.: Kaivoskatu 10/3, 86400 Lampinsaari.

Niemelä, Mauri, FK, s. 19. 9. 1945. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Puistokatu 10 B 38, 70100 Kuopio 10.

Nikander, Jarmo Kalervo, FK, s. 18. 9. 1947. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Minna Canthinkatu 55 B 48, 70100 Kuopio 10.

Rantakari, Seppo Ensio, Ins., s. 22. 9. 1944. Outokumpu Oy, pääkonttori, laitekehityspäällikkö, prosessilaitteiden kehityksen tehostaminen ja koordinointi. Os.: Aapelinkatu 5 B 7, 02230 Espoo 23.

Ruotsalainen, Aimo, FK, s. 14. 4. 1950. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, geofyysikko malminetsintää palvelevassa geofyysikan ryhmässä. Os.: Suunnistajantie 3 B 74, 70200 Kuopio 20.

Vanne, Jouko, FK, s. 18. 10. 1946. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Tapionkatu 9 A 8, 70500 Kuopio 50.

Västi, Kaj Juhani, FM, s. 10. 9. 1948. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Retkeilijäntie 16 A 8, 70200 Kuopio 20.

Aikäs, Kari, FK, s. 13. 4. 1951. HTKK/Vuoriteollisuusosasto, louhintatekniikan laboratorio, tutkija. Os.: 06880 Kärby.

Öhberg, Antti, DI, s. 23. 9. 1953. HTKK/Vuoriteollisuusosasto, louhintatekniikan laboratorio, tutkija. Os.: Urheilutie 11 T 76, 02700 Kauniainen.

UUTTA JÄSENISTÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

DI Markku Ainali. Os.: Laaksoalahdentie 9 E 14, 02730 Espoo 73.

DI Tuomo Airaksinen on siirtynyt 1. 12. 1980 Kemira Oy:n Teknilliseen Ryhmään rikastusinsinööriksi tehtävään fosfaattirikastuksen teknilliseen vientiin liittyvät tutkimus- ja kehitystehtävät. Os.: Honkaranta K, 71800 Siilinjärvi.

DI Juhani Ala-Antti. Os.: Kristinebergintie 5 B, 95450 Kokkangas.

TkL Veikko Alasvuo on nimitetty 1. 1. 1981 alkaen Ovako Oy Ab:n Imatran Terästehtaan tuotekehitysosaston osastopäälliköksi.

DI Reijo Anttonen toimii Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisessä ryhmässä rikastusteknisenä tutkimusinsinöörinä.

DI Veikko Arola on siirtynyt tuotepäälliköksi Tamrock Drills'iin 1. 2. 1981 alkaen. Os.: Kirkkoveräjätie 7 B 12, 33950 Pirkkala 5.

DI Markku Arvilommi toimii 2:n vuoden ajan Hellenic Ferroalloys S.A:n Ahngraan rakennettavan ferrokromitehtaan rakennustöiden työmaapäällikkönä sekä paikallisten suunnittelujen ja hankintojen valvojana. Os.: Aiolo 28, Agia Paraskevi, Athens, Greece.

Prof. Paavo Asanti on palannut kotimaahan. Os.: Otakallio 2 A, 02150 Espoo 15.

DI Nils-Åke Astermo. Os.: Skolgatan, 21600 Pargas.

DI Tomas Astorga. Os.: Pohjoisahonkatu 19 as. 6, 83500 Outokumpu.

DI Kari Avellan toimii omistamansa Konsultointi Kareg Ky:n toimitusjohtajana. Os.: Jääkärintie 10 b, 00150 Helsinki 15.

DI Johan Backman. Os.: Terästehdas B 107 as. 8, 55610 Imatra 61.

Dipl.ekon. Sven Bertlin on kutsuttu 1. 4. 1981 Oy Wärt-sillä Ab:n Keskushallintoon muodostetun talousosaston talousjohtajaksi.

FT Alf Björklund on nimitetty 1. 2. 1981 Geologisen tutkimuslaitoksen geokemian osaston osastojohtajaksi.

DI Kaj Christiansen arbetar som projektingenjör vid Outokumpu Oy:s Teknisk export. Adr.: Årsgränden 3, 02200 Esbo 20.

DI Jorma Daavittila. Os.: Yökuja 4 C, 02210 Espoo 21.

DI Klas-Göran Eriksson on nimitetty Ovako Oy Ab:n Äminneforsin tehtaanjohtajaksi.

DI Ilkka Eskola. Os.: Ukonvaaja 2 C 56, 02130 Espoo 13.

DI Peter Flinck. Os.: Thurmannipuistotie 2 E 18, 02700 Kauniainen.

DI Jarmo Frii toimii Outokumpu Oy:n Kotalahden kaivoksen suunnitteluinsinöörinä. Os.: 71470 Oravikoski.

TkL Teuvo Grönfors. Os.: Vapaudenkatu 8 A 26, 15110 Lahti 11.

DI Pentti Haapala on nimitetty Oy Lohja Ab:n Ruduksen tulosvastuulliseksi soraosaston päälliköksi. Os.: Perärintie 18 E 22, 00980 Helsinki 98.

DI Ilkka Haapamäki. Os.: Nuottakunnantie 3 D 19, 02230 Espoo 23.

TkT Ilkka Haavisto toimii Kankaanpään Teräksen toimitusjohtajana. Os.: Lorvikatu 7 as. 14, 38700 Kankaanpää.

TkT Tero Hakkarainen. Os.: Mäntyviita 3 A 2, 02110 Espoo 11.

TkL Timo Hakkarainen toimii Rautaruukki Oy:n Raahen Rautatehtaiden tutkimuslaitoksella metallografian esimiehenä. Os.: Kuljunniemi E, 92160 Saloinen.

DI Arto Hakola toimii kaivosteknisenä projekti-insinöörinä Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisessä ryhmässä sekä neuvottelevan kaivosinsinöörin varamiehenä.

DI Aimo Hattula. Os.: Meiramitie 5, 90460 Oulunsalo.

DI Into Heikkilä. Os.: Porajantie 1 A 1, 88200 Otanmäki.

DI Pertti Heikkilä. Os.: Haarakatu 2 A 6, 33100 Tampere 10.

DI Risto Heikkinen toimii Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisessä ryhmässä neuvottelevan kunnossapitoinsinöörin alaisena sähköinsinöörinä.

DI Pertti Heinonen toimii Oy W. Rosenlew Ab:n teräsvalimon käyttöinsinöörinä. Os.: Länsipuisto 26 A 9, 28100 Pori 10.

DI Pentti Hintikka on nimitetty Oy Tampella Ab:n Tamrock'in johtajaksi ja yhtiön johtajiston jäseneksi.

TkT Martti Hirvonen on nimitetty 1. 11. 1980 alkaen Outokumpu Oy:n Fysiikan laitoksen vanhemmaksi tutkijaksi.

DI Paavo Hooli toimii Outokumpu Oy:n Tornion tehtailta jaloterässulaton kehitysinsinöörinä. Os.: Ahotie 11 C 2, 95420 Tornio 2.

DI David Hughes toimii Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä elektroniikkaryhmässä kehitysinsinöörinä. Os.: Soukantie 15 E 145, 00360 Espoo 36.

DI Tauno Huhtelin. Os.: Yökuja 4 B, 02210 Espoo 21.

DI Matti Huitu toimii Outokumpu Oy:n pääkonttorissa Kaivos- ja metallurgisessa yksikössä tuotekehitysinsinöörinä. Os.: Suomela, 03100 Nummela.

FT Lauri Hyvärinen on nimitetty 1. 2. 1981 Geologisen tutkimuslaitoksen malmitutkimuksen osastoryhmän tutkimusjohtajan virkaan.

DI Mikko Häkämies toimii 2. 3. 1981 alkaen Oy Sako Ab:ssa Sako—Tikka asemakkinoinnissa Tikka-aseiden myyntipäällikkönä. Os.: Viertolantie 16 as. 11, 11120 Riihimäki 12.

TkT Hannu Hänninen. Os.: Albertinkatu 19 B 23, 00120 Helsinki 12.

FL Erkki Ilvonen. Os.: Valtakatu 38 A 9, 96200 Rovaniemi.

JÄSENLUETTELOIN TOIMITTAMINEN

Yhdistyksen hallitus on päättänyt toimituttaa uuden jäsenluettelon Vuoriteollisuus-Bergshanteringen lehden n:o 2:n yhteydessä. Edellinen jäsenluettelo toimitettiin v. 1978. Tehtävä annettiin yhdistyksen jäsenkortiston hoitajalle, TkL Heikki Aulangolle.

Jäsenistön osoitteissa ja tehtävissä tapahtuu vuosittain 400—500 muutosta. Osa muutoksista tulee tietoon vuosikokouskutsujen ilmoittautumiskorteissa, osa jäsenmaksukuiteissa ja jotkut jopa lähettävät erillisen osoitemuutostiedoituksen. Tehtävänmuutoksista saa kortistonhoitaja tietoja Kauppalehden- ja sanomalehtien "nimitys"-palstoilta, mutta osasta ei saada tietoja edes kirjallisilla tiedusteluillakaan.

Jotta luettelo saataisiin ainakin toimitushetkellä ajantasalla olevaksi, pyytää jäsenkortistonhoitaja, että kaikki jäsenet lähettäisivät muuttuneet osoite- ja tehtävätietonsa vaikka kästä lehdestä leikattavalla lappusella osoitteella: TkL Heikki Aulanko, Vuoriharjuntie 35, 02320 Espoo 32, viimeistään 30. 9. 1981.

Etukäteen tiedoista kiittäen

Heikki Aulanko

FM **Osmo Inkinen** on palannut Mexicosta ja toimii projektigeologina Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisessä ryhmässä Outokummussa. Os.: Lainaankatu 1 E 30, 96200 Rovaniemi.

FK **Olli-Pekka Isomäki**. Os.: Vilpunkatu 2 C 17, 02230 Espoo 23.

DI **Anders Jernström**. Os.: Kjellingsvägen 15 A 6, 10650 Ekenäs 5.

DI **Kari Jokinen**. Os.: Kristinebergintie 5, 95450 Kokkangas.

DI **Ari Juva** on nimitetty Oy Huber Ab:n laaduntarkastusyksikön Huber Testingin päälliköksi.

DI **Jouni Järkkälä** toimii Rautaruukki Oy:n putkiryhmässä myynti-insinöörinä. Os.: Humalniementie 5 F 45, 00840 Helsinki 84.

TkL **Antero Järvinen**. Os.: Solhult 3, 10820 Lappohja.

DI **Jukka Järvinen** on nimitetty 24. 11. 1980 Outokumpu Oy:n Metallurgisen tutkimuslaitoksen alaisen Sotkamon mustaliuske-esiintymän tutkimusprojektin päälliköksi sijoituspaikkanaan Outokumpu. Os.: Raivionmäentie 2 B, 83500 Outokumpu.

TkT **Esa Jutila** on kutsuttu Oy Partek Ab:n kehityskeskukseen johtajaksi toimipaikkanaan Parainen. Os.: Oy Partek Ab, 21600 Parainen.

DI **Rauno Kaija**. Os.: Ampuhaukantie 4 A 15, 90250 Oulu 25.

DI **Kari Kallio** on sairaseläkkeellä. Os.: Mainiemi, 17500 Padasjoki.

DI **Aarno Kalliokoski**. Os.: Lepikkotie 1, 86900 Pyhäkumpu.

DI **Antti Kari** toimii Kone Oy:n Engineering Divisionin tuotekehitysjohtajana. Os.: 15870 Salpakangas.

DI **Esko Karjalainen**. Os.: Orvokkitie 13 F 48, 01300 Vantaa 30.

Ins. **Raimo Karling**. Os.: Mustankallionkuja 8, 55610 Imatra 61.

DI **Jalmari Kekarainen**. Os.: Kvarnabba, 68550 Öja.

DI **Markku Kempainen**. Os.: Nuottakunnantie 3 A 2, 02230 Espoo 23.

DI **Hannu Kempainen**. Os.: Nuottakunnantie 3 B 8, 02230 Espoo 23.

DI **Matti Ketolainen**. Os.: Kuusikontie 15 B, 92100 Raahe.

DI **Erja Kilpinen**. Os.: Tytyrinkatu 3 as. 18, 08100 Lohja 10.

DI **Tapani Kilponen**. Os.: Kuusikkotie 1 B, 86900 Pyhäkumpu.

DI **Arto Kivimäki**. Os.: Iltatie 8 B 9, 02210 Espoo 21.

DI **Börje Klalle** on nimitetty Outokumpu Oy:n Kaivos- ja metallurgisen ryhmän johtoryhmän jäseneksi.

DI **Tatu Koivuniemi**. Os.: Leppäranta, 28400 Ulvila.

DI **Erkki Korhonen** toimii Rautaruukki Oy:n Oulun Keskuskonttorissa projektisuunnitteluinsinöörinä. Os.: Pääskytie 21 A 4, 90650 Oulu 65.

DI **Arto Korpisalo**. Os.: Leinikintie 6, 85500 Nivala.

DI **Vesa Koskinen** on nimitetty 15. 1. 1981 Makron Oy:n markkinointijohtajaksi. Os.: Sippalantie 17, 15830 Lahti 83.

DI **Ahti Kosonen** on nimitetty Outokumpu Oy:n Metalliteollisuusryhmään Poriin perustetun lääketuoteyksikön johtajaksi.

DI **Jaakko Kotola**. Os.: Valjaskatu 14, 55100 Imatra 10.

DI **Aimo Kuivala**. Os.: Kevättie 3, 67200 Kokkola 20.

DI **Mikko Kumpula** on nimitetty Valmet Oy:n Rautapohjan tehtaan valimon myyntipäälliköksi. Os.: Pauhan-
katu 8, 92100 Raahe.

DI **Kaarina Käenniemi**, o.s. Koskinen. Os.: Erkkintie as. 4, 29600 Noormarkku.

DI **Lauri Kärävä** on nimitetty Kemppi Oy:n hitsauslinjan markkinointijohtajaksi ja johtoryhmän jäseneksi. Ins. **Aira Köykkä**. Os.: Hyvelä, 28270 Pori 27.

DI **Vesa Laakso**. Os.: Malmnäsintie 9 B, 21600 Parainen.

TkL **Martti Laasasenaho**. Os.: Kotipolku 5, 71800 Siinjärvi.

DI **Antero Lalu**. Os.: Tinakatu 4, 55610 Imatra 61.

TkT **Heikki Lantto** on nimitetty rikastustekniikan dosentiksi Oulun yliopistoon.

DI **Antti Lehtola** toimii Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisessä ryhmässä rikastusteknisenä projekti-insinöörinä ja neuvottelevan rikastusinsinöörin varamiehenä.

DI **Antero Leikko**. Os.: Kuusikuja, 31600 Jokioinen.

DI **Reijo Leivo** on nimitetty 27. 10. 1980 alkaen Terästuote Oy:ssä linjapäälliköksi vastuualueenaan hakun-
terien tuotanto ja kehitys Toijalassa sekä Outokummun
tehtaan tuotanto ja kehitys. Os.: Tehtaantie 5, 37800
Toijala.

DI **Tapio Leskinen** tulee toimimaan Outokumpu Oy:n Kaakkois-Aasian toimiston päällikkönä. Os.: Outokumpu Regional Headquarter, P.O.Box 1010 MCC, Makati, Metro Manila, 3117 Philippines.

DI **Arto Levanto** on 1. 1. 1981 nimitetty Rautaruukki Oy:n kehitysosastolle apulaisjohtajaksi tehtäväänään yhtiön kehitystoimintaan liittyvät asiat.

DI **Risto Liisanantti**. Os.: Kristinebergintie 5 C, 95450 Kokkangas.

VTK **Juhani Linna**. Os.: Särkiniementie 10 B, 00210 Helsinki 21.

DI **Pekka Lovén**. Os.: Kuutamokuja 8 B 23, 02210 Espoo 21.

DI **Pertti Lumme**. Os.: Merikulmantie 43, 20310 Turku 31.

DI **Gunnar Lundqvist** on nimitetty 16. 5. 1981 alkaen Ovako Oy Ab:n Koverharin Terästehtaan kaupallisen osaston päälliköksi.

DI **Henry Lönnberg** toimii Ovako Oy Ab:n Dalsbrukin tehtailla tuotekehitysinsinöörinä. Os.: Stenkakola B 30 4, 25900 Taalintehdas.

DI **Eero Löytymäki** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin Engineering-ryhmän johtajana sekä Teknillisen viennin johtoryhmän jäsenenä.

TkL **Raimo Makkonen** on 13. 10. 1980 nimitetty Ovako Oy Ab:n Dalsbrukin tehtaanjohtajaksi. Ovako Dalsbruk kuuluu Ovakon teräslankaryhmään.

DI **Aaro Matikkala** toimii Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisessä ryhmässä kaivosteknisenä projekti-insinöörinä.

DI **Nils-Göran Mattfolk**. Os.: Dalhöjden 4 A, 25900 Dalsbruk.

FM **Hannu Mattila** toimii kaivosgeologina Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksella. Os.: Karsitie 1 B, 86440 Lam-
pisaari.

Jäsenluetteloa varten lähetän itsestäni seuraavat tiedot:

Toimipaikka:

Nykyinen tehtävä:

(lyhyt määrittelmä)

Kotiosoite:

Oppiarvo:

Nimi:

Lähetetään osoitteella:

TkL Heikki Aulanko
Vuoriharjuntie 35
02320 Espoo 32

DI **Jaakko Mattila** on nimitetty Oy Tampella Ab:n metalliteollisuustoimialan johtajaksi. Siihen kuuluvat paerikoneteollisuus, kattilateollisuus, prosessiteknikka ja Tamrock.

DI **Anders Moliis-Mellberg** on nimitetty Ovako Oy Ab:n Koverharin Terästehtaan tuotanto-osaston alaisuuteen perustetun masuuniosaston osastopäälliköksi.

DI **Raimo Monni** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin tulosityhmän johtajaksi. Os.: Luotsikatu 5 A 3, 00160 Helsinki 16.

DI **Jukka Murtoaro** on nimitetty Oy Lohja Ab:n kulutuselektronikan johtajaksi ja samalla koko elektronikkateollisuusryhmän varajohtajaksi. Os.: Mahlakuja 3 B, 02130 Espoo 13.

DI **Olavi Mäenpää** on palannut Brasiliasta ja toimii Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä projekti-insinöörinä. Os.: Telämäentie 46, 02170 Espoo 17.

DI **Onni Mäkelä** on nimitetty Outokumpu Oy:n Keretin kaivoksen johtajaksi.

FK **Tuomo Mäkelä** on vuoden komennuksella Outokumpu Oy:n Ulkomaisen yritystoiminnan tehtävissä Perussa. Os.: Apartado 2946, Lima 1, Peru.

FK **Ulla Mäkelä**, o.s. **Latvalahti**. Os.: Kääntöpiiri 2 A 34, 02210 Espoo 21.

TkT **John (Jussi) Nelson** on palannut Englannista ja toimii konsultoivana metallurgina Ekono Oy:ssä 2. 3. 1981 alkaen. Os.: c/o Ekono Oy, Pl 27, 00131 Helsinki 13.

TkL **Matti Oksama** toimii Outokumpu Oy:n Fysiikan laitoksella geofysikkona. Os.: Maininkitie 8 E 57, 02320 Espoo 32.

DI **Vesa Ollilainen**. Os.: Savikannantie 27, 55610 Imatra 61.

DI **Heikki Oravainen**. Os.: Koulukuja 4 B 21, 92120 Raaha 2.

DI **Esko Orivuori** toimii Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisessä ryhmässä kaivosteknisenä suunnitteluinsinöörinä.

FM **Esko Partio** on nimitetty Maa ja Vesi Oy:n geologian ja maastotutkimuksen osaston osastopäälliköksi.

DI **Osmo Parviainen** on nimitetty 1. 1. 1981 Outokumpu Oy:n kaivosten työsuojeluinsinööriksi toimien samalla Keretin, Vuonoksen ja Hammastahden kaivosten työsuojelupäällikkönä. Os.: Puistokatu 22, 83500 Outokumpu.

FT **Lauri Pekkarinen** on siirtynyt Rautaruukki Oy:n Malminetsinnän palvelukseen Oulussa. Os.: Ampuhaukantie 3 A 6, 90250 Oulu 25.

FK **Vesa-Jussi Penttilä**. Os.: Huvilakatu 10 D 19, 80200 Joensuu 20.

DI **Jussi Pietinalho** toimii Ovako Oy Ab:n Koverharin Rauta- ja terästehtaalla kehitysinsinöörinä. Os.: Fleminginkatu 4—6 B 13, 10600 Tammisaari.

DI **Erkki Pimiä**. Os.: Mäntymäentie 32, 02700 Kau-niainen.

DI **Heikki Pitkänen**. Os.: Ollinkehä 6 G 77, 92120 Raaha 2.

DI **Rauno Pitkänen**. Os.: Lepikkotie 5, 86900 Pyhä-kumpu.

DI **Seija Poitsalo**. Os.: Laajasalontie 41, 00840 Hel-sinki 84.

DI **Jorma Porkka** on nimitetty 1. 1. 1981 alkaen Outo-kumpu Oy:n Kaivosteknillisen ryhmän neuvottelevaksi kaivosinsinööriksi ja Kaivosteknillisen ryhmän johta-jan varamieheksi.

DI **Kari Pulkkinen** on nimitetty 1. 1. 1981 alkaen Outo-kumpu Oy:n Kotalahden kaivoksen rikastamon osasto-päälliköksi. Os.: Riviera as. 2, 71470 Oravikoski.

TkL **Raimo Pulkkinen**. Os.: Ollinkehä 4 E 45, 92120 Raaha 2.

DI **Timo Pyykkö**. Os.: Poraaantie 1 A 8, 88200 Ota-nmäki.

DI **Tommi Pöntynen**. Os.: Puistolantie 8 as. 1, 87150 Ka-jaani 15.

Ins. **Heimo Pöyry**. Os.: Kivitie 7, 86440 Lampinsaari.

Ins. **Kalevi Raipala** toimii Ovako Oy Ab:n Koverharin Terästehtaan kehitysinsinöörinä. Os.: Koivumäki 2, 10620 Högbacka.

DI **Pekka Ramula**. Os.: Pispalanvaltatie 51, 33250 Tam-pere 25.

DI **Mauri Rantanen**. Os.: Yökuja 4 G, 02210 Espoo 21.

DI **Seppo Rantanen** toimii Outokumpu Oy:n Kaivos-tekniillisessä ryhmässä laitekehitysinsinöörinä. Os.: Kirk-kopolku 28, 83500 Outokumpu.

DI **Tapani Rantapirkola** toimii Rautaruukki Oy:n Raa-hen Rautatehtaalla rauta- ja teräsprosessien tutkimus-ryhmän tutkimusinsinöörinä. Os.: Kuljunniemi C, 92160 Saloinen.

DI **Pekka Rikka** toimii Kymi-Kymmene Metallin teol-lisuusvalvon myyntipäällikkönä sijoituspaikkanaan Tuk-holma. Os.: Bryggvägen 4, S- 117 46 Stockholm, Sverige.

DI **Markku Rissanen**. Os.: Mataratie 1 A 4, 90580 Oulu 58.

DI **Ari Roitto**. Os.: Virkkalantie 20 C 26, 08700 Virk-kala.

DI **Ilkka Roitto** toimii Oy Lohja Ab:n Minerals-tuote-ryhmässä tuotannon tutkimusinsinöörinä Virkkalassa. Os.: Virkkalantie 20 C 26, 08700 Virkkala.

FL **Martti Romu**. Os.: Valpuri Innamaankatu 5 B 53, 20610 Turku 61.

Ins. **Eino Rosenberg**. Os.: Trumpetarintie, 28450 Vanha-Ulvila.

DI **Simo Ruonamaa** toimii Outokumpu Oy:n Kaivos-tekniillisessä ryhmässä tutkimusinsinöörinä. Os.: Kansa-laiskoulunkatu 5 as. 4, 83500 Outokumpu.

DI **Pentti Ruusunen**. Os.: Mikonkatu 30 as. 36, 28100 Pori 10.

TkT **Erkki Räsänen**. Os.: Ruskontie 10 C, 92120 Raaha 2.

DI **Eero Rättyä**. Os.: Karhutie 10, 95410 Kiviranta.

DI **Jukka Saarela** toimii Rautaruukki Oy:n Raahan Rautatehtaan teräsulatto-osaston konverterilaitoksen käyttöinsinöörinä. Os.: Ollinkehä 4 A 14, 92120 Raaha 2.

DI **Markku Saarela**. Os.: Kirkkoputaantie 10 C, 95420 Tornio 2.

Ins. **Heimo Saarinen** on nimitetty 1. 1. 1981 alkaen Harjavallan tehtaiden johtajan toimen lisäksi Outokumpu Oy:n Kaivos- ja metallurgisen ryhmän johtoryhmän jä-seneksi.

DI **Reino Saarinen**. Os.: Latvatie 11 P, 02710 Espoo 71.

FK **Kalevi Saarni**. Os.: Kanava-aukio 6 as. 8, 55100 Imatra 10.

FK **Tapio Salaterä**. Os.: Ahosenniemi, 73670 Luikon-lahti.

DI **Anneli Salonen** toimii Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksella rikastamon tutkimusinsinöörinä. Os.: Uitto-miehentie 22, 86300 Oulainen.

DI **Sakari Sihvo** toimii Ovako Oy Ab:n Imatran Te-rästehtaan hienovalssaamon käyttöinsinöörinä. Os.: Te-rästedhas B 99 as. 1, 55610 Imatra 61.

DI **Aarne Siikarla**. Os.: Ourintie 26, 28600 Pori 60.

DI **Aarne Siikavuo** on nimitetty Ovako Oy Ab:n Imat-ran Terästehtaan hallintopäälliköksi, jonka alaisiksi kuu-luvat henkilöstö-, talous- ja systeemitoinnat.

DI **Lauri Siirama** toimii Kemira Oy:n Teknillisessä ryhmässä rikastusinsinöörinä. Os.: Honkarannantie 1 J, 71800 Siilinjärvi.

DI **Hannu Silvennoinen** on nimitetty 1. 1. 1981 alkaen Suomen Malmi Oy:n geofysiikan osastopäälliköksi.

DI **Erkki Simonen**. Os.: Kuusientie 14, 41340 Laukaa.

DI **Seppo Sivonen**. Os.: Paulintie 12, 90540 Oulu 54.

Ins. **Eero Soininen** on nimitetty 1. 1. 1981 Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksen kaivososaston päälliköksi. Os.: Notkokatu 1 B, 83500 Outokumpu.

TkL **Raimo Soininen** on nimitetty 1. 11. 1980 alkaen Rautaruukki Oy:n putkiryhmän teknisen neuvonnan päälliköksi.

FL **Pentti Sotka**. Os.: Vaskivuorentie 4 F 39, 01610 Vantaa 61.

DI **Olavi Suomalainen**. Os.: General Delivery, Snow Lake, Manitoba ROB 1 MO, Canada.

DI **Eero Suomi**. Os.: Papinniityntie 44 D 16, 13210 Hämeenlinna 21.

DI **Risto Suppanen**. Os.: Erottajankatu 3, 10600 Tam-misaari.

DI **Hannu Suvanto**. Os.: Anjankuja 3 B 113, 02230 Es-poo 23.

DI **Tapio Takalo**. Os.: Hämäläntie 4 as. 2, 90800 Oulu 80.

DI **Henrik Tallberg** har utnämnts till direktör för Atlas Copco Avdelningen vid Oy Julius Tallberg Ab. Adr. Björkholmsvägen 12 A, 00200 Helsingfors 20.

DI **Teemu Tanner** on kutsuttu 1. 4. 1981 Oy Tampella Ab:n metalliteollisuuteen kuuluvaan Tamrock'iin muo-dostetun uuden tulosityksikön — Tamrock Trackdrillsin johtajaksi. Os.: Kohmankaari 1 K 43, 33310 Tampere 31.

DI **Kari Terho** toimii Ovako Oy Ab:n Imatran Teräs-tehtaan teräsosaston käyttöinsinöörinä. Os.: Puolukka-polku 4, 55320 Rauha 2.

DI **Rolf Therman** on kutsuttu 23. 3. 1981 alkaen Oy Partek Ab:n keskusjohtoon johtajaksi vastuualueenaan kevyt teollisuus, missä ominaisuudessa hän tulee toimimaan tämän lohkon johtokunnan puheenjohtajana.

DI **Matti Tukiainen**. Os.: Esplanaadi 92 B, 10900 Hanko.

DI **Tuomo Tuohino** toimii Rautaruukki Oy:n Rautavaaran kaivoksella suunnitteluinsinöörinä 1. 2. 1981 alkaen. Os.: Raittipellontie 1 A 1, 95900 Kolari.

FT **Heikki Tuominen**. Os.: Ristiniementie 28 A 9, 02320 Espoo 32.

DI **Seppo Tuominen** toimii Suomen Sokeri Oy:n Finsugar Consulting -tulosityksikön projekti-insinöörinä. Os.: Taivaanvuohentie 14 A 7, 00200 Helsinki 20.

TkT **Kari Tähtinen** on nimitetty 1. 1. 1981 Ovako Oy Ab:n Imatran Terästehtaan erikoisteräsoaston päälliköksi. Os.: Hevossuontie 8, 55100 Imatra 10.

DI **Jari Uotila**. Os.: Virkkalantie 20 B 4, 08700 Virkkala.

DI **Kalle Vaajoensuu**. Os.: Täysikuu 1 A 4, 02210 Espoo 21.

FT **Heikki Vartiainen**. Os.: Lainaankatu 8, 96200 Rovaniemi 20.

TkL **Heikki Vatiilo**. Os.: Suuntakatu 7 A 5, 55610 Imatra 61.

TkL **Martti Veistaro** toimii Ovako Oy Ab:n Imatran Terästehtaan tuotekehitysosastolla tutkimusinsinöörinä. Os.: Sinikankuja 1, 55100 Imatra 10.

DI **Olli Wickstrand** toimii Sako Oy Ab:n myyntipäällikkönä. Os.: Lopentie 53 as. 5, 11100 Riihimäki 10.

DI **Viljo Viertokangas**. Koskitie 28 E 11-12, 90500 Oulu 50.

FK **Juha-Pekka Vihavainen**. Os.: Metsäpirtintie 2 A 3, 02130 Espoo 13.

DI **Jukka Viitanen**. Os.: Kivitie 17, 02240 Espoo 24.

Ins. **Markku Virta**. Os.: Annelinkatu 3, 55100 Imatra 10.

FK **Esko With** on nimitetty 1. 1. 1981 alkaen Suomen Malmi Oy:n geotekniikan osastopäälliköksi.

FT **Alexis von Volborth** on siirtynyt Montana College of Mineral Science and Technology'iin kemian ja geokemian professoriksi. Os.: Chemistry-Geochemistry Dept., Montana College of Mineral Science and Technology, Butte, Montana 59701, U.S.A.

FM **Erkki Vornanen**. Os.: Jalastie 12, 90650 Oulu 65.

DI **Aimo Vuento** on nimitetty 1. 1. 1981 IPT Insinööri-toimisto Pohjatutkimus Oy:n keskustoimistossa jaostopäälliköksi vastuualueenaan kalliotekniikan suunnittelu.

TkL **Raimo Vuolio**. Os.: Lahntie 7 as. 4, 02170 Espoo 17.

DI **Reima Väinölä**. Os.: Kieppikuja 4 H, 55610 Imatra 61.

DI **Timo Välttilä**. Os.: Kuusikkotie 3, 86900 Pyhäkumpu.

Outokumpu Oy:n Norilskin projektin sulattojen käyntinajo-, koulutus- ja metallurgisiin tehtäviin on noin vuoden ajaksi komennettu joukko Outokumpu Oy:n insinöörejä. Osalla ovat perheet mukana, osa on poikamiehinä. Kaikkien postiosoitteena on: Outokumpu Oy, TEVI/Norilsk projekti, Pl 27, 02201 Espoo 20.

DI **Risto Saarinen** toimii 18. 2. 1981 alkaen Norilskin sulaton käyntinpanopäällikkönä.

Muut komennuksella olevat ovat:

DI **Reijo Ahlberg**, TEVI, Espoo

DI **Pentti Ahola**, Kokkolan tehta

DI **Antti Heikkinen**, Harjavallan tehta

DI **Heikki Huikko**, TEVI, Espoo

DI **Tapio Keränen**, TEVI, Espoo

DI **Pasi Koskinen**, Harjavallan tehta

DI **Aimo Kurki**, TEVI, Espoo

DI **Matti Maukola**, TEVI, Espoo

TkL **Jorma Myyri**, Harjavallan tehta

DI **Heikki Saari**, Porin tehta

DI **Antti Seeste**, Harjavallan tehta

DI **Heikki Welling**, TEVI, Espoo

SUORITETTUJA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos

Geologian ja mineralogian osasto

Tammikuun 24 päivänä 1981 tarkastettiin julkisesti FL **Seppo I. Lahden** väitöskirja "On the granitic pegmatites of the Eräjärvi area in Orivesi, southern Finland". Vastaväittäjänä toimi dos. Ilmari Haapala ja kustoksena prof. Heikki V. Tuominen. Väitöskirja on julkaistu sarjassa Geological Survey of Finland, Bulletin 314, 1981.

Maaliskuun 14 päivänä 1981 tarkastettiin julkisesti FM **Kari K. Kojosen** väitöskirja "Geology, geochemistry and mineralogy of two Archean nickel-copper deposits in Suomussalmi, eastern Finland". Vastaväittäjänä toimi apul.prof. Heikki Papunen ja kustoksena prof. Heikki V. Tuominen. Väitöskirja on julkaistu sarjassa Geological Survey of Finland, Bulletin 315, 1981.

Filosofian lisensiaatit:

Nurmi, Pekka: "Molybdeenin dispersio ja esiintymisen maanpinnan olosuhteissa geokemiallisen etsinnän kannalta, esimerkialueena Korpiselkä, Sodankylä".

Työn alussa esitetään kirjallisuuskatsaus molybdeenin geokemiasta ja geokemiallisesta etsinnästä. Tutkimusosassa käsitellään molybdeenin dispersiota sekä esiintymistä Korpiselän alueen orgaanisissa purosedimenteissä, mineraalimaalajeissa ja turpeessa.

Esimerkkialueen orgaanisen purosedimentin Mo-pitoisuudet ovat alhaisia eivätkä muodosta yhtenäistä anomaliaa. Orgaanisten lähdesedimenttien pitoisuudet ovat selvästi korkeampia ja pitoisuusvaihtelut huomattavia. Tutkituista metalleista ainoastaan uraani korreloi merkittävästi molybdeenin kanssa osoittaen molybdaatin ja uranyylin samankaltaista geokemiallista käyttäytymistä ko. olosuhteissa.

Tutkimusalueen mineraalimaalajeissa molybdeeni esiintyy epäyhtenäisenä mutta selvästi rajautuvana anomaalilaisena vyöhykkeenä. Molybdeenin rikastuu soraan ja hiekkään, mutta korkeimmat Mo-pitoisuudet ovat kuitenkin moreenissa. Rapakallion Mo-pitoisuudet ovat alhaisia. Anomaaliosassa vyöhykkeessä molybdeenin positiiviset korrelaatiokerroimet Fe:n, Mn:n, V:n ja U:n kanssa ovat merkittäviä. Alueellisesti molybdeenin korrelaatiokerroin raudan kanssa on mineraalimaalajeissa heikosti negatiivinen.

Turpeessa molybdeeni on rikastunut Korpiselän alueella selvästi lähelle mineraalimaan kontaktia, lajittuneiden kerrosten yläpuolelle. Alimpien turvenäytteiden ja ylimpien mineraalimaaperänäytteiden Mo-pitoisuuksien välillä ei ole riippuvuutta tutkimusalueella. Turpeessa molybdeeni korreloi positiivisesti sinkin kanssa.

Sotka, Pentti: "Suomen potentiaaliset alumiinioksidin raaka-aineet ja niiden hyväksikäyttömahdollisuudet".

Tutkimuksessa käsitellään maamme potentiaalisina alumiinioksidilähteinä seuraavat materiaalit: anortosiitti, nefeliini, sillimaniitti-ryhmän mineraalit, serisiitti, kaoliini, savikivi, savi, zeoliitti ja lentotuhka. Tutkimuksessa pyritään selvittämään eri raaka-ainevaihtoehtojen mineraloginen ja kemiallinen koostumus ja tekijät, jotka vaikuttavat materiaalien soveltuvuuteen tunnettujen tuotantomenetelmien raaka-aineksi.

Suomen tärkeimmät potentiaaliset alumiinioksidin raaka-aineet ovat anortosiitti, nefeliini ja serisiitti. Näistä raaka-ainevaihtoehdoista näyttää anortosiitti olevan edullisimmassa asemassa lähinnä seuraavista syistä: 1) materiaalin Al₂O₃-pitoisuus on lähellä 30 %:a, mikä toteuttaa erilaisten tuotantomenetelmien syötteelle asetetun laatuvaatimuksen, 2) maassamme tunnetaan muutamia esiintymiä, joissa on happoihin helposti liukenevaa bytowniittista plagioklaasia, joten materiaalin jalostuksessa on mahdollista soveltaa vähän energiaa vaativia hap-

poliutusmenetelmiä, 3) anortosiittiesiintymät ovat raaka-ainevaroiltaan suhteellisen suuria.

Alumiinioksidin ja siitä edelleen metallisen alumiinin tuottaminen ei ole nykytilanteessa ajankohtaista, mutta sitä vastoin alumiinisulfaatin valmistaminen kotimaisesti raaka-aineesta voi lähitulevaisuudessa tulla kysymykseen.

Vuorinen, Antti: "Raudan hydroksidien saostuminen pohja- ja pintavesistä, ja ympäristön vaikutus niiden kemialliseen koostumukseen".

Tutkimuksessa selvitetään pohja- ja pintavesistä saostuvien raudan hydroksidien saostumistapahtumaa luonnon olosuhteissa sekä ympäristön vaikutus raudan ja mangaanin oksihydroksidien raskasmetallipitoisuuksiin.

Tutkimuskohteina ovat pohjaveden puhdistuslaitokset Salossa ja Liedossa, pintavedet Espoossa, luonnon lähteiden saostumat eri puolilla Suomea sekä eri saostumattyyppit Pyhäselän alueella Itä-Suomessa, jonka kallio-perässä tavataan sulfidimineralisaatioita.

Noin kolmannes pohjavedessä esiintyvistä raudasta on liuoksessa kompleksoitumattomana hapetusasteella +2 ja kaksi kolmannesta kompleksoituneena. Kompleksien hajotessa saostuu nopeasti hydroksideja. Myös virtaavissa pintavesissä raula esiintyy orgaanisen aineksen stabiloimana pääasiassa hapetusasteella +2. Näytteenottoympäristön kohonneet raskasmetallipitoisuudet heijastuvat saostumisissa. Kohonneita Pb-pitoisuuksia esiintyy saostumisissa liikenneväylän läheisyydessä Espoossa, ja sulfidimineralisaatioalueilla saostumien Ni-, Cu-, Co-, ym. pitoisuudet ovat selvästi kohonneet. Raskasmetalleista etenkin koboltti on rikastunut saostumiin, joiden Mn-pitoisuus on kohonnut.

Filosofian kandidaatit:

Niskanen, Kimmo: "Kotalahden alueen epikontinentaaliryhmän stratigrafia, petrografia ja geokemia".

Kotalahden alueen epikontinentaaliryhmään kuuluvat diopsidiamfiboliitti, grafiittiliuske, tremoliittiliuske, karbonaatti- ja kalkkisilikaattikivet sekä kvartsiitit. Diopsidiamfiboliitti on alkuperältään tholeiittinen vulkaniitti, muiden ryhmän jäsenten muodostaessa mantereelle tai matalaan mereen kerrostuneen transgressiivisen meta-sedimenttisarjan. Epikontinentaaliryhmä on arkeaisen (2800 Ma) graniittigneissikompleksin päällä, ja stratigrafisesti sen yläpuolella ovat leukokraattinen gneissi, sarvivälkegneissi ja peliittinen killegneissiryhmä. Leukokraattisen gneissin ja sarvivälkegneissin alkuperä on toistaiseksi epäselvä. Aluemetamorfoosi tapahtui matalan paineen amfiboliittifasieksen olosuhteissa n. 630°C:n lämpötilassa ja 3 kb:n paineessa. Leukokraattista gneissia ja epikontinentaaliryhmän kivilajeja intrudoivat Kotalahden Ni-pitoiset mafiset ja ultramafiset plutoniset kivet, joiden zirkoni-ikä on 1883 ± 6 Ma.

Nurmi, (o.s. Meriläinen), Raisa: "Alkalimaasälpjen rakenteellinen tila ja sen määrittäminen".

Työn alussa käsitellään kirjallisuuspohjaisesti alkalimaasälpjen rakenteellisen tilan (Al/Si-järjestys-epäjärjestysasteen) syntyminen ja sen tutkimuksessa käytettäviä yleisimpiä menetelmiä. Loppuosassa selvitetään Helsingin yliopiston kivimuseon kokoelmista valittujen 27 alkalimaasälpnäytteen rakenteellinen tila käyttäen röntgendiffraktio- ja infrapuna-analyysiä. Al/Si-järjestysaste ($\Delta(bc)$ ja $\Delta(\alpha^*\gamma^*)$) määrittiin röntgendiffraktogrammin perusteella laskettujen hilamittojen avulla ns. lineaarisen Stewart-Ribbe -mallin laskukaavoja käyttäen. Suotautuneista näytteistä pystyttiin tällöin laskemaan vain pääkomponentin hilamitat.

Näytesarjan mikroliinit olivat sekä $\Delta(bc)$ - että $\Delta\mu$ -arvojen perusteella hyvin järjestäytyneitä. Infrapunaspektrien avulla laskettu $\Delta\mu$ -arvo kuvannee järjestysastetta $\Delta(bc)$ -arvoa paremmin, sillä $\Delta(bc)$ -arvon laskukaavoissa käytetty Stewart-Ribbe -malli ei ole täysin lineaarinen kalirikkailta koostumuksilla. Työssä mukana

olleet Lappajärven shokkimetamorfisesti syntyneet sandiinit ovat erittäin epäjärjestäytyneitä; niiden rakenteellinen tila vastaa korkea-sanidiinia. Adulaarinäytteiden järjestysasteet olivat ortoklaaseille tyypillisiä, ja niiden geometria oli monokliininen. Adulaareissa oli suhteellisesti eniten jännitteisiä (anomaalisia) näytteitä.

Geologian ja paleontologian osasto

Pönkkä, Lauri

Väitös 17. 1. 1981

Kustos: Prof. J. Donner

Vastaväittäjä: Filtri P. Lahermo

"Suomen eteläpuoliskon glasifluviaaliset muodostumat pohjavesiesiintyminä."

Tässä tutkimuksessa on käsitelty Suomen eteläpuoliskon glasifluviaalisia akviferejä sekä niistä saatavien vesimäärien ja veden kemiallisen koostumuksen riippuvuutta muodostumien syntytavasta, rakenteesta ja sijainnista. Tutkimusaineisto koostuu kuntien ja muiden yhteisöjen teettämästä 635 pohjavesiselvityksestä sekä koko tutkimusalueesta suorittamistani glasifluviaalisten muodostumien geologisesta tulkinasta.

Tutkimusaineistossa on jatkuvan antoisuuden mediaaniarvo pitkittäisharjuissa 470 m³/d·km² ja reunamuodostumissa 420 m³/d·km². Keskiadannan ollessa 600 mm olisi imeytymisprosentti siten pitkittäisharjuilla 29 ja reunamuodostumilla 26.

Koepumppauskohteiden antoisuuden keskiarvot ovat: reunamuodostumat 847 m³/d, pitkittäisharjut 664 m³/d, suojasivukasamat 285 m³/d ja savenpeittämät glasifluviaaliset akviferit 280 m³/d.

Pohjaveden kemialliseen koostumukseen eniten vaikuttava tekijä on pohjaveden viipymä. Asutuksen aiheuttama likaantuminen tuli selvästi esille pohjaveden elektrolyyttipitoisuuden, ionien NO₃⁻, Cl⁻, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, HCO₃⁻ ja SO₄⁻ pitoisuuksien ja kokonaiskovuuden kasvuna, ja heikommin ionien Mn⁺⁺ ja F⁻ sekä vapaan CO₂:n pitoisuuden kasvuna. Subsiliisten kivilajien alueilla todettiin korkeampi pH:n arvo ja Ca⁺⁺-pitoisuus kuin silisisten kivilajien alueella. Amfiboliittialueilla oli korkein pohjaveden pH:n arvo, sähkönjohtokyky sekä HCO₃⁻-pitoisuus. Rapakivialueella tuli F⁻-pitoisuuden korkea arvo selvästi esille.

Filosofian kandidaatit:

Anttila, Harri: "Itämeren varhaiskehitys: Litostratigrafinen tutkimus Etelä-Suomesta."

1920-luvulta lähtien Itämeren historiaa ovat selvittelleet useat tutkijat. Aluksi Ramsay ja Sauroma sekä myöhemmin M. Okko ja J. Donner. Näiden tutkijoiden mukaan on muotoutunut nykyinen käsitys Itämeren historiasta, johon kuuluvat merivaiheet g — BI — BII — BIII — YI. g-vaihetta edeltävistä merivaiheista sen sijaan on toistaiseksi hyvin vähän tietoa.

Tässä työssä on pyritty litostratigrafisen ja geomorfologisin keinoin määrittämään vedenpinnan tasoa eteläsimman Suomen deglasiatioon aikana. Sitä varten on tutkittu viiden Salpausselkien eteläpuolisen harjujakson leikkauksia (yht. 34 kpl) sekä selvitetty harjujen ja harjudeltojen kerrostumistapaa.

Työn kuluessa saatiin viitteitä g-vaihetta edeltävästä matalammasta merivaiheesta, jona aikana ovat syntyneet Lukonmen delta Mäntsälän Sälinkäällä sekä Myllykylän ja Jätinlukkojen deltat Hyvinkäällä, samoin Vihdin Olkkalassa jääkiila, joka vedenpinnan noustua g-tasoon jäi deltakerrosten alle. Kyseinen nousu näkyy myös Jätinlukkojen deltassa, jossa sandur-kerroksellisuus on jäänyt deltakerrosten alle.

Työn loppuosassa käsitellään lyhyesti Salpausselkien eteläpuolella tavattavia g-vaiheen merkkejä, joita ovat muutamien korkeimpien kalliokohoumien rinteillä tavattavat kivikot ja lohkarvyöt. Lisäksi tarkastellaan kirjallisuudessa mainittua mahdollista postglasiaalista siirrosta, joka kulkee Espoosta Uuteenkylässä, ja sen vaikutusta rannansiirtymiseen Salpausselkävyöhykkeessä.

Rahkola, Pekka: "Kymenlaakson kvartaarigeologia maa-peräkairausten valossa tarkasteltuna."

Tutkimuksessa on selvitetty maapeitteen paksuutta ja stratigrafiaa Kymenlaaksossa paino- ja tärykairaus-tulosten avulla. Maapeitteen keskipaksuus koko tutki-musalueella on aineiston mukaan 8,43 m ja mediaani 7,84 m. Salpausselkien eteläpuolisen alueen keskiarvo on 9,43 m. Arvo on melko korkea ja selittyy Elimäen savikoiden suurista paksuuksista. Salpausselkien välillä keskiarvo on 7,04 m ja pohjoispuolella 5,51 m. Arvojen muuttuminen johtunee mannerjäätikön kasaaman hie-noaineksen määrän vähenemisestä jäätikön peräytymis-nopeuden kasvaessa Salpausselkävaiheen jälkeen. Tutki-musaineistosta tulevat hyvin näkyviin myös satelliitti-kuvilta havaitut ruhjevyyhykkeet jopa yli 40 m paino-kairaussyvyysinä.

Stratigrafisesti mielenkiintoisimmat havainnot ovat tietyillä alueilla Kouvolan ja Kausalan ympäristössä esiintyvät savensisäiset hiekkakerrokset. Ne ovat toden-näköisesti syntyneet Saimaan jäärjärven vesien purkau-tuessa kahdessa eri vaiheessa Salpausselän aukoista Yoldiamerelle ja levittäessä Salpausselän hiekk-ainesta voimakkaissa virtauksissa. Tällöin on usein paikoin syn-tyntynyt kaksi erillistä noin puoli metriä paksua hiekk-kerrosta savikerrosten väliin Baltian jäärjärven ja Yoldiameren sedimenttien rajakohdalle.

TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Konetekniikan osasto, materiaaliopin laitos

Diplomi-insinöörit:

Forsman, Juha: "Valuvirheitä massiivisissa valurauta-kappaleissa".

Harju, Erkki: "Seoksen vaikutus kovamanganiteräk-ken muokkauslujittumiseen".

Karling, Raul: "Monirakeiden kuparin monotoninen ja syklinen muodonmuutos".

Lassila, Allan: "Korkeapainepumpun tiivisterenkaan materiaalitutkimus".

Timonen, Kirsi: "Korroosionkestävän metallin pinnoit-taminen titaaninitridillä".

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, ESPOO

Vuoriteollisuusosasto

Diplomi-insinöörit:

Ahkola, Anne: "Korkeahiilinen kaapelilanka."

Työssä tarkasteltiin vedetyn ja patentoidun korkeahiili-sen teräslangan mekaanisia ominaisuuksia. Tarkoitukse-na oli saavuttaa korkea murtolujuus-venymä-yhdistelmä.

Toisaalta pyrittiin selvittämään teräslangan ja kumin väliseen tartuntaan vaikuttavia tekijöitä. Koska paljas teräslanka ei tartu kumiin vulkanoinnin aikana, pinnoite-taan lanka kuparilla tartunnan lisäämiseksi. Tartunta riip-puu ennen kuparointia suoritettusta puhdistuksesta sekä kuparikerroksen määrästä.

Andersson, Kaj: "Geokemiallisen ja geofysikaalisen tiedon samanaikainen käyttö."

Diplomityön tarkoituksena oli geokemiallisen ja geofy-sikaalisen tiedon vertailu numeerisia menetelmiä käyt-täen. Tutkimuksessa käytetty aineisto kerättiin Kiihtelys-vaaran karttalehtialueen geokemiallisista kartoitustulok-sista sekä alueen matalalentomittaustuloksista.

Eri kilvialueiden havainnoille laskettiin korrelaatio-matriisit sekä suoritettiin faktorianalyysi.

Geokemiallisten ja geofysikaalisten muuttujien väliset korrelaatiot olivat tällä aineistolla melko alhaisia. Sen sijaan eräät geokemiallisten ja geofysikaalisten muuttu-jien sisäiset korrelaatiot olivat voimakkaita.

Heikkilä, Kaarina: "Tutkimus nikkelin ja antimonin poistamisesta metallisesta kuparista kalsiumferriittikuon-avan avulla."

Työn tarkoituksena oli tutkia tasapainoituskokeiden avulla kuparin, nikkelin ja antimonin kuonautumista

kalsiumferriittikuonaan Ni- ja Sb-pitoisesta kuparista ja kuparin happipitoisuuden vaikutusta tähän. Samalla tut-kittiin myös metallurgian laboratoriossa valmistettujen CaO-upokkaiden soveltuvuutta tasapainoituskokeisiin.

Kirjallisuustutkimuksessa käsiteltiin FeO-Fe₂O₃-CaO -kuonan teoreettista taustaa ja siihen liittyviä tasapaino-piirroksia sekä käytännön kokemuksia kalsiumferriitti-kuonan käytöstä Mitsubishi-prosessissa. Teoriaosaan si-sälti myös tutkimustuloksia kalsiumferriittikuonan so-veltuvuudesta kuparin epäpuhtauksien raffinointiin.

Kokeissa käytetyn kalsiumferriittikuonan koostumus oli n. 20 p-% kalsiumoksidia ja loput rautaoksidia, jossa Fe²⁺/Fe³⁺-suhde oli 3,5 ja kolmessa kokeessa 2,4. Nikkelin ja antimonin lähtöarvot kuparissa vaihtelivat välillä 0,5...1,0 p-% ja kuparin tasapainohapenpaine oli suurimmillaan 2,9 × 10⁻⁷ atm.

Antimonin käyttäytyminen kokeissa antoi viitteitä sii-tä, että kalsiumoksidin ja antimonin keskeistä reaktioha-lukkuutta voitaisiin käyttää hyväksi raffinoitaessa anti-monia kuparista.

Kuparin happipitoisuus vaikutti ratkaisevasti kuparin, antimonin ja nikkelin kuonautumiseen siten, että kuparin tasapainohapenpaineen kohotessa yli 10⁻⁸ atm kuonau-tuminen kasvoi voimakkaasti, kun se alemmilla tasapaino-hapenpaineilla jäi varsin vähäiseksi.

Huitu, (o.s. Piili), Outi Irmeli: "Synteettisen kromimag-nesiitin valmistus".

Diplomityön teoriaosassa on tutustuttu teollisesti val-mistettujen kromimagnesiittitiilien raaka-aineisiin, koos-tumukseen, valmistusmenetelmiin sekä ominaisuuksiin.

Kokeellista osaa varten tutustuttiin rauta-, kromi- ja magnesiumhydroksidien saostukseen ja kalsinoitumiseen.

Kokeellisessa osassa on valmistettu keraasaostetuista jauheista kromimagnesiittitiiliä, jotka olivat kahta eri laatua.

Toiset olivat mahdollisimman tiiviitä nk homogeenisia synteettisiä tiiliä, toiset taas edellisiä huokoisempia nk kaksikomponenttitiiliä. Jauheista puristetut tiilet sintrat-tiin typpiattomofäärissä. Homogeeniset tiilet olivat huo-mattavan tiiviitä, niiden huokoskoko oli noin 6 kertaa pie-nempi kuin kaupallisissa tiilissä. Kaksikomponenttitiilet olivat homogeenisia huokoisempia, mutta kaupallisia ti-i- viimpiä.

Hämäläinen, Marko: "Viskositeettitutkimus Fe-O-SiO₂-Al₂O₃ kuonan käyttäytymisestä happipaineen, koostu-muksen ja lämpötilan funktiona."

Tutkimustyön tarkoituksena oli selvittää happipaineen, koostumuksen ja lämpötilan vaikutus rautasilikaattikuon-avan viskositeettiin. Tutkimusta varten rakennettiin lait-teisto, jolla oli mahdollista säätää atmosfäärin happipai-ne tarkoin. Kuonan Fe-O-SiO₂-Al₂O₃ viskositeetti mitat-tiin happipainealueella pO₂ = 10⁻¹⁰ - 10⁻¹² bar ja lämpö-tila-alueella 1250 - 1350°C. Kuonan koostumus muut-tui painoprosenttisuhteissa Fe/Si = 2,81 - 4,95.

Happipaineen vaikutus viskositeettiin oli pieni verra-ten lämpötilan ja koostumuksen vaikutuksiin. Happipai- neen kasvu kuonassa nosti sulan viskositeettia Al³⁺ ja Fe³⁺ ionien vaikutuksesta. Lämpötilan merkitys visko-siteettiin oli suurin painoprosenttisuhteella Fe/Si = 2,81, laskien rauta- ja happi-ionien pitoisuuden kasvaessa kuonassa. Koostumuksen vaikutus perustui piidioksidipitoi-suuteen ja silikaattianionien polymerisointumiseen kuonassa. Puhtaan fajaliittisen koostumuksen alueella klus-terien muodostuminen oli tärkein viskositeettia määräävä tekijä.

Hänninen, Pekka: "Latauspotentiaalimenetelmän sovel-tamisesta malmin etsintään Suomessa vuonna 1980".

Tässä diplomityössä on pyritty tarkastelemaan lataus-potentiaalimenetelmän soveltamismahdollisuuksia suo-malaisessa malminetsinnässä. Menetelmää on tarkasteltu käytännön näkökulmasta. Työssä on perehdytty eri mal-minetsintäorganisaatioiden tekemiin latauspotentiaali-mittauksiin, joista joitakin on esitetty esimerkkitapauk-sina. Lisäksi työhön kuului Outokumpu OY:n Fysiikan laitoksen latauspotentiaallilaitteistolla tehty kaukoma-a-doituskokeilu. Työn lopussa on tutkittu mahdollisuuksia tulkita lp-tuloksia.

Jalkanen, Tuomas: "Tutkimus antimonin poistumisesta metallisesta kuparista boraatti- ja fosfaattikuonan avulla."

Työn teoriaosassa käsitellään ensin varhaisia tutkimuksia arsenin ja antimonin poistumisesta kuparin pyrometallurgisessa valmistuksessa. Seuraavana tarkastellaan arsenin ja antimonin käyttäytymisen teoriaa kuparin konvertoinnissa ja sularaffinoinnissa sekä lopuksi mainittujen epäpuhtauksien poistamista kivistä ja metallisesta kuparista.

Kokeellisessa osassa tutkittiin mahdollisuutta poistaa antimonia kuparista tasapainottamalla antimonipitoinen kuparisula boraatti-, fosfaatti, ferropii- tai apatiittikuonan kanssa, samalla kun sulan happipitoisuutta muutettiin lisäämällä kuparioksiduulia tai "ydintymisaineena" fosforikuparia, alumiinia tai ferrobooria.

Antimoni poistui kaikissa kokeissa huonosti. Antimonin lähtöpitoisuudet vaihtelivat 0,93 p-%:sta 0,019 p-%:iin ja loppupitoisuudet 0,37 p-%:sta 0,011 p-%:iin. Lisätyn boraattikuonan osuus metallipanoksesta oli suurimmillaan 2,9 p-%. Vastaava luku fosfaatille oli 1,9 p-%, ferropiille 2,1 p-% ja apatiitille 16,6 p-%.

Jounio, Seppo: "Selvitys mallimateriaalitekniikan soveltuvuudesta kuparin kuumapursotuksen kuvaamiseen."

Työn tavoitteena oli kehittää kuparin kuumapursotusta jäljittelevä mallimateriaalitekniikka. Sovellutuksessa pyrittiin ratkaisemaan yksisymmetriasaisen ontion profiilin pursotuksessa esiintyvä tasapainotusongelma. Kuparia jäljittelevänä mallimateriaalina käytettiin plastiliinia. Plastiliinin ominaisuuksia verrattiin kuparin ominaisuuksiin kuumapursotusolosuhteissa ja koeursotuksissa havaittuja ilmiöitä kuparin kuumapursotuksissa havaittuihin ilmiöihin. Tasapainotusongelman ratkaisemiseksi kokeiltiin kaltevan matriisin ja olakematriisin käyttöä sekä epäkeskeistä pursotusta. Tulosten perusteella havaittiin, että kehitetty mallimateriaalitekniikka soveltuu kuparin kuumapursotuksessa esiintyvien ongelmien tutkimiseen, mutta mikään kokeilluista vaihtoehdoista D-profiilin pursotuksen tasapainottamiseksi ei ole sellaisenaan käyttökelpoinen.

Jutila, Heikki Armas: "Rautuvaaran kaivoksen tuuletuksen suunnittelu."

Rautaruukki Oy:n Rautuvaaran kaivokselle tuli uuden tuuletussuunnitelman tarve ilmeiseksi louhintamenetelmän muuttuessa sekä louhinnan siirtyessä syvemmälle.

Työn alkuosassa käsitellään tuuletuksen perusteita. Suunnitelma on esitetty jälkiosassa. Suunnitelmassa on käytetty apuna Outokumpu Oy:n kehittämää tuuletus-ATK-ohjelmistoa. Periaatteena pidettiin mahdollisimman suurta jo olemassaolevan tuuletuskaluston hyväksi käyttöä.

Toimenpiteinä ehdotetaan seuraavia: hankitaan uusi suuri kaksivaiheinen puhallin, ajetaan uusi tuuletusnousu, suurennetaan käytettäviä tuuletusputkikokoja sekä käytetään vanhoja louhoksia imuilman lämmitykseen talvisaikaan.

Karhunen, Jukka: "Användning av pneumatisk kilrännan vid anrikning av Kemi krommalm".

Den pneumatiska kilrännan fungerar enligt fluidiseringsprincipen. I arbetets första del behandlas teorin för fluidisering, bl.a. gashastighetens och kornstorlekens inverkan på den fluidiserade materialbäddens viskositet.

Med kilrännan kunde man av gods, vars halt var c. 30 % Cr₂O₃, producera koncentrat med halterna 40... 45 % Cr₂O₃. Vid rening av koncentraten med magnetisk separator steg halterna till 46... 47 % Cr₂O₃, vilka nämmer sig maximihalterna för denna malm.

I arbetet gjordes också jämförande försök med elektrostatisk separator och pneumatisk klasserare.

Keskinen, Kari: "Titaanin hapetusasteen määrittäminen masuunikuonassa lämpötilan ja happipotentiaalain funktiona."

Työn teoriaosassa käsitellään titaanin aiheuttamia ongelmia masuunin toiminnassa keskittyen lähinnä titaani-pitoisten masuunikuonien viskositeettiongelmiin ja kiinteiden titaaniyhdisteiden kerääntymiseen masuunin pesään. Lisäksi tarkastellaan titaanikarbonitridien ja titaanin oksidien termodynamiikkaa.

Työn kokeellisessa osassa määritettiin titaanin hapetusaste lämpötiloissa 1400°C, 1450°C ja 1500°C happipotentiaalain funktiona. Hapenpaine vaihteli välillä 10⁻¹⁰ bar-10⁻¹⁵ bar. Näytekuonan koostumus oli 40 mol-% CaO:a ja SiO₂:a, 10 mol-% MgO:a ja Al₂O₃:a, sekä 5 mol-% TiO₂:a. Kokeissa käytettiin termogravimetrista analyysia eli seurattiin kuonan painonmuutosta happipotentiaalain vaihdella.

Todettiin, että jo hapenpaineella 10⁻¹⁴ bar titaanin hapetusluku oli suurimmaksi osaksi +3 kaikissa tutkituissa lämpötiloissa. Näinollen vahvistui jo aikaisempi oletus, että titaanin hapetusluku masuunikuonassa olisi pääasiallisesti +3.

Kojo, Ilkka: "Alkalimetallien vaikutus masuunikoksiin."

Työssä on kirjallisuuden perusteella tutkittu alkalimetallien aiheuttamia kaksin ominaisuuksien muutoksia masuunissa ja laboratorio-olosuhteissa. Kokeellisessa osassa on tutkittu hiilidioksidin diffundoitumista koksissa, kaliumin absorpoitumista koksisiin Ar-atmosfääristä sekä kaliumpitoisuuden vaikutusta kaksin reaktiivisuuteen.

Tutkitun kaksin kaasuntuumisreaktion aktivaatioenergiaksi määritettiin Q = 166 kJ/mol. Kaliumpitoisuuksilla 1.4 % ja 3.1 % K₂O saatiin vastaavasti Q = 123 kJ/mol ja Q = 100 kJ/mol.

Kukkonen, Ilmo Tapio: "Louhoskohtaisen malmiarvion luotettavuus Otanmäen kaivoksella".

Työssä on tutkittu Otanmäen kaivoksella kairauksen ja susceptibiliteettimittauksen avulla tehtävien malmin laatuennusteiden tarkkuutta louhosmittakaavassa. Malmiarvion laskemisessa käytetään hyväksi useita kemiallis-petrofysikaalisia korrelaatioita. Louhoskohtaisen malmiarvion luotettavuutta on tutkittu eräästä välitasolouhouksesta kerätyn susceptibiliteettimittausaineiston ja kairasydännäyteanalyysien avulla vertailemalla eri tutkimustiheydellä ja eri laskentamenetelmin laskettujen malmiarvioiden tuloksia sekä myös geostatistisin menetelmin.

Kyllönen, Jukka Tapio: "TK 66 luokittimen pohjalta kehitetyn MC-01 mikroluokittimen säätöjen tutkiminen."

Työssä tutkittiin professori R. T. Hukin keksimän pneumaattisen hienoluokittimen säätömahdollisuuksia ja toimintaa laboratorioissa ja jatkuvatoimisessa teollisuusprosessissa.

Käyttämällä syötteenä hienokalkkia, noin 95 % — 75 µm, saatiin laboratorioissa hienotuote, joka oli 95 % — 12 µm. Jatkuvassa prosessissa saatiin samasta syöttestä hienotuote, joka oli 96 % — 16 µm. Raekokoanalyysit tehtiin Microtrac-analysaattorilla.

Laboratorioissa saadut tulokset vastaavat melko hyvin tuloksia, jotka saatiin jatkuvassa prosessissa.

Teollisuus- ja laboratoriokokeissa laite toimi hyvin. Käyttöhäiriöitä ei esiintynyt.

Mäkinen, Ippo: "Nostotapojen vertailu".

Nostomenetelmän (auto-, kuilu-, hihna- ja vinokuilunosto) valinta vaikuttaa koko kaivoksen maanalaisen malminkuljetuksen kustannuksiin. Vertailussa otettiin huomioon louhoslastaus-, riktus-, tasokuljetus-, nosto- ja

karkeamurskauskustannukset. Tuuletuskustannukset ja korjaamon investointikustannukset on laskettu mukaan siltä osin, kuinka nostotapa vaikuttaa niihin. Nostokustannusten selville saamiseksi kerättiin kustannustietoja laitteiden valmistajilta, kirjallisuudesta ja Outokumpu Oy:n omista kustannustiedoista. Jokaiselle nostomenetelmälle tehtiin oma simulointiohjelma kustannusten laskemista varten. Ohjelmat tulostavat nostokustannukset sekä yksikkökustannuksina mk/t, jolloin ne on laskettu annuiteettimenetelmällä, että kassavirran nykyarvona Mmk.

Natunen, Harri: "Hapettuneen malmin autogeenijauhaus Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksella."

Työn alkuosassa on käyty läpi pääpiirteittäin jauhatustapahtumaan, instrumentointiin, säätöön ja näytteenottoon liittyvä teoria. Teorian pääpaino on run-of-mine-jauhatuksen erityispiirteiden tarkastelussa, koska tutkitavalla piirillä jauhaus tapahtuu em. periaatteen mukaisesti ilman jauhinkappaleiden luokittelua.

Jauhettava materiaali on kompaktia Cu-Zn-kiisumalmia, joka sisältää trooppisissa olosuhteissa hydrotermisen uudelleenkiteytymisen tuloksena sekundäärisiä kiisuminaaleja kuten digeniittiä ja kovelliittiä. Sekundäärisillä mineraaleilla on taipumuksena jauhautua primäärejä mineraaleja hienommiksi, ja aiheuttaa vaahdotuksen selektiivisyyttä huonontavia peitteitä mineraalirakeiden pinoille.

Työn kokeellisessa osassa on tutkittu jauhatustuotteen raekoon vaikutusta vaahdotukseen, jauhatuspiirin syklo-nien toimintaa, syötteen raekoon vaikutusta jauhatustulokseen sekä kapasiteetin parantamista myllyn kanssa sulkeisessa piirissä toimivan lisämurskauksen avulla.

Nousiainen, Raija: "Sulfidipitoisten kuparianodien liukeneminen."

Työssä tutkittiin rikkipitoisuuksien vaikutusta happi- ja nikkelpitoisen anodikuparin jähmettyemisessä syntyviin rakenteisiin. Lisäksi tutkittiin vielä arseenin, antimonin ja vismutin vaikutusta ko. rakenteisiin. Toisen tutkimuskohteen muodosti syntyneiden rakenteiden käyttäytyminen elektrolyysissä.

Rakenteita tutkittiin optisesti ennen elektrolyysiä. Elektrolyysin jälkeen tutkittiin anodilietettä pyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (SEM) ja analysaattorilla sekä vielä röntgenillä. Syöpyneen anodin pintaa tutkittiin SEM:llä.

Rikki synnytti rakenteessa oman faasin, Cu₂S, joka erkani raerajoille tai eutektikumien reunoille pallorakenteena. Muista tutkituista lisäaineista (As, Sb, Bi) antimoni synnytti rakenteessa oman faasin ns. "Kupferglimmer"-rakenteen.

Anodien käyttäytymistä elektrolyysissä tutkittiin analysoimalla elektrolyytin Ni- ja Cu-pitoisuuksia. Nikkelin hyötysuhde oli riippuvainen syntyneen NiO-faasin määrästä. Rikki-, arseeni-, antimoni- ja vismuttilisäyksillä ei havaittu sanottavaa vaikutusta Ni:n hyötysuhteeseen.

Orispää, Marja-Leena: "Vanhennuksen aiheuttamat mittamuutokset martensiittisissä teräksissä."

Työssä on mitattu mittamikroskoopilla ja interferenssimikroskoopilla martensiittisä tapahtuvia muutoksia vanhennettaessa sitä eri lämpötiloissa. Tutkimuksissa käytettiin terästä Fe-9 % Ni-1,4% C. Mittamikroskooppimittauksissa ei havaittu muutoksia martensiittilinsseissä. Interferenssimikroskooppitutkimuksissa havaittiin kuvissa

muutoksia ja sammutuksen jälkeen tasaiseksi hiotussa pinnassa havaittiin vanhennuksen jälkeen reliefi.

Partanen, Vesa Tapio: "Austeniitin stabiilisuuden ja tyypipitoisuuden vaikutus ruostumattoman (18/8) ohutlevyn kylmämuovattavuuteen."

Työssä tutkittiin austeniitin stabiilisuuden ja tyypipitoisuuden vaikutusta 18/8-teräksestä valmistetun ohutlevyn kylmämuovattavuuteen. Kokeissa pyrittiin määrittämään stabiilisuuden ja tyypipitoisuuden vaikutus materiaalin lujuuteen, tasavenymään, hydraulisesti pullistettavien kuppien pinnansuuntaisiin päävenymiin, Erichsen-kokeeseen, kahdelle erilaisella ja erikokoisella painimella saatavien kuppien korkeuksiin sekä Swiftin kupinvetokokeella määrättävään rajavetosuhteeseen.

Tulokset on esitetty tyypipitoisuuden, muovauksen jälkeen mitatun martensiittipitoisuuden ja lasketun stabiilisuuden funktioina. Työssä käytetty materiaali oli Outokumpu Oy:n valmistamaa POLARIT 725-laattaa.

Pinnioja, Tarja: "FeO:n pelkistymisen kaasulla ja hiilellä sulista masuunityypisistä kuonista."

Käyttäen pelkistimenä grafiittipokasta ja CO- ja H₂-kaasuja tutkittiin FeO:n pelkistymistä kuonasta. Muutujina pidettiin kuonan koostumusta, lämpötilaa ja kaasuvirtauksen voimakkuutta. Pelkistyksen etenemistä seurattiin termovaa'an avulla. Reaktion mekanismeja pyrittiin selvittämään laskemalla pelkistysreaktioille kertaluvut ja aktivaatioenergiat. Hiilipelkistys oli kaasupelkistystä nopeampi. Kuonan pitoisuudella oli selvä vaikutus reaktionopeuteen samaten kuin lämpötilan nousulla. Kertaluku ja aktivaatioenergia olivat riippuvaisia kuonan alku-FeO -pitoisuudesta.

Työn lopussa tulosten tulkintaa ja ehdotus reaktiomekanismiksi.

Poikonen, Ari: "Sähkönjohtavuuden vaikutus induktiivisissa susceptibiliteettimittauksissa."

Tässä työssä on teoreettisin tarkasteluin selvitetty johtavuuden vaikutusta muutamissa Geologisen tutkimuslaitoksen induktiivisen susceptibiliteettimittauskaluston määräämissä mittausgeometrioissa. Näistä tärkeimmät ovat pallo homogeenisessa kentässä ja virtasilmutikka homogeenisen puoliavaruuden pinnalla. Myös äärettömän pitkää sylinteriä virtasilmutikan sisällä on tarkasteltu. Metallikuulilla ja luonnon näytteillä saadut kokeelliset tulokset tukevat teoreettisten laskelmien ennustamaa käyttäytymistä.

Roinisto, Jarmo: "Yhteiskäyttötunneleiden teknis-taloudellinen selvitys."

Lähellä maanpintaa oleva kallioperä tarjoaa tekniseltä ja taloudelliselta kannalta hyvät edellytykset yhteiskäyttötunneleiden rakentamiselle. Teknisen huollon käyttöön, lähinnä siirtojohtoja varten, rakennettavien johtotunneleiden toteuttaminen on tullut Helsingissä ajankohtaiseksi. Tämän vuoksi yhteiskäyttötunneleiden rakentamisedellytyksiä on Helsingissä selvitetty geoteknisen osaston aloitteesta eri laitosten kesken yhteistyönä.

Suomessa yhteiskäyttötunneleihin sijoitettavista johdoista tulevat ensisijaisesti kysymykseen kaukolämpö-

johdot, vesijohto, sähkökaapelit, puhelinkaapelit ja viemärit, sekä joissakin tapauksissa kaasujohto, pneumaattinen kuljetin, tavaraliikenne ja matkustajaliikenne. Kaikki edellämainittu tekniikka soveltuu tunneleihin, mutta on lukuisia tekijöitä, jotka suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon. Selvityksen aikana esille nousseista kysymyksistä merkittävimmit muodostuivat tunnelin lämpötilaan, käytönaikaiseen huoltotilaan, tunnelin poikkileikkaukseen, yhteiskäyttötunneleiden talouteen, kustannusten jakoon ja turvallisuuteen liittyvät seikat.

Yhteiskäyttötunneleiden rakentamiselle ei ole teknisiä esteitä. Siirtojohtoja varten rakennetut yhteiskäyttötunnelit ovat kustannuksiltaan edullisempia kuin jokaiselle johdolle erikseen maanpintaan rakennetut kanavat. Yhteiskäyttötunneleiden rakentamisen ensimmäinen edellytys on eri laitojen ja niiden asiantuntijoiden keskinäinen yhteistyö.

Rönkkö, Paavo: "Alkaliain vaikutus pelletteihin pelkistysessä".

Teoreettisessa osassa on tutkittu alkaliain vaikutuksia masuunin panosmateriaaleihin, vuoraukseen ja käyttötuloksiin.

Kokeellisessa osassa on tutkittu käyttäen puhtaista jauheista valmistettuja näytteitä alkaliain vaikutuksia pellettien pelkistävyyteen. Työssä todettiin 0,7 % K₂O-pitoisuuden nopeuttavan pelkistymistä 1000°C:ssa ja 1150°C:ssa. 3,0 % K₂O-pitoisuus pienensi pelkistysnopeutta 1150°C:ssa muodostamalla sulia silikaatteja, jotka tukkivat huokokset. Pintaan absorboituneen alkalin todettiin tunkeutuvan sisäosiin pelkistysajan aikana.

Rönholm, Markku: "Tutkimus eräiden austeniittisten ruostumattomien terästen korroosiokestävyydestä fluorivedyn valmistusprosessissa fluoropiihahasta."

Työssä tarkasteltiin kirjallisuuden avulla fluorin ja fluoridien aiheuttamaa korroosiota sekä niiden syövyttävää vaikutusta kestäviin metalleihin ja metalliseoksiin. Kokeellisessa osassa tutkittiin kahden koemateriaaliksi valitun austeniittisen ruostumattoman haponkestävän teräksen syöpymistä väkevissä (n. 20...30 %) fluoropiihahapossa ja ammoniumfluoridiliuoksissa. Koemateriaalien syöpyminen tutkittiin painohäviömittauksin sekä potentiaatilla määritetyistä polarisaatiokäyristä Tafelin ekstrapolaatiota käyttäen. Kirjallisuuden ja koetulosten perusteella voidaan todeta, että runsaasti molybdeenilla seostetut metalliseokset kestävät parhaiten fluorin ja fluoridien aiheuttamaa korroosiota. Molempien mittausmenetelmien perusteella koemateriaalien syöpyminen oli voimakasta fluoropiihahassa ja lievää ammoniumfluoridissa koeolosuhteissa. Eri mittausmenetelmien numeeriset tulokset poikkesivat kuitenkin toisistaan.

Saario, Timo: "Metalliseosten erilaiset termodynaamiset vuorovaikutusparametrit ja niiden arviointimenetelmät."

Tässä työssä, joka liittyy laajempaan termodynaamisia laskentamenetelmiä koskevaan selvitykseen, on käsitelty metalliseosten termodynaamista teoriaa sekä eri laskentamenetelmissä käytettyjen parametrien arviointimenetelmiä. Metalliseosten termodynaamisia ominaisuuksia käsittelevässä osassa on painotettu erityisesti vuorovaikutusparametrejä sekä standarditilojen merkitystä ja va-

lintaa. Erilaisten laskentamenetelmien tehokasta käyttöä rajoittaa yleensä kokeellisen tiedon vähäisyys. Tämän vuoksi on työssä esitetty useita tapoja, joilla tarvittavat parametrit voidaan arvioida. Tähän liittyen on tarkasteltu lyhyesti myös metalliseosten diffuusioteoriaa. Tällä hetkellä käytetään kokeellisen tiedon esittämiseen useita eri tapoja. Koetulosten tulkinna helpottamiseksi on työssä osoitettu yleisimpien esitystapojen väliset yhteydet. Työssä on myös tarkasteltu lyhyesti muutamia merkittäviä fysikaalisen metallurgian alaan kuuluvia termodynaamisia sovellutuksia.

Salervo, Taneli: "Tasapainotutkimus Cu-Fe-S-O-SiO₂-systeemissä 1200 ja 1300°C:ssa."

Työssä tutkittiin kvartsiyllästeisen rautasilikaattikuonan kanssa 1200 ja 1300°C:ssa tasapainossa olevan homogeenisin kuparikiven termodynaamisia ominaisuuksia. Kirjallisuusosassa käsiteltiin lyhyesti sulan kuparikiven ja kuonan koostumusta ja rakennetta sekä yksityiskohdaisemmin Cu-Fe-S-O-SiO₂-systeemiä kuvaavaa happirikkipotentialipiirrosta ja sen laadintaa.

Kokeissa tasapainon annettiin asettua vapaasti sulan Cu-Au-seoksen, kiven, kuonan ja CO₂:sta, CO:sta ja SO₂:sta koostuvan kaasufaasin välille. Sulien ja kaasufaasin koostumukset analysoitiin. Koetuloksista laskettiin kuparisulfidin Cu₂S aktiivisuuskertoimet. Koetulosten hannonn puitteissa kuparisulfidin todettiin käyttäytyvän ideaalisesti, kun kiven kuparipitoisuus vaihteli 50—80 p%:iin. Kuparin isopitoisuuslinjojen sijainti happirikkipotentialipiirroksessa homogeenisen kuparikiven alueella määrättiin 1200 ja 1300°C:ssa. Linjat kulkevat noin 45°:een kulmassa. Myös kuparin isoaktiivisuuslinjojen kulkua ko. piirroksessa homogeenisen kuparikiven alueella hahmotettiin olettaen kuparisulfidin käyttäytyvän ideaalisesti.

Santala, Pekka S.: "PbO:n, SiO₂:n ja CaO:n aktiivisuudet PbO-SiO₂-CaO-sulissa EMF-menettelmällä määrättyinä."

PbO:n aktiivisuudet määrättiin PbO-SiO₂- ja PbO-SiO₂-CaO-sulassa lämpötiloissa 900—1000°C sähkökemiallisesti kiinteäelektrolyyttikennolla:

$\text{Ir/PbO-SiO}_2\text{-CaO (1), Pb (1)/ZrO}_2\text{ (CaO)/O}_2\text{ (g, 0,21 atm)/Pt}$

Kokeet suoritettiin pitkin viittä kvasibinääriä, joilla $\text{PbO/SiO}_2 = 4, 3\frac{1}{2}, 1\frac{1}{2}, 1$ ja $\frac{2}{3}$ CaO-pitoisuuden vaihdelta 2,36—16,39 mol-%. PbO-aktiivisuuksien perusteella laskettiin SiO₂:n ja CaO:n aktiivisuudet. Samalla kenojärjestelyllä tutkittiin myös PbO-CaO-sulan ominaisuuksia lämpötiloissa 900—1000°C.

Kennojännitteiden perusteella todettiin, että CaO-lisäys kohottaa ja SiO₂-lisäys laskee PbO:n aktiivisuutta PbO-SiO₂-sulassa. Laskelmien perusteella puolestaan CaO laskee SiO₂:n aktiivisuutta ja PbO kohottaa CaO:n aktiivisuutta kyseisessä sulassa. Lisäksi todettiin, että CaO:lla ei ole vaikutusta PbO:n aktiivisuuteen PbO-CaO-sulassa, koska se liukenee sulaan PbO:hon koeolosuhteissa erittäin vähän.

Somerkoski, Jukka: "Tutkimus jähmettymismorfologian ja sähkömagneettisen sekoituksen vaikutuksesta mikro-suotautumiseen jatkuvavaluteräksessä"

Kirjallisuusosassa käsiteltiin seoskomponenttien mikro-suotautumista teoreettisesti sekä ilmiöllisesti. Kokeellisessa osassa määritettiin mangaanin mikro-suotautumisindeksit kahden runsashiilisen (0,63 p-% C ja 0,76 p-% C)

teelmävalun (100 mm x 100 mm) sähkömagneettisesti sekoitetussa ja vertailulinjan normaalisti jähmettyneessä valurakenteessa.

Mangaanin mikrosuotautumisindeksin arvoon vaikutti korostavasti suuri hiilipitoisuus sekä jähmettymisrakenteen karkeutuminen. Sähkömagneettisella sekoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta mangaanin mikrosuotautumiseen.

Tahvanainen, Tuomo Antero: "Paikallistuuletuksen tehostaminen ja kaivosilman epäpuhtauksien tarkkailumenetelmän kehittäminen Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksella."

Työssä tarkastellaan kirjallisuuteen perustuen kaivosilman epäpuhtauksia, eri paikallistuuletusmenetelmiä sekä ilman epäpuhtauksien tarkkailumenetelmiä. Työssä on esitelty Vuonoksen kaivoksen nykyinen tuuletusjärjestelmä ja epäpuhtauspitoisuuksien tarkkailumenetelmät. Lopuksi on tehty ehdotuksia paikallistuuletuksen tehostamiseksi ja ilman epäpuhtauksien tarkkailumenetelmäksi Vuonoksen kaivoksella.

Toivanen, Risto: "Metalliseosten liuosmallit ja tasapainopiirrosten laskeminen."

Työssä on käsitelty kiinteiden metalliseosten tilastollisia liuosmalleja sekä sovellettu erästä liuosmallia tasapainopiirrosten määräämiseen. Aiheen työhön on antanut mallien käytön viimeaikainen lisääntyminen. Koska täsmällinen puhtaiden komponenttien ominaisuuksiin pohjautuva teoria puuttuu, liuosmallit tarjoavat merkittävän mahdollisuuden pyrittäessä teoreettisesti ja kokeellisesti selvittämään metalliseosten ominaisuuksia. Liuosmallit, jotka tässä työssä on käsitelty yhtenäistä esitystapaa noudattaen sekä korvaus- että välisijaliuoksille, ovat ideaalinen, kvasiregulaarinen, säännöllinen ja kvasikemiallinen malli. Seosten umpimähkäiseen jakautumiseen perustuva säännöllinen liuosmalli on työssä todettu yksinkertaisimmaksi reaaliuosten ominaisuuksia kuvaavaksi malliksi, jolla voidaan esittää useiden todellisten liuosten ominaisuuksia. Erityispainoa työssä on pantu korvausliuosten ja välisijaliuosten merkittävien erojen selvittelylle. Työssä on sovellettu säännöllisen korvausliuoksen mallia tasapainopiirrosten määräämiseen, ensin muodostamalla laskennollisen tarkastelun edellyttämät ratkaisut ja laatimalla sitten näin saatujen tietojen avulla tietokoneohjelma, joka tulostaa eri faasien konsentraatiot lämpötilan funktiona ja piirtää myös itse tasapainopiirroset.

Uusitalo, Reijo: "Geologisesta näytteenotosta ja geofysikaalisesta malmitutkimuksesta kiisukaivoksissa."

Työn alussa käsitellään lyhyesti erilaisia geologisia näytteenottomenetelmiä kivilajien ja pitoisuuksien selvittämiseksi. Geofysikaalisista menetelmistä on taipumamittausten lisäksi tarkasteltu menetelmiä, joilla lähinnä näyttäisi olevan mahdollista määrittää malmin rajat tai sen pitoisuusjakauma.

Kerettiin kaivoksessa porattiin 9 soijanäytteenottoreikä. Näytteenoton yhteydessä mitattiin aika, joka tarvittiin soijan täydelliseen huuhtoutumiseen reiästä. Rei'issä suoritettiin kaltevuuskulma- ja XRF-mittaus. Kerättyjä soijanäytteitä analysoitiin AAS:llä, OKME:n XRF:llä ja OKFY:n kannettavalla XRF-analysaattorilla. Eri analyysimenetelmillä saatuja tuloksia vertailtiin keskenään.

Vierros, Paula: "Austenitoinnin vaikutus martensiittireaktioon Fe-Ni-C-teräksellä."

Työssä tutkittiin, miten austenitointi eri lämpötiloissa vaikuttaa martensiittireaktion alkamiseen. Lisäksi tarkasteltiin martensiitin morfologian muuttumista M_s -lämpötilan laskiessa.

Työssä havaittiin, että austenitointilämpötila vaikuttaa martensiittitransformaatioon kasvattamalla austeniitin raekokoa; vakanssitiheyden muuttumisella ei todettu olevan merkitystä. Seostuksen pysyessä vakiona voidaan raekoolla muuttaa austeniitin muodonmuutoskykyä. Austeniitin kyky sovittaa faasimuutokseen liittyvää ominaisilavuuden kasvua havaittiin merkitsevimmäksi faasimuutosta vastustavista tekijöistä, joka määrää siten transformaatioon tarvittavan alijäähtymisen eli M_s -lämpötilan.

Öhberg, Antti: "Ruiskubetonointi märkämenetelmällä."

Märkämenetelmä edustaa uutta kautta kaivostilojen lujuudessa ruiskubetonoinnilla. Työn päätarkoituksena onkin ollut märkämenetelmän ominaispiirteiden selvittäminen. Märkämenetelmää on verrattu nykyisin yleisimmin käytössä olevaan puolimärkämenetelmään.

Vertailevaa tutkimusta on tehty hukkaroiskeen, pölymäärän, melutason ja kustannusten osalta. Työ sisältää katsauksen ruiskubetonointimenetelmiin, ruiskubetonin ominaisuuksiin ja lujuteen vaikuttaviin tekijöihin. Ruiskubetonointimenetelmistä märkämenetelmän kuvauksella on asetettu pääpaino.

Työssä on tehty seuraavia kokeita: Varhaislujuuden määrittäminen eri massatyyppejä ja muutamia kiihdytinainetta käyttäen. Räjähdyksen vaikutus ruiskubetonin varhaislujuuteen. Leikkauslujuuden kasvu erästä kaupallista kuitulajia käyttäen.

Kerettiin ja Pyhäsalmen kaivoksilla suoritettujen tutkimusten valossa märkämenetelmä osoittautuu soveltuvan puolimärkämenetelmää paremmin kaivostilojen lujuuteen.

TURUN YLIOPISTO

Maaperägeologian osasto

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Toivonen, Tapio: "Turpeen tilavuuspainon ja eräiden muiden fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien merkityksestä sekä suon energiasisällön laskemisesta Pulkkilan Kaivosnevalle."

Tutkielma on tehty Geologisen tutkimuslaitoksen turvetutkimusten yhteydessä. Näytteenotossa on käytetty uutta, tilavuustarkkoja turvenäytteitä varten kehitettyä kairaa. Todellisen tilavuuspainon avulla voidaan laskea entistä tarkemmin suon energiasisältö, tarkastella ojituksen aiheuttamaa turpeen tiivistymistä ja laskea vesipitoisuus tilavuusprosentteina. Turpeen eri ominaisuuksien välisiä suhteita tarkasteltiin korrelaatioanalyysin avulla. Maatuneisuus, pH-arvo ja tuhkapitoisuus kasvoivat syvyyden myötä. Tilavuuspainon ja maatumisasteen välille saatiin positiivinen korrelaatio, kun taas tilavuuspainon ja lämpöarvon välille ei muodostunut selvää riippuvuutta. Maatuneisuuden ja tuhkapitoisuuden, maatuneisuuden ja pH-asteen sekä tilavuuspainon ja vesipitoisuuden välille saatiin positiivinen korrelaatio. Vesipitoisuuden ja maatumisasteen todettiin selvimmin vaikuttavan turpeen tilavuuspainoon.

Varila, Timo: "Litorinaraja Säkylän Pyhjärven alueella."

Litorinaraja määritettiin 70 muinaisrantahavainnon perusteella 44 eri tutkimuspisteestä. Rantahavainnoja tehtiin myös Itämeren aikaisemmista vaiheista. Ylin Litorinaranta (L I) määritettiin morfologisten muinaisrantahavainnojen lisäksi myös stratigrafisesti siitepöly- ja piileväanalyysien avulla. Siitepölytutkimusten perusteella selvitetiin alueen jääkauden jälkeistä ilmaston kehitystä.

Pyhjärven eteläpuolella saatiin Litorinarajan korkeudeksi n. 58 m, Eura—Kauttuan seudulla n. 65 m ja alueen pohjoisosassa, Harjavallassa n. 69 m. L I:n kaltevuudeksi tutkimusalueella saatiin keskimäärin 0.24 m/km ja iäksi n. 5000 eKr.

Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian kandidaatin tutkinto:

Manninen, Tuomo: "Savukosken Akanvaaran alueen geologiasta."

Arkeisen pohjakompleksin ja Keski-Lapin liuskealueen kontaktissa olevalta tutkimusalueelta on kuvattu kivilajit, suoritettu magmakivien kemiallinen luokittelu ja selvitetty lyhyesti alueen stratigrafiaa, tektoonista rakennetta ja kivilajien ikäsuhteita.

Pohjakompleksiin kuuluvan gneissigraniitin päälle kerrostuneet liuskeet on jaettu kahteen litostratigrafiseen pääyksikköön: lapponisiin liuskeisiin ja mahdollisesti Kumpumuodostumaan kuuluviin metasedimentteihin. Lapponisten liuskeiden kerrosjärjestys ja metavulkaniittien kivilajit on selvitetty. Ultraemäksisten amfibolikliorittikivien on todettu kemialliselta koostumukseltaan vastaavan Kuhmon vihreäkivivyöhykkeen peridotiittisia komatiitteja, mutta komatiiteille tyypillisiä jäähtymisraken- teita ei ole kuitenkaan tavattu.

OULUN YLIOPISTO

Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

Saarelainen, Jouko: "Ylikitkan pintasedimentit".

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Ylikitkan pintasedimenttien levinneisyyttä ja fyysikaalisia sekä kemiallisia ominaisuuksia. Pintasedimenttien levinneisyys kuvataan tutkimuksessa tehdyn levinneisyyskartan avulla. Sedimenttien fyysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet kuvataan raekoon jakaumalla, pintasedimenttien värillä, vesipitoisuudella, märkätilavuuspainolla, hehkutushäviöllä, pH:lla ja mineraalikoostumuksella.

Noin 9400—9500 B.C. jäästä vapautuneen Ylikitkan nykyiset pohja-alueet voidaan jakaa viiteen pohjatyyppeihin. Nämä ovat liejupohja, savipohja, hiekkapohja, kova pohja, joka on yleensä moreenia ja rauta-mangaanisaostuma-alueet. Tutkittujen näytteiden savipitoisuus on 7—49 %, hiesupitoisuus 13—67 % ja hietapitoisuus 9—78 %. Väriltään Ylikitkan lieju on yleensä likaisen-vihreää, hiekka harmaata tai vaaleanruskeata ja moreeni ruosteennruskeata. Pintasedimenttien märkätilavuuspainojen arvot vaihtelevat välillä 1,07—1,87 g/cm³ ja vesipitoisuudet välillä 24,12—89,76 %. Hehkutushäviöarvot vaihtelevat välillä 0,70—40,76 %. Sedimenttien pH vaihtelee välillä 5,0—7,4. Alhaisimmat pH-arvot keskiosissa ja itäpään syvänteissä ja korkeimmat arvot keskiosissa ja länsipäässä järveä. Ylikitkan pintasedimentit sisältävät

vaihtelevan määrän kvartssia, plagioklaasia, kalimaasälpää, illiittia, sarvivälkettä, kloriittia, epidootia, karbonaattia ja kaoliniittia.

Tehdyn korrelaatiomatriisiin mukaan pintasedimentin saviaines korreloi positiivisesti keskiraekoon, ulapan laajuuden ja syvyyden kanssa ja negatiivisesti hietapitoisuuden ja pH:n kanssa. Korrelaatioanalyysin tulokset kuvastavat Ylikitkan rikkonaisuutta ja monimuotoisuutta. Merkittävin syy Ylikitkan pintasedimenttien muutoksiin alueellisesti on ilmeisesti syvyys, mikä vuorostaan on usein yhteydessä ulapan laajuuteen. Syvyyden kasvaessa liejusedimentin hietapitoisuus vähenee ja savipitoisuus kasvaa.

Geofysiikan laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

Heikka, Jarmo: "MPP-menetelmästä".

Työn yhteydessä otettiin käyttöön neuvostoliittolaisvalmisteinen sähkömagneettisten transienttikenttien mittaustaliteisto MPP-3. Mittaukset suoritettiin käyttäen yksisilmukkajärjestelmää, jossa lähettimenä ja vastaanottimena on sama silmukka. Mittaukset tehtiin Muhoksen muodostumalla, Kiimingin liuskejaksolla ja Rautaruukki OY:n kanssa yhteistyössä Kolarin tutkimusalueella.

Laitteistoa voidaan käyttää myös kehävastaanotinjärjestelmässä, jossa iso silmukka on lähettimenä ja monikierroksinen kehä vastaanottimena. Laitteisto on geometrialtaan monipuolinen. Silmukan sivun pituutta suuremmilla syvyyksillä voidaan neliösilukan primäärikenttiä approksimoida dipolilla, varsinkin transientin loppuosaa käyttäen.

Mittaukset tulkittiin neuvostoliittolaisten esittämien tulkintanomogrammien avulla. Tulkinnoista saatiin muiden mittausten menetelmien kanssa samansuuntaisia tuloksia. Johteiden syvyysvaihtelut saatiin hyvin alkukanavien ja kerrosmallin avulla. Pystyt johteet erotetaan, kun niiden etäisyys toisistaan on vähintään kolme kertaa silmukan sivun pituus. Laitteisto ei sovellu alueille, joissa parhaiten johtavien yksiköiden ominaisvastukset ovat yli 100 Ω m. Mittaushäiriöitä aiheuttivat AM-radioasemat, voimalinjat (ainakin 200—300 m saakka) sekä teollisuuskohina esim. kaivosympäristössä. Voimalinjahäiriöt on pienennettävissä toistotaajuutta säätämällä.

Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörit:

Auer, Antti: "Mallien käyttö sellu- ja paperiteollisuuden yritys-laskennassa, tuotantosuunnittelussa ja ohjauksessa".

Kuoksa, Timo: "Erään prosessilaitteen raaka-ainevalinta".

Nykänen, Pirkka: "Barkhausen-kohinan mittaustekniikan soveltuvuudesta jäännösjännitysten määrittämiseen".

Prosessiteknikan osasto

Tekniikan lisensiaatti:

Manninen, Markku: "Erään paikallisen energiajärjestelmän lyhyen aikavälin tuotannosuunnittelu".

Diplomi-insinöörit:

Harjula, Veikko Paavali: "Flokkuolintitutkimuksia Kemin kromiittimalmilla".

Hepola, Jouko Olavi: "Matalalämpötilaisten energiavirtojen hyödyntäminen terästeollisuudessa".

Junno, Seija Maria Liisa: "Mustavaaran rikastamon kuulamylyljauhauksen mallit ja säätö".

Karhu, Lauri Johannes: "Tutkimus Pyhäsalmen kaivoksen autogeenimylyjen tehon värähtelystä".

Keinänen, Aija Tellervo: "Magnesiumkloridin valmistus".

Kempainen, Ulla Maarit: "Rautaruukki Oy:n kalkinpolttouunien dynaaminen malli".

Kivioja, Päivi Kyllikki: "Tutkimus jyrshinturpeen keinokuivauksesta".

Korpikari, Jouni Tapio: "Lämmönsiirtoprosessin differentiaalisäätö".

Kuismin, Raimo Johannes: "Titaanioksiduunin säätöjen parantaminen".

Kylli, Markku Tapani: "Virtausten ja sulkeumien erottumien tutkiminen jatkuvavälisenkassa vesimallien avulla".

Lauronen, Jouko Vilhelm: "Tuotantomallin laatiminen Outokumpu Oy:n Tornion jaloterästehtaalle".

Leppänen, Kaija Inkeri: "Raakaöljyn kuumennusuumien mallit ja säätö".

Mikkola, Tarja Liisa Susanna: "Tutkimuksia turpeen käsittelylaitteiden kulumisesta".

Myllykoski, Tapio Jaakko: "Laboratoriomittakaavaisen leijupatjapasutusreaktorin suunnittelu ja koeajo".

Myyri, Kaarina Anna Maria: "Kuparin erottaminen Otanmäen kiisurikasteesta".

Pohjanvesi, Seppo Ilmari: "Kipsiongelman eliminointi metalleja rikkihappoisista liuoksista uutettaessa".

Rautakoski, Mirja Liisa: "Granuloidun masuunikuonan jauhatus".

Sakko, Jorma Kalevi: "Tutkimuksia Mustavaaran kaivoksen rikastusjätteessä olevan plagiolaasin rikastamisesta".

Simpanen, Päivi Aulikki: "Nurmon antimonimalmin rikastustutkimuksia päämääränä arseenisulfidin ja muiden sulfidimineraalien erottaminen".

Suorsa, Päivi Helena: "Lämmön talteenotto teollisuusmallin ilmastoinnin poistoista".

Tero, Juhani Olavi: "Tutkimus monipolttuainekattilan säädön periaatteista".

ÅBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie kandidat examina:

Lindblad, Carola: "Järnformationen och berggrundsgeologin i Ukkolanvaara-området, Ilomants."

Järnformationen i Ukkolanvaara, Ilomants kommun, östra Finland, hör till det presvekokarelidiska bottenkomplexet och omges av glimmerskiffer, som bildar en zon i riktningen N-S mellan granodioritiska djupbergarter. Järnformationen, som är av Algoma-typ, karakteriseras av växellagring med pelitiska skiffrar samt rytmisk bandning från mikro- till hällskala, beroende på variationer i mineralsammansättning. Formationens längd är ca 3 km och bredden något tiotal meter. Kraftig veckning i olika skalor försvårar uppskattningen av den ursprungliga tjockleken. Järnformationen viktigaste mineral är grunerit, magnetit, kvarts och blågrönt hornblände. Almandin, magnetis, kalcit och grafit uppträder ställvis rikligt. Det är sannolikt att järnformationen bildats genom kemisk uttällning i en arkeisk sedimentationsbassäng, som varit i begränsad förbindelse med havet. Östra Finlands presvekokarelidiska skifferzoner kan korreleras med den ryska Himolagruppen, dit bl. a. Kostamus hör. Tillsammans utgör dessa resterna av en sedimentationsbassäng på ca 200 × 300 km. Av den ursprungliga järnformationshorisonten återstår efter stark veckning och erosion endast spridda förekomster. De pelitiska mellanlagren i järnformationen i Ukkolanvaara antas representera vulkanisk aska, som tidvis avbrutit den kemiska sedimentationen. Den skarpa växlingen mellan t. ex. grafitrika och grafitfria lager tyder på starka variationer i sedimentationsbassängens pH och Eh, sannolikt som resultat av vulkanisk aktivitet. Den omgivande glimmerskiffern uppvisar drag av både vulkanisk och detrital natur, och kan ha bildats ur en blandning av klastiskt material och tuff. Området har genomgått regional metamorfos i amfibolitfacies samt retrograd metamorfos. Metasomatosis har skett i ett sent stadium. Järnformationen är av föga ekonomiskt värde, eftersom en stor del av dess järn är silikatbundet.

Niiniharju, Sinikka: "Om arkeiska skiffrar och granitgnejsjer i Vepsäområdet, Kuhmo, östra Finland."

Det undersökta området ligger i östra Finland granitgnejskomplex. De suprakrustala bergarterna är starkt tektoniserade amfiboliter, hornblände-, glimmer- och kvartsfältspatskiffrar, vilka ligger i infrakrustala bergarter av tonalit, granodioritformation och granit. Förhållandet mellan skiffrarna och granitgnejskomplexets andra bergarter behandlas. Områdets utveckling betraktas utgående från "Stockwerk Tektonik"-modellen och konstateras, att suprastrukturen motsvarar de framställda kraven, men på Vepsäområdet täcker den inte som sådan alla djupbergarter som förekommer där.

Berggrunden har tektoniserats inte endast genom en plastisk deformation utan också genom en krosszon längs Haarajärvi. Båda sidorna om krosszonen representerar skärningar av olika nivåer i berggrunden.

På området utskiljs tre olika granittyper. Ett sammandrag om de olika graniterna i granitgnejskomplexet framlägges och det konstateras, att en av Vepsäområdets graniter motsvarar graniter inom andra delar av granitgnejskomplexet medan två av dem har en från dessa avvikande mineralogisk sammansättning.

TILASTOTIETOJA

vuoriteollisuudesta v. 1980

Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu kiveä tn	Malmia tai hyötykiveä tn	Kaivostyöntekijöitä v. -80 aikana			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avolouhos	maanalla	yht.	
Malmi-kaivokset									
1. Mustavaara	Taivalkoski	V	Rautaruukki Oy	2 541 800	1 561 600	41	—	41	75 630
2. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	2 240 710	565 800	44	—	44	82 328
3. Otanmäki	Vuolijoki	V, Fe, TiO ₂	Rautaruukki Oy	1 552 000	1 479 200	2	167	169	294 465
4. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	1 165 405	446 951	23	9	32	57 662
5. Rautuvaara	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	1 057 254	1 044 064	—	100	100	172 788
6. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Co	Outokumpu Oy	1 007 489	928 654	—	163	163	279 297
7. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	—, —	936 933	853 113	5	173	178	305 064
8. Luikonlahti	Kaavi	Cu, Zn, Co, S	Myllykoski Oy	582 446	385 644	2	71	73	124 608
9. Keretti	Outokumpu	Cu, Zn, Co, S	Outokumpu Oy	562 432	508 440	—	170	170	289 286
10. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	—, —	542 632	483 420	—	110	110	176 128
11. Vuonos	Outokumpu	Cu, Zn, Co	—, —	498 677	490 762	—	130	130	222 039
12. Hammaslahti	Pyhäselkä	Cu	—, —	435 730	382 750	—	81	81	138 023
13. Vammala	Vammala	Ni, Cu	—, —	406 759	318 851	—	45	45	77 900
14. Virtasalmi	Virtasalmi	Cu	—, —	311 416	298 715	—	24	24	40 559
15. Kuervaara	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	244 257	209 817	4	—	4	7 996
Malmikaivokset 15 kpl				14 085 940	9 957 781	121	1 243	1 364	2 343 773
Kalkkikivi-kaivokset									
1. Parainen	Parainen	klk	Oy Partek Ab	2 187 433	1 863 950	23	5	28	53 760
2. Tytyri	Lohja	klk	Oy Lohja Ab	939 222	819 756	—	65	65	111 225
3. Ihalainen	Lappeenr.	klk, wol	Oy Partek Ab	849 760	849 760	17	—	17	31 778
4. Mustio	Karjaa	klk	Oy Lohja Ab	325 247	277 770	10	—	10	18 954
5. Ruokojärvi	Kerimäki	klk, dol	Ruskealan Marmorio Oy	256 953	241 000	3	21	24	41 908
6. Äkäsoensuu	Kolari	klk	Oy Partek Ab	247 600	247 600	6	—	6	10 000
7. Kalkkimaa	Tornio	dol, kv	Rauma-Repola Oy	218 000	218 000	3	—	3	6 234
8. Ryytimaa	Vimpeli	dol	Oy Partek Ab	189 112	172 678	4	—	4	7 475
9. Siikainen	Siikainen	dol	Oy Partek Ab	179 887	171 407	4	—	4	6 536
10. Ankele	Virtasalmi	dol	Oy Partek Ab	170 948	143 662	4	—	4	8 000
11. Förby	Särkisalo	klk	K. Forsström Oy	140 820	133 304	—	28	28	51 799
12. Sipoo	Sipoo	klk, dol	Oy Lohja Ab	131 611	131 611	—	11	11	18 920
13. Rantamaa	Tornio	dol	Lapin Marmorio Oy	9 687	9 687	2	—	2	3 955
14. Louenpalo	Tervola	dol	Lapin Marmorio Oy	13 440	6 790	4	—	4	7 978
15. Juuka	Juuka	dol	Juuan Dol.kalkki Oy	14 500	14 000	1	—	1	688
Kalkkikaivokset 15 kpl				5 874 220	5 300 975	81	130	211	379 210
Mineraali-kaivokset									
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, Klk	Kemira Oy	2 186 687	1 951 545	22	—	22	41 645
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Yht. Paperitehtaat Oy	1 099 563	331 515	20	—	20	37 327
3. Polvijärvi	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Lohja Ab	557 717	294 491	3	—	3	6 048
4. Kinahmi	Nilsinä	Kv	—, —	197 027	179 589	3	—	3	6 400
5. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	—, —	184 806	168 762	5	—	5	10 779
6. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Malmikaivos Oy	109 609	62 417	4	—	4	6 817
7. Hiekkämäki	Nilsinä	Kv	Oy Lohja Ab	42 120	41 388	1	—	1	2 000
8. Sokli *	Savukoski	P	Rautaruukki Oy	36 900	35 300	3	—	3	5 500
9. Tikanmaa	Tervola	Kv	Oy Lohja Ab	12 000	12 000	1	—	1	700
10. Haapaluoma	Peräs.joki	Ms	—, —	6 100	6 100	—	—	—	180
Mineraalikaivokset yht.				4 432 529	3 083 107	62	—	62	117 396
Muut kaivokset; vuorivillan- ja sementinvalmistuksen kiviaineisia									
1. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	67 911	67 911	—	—	—	3 024
2. Sallittu	Suomusjärvi	Al, Fe, Mg	—, —	36 000	36 000	—	—	—	1 040
3. Mikonvaara	Parikkala	Al, Fe	—, —	34 727	34 727	—	—	—	5 224
4. Ybbernä	Parainen	Al, Fe, Mg	—, —	24 300	24 300	—	—	—	1 260
5. Kuivaniemi	Kuivaniemi	Al, Fe, Mg	—, —	17 898	—	—	—	—	266
6. Mustamäki	Lemi	Al, Fe	—, —	13 774	13 774	—	—	—	380
7. Kuurmanpohja	Joutseno	Al, Fe	—, —	12 711	12 711	—	—	—	1 194
8. Usni	Hyvinkää	Al, Fe	—, —	10 000	10 000	—	—	—	940
9. Perakallio	Orimattila	Al, Fe	—, —	7 895	7 895	—	—	—	800
10. Montovaara	Sodankylä	Al	—, —	7 600	7 600	—	—	—	2 000
Muut kaivokset yht.				232 816	214 918	9	—	9	16 128
Kaikki kaivokset yht. (50 kpl)				24 625 505	18 556 781	273	1 373	1 646	2 829 507

* tutkimusvaiheessa

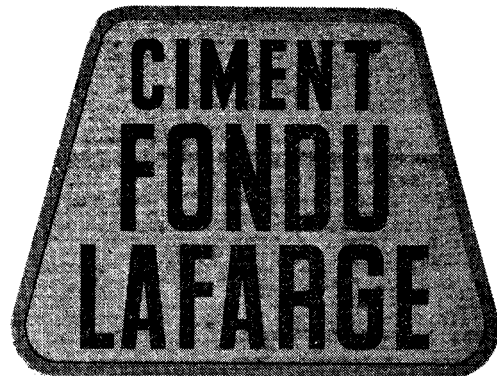
Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1978	1979	1980	Keskipitoisuus v. 1980
Rikasteet tonnia				
Rautarikasteita yhteensä	1 088 081	1 144 065	1 172 176	64,4
— rautarikaste ja pelletit	784 000	773 878	810 006	66,0
— pasute, purppuramalmi (Kokkola ja Siilinjärvi)	304 081	370 187	362 170	60,8
Kromirikaste, palamalmi ja valu- hiekkä (Cr ₂ O ₃ %)	506 966	434 693	340 952	40,6; 28,0; 47,1
Rikkirikaste	215 765	341 967	321 797	44,7
Ilmeniittirikaste (TiO ₂ %)	131 900	119 700	159 000	45,1
Kuparirikaste	196 911	175 767	156 432	23,6
Kobolttirikaste	168 267	147 893	143 807	0,72
Sinkkirikaste	110 718	109 571	116 633	50,1
Nikkelirikaste	64 152	87 540	100 471	6,5
Lyijyrikaste	1 696	2 922	2 696	42,4
Metallit ja metallurgisia tuotteita tonnia				
Raakarauta (malmeista)	1 915 500	2 037 890	2 019 158	
Raakateräs (romusta)	—	340 934	319 979	
Sinkki	132 935	147 064	146 719	
Jaloteräs (aihiot)	56 700	81 669	93 225	
Ferrokromi	44 801	49 116	52 670	
Katodikupari	42 719	43 027	40 542	
Katodinikkeli	7 501	11 460	12 807	
Vanadiinipentoksidi	5 007	4 941	5 076	
Koboltti	922	1 162	1 151	
Molybdeen	—	104	114	
Kadmium	611	590	581	
Elohopea kg	39 477	46 467	74 819	
Hopea kg	33 245	31 966	44 465	
Seleeni kg	16 830	17 541	17 250	
Kulta kg	905	881	1 301	
Mineraalit tonnia				
Kalkkikivi yhteensä	3 809 841	3 875 688	4 311 921	
Kalkkikiven käyttö:				
— sementin valmistus	2 286 746	2 339 487	2 534 331	
— maanparannuskalkki	838 216	801 999	1 035 871	
— kalkinpoltto	386 799	439 105	392 227	
— rouheet, tekn.hienojauheet ym.	216 676	214 691	262 032	
— sulfiitti- ja metallurginen kivi	81 404	80 406	81 728	
Talkki	195 159	267 180	317 901	
Kvartsi	145 309	216 798	236 974	
Apatiitti	4 218	2 688	137 950	
Maasälpä	71 330	67 928	74 089	
Vuorivillakivi	68 239	103 639	140 900	
Sementinvalmistuksen lisäkiveä	16 084	26 928	21 374	
Wollastoniitti	7 688	10 576	8 782	
Sementti tonnia	1 704 147	1 749 103	1 792 520	

CIMENT-FONDU
-aluminaattisementtiä

ALAG - runkoainetta

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



Oy VITRIFER Ab

Postiosoite PL 116
00121 Helsinki 12
Puh. vaihde (90) 661 788
Telex 121120 Wibex

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n**

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 26.—27. 3. 1982

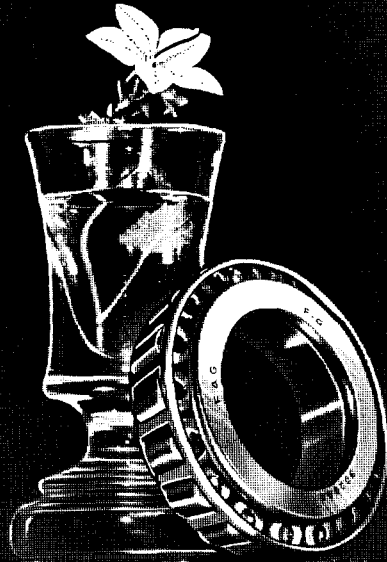
Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin
myöhemmin postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s**

ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors 26.—27. 3. 1982

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



RADEX
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 tulenkestävinä massoina.

Osterreichisch-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.

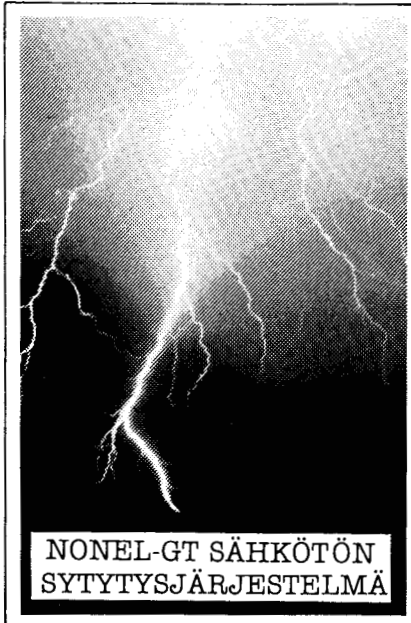
I form av tegel eller som eldfast massa.

Osterreichisch-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.

Oy TULENKESTÄVÄT TIILET Ab
Bulevardi 17 C 14 00120 Helsinki 12 - Bulevarden 17 C 14 00120 Helsingfors 12
Puh. 645341 Tel., Telex 12-1015

Rajaa riskit ennen kuin räjähtää!

Muun kuin sähköisen sytytysjärjestelmän käyttö räjäytyksissä on usein suotavaa. NONEL-GT on sähkötön sytytysjärjestelmä, joka eliminoi räjäytyskentällä syntyvät sähköiset vaaratekijät. NONEL-GT:tä voidaan käyttää radio/telemastojen ja voimajohtojen läheisyydessä, ukonilmalla ja ilman turvaetäisyyksiä. NONEL-GT menetelmä on yksinkertainen ja helppo käyttää. Toimintavarmuus on sama kuin sähkösytytystä käytettäessä.



Kysy NONEL-GT:tä kauppiaalta tai suoraan tehtaaltamme Vihtavuoresta. Vihtavuori on maamme monipuolisin räjähdysaineita tuottava laitos. Valmistamme itse sekä tuomme maahan tuotteita, joiden teho ja varmuus on huippuluokkaa.

KEMIRA OY
Vihtavuoren tehtaat
41330 Vihtavuori,
puh 941-771122
telex 28226 kevih

 **KEMIRA**

Vuorimiestemme työn jälkeä.

Lohjan kaupunki

Tytyrin kaivos ja kalkkitehdas

Karjaa

Mustion avolouhos

Sipoo

Kaivos ja kalkkitehdas

Kemiö

Maasälpä- ja kvartsi-
laitos

Kokemäki

Puhallushiekka- ja
kuonalaitos

Nilsinä

Kvartsihiekkalaitos

Peräseinäjoki

Haapaluoman
maasälpälaitos

Polvijärvi ja Outokumpu

Talkkilouhos ja
Vuonoksen talkki-
jalostamo

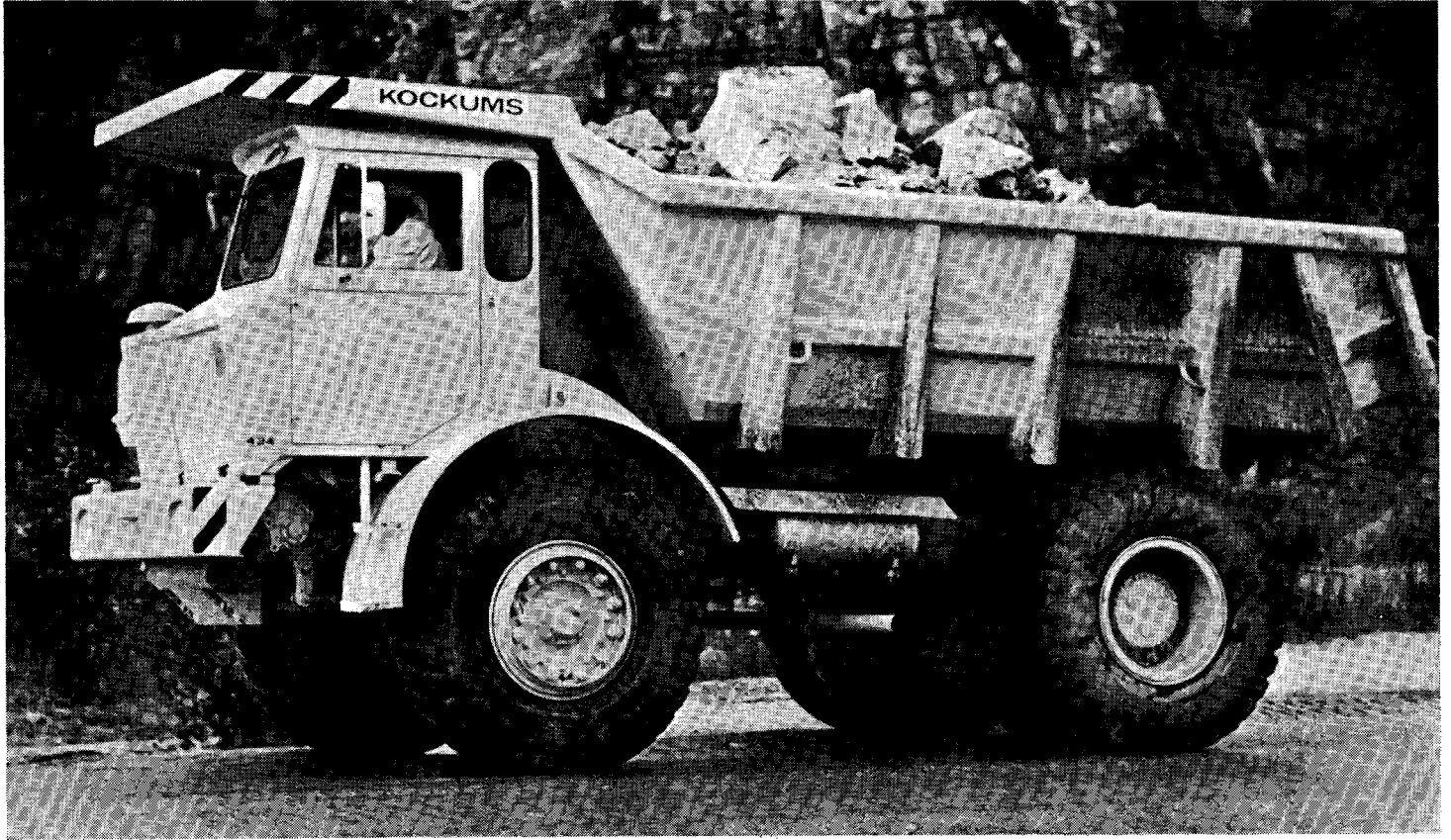
Tervola

Liuskesirotetehdas

OY LOHJA AB



22.5 TONNIA KERRALLA YLÖS. KOCKUMSILLA.



Kockums 425B on erinomaisesti kaivosajoon soveltuva, jousittamaton louheensiirtoauto.

Se on ulkomitoiltaan pieni, kuormauskorkeuskin vain 2,7 metriä. Nopea 71° kippi vähentää kuormaus- ja purkaus-aikoja.

Pieni kääntösäde helpottaa auton liikkumista ahtaissa kaivostunneleissa.

Ulkomitoistaan huolimatta on Kockums 425B järeä työväline kovaan ajoon. Kokoteräksisen lavan muotoilulla on saavutettu 15 m³ kuormatila ja 22.5 tonnin kantavuus. Kockums-louheensiirtoautojen vakiolavat soveltuvat sellaisinaan kiven ajoon. Lisävahvistuksia ei tarvita.

Ja louhe kulkee riuksasti, sillä Scanian 11-litrainen moottori ja täysautomaattinen Allison-vaihteisto tekevät ajamisen joustavaksi ja kuljettajalle mukavaksi.

Suuri hyötykuorma on taloudellisuutta

Kockums 425B:n suurta hyötykuormaa kuvaa auton kuormakerroin, joka saadaan laskemalla kantavuuden suhde omapainoon.

425B:n kuormakerroin on 22.5 t/16.4 t = 1.37. Pieni omapaino merkitsee säästöä polttoainekustannuksissa ja alhaisempaa tonnikilometrihintaa.

Nopea huolto - lyhyet seisokit

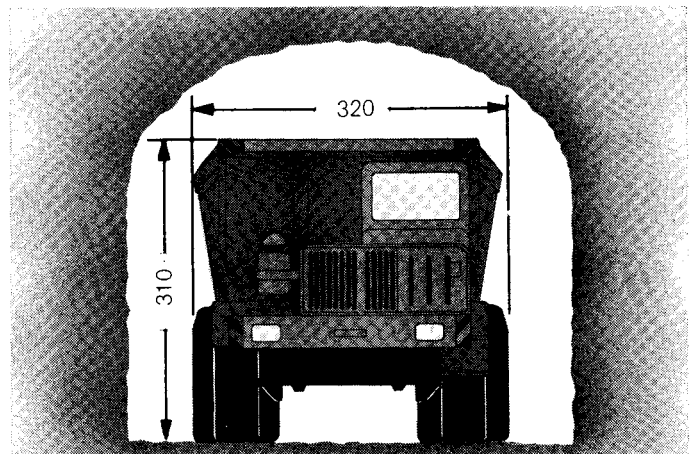
Kockumsin tunnetusta kestävydestä huolimatta tarvitsee 425B:kin joskus huoltoa tai pieniä korjauksia. Pitkälle kehitetty Kockumsin huolto-organisaatio on minimoinut työn keskeytykset tehokkaalla varaosa- ja huoltojärjestelmällä.

Sopiva Kockums kaikkeen louheensiirtoon

425B:n lisäksi kuuluu Kockumsin valikoimaan kolme suurempaa louheensiirtoautoa, joiden käyttöalue on avolou-

hoksissa ja muissa maan ja kiven kuljetuksissa, sekä Kockums 414 dumperi.

KOCKUMS	425B	442B	435	445	414
Kuormatila m ³	15	20.6	21.5	27.6	11.3
Kantavuus t	22.5	32	34.5	40.5	20
Teho kW	213	295	335	377	155
Nopeus km/h	56	59	65	72	30



KOCKUMS
OY Kockums Industri AB

Veromiehen teollisuusalue
01510 Vantaa 51, Puh. 90-826355

Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen ry:n tutkimuselosteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimuselosteet sarja A

	hinta
A 1 "Kulutusta kestävä materiaali"	loppunut
A 2 "Malmiteknillinen näytteenotto"	"
A 3 "Jatkotankoporaus"	"
A 4 "Öljypolttimet"	"
A 5 "Maakairaus ja pliktaus"	loppunut
A 6 "Putket ja rännit"	15,—
A 7 "Jatkotankoporaussovellutus loughintaan"	15,—
A 8 "Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	15,—
A 9 "Rikastamoiden jättealuiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	15,—
A 10 "Kuilurakenteet"	15,—
A 10b "Kuilunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	loppunut
A 11 "Raakkulaimennus"	15,—
A 12 "Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinä-rakenteet"	56,—
A 12b Piirustusliite n:o 12:een	loppunut
A 13 "Vedenpoisto kaivoksesta"	"
A 14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa"	17,—
A 15 "Näytteenotto geokemiallisissa malminetsinnässä"	20,—
A 15b Kuvaliite n:o 15:een	loppunut
A 16 "Jauheiden kuivatus"	15,—
A 17 "Pölyn talteenotto"	15,—
A 18 "Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—
A 19 "Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys"	15,—
A 20 "Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 21 "Räjähdyksaineet ja räjäytysvälineet"	27,—
A 22 "Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24 "Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartointi"	20,—
A 25 "Geofysikaaliset kenttätyöt I-Painovoimamittaukset"	20,—
A 27 "Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—
A 28 "Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	15,—
A 29 "Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa"	50,—
A 31 "Pakokaasujen käsittely maanalaisissa ti-loissa: Selvitys normi- ja toimenpide-ehdotuksiin"	loppunut
A 32 "Seulonta"	40,—
A 33 "Louhintaurakkasopimuksen laatimishjeet"	15,—
A 33 "Louhintaurakkasopimuskavaake"	2,—
A 34 "Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—
A 36 "Pakokaasukomitea — selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä"	15,—
A 36b "Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39 "ATK-menetelmien käyttö kallioeräkartoituksissa"	25,—
A 40 "Kaivosten jättealueet ja ympäristönsuojelu"	45,—
A 42 "Kaivosten työympäristö"	50,—
A 44 "Geologinen näytteenotto"	50,—
A 47 "Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 48 "Kaivosten jättealueiden saattaminen uudelleen kasvullisuuden peittämäksi"	50,—
A 50 "Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52 "Suunnattu kairaus"	50,—
A 53 "Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54 "Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 56 "Pölynorjunta kaivoksissa"	50,—
A 57 "Palontorjunta kaivoksissa"	50,—
A 58 "Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—
A 59 "Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—
A 60 "Holvautumien purkumenetelmät"	50,—
A 61/I "Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—

A 62 "Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiohjelmistoista"	30,—
A 63 "Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64 "Suomessa tehdyt kallion jännitystilannmittaukset"	50,—

Koulutus- ja seminaarimateriaalit, kalliomekaniikan päivien esitelmämonistheet sekä muut julkaisut sarja B

	hintaa
B 1 "Kalliomekaniikan päivät 1967"	35,—
B 2 "Kalliomekaniikan päivät 1968"	40,—
B 3 "Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—
B 4 "Kalliomekaniikan päivät 1970"	40,—
B 5 "Kalliomekaniikan päivät 1971"	40,—
B 5 "Kalliomekaniikan päivät 1972"	45,—
B 7 "Kalliomekaniikan päivät 1973"	50,—
B 8 "Kalliomekaniikan päivät 1974"	50,—
B 9 "Kalliomekaniikan päivät 1976"	50,—
B 10 "Kalliomekaniikan päivät 1977"	50,—
B 11 "Kalliomekaniikan päivät 1978"	50,—
B 12 "Kalliomekaniikan sanastoa"	10,—
B 13 "Kaivosmiehen käsikirja"	loppunut
B 14 "Kaivossanasto"	8,—
B 15 "Räjätysopas 1978"	8,—
B 16 INSKO 106—73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
B 17 "49—74 "Skänkmetsallurgi-Senkkametsallurgia"	45,—
B 18 "90—74 "Investoinnit ja käyttölas-kenta metsallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
B 19 "45—75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metsalliteollisuudessa"	45,—
B 20 VMY "Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
B 21 "Rikastuskemikaalien käsittely-, mittaus- ja annostelumenetelmät"	30,—
B 22 "Kulutusta kestävä materiaali"	40,—
B 23 "Laatokan-Perämeren malminvähäyhyke"	40,—
B 24 "Malminkäsittelylaitosten käyttöasteen ja kunnossapidon optimointi"	30,—
B 25 "Raakkulaimennus ja sen taloudellisen merkityksen kaivostoiminnassa"	50,—
B 25b "Waste rock dilution and its economic significance in mining"	50,—
B 26 "Pientunnelisymposio"	70,—
B 27 "Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,—
B 28 "Tuuletussymposiumi"	50,—
B 29 "Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja" (ilmestyy v. 1981)	50,—

Vuorimieskillan laulukirja "Taskumatti" 10,—
VMY:n solmio, värit: sininen ja viinipunainen à 30,—

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen-lehden vanhempien numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi hintaan 2,50/numero.

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta TkL Heikki Aulangoilta mieluummin kirjallisesti osoitteella:

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
Vuoriharjuntie 35
02320 ESPOO 32
tai puh. 90-801 4316.

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

Airam/Kometa	Lohja Oy
Algol	Lokomo
Ara	Mercantile
Bergbau '81	Normet/Orion
Drillco	Outokumpu
Ekströmin Koneliike	Rammer
Enso	Rautaruukki
Geofinn	Skega
Imatran Voima	Tallberg/Vuorikoneet
Kaukomarkkinat	Tamrock
Kemira	Tulenkestävät Tiilet
Keratek	Wiik & Höglund
Kockums	Witraktor
Kone	Witrifer
Larox	Volvo
Lemminkäinen	

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

Lehden painatuskustannusten pienentämiseksi ja ulkoasun yhtenäistämiseksi kirjoittajia pyydetään noudattamaan seuraavia ohjeita.

Käsikirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkia 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelin **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuusviitteineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten. 4 konekirjoitusarkkia = noin 1 sivu.

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 piirrettävä 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 merkkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä SI-yksiköitä.

Kirjallisuusviitteet numeroidaan jatkuvasti / / sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

1. Järvinen, A., Vuoriteollisuus — Bergshanterringen, 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 konekirjoitusriviä.

Syksyllä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **syyskuun loppuun mennessä**, kevätnumeroon tarkoitetut **helmikuun loppuun mennessä**.

Eripainoksia toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella.

Lemminkäinen tekee teitä,
louhii kallioita ja murskaa kivet.
Lemminkäinen kattaa myös katot,
pinnoittaa julkisivut ja tekee
kokonaiskunnostukset — tekee
siis pintatöitä.
Mutta lemminkäiset menevät myös
pintaa syvemmälle ja tekevät
työtä, joka on perustavaa laatua.
Välttämätöntä.



LEMMINKÄINEN OY

Asemapäällikönkatu 12 B, 00520 Helsinki 52
Puh. (90) 140 911, telex 12 715 Lieto SF

- Päällystysosasto
- Maanrakennusosasto
- Kiviainesosasto
- Eristysosasto
- Kateaineosasto
- Betonituoteosasto
- Pinnoitusosasto

GARDNER-DENVER

— porakalustot

MISSION

— uppoporakoneet

PUTZMEISTER

— ruiskutuspumput

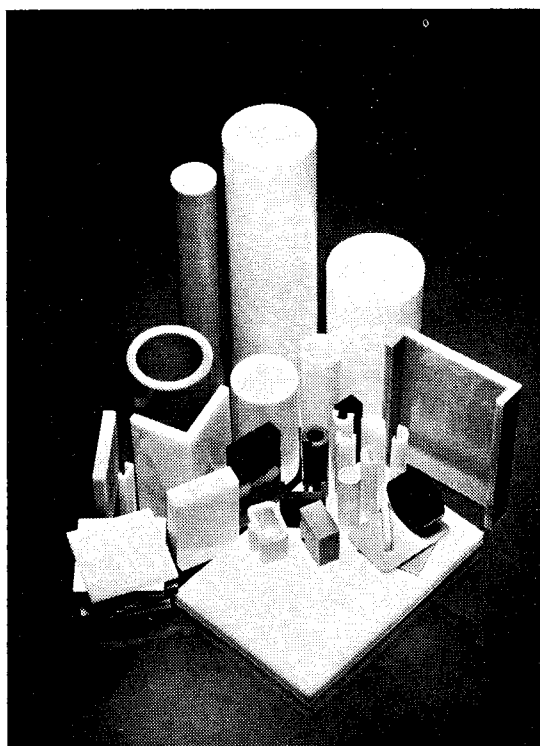
TIMKEN

— porakruunut

DRILLCO

MÄNTSÄLÄ

Puh. 915-81024



WEHOMAX

**Uskomaton materiaali:
Kestävämpi kuin
haponkestävä teräs.**

Wehomax on huippuluokan polyeteenia. Aineesta tehdään lukuisia, vaativissa olosuhteissa (esim. -250°C tai kuumassa höyryssä) kestäviä tuotteita teollisuuden eri aloille. Paperi- ja prosessiteollisuus sekä elintarviketeollisuus ovat löytäneet sitkeän lujasta WEHOMAX'sta monet käyttömahdollisuudet. Käyttökohteita ovat esim.: pumput ja putkistot, keilaradat, siilot ja kuljettimet, laakerit, proteesit, hammaspyörät ja lukuisat muut kohteet, joissa on kova ja jatkuva kulutus.

Wehomax on kestävä kotimainen tuote, josta valmistamme mittatilaustyönä osia ja laitekokonaisuuksia.



Silloin kun aineelta vaaditaan poikkeuksellista, sitkeän lujaa kestävyyttä on WEHOMAX oikea ainevalinta.

OY WIIK & HÖGLUND AB

PI 21, 65101 VAASA 10
Puh. (961) 252 222/Lars-Eric Haggman
tai Anders Nylander.

IRON GRIP

Iron Grip-lukon ovat hyväksyneet:
Työsuojeluhallitus
Lloyd's Register of Shipping
Det Norske Veritas

*Kaksivasteinen lukko joka pitää

Iron Grip-lukkojen merkittävät edut:

- helppo asentaa
- vaijeria vaurioittamattomat kitkapinnat
- voidaan käyttää jälleenasennukseen
- pitokykynsä vuoksi Iron Grip-lukkoja tarvitaan vähemmän kuin yksivasteisia

*)Työsuojeluhallitus suosittelee kaksivasteisen lukon käyttöä.



Maahantuoja ja tukkumyyni:
O.Y. MERCANTILE A.B.
Osasto 104, PL 29, 00101 Helsinki 10
Vaihde 90-60981, Telex 122622

Mercantile

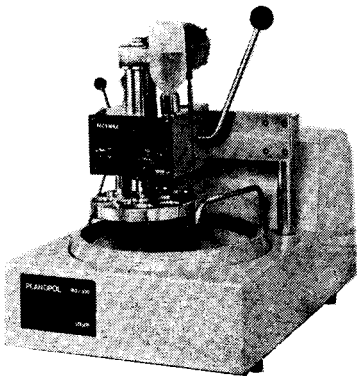
Jälleenmyynti:

NOSTO-JA KOYSI KESKUS

Vanha Nurmijärventie
Keimola
01750 VANTAA 75

Puh. 90-896192

METALLOGRAFIAAN JA MINERALOGIAAN



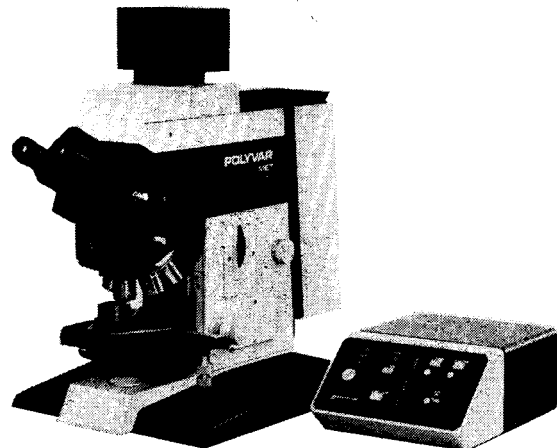
STRUERS PLANOPOL/PEDEMAX, hionta/kiillotuskone pintavalohieille.



STRUERS — käsittää täydellisen valikoiman mekaanisia, automaattisia ja elektrolyyttisiä hionta- ja kiillotuskoneita pinta- ja ohuthieille sekä tietenkin korkealaatuiset tarvikkeet näiden valmistukseen.



REICHERT taas vastaa siitä, että hyvin tehty hie voidaan kunnolla tutkia. Ohjelmassamme on useita vaihtoehtoja eri hintaluokissa pinta- ja läpivalo- sekä stereomikroskooppeja monipuolisilla lisälaitteilla.



REICHERT POLYVAR-MET tutkimusmikroskooppi pintavalohieille.

KAUKOMARKKINAT OY, Laboratorio-osasto, Kutojantie 4, 02630 ESPOO 63, (90) 523 711



IVO pyrkii turvaamaan luotettavan ja häiriöttömän sähkön tuotannon ja jakelun kaikissa olosuhteissa.

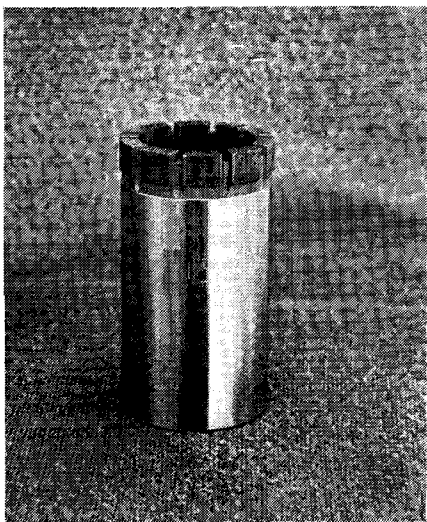
Mahdollisimman korkeatasoisilla tuotantolaitoksilla ja hyvällä ammattitaidolla edistämme näiden tavoitteiden toteuttamista. Turvautumalla mm. ydinenergiaan pyrimme myös tasapainottamaan ulkomaankauppaa ja antamaan rakentavan panoksen kansantalouden hyväksi.

IVO pitää pyörät pyörimässä

IMATRAN VOIMA OY

GF Ormuspellontie 8
00700 Helsinki 70
Puhelin 354 044
Telefax 12-1955

GEOFINN[®]



**VALMISTUSTA JA MYYNTIÄ
vuodesta 1967**

**TIMANTTISYVÄKAIRAUSVÄLINEET
TIMANTTISYVÄKAIRAUSKONEET
MAAPERÄTUTKIMUSKONEET**

**3
Warmaa**



Kuormaajat ja dumpperit maanalaisiin kaivoksiin. Kantavuus 1... 40 tonnia.

WABCO



Maansiirtoautot avolouhoksille. Kantavuus 35... 200 tonnia.

Whiteman

CONCRETE PUMPS • BOOMS • VIBRATORS
POWER BUGGIES • POWER TROWELS

Betonipumput joko jakeluvarren kanssa tai ilman. Siirtoteho 20... 100 m³ tunnissa.

Kysy lähemmin laitteistemme ja palvelumme tehokkuutta ja edullisuutta.

KERATEK OY
TRUKKIOSASTO
PULTTITIE 20
SF-00810 HELSINKI 81
☎ 90-782 100
☎ 124434 PALS SF



Trelleborg CordPly. **Väkivahva, napakasti mukautuva, iskut kestävä kuljetinhihna.**

CordPly on erikoisrakenteinen yksivahvikekuljetinhihna; hihna kuin paksu kulutuskumirata, jossa vahvikekudos on sisäänvalettu. CordPly mukautuu vakaasti ja napakasti kuljettimen muotoihin, kestää iskuja kaksi kertaa paremmin kuin normaali EP-hihna, on helppo asentaa, liittää ja jatkaa. Vahvikelangat ovat synteettistä kuitua; CordPly on täysin tunteeton kosteudelle ja lahoamiselle.

Soita Tallbergille. Saat tarkat tiedot vahvasta uudesta kuljetinhihnasta.

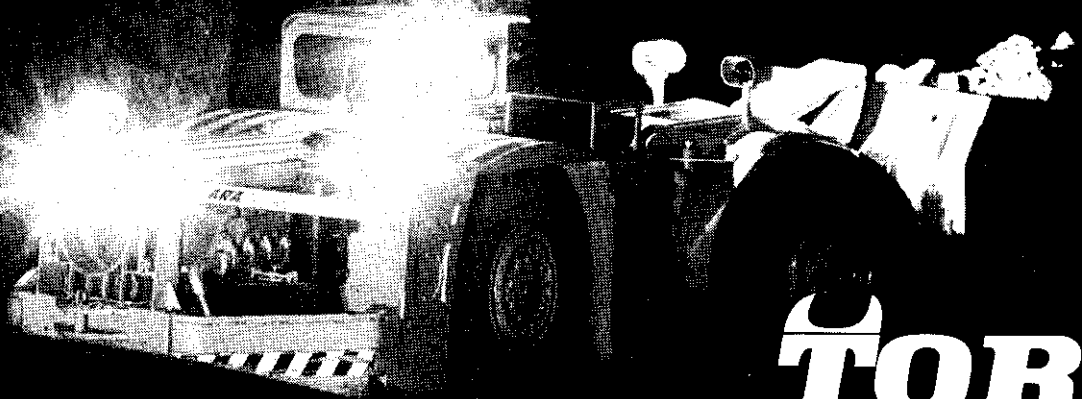
TALLBERG

vuorikoneet

Karapellontie 11, 02610 Espoo 61 Puhelin 90-594011

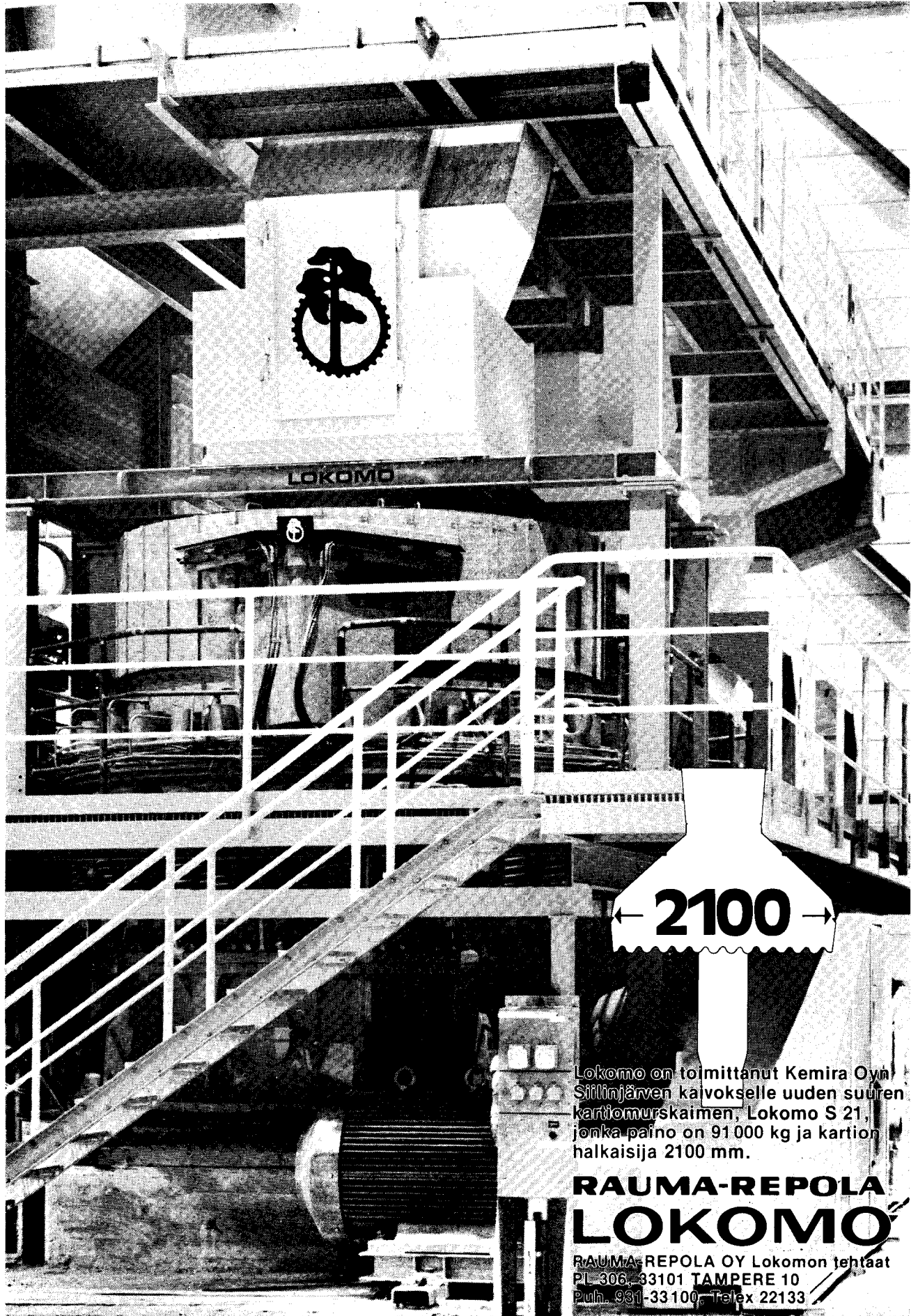


***Varma konsti päästä kiven sisään.
Rehellisesti. Ansaitsemaan.***



TORO

Perusyhtymä Oy ARA
PL 434, 20101 Turku 10
Puh. 921-383 111
Telex 62305 ara sf



LOKOMO

← 2100 →

Lokomo on toimittanut Kemira Oyn Siilinjärven kaivokselle uuden suuren kartiomurskaimen, Lokomo S 21, jonka paino on 91 000 kg ja kartion halkaisija 2100 mm.

RAUMA-REPOLA
LOKOMO

RAUMA-REPOLA OY Lokomon tehtaat
PL 306, 33101 TAMPERE 10
Puh. 931-33100, Telex 22133

UUSI 5350

TEHODUMPPERI



Uusi Volvo BM-dumpperi 5350 on tehty yhtä ainoaa tehtävää varten – siirtämään suuria massamääriä ja nopeasti käytännöllisesti katsoen millaisessa maastossa tahansa. Myös kuljettajan viihtyvyyteen on uudessa dumpperissa kiinnitetty erityisen suurta huomiota.

Kuormakoko ja nopeus ratkaisevat työsuorituksen

Kuormakoko on luonnollisesti tärkeä ominaisuus dumpperille. Mutta nopeus vaikuttaa vähintään yhtä paljon työsuoritteeseen varsinkin jos ajomatkat ovat hieman pidemmät. 5350 dumpperi on nopea; 50 km/h huippunopeus vaikuttaa ajoaikaan tuntuvasti, koska usein varsinkin ajoon tietosuksilla voidaan käyttää suurta nopeutta.

Ainutlaatuinen dumpperi, jossa 4-pyöräveto on jatkuvasti kytkettynä

5350 dumpperi on ensimmäinen dumpperiajoneuvo, jossa 4-pyöräveto on jatkuvasti kytkettynä ja kaikilla vaihteilla. Ajo on tasaista ja polttoaineenkulutus pieni. Renkaat ja ajo-tiet säästävät koska kaarteissa ja epätasaisissa paikoissa ei tapahdu luistoa. Dumpperin vauhtia ei tarvitse milloinkaan hidastaa 4-pyörävedon kytkennän vuoksi – riippumatta siitä millä nopeudella tai vaihteella ajetaan. Cross Country Drive kuten tätä laitetta kutsutaan, tekee dumpperin vaikeissakin maasto-olosuhteissa helposti ajettavaksi.

Suuret lavatilavuudet

Vakiolavan tilavuus on 12 m³ (kukkuramitta, ilman perälautaa). Tämä tarkoittaa 20 tonnin kuormaa. Haluttaessa suurempaa tilavuutta, voidaan lava muuntaa tarvetta vastavaksi – enintään 16 m³ (kukkuramitta).

Jousitus on vain osa 5350 dumpperin kuljettajamukavuudesta.

Jos halutaan käyttää dumpperin ajonopeutta hyväksi, on kuljettajamukavuus sovitettava sen mukaan. Tämän vuoksi on 5350 dumpperissa sekä kaksoiskumiontelojousitus että kaksitoimiset iskunvaimentimet rungon ja etuakselin välillä. Kojelauta on mukavasti kuljettajan luettavissa, ja kaikki hallintalaitteet ovat helposti ulottuvilla. Kuljettajamukavuuteen kuuluvat myös automaattivaihteisto, istuin ja ohjaamon siisääntuloilman suodattimet.

5350 dumpperi ei menetä milloinkaan ohjattavuuttaan

Vaikka moottori pysähtyisi, ohjauskyky säilyy. 5350 dumpperissa vetopyörät käyttävät ohjauksen nestepainepumpua – ei moottori. Niin kauan kun pyörät pyörivät säilyy myös ohjauskyky.

Ottakaa yhteys

Paras tapa tutkia mihin 5350 tehodumpperi soveltuu on luonnollisesti laskea dumpperkuljetuksen kustannukset työmaakohtaisesti. Soittakaa lähimmälle Volvo BM-edustajalle tai meille ja kertokaa kuljetuksistanne.

VOLVO BM
MAAHANTUOJA:
OY VOLVO-AUTO AB

Maailman kaivostekniikka ja tietotaito

Bergbau 81.

Kaivosalan johtavat messut. Maailman suurin ammattiväen ja asiantuntijoiden kohtaustapaikka hiili-, metalli-, kalium- ja suolakaivosten sekä merenalaisen kaivos-toiminnan ja tunnelinrakennuksen alalla. Kansainvälinen tietopörssi. Tällaisia tieto- ja kontaktimahdollisuuksia ei tarjoutu toista kertaa vuonna 1981.

Älkää unohtako erikoisalojen kongresseja

Tietoa, keskustelua ja ajatustenvaihtoa tekniikasta Düsseldorfin messu- ja kongressikeskuksessa.

Kuponki. Lähettäkää minulle ilmaiseksi

- Bergbau-kävijäesite Tunnelbau-kongressiesite
 Bergbau-kongressiesite InterOcean-kongressiesite

Lähettäkää minulle ___ kpl Bergbau-luettelo. DM 8,- /kpl + postituskulut.

Ilmestyy toukokuun alussa 1981.

Oy Interfair Ab, Suomen Messut

PI 24, 00521 Helsinki 52, puh. 90-141400, telex 121119 fexpo sf



Kaivosalan kansainväliset erikoismessut ja kongressi
Düsseldorf 11. - 17.6.1981



Tunnelinrakennus-kongressi
Düsseldorf 11. - 13.6.1981
Bergbau 81:n alussa



Kansainvälinen merenalaisen kaivostoiminnan kongressi
Düsseldorf 15.6.1981
Bergbau 81:n yhteydessä

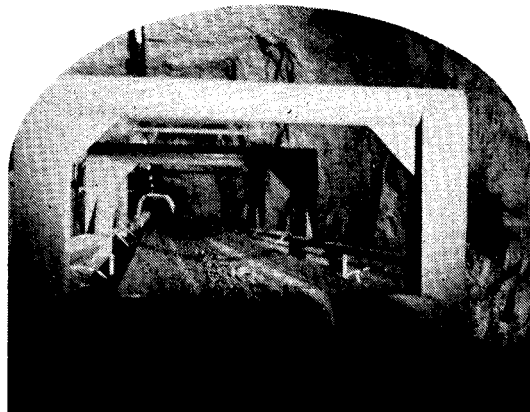
Vuoriteollisuuden suurhankkija

Asiantuntemusta

Vuoriteollisuuden tuntemus pohjautuu Algolissa vuosikymmenien perinteisiin. Pitkään kokemukseen yhdistyy tuore tekninen tieto: kansainväliset yhteytemme tuovat meille alan uusimmat saavutukset maailmalta. Kaikki tämä koituu hyödyksenne.

Edustamme tehtaita, joiden tuotteisiin on totuttu luottamaan Suomessa ja Suomen ulkopuolella: Lurgi, Mannesmann Demag, Didier; esimerkiksi. Mukaan niveltyy oman Herttoniemen konepajamme nosturit tuotanto, suomalaisella ammattitaidolla.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessitekniikan alueille. Miessänne voi olla yksittäinen laitetarve, laajan projektin suunnittelu tai kysy-



Tuotevalikoimaa

Algol ja vuoriteollisuus, metallurgia, prosessitekniikka. Tuotteissa on valinnanvaraa:

- kaivosshissit
- hihnakuuljettimet
- nosturit
- koneistot pasutukseen
- koneistot malmien sintraukseen
- koneistot sintterin jäähdyttämiseen
- tyhjiökuivausrummut
- uraanimalmin käsittelykoneistot
- tulenkestävät keraamiset aineet unien vuoraukseen

ALGOL

Eteläranta 8 • PL 170, 00131 Helsinki 13

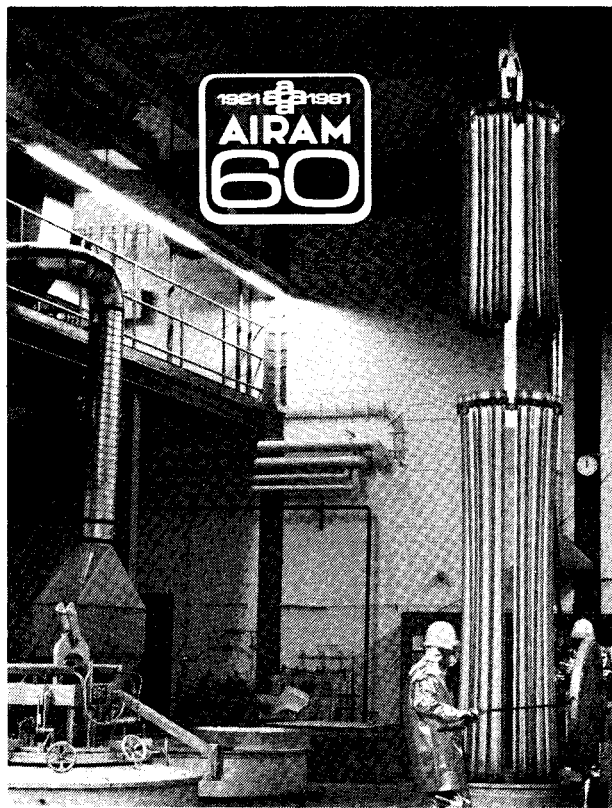
Kotimaiset kallioporat tekee **KOMETA**

OY AIRAM AB KOMETA on valmistanut kotimaisia kallioporia vuodesta 1951 lähtien. Alalla tapahtuneen kehityksen myötä kallioporalle asetetut vaatimukset ovat kasvaneet. Pystyäksemme vastamaan haasteisiin, olemme lisääntyneen tutkimus- ja kehitystyön lisäksi rakentaneet oloissamme ainutlaatuisen lämpö- ja pintakäsittelylaitoksen. Tämä mahdollistaa entistä parempien teräslaatujen käytön, tekee mahdolliseksi pisimpienkin poratankojen hiiletyskarkaisun sekä antaa parhaan mahdollisen suojan korroosiota vastaan.

OY AIRAM AB

KOMETA

Palokärjentie 5 02660 ESPOO 66
puh. 90-514 066 telex 121257



MONIKÄYTTÖISET NORMET – KAIVOSAJONEUVOT



VARUSTEINEEN KAIKKIIN KAIVOSKÄYTTÖIHIN

- panostus
- huolto-/korj.työt
- asennustyöt
- rusnaus
- pultitus
- materiaalinkuljetus
- ruiskubetonointi
- kiven kuljetus
- Normatic-kasetit
- pora-alustat



ORION-YHTYMÄ OY

normet

74510 Peltosalmi, Finland
puhelin — telefon 977-22241
telex 4418 farmi sf

Raex-teräkset.

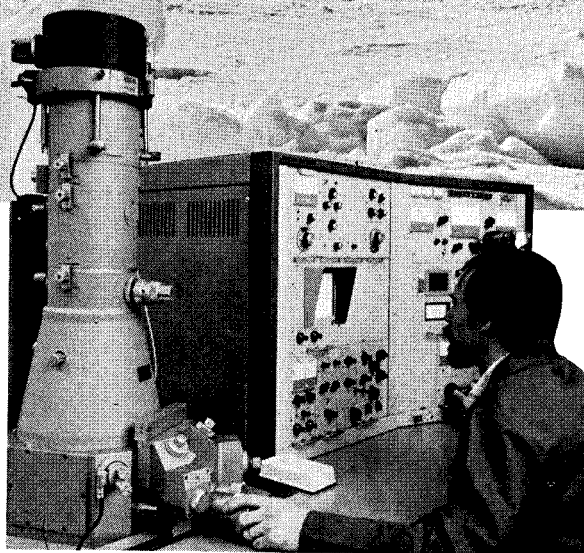
Kylmiin olosuhteisiin.



Kylmissä olosuhteissa käytettäviltä teräksiltä vaaditaan paljon. Lämpötilavaihtelut ja ankarat sääolosuhteet panevat teräksen kovalle koetukselle.

Siellä missä tavallinen normaalirakenteinen teräs pettää, siellä Rautaruukin kehittämät RAEX-teräslaadut kestävät.

Esimerkkejä tuotekehittelystämme: RAEX POLAR on jäänsärkijöitä varten kehitetty teräslaatu. Siinä on kyetty minimoi-



maan korroosiomahdollisuus hitsisaumassa teräksen ollessa suorassa kosketuksessa avoimen meriveden kanssa.

RAEX ARCTIC-rakennus- ja paineastiateräkset ovat käytännöllinen ja taloudellinen ratkaisu kohteisiin, jotka sijaitsevat kylmässä ilmanalassa.

RAEX ARCTIC-teräkselle on ominaista hyvä hitsattavuus, ja iskutiheys 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

Fredrikinkatu 51—53, 00100 HELSINKI 10
puhelin 90-601 911

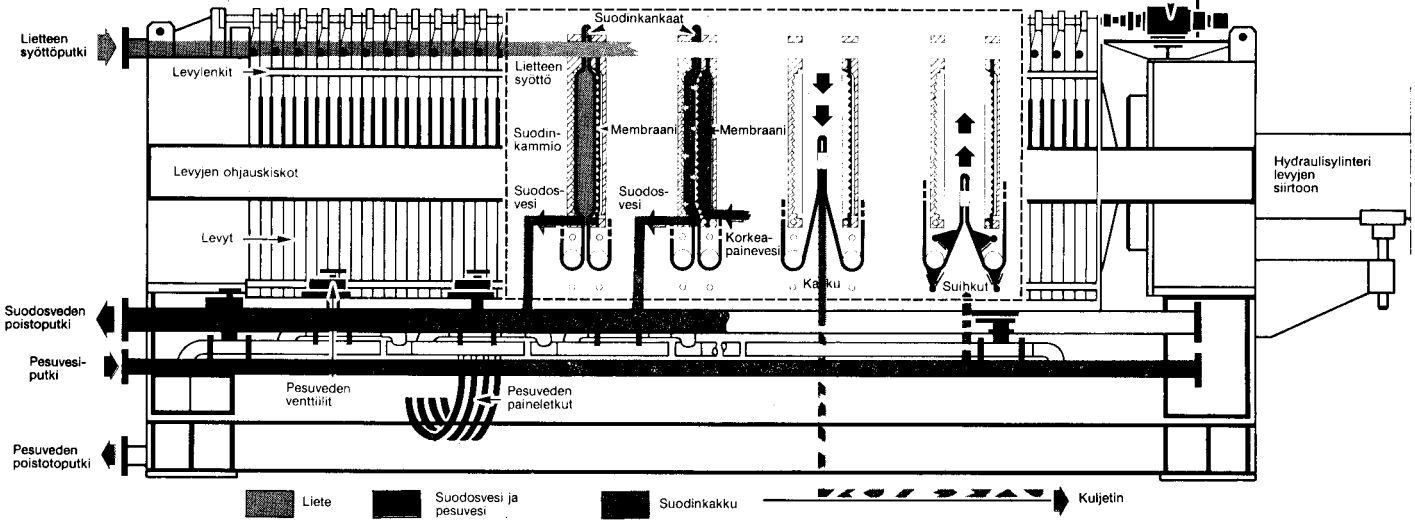
Tutkimuskeskus ja tekninen neuvonta
92170 RAAHENSALO
puhelin 982-301

UUTTA TEKNIKKAA TALLBERGILTA

Neste/kiintoaine erotuksen
uusi sukupolvi esittäytyy:

LASTA-suodin

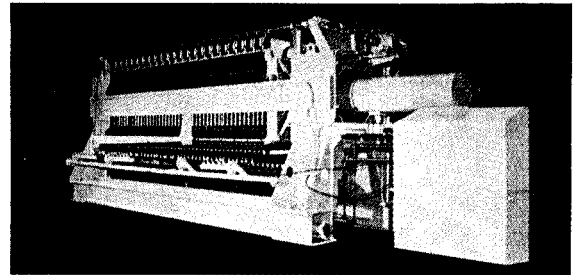
LASTA-suodinpuristimen
toimintaperiaate



Täysin automaattinen suodinpuristin, jossa on patentoitu kakun irrotus ja kankaan pesu.

LASTA-tekniikka on taloudellista:

- kuivempi kakku — säästää energiaa
- kullakin kammiolla erillinen suodinkangas — kangas voidaan pestä kummaltakin puolelta jokaisen suodatusvaiheen jälkeen
- täysin automaattinen — säästää työvoimaa — puhtaampi työympäristö
- toiminta-aika 24 h/vrk



TALLBERG

vuorikoneet

Ota yhteys Tallbergin vuorikonemiehiin. Kerromme lisää uudesta LASTA-tekniikasta.

Karapellontie 11
02160 ESPOO 61
puh. (90) 594 011