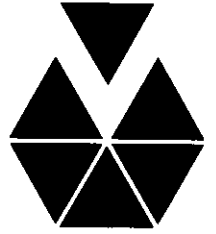


VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

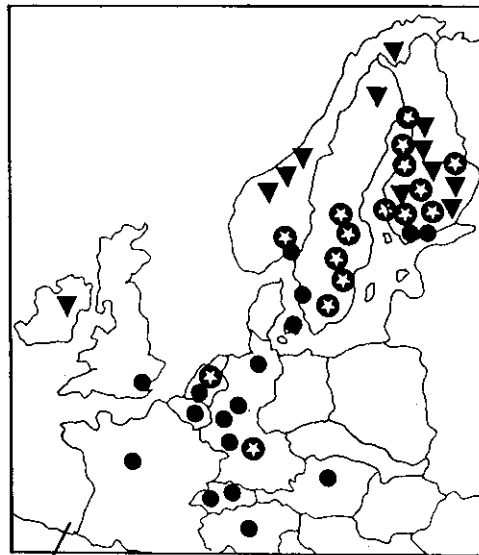


N:o 1 1987
45. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.

 outokumpu

- ▼ KAIVOS
- ★ MUU TUOTANTOLAITOS
- MARKKINOINTIYHTIÖ
TAI MUU TOIMIPAIKKA



KANSAINVÄLINEN OUTOKUMPU-KONSERNI

Julkisivut ja katot kuparista



Kupari on tyylikäs materiaali. Sitä on helppo taivuttaa ja asentaa vaikeimpiinkin rakennuskohteisiin. Se sopii mainiosti yhteen muiden luonnonmateriaalien kuten puun, kiven, tiilen ja lasin kanssa.

Kupari on tunnettu kestävyystään ja sen kauneus jopa kasvaa iän tuoman patinan myötä. Kuparin edullisuuden näkee parhaiten vuosien varrella säästyvinä huoltokustannuksina.

Kysy lisää kuparista.

 **outokumpu**
KUPARITUOTETEOLLISUUS

PL 60, 28101 Pori. Puh. (939) 826 111.
Telex 66111 okm sf. Telefax 460 241



Kun tuote menestyy kansainvälisillä markkinoilla niin hyvin, että se saa jäljittelijöitä, voidaan hyvällä syyllä puhua menestyksestä.

Ovako Steelin M-terästen kansainvälinen leima auttaa eu-

rooppalaista auto- ja konepajateollisuutta erottamaan alkupe-
räistuotteen jäljittelystä.

Terästä käyttävällä teollisuudella on Suomessa aihetta terveeseen ylpeyteen ja tyytyväisyyteen.

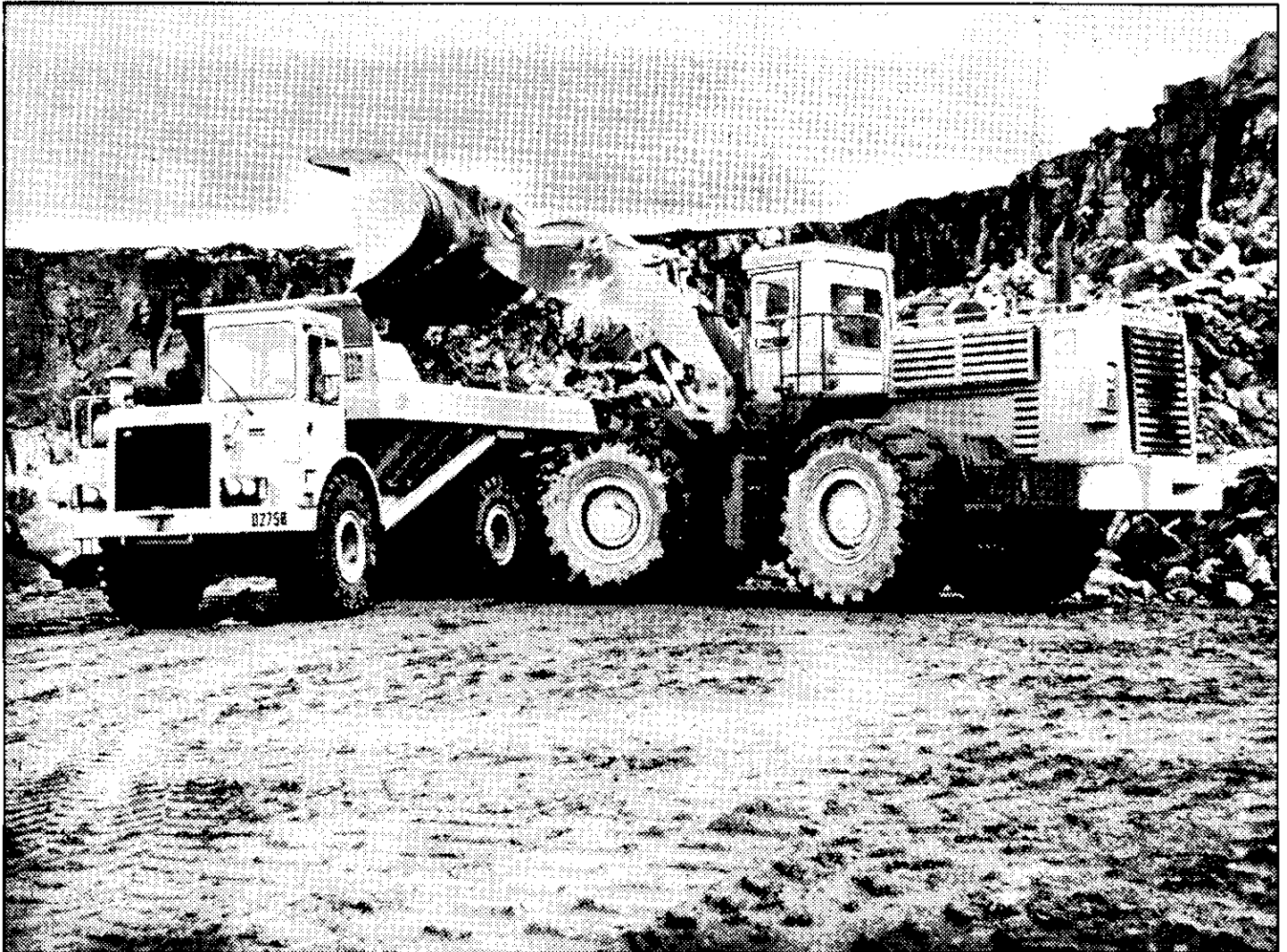
Huippuraaka-aineet löytyvät tänä päivänä kotimaasta – ne teräkset, joista kansainvälisillä markkinoilla sanotaan: M-steels are real money savers.

OVAKO STEEL

ENEMMÄN TERÄKSESTÄ

Ovako Steel Oy Ab, PL 790, 00101 HELSINKI, puh. (90) 616 21

LUOTETTAVA TYÖPARI AVOLOUHOKSIIN JA MAANALAIISIIN KAIVOKSIIN

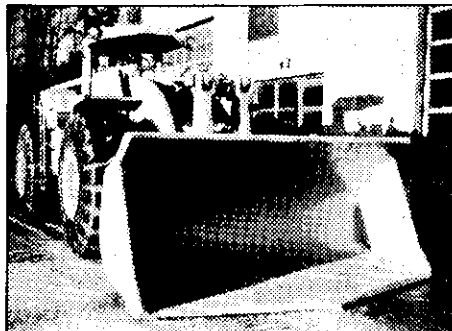


CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA & KAIVOSDUMPPERI

Valitse alla olevista Sinun tarkoitukseesi parhaiten soveltuva työpari:

Dumpperi

CAT D25C	(22,7 t)
CAT D250B	(22,7 t)
CAT D30C	(27,2 t)
CAT D300B	(27,2 t)
CAT D35C	(32 t)
CAT D350C	(32 t)
CAT D400	(36 t)
CAT D44	(40 t)
CAT D550	(50 t)



Kuormaaja

Caterpillar 966D
Caterpillar 966D
Caterpillar 966D
Caterpillar 966D
Caterpillar 980C
Caterpillar 980C tai 988B
Caterpillar 988B
Caterpillar 988B
Caterpillar 988B

Kysy meiltä lisää näiden työparien kapasiteetistä sekä Witraktorin CAT PLUS palveluista, jotka edelleen kohottavat sijoituksesi kokonaisarvoa.

Ota yhteys! Soita 90-826 311



Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä



HELSINKI • TAMPERE • OULU • ROVANIEMI • KUOPIO
826 311 670 200 361 344 15 271 114 611



NordKalk AB Gotlannissa valmistaa korkealaatuista kalkkikiveä teollisuuden raaka-aineeksi.

Tuotteitamme käytetään raudan ja teräksen valmistuksessa antamaan kuonalle oikea kemiallinen koostumus, raaka-aineena karbidin valmistuksessa, puunjalostus- sekä kemian teollisuudessa.

Tämän lisäksi toimitamme suuria kalkkikivimääriä kalkkiteollisuudelle poltetun sekä sammutetun kalkin valmistukseen. Kalkki on myös tärkeä tekijä taistelussa peltojemme, metsiemme sekä järviemme happamoitumista vastaan.

NordKalk AB
Storugns
S-620 34 Lärbro
Sverige

Markkinointi Suomessa:

Oy Partek Ab
Mineraaliyksikkö
21600 Parainen
Puh. 921-742 111
Telex 62220 pkpar sf

Volvo BM on kehittänyt runko-ohjatut dumpperit ja ollut markkinajohtaja jo yli kahdenkymmenen vuoden ajan. Tunnettu ja tunnustettu maailman markkinajohtaja on nyt kehitetty edelleen tehokkaiksi tunnettujen dumpperien ominaisuuksia, vahvistaakseen johtoasemaansa maailman markkinoilla.

Uusi A-sarjan runko-ohjattujen dumpperien tuotevalikoima on nyt entistäkin tehokkaampi ja taloudellisempi kaikilla käyttöaloilla.

Volvo BM A25

A25 on ajanmukaistettu muunnos verrattoman menestyksekkäästä 5350B-dumpperista. Sen Volvo TD71K-turbodiesel on nyt varustettu ahtoilmanjäähdyttimellä tehon nostamiseksi 215 hevosvoimasta 244 hevosvoimaan.

Tämä lisävoima yhdessä dumperin pienen omanpainon ja suuren pyöräkoon kanssa mahdollistaa entistä suuremman keskinopeuden ylläpitämisen ja entistä hankalamasta maastosta selviämisen todella suurien tuottavuuslukuun toteuttamiseksi.

VOLVO BM A20

Uusi A20 korvaa maineikkaan 861-dumpperin. Vanhasta dumperista on jäljellä vain sen kantavuusarvo. Moottoritehoa on nostettu reippaasti vaihtamalla dumperiin suurempi turbodiesel. Volvo TD71G. Siinä on myös Automatic Powershift -vaihteisto, akselit ja alusta sekä aikaisempaa suurempi ja vielä mukavampi ohjaamo. Kaiken kaikkiaan se on edeltäjänsä nopeampi ja

Enemmän voimaa ja tehoa uusissa Volvo BM A-sarjan dumppereissa

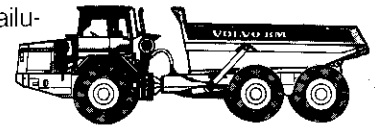
vahvempi kone, joka kykenee suurempaan kuljetussuoritukseen pienemmin käyttökustannuksin.

Joten, jos mielessä on uuden dumperin hankinta — totisesti kannattaa katsoa ensin Volvo BM:n A-sarjaa.

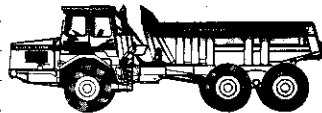
Volvo BM A35

Voimakoneena A35:ssä on turbodiesel Volvo TD121G, joka kehittää mahtavat 330 hv nopeudella 2050 r/min. Tämä teho on sovitettu tarkasti uuden Volvo-täysautomaattivaihteiston ja siinä vakiona olevan hidastimen vaatimuksiin. Kun tähän lisätään jatkuva kuusi-pyöräveto kaikilla vaihteilla,

etupyörien erillisjousitus sekä pyörien ja akselien väliset tassaussyörästökot, on helppo tajuta, että A35 kykenee vettämään 35 tonnin hyötykuormansa maastossa ja työmaateillä todella vaikuttavan vauhdikkaasti. A35 on itse asiassa niin tehokas ja taloudellinen pitkälläkin kuljetusetäisyyksillä, että se on täysin vertailukelpoinen louheautoihin.



Volvo BM A35 6x6 19 m³



Volvo BM A25 6x6 12,5 m³



Volvo BM A25 6x4 12,5 m³



Volvo BM A25 4x4 12,5 m³



Volvo BM A20 6x6 11,5 m³



Volvo BM A20 6x4 11,5 m³

Maahantuoja:

Volvo Auto Oy Ab

Taivaltie 1
01610 VANTAA

Volvo BM Company

Volvo BM Company S-631 85 ESKILSTUNA, RUOTSI



**Suuri
UUTINEN
A25**

ONKO PORAKALUSTONNE TERÄKUNNOSSA?



Kun porakruununa on Sandvik Coromant, asiat ovat kunnossa. Poraustyö nopeutuu, keventyy, tehostuu. Ja parametrit halpenevat: Coromant kestää selvästi paremmin kuin tavanomaiset nastakruunut.



Soita! Saat tarkat tiedot
Sinulle parhaiten soveltuvasta
porakalustosta.

Oy Atlas Copco Ab

Helsinki puh. 90-670 112, Turku puh. 921-373 777, Tampere puh. 931-633 622, Kuopio puh. 971-122 411,
Kokkola puh. 968-172 55, Kotka puh. 952-608 400. Sekä valtuutetut jälleenmyyjät.



MACHINERY OY

KEHÄ, Louhintaosasto, PL 56, 00511 Helsinki
Puhelin (90) 890 522

TÄYDEN PALVELUN LOUHINTATALO

KOMETA **TAMROCK**

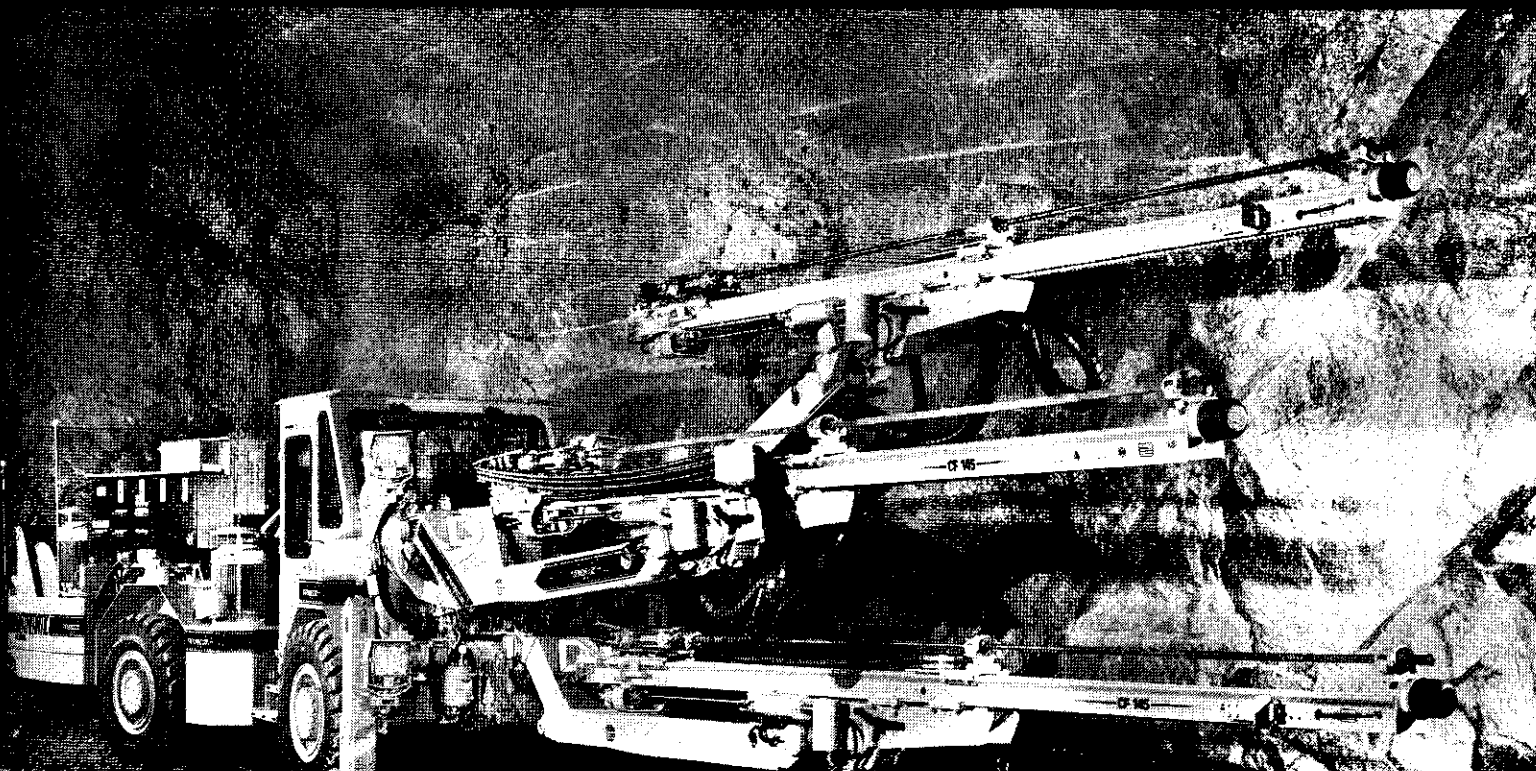
NORTON *CompAir*

Nykyaikaista porauskalustoa avolouhintaan ja tunnelintekoon



TAMROCK

33310 TAMPERE 31 PUH. 931-431 411

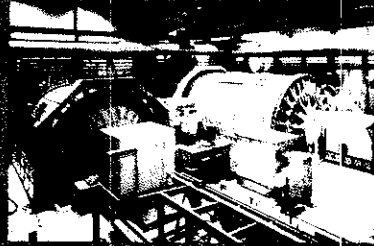


Pidä jauhatuskustannukset kurissa. Valitse markkinoiden luotettavin kiinnitysjärjestelmä.

Myllyvuorausten kiinnitysjärjestelmään on voitava luottaa. Vain sillä edellytyksellä voit laskea tuotantokustannuksia.

Siksi valitse kiinnitysjärjestelmän, jonka toimintavarmuus tiedetään vuosikymmenien ajalta. Ja joka kestää koko vuorauksen käyttöajan, kauemminkin.

Tähän tapaan mietittiin LKAB:ssa valittaessa Viscariaan Trelleborgin myllyvuoraukset.



JÄLJITELTY MUTTA YLITTÄMÄTÖN

Trellex-vuorauksien kiinnitystapaa ei ole tarvinnut muuttaa 20 vuoteen! Jäljittely-yrityksiä olemme nähneet ja lisää lienee tulossa. Trellex-järjestelmän ylittänyttä ei vain ole tehty.

Taitaapa 20 vuoden etumatka olla ylivoimainen kopioitavaksi. Ja markkinoiden matalin kiinnitysjärjestelmä mahdollistaa kumiosien täydellisen hyväksikäytön.

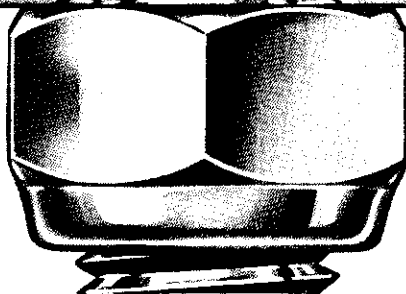
TRELLEBORG 

Trellex Tuotteet Trellex Produkter
OY TRELLEBORG AB

Lauttasaarentie 54 B, 00200 HELSINKI
Puh. 90-692 6500, 692 6600
telex 125332 vgoy, telefax 90-692 6082

Oulun konttori:
Toivoniementie 9
90500 Oulu
puh. 981-227 847
auto 949-311 773
telex 32004,
telefax 981-223 849

Kuopion konttori:
Puistokatu 6
70100 Kuopio
puh. 971-227 422
auto 949-374 089
telefax 971-228 456





VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

N:o 1 1987
45. vuosikerta

Julkaisija, utgivare:
**VUORIMIESTYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

Publisher:
**THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND
METALLURGICAL ENGINEERS**

VUORITEOLLISUUS – BERGSHANTERINGEN:

Päätoimittaja — Editor-in-
Chief:

Prof. Martti Sulonen 90-4554 122
Teknillinen korkeakoulu
Materiaalitieteen ja vuoritekniiikan laitos
02150 Espoo

Toimittaja — Editor:

Dos. Heikki Laapas 90-4554 122
Teknillinen korkeakoulu
Materiaalitieteen ja vuoritekniiikan laitos
02150 Espoo

Toimitussihteeri ja ilmoitus-
päällikkö — Managing Editor
and Advertising Sales Direc-
tor:

Ins. Lars Heikel 90-781 396
Punahilkantie 5 A 6
00820 Helsinki

Toimitusneuvosto — Editorial
Board:

DI Matti Palperi, pj. 90-6162 713
Ovako Steel Oy Ab
Bulevardi 7
00120 Helsinki

TkT Jorma Rekola 90-811 511
Kuusakoski Oy
PL 6
02781 Espoo

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

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387
Geologian tutkimuskeskus
02150 Espoo

DI Olli Korhonen 90-4 211
Outokumpu Oy, Engineering
PL 27
02201 Espoo

Ilmoitushinnat vuodelle 1987

Kansisivut 3.680,-, muut sivut 3.120,-

1/2 s. 2.100,-, 1/4 s. 1.300,-, lisäväri 1.140,-

{ Ammattihakemisto-ilmoitus 1/1 vsk = 500,-

{ Koko: leveys = 85 mm \diamond korkeus = 25 mm

Vuosikerta 65,-, ulkomaille 85,-

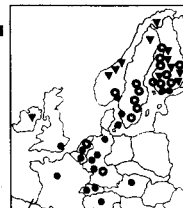
Itänumero 35,-, ulkomaille 45,-

SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

Pertti Voutilainen: Outokummun kansainvälistyminen — miksi ja miten?	9
Matti Sundberg: Ovako Steel — Pohjoismainen yhtiö	14
Heikki Solin: Outokummun ulkomainen kaivostoiminta	18
Heikki Wennervirta: Geologi ulkomaisissa malminetsintä- ja kaivosprojekteissa	22
Lennart Gustafsson: METALLVERKEN, ett företag med lång svensk tradition, nu i finsk ägo — Några synpunkter	25
Jan Åkesson: Ovako Steel AB — En presentation av de svenska enheterna	27
Pentti-J. Hintikka: Kansainvälistyminen lounahintalaitteiden valmistajan kannalta	30
Jouko Talvitie: Malminetsintä GTK:ssa tänään	31
Arno Louvo, Asko Renkonen, Sakari Heiskanen: Valamisen kvantitatiivinen suunnittelu ja valmistus	34
Aapo Kirvesniemi: Jauhemetallurgia	38
Erkki Räsänen: Uudet kuumavalssatut rakenneteräslevyt	44
Vesa Ollilainen: Uusien tankoterästen kehitys — viimeaikaisia kokemuksia	48
Esko H. Eloranta: Galvaanisten anomalioiden mallittamisesta integraaliyhtälömenetelmällä	50
Martti Sulonen: Teknillisen korkeakoulun metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn opetus ja tutkimus	54
In Memoriam	58
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaförening r.y. Toimintakertomus	60
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	64
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	64
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	65
VUORITEOLLISUUS-BERGSHANTERINGEN — yhteinen lehtemme	67
Petter Forsström-pris, jakotilaisuus 3.4.1987	67
JAPANI — raakaa kalaa ja kumarruksia	68
Uudistettu Miekk-ojan Metallioppi: Lindroos-Sulonen-Veistinen	69
Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1986	70

 outokumpu

▼ KAIVOS
● MUU TUOTANTOLAITOS
● MARKKINONTYÖTILIT
● TAI MUU TOIMIPAIKKA



Kansikuva: Kansainvälinen
Outokumpu-konserni.

Cover: The international
Outokumpu Group.

VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS
21.3.1986

DI Väinö Juntunen 912-4 511
 puheenjohtaja
 Oy Lohja Ab
 08700 VIRKKALA

DI, KTK Pertti Voutilainen 90-4031
 varapuheenjohtaja
 Outokumpu Oy
 PL 280
 00101 HELSINKI

DI Pentti Hintikka 931-32 400
 Oy Tampella Ab Tamrock
 33310 TAMPERE

TkL Antero Järvinen 911-43 100
 Ovako Steel Oy Ab
 Koverhar
 10820 LAPPOHJA

DI Jaakko Lautjärvi 982-301
 Rautaruukki Oy
 Raahen rautatehdas
 92170 RAAHENSALO

DI Markku Leiritie 921-742 111
 Oy Partek Ab
 21600 PARAINEN

Prof. Kaj Lilius 90-4554 122
 Teknillinen korkeakoulu
 Materiaalitieteen ja vuoritekniiikan laitos
 02150 ESPOO

DI Antti Mikkonen 971-400 111
 Kemira Oy
 Siilinjärven kaivos
 71800 SIILINJÄRVI

DI Asko Ojanen 968-281580
 Outokumpu Oy
 Kokkolan tehtaat
 PL 26
 67101 KOKKOLA

DI Urpo J Salo 90-1601
 Kauppa- ja teollisuusministeriö
 Kluuvikatu 3A
 00100 HELSINKI

Prof. Jouko Talvitie 90-46931
 Geologian tutkimuskeskus
 02150 ESPOO

Yhdistyksen sihteeri:
 I DI Heikki Savolainen 912-4 511
 Oy Lohja Ab
 08700 VIRKKALA

II DI Erkki Pimiä 90-4031
 Outokumpu Oy
 PL 280
 00101 Helsinki

Yhdistyksen rahastonhoitaja:
 DI Kalle Vaajoensuu 973-561
 Outokumpu Oy
 Kaivosteknillinen ryhmä
 83500 OUTOKUMPU

Geologijasto
 FT Markku Mäkelä, pj. 968-281580
 Outokumpu Oy
 Kokkolan tehtaat
 PL 26
 67101 KOKKOLA

FK Ritva Harinen, siht. 921-742 111
 Oy Partek Ab
 21600 PARAINEN

Kaivosjaosto
 DI Carl-Fredrik Bäckström, pj. 912-24 411
 Oy Lohja Ab
 Tytyri
 08100 LOHJA

FK Heikki Latva, siht. 912-24 411
 Oy Lohja Ab
 Tytyri
 08100 LOHJA

Metallurgijaosto
 TkT Juho Mäkinen, pj. 939-741500
 Outokumpu Oy
 29200 HARJAVALTA

TkL Raimo Levonmaa, siht. 939-826111
 Outokumpu Oy
 PL 60
 28101 PORI

Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto
 TkL Hans Allenius, pj. 90-46911
 Ekono Oy
 PL 27
 00131 HELSINKI

DI Pertti Paulin, siht. 912-4511
 Oy Lohja Ab
 08700 VIRKKALA

Tutkimusjohtokunta
 DI Antti Mikkonen, pj. 971-400 111
 Kemira Oy
 Siilinjärven kaivos
 71800 SIILINJÄRVI

Geologinen toimikunta:
 Prof. Heikki Niini, pj. 90-4554 122
 Teknillinen korkeakoulu
 Materiaalitieteen ja vuoritekniiikan laitos
 02150 ESPOO

Kaivosteknillinen toimikunta:
 Prof. Raimo Matikainen, pj. 90-4554 122
 Teknillinen korkeakoulu
 Materiaalitieteen ja vuoritekniiikan laitos
 02150 ESPOO

Rikastusteknillinen toimikunta:
 DI Paavo Eerola, pj. 973-561
 Outokumpu Oy
 KTT
 83500 OUTOKUMPU

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien
 sihteeri:
 FM Ole Lindholm 981-302 296
 Teknillinen Korkeakoulu
 Materiaalitieteen ja vuoritekniiikan laitos
 Louhintatekniiikan laboratorio
 Vuorimiehentie 2
 02150 ESPOO

DI Kalle Vaajoensuu hoitaa Vuorimiesyhdistyksen
 jäsenkortistoa.
 Mikäli osoite, tehtävät tai vakanssi on muuttunut,
 pyydämme lähettämään muutosis ilmoituksen mie-
 lummin kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte
 sen "Uutta jäsenistä" palstalle.
 Os.: Outokumpu Oy, KTR, 83500 Outokumpu,
 puh. 973-561.

DI Kalle Vaajoensuu sköter om Bergsmannaföre-
 ningens medlemsregister. Om er adress, arbetsupp-
 gifter eller tjänst har ändrats, anhåller vi om änd-
 ringsanmälan, helst skriftligt, till "Nytt om med-
 lemmarna" spalten.

Adr.: Outokumpu Oy, KTR, 83500 Outokumpu,
 tel. 973-561.

Outokummun kansainvälistyminen — miksi ja miten?

Toimitusjohtaja Pertti Voutilainen, Outokumpu Oy

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 3.4.1987

OUTOKUMPU TÄNÄÄN

Yrityksen kansainvälisyyden astetta voidaan mitata monella eri mittarilla. Tällaisia mittatikkuja ovat esim. viennin osuus liikevaihdosta, ulkomailla tapahtuvan tuotannon arvo verrattuna kotimaisen tuotannon arvoon ja ulkomailla työskentelevän henkilöstön osuus henkilöstön kokonaismäärästä. Taulukko 1 esittää tämän päivän Outokummun kansainvälisyyden astetta tämänkaltaisilla mittareilla mitattuna.

Taulukko 1. Tunnuslukuja, jotka osoittavat Outokummun kansainvälisyyden astetta.

Table 1. Indicators on Outokumpu's degree of internationalization.

(88 % of total sales generated abroad; 38 % of personnel employed abroad; 86 % of subsidiaries are foreign companies; 17 production plants abroad, account for 35 % of total gross value of production; established subsidiaries and offices in 23 countries)

**Myynti v. 1986 7578 milj.mk,
josta ulkomailla 6635 milj.mk
eli 88 % kokonaismyynnistä**

**Henkilöstö v. 1986 lopussa 15168,
josta ulkomailla 5795
eli 38 % henkilöstön kokonaismäärästä**

**Konserniin kuuluvien yhtiöiden
lukumäärä 84,
josta ulkomaisia yhtiöitä 72
eli 86 % kokonaismäärästä**

**Tuotantolaitosten lukumäärä 35,
josta ulkomailla 17
eli 49 % kokonaismäärästä**

**Ulkomailla tapahtuvan tuotannon osuus
tuotannon kokonaisarvosta 35 %**

Pysyviä toimipisteitä 23 maassa

Nähdään, että Outokumpu on tänään hyvin suuressa määrin kansainvälisestä kanssakäymisestä riippuvainen. Vaikka yhtiö onkin ollut vientiyrittäjä syntymisestäään saakka, kehitys kansainväliseksi yritykseksi on tapahtunut vasta viimeksi kuluneiden kymmenen vuoden aikana. Ensimmäisen ulkomaisen tytäryhtiönsä Outokumpu hankki vuonna 1976. Kehitys siitä päivästä tämän päivän tilanteeseen on ollut huima. Miksi asioita on ohjattu tähän suuntaan ja miten se on tapahtunut? Siihen kysymykseen yritän esityksessäni antaa vastauksia.

KANSAINVÄLISTYMISSÄ YLEISISTÄ LÄHTÖKOHDISTA

Elinkeinoelämämme kansainvälistyminen on viime vuosien talouspoliittisessa ja yhteiskunnallisessa keskustelussa ollut tärkeä teema, josta on esitetty monenlaisia mielipiteitä. On oltu jyrkästi asian puolesta ja yhtiä jyrkästi sitä vastaan. Kun asia on näin, lienee paikallaan, että ennen kuin selostan Outokummun kansainvälistymisprosessia, tarkastelen myös kansainvälistymisen yleisiä lähtökohtia.

Professori Reijo Luostarinen, joka on alan ehkä tunnetuin suomalainen tutkija, on tarkastellut teollisuutemme kansainvälistymistä taulukon 2 esittämän aikataulun muodossa. Mie-

Taulukko 2. Suomalaisen teollisuuden kansainvälistyminen.
Table 2. Finnish industry's international development.
(Before 1960s, traditional exports; 1960-70s, generation of new exports; 1970-80s, start-up of international operations, firstly marketing subsidiaries; 1980s, internationalization; 1990s, global phase?)

1960-luvulle saakka:	Perinteinen vienti
1960- ja 1970-luvut:	Uusvientii
1970- ja 1980-luvut:	Ulkomaisten operaatioiden vaihe (myyntiyhtiöt)
1980-luku:	Kansainvälistyminen
1990-luku:	Globaalinen vaihe?

lenkiintoista tässä analyysissä on se, että hänen mukaansa edessämme ensi vuosikymmenellä on vielä uusi kehitysvaihe. Globalisessa vaiheessa kansalliset näkökulmat jäävät vähemmälle huomiolle ja yritykset päätöksenteossaan etsivät optimiratkaisuja valtioiden rajoista välittämättä ja mm. sijoittavat tuotantonsa sinne, missä sen harjoittaminen on puhtaasti liiketaloudellisin perustein arvostellen edullisinta. Eräät yhteiskuntatieteilijät ovat viime aikoina esittäneet niinkin pitkälle meneviä ennustuksia, että tällainen ylikansallinen teknostrukturi vähitellen jyrää jalkoihinsa koko kansallisvaltiojärjestelmän. On helppo ymmärtää, että jotkut poliitikot ovat näistä näkymistä huolissaan. Tarkoitus ei ole tässä ryhtyä pohtimaan kansainvälistymisen näin pitkälle meneviä seuraamuksia, mutta halusin esittää professori Luostarisen aikataulun kuvatakseni sitä, että laajemmasta perspektiivistä tarkastellen meneillään vain on yksi vaihe pitkäaikaisessa kehityskulussa. Kun katselemme ympärillemme, löydämme jo Ruotsista useita yrityksiä, joiden toiminta on globaalia. Suomalaisista yrityksistä tähän ryhmään voidaan laskea ainoastaan Kone, joka on kansainvälistymisen uranuurtaja maassamme.

Kehitystasomme mittaamiseksi on tapana tehdä vertailuja Ruotsiin, joka useimmissa asioissa on meitä kehittyneempi maa. Myös kansainvälistymisessään Ruotsin teollisuus on Suomen teollisuutta paljon edellä. Eräs tunnusluku, joka kertoo tästä erosta on se, kuinka suuri osa maan viennistä hoidetaan kyseisen maan omien yritysten omistuksessa olevien myyntikanavien kautta. Ruotsin viennistä yli 50 % myydään ruotsalaisten omistuksessa olevien tytäryhtiöiden kautta. Suomen viennissä vastaava prosenttiluku on vain 20. Toinen vertailuun sopiva tunnusluku on ulkomailla työllistettyjen henkilöiden lukumäärä. Käyttämäni tilasto on vähän vanha eli vuodelta 1984, mutta kertoo selvästi ruotsalaisten etumatkan. Tilaston mukaan ruotsalaisten omistuksessa olevat tytäryritykset ulkomailla työllistivät tuolloin 256.000 henkilöä, kun vastaava suomalaisten työllistämä määrä oli 35.000 henkilöä. Suomalaisten yritysten kansainvälistyminen on kieltämättä 1980-luvulla ollut nopeaa, mutta jälleen olemme kehitysnopeudessa Ruotsista paljon jäljessä. Taulukko 3 esittää tätä asiaa ulkomaille tehtyjen suorien sijoitusten määrää mittarina käyttäen. Tämä ei ole mikään tieteellinen analyysi, mutta vedän tässä esittämästäni vertailuluvuista sen johtopäätöksen, että suomalaisen teollisuuden kansainvälistyminen on vasta alussa ja paljon siitä kertovia uutisia saamme lähivuosina uutisvälineistä lukea ja kuulla.

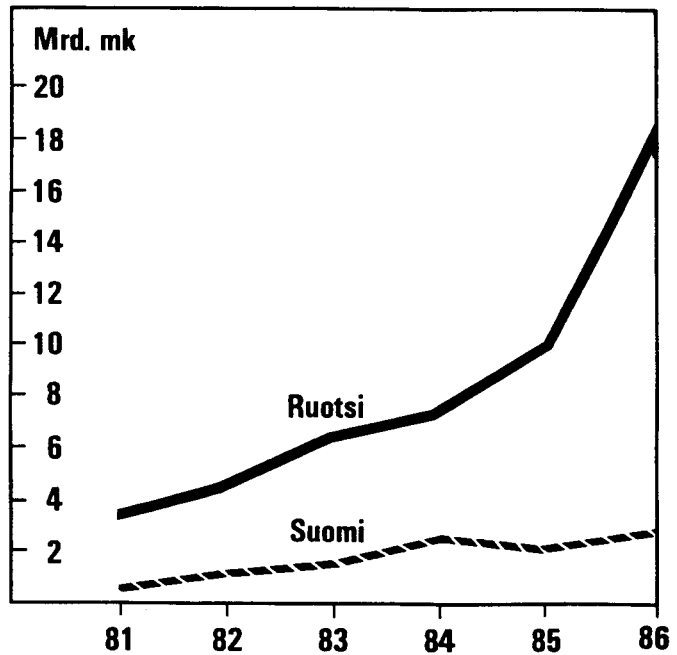
Olen ennenkin käyttänyt sellaista sanontaa, että valitessaan kansainvälistymisen tien yritys hakee lisää vapausasteita toiminnalleen. Jos kansallisten rajojen annettaisiin kahlita toiminnan kehittämistä, ei Suomen kaltaiseen pieneen maahan mahtuisi kehittyviä suuryrityksiä yhtäkään. Koska niitä haluamme — ainakin enemmistö Suomen kansalaisista niin haluaa — voimme puhua jopa kansainvälistymisen pakosta. Muuta vaihtoehtoa ei kertakaikkiaan ole, jos haluamme pysyä leikissä mukana.

VALTIONYHTIÖ OUTOKUMPU

Outokumpu on valtionenemmistöinen osakeyhtiö. On luonnollista, että omistuspohjalla on vaikutusta siihen, minkälaista kansainvälistymisstrategiaa yritys noudattaa. Valtionyhtiöt on Suomessa perustettu yhteisillä varoilla luomaan työtä ja hyvinvointia aloilla, joille syystä tai toisesta ei ole yksityistä pääomaa riittävästi löytynyt. Silloin on varsin ymmärrettävä vaatimus se, että valtionyhtiöitten toiminnan pääpainon tulee olla kotimaassa. Valtioneuvoston vuonna 1985 vahvistamassa pe-

Taulukko 3. Vertailu Suomen ja Ruotsin teollisuuden suorista investoinneista ulkomailla 1980-luvulla.

Table 3. Comparison of direct investments abroad by the Finnish and Swedish industries, billion FIM. (Ruotsi = Sweden, Suomi = Finland)



riaateohjelmassa tämä periaate on lausuttu julki varustettuna sellaisella lisäkaneetilla, että kansainvälistyminen on kuitenkin sallittua, jos sen lähtökohtana on kotimaassa tapahtuvan toiminnan tukeminen tai turvaaminen. Valtionyhtiön johtajana ja tulevaisuuden haasteet mielessäni pitäisin kylläkin enemmän sellaisesta ohjeesta, joka mieluummin kannustaisi kansainvälistymään kuin olisi sitä rajoittava. Taisi olla Henry Ford, joka aikanaan sanoi, että mikä on hyväksi Fordille, on hyväksi myös Amerikalle. Mieleni tekisi tässä seurassa uskaltaa sanoa, että mikä on hyväksi Outokummulle, Kemirille tai Nesteelle, on hyväksi myös Suomelle.

Periaatteessa voisi olla mahdollista, että kansainvälistymisen sinänsä olisi yritykselle tavoite. Voisihan ainakin yksityiselle omistajalle olla tavoiteltavaa esim. riskin jakamiseksi kerätä yritysvarallisuutta useaan eri maahan. Valtionyhtiö Outokummulle kansainvälistyminen ei kuitenkaan ole tavoite, vaan keino pyrkiä muihin päämääriin. Tämän seikan pitäminen kirkkaana mielessä on tärkeä asia jokapäiväisen johtamisen kannalta, ja jos koko organisaatio sen oikein ymmärtää, on ensimmäinen karikko ohitettu kivikkoisella tiellä kansainvälisyyteen.

Outokummun suorittamat kansainväliset operaatiot voidaan luokitella neljään eri ryhmään, joilla kullakin on omat erityispiirteensä:

- ★ metallien markkinointiverkoston luominen,
- ★ teknologian markkinointiverkoston luominen,
- ★ ulkomainen kaivostoiminta ja
- ★ jalostustoiminta ulkomailla.

Tarkastelen seuraavassa kutakin näistä neljästä osa-alueesta erikseen.

METALLIEN MARKKINOINTIVERKOSTO

Ensimmäisenä kansainvälistyvä osa Outokumpua oli metallien ja niistä tehtyjen puolivalmisteiden markkinointi. Kuten jo totesin, Outokumpu on ollut vientiyritys perustamisestaan saakka, joten kansainväliset kontaktit ovat aina olleet osa toimintaamme. Kun vienti 1960-luvulla pysyvästi ylitti kotimaan myynnin ja 1970-luvulla tuli selvästi hallitsevaksi osaksi myyntiä, syntyi ajatus omien vientikanavien hankkimisesta. Vuonna 1976 yritys osti Englannissa toimineen agenttinsa ja sai näin ensimmäisen ulkomaisen tytäryhtiönsä. Oma myyntiverkosto on sen jälkeen nopeasti laajentunut ja kattaa tänään käytännöllisesti katsoen kaikki tärkeät markkinat (kuva 1).

Miksi tämä riesa? Eikö olisi vaivattomampaa antaa agenttien hoitaa myynti ulkomailla ja kantaa siihen liittyvät riskit? Vaivattomampaa se varmasti olisikin, mutta tulos ei olisi yhtä hyvä. On tietenkin niin, että on hyviä ja huonoja agenteja yhtä hyvin kuin on hyviä ja huonoja omiakin myyntikanavia. Luonnollista kuitenkin on, että omalta tytäryhtiöltä voi aina vaatia parempaa palvelua kuin agentilta, jonka tavoitteenasettelussa oma etu tietenkin menee päämiehen edun edelle kun perimmäisten kysymysten äärelle tullaan. Markkinatiedon saannin kannalta oma kanava on agenttia parempi, ja erityisesti sen edut tulevat esille silloin kun on kysymys markkinoinnin kehittämisestä pitkällä tähtäyksellä. Useissa tapauksissa kestää vuosikausia ennen kuin haluttu asema uusilla markkinoilla on saavutettu. Ulkopuolisen motivoiminen investoimaan epävarman tulevaisuuden varaan on vaikeaa eikä pienillä agenttifirmoilla siihen aina ole varaakaan.

Outokummun tuottamien metallien vienti Suomesta hoidetaan nyt yli 50-prosenttisesti omien kanavien kautta. Vaikka

oman verkoston luominen onkin ollut suuri ja vaativa työ, se on varmasti kannattanut. Olisi vaikea kuvitella, että asiat tämänpäivän tilanteessa yleensäkin voitaisiin hoitaa puhtaasti agenttipohjalla. Edellytyksenä oman myyntiyhtiön perustamiselle luonnollisesti on riittävä volyyymi kyseisellä markkina-alueella. Alalla tyypillisesti sovellettavilla myyntikomissioilla pitää pystyä peittämään aiheutuvat kustannukset. Eräänlaisena peukalosääntönä meillä on ollut, että oman myyntiyhtiön perustaminen otetaan harkittavaksi kun myynti markkina-alueelle lähentelee 100 milj. markan rajaa.

Tällä hetkellä Outokumpu-konsernin oma metallien myyntiverkosto kattaa lähes täysin ns. läntisen maailman markkinat. Laajentamistarvetta ei sillä ilmansuunnalla juurikaan enää ole. Meneillään on etabloitumisvaihe Kaukoidän markkinoille, joilla vielä on merkittävä hyödyntämätön potentiaali olemassa.

TEKNOLOGIAN MARKKINOINTIVERKOSTO

Lähes samanaikaisesti metallien markkinointiverkoston rakentamisen kanssa käynnistyi Outokummussa kansainvälisen verkoston luominen myös teknologian myynnille. Perustelut ovat samat kuin metallejakin myytäessä eli uskotaan omassa määräysvallassa olevan kanavan takaavan paremman palvelun kuin mitä on vieraalta kanavalta saatavissa.

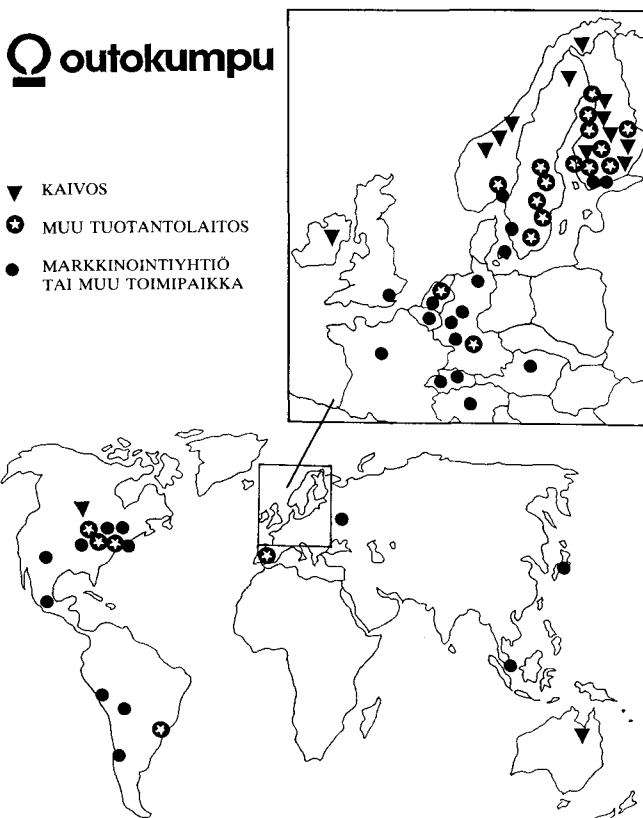
Käytännön toteutus ei teknologian myyntiverkostoa rakennettaessa ole ollut yhtä ongelmaton kuin metalleja myytäessä. Koska teknologian myynnin volyyymi on metallien myyntiin verrattuna pieni, ei ole helppoa taata oman myyntiyhtiön kannattavuutta, vaikka komissioprosentit ovatkin teknologian myynnissä korkeampia.

Oman lisävaikeutensa kuvaan tuo se seikka, että teknologian myynti suurelta osin on myyntiä suuriin projekteihin, josta syystä yksittäisen markkina-alueen kassavirta vaihtelee vuosittain melko paljon. Laihoina vuosina vaaditaan runsaasti kärsivällisyyttä lihavampia aikoja odottaessa. Projektien kehittäminen usein kestää vuosikausia. Tärkeää on, että projektiseuranta on tiivistä ja paikan päällä mahdollisimman usein on outokumpulaiselta näyttävä henkilö. Tämä onnistuu kaukana olevilla markkinoilla vain omien yhtiöiden ja toimistojen avulla.

Outokummun teknologiatoimialojen — Engineeringin, Elektroniikan ja Koneiteollisuuden — erityispiirre on se, että niiden on riittävän volyymin saavuttamiseksi toimittava maailmanlaajuisesti. Erona metallien markkinointiin on se, että teknologiatuotteilla on markkinoita teollistuneen maailman lisäksi myös ns. kolmannessa maailmassa. Kenttä on siis laaja ja kun markkinat ovat ohuet, ei tällä alueella ole mahdollista päästä yhtä korkeaan omien myyntikanavien käytön asteeseen kuin metallien markkinoinnissa. Samaan suuntaan vaikuttaa myös viime vuosina tapahtunut kehitys kohti toiminnan monipuolistumista. Teknologiatoimialojemme tuotevalikoima on tänään niin laaja, etteivät kaikki tuotteet sovellu samojen kanavien kautta myytäväksi. Kovin suurta tarvetta teknologian myyntiverkoston laajentamiseen omien yhtiöitten pohjalla ei siten ole olemassa. Eri asia kokonaan on se, että näidenkin toimialojen tulevaisuus varmasti on nykyistä kansainvälisempi. Silloin on kuitenkin kysymys pitemmälle menevistä kansainvälisistä operaatioista kuin pelkästään markkinoinnista.

ULKOMAINEN KAIVOSTOIMINTA

Outokumpu perusti 1970-luvun puolivälissä organisaation, jonka tehtävänä oli hakea mahdollisuuksia osallistua kaivos-



Kuva 1. Kansainvälinen Outokumpu-konserni.
Fig. 1. The international Outokumpu Group.
(▼ Mine, ★ Other industrial production plant. ● Other subsidiaries or major office sites)

toimintaan ulkomailla. Tässä on lähtökohtana ollut se valitettava tosiasia, että kotimainen malmipohja ei ole ollut riittävä raaka-ainehuollon varmistamiseen. Olemme hyvää vauhtia tulossa lähes kokonaan tuontiraaka-aineista riippuvaisiksi. Tietysti tähän väliin pitää muistaa sanoa, ettei tämä päde kromiin, jota meillä riittää hyvin pitkäksi aikaa.

Tuontiraaka-aineita voi hankkia suorilla ostosopimuksilla, mutta kun niiden voimassaoloaika yleensä on lyhyt — korkeintaan muutamia vuosia — olemme lähteneet hakemaan kestävämmällä pohjalla olevia ratkaisuja osallistumalla itse kaivostoimintaan ulkomailla. Tämä on toimintaa, johon useissa tapauksissa sisältyy suuria riskejä. Ehkä juuri tästä syystä tämä onkin ollut vaikea alue ja eteneminen on ollut hidasta — hitaampaa kuin aluksi osasimme kuvitella.

Kymmenen vuoden työn jälkeen olemme nyt kuitenkin tulleet vaiheeseen, jossa uskomme olevamme riittävän osaavia isojenkin askeleiden ottamiseen. Viime vuonna tällaisia askeleita otettiin. Taran sinkkikaivos Irlannissa ja Viscarian kuparikaivos Ruotsissa ovat kansainvälisenkin mittapuun mukaan arvostellen isoja operaatioita. Taran vuosilouhinta on yli 2,5 milj. tonnia ja se tuottaa noin 200 000 tonnia sinkkiä ja 40 000 tonnia lyijyä vuodessa rikasteisiin. Viscaria louhii 1,3 milj. tonnia malmia vuodessa ja tuotetun rikasteen kuparisältö on 30 000 tonnia vuodessa. Taran sinkkituotanto on siis nelinkertainen verrattuna Vihannin vastaavaan tuotantoon ja Viscarian kuparituotanto kaksinkertainen Keretin tuotantoon verrattuna. Lähinnä näiden kahden kaivoksen ansiosta Outokummun ulkomaisen kaivostoiminnan arvo onkin kasvanut kotimaisen tuotannon arvoa suuremmaksi. Valitettavaa tietenkin on, että metallien alhaiset hinnat tällä hetkellä pudottavat näidenkin sinänsä hyvien kaivosten kannattavuuden huonoksi.

Kuten sanottu, ulkomaisen kaivostoimintamme strategisenä lähtökohtana on raaka-ainehuollon turvaaminen. Lähtökohta voisi tietenkin olla laaja-alaisempikin. Voisimmehan pyrkiä kasvamaan kansainvälisenä kaivosyhtiönä ilman raaka-ainesidonnaisuutta kotimaahan. Koska voimavaramme — lähinnä rahoituskelliset — kuitenkin ovat rajalliset ja meitä sitoo myös yleisohje valtionyhtiöitten kansainvälistymisen tavoitteista, olemme valinneet suppeamman strategian. Viimeaikaisilla yritysostoilla olemme myös suuressa määrin saavuttaneet asetetut tavoitteet, eikä suurta tarvetta ulkomaisen kaivostoiminnan volyymin lisäykseen ole lähivuosina olemassa. Pisimmälle olemme päässeet sinkkiraaka-aineessa, jossa laskennallinen omavaraisuutemme on yli 100 %. Kun sanon laskennallinen omavaraisuus, tarkoitan sitä, ettemme koskaan ole ajatelleetkaan rahdata kaikkea Taran sinkkirikastetta Kokkolaan jalostettavaksi. Riittää kun meillä on määräsvalta siihen, mihin tuo rikaste rahdataan. Kun noin puolet Euroopan sinkkirikastetuotannosta nyt on kontrollissamme, se takaa pääsyn isojenkin poikien seuraan, kun eurooppalaisen sinkkibusineksen tulevaisuudesta keskustellaan. Ilman Taran kaivosta olisi asemamme näissä keskusteluissa 1990-luvulla Vihannin malmin ehdyttyä ollut ratkaisevasti huonompi.

Mielenkiintoista olisi laajemminkin keskustella ulkomaisen kaivostoimintamme strategiavalinnoista, mutta käytettävissä oleva aika ei sitä salli. Maantieteellinen pääpaino on nyt pohjoisen Atlantin ympärillä eli teollistuneessa vanhassa maailmassa. Rahankäytön jakautumisessa painopiste on viime vuosina siirtynyt malminetsinnästä yritysostoihin päin. Nämä strategiavalinnat tässä mainittakoon esimerkkeinä asioista, jotka tällä alueella ovat aiheuttaneet paljon pohdintaa.

Ulkomaisen kaivostoiminnan rinnalla on meillä toinenkin kansainvälinen toiminto, joka tähtää raaka-aineiden saannin varmistamiseen. Viime vuonna ostimme osake-enemmistön Transamine-nimisestä kansainvälisestä trading-yhtiöstä, joka on erikoistunut pääasiassa kupari- ja sinkkirikasteiden kaup-

paan. Transaminella, jonka pääpaikka on Lontoossa, on maailmanlaajuinen konttori- ja yhteysverkosto, joka tämänkaltaisessa toiminnassa on välttämätöntä. Transaminen oston vaihtoehtona oli omien ostoressurssien lisääminen ja vastaavanlaisen verkoston luominen sitä kautta. Yritysoston avulla saimme nopeasti käyttööme valmiin organisaation ja osavat resurssit.

JALOSTUS ULKOMAILLA

Viimeisin osa-alue, jolla olemme kansainvälistyneet, on jalostus. Ensimmäinen ulkomainen valmistusyksikkömme oli konepaja Brasiliassa. Se perustettiin 1980-luvun alussa tukemaan laitteiden myyntiä maahan, jossa tuonti on kovasti rajoitettua. Ainoa tapa pysyä mukana markkinoilla on tällaisessa tapauksessa mennä sisälle maahan ja myydä tuotteitaan kotimaisina tuotteina. Tämä yritys on ollut yhteisyritys Tamrockin kanssa, ja Tamrockin tuotteilla onkin ollut iso paino sen valmistusohjelmassa. Merkittävän outokumpulainen tuote on ollut pyörrekerrosreaktorit. Tällä hetkellä yhtiö valmistaa myös ARA:n lastauskoneita.

Seuraavana olivat vuorossa kaksi amerikkalaista kuparinjalostusyhtiötä. Vuonna 1983 ostimme osake-enemmistön The Nippert Companysta ja vuonna 1985 Valleycast-nimisen yhtiön koko osakekannan. Ne molemmat ovat kuparilankabusinessissä ja käyttävät Outokummun pystyvalutekniikkaa. Yhteinenliiketoiminta on noin 200 milj. mk. Tavoitteena tässä kaupassa oli sekä varmistaa lankatuotannollemme riittävä volyymi että saada käyttööme sellaista langan jatkojalostusteknologiaa, jota meillä ei vielä ollut. Samalla varmistimme pääsyn markkinoille, joiden palveleminen Porista käsin oli täysi mahdottomuus.

Seuraava valmistusyksikkö, jonka ostimme, oli myös USA:ssa sijaitseva Princeton Gamma Tech (PGT), jonka hankinnalla etsimme lisää volyyimia ja markkinoita Elektronikka-toimialallemme. Pelkästään kotimaassa tehtävän kehitystyön turvin oli Elektronikkaamme tuomittu vielä pitkään kitumaan ehdottomasti liian pienenä toimintona pystyäksään kantamaan korkeat tuotekehitys- ja markkinointikustannukset. Tämän yritysoston avulla volyyymi kaksinkertaistui ja edellytykset turvata tulevaisuus oleellisesti paranivat. Tämä on hyvä esimerkki tapauksesta, jossa on oikeutettua puhua kansainvälistymisen pakosta. Vaihtoehtona olisi ollut kituminen ja pahimmassa tapauksessa hidas näivettyminen vanhan toimintamallin pohjalla.

Ehdottomasti merkittävin ulkomainen operaatiomme tähän mennessä on vuoden 1986 alussa toteutettu ruotsalaisten Metallverken- ja Wirsbo-konsernien osto. Tässä tapauksessa mielelläni puhun kansainvälistymisen pakosta, koska Porin tehtaittemme tulevaisuus oli jo kauan ollut uhattuna ylikapasiteettitilanteen kuumentamassa kilpailussa. Tämän kaupan seurauksena Outokummun liikevaihto kasvoi 50 % ja henkilöstön määrä 40 % eli oli todella suuresta kaupasta kysymys. Kuparinjalostustoimintamme kasvoi samalla peräti kolminkertaiseksi. Uusimuotoinen kuparituotesektorimme on nyt yksi maailman johtavista yrityksistä alallaan ja olemme vakuuttuneita sen mahdollisuuksista selviytyä kovassa kilpailussa. Tämän sektorin kaikki tuotantolaitokset ovat hyvässä kunnossa ja tuotteet korkealaatuisia. Kyvystämme pitää huolta kustannustehokkuudesta ja markkinointitaidoistamme riippuu se, kuinka hyvin onnistumme hoitamaan leiviskämme. Suomalais-ruotsalaisen yhteistyön rakentaminen saumattomaksi ja optimaaliseen ratkaisuun pyrkiväksi on suuri haasteemme, jonka parissa parhaillaan teemme työtä. Kuten julki-sesta sanastakin ehkä olette kuulleet, olemme organisoimassa toimintaa niin, että valtakuntien rajat johtamisessa unohdetaan. Vain tällä tavoin voidaan optimiratkaisu löytää.

OLEMMEKO ONNISTUNEET?

On ehdottomasti liian aikaista antaa lopullista arviota siitä, kuinka hyvin olemme onnistuneet kansainvälisissä operaatioissamme.

Metallien markkinointiverkoston luomisessa ei ole ollut merkittäviä pettymyksiä. Toiminta on kaikissa tapauksissa käynnistynyt kohtuullisen nopeasti, eikä suuria tappioita ole tullut. Teknologian myynnin alueellakin onnistumisprosentti on ollut tyydyttävä. Tällä alueella on tosin ollut pettymyksiäkin, joiden syynä on ollut markkinapotentiaalin arvioiminen liian positiiviseksi toimintaa aloitettaessa. Muutaman vuoden odotus markkinointiyhtiön tapauksessa ei kuitenkaan maailmoja kaada, koska isoja rahoja ei jouduta sitomaan.

Ulkomaisen kaivostoiminnan alueella tavoitteet on nyt pääasiassa saavutettu. Pettymys ehkä on ollut se, että aikaa tähän tarvittiin niin paljon. Tämä tietenkin kuuluu kaivostoiminnan luonteeseenkin; ovathan käännökset tällä alalla hitaita. Enemmän rohkeutta ehkä olisi tarvittu alusta lähtien. Jos kalaan lähtee, kannattaa saman tien lähteä kalastamaan isoja kaloja. Pienten projektien parissa puuhailu sitoo henkilöresursseja yhtä paljon kuin isotkin projektit. Kaivostoiminnan alueelle sijoittuu myös toistaiseksi ainoa epäonnistuminen. Ecuadorin pieni kaivoshanke kaatui paikalliseen byrokraatiin. Onneksi potissa oli vain vähän rahaa ja vaikka kaikki meni, ei mennyt paljon. Tämä sattui toiminnan alkuvaiheessa ja on laskettava oppirahoiksi.

Jalostustoimintaan ulkomailta tehdyt investoinnit ovat toteutuneet tavoitteiden mukaisina. Rehellisyyden nimissä on tietenkin sanottava, että kokemus ennen kaikkea Ruotsin isoista operaatioista on niin lyhytaikainen, ettei vielä ole lopullisten johtopäätösten aika. Ei ole kuitenkaan näkyvissä syitä, miksi emme onnistuisi. Kannattavuudeltaan ovat ulkomaiset jalostuslaitoksemme keskitasoa selvästi parempia.

Kun usein on kysytty, mikä Outokumpun kansainvälistymisprosessissa on ollut vaikeinta, olen vastannut, että vaikeinta on ollut saada oma henkilöstö ymmärtämään tämän prosessin välttämättömyys. Oma henkilöstö eniten kysyy, onko tässä kysymys vain muodin perässä juoksemisesta muistuttaen, että muodin seuraaminen on tyylikästä mutta yleensä tulee kalliiksi. Tai viedäänkö rahat ulkomaille kotimaisten investointien ja työpaikkojen kustannuksella? Miksi puhutaan eläkeongelmasta, kun rahaa samanaikaisesti löytyy ulkomaisiin yritysostoihin? Nämä ovat ymmärrettäviä kysymyksiä, joihin kyllä on vastaukset olemassa, mutta paljon aikaa tarvitaan siihen, että koko henkilöstö saadaan ymmärtämään asian välttämättömyys. Tähän päämäärään tähtäävää valistustyötä katson tässä nytkin tekeväni.

Kun kysytään, mikä on positiivisin kokemus kansainvälistymisestä, vastaan, että se ilman muuta on lisääntynyt tieto siitä, miten muualla maailmassa ajatellaan ja toimitaan. Tällöin ajattelen lähinnä sitä liikkeenjohdollista oppia, jonka esimer-

kiksi Ruotsista tai USA:sta yritysostojen sivutuotteena saamme. Kun pääsee sisältäpäin katsomaan ulkomaista liiketoimintaa, oppii myös entistä laajemmasta perspektiivistä arvostelemaan omia totunnaisia kotimaisia kuvioita.

TULEVAISUUDEN KUVAT

Kun edellisen kerran esiinnyin tällä foorumilla kolme vuotta sitten, käsittelin vuoriteollisuutemme tulevaisuutta. Siinä esitelmässäni oli myös kansainvälistymistä koskeva osa:

”Jalostustoiminnan kansainvälistymisessä olemme ottaneet vasta ensiaskeleet. Mitä pitemmälle jalostettuihin tuotteisiin siirrymme, sitä lähemmäksi kuitenkin tulee ajatus myös valmistuksen viemisestä sinne, missä markkinatkin ovat. Tällä vuosikymmenellä todennäköisesti näemme useitakin tällaisia tapauksia.”

Kun nyt arvostelen tuota omaa tekstiäni, voin todeta, että arvioni oli oikeansuuntainen, mutta aivan liian varovainen. Kolmen vuoden kuluessa on tapahtunut paljon enemmän kuin osasin arvata. Tämä opetus täytyy pitää mielessä, kun nyt arvioidaan tulevaa kehitystä.

On selvää, ettei Outokumpu voi investoinneissaan ja kansainvälistymisessään jatkaa samaa tahtia kuin viime vuonna. Toimintamme on niin paljon laajentunut, että tarvitsemme välillä rauhallisemman kauden sopeutuaksemme uuteen laajentuneeseen kuvioon. Ei tämä merkitse kehityksen pysähtymistä, vaan paluuta vähän normaalivauhtisempaan kehitykseen.

Yhtä asiaa en kolmen vuoden takaisessa esityksessäni pystynyt ollenkaan selvästi näkemään. Se on tapahtumassa oleva perusteellisuuden rakennemuutos. Säilyäkseen hengissä perusteellisuuden on ryhmityttävä uudella tavalla ja yhä suuremmiksi kokonaisuuksiksi. On paljon mahdollista, että tulevaisuuden Pohjolaan mahtuu vain yksi kuparisulatto tai yksi jaloterässulatto. Jos näin on, tarvitaan meiltä valppausta seurata kilpailutilanteen kehittymistä ja kykyä reagoida nopeasti, jos tarpeen on. Länsi-Euroopan yhdentymiskysymys on toinen alue, jossa kehitystä on syytä tarkkaan seurata, jotta me huomaamattamme joudu huutolaispojan asemaan. Entistä voimakkaampi etabloituminen EEC:n alueelle voi olla ratkaisu tähän pulmaan. Helppo on siis veikata, että uutisia teollisuutemme kansainvälistymisestä entistäkin useammin esiintyy tiedotusvälineissä. Ja Outokumpu tulee esiintymään niissä uutisissa muiden mukana.

Tulevaisuutemme on kansainvälinen. Se vaatii meiltä uudenlaisia asenteita ja valmiuksia. Silloin ei ole kysymys yksinomaan kielitaidosta. Yhtä tärkeää on ennakkoluuloton asenne uudenlaisia asioita ja asetelmia kohtaan. Ja kaikkein tärkeintä on hyvän ammattitaidon säilyttäminen ja turvaaminen. Se on paras käyntikortti kansainvälisillä areenoilla esiintyessä. Tätä viimeksimainittua asiaa haluan nimenomaan tämän kuulijajoukon edessä tähdentää.

SUMMARY

ON THE INTERNATIONALIZATION OF THE OUTOKUMPU GROUP

Although Outokumpu has been an export-oriented company from the very beginning, it is only during the past decade that its true internationalization process has taken place.

Today, 88 % of total sales of the Outokumpu Group derives from sales outside Finland. The Group operates 17 production plants outside Finland, which yield 35 % of the gross value of the Group's total production. Outokumpu has acquired or established production plants, marketing subsidiaries or offices in 23 countries. Of the Group's 15 000 employees, 38 % work outside Finland.

The pace at which Outokumpu has grown and expanded internationally has been swift, particularly in the past couple of years. It is yet too early to pass a final judgement on how Outokumpu has succeeded in its internationalization. There have been no major setbacks, and the score is on the whole positive. The international expansion of the Outokumpu Group is foreseen to continue but at a somewhat slower, more normal pace.

Outokumpu's future is, no doubt, increasingly international.

Ovako Steel — Pohjoismainen yhtiö

Toimitusjohtaja Matti Sundberg, Ovako Steel Oy Ab, Helsinki

Ovako Steel Konserni

Tuotantokapasiteetti: 1,5 milj. t/vuosi

Henkilökunnan määrä 7 150
(Ruotsissa 3 930, Suomessa 2 870, muualla 350)

Liikevaihto: 5,000 milj SEK/3,600 milj. FIM

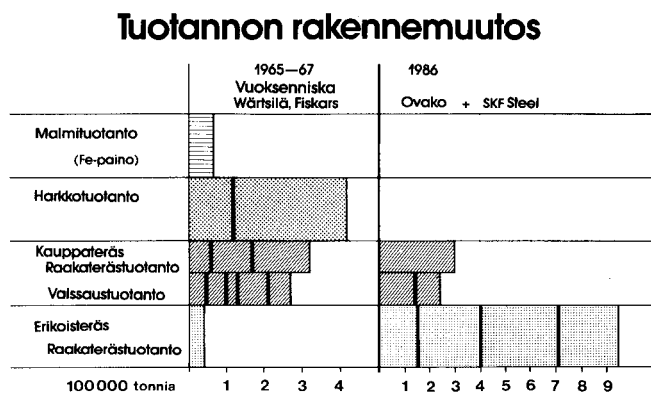
Tuotantoyksiköiden lukumäärä: 13
(Suomessa 8, Ruotsissa 5)

Omistus: AB SKF 50 %, Oy Wärtsilä Ab 25 %,
FISKARS Oy Ab 20 %, SYP 5 %

Ovako on läpikäynyt viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana rakenteellisen muutoksen, jonka näkyvämpää osaa ovat olleet tuotantolaitosten sulkemiset ja huomattavat henkilöstösopistukset. Samaan aikaan on kehitetty osaamista ja tekniikkaa, uusittu tuotevalikoimaa sekä panostettu jatkojalostukseen ja markkinointiin. Tämä työ on antanut tekniset ja taloudelliset edellytykset askel askeleelta siirtyä erikoistuneempaan tuotantoon ja uusille markkinalohkoille (kuva 1).

KEHITYS VUOSINA 1965–78

1960-luvun puolivälissä nykyisen Ovakon edeltäjien — Oy Vuoksenniska Ab:n sekä Wärtsilän ja Fiskarsin terässektorei-



Kuva 1. Ovakon tuotantorakenteen muutos vuosina 1965–1986.

Fig. 1. Change in the production structure of Ovako in 1965–1986.

den — määrällisesti merkittävin tuote oli harkkorauta. Kauppaterästä tuotettiin kolmessa sulatossa ja valssattiin kahdeksalla valssauslinjalla. Valssauslinjan tyyppillinen vuosituotanto oli 50 000 tonnia. Erikoisterästuotanto Imatralla oli vajaat 40 000 tonnia. Tuotevalikoima oli laaja sisältäen mm. ruostumattomia teräslaatuja ja työkaluteräksiä.

Sopeutuminen kansainväliseen kehitykseen alkoi heti 1960-luvun puolivälin jälkeen. Eri puolilla maailmaa tehtyjen laajojen korkeapitoisten rautamalmilöydösten hyödyntäminen pudotti viidessä vuodessa malmin hintaa lähes 50 prosentilla. Toiminta Jussarön kaivoksessa kävi kannattamattomaksi ja kaivos suljettiin vuonna 1967.

Raakateräksen tuotanto Åminneforsin sulatolla lopetettiin vuonna 1977. Siemens-Martin -prosessi oli kustannuksiltaan selvästi Koverharin LD-tankovalureitin valmistusta kalliimpaa. Koverharin ja Imatran raakateräskapasiteetti riitti yhtiön omien valssausoiden tarpeisiin.

Turun masuunin toiminta lopetettiin vuonna 1978. Valimoharkon tarjonta maailmanmarkkinoilla oli lisääntynyt voimakkaasti uusien omaa malmia jalostavien kehitysmaiden tuottajien tullessa markkinoille. Kannattavaan toimintaan ei ollut edellytyksiä vallitsevalla hintatasolla.

YHTEENLIITTYMINEN JA TUOTANNON JÄRKEISTYS SUOMESSA

Ovakon sekä Wärtsilän ja Fiskarsin terässektoreiden yhdistäminen vuonna 1979 teki mahdolliseksi pitkien terästuotteiden tuotannon järjeistämisen Suomessa.

- Järjestelyissä lähdettiin toteuttamaan kolmea päälinjaa:
- Kauppaterästen tuotantokapasiteetti sopeutettiin lähinnä Suomen markkinoiden tarpeita vastaavaksi. Tuotanto keskitettiin Koverharin terästehtaalalle sekä Dalsbrukin ja Åminneforsin valssausmoille.
 - Koverharin vaativien laatujen tuotantoa kehitettiin omien valssausmojen ja jatkojalostuksen tarpeista lähtien.
 - Imatran terästehdas keskittyi erikoisterästuotantoon.

Vuosina 1980–83 tehdyillä järjestelyillä, joihin liittyi kolmen sulatusuunin, kahden valssauslinjan ja valimon sulkeminen sekä huomattavat henkilöstösopistukset eri toimipaikoissa, yhtiön tuottavuus saatiin kilpailijoiden tasolle.

Investoinnit tänä aikana keskitettiin kauppateräsvalmistuksen tehokkuuden nostamiseen sekä jatkojalostuksen uudistamiseen ja laajentamiseen.

Kohennut tuottavuus, parantunut tuotos, pienempi energiankulutus, pidemmät sarjat ja parempi laadun hallinta näkyivät nopeasti yhtiön tuloksessa. Kaikkiaan järjestelyillä saavutettiin runsaan viiden prosenttiyksikön pysyvä parannus käyttökatetasoon.

Merkittävää oli myös välillinen vaikutus pääoman vapautumisen kautta. Tuotannon keskittäminen ja virtaviivaistaminen

vapautti pelkästään määrissä laskettavien nimikkeiden varastoista yli 50 miljoonaa markkaa.

Jälkikäteenkään katsoen minkään lakkautetun tuotantoyksikön toiminnan jatkaminen ei olisi ollut taloudellisesti perusteltua. Riittävän tuloksen saavuttamiseksi ylikapasiteetin kiristämällä markkinoilla tuottajalla on oltava selvä kilpailuetu tuotantokustannuksissa, tuoteominaisuuksissa tai luontaisten markkinoiden suuruudessa. Standardituotteiden merkittävämpi eriyttäminen on yleensä vaikeaa ja ratkaisevaksi tekijäksi osoittautuu lopultakin pelkkä hinta.

KILPAILUEDUN KEHITTÄMINEN

Kapasiteetin ja kustannusten leikkaukset sekä tuotannon uudistaminen olivat tarpeen, jotta tuotanto saatiin tehokkuudeltaan kilpailijoiden tasolle.

Vuoden 1979 yhteenliittymisen toinen puoli oli sen tarjoamat rakenteelliset mahdollisuudet toisaalta erikoistumisen ja toisaalta jatkojalostuksen kehittämisen suuntaan.

Kahdeksan vuotta yhteenliittymisen jälkeen tilanne päätuotesektoreilla voidaan todeta seuraavaksi:

Kauppateräs tuotetaan kustannuksiltaan kilpailukykyisellä malmimetallurgialla, valssaamot ovat ajanmukaiset ja pääosa tuotannosta menee kotimarkkinoille.

Jatkojalostuksen nopealle kehitykselle on ollut ratkaisevan tärkeää pitkän tuotantoketjun hyödyntäminen. Luontaista markkina-aluetta on laajennettu pohjoismaisilla toimialajärjestelyillä mm. jousien, hitsauslisäaineiden ja jännepunosten tuotannossa.

Imatran terästehtaan keskittymistä pelkästään *erikoisterästuotantoon* tuettiin panostuksella prosessi- ja tuotekehitykseen. Nykyisin Imatran tuotanto on pääosiltaan auto- ja konepajateollisuuden erikoisteräksiä.

POHJOISMAINEN YHTENLIITTYMINEN (kuva 2)

Suomen yksityisen terästeollisuuden yhteenliittymisen välittömän synergian tultua hyödynnetyksi vuoteen 1985 mennessä Ovako oli uuden linjanvedon edessä:

- Imatran metallurgia oli uudistettava lähivuosina. Investointi vaatisi noin puoli miljardia markkaa.
- Erikoisterästen vienti EC:n alueelle oli pidettävä perinteisellä tasolla. Euroopan ulkopuolella yhtiöllä ei ollut myyntiorganisaatiota.
- Lähinnä kauppateräksistä koostuva teelmävientä Euroopan ulkopuolelle oli yli 100 000 tonnia. Selvitykset tämän kapasiteetin vaihtoehtoiselle käytölle olivat käynnissä.
- Tutkimus- ja kehitysresurssien suuntaaminen oli ongelmallista. Käytettävissä oli noin 80 miestyövuoden panos vuodessa; pelkästään yhden uuden teräslaadun kehittäminen tuotannossa kilpailukykyiseksi vaatii terästehtaalta aikaa 5–7 vuotta. Suuri osa Imatran tutkimus- ja kehitysresursseista sitoutuisi tehtaan uudistusohjelmaan.

Taloudelliset edellytykset yhtiön lähivuosien kehitysohjelman läpiviemiselle olivat olemassa. Ongelmana oli tuotteita ja markkinoita koskeva linjanveto. Tuotannon mittakaava erikoisterästuotannossa oli kansainvälisesti katsoen pieni; tuote-



Kuva 2. Ovako Steel -konsernin tuotantoyksiköiden sijainti.
Fig. 2 Location of the production units of Ovako Steel concern.

valikoiman supistaminen olisi puolestaan edellyttänyt laajempia markkinoita.

Samaan aikaan Ruotsissa SKF Steel oli myös tärkeiden rakenteellisten ratkaisujen edessä.

Molempien yhtiöiden piirissä yhdistymisen nähtiin antavan merkittävät mahdollisuudet kilpailukykyyn parantamiselle:

- Yhteiset pohjoismaiset markkinat antavat oleellisesti paremman perustan erikoistumiselle.
- Keskittämällä päästään taloudellisesti edullisempaan tuotantomittakaavaan.
- Investointisuunnitelmat voidaan koordinoita.
- Voimavarojen yhdistäminen takaa tehokkaamman tutkimus- ja kehitystoiminnan.
- Laajan kansainvälisen myyntiverkoston toiminta tehostuu ja mahdollistaa Suomen yksiköiden tuotteille pääsyn uusille markkina-alueille (kuva 3).

Päätös yhtiöiden yhdistämisestä tehtiin huhtikuussa 1986. Virallisesti Ovako Steel AB:n toiminta käynnistyi vuoden lopulla. Yhtiön osakeista omistaa puolet ruotsalainen AB SKF toisen puolen jakautuessa suomalaisten Oy Wärtsilä Ab:n, Fiskars Oy Ab:n ja SYP:n kesken.

YHTIÖN TOIMINTATAPA

Pohjoismaisuus Ovako Steelin muodostaville yksiköille merkitsee yhteisiä pohjoismaisia kotimarkkinoita, yhteistä kehitystoimintaa ja markkinointia, pohjoismaista omistuspohjaa ja pohjoismaisia rahoitusmarkkinoita. Hallinnon keskiyksen merkittää, että kehityssuunnitelmat ja yhtiökokonaisuudelle merkitykselliset operatiiviset toimenpiteet koordinoitaa konsernitasolla. Erityistä pohjoismaista hallinnollista mallia yhtiöllä ei muutoin ole. Tuotantoyksiköt ovat toiminnallisesti itsenäisiä ja jokapäiväinen toiminta niissä hoidetaan kunkin maan ja tehtaan tavalla (kuva 4).

Suomalaisten ja ruotsalaisten yritysten yhteenliittymiset on tähän mennessä toteutettu selkeästi emoyhtiö — tytäryhtiö -pohjalta. Tasavertainen toiminta koordinoitui suunnitelmin ja yhteisin kehitys- ja markkinointiresurssein on yhteistyötapanä uusi. Epätietoisuus ja sidosryhmien ennako-odotukset ovat näkyneet Ovako Steelin alkuaikojen toiminnassa. Uudenlaiseen toimintatapaan tottuminen vaatii aikaa.

Yrityskulttuurien erot maiden välillä ovat ennemminkin synerginen etu kuin haitta. Kanssakäyminen ja tietojen vaihto yrityksen sisällä mahdollistaa uusien ajatusten ja toimintatapojen omaksumisen kummassakin maassa. Ruotsalaisen toimintatavan vahvuuksia ovat markkinointi- ja kehityssuuntautuneisuus, suomalaisen puolestaan tekninen osaaminen ja enakkoluulottomat ratkaisut.

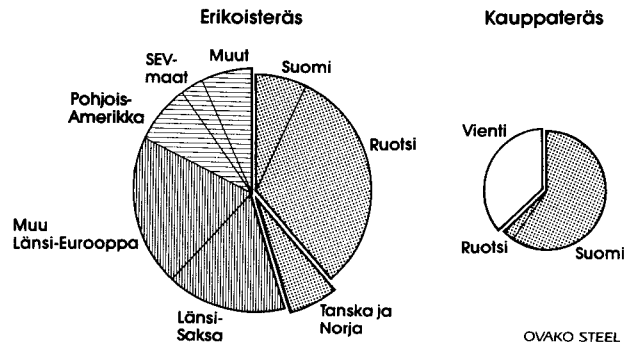
MARKKINA-ASETELMA EUROOPASSA

Länsi-Euroopan 150 milj. tonnin raakaterästuotannosta kuudesosa on erikoisteräksiä. Näihin lasketaan kuuluvaksi engineering-teräkset (konepajateräkset), ruostumattomat teräkset sekä erilaiset työkaluteräkset.

Valssauustuotteina pitkiä erikoisteräksiä tuotetaan noin kymmenen miljoonaa tonnia vuodessa. Vajaa puolet näistä on niukkaseosteisia erikoisteräksiä — yleisiä koneenrakennusteräksiä, lujia rakenneteräksiä, mikroseosteräksiä yms. Seostettujen erikoisterästen suurimman ryhmän muodostavat varsinaiset engineering-teräkset, joista valtaosa menee joko takomoiden raaka-aineksi tai koneistettavaksi (kuva 5).

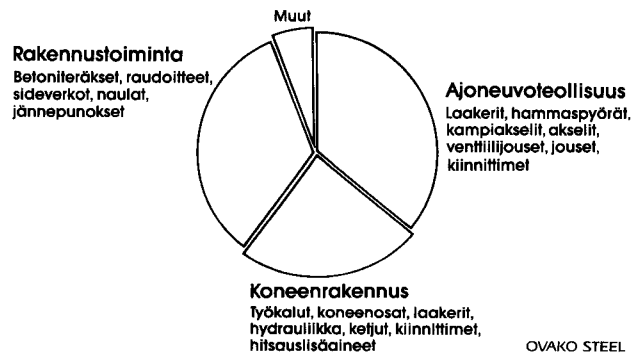
Kuulalaakeriterästen, eräiden jousiterästen sekä eräiden erikoisteräslankojen valmistajana Ovako Steelillä on johtava tai merkittävä asema Euroopassa. Varsinaisten konepajate-

Ovako Steel Myyntin jakautuminen



Kuva 3. Ovako Steel -konsernin myynnin jakautuminen.
Fig. 3 Division of the sales of Ovako Steel concern.

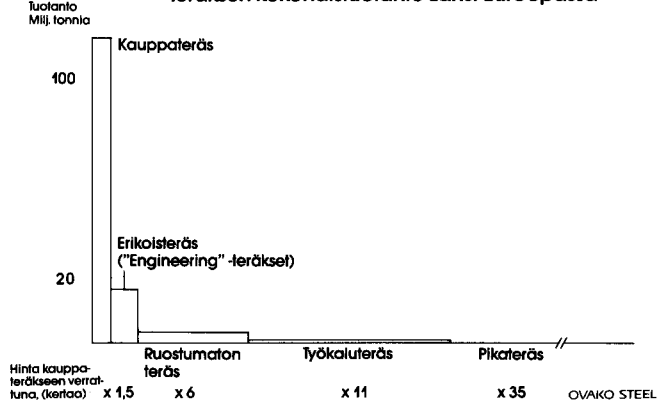
Ovako Steel Teräksen käyttäjät ja käyttökohteet



Kuva 4. Ovako Steelin tuotteiden käyttäjäryhmät ja käyttökohteet.

Fig. 4. The user groups and the using purposes of the products of Ovako Steel.

Teräksen kokonaistuotanto Länsi-Euroopassa



Kuva 5. Teräksen kokonaistuotanto pääryhmittäin Länsi-Euroopassa.

Fig. 5. The total production of steel products by main categories in Western Europe.

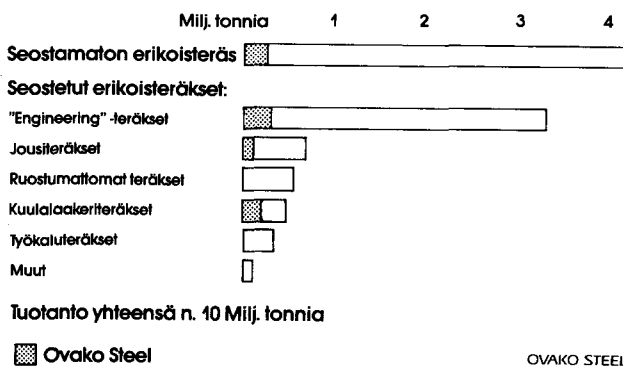
rästen tuotanto edustaa vajaata kymmenesosaa Länsi-Euroopan kokonaistuotannosta.

Seitsemän suurinta valmistajaa, joiden joukkoon Ovako Steel kuuluu, vastaa runsaasta kahdesta kolmanneksesta Länsi-Euroopan erikoisterästuotannosta. Viisi näistä yritykistä on äskettäin muodostettu yhdistymisen kautta. Suurilla valmistajilla on perinteiset vahvan osaamisen alueensa sekä hallitseva asema kotimarkkinoillaan (kuva 6).

Keskisuuria valmistajia on 10–15. Nämä ovat joko täysin erikoistuneita erikoisterästuottajia tai suuria kauppaterästuottajia, joilla on suppea valikoima erikoisteräksiä tuotantohjelmassaan.

Pieniä valmistajia on kymmeniä. Tyypillisesti nämä ovat sähköterästuottajia, jotka kauppaterästankojen ja -lankojen ohella tuottavat pieniä määriä erikoisteräksiä.

Pitkien erikoisterästen tuotanto Länsi-Euroopassa



Kuva 6. Pitkien erikoisterästen tuotanto pääryhmittäin Länsi-Euroopassa.

Fig. 6. Production of the long special steel products in Western Europe by main products groups.

YHTIÖN RAKENTEEN KEHITTÄMINEN

Sama prosessi, joka muutti runsaan malmitarjonnan ensin runsaaksi raakarautatarjonnaksi ja sitten runsaaksi kauppaterästarjonnaksi siirtyy väistämättä myös erikoisteräksien puolelle. Kauppateräsvalmistajat täydentävät yhä enenevässä määrin tuotevalikoimaansa erikoisteräksillä. Jo nyt teknisesti helpoimmit erikoisteräkset ovat muuttuneet massatuotteiksi ja niiden maailmanmarkkinahinnat ovat laskeneet lähelle kauppaterästen tasoa.

SUMMARY

OVAKO STEEL — SCANDINAVIAN COMPANY

In this paper the development phases of Ovako Steel Oy Ab during the last two decades are discussed. The structural change in the company has been very thorough. Obsolete production units in the beginning of the production chain have been closed down, production has been concentrated and specialization as well as further processing have been carried forward by various measures. The structural change in the company includes also the uniting of the private Finnish steel industry.

In 1986 Ovako Oy Ab and Swedish SKF Steel merged and

Jo vuosikymmenen kestänyt Euroopan terästeollisuuden murros jatkuu pitkälle 1990-luvun puolelle. Lähivuosina alan rakennetta ja toimintaedellytyksiä muokkaavat ratkaisevasti markkinoiden vapauttaminen, tulossa olevat kapasiteettileikkaukset sekä julkisen tuen vaikutusten loppuminen.

Kestävä ratkaisu sekä koko alan että yksittäisen yrityksen kannalta on saavutettavissa kehityksellä, joka vie tuotannolliseen erikoistumiseen ja luontevaan alueelliseen tasapainoon.

Ovako Steelin rakenteen kehittämisessä on lähdetty seuraavista perusteista:

- Riittävän laajat kotimarkkinat ovat toiminnan luonnollisen perusta ja sellaisenaan merkittävä kilpailuetu.
- Tuotannon keskitys turvaa kustannuskilpailukyyn. Tämä ei rajoitu pelkästään valmistuksen yksikkökustannuksiin. Keskittämisen vaikutukset sidottuun pääomaan, tuotteiden laatuun sekä toimitusvalmiuteen ovat myös merkittäviä.
- Erikoistumisen jatkamisella taataan että yhtiö ei joudu "massatuotemarkkinoille". Erikoistuminen näkyy tuotevalikoiman ohella myös tuoteominaisuuksissa, laadussa ja asiakaspalvelussa.

Yhtiö keskittyy tuotevalikoimaan, joka hallitaan paremmin ja markkinoidaan laajemmalle.

Käytännön esimerkki tämänkaltaisesta kehityksestä on kuulalaakeriteräs. Teknisesti se on hyvin vaativa erikoisteräs, jonka valmistajilla on yleensä vuosikymmenien kokemus ja kehitystyö takanaan. Teräksen tuotanto ja asiakaskunta on voimakkaasti keskittynyt ja merkittäväillä tuottajilla on maailmanlaajuiset markkinat. Tuotteen laadun kriittisyyden vuoksi teräksen valmistajan ja laakerin valmistajan on oltava tiiviissä yhteistyössä; teräksen valmistaja on integroitunut olennaiseksi osaksi asiakkaansa toimintaa.

LÄHIVUOSIEN TOIMENPITEET

Yhteenliittymisen tuoman sisäisen järjestelypotentiaalın hyödyntäminen aloitettiin heti uuden yhtiön saatua viralliset luvat. Uusi markkinointiorganisaatio on jo toteutettu. Tutkimus- ja kehitystoimintaa ohjaava järjestelmä on toiminnassa ja tuotannollinen yhteistyö yksiköitten kesken alkanut. Tulokset investointiohjelmista, tuotannollisista järjestelyistä, sisäisen tehokkuuden parantamistoimenpiteistä sekä osasta tutkimus- ja kehitysohjelmia on nähtävissä lähivuosien aikana. Kaikkiaan yhdistymisen välitön synergia tulee hyödynnettyksi tämän vuosikymmenen loppuun mennessä.

Yhtiöstrategiaa toteutetaan lähivuosina pääosin sisäisin järjestelyin. Yhtiöllä täytyy luonnollisesti olla myös valmiudet vastata toimialan yleisen kehityksen tuomiin haasteisiin.

formed a new company — Ovako Steel AB. The new company is one of the biggest special steel producers in Europe. Ovako Steel produces also commercial steels for the Finnish market.

The reasons for the forming of Ovako Steel AB as well as production structure, products and markets of the company are discussed. As regards the future development of Ovako Steel, this paper concentrates on the taking advantage of the synergetic benefits.

Outokummun ulkomainen kaivostoiminta

Varatuomari Heikki Solin, Outokumpu Oy, Ulkomaiset kaivosprojektit

TOIMINNAN LÄHTÖKOHDAT

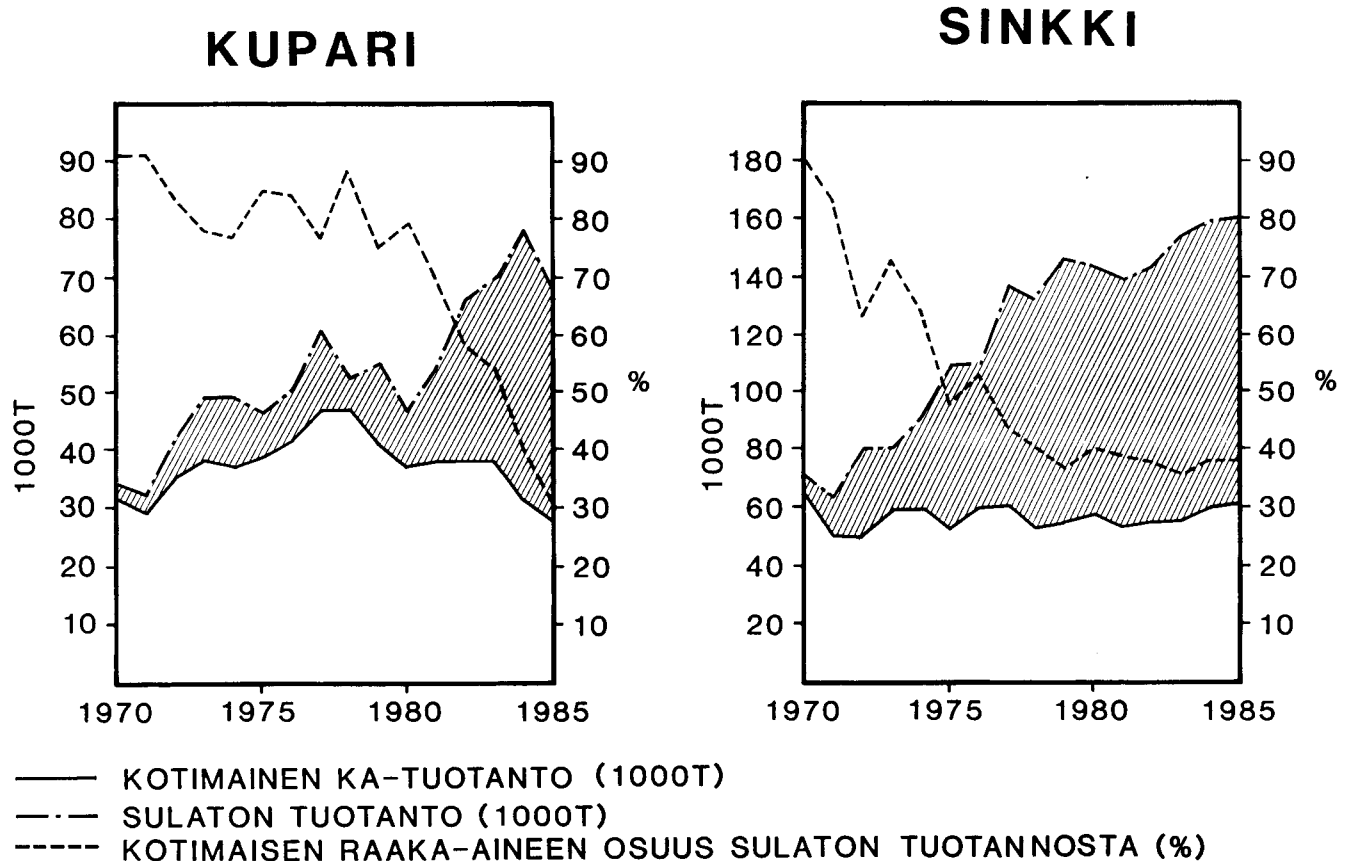
Outokummun ulkomaisen kaivostoiminnan tarkoituksena on osaltaan tukea kotimaisten sulattojen raaka-aineen hankintaa. Tässä suhteessa se eroaa kotimaisesta kaivostoiminnasta, jonka voidaan katsoa olleen alkuna yhtiön metallurgiselle teollisuudelle. Erilaisen lähtökohdan toteaminen auttaa ymmärtämään niitä valintoja, joita on tehty ulkomaisen kaivostoiminnan kehittämisen suhteen.

Outokumpu Oy on sikäli harvinainen perusmetallituottaja, että sillä on viisi erilaista metallia tuottavaa sulattoa. Harjavallassa tuotetaan kuparia ja nikkeliä, kun taas Kokkolassa tuotetaan sinkkiä ja kobolttia. Nämä kaikki sulatot nojautuvat vaihtelevin määrin ulkomaiseen raaka-ainepohjaan. Yhtiön viides sulatto Torniossa, joka tuottaa ferrokromia, eroaa muista sulatoista siinä, että se perustaa raaka-ainepohjansa

kokonaan kotimaisen kaivostuotannon varaan.

1970-luvun puoliväliin mennessä oli käynyt ilmeiseksi, että kotimainen kaivostuotanto tulee vähenevään ja niin ollen yhä pienemmässä määrin tarjoamaan raaka-aineita sulatoille, jotka puolestaan kustannuspuristuksessa ovat pakotettuja kasvattamaan tuotantokapasiteettejaan. Puuttuvan määrän hankkimista pitemmällä aikavälillä yksinomaan ostomarkkinoilta ei nähty strategisesti perustellulta, ovathan Outokummun lähtökohdat kuitenkin kaivostoiminnassa. Kuvat 1 ja 2 havainnollistavat omavaraisuusastetta kuparin ja sinkin osalta vv. 1970–1985.

Edellä mainituista neljästä metallista kuparia ja sinkkiä louhitaan useassa maassa, kun taas nikkeliä ja kobolttia alkutuotanto on keskittynyt harvoihin tuottajamaihin. Tämä tarkoittaa



Kuva 1. Kuparin omavaraisuusaste Suomessa vuosina 1970–1985.

Fig. 1. The self-dependence of copper in Finland in 1970–1985.

Kuva 2. Sinkin omavaraisuusaste Suomessa vuosina 1970–1985.

Fig. 2. The self-dependence of zinc in Finland in 1970–1985.

KUPARI 1985

MAA	1000T	%
CHILE	267	19.6
KANADA	244	33.7
PAPUA U GUINEA	175	100
MEKSIKO*	119	66.5
FILIPPIINIT	104	43.7
INDONESIA	89	100
AUSTRALIA	86	33.0
PERU	37	9.5
ZAIRE	36	7.0
E. AFRIKKA	32	15.7
MALESIA	31	100
MAROKKO	24	100

*UUSI SULATTO (LA CARIDAD)
AVATTU V. 1986

Kuva 3. Tuotetun rikasteen Cu-sisältö vähennettynä maan sulattotuotannolla. Osuus-% kaivosten kuparituotannosta.
Fig. 3. The copper content in concentrate deducted by the local smelter production. Share of mine output in copper.

SINKKI 1985

MAA	1000T	%
KANADA	480	40.9
AUSTRALIA	454	61.2
PERU	420	72.0
RUOTSI	207	100
IRLANTI	192	100
MEKSIKO	97	34.5
THAIMAA	68	100
GRÖNLANTI	70	100
HONDURAS	44	100
BOLIVIA	38	100
IRAN	36	100
NAMIBIA	31	100

Kuva 4. Tuotetun rikasteen Zn-sisältö vähennettynä harkkokuotannolla. Osuus-% kaivosten Zn-tuotannosta.
Fig. 4. The zinc content of concentrate deducted by slab production. Share of mine output in zinc.

taa sitä, että kahden ensin mainitun metallin suhteen voidaan suorittaa priorisointia maavalinnassa. Kahden jälkimmäisen metallin kohdalla sitä mahdollisuutta ei juuri ole. Kuvat 3 ja 4 esittävät kupari- ja sinkkirikasteilyjämiä eräissä maissa. Maaluetelo on viitteellinen kohdemaiden valintojen suhteen.

Runsaat kymmenen vuotta sitten käynnistettiin Outokumpu Oy:ssä ulkomaista kaivostoimintaa kehittämään toiminta, joka koostui toisaalta ulkomailla tapahtuvasta malminetsinnästä ja toisaalta pääasiassa kotimaassa suoritetusta ulkomaisten ostokohteiden analysoinnista. Nämä molemmat toimintamuodot ovat käytössä edelleenkin, joskin ostokohteiden identifiointi ja alustava tarkastelu pyritään enenevässä määrin suorittamaan kohdealueilla sijaitsevista etäispisteistä käsin.

MALMINETSINTÄ

Ensimmäinen pitkäaikainen ulkomainen malminetsintäohjelma, johon Outokumpu osallistui, on ollut myös toistaiseksi tuloksekkain. Scandinavian Minerals Syndicate-niminen ryhmä, johon Outokummun ohella kuului myös muita pohjoismaisia yrityksiä, teki ajanjaksona 1975-85 kaksi kaivostoimintaa johtanutta löytöä Kanadassa. Ensimmäinen kaivos, Trout Lake Mine Manitobassa, joka tuottaa kupari- ja sinkkirikasteita, käynnistyi vuonna 1982. Jälkimmäinen, Tartan Lake Mine myös Manitobassa, on kultakaivos, jonka on määrä käynnistyä kuluvan vuoden aikana. Strategiaansa soveltumattomana Outokumpu on myynyt osuutensa Tartan Lake -esiintymästä toiselle osakkaalle.

Laajempia tai rajoitetumpia malminetsintäohjelmia, joihin Outokumpu on osallistunut, on ollut Kanadan ohella Yhdysvalloissa, Meksikossa, Australiassa, Norjassa, Skotlannissa ja Turkissa. Viime vuonna yhtiön Irlannista ja Ruotsista osta-

mien kaivosyhtiöiden puitteissa malminetsintää harjoitetaan myös mainituissa maissa.

MALMIAIHEIDEN OSTAMINEN

Ostokohteiden arviointi nosti ensimmäiseksi kohteeksi La Platan kulta-kupari-sinkkiäiheeseen Ecuadorissa, johon Outokumpu osallistui vähemmistöosakkaana. Kaivoksen geologiset in situ -reservit olivat v. 1979 159.000 t sulfidimalmia pitoisuudeltaan 5,0 % kuparia, 5,7 % sinkkiä, 5,0 g/t kultaa ja 61,5 g/t hopeata. Erityisen ongelman muodosti malmin hienojakaisuus, joka vaikeutti standardirikasteiden valmistamista. Esiintymän varaan rakennettu kaivos toimi vuosina 1977-1981 tuottaen kaikkiaan n. 81.000 t malmia pitoisuudeltaan 3,8 % Cu, 6,7 % Zn, 56,9 g/t Ag ja 3,8 g/t Au, jonka jälkeen se on ollut suljettuna. Tuotetut rikasteet myytiin Suomen ulkopuolelle.

Toinen ostokohteeksi noussut malmiesiintymä oli Meksikossa sijaitseva Velardeñan sinkkiäihe, jonka kehittämiseen ovat osallistuneet myös meksikolainen Peñoles-yhtiö sekä suomalainen kehitysyhtiö Finnfund. Tässä 11,9 miljoonan tonnin sulfidimineralisaatioissa pitoisuudeltaan 4,7 % sinkkiä, 0,3 % lyijyä, 0,2 % kuparia ja 21 g/t hopeata on 1,3 miljoonaa tonnia käsittävä osue, jossa on 11,5 % sinkkiä, 0,3 % lyijyä, 0,3 % kuparia ja 16 g/t hopeata. Nykyisten hintanäkymien vallitessa esiintymän edelleen kehittäminen ei valitettavasti näytä mahdolliselta.

Kolmas malmiesiintymä, jonka kehittämiseen Outokumpu on osallistunut mineraalioikeuksien ostamisen kautta, on Mt Isan ympäristössä Australiassa sijaitseva Lady Loretan sulfidinen sinkki-lyijy-yhteinen osuus hankkeesta on 49 % toisen puolen ollessa australialaisen kaivosyhtiön Pancontinental

Mining Ltd:n hallussa. Identifioidut mineraalireservit ovat 9 miljoonaa tonnia sulfidimalmia pitoisuudeltaan 14,8 % sinkkiä, 6,5 % lyijyä ja 95 g/t hopeata, josta on rajattavissa 4,5 miljoonan tonnin määrä pitoisuudeltaan 19 % sinkkiä, 11 % lyijyä ja 148 g/t hopeata. Pitoisuudet sijoittavat esiintymän joukkonsa kärkir ryhmään. Tällä hetkellä aiheeseen rakennetaan tutkimuskuilua, jonka jälkeen suoritetaan rikastuskokeita lopullisen tuotantomenetelmän valintaa varten.

Menneen talven aikana on saatu päätökseen neuvottelut, joiden tuloksena Outokumpu osallistuu 40 %:n osuudella kanadalaisen Namew Lake-esiintymän kehittämiseen. Tämän Manitobassa sijaitsevan pienen malmion louhinnalliset reservit ovat n. 2,8 miljoonaa tonnia pitoisuudeltaan 2,4 % nikkeä ja 0,9 % kuparia. Pääosakkaana toimii alueen merkittävien kaivosyhtiö Hudson Bay Mining & Smelting Company, jonka kanssa Outokumpu on ollut yhteistyössä vuodesta 1980 Trout Laken kaivoksen puitteissa.

Namew Lake on pitkälti kehitetty aihe, jossa avaamispäätös tulee ajankohtaiseksi lähiaikoina. Maanalaisen kaivoksen irroitettu malmi on suunniteltu käsiteltäväksi omissa rikastamossa paikan päällä.

Outokummulla tulee olemaan oikeus laivata osuuttaan vastaava määrä rikasteista haluamaansa osoitteeseen.

YRITYSOSTOT

Kun malminetsinnän keinoin ja malmiaihneiden kehittämiseen osallistumisen kautta ei asetettuun tavoitteeseen ole päästy riittävän ponnekaasti, Outokumpu on enenevässä määrin käyttänyt yritysostoreittiä.

LÖKKENIN KAIVOS

Ensimmäinen kaivosalan akvisiitio Outokummulle oli osallistuminen Lökkenin kaivokseen Trondheimin lähellä Norjassa. Vuonna 1981 yhtiö osti kaivoksen omistajalta Orkla Industrier A/S:ltä 50 % intressistä. Tämä vanha kaivos oli jo elinkaarensa loppusuoralla, joten pitkälti tulevaisuuteen ei voitu katsoa. Sen sijaan nähtiin mahdolliseksi parantaa jäljellä olevan toiminta-ajan ekonomiaa ja ennen kaikkea ohjata kuparirikastevirta Lökkenistä Suomeen, kuten on myös tapahtunut.

Tuotantomäärät ovat viime vuosina olleet tasolla 5.000 tonnia kuparia rikasteessa ja 4.000 tonnia sinkkiä rikasteessa. Tuotanto lakkaa tänä vuonna.

BIDJOVAGGEN KAIVOS

Toinen kaivosalan yritysosto kohdistui niinkään Norjaan. Suomen käsivarren pohjoispuolella Kautokeinin kunnassa sijaitsee Bidjovaggen kuparikaivos, joka oli toiminnassa lyhyehkön ajan 1970-luvulla.

Outokumpu hankki omistukseensa Bidjovagge Gruber A/S:n koko osakekannan syksyllä 1984. Kahdeksan vuotta suljettuna olleen kaivoksen kunnostustyöt suoritettiin talven 1984/85 kuluessa niin, että tuotanto voitiin käynnistää kesäkuussa 1985.

Selvitykset olivat osoittaneet, että maanalainen toiminta ei muodostu kannattavaksi. Sen sijaan kaivospiirialueella sijaitsevat avolouhoskelpoista malmia, jossa lisäksi tavattiin mielenkiintoisia määriä kultaa. Sen määrä oli kuitenkin rajoitettu, josta syystä Bidjovaggen jatko tuotannolle asetettiin vain kolmen vuoden tavoiteaika. Tuotannon alkaessa käytössä olevat avolouhosreservit olivat n. 750.000 tonnia kolmessa vyöhykkeessä sisältäen keskimäärin 1 % kuparia ja 2 g/t kultaa.

Kunnostustyöt sisällyttivät, paitsi laitoksen yleistä siistimistä ja korjausta, myös muutamien keskeisten laitteiden uusimista. Rikastamolle asennettiin mm. kaksi OK-16 vaahdotusko-

netta ja yksi Larox-painesuodin. Toiminnan aikana asennettiin kolmas mylly, mikä toimenpide samalla nosti rikastamon kapasiteetin 350.000 tonniin malmia vuodessa.

Malmin irroituksessa, murskauksen ja kuljetuksen rikastamolle hoitaa suomalais-norjalainen urakointiyhtymä. Kaivoksen vakinainen henkilökunta on vastuussa rikastuksesta norjalaisen kuljetusurakoitsijan huolehtiessa rikasteen kuljetuksesta kuorma-autoilla Kolariin, josta rikaste kuljetetaan rautateitse Harjavallan kuparisulatolle. Kaivoksen oman henkilökunnan lukumäärä on 45 henkeä toiminnan koko työllistävän vaikutuksen ollessa 94 henkeä, mikä tekee Bidjovaggen kaivoksesta Kautokeinin suurimman yksityisen työnantajan.

Vuoden 1986 aikana prosessoitiin 284.000 tonnia malmia sisältäen keskimäärin 0,98 % kuparia ja 2,1 g/t kultaa. Rikastetuotanto oli 13.800 tonnia 19,3 %:sta kuparirikastetta. Sivukiveä poistettiin 960.000 tonnia.

TARAN KAIVOS

Vuosi 1986 muodostui merkittäväksi yrityskauppojen suhteen, sillä tuolloin Outokumpu teki kaksi merkittävää kaivos-hankintaa. Irlannista ostettiin Euroopan suurin sinkki-lyijy-kaivos Tara, joka nosti yhtiön maailmanluokan tuottajaksi sinkkialueella. Ruotsista ostettu Viscarian kaivos puolestaan nosti yhtiön omavaraisuustasteen kuparin suhteen noin viiteenkymmeneen prosenttiin.

Tara Mines Limitedin omistaa kaksi osakkeenomistajaa, Tara Exploration & Development Co. Ltd., jonka osuus on 75 %, ja Irlannin valtio, joka omistaa 25 %. Käytännössä vastuu kaivoksen toiminnasta on yksityisellä osakkaalla. Outokummun hankinnan kohteena oli Tara Exploration & Developmentin koko osakekanta.

Navanin kreivikunnassa 60 km Dublinista luoteeseen sijaitseva Tara maanalainen kaivos tuotti vuonna 1986 2,54 miljoonaa tonnia malmia, josta valmistettiin 331.000 tonnia 55 %:sta sinkkirikastetta ja 57.800 tonnia 63 %:sta lyijyrikastetta. Tuotanto myydään useille sulatoille Euroopassa.

Tämänhetkiset reservit ovat n. 50 miljoonaa tonnia. Taulukko 1 esittää reservien jakautumisen eri kategorioihin.

Malmi esiintyy 2 km²:n alueella n. 80 m paksuna linsseistä koostuneena ja loivasti kallistuneena patjana, joka puhkeaa pintaan kaivospiirin ulkopuolella rakentamattoman esiintymän Bulan kohdalla /1/. Päämineraalit ovat sinkkivälke ja lyijyhohde.

Pääasiallinen louhintamenetelmä on cut-and-fill. Malmi nostetaan pystykuilun kautta, minkä ohella huolto- ja henkilöliikennettä varten on vinotunneli.

Taulukko 1. Taran kaivoksen reservit 31.12.1986.

Table 1. The reserves of Navan Mine of Tara Mines Ltd. as per December 31, 1986.

	tonnia	sinkkipit. (%)	lyijypit. (%)
Todetut	8.764.700	11,52	2,50
Todennäköiset	16.452.100	8,27	2,13
Mahdolliset	25.168.700	8,04	3,08
Yhteensä	50.385.600	8,72	2,67

/1/. Taran kaivos on tarkemmin esitelty 24.1.1985 IMM:n ja IME:n kokouksessa Lontoossa. Ks. "The Tara Story". Trans. Instn Min. Metall. (Sect. A: Min. industry), 94, January 1985.

Maan alla murskattu malmi prosessoidaan maan päälle rakennetussa perinteisessä vaahdotusrikastamossa. Kuivattu rikaste kuljetetaan Dubliniin, josta kuljetus asiakkaille tapahtuu meritse.

Johtuen kaivoksen sijainnista lähellä asutuskeskusta ja keskeillä maatalousaluetta ympäristönsuojelulliset näkökohdat ovat muodostuneet normaalia keskeisemmiksi. Näistä huolehtiminen onkin yksi kaivoksen johdon päätehtävistä.

VISCARIAN KAIVOS

Syyskesällä 1986 ruotsalainen LKAB ja Outokumpu tekivät sopimuksen Viscaria AB:n osakekannan siirtymisestä Outokummulle, mikä kauppa, molempien maiden hallitusten hyväksytyä sen, astui voimaan 30.11.1986.

Tämä Kiirunassa sijaitseva maanalainen kaivos tuotti vuonna 1986 1,3 milj. tonnia keskimäärin 2,4 %:sta kuparimalmia, josta valmistettiin 111.000 tonnia 25 %:sta kuparirikastetta.

Pääosa tuotannosta myytiin Outokummulle Harjavaltaan ja Bolidenille Rönnskäriin lopun mennessä Skandinavian ulkopuolelle.

Kaivoksen reservit ovat n. 12 miljoonaa tonnia malma sisältäen keskimäärin 2,4 % kuparia. Malmi koostuu kahdesta lähes pystysuorasta, mutta osin 45° kallistuneesta levystä, joiden kuparipitoisuus nousee syvemmälle mentäessä. Syvin rakennettu kohta sijaitsee n. 470 metrin syvyydessä.

Louhintamenetelmiä ovat välitasolouhinta ja nousulouhinta. Irroitettu malmi kuljetetaan maanpinnalle vinotunnelin kautta trukeilla. Murskaus tapahtuu kolmessa vaiheessa maan pinnalla, jossa sijaitsee myös vaahdotusrikastamo. Henkilökunnan määrä on 210. Sopimuksen mukaan LKAB jatkaa erilaisten kunnossapito-, konttori- yms. palvelujen toimittamista tulevaisuudessa.

Rikaste kuljetetaan Boliden Intercargon kehittämissä rikasteastioissa Kiirunan asemalta eri ostajille.

Edellä on esitelty Lökkenin, Bidjovaggen, Taran ja Viscarian kaivokset pääpiirteittäin. Kokonaisuuden vuoksi totean vielä muutaman sanan alussa mainitsemastani Trout Laken kaivoksesta.

TROUT LAKEN KAIVOS

SMS-ryhmä löysi malmin v. 1976 vain 9 km Flin Flonin kaupungissa sijaitsevasta Hudson Bay Mining and Smelting Co. Ltd:n vajaakapasiteetilla toimivasta keskusrkastamosta. Neuvottelujen tuloksena sovittiin, että HBM&S tulee hankkeeseen mukaan. Outokummun ja muiden osakkaiden osuudet vastaavasti laimenivat, ja Outokummun osuudeksi jäi 9,2 %.

SUMMARY

THE MINING ACTIVITY OF OUTOKUMPU OY OUTSIDE FINLAND

To balance the decrease of domestic ore reserves Outokumpu decided in mid-70,s to extend its mining activity outside Finland. Three operational rules were chosen: exploration, acquisition of orebodies and acquisition of operating mines.

Over the years the company has participated in exploration programs in Canada, USA, Mexico, Australia, Norway, Sweden, Scotland, Ireland and Turkey.

Most rewarding has been the exploration program in Canada, which produced in ten years two orebodies which lead to commercial operation. Outokumpu's share in Trout Lake joint venture mine in Manitoba is 9.2 %. Copper and zinc concentrates are sold locally. The other orebody has been disposed of.

A small but rich Cu-Zn-Au-Ag orebody in Ecuador, La Plata, was a testcase. The mine operated in 1977-81.

Trout Laken sulfidimalmi sijaitsee järven alla, jonne pääsy tapahtuu vinotunnelilla. Vuoden 1986 lopussa reservit olivat 4,7 miljoonaa tonnia sisältäen keskimäärin 2,2 % kuparia, 7,0 % sinkkiä, 1,6 g/t kultaa ja 15,2 g/t hopeata.

Vuotuinen louhinta on tapahtunut tasolla 550.000 tonnia malma. Pääasiallinen louhintamenetelmä on cut-and-fill. Irroitettu malmi murskataan maan alla ja kuljetetaan sitten kuorma-autolla HBM&S:n keskusrkastamolle Flin Floniin, jossa valmistetaan erilliset kupari- ja sinkkirikasteet. Koska HBM&S:llä on samalla paikkakunnalla sekä kuparisulatto että sinkkitehdas, on todettu parhaaksi vaihtoehdoksi myydä rikasteet HBM&S:lle.

Koska viime aikoina on lehdistössä esiintynyt tietoja Outokummun aikeista osallistua kahden norjalaisen kaivosyhtiön toimintaan, muutama sana niistä lieene paikallaan.

Outokummun partneri Lökkenin kaivoksessa, Orkla, on vuosi sitten Borregaard-yhtymän kanssa toteutuneen fuusion johdosta tullut Folldal Verkin omistajaksi. Folldal puolestaan omistaa enemmistön Grong Gruber A/S:stä. Molemmilla yhtiöillä on yksi kaivos, jotka kumpikin tuottavat noin 25.000 tonnia vuodessa kuparirikasteita ja 10.000 tonnia sinkkirikasteita. Sen ohella Folldal tuottaa 250-300.000 tonnia pyriittirikasteita vuodessa.

Suunnitelman mukaan, jolta vielä puuttuu monen intressitahon siunaus, p.o. kaivosyhtiöt siirtyisivät perustettavan fuusion yhtiön omistukseen. Orklalla ja Outokummulla olisi alkuvaiheessa yhtä suuri osuus uudesta yhtiöstä, mutta vuoden 1988 lopulla Orklan intressi siirtyisi Outokummulle. Järjestely perustuu toisaalta Orklan strategiseen päätökseen keskittyä uudessa tilanteessa muihin liiketoiminnan alueisiin kuin vuoriteollisuuteen.

Nähtäväksi jää, millä nopeudella byrokratian rattaat pyörivät tämän julkiseksi tulleen suunnitelman suhteen.

YHTEENVETO

Tässä vaiheessa voidaan todeta, että Outokummun sulfidikaivostuotannosta, vuoden 1986 arvon mukaan laskien, tuotettiin puolet kotimaassa ja puolet Suomen ulkopuolella. Samalla yhtiön teoreettinen riippuvuus ostomarkkinoista on kokonaan eliminoitunut sinkin suhteen ja oleellisesti vähentynyt kuparin suhteen. Nikkelin ja kobolttin suhteen sen sijaan ulkomailta ei ole löytynyt toistaiseksi tukea, joskin nikkelin osalta myönteisiä merkkejä on näköpiirissä. Merkittävin muutos lieene se, että Outokummun perinteisesti kotimainen kaivostointi on lyhyehkön ajan kuluessa kehittynyt kansainväliseksi, mikä puolestaan asettaa kaivosmiehille uudenlaisia haasteita tulevaisuudessa.

Presently Outokumpu is participating in the development of Lady Loretta Zn-Pb-Ag orebody in Australia. After the shaft has been sunk into the orebody, metallurgical testing will be done with bulk samples.

Since 1981 Outokumpu has acquired totally or partially shares in operating mines. Lökken mine (Cu- and Zn-concentrates) and Bidjovagge mine (Cu-concentrates) are located in Norway. Navan mine of Tara mines Ltd. (Zn- and Pb-concentrates) is located near Dublin in Ireland. Viscaria mine (Cu-concentrates) is situated in Northern Sweden.

In 1986 Outokumpu produced sulphide minerals as per value evenly in Finland and outside Finland. The company's theoretical dependence on external markets has totally been eliminated in zinc and substantially decreased in copper.

Geologi ulkomaisissa malminetsintä- ja kaivosprojekteissa

Fil.tri Heikki Wennervirta, Outokumpu Oy

Sysäyksen Outokumpu Oy:n päätökselle osallistua vuodesta 1975 alkaen malminetsintään ja kaivostoimintaan ulkomailla antoi raaka-ainereservien supistuminen kotimaassa. Samassa päätöksessä myös rajattiin yhtiön kaivosintressit koskemaan vain oman metallurgisen teollisuuden raaka-aineita, ts. ensisijaisesti kupari-, sinkki-, nikkeli- ja kobolttiraaka-aineita.

Geologikunnalle yhtiön päätös on merkinnyt laajenevaa työkenttää sekä tehtävien että koulutuksen muodossa. Yhtiön palveluksessa onkin tällä hetkellä kaksitoista geologia, jotka ovat olleet ulkomailla vähintään vuoden. Ulkomaille sijoitettuja geologeja on nykyään neljä, kaksi Kanadassa, yksi Australiassa ja yksi Norjassa.

Toiminta-aloiksi hyväksyttiin malminetsintä, prospektien jatkoselvittely, kaivosten saneeraus ja kaivosyritysten haltuotto. Toiminnan painopiste asettui malminetsintään, mutta on siirtynyt viime vuosina yritysostoihin malminetsintän jatkuessa. Hyviä tilaisuuksia luoda tuotantoa prospekteja kehittämällä tai kaivoksia saneeraamalla ei ole ilmaantunut.

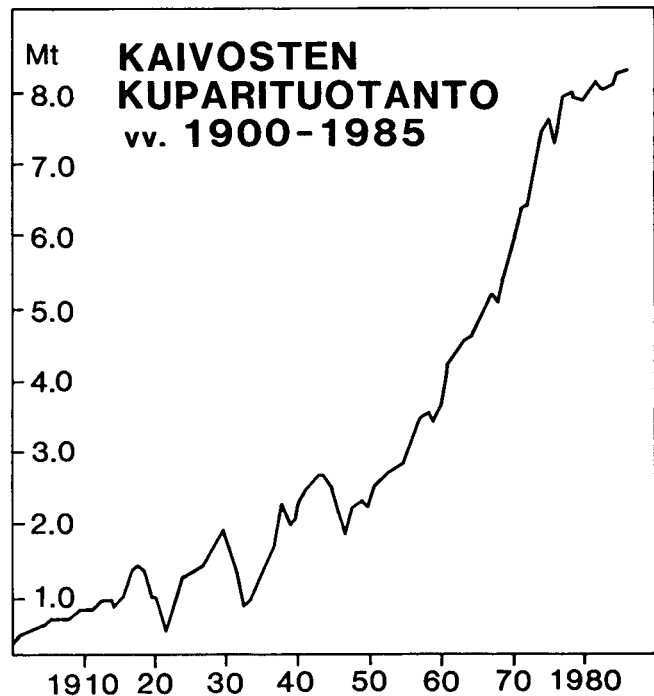
Kohdemaiden valinnassa priorisoitiin toiminnan ensi vuosina pääomavahvoja, mutta teknisesti alikehittyneitä maita (öljyvaltioita). Myöhemmin on painopiste asetettu raaka-ainerikkaisiin maihin ja näistä ennen muuta teollistuneisiin maihin.

Laaja-alaista tehtäväkenttää voi tarkastella monelta taholta. Osaa siitä on H. Solin kirjoituksessaan käsitellyt. Omasta puolestani pitäydyn kolmeen kysymykseen: raaka-aineiden riittävyteen ja jakautumiseen maapallolla, kohdevalintoihin edellisen perusteella ja malminetsintän eräisiin perusongelmiin.

RAAKA-AINEET JA NIIDEN JAKAUTUMINEN

Metallien tuotantoon on mahdollisuus vain niin kauan kuin uusiutumattomia raaka-ainereservejä on olemassa. Rooman klubi esitti 1960-luvun puolivälissä huolestumisensa metallisten raaka-aineiden riittävydestä ennustaen mm. sinkkireservien ehtyvän ennen tulevaa vuosisadanvaihdetta. Tällä hetkellä tuotantotilanteen ollessa staattinen tunnettujen metallisten raaka-ainereservien arvioidaan uusien löydösten johdosta pikemminkin kasvavan kuin vähenevän. Tosin metallien kulutus, jota kaivosteollisuus ruokkii, on lisääntynyt nopeasti varsinkin toisen maailmansodan jälkeen, joskin viimeisten kymmenen vuoden aikana kasvunopeus on selvästi laantunut, kuten kuparin kaivostuotantoa esittävä kuva osoittaa (kuva 1).

Raaka-ainetuotanto ja kulutus on maapallolla epätasaisesti jakautunut, kuten nähdään kuvasta 2, jossa kupari on esimerkkimetallina. Läntisissä maissa on kuparin kaivostuotannosta n. 50 % keskittynyt kolmeen maahan: Chileen, USA:han ja Kanadaan, ja n. 80 % kahteentoista maahan. Vastaavasti myös sinkin tuotannosta n. 50 % tulee kolmesta



Kuva 1. Kuparin kaivostuotannon kehitys maailmassa vuosisadan alusta. Tuotannon kasvussa on tapahtunut muutos 1970-luvun puolivälistä alkaen.

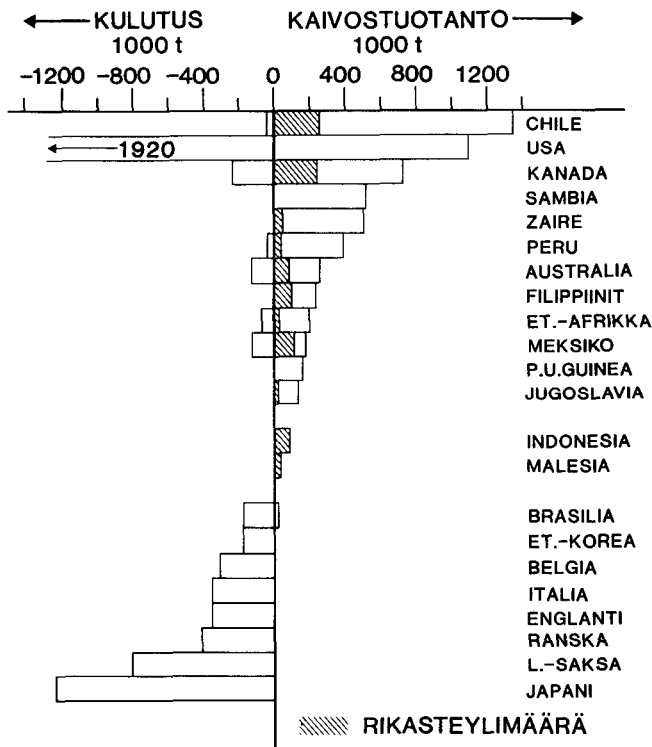
Fig. 1. World copper mine production since the beginning of the century. A change in the growth occurred in mid. 1970.

maasta, jotka ovat: Kanada, Australia ja Peru, sekä n. 80 % jälleen kahdestatoista maasta. Nikkelin kaivostuotannosta vähän yli puolet tulee sulfidimalmeista, loput lateriiteista. Suurin sulfidimalmien louhija on Kanada vastaten noin kolmannen osan läntisestä kaivostuotannosta.

KOHTEENVALINTA

Työ ulkomailla, olkoon se mitä tahansa, tapahtuu aina jossakin valtiossa, jonka hallinnolliset ja taloudelliset määräykset, ns. yritysilmapiiri, kuten myös kansallinen kulttuuri ja maan ambitiot on otettava huomioon. Milloin toiminta tapahtuu yhteistyössä paikallisen partnerin kanssa, on "pelisäännöt" selvitettävä ja kumppanin työskentelytavat opittava tuntemaan. Ei riitä, että on hankittu varmuus maan malmiotollisuudesta tai tarjolla on hyviä kohteita, tästä on Outokumpu Oy:lläkin ulkomaisissa kaivosprojekteissa omat kokemuksensa.

KUPARI 1985



Kuva 2. Kuparin pääasialliset kaivostuottaja- ja kuluttajamaat. Rikasteylijäämä tarkoittaa sulattokapasiteetin ylittävää osaa rikasteen kuparisisällöstä ao. maassa.

Fig. 2. The primary copper producer and user countries. Concentrate surplus indicates the amount of copper in concentrates in excess of the country's smelter capacity.

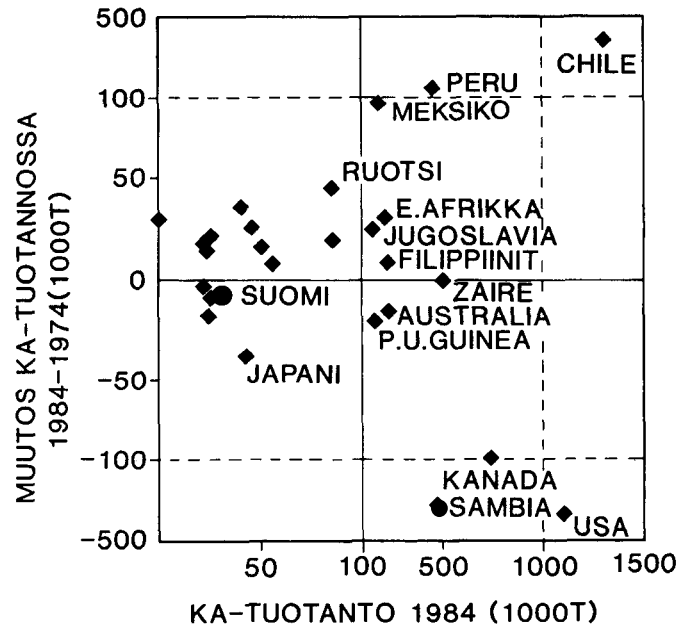
Maan malmiottollisuutta, kun on kyse kehittyneestä kaivosmaasta, voidaan mitata esim. tuotannon volyymin muutoksilla ja uusilla kaivossuunnitelmissa; maan geologia on joka tapauksessa tunnettava. Esimerkkinä yksinkertaisesta tarkastelusta ovat kuvat 3 ja 4, joissa kuparin ja sinkin kaivostuotantoa ja sen muutosta kymmenen vuoden aikavälillä on verrattu keskenään. Kuten havaitaan, on kuparin kaivostuotanto keskittynyt Tyynenmeren rantavaltioihin, joista Chile, Peru ja Meksiko ovat eniten lisänneet tuotantoaan. Kun lisäksi tiedetään näissä maissa olevan toteutumattomia ja kehitteillä olevia kaivosprojekteja, johtopäätös pyrkii mukaan kaivostuotantoon näillä alueilla on looginen. Sinkin kaivostuotantoa ovat eniten lisänneet Australia, Peru, Irlanti, Espanja ja Ruotsi, kun taas Kanadassa, joka on suurin sinkin kaivostuottaja, tuotanto on hieman laskenut. USA:ssa vastaava tuotanto on kymmenessä vuodessa pudonnut entisestä melkein puoleen. Suuntaviivat mistä etsiä osallistumista sinkin raaka-ainetuotantoon ovat siten näkyvissä.

Seuraavassa on luetteloitu Outokumpu Oy:n ulkomaisten kaivosprojektien kohdemaat kahdenkymmenen vuoden ajalta:

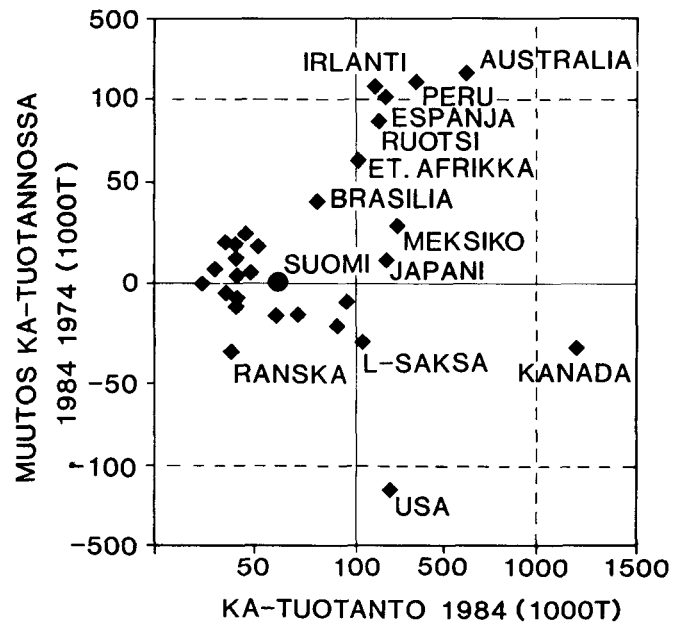
NYKYISET: Kanada (Cu, Zn, Ni), Australia (Cu, Zn, Ni), Ruotsi (Cu), Norja (Cu), Irlanti (Zn) ja Turkki (Cu, Zn).

ENTISET: USA (Cu, Zn), Meksiko (Cu, Zn), Peru (Cu, Zn) ja Ecuador (Cu, Zn).

KUPARI



SINKKI



Kuva 3 ja 4. Kuparin ja sinkin kaivostuotanto läntisissä maissa ja tuotannon muutos kymmenen vuoden aikavälillä. Kuvan tarkastelussa on otettava huomioon käytetty epäjatkuva asteikko.

Fig. 3 and 4. Copper and zinc mine production in western countries and changes in production in 1974-84. When studying the figures, please note the scales used.

Kuten havaitaan kuuluvat kohdemaat Norjaa, Turkkia ja Ecuadoria lukuun ottamatta suuriin kaivostuotantomaihin. Merkillipantavaa on ns. latinomaiden päätyminen entisiksi kohdemaiksi. On tunnustettava, että kyseessä on ollut epäonistuminen etabloitua näihin maihin.

Kun jossakin maassa toiminta on päässyt alkuun ja suhteet ympäristöön on luotu, mahdollisia työkohteita on verraten helppo löytää; niitä myös tarjotaan. Esimerkkinä tästä on, että Perussa kolmen vuoden aikana tutustuttiin n. 170 prospektiin ja Meksikossa samassa ajassa melkein vastaavaan määrään. Kanadassa on Outokumpu Oy ollut mukana vuodesta 1976 lähtien suorittamassa eriaisteisia tutkimuksia 187:ssä projektissa. Mainitut luvut indikoivat kohteita, joihin on kiinnitetty huomiota, erilaisten tarjousten määrä on suurempi. Kriittinen tarkastelu osoittaa, että tarjotut kohteet useimmiten ovat "kaluttuja luita", ts. jo muiden tutkimia, joita valtauksen, konsession tai vastaavan omistaja pitää jatkuvasti tarjolla. Anglosaksisissa ja latinomaissa kohteet ovat nimitäin kauppatavaraa, jota ostetaan, optioidaan, farmataan, vuokrataan jne; välillä myös tutkitaan. Hinta on neuvottelukysymys, ja se määräytyy oletetun löytö- tai löydösarvon mukaisesti; yleensä hinta kytketään työvelvoitteeseen ja löydetyn esiintymän arvoon. Työn tultua tehdyksi ja intressin lakattua kohde palaa entiselle omistajalleen jälleen markkinoitavaksi. Tämä selvittänee osaltaan sen miksi esim. Outokumpu Oy on parhaiten menestynyt mukanaollen "ruohonjuuresta" alkaenissa projekteissa tai kaivosakvisiioissa.

MALMINETSINTÄMENETELMISTÄ

Malminetsintämenetelmät on kehitetty geologian, geofysiikan ja geokemian aloilta. Kansainvälisesti ne ovat yhteneväisiä, mutta sovellutukset poikkeavat toisistaan erilaisista olosuhteista johtuen. Menetelmät ovat geologikunnalle tuttuja. Lisäksi on olemassa spesifisiä menetelmiä, kuten kansannäyte-toiminta ja osittain myös lohkareenetsintä Suomessa. Australiassa on viety pitkälle ns. gossan- eli aridisten olosuhteiden malmirapautumien tutkimus. Australiassa on maan pinnan johteisuudesta johtuen lisäksi kehitetty olosuhteisiin sopivia geofysikaalisia mittausten menetelmiä, joita sitten on sovellutuksina muuallakin. Kanadassa, jossa malminetsintä usein on suoraviivaista, ovat lentomittausmenetelmät olleet tärkeällä sijalla malminetsinnässä. Latinomaissa, kuten Meksikossa ja Perussa, kaivosteollisuuden kehitys on lähtenyt koloniaalikauden ja osittain sitäkin vanhempien pienkaivosten ja löydösten laajentamisesta. Tuorein kehitys näyttää kohdistuneen mm. geofysiikan syvällemittaavien menetelmien luomiseen, geofysiikan tulkintamenetelmien parantamiseen ja satelliittikuviin perustuvan kaukokartoituksen käyttöönottoon.

SUMMARY

GEOLOGIST IN INTERNATIONAL EXPLORATION AND MINING VENTURES

Because of the decreasing domestic raw material basis, Outokumpu Oy has since 1975 participated in international ore exploration and mining. The principle has been to be active in such countries where raw material resources offer potential and opportunities for large-scale mining for years ahead, with industrialized countries having a priority status. The current target countries are Australia, Canada, Ireland, Norway, Sweden and Turkey. Best results have been achieved by start-

MALMINETSINNÄSTÄ YLEISESTI

Malminetsinnässä näytävät pätevästi tietyt säännönmukaisuudet, kuten esimerkiksi se, että rajalliselta alueelta voidaan löytää malmeja vain rajallinen määrä. Tästä seuraa, että jokaisessa tehokasta malminetsintää harjoittavassa maassa mahdollisuudet uusien malmien löytymiseen joskus loppuvat. Tällaisia, aikanaan kukoistavia kaivosmaita tunnetaan mm. Euroopassa. Toinen säännönmukaisuus, tosin monin sattumasta johtuvien poikkeuksin, on että malmit löytyvät helppousjärjestyksessä, ensin silmin havaittavat, jne. Maita, joissa vielä voidaan tehdä "okulaarista malminetsintää" on olemassa, mutta vähenevässä määrin. Tästä johtuen malminetsinnan avuksi on kehitetty erilaisia menetelmiä. Uuden menetelmän käyttöönoton seurauksena löydetään uusia malmiesiintymiä, kunnes mahdollisuudet jälleen näytävät tyhjenevän. Hyviä esimerkkejä ovat mm. lohkareenetsintä Suomessa ja geofysikaalisen lentomittauksen käyttöönotto Kanadassa. Sen tuloksena löydettiin mm. Thompson Beltin nikkeliäsiintymät ja Kidd Creekin kupari-sinkkimalmi. Siirrettäessä malminetsinnan painopiste jonkun aikaisemmin vähemmälle huomiolle jääneen metallin tai malmityypin etsimiseen löydetään jälleen uusia malmeja, esimerkkinä uraanimalmilöydöt 1950-luvulla ja kultamalmit viime aikoina.

Säännönmukaisuutta nähdään myös viimeisten kahdenkymmenen vuoden ajalta malmien löytämisessä Suomessa. Vuonos esimerkiksi löydettiin sen jälkeen kun Keretin malmin ympäristön litogeokemialliset parametrit oli määritelty. Perttilahden syvämineralisaation paikantamisessa olivat apuna geofysiikan viimeisimmät mittausta- ja tulkintamenetelmät, Laukunkangas löydettiin sitkeän, nikkelioljelmassa tehdyn tiedonkeräyksen ja geofysikaalisten detailjmittausten sovellutuksena. Penikkojen platinamahdollisuuteen kiinnitettiin huomiota tieteellisten analogiapäätelmien perusteella.

Johtopäätöksenä edellä olevasta on, että malminetsintä ei ole rutiinityötä ja että jokaiseen uuteen malmin löytöön vaikuttaa luova panos uusien menetelmäkehittelmiä tai uusien ajatusten taholta. Viimeisin kehitys Suomessa näyttää ohjautuneen paitsi vähemmälle huomiolle jääneiden kultamalmien etsintään, uusien tulkintamenetelmien luomiseen. Uusia käyttämättömiä tutkimusreserveja saattaa olla löytymässä mm. isotooppigeokemian alueelta. Joka tapauksessa base metal-malmien etsinnässä ollaan Suomessa tulossa siihen vaiheeseen, jolloin perustiedon ja sovelletun tutkimuksen rooli tulee korostumaan. Kuinka lähellä tai kaukana Suomessa ollaan siitä tilanteesta, jossa malmien löytymisen mahdollisuudet on tyhjennetty, on ennenaikainen kysymys.

METALLVERKEN, ett företag med lång svensk tradition, nu i finsk ägo — några synpunkter

Verkställande direktör Lennart Gustafsson, Gränges Metallverken, Västerås, Sverige

Föredrag vid Bergsmannaföreningens årsmöte den 3 april 1987

HISTORIK

Den 11 februari 1607 grundade Karl IX Skultuna Messingsbruk. Företaget blev sedan statsägt fram till 1715, då det fick flera ägare ur den svenska adeln.

Företaget omlokaliseras och döptes om till Nordiska Metallaktiebolaget 1898. Nya fabrikslokaler uppfördes då i Västerås i anslutning till ASEA.

År 1911 bildades så Svenska Metallverken, som egentligen var en sammanslutning av företagen Skultuna AB, Granefors Koppars och Mässingsverk samt Nordiska Metallaktiebolaget.

1942 införlivades också Finspöngs Metallverk AB inkluderande Väsby Verkstäder.

Finspöngs anor går nästan lika långt tillbaka och man hade kanske framför allt gjort sig kända som kanontillverkare. Bland annat lär såväl vän som fiende ha utnyttjat bronskanoner under 30-åriga kriget.

GRÄNGES KOMMER IN I BILDEN

1969 förvärvades Svenska Metallverken av Gränges — ett företag som då redan försökte att minska sitt beroende av gruv- och stålindustri och i stället diversifiera in i en metallfabrikation.

Tyvärr ändrades också i samband härmed det då mycket välkända namnet Svenska Metallverken till Gränges Essem i enlighet med Gränges policy.

1974 uppdelades i likhet med andra företag inom branschen, bolaget i en aluminium- och en koppardivision. Divisionerna bolagiserades och koppardelen fick namnet Gränges Metallverken och behöll sin huvudort i Västerås. Systerbolaget döptes till Gränges Aluminium och deras huvudkontor etablerades i Stockholm.

1980 köptes så, på Dr. Marcus Wallenbergs initiativ, Gränges av Electrolux, sedan viss turbulens förekommit i Gränges aktienotering.

Metallhantering var knappast en affärsidé för Electrolux, vilket skapade vissa problem med den långsiktiga strategin för såväl Gränges Metallverken som Gränges Aluminium. Emellertid leddes Electrolux av skickliga industrialister — alltför välkända för att jag ska behöva nämna dem här — och företaget utvecklades gynnsamt under Electrolux-perioden.

OUTOKUMPU TAR ÖVER

Vi är därmed framme vid nuläget och Metallverken bytte 1986 således på nytt ägare och ingår nu i Outokumpu-gruppen.

Metallverken av idag har en omsättning på ca 2,8 miljarder SEK och en exportandel på ca 70 %. Antalet anställda är ca 2.500 och den årliga produktionen ca 100.000 t. Huvudort är fortfarande Västerås och till största delen tillverkas valsade produkter. I själva verket är Metallverken en av världens största tillverkare av valsade produkter i koppar.

I Finspöngsfabriken koncentreras tillverkningen huvudsakligen på tunna kopparband som nästan uteslutande går till värmväxlare för bilar. Finspöng sysselsätter ca 350 personer och har en färdigkapacitet på ca 30.000 t.

Metallverkens fabrik i Zutphen, Holland, som har byggts upp från grunden med unik processteknologi, utgör Metallverkens mässingscentrum med produkter såväl för bilindustrin som el- och elektronikindustrin. Fabriken sysselsätter 450 personer och har en kapacitet på ca 40.000 t.

ETABLERING PÅ USA-MARKNADEN

I början av 80-talet bestämde sig Metallverken för att på den snabbt växande USA-marknaden skapa en egen organisation och Metallverken Inc grundades i Chicago, Illinois.

Företaget sysslar huvudsakligen med försäljning av Metallverkens produkter, men som ett komplement till detta byggs också ett service-center för leveranser inom Chicagoområdet. Under en tid drev också Metallverken ett valsverk i Bryan, Ohio, men detta avyttrades sedan det visat sig ej passa in i Metallverkens framtidsstrategi.

DOTTERBOLAG

Ett helägt dotterbolag till Metallverken är Johnson Metall AB i Örebro med huvudsaklig tillverkning av glidlager samt centrifugaljutna halvfabrikat i brons.

Johnson Metall har ca 450 anställda och har förutom i Örebro tillverkning i Åmot, Norge och Tampere, Finland.

I Västerås har en särskild resultatenhet bildats av Metallverkens mekaniska verkstad under namnet MEKO. MEKO sysselsätter 80 personer.

Den enda kvarvarande enheten i Skultuna är Skultuna Mässing, som hantverksmässigt tillverkar prydnadsaker i mässing.

Band såväl i koppar som mässing till värmväxlare för bilar är Metallverkens största produkt och med 50.000 årston är

Metallverken den i särklass största tillverkaren i världen. Som tidigare nämnts tillverkas kopparbanden i Finspång och mäs-singsbanden i Zutphen.

I Västerås tillverkas valsade produkter för såväl bygg- och verkstadsindustrin som elindustrin. Totalt tonnage är ca 40.000 t/år.

Även extruderade produkter tillverkas i Västerås och efter samgåendet med Outokumpu koncentrerar vi oss på tillverkning av mäs-singsstång.

Metallverken tillverkar också ett stort antal specialprodukter som hylskopp, utgångsmaterial för patroner, mynt och även bredvalsad folie för elektronikändamål.

STRUKTURUPPBYGGNAD

Innan Outokumpus övertagande var Metallverkens strategi att koncentrera sig på ett brett program av högteknologiska produkter, där Metallverkens unika processteknologi kunde användas. I strukturdiskussionerna efter övertagandet har denna strategi fastställts och investeringar och produktuppdelning mellan Outokumpus Pori-fabrik och framför allt Västerås-fabriken har givit utökade möjligheter för ett snabbare förverkligande av dessa planer. Efter övertagandet har också Outokumpus styrelse beviljat en i Metallverken sedan länge planerad investering för att producera sofistikerade legeringar för elektronikindustrin.

Genom volymfördelar och unik gjutprocess för kopparbanden i Finspång är Metallverken ytterligt konkurrenskraftiga vad gäller tillverkning av kylarband och i den framtida strategin ligger att behålla den mycket höga marknadsandel vi idag har. Eftersom värmeväxlare till bilar idag i stor utsträckning tillverkas i aluminium, har vi under senare år haft en starkt minskande totalmarknad, men Metallverken har trots detta lyckats öka volymerna genom starkt ökande marknadsandelar. I USA och Västeuropa, som är de två viktigaste marknaderna är Metallverkens andel ca 50 %.

Idag går huvudsakligen banden till reservdelsmarknaden, men även till den s k tunga sektorn d v s lastbilar, truckar, lokomotiv etc.

På breda band satsar Metallverken också på mer förädlade produkter och genom samgåendet med Outokumpu har vi fått möjlighet att koncentrera oss på mäs-singslegeringar, huvudsakligen för dekorativa ändamål samt likkistor.

1984 satsade Metallverken ca 100 Mkr på en ny bredbandlinje i Västerås.

SUMMARY

METALLVERKEN, A COMPANY WITH A LONG SWEDISH TRADITION, NOW IN FINNISH OWNERSHIP — SOME ASPECTS

February 11, 1607, a Swedish king Karl IX established Skultuna Messingsbruk. After foundation, the company had several Swedish owners, including Gränges AB. In 1986 Metallverken was sold to Outokumpu Oy, Finland, which

FUSIONEN OCH DESS VERKNINGAR

Naturligtvis har Outokumpus övertagande av Metallverken skakat om världens kopparindustri även om fusioner som denna inte är alltför ovanliga i det konjunkurläge, som kopparindustrin nu befinner sig i. Jag har tidigare nämnt, att det knappast var den förra ägarens affärsidé att driva tillverkning av kopparprodukter. För Metallverkens del har det alltså upptagits synnerligen positivt att vi nu inlemmats i ett företag vars rykte inom kopparhanteringen är grundmurat. Detta befrämjar den långsiktiga utvecklingen och genom att investeringsstrategierna samordnas får vi lägre kapitalutlägg.

Även om Outokumpu, Pori, ej i någon större utsträckning konkurrerade med Metallverken utan fast mer kompletterade produktprogrammet, är det givet att det lätt uppstår en fusionssvacka när två koppartillverkare går samman. Denna har dock i detta fall visat sig ej vara djup.

Jag föreställer mig att Outokumpus företagsledning främst beaktade möjligheter till diversifiering genom nya produkter och därmed integrering framåt som en av de främsta anledningarna till köpet av Metallverken.

Outokumpu, Pori, är ett relativt ungt halvfabrikatverk och genom ett övertagande av Metallverken har man snabbt nått en ökad internationalisering samt fått tillgång till processkunande, som annars tar decennier att bygga upp.

Självklart uppstår ett stort antal kulturchocker när två så olika företagskulturer och vitt skilda arbetsmarknader ska slås samman. Jag är väl medveten om den debatt som förekommit i Finland om risken för s k "Sverigesmitta".

Detta avser naturligtvis de långtgående arbetsmarknadslagar, som i rask takt har införts i Sverige sedan arbetstagarerna under 1960-talet fick styrelserepresentation. Den s k Medbestämmandelagen fick ett blandat mottagande, när den infördes. Generellt sett var väl tendensen att välskötta företag utan större problem accepterade de arbetsformer som föreskrivs i lagen. I problemföretag ledde stora spänningssklyftor till ökade problem genom att lagen utnyttjades i maktsyfte. Självklart finns också en risk för en politisering, men jag vill påstå, att lagen nu har funnit sin form i Sverige och för de allra flesta företag utgör den en möjlighet till vittgående diskussion och förankring av svåra beslut och därmed en stor fördel.

Sammanfattningsvis vågar jag alltså säga, att fusionen mellan Outokumpu, Pori och Metallverkens olika enheter har alla förutsättningar att lyckas och att inom några år, kommer vi att vara världens ledande tillverkare av kopparhalvfabrikat.

started a new era in the company's history. By joining the capabilities of Pori-works in Finland and Västerås-works in Sweden, Outokumpu has become world's leading producer of semifinished copper goods.

Ovako Steel AB

— En presentation av de svenska enheterna

Direktör Jan Åkesson, Ovako Steel AB, Danderyd, Sverige

Ovako Steel AB bildades 1986 genom samgående mellan finska Ovako Oy Ab och svenska SKF Steel AB. Det nya bolaget är registrerat i Sverige och har sitt huvudkontor i Danderyd, omedelbart norr om Stockholm.

Ovako Steel AB's ledning och stabsfunktioner har totalt 15–20 anställda. Ägandet är lika fördelat på de finska och svenska intressenterna. Wärtsilä innehar 25 %, Fiskars 20 % och Föreningsbanken i Finland 5 % av aktierna medan SKF i Sverige äger 50 %.

Ovako Steel har produktionsenheter på 8 orter i Finland och på 5 orter i Sverige, nämligen Hofors, Hällefors, Karlskoga, Mora och Hjulsbro. Råstålskapaciteten uppgår för närvarande till totalt ca 1,5 miljoner ton per år, fördelat på följande sätt:

Imatra	300 kton/år	, elektrostål
Koverhar	500 -"-	, masugn och LD-stål
Hofors	400 -"-	, elektrostål
Hällefors	300 -"-	, elektrostål
Totalt	1500 kton/år	

Antalet anställda är ca 6 800 varav 3 600 i Sverige, 2 800 i Finland och 400 i andra länder, huvudsakligen inom försäljningsorganisationen.

Omsättningen i de företag som nu ingår i Ovako Steel AB uppgick 1985 till totalt 3 753 miljoner FIM, varav 2 344 miljoner FIM kom från det gamla SKF Steel AB. Ovako Steel har egna försäljningsbolag i följande länder: Sverige, Finland, Norge, Danmark, Västtyskland, Holland/Belgien, Storbritannien, Frankrike, Schweiz, Italien, USA och Kanada.

De viktigaste ståltyperna, som tillverkas inom Ovako Steel är:

- Kullagerstål
- Sätthärdningsstål
- Seghärdningsstål
- Höghållfasta mikrolegerade konstruktionsstål
- Fjäderstål inklusive ventiltfjäderstål
- Kättingstål
- Kallformningsstål
- Maskinstål
- Mjukmagnetiska stål
- Handelsstål

De viktigaste affärsområdena för Ovako Steel är:

- Rullningslagerindustrin
- Fordonsindustrin
- Allmänna verkstadsindustrin
- Hydraulik
- Olja och gas
- Byggnadsindustrin

Ovako Steel var 1986 västvärldens största tillverkare av genomhårdande kullagerstål.

Ovako Steel har under senare år utvecklat nya system för kvalitetssäkring (Quality Assurance / QA) inklusive statistisk processstyrning (Statistical Process Control / SPC), som motsvarar mycket högt ställda krav.

OVAKO STEELS SVENSKA ENHETER

Ovako Steels svenska dotterbolag utgöres av följande enheter.

Ovako Steel Hofors AB, Hofors

Hoforsbolaget har sitt ursprung från mitten av 1600-talet och inköptes år 1916 av SKF. Tillverkningsprogrammet omfattar göt och stålämnen, sömlösa rör och valstråd. Dotterbolaget **Ovako Steel Ring AB i Hofors** tillverkar valsade och smidda ringar (bild 1).

Antalet anställda är 2 100 och omsättningen uppgick 1985 till 945 miljoner FIM.

Exportandelen uppgår till drygt 60 %.



Bild. 1. Rörverk i Hofors. På bilden syns uppvärmningsugn, hålverk och Assel verk.

Fig. 1. Tube mill in Hofors. Fig. shows heating furnace, piercing mill and Assel mill.

Metallurgi

I Hofors finns ett smältverk med en SKF MR-enhet (Melting and Refining). Verket startades upp 1977 och har följande huvuddata:

Dubbelugn: 82 ton, 60 MVA (+ 20 %), olje-syrgasbrännare och vattenkylda paneler.

ASEA-SKF skänkugn: 11 MVA (+ 20 %) med värmnings- och avgasningsstationer.

Götgjutning: Stigande i 3.4 tons göt.

Produktionskapaciteten är 400 000 ton göt per år. Huvuddelen av stålet som tillverkas i Hofors och Hällefors används i högt utmattningspåkända applikationer, t ex rullningslager, ventilfjädrar i bilmotorer och transmissionskomponenter. Hög utmattningshållfasthet är viktigt. Detta åstadkoms genom att tillverka stål med låga halter av skadliga inneslutningar och föroreningselement.

Dagens genomhårdande kullagerstål och ventilfjäderstål kräver exempelvis syrehalter på nivån 10 ppm och därunder, titanhalter under 30 ppm samt extremt låga halter av kalciumhaltiga oxidiska mikroslagger. Makroslagghalten måste praktiskt taget vara noll.

Stålet måste vidare vara mycket homogent bl a vara fritt från kraftiga makrosegringar. För att klara detta användes fortfarande götgjutning av kullagerstål, ventilfjäderstål och liknande stålsorter.

Rörverk

Tillverkningsprogrammet omfattar sömlösa, tjockväggiga rör i följande dimensionsområden:

Varmvalsade rör: ytterdiameter 50–210 mm, längd ca 9 m
Kallvalsade rör: ytterdiameter 27–117 mm, längd ca 24 m
Skalsvarvade rör: ytterdiameter >65 mm
Slipade rör: ytterdiameter < 75 mm

Varmvalsade rör tillverkas i två enheter, Rörverk 4 och Rörverk 5, med dimensionsområdena \varnothing 90–215 mm respektive \varnothing 50–120 mm. Ämnesvikterna kan varieras mellan 70 och 620 kg.

Kallvalsning

Utgångsmaterialet är varmvalsade och värmebehandlade rör. Kallvalsning sker även av stång. Genom kallvalsning erhålles rör med mindre dimensioner, ökad hållfasthet, snävare toleranser och bättre skärbarhet.

Samtliga 20 kallvalsverk (stegvalsverk) arbetar efter samma princip. Ett valspar är monterat i en rörlig valsstol som gör upp till ca 100 slag per minut. Ingångsröret matas över en konisk dorn. Samtidigt roterar röret 1 varv per 6 slag. Under kallvalsningen förlängs röret upp till 3 gånger längden på ingångsröret.

Vissa rör centerlesslipas eller skalsvarvas före leverans. Dessa operationer tillför rören ytterligare kvalitetsegenskaper som bättre diameterolerans, bättre rakhet, bättre ytfinish och bättre skärbarhet.

I Hofors finns även omfattande kapacitet för värmebehandling av rör, t ex mjukglödning, normalisering och avspänningsglödning. Totalt finns 10 stycken el- och gasolvärmda rullhårdgnar för rör.

Ringverk

I ringverken finns:

4 ringvalsverk
2 smideshammare
1 smidespress, 1000 ton

Produktprogrammet omfattar valsade och smidda ringar.

Trådverk

Dimensionsprogrammet för varmvalsad tråd är 5.6–15 mm och ringvikten uppgår maximalt till 600 kg. Ämnesdimensionen är \varnothing 141 mm och värmning sker i en tvåzons gasolvärmd stegbalksugn.

Produktprogrammet omfattar högkolhaltiga stålsorter huvudsakligen: kullagerstål, ventilfjäderstål samt textilnålstål och musikstål. Trådverket har 2 stycken triopar samt 22 stycken duopar.

Ovako Steel Hällefors AB, Hällefors

Hälleforsbolaget har sitt ursprung från 1631. SKF köpte företaget 1957.

Tillverkningsprogrammet omfattar göt och stålämnen, stång, valstråd och kalldragna produkter.

Antalet anställda är 1200 och omsättningen uppgick 1985 till 655 miljoner FIM.

Exportandelen uppgår till 63 %.

Metallurgi

I Hällefors finns ett smältverk med en SKF MR-enhet (Melting and Refining). Verket startades upp 1971 och har följande huvuddata.

Dubbelugn: 70 ton, 30 MVA (+ 20 %), olje-syrgasbrännare och vattenkylda paneler. ASEA-SKF skänkugn: 15 MVA med värmnings- och avgasningsstationer. Götgjutning: Stigande i 3-tonsgöt.

Allt stål raffinerar i skänkugnen och gjutes stigande i 3-tonsgöt. Produktionskapaciteten är 300 000 ton göt per år. Ståltyper och tillverknings teknik är de samma som i Hofors. Smältverket i Hällefors kommer att avvecklas under 1989 när Imatras nyinvesteringar i metallurgi och valsverk är inkörda. Hällefors kommer därefter att förses med götgjutna ämnen från Hofors och stränggjutna ämnen från främst Imatra.

Grovvalsverket

Produktionskapaciteten uppgår till 100 kton/år på 2-skift.

Mediumvalsverket

Ämnena värms i en tvåzons stegbalksugn och valsas ned till \varnothing 115–120 mm i ett horisontal- och vertikalarpar. Därefter sker valsning i ett planetvalsverk, där reduktionsgraden kan vara upp till 70 %. Efter planetvalsverket sker valsning i 15 horisontal- och vertikalarpar (bild 2).



Bild 2. Mediumvalsverket i Hällefors har 15 st horisontal- och vertikalarpar efter planetvalsverket.

Fig. 2. In Hällefors there are after the planetary mill 15 horizontal and vertical roll pairs in the intermediate rolling mill.

Vidareförädling

Kalldragen stång tillverkas i dimensionsområdet \varnothing 3.5–25.4 mm och kalldragen tråd, huvudsakligen kullagerstål, i området \varnothing 2–25.4 mm.

I Hällefors finns även utrustning för skalsvarvning och slipning.

Nyinvesteringar pågår för att ytterligare öka tillverkningskapaciteten för blank stång, bl a skalsvarvad, riktpolerad stång.

Ovako Steel Kilsta AB, Karlskoga

Bolaget värmebehandlar och färdigställer i första hand stång från Hällefors men även andra produkter såsom rör från Hofors. Kapaciteten uppgår till ca 30 kton per år. Antalet anställda är 45 och omsättningen uppgick 1985 till ca 16 miljoner FIM.

Ovako Steel Mora AB, Mora

Bolaget hårdförkromar stång och rör. Antalet anställda är 35 och omsättningen uppgick 1985 till 36 miljoner FIM.

Ovako Steel Couplings AB, Hofors

Bolaget tillverkar tryckoljekopplingar, s k OK-kopplingar, för förbindning av axeländar med varandra. Kopplingen sätts direkt på den släta axeln och har mycket hög momentöverföringsförmåga.

Bolaget tillverkar även hydrauliska kopplingsbultar, Supergrip-bulten, för håldimensionsområdet 40–130 mm. Antalet anställda är 45 och omsättningen uppgick 1985 till 29 miljoner FIM.

Engineeringbolaget, Hofors

Det tidigare SKF Steel Engineering AB i Hofors ägs numera helt av AB SKF och har bytt namn till SKF Plasma Technologies AB. Bolaget utvecklar och marknadsför bl a metallurgiska processer baserade på plasmateknik.

Ovako Stål Ab, Eskilstuna

Det svenska säljbolaget har sitt huvudkontor samt lager i Eskilstuna. Säljkontor finns dessutom i Stockholm, Göteborg, Malmö och Sundsvall. Bolaget har ca 200 anställda och omsättningen uppgick 1985 till 516 miljoner FIM.

Ovako Steel Marketing AB, Danderyd

Bolaget, som styr och samordnar säljbolagen, har ca 15 anställda.

Hjulsbro Spännarmering AB, Hjulsbro

Företaget tillverkar spännlina och spänncrån. Tillhörde finska Ovako Oy Ab's Handelsstålsdivision innan tillkomsten av Ovako Steel AB. Hjulsbro har ca 50 anställda och omsättningen uppgick 1985 till 19 miljoner FIM.

SUMMARY

OVAKO STEEL'S UNITS IN SWEDEN

Ovako Steel was formed 1986 by merging the Finnish company Ovako and Swedish SKF Steel. Ovako Steel have production units in 8 locations in Finland and 5 in Sweden, namely Hofors, Hällefors, Karlskoga, Mora, and Hjulsbro. Biggest works are Ovako Steel Hofors AB, which are producing low alloyed special steels including especially roller bearing steels, in form of hot and cold rolled seamless tubes, rolled and forged rings and rolled wire rod and Ovako Steel Hällefors AB producing low-alloyed special steels as hot-rolled bars and wire rod and finished products. In the paper the production facilities and equipment are surveyed.

Kansainvälistyminen louhintalaitteiden valmistajan kannalta

Dipl.ins. Pentti-J. Hintikka, Oy Tampella Ab, TAMROCK, Tampere

Oy Tampella Ab Tamrockin kehitys louhintalaitteiden valmistajana on niveltynyt kallioporauksen tekniikan yleiseen kehitykseen. Sen omaperäiset tuotteet ja ratkaisut ovat tehneet mahdolliseksi ohittaa kilpailijoita erityisesti tekniikan murrosvaiheessa uusien menetelmien tullessa näkyviin.

Tämän vuosikymmenen alussa Tamrock oli omalla erikoisalallaan, kovan kiven porauksessa, jo toinen kahdesta suuresta.

Tamrockin asema on vakiintunut viime vuosina, se on tullut maanalaisen louhinnan alalla johtavaksi. Tämä on saavutettu aggressiivisen kasvun kautta valtaamalla markkinaosuutta. Oleellista on ollut markkinaverkon rakentaminen maailmanlaajuisiksi.

Menestyksellisen liiketoiminnan rakentaminen ja kehittäminen edellyttää usean tekijän tasapainoista osaamista. Tarastelemalla Tamrockin liikeideaa tältä pohjalta voidaan poimia esiin menestystekijät, jotka ovat mahdollistaneet sen nousun:

- Erikoistuminen kapealla alueella. Laitetekniikan osaaminen ei yksin riitä menestykseen, on hallittava myös prosessi hyvin.
- Kriittisten komponenttien osaaminen.
- Tuotantokoneiston korkea taso.
- Huollon ja varaosapalvelun laatu, yksilöllinen palvelu.
- Kansainvälinen markkinointiverkko.

Edellä lueteltujen asioiden hallinta on tehnyt mahdolliseksi Tamrockin kansainvälistymisen. Tänä päivänä jo yli 25 % Tamrockin palkkalistoilla olevista henkilöistä toimii Suomen ulkopuolella, kun suomalaisten yritysten keskiarvo on n. 16 %.

Markkinoilla on syntynyt myös kansainvälistymisen paine, joka on kohdistunut kaikkiin laitetoimittajiin. Tuloksena on ollut markkinaosuuksien jako harvempiin käsiin, ja tunnettuudenkin valmistajien joutuminen vetäytymään vain rajatulle alueelle.

Kansainvälistymisen paine johtuu sekä maailmantalouden yleisistä trendeistä että alan erikoispiirteistä:

- Asiakasyritysten toiminta sekä kaivos- että urakointialalla on levittäytynyt maailmanlaajuisiksi. Toimittajan on voitava palvelu asiastaan kaikkialla.
- Yhä parempien tuotteiden ja menetelmien kehittäminen vaatii kaikki olosuhteet kattavaa kokemusta ja osaamista. Valmistajan uskottavuus edellyttää referenssejä mitä erilaisimmissa oloissa.
- Teknologian kehityksessä tarvitaan kasvavaa panosta tutkimukseen ja tuotekehitykseen, vain riittävän suurilla toimittajilla on tähän resursseja. Tuotannon kustannuksien kurissapito edellyttää sarjatuohtantoa. Riittävää volyymia voidaan ylläpitää vain maailmanlaajuisen markkinoinnin turvin.

Tamrockin tapa kansainvälistyä sisältää omat erikoispiirteensä:

- Markkinointiverkon rakentaminen alkoi edustajien avulla. Viimeisin vaihe on ollut tytäryhtiöiden perustaminen. Yritysostoja ei ole juurikaan tehty. Useimpiin niihin maihin, joissa on tärkeän kilpailijan kotipaikka, on perustettu tytäryhtiö. Tällä on tähdätty kilpailijan toiminnan tehokkaampaan seuraamiseen ja kontrollointiin kuin mitä edustajien avulla todennäköisesti olisi mahdollista.
- Avainkomponenttien osaaminen ja valmistus on keskitetty. Näin raskaat valmistuskoneiston investoinnit on tehty käytännössä vain yhdessä kohteessa. Myös pääoman käytön ja hallinnan kannalta keskitys tuo kilpailuetua.
- Asiakkaiden erityistarpeet täytetään moduliperiaatteella, tarvittaessa on loppukokoonpano ja markkinakohtaisten versioiden teko siirretty muualle, jos esim. viranomaismääräykset tätä vaativat. Kokoonpano- ja valmistustoimintaa on Saksassa, USA:ssa, Kanadassa, Ruotsissa, Brasiliassa, Italiassa ja Japanissa.

Kehitys ei ole päättynyt, tulevaisuus sisältää useita haasteita. Saavutettu korkea markkinaosuus tekee jatkuvan kasvun ongelmalliseksi nykytuotteilla. Tuotevalikoimaa on täydennettävä ja laajennettava, pysytellen kuitenkin perusosaamisen linjoilla. Tytäryhtiöt tarvitsevat myös Tamrock-linjaa täydentäviä ja tukevia tuotteita, esimerkkejä niiden liittämistä valikoimaan on jo.

Kansainvälistyminen on haaste myös organisaatiolle ja henkilöstölle.

Tulemme näkemään yhä enemmän ulkomaisten yksiköiden henkilöstöä avaintehtävissä ja asiantuntijoina. Suomalaisten joustavuudelle ja ammattitaidolle asetetaan yhä suurempia vaatimuksia.

Tiedonhallinta on ratkaisevia työkaluja kansainvälisessä toiminnassa. Tietoverkkojen käyttö on alkamassa, laitetekniikka ei enää aseta rajoja. Myös tässä koetellaan organisaation toimivuus ja aloitekyky.

SUMMARY

DRILLING MACHINE MANUFACTURERS GET INTERNATIONAL

Tampella Ltd Tamrock is a leading manufacturer of rock drilling equipment. The article discusses those success factors which have enabled Tamrock to become truly international. The pressure to internationalize operations has led to bigger market shares for fewer manufacturers, while well-known producers have had to withdraw or limit actions. Tamrock's method of operating has its own special features: a clear subsidiary policy, centralized know-how with primary component production, and de-centralized assembly operations and customer service.

Malminetsintä GTK:ssa tänään

Osastonjohtaja Jouko Talvitie, Geologian tutkimuskeskus, Malmiosasto, Otaniemi

SANANEN GTK:STA

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) alainen keskusvirasto, jonka toimintaa ohjaavat laki (16.12.1983) ja asetus (29.12.1983) GTK:sta sekä erillismääräykset kuten työjärjestys (17.2.1984; muutettu 20.3. 1986). Viimeisimmän KTS:an 1987 — 1990 mukaisesti sen toiminta-ajatukseseen kuuluu ”suorittaa geologian, geofysiikan ja geokemian tutkimusta sekä kallio- ja maaperän raaka-ainevarojen etsintää ja inventointia, erityisesti ottaa huomioon kaivannaisteollisuuden ja muun elinkeinoelämän edistämisen. GTK tekee yhteistyötä useiden kotimaisten tutkimuslaitosten, korkeakoulujen ja yhtiöiden kanssa ja osallistuu toimialansa kansainväliseen yhteistyöhön”.

Asiantuntemuksen mukaisesti GTK:n organisaatio jakautuu osastoihin, joissa on puolestaan tutkimusaloittain eriytettyjä toimintayksiköitä. Tutkimusosastot on yhdistetty kahdeksi osastoryhmäksi tutkimusjohtajien alaisuuteen: Kallio- ja maaperätutkimuksen sekä malmitutkimusten osastoryhmäksi. Osastoryhmien ulkopuolelle jäävät yleinen osasto, informaatio-, ATK- ja aluetoimistot. Aluetoimistoihin sijoitetut tutkimusyksiköt ovat ammattiasioissa osastojen ja hallinnollisissa asioissa toimistopäällikön alaisia.

Esitetty organisaatio on ollut dynaaminen, jatkuvassa muutostilassa oleva järjestelmä. Alussa mainittujen lain- ja asetuksen sekä työjärjestyksen päivämäärät osoittavat viimeksi tapahtuneiden muutoksien ajankohdat.

MALMIOSASTO

Eräs niistä toiminnoista, jota toteutetaan esitetyn organisaation avulla on malminetsintä. Se kuuluu erityisesti malmiosaston tehtäväkuvaan ja määritellään asetuksessa seuraavasti: ”Malmiosaston tehtävänä on suorittaa malmien ja muiden teollisuudessa ja rakennustoiminnassa käytettävien mineraalien ja kivilajien etsintää ja tutkimusta”. Korostettakoon sitä seikkaa, että malmilla tässä tarkoitetaan, kuten Aimo Mikko-la Suomen Malmigeologiassa 1986 määrittää, maankuoreessa olevaa luonnollista mineraalikonentraatiota, joka sisältää riittävän määrän arvoainesta teolliseen hyväksikäyttöön.

Malmiosastossa on työjärjestyksen mukaisesti vuoden 1984 alusta ollut seuraavat kolme toimintayksikköä:

1. Malminetsintäyksikkö, jonka toimialana ovat metallisten malmien, teollisuusmineraali- ja rakennuskiviesiintymien sekä mineraalisten polttoaineiden etsintä ja arviointi.
2. Malmiennustekartoituksen yksikkö, jonka toimialana on malmien alueelliseen jakautumiseen liittyvä tutkimus ja malmitiedostojen laatiminen.
3. Perustutkimusyksikkö, jonka toimialana ovat malmien muodostumiseen liittyvät tutkimukset sekä muu malmigeologinen ja -mineraloginen tutkimus.

(Malminetsintäyksikköön kuuluu sen tehtävien luonteen mukaisesti kairausten alaryhmä).

Malminetsintään suoranaisesti liittyviä toimintoja on muissakin osastoissa. Ne saadaan palveluina geofysiikan osaston kohdetutkimuksen yksiköltä, geokemian osaston analyttisen kemian ja osittain kohdetutkimuksen yksiköltä sekä sovelletun maaperägeologian yksikön malminetsintää palvelevalta ryhmältä. Malmiosaston kokonaisuudet ja mainitut muiden osastojen panostukset malminetsintään olivat vuonna 1986 yhteensä 45,27 Mmk, ns. vyörytetyt menot mukaanluettuna. Malmiosaston vakinaisen henkilöstön määrä on 176 ja määräraikaisten 9 htv (aluetoimistot mukaanlukien).

Malmiosastolla on käytettävissään muiden tutkimusosaston suoritteet samalla tavalla kuin GTK:n ulkopuolisillakin malminetsintäorganisaatioilla. Malmiosaston löytämien malmiesiintymien ensisijainen hyväksikäyttäjänä on valtio (KTM). KTM luovuttaa kaivosoikeudet yhtiöille. Muut suoritteet, kuten tiedostojen tiedot ja arkistoidut raportit ovat alan yritysten, opetuksen ja tutkimuksen hyväksikäytettävissä.

KEHITTÄMISEN PAINOPISTEALUEET 1987

KTS:n mukaisina kehittämisen painopistealueina ovat malmiosastolla malmiennustekartoitus (omana toimintayksikkönä vuodesta 1984) ja teollisuusmineraalien etsintä.

Malmiennustekartoituksen kehittämisen tarve on noussut esiin erilaisten geologisten, geofysikaalisten ja geokemiallisten tietojen niin nopeasta lisääntymisestä, ettei niitä enää pelkällä karttatarkastelulla hallitse. Tämän vuoksi on vuoden 1983 alusta lähtien suoritettu menetelmätutkimusta, erilaisten tiedostojen automaattista luokittelua, päämääränä alueellinen ja kohteellinen malmiennustekartoitus. Menetelmätutkimuksessa on päästy niin pitkälle, että vuoden 1987 alussa on voitu perustaa malminetsintäryhmiä palveleva malmiennustelinja, kehitystyön silti jatkuessa.

Teollisuusmineraaleihin kohdistuva tutkimustoiminta oli vuosikymmenen alussa vähäistä, alle viisi prosenttia osaston resursseista. Sitä on pyritty jatkuvasti lisäämään. Kuluvana vuonna sen osuus on vajaat 20 % osaston kokonaiskuluista. Suurin yksittäinen menoerä aiheutuu ns. kaoliiniprojektin menoista. Teollisuusmineraalien etsintäaktiiviteetti tapahtuu malminetsintäyksikön sisällä siten, että lisäresursseja voidaan tarvittaessa joustavasti siirtää avuksi yksikön muusta toiminnasta.

Perustutkimusyksikön kehittämistoiminnoista mainittakoon litogeokemiallinen aureolitutkimus kohdetutkimuksia ja syvämalminetsintää silmälläpitäen.

VIIME AIKOJEN TULOKSISTA

Näinä aikoina on esitetty tilastoja siitä, miten metallisten malmien louhinnan määrä on kääntynyt laskuun, eikä uusia kaivoksia kasvavaa louhintatarvetta silmälläpitäen ole löytynyt. Ennuste povaakin toimivien kaivosten ehtymistä, kahta lukuunottamatta, vuosituhannen vaihteeseen mennessä. Tilanetta pidetään vakavana. Sen sijaan muiden malmiesiintymien suhteen ennuste on positiivinen ja louhintatoiminnan volyyymi reippaassa kasvussa.

Minkälaisia tuloksia olisi esitettävissä kymmenen viime vuoden aikaväliltä? Taulukko 1 osoittaa kaksi huomattavan suurta metallista esiintymää (Koitelainen ja Talvivaara) ja yhden huomattavan teollisuusmineraaliesiintymän (Hokkalampi). Muut ovat "haukkapaloja" ainakin raskaan organisaation käyttöön. Mielenkiintoinen on kuitenkin Rauhalan esiintymä laatunsa ja toimivien kaivosten (Vihanti, Nivala) läheisyyden vuoksi. Ensi-indikaatio Rauhalan löytämiseksi tuli parhaillaan suoritettavasta valtakunnallisesta moreenin geokemiallisesta kartoituksesta. Se kuului ennen "vaikeasti löydettäviin malmiin". Uusien menetelmien avulla, joihin kuuluu myös aerogeofysikaaliset matalalentokartat, sen paikallistaminen onnistui helposti.

ARVIOINTEJA

GTK:n vahvana puolena voidaan pitää budjettisidonaisuutta sen antaman varmuuden vuoksi. Valtakunnan edun kannalta on järkevää, että näin tapahtuu tulevaisuudessakin. Tutkimuskeskus itsessään on osoittautunut dynaamiseksi, tavoitteellisuuden mukaan jatkuvasti kehittyväksi organisaatioksi ja malmiosastossa on panostuksen painopistettä voitu muuttaa joustavasti, on voitu kokeilla tulosvastaullista johtamistapaa eri yksiköillä ja toisaalta projektityöskentelyä. Toimintojen joustava järjestelymahdollisuus osastotasolla on edesauttanut tehokasta menetelmäkehittelyä.

Osastojen kannalta tarkasteltuna ehkä tiedostetuina rakenteellinen heikkous on nykyinen osastoryhmäjako. Kahden rinnakkaisen tutkimusjohtajan on vaikea harjoittaa yhtenäistä tutkimuspolitiikkaa, resurssien ohjailua tai yhteishankkeita eri osastojen kesken!

Malmintsintään ovat vaikuttaneet jossain määrin haitallisesti ne hidasteet, jotka johtuvat muihin osastoihin sijoitettuihin tärkeistä toiminnoista, kuten kemian analytiikka. Samaan kategoriaan kuuluvat kaivosteknisen asiantuntijahenkilökunnan ja asiallisen teollisuusmineraalilaboratorion ja sen henkilöstön puute. Näitä kaikkia tarvitaan resurssien ohjauksessa jokapäiväisesti, so. löydöksen laadun ja arvon määrittämiseen lohkarelöydöstä malmiarviotilanteeseen eli "mitä tehdään — koska lopetetaan" — arviointiin. Onneksi kuitenkin yhteistyö kaivostoimintaa harjoittavien organisaatioiden kanssa on toiminut, jolloin alan "tuotekehittely" on asiallisella pohjalla. Jonkin mineralisaationhan saattaa tehdä malmiksi kaivos- ja rikastustekninen ideointi ja kehitystyö.

Malmintsinnän kannalta uhkatekijäksi on luokiteltava metallisektori, tapahtunut perusmetallien reaalisten markkinahintojen vahva alamäki. Pinnalla pysyvät suuret, hyvälaatuiset, massatuotantoon kykenevät kaivokset. Kilpailla voi myös huipputasoilla teknologialla. Kun silmää malmiosaston suoritteita (taulukko 1), ei se lupaa hyvää tältä osin. Vain Talvivaaran esiintymä antaisi jotain toivoa. Sen sijaan pieniä esiintymiä on löytynyt ja ne nostavat esiin pienten malmiesiintymien hyväksikäytön ongelman.

Perusmetallien jatkojalostushan tulee tällä hetkellä toimeen ilman perusmetallien suomalaista kaivostoimintaa. Tilanteesta kuitenkin johtuu, että yleiseen tietoisuuteen on le-

Taulukko 1. Osa malmiosaston suoritteista (lupaavimmat löydökset) noin 10 vuoden aikavälillä.

Table 1. Ore reserves inventoried in situ, as reported at an interval of approximately 10 years to the Ministry of Trade and Industry.

Esiintymän nimi ja sijainti	Malmiarvio	Selostus jätetty tai jätetään KTM:lle
Koitelainen, Sodankylä	Kairausten, geologian ja geofysiikan pohjalta todennäköiset varat ovat satoja miljoonia tonneja/ 21–23 % Cr ₂ O ₃ . Tutkimus tavattujen platinametalli-indikaatioiden selvittämiseksi jatkuu Koitelaisessa ja sen ympäristössä.	1979
Talvivaara, Sotkamo	In situ -malmiarvio 200 milj. tonnia/ 0,26 % Ni, 0,54 % Zn, 0,14 % Cu, 0,02 % Co	1980
Kalliosalo, Nurmo	In situ -malmiarvio 0,4 milj. tonnia/ 0,70 % Sb	1982
Kangasjärvi, Keitele	0,1 milj. tonnia/ 5 % Zn, 45 % S. Louhittu (Oku)	1983
Pajuluoma, Seinäjoki	In situ -malmiarvio 0,14 milj. tonnia/ 0,30 % Sn	1984
Hokkalampi, Kontiolahti	In situ -malmiarvio 28 milj. tonnia/ 14 % kyaniittia (ja andalusiittia). Todennäköiset ja mahdolliset malmivarat lisäksi huomattavat	1984
Pirilä, Rantasalmi	In situ -malmiarvio 0,1 milj. tonnia/ 0,7 Pb, 5,5 g/t Au, 34 g/t Ag. Arviossa osa esiintymää hylätty ja kultahuiput poistettu	1986
Rauhala, Ylivieska	In situ -malmiarvio 1,8 milj. tonnia/ 6,3 % Zn, 1,7 % Cu, 1 % Pb, 56 g/t Ag, 0,6 g/t Au	1987
Palmottu, Nummi-Pusula	In situ -malmiarvio 1 milj. tonnia/ 0,1 % U	1987
Juomasuo, Kuusamo	Alustavasti todetut malmivarat noin 2 milj. tonnia/ 2–3 g/t Au, 0,2 % Co. Kairaus jatkuu	1987–88

vinnyt lentävä lause: "Malmintsintä ei kannata". Tämä on ehkä levinnyt myös valtionhallintoon, jossa ei kuitenkaan olla asiantuntijoita siinä, mitä malmi -käsite kokonaisuudessaan sisältää, ja että kullakin yrityksellä on oma malmintsinnän strategiansa. Jos yritys on strategiassaan epäonnistunut, sitä muutetaan tai toiminta lopetetaan. Lopetustilanteessa olisi valvottava, ettei tuottava osa suomalaista malmintsintää karsisi. Rautahan esimerkiksi on eräs kannattamaton etsittävä, mutta se ei ole koko malmintsintä, vaikka yrityksen kannalta näin olisikin.

GTK:n tapauksessa etsintätoimintaa voidaan suunnata joustavasti, kansantalouden kannalta järkeväksi katsotulla tavalla sekä alan kehitystyöllä, josta Rauhalan löytyminen on

hyvä esimerkki. Henkilökohtaisesti näen, että perusmetallien etsinnän suhteen ei olla "törmäyskurssilla". Tällä alalla tuotto tulee pitkäjänteisen ponnistelun tuloksena, siinä pintaliito ei nyt auta. Ei saisi menettää tyyliä, motivaatiota eikä saisi byrokraatisoitua, jäykistyä.

Geologisten alojen tutkimus sellaisenaan tarvitsee tieteenalana rahoituksensa, siinä kuin muutkin tieteenalat. On ollut hyvin yleistä, että rahoituksen anomusta tai toiminnan laajentamista on perusteltu sen tärkeydellä malminetsinnälle. Päättäjillä lienee käsitys, että malminetsintä on saanut hurjasti rahaa.

VISIO

Malmiosaston toiminnan ohjaus noudattaa toistaiseksi seuraavia periaatteita:

1. Panostaa kotimaassa toimivan perusmetallien jatkojalostuksen omavaraisuuden ylläpitämiseksi ja lisäämiseksi. Malmiennustekartoitusta on syytä terävöittää siten, että tutkimukset voidaan valikoivasti kohdentaa suuria malminesiintymiä indikoiviin kohteisiin. Siltä tosiasialta ei voida kuitenkaan välttyä, että tavataan pieniäkin malminesiintymiä.
2. Tutkitaan ja etsitään sellaisia metalleja ja teollisuusmineraaleja, joiden vuoriteollisen hyväksikäytön näkymät ovat

suotuisat. Erityistä painoa pannaan teollisuusmineraalisektorin kehittämiseen. Koska alalle ei ole budjettiteitse saatavissa vakansseja, kehitetään sitä muiden toimintojen kustannuksella, sisäisin siirroin.

3. Pidetään yllä "sovelletun kalliooperägeologian" tieto-taitoa muuallakin kuin edellämainittujen sektoreiden alueella, kuten mineraalisten polttoaineiden, rakennus-, koriste- ja korukivien aloilla.
4. Seurataan kalliooperän raaka-ainekäytön tarpeiden kehittymistä yhteiskunnassa (esim. murskeet) ja tarvittaessa laajennetaan toiminnan alaa.
5. Kehitetään alan kotimaisia ja ulkomaisia yhteyksiä ja yhteistyötä sekä tutkimuksen että menetelmäkehityksen aloilla. Kuluvana vuonna palkataan ulkomainen asiantuntija arvioimaan malmiosaston nykytilaa verrattuna kanadalaiseen ja USA:laiseen malminetsinnän käytäntöön.

Malminetsinnän tilaa GTK:ssa saattaa muuttaa huonompaan suuntaan ulkoinen tietämättömyys malminetsinnän luonteesta, malmikäsitteestä sinänsä. "Malminetsintä ei kannata" -mentaliteetti on vahingollinen. Lamakausina malminetsintä on sikäli tärkeää, että korkeasuhdanteen ja kriisin aikana on tiedettävä missä malmia on. Sitä on silloin turha lähteä etsimään päivän tarpeeseen. Yleisesti ottaen olisi aina tiedettävä mitä maa omistaa, ja tämän huomioiden GTK:n rooliin kuuluu alan perustutkimus ja kattava malminetsinnän strategia. Alan yrityksen rooliin kuuluu taas taloudellinen linja ja linjan mukainen strategia.

SUMMARY

EXPLORATION ACTIVITY BY THE GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

The Geological Survey of Finland is a central office under the jurisdiction of the Ministry of Trade and Industry. It has five research departments, mineral exploration being the special function of the Exploration Department. The regular staff of the Exploration Department numbers 176 members, and its operational expenditures in 1986 amounted to slightly less than 30 million FIM. Activities directly connected with mineral exploration are further engaged in by the Geophysics Department, the Geochemistry Department and the Department of Quaternary Geology, and in 1986 they accounted for expenditures of more than 15 million FIM.

As an office of the State, the rôle of the Geological Survey involves overall mineral exploration strategy, starting with extensive economic exploitation of bedrock material, research

development and documentation activity as well as dynamic organizational work. The operational sector of the enterprises in this sphere is narrower, laid out along strict economic lines according to a corresponding functional strategy.

Traditionally, exploration activity carried on by the Geological Survey has laid stress on the metal sector. Work has also been done in the exploration for and research on industrial minerals, mineral fuels, rock material for building and construction, and gem stones. The industrial mineral sector is being given special attention at present. Emphasis is also being laid on the development of methods for ore prediction, that is, integrated analysis of geoscience data.

Some exploration results are presented in Table 1.

VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 25.–26.3.1988

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s

ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors den 25.–26.3.1988

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

Valamisen kvantitatiivinen suunnittelu ja valmistus

DI Arno Louvo, DI Asko Renkonen ja prof. Sakari Heiskanen, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Otaniemi

JOHDANTO

Valimoissa valmistetaan taloudellisesti massatuotteita ja monenlaisia vaativia konstruktioelementtejä, joita muilla tavoin ei usein voitaisi edes aikaansaada. Kilpailu muiden valmistusmenetelmien, lähinnä hitsaustekniikan ja esim. monenlaisten muovituotteiden taholta, on asettanut valimot uusien kehityshaasteiden eteen.

Uudentyyppisen valimotekniikan kehittämiseksi käynnistyi vuonna 1984 yhteispohjoismainen "HUBERT"-tutkimusohjelma. Tutkimusohjelman tavoitteena on tietokoneella tapahtuvaa numeerista simulointia hyväksikäyttäen saada sekä valujen että valuprosessien suunnittelu ja valmistus luotettavammin ja nopeammin tapahtuvaksi kuin tähänastisessa tavantavomaisessa valimotekniikassa. Tutkimusohjelmaan osallistuu Ruotsista Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) ja Svenska Gjuteriföreningen (SvGj), Norjasta SINTEF, Tanskasta Danmarks Tekniske Højskole (DTH), Islannista Idnteknistofnun Islands (ITI) ja Suomesta VTT. Pohjoismaisen yhteistyön lisäksi VTT osallistuu myös vastaaviin kansainvälisiin yhteistyöhankkeisiin, mm. COST-projekteihin, joihin osallistuu EC- ja EFTA-maita, sekä yhteistyöhön amerikkalaisten valimotutkijoiden kanssa.

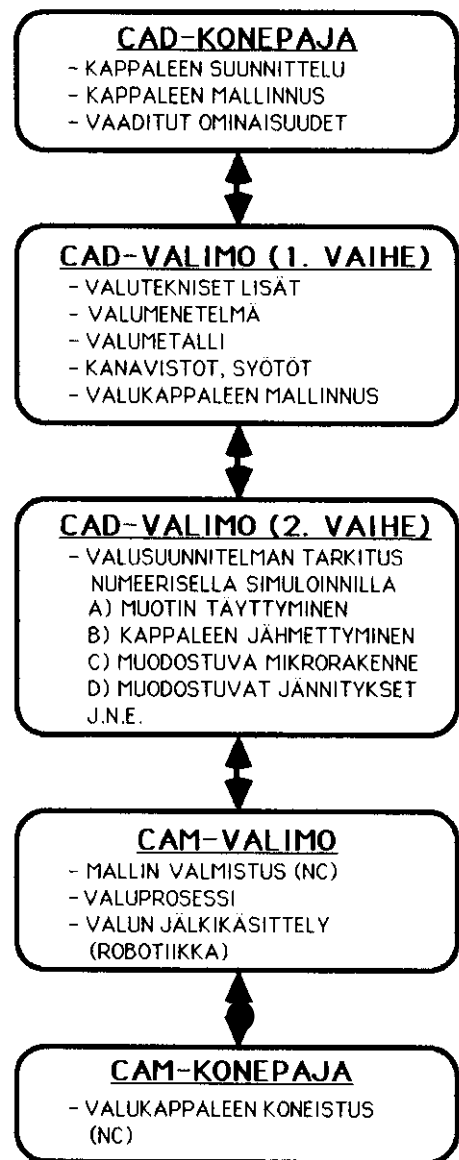
VTT:n metallurgian laboratorion osuudessa tutkimus kohdistuu erityisesti seuraaville osa-alueille:

- sulan koostumuksen sekä jäähtymis- ja jähmettymisnopeuden vaikutus mikrorakenteeseen ja valuseoksen käyttöominaisuuksiin
- valumuotin täyttyminen ja sen simulointi
- CAD/CAM valimoissa, kaupallisten ohjelmien käyttömahdollisuudet
- sulan muotissa tapahtuvan jähmettymisen simulointi.

VALUPROSESSI TULEVAISUUDEN VALIMOSSA

Valun tietokoneavusteisella suunnittelulla ja valmistuksella, johon on yhdistetty valuprosessin numeerinen simulointi, voidaan valukappaleen tuotantoprosessia automatisoida oleellisesti. Se luo samalla edellytykset tuotteiden laadun parantamiselle, läpimenoaikojen lyhentämiselle ja kustannusten pienentämiselle.

Kuvassa 1 on esitetty kaaviollisesti valukappaleen "tulevaisuuden tuotantoprosessi", jossa valimon, malliveistämön ja konepajan CAD/CAM-järjestelmät on integroitu yhteen. Tässä tuotantoprosessissa kappaleen suunnittelu aloitetaan konepajassa määrittämällä kappaleelta vaadittavat ominaisuudet sekä luodaan CAD:n avulla tuotteesta alustava geometrinen malli. Tämän jälkeen geometrinen malli siirretään valimon CAD-järjestelmään. Nykyään autoteollisuudelle alihankintatöitä tekevät konepajat käyttävät hyväksi tilaajan CAD/CAM-järjestelmillä tehtyjä suunnitelmia. Vastaavaa kehitystä tapahtuu jo nyt valimotekniikassa.



Kuva 1. Kaaviollinen esitys valukappaleen tulevaisuuden tuotantoprosessista.

Fig. 1. The casting production in the future.

Valimossa malliin tehdään valutekniset muutokset, kuten esimerkiksi kutistumavarat ja päästöt, sekä laaditaan alustava valusuunnitelma, joka sisältää mm. kanaviston, syöttöjen ja

mahdollisten jähmettymisen suuntaa ja mikrorakennetta ohjaavien kokillien ja eristeiden mitoituksen ja sijoittelun.

Valusuunnitelman toimivuus tarkistetaan numeerisen simuloinnin avulla, jolloin on mahdollista saada selville muotin täyttymisen ja valukappaleen jähmettymisen kulku ja kappaleen eri osiin muodostuvat rakenteet ja jäännösjännitykset. Simuloinnin tulosten perusteella valusuunnitelmaan tehdään tarvittavat muutokset. Iteroivaa suunnitteluprosessia jatketaan kunnes on varmistettu valusuunnitelman toimivuus. Simuloinnilla on mahdollista tehdä optimaalinen valusuunnitelma ilman kalliita ja aikaavieviä koevaluja. Menetelmää sovelletaan käytännössä mm. eräissä Japanin ja USA:n valimoissa.

Valusuunnitelman perusteella muodostetaan geometriseen malliin työstöradat mallivarusteiden NC-työstöä varten. Geometrista mallia hyödynnetään valukappaleen automaattisen puhdistuksen suunnittelussa ja ohjauksessa sekä konepajassa tehtävien viimeistelytyöstöjen NC-ohjelmoinnissa. Saatavia etuja perinteiseen mallivarusteiden valmistustekniikkaan verrattuna ovat mm. muutosten ja lisäysten teon helpottuminen, mallikopioiden valmistuksen nopeutuminen ja työstön tarkkuuden paraneminen. Vanhat suunnittelutulokset ovat myös helpommin ja nopeammin hyödynnettävissä. Valumalleja valmistetaan jo jossain määrin käyttäen CAD-järjestelmällä muodostettua geometriaa ja NC-työstöä.

VALUPROSESSIN SIMULOINTI

Valun tietokoneavusteisen suunnittelun lähtökohtana on kappaleen kolmiulotteisen geometrisen mallin luonti tietokoneelle. Tätä mallia voidaan hyödyntää erilaisissa valumallien suunnitteluun ja valmistukseen liittyvissä toiminnoissa. Eräs tällainen tärkeä osa-alue on valuprosessin numeerinen simulointi.

Valuprosessin numeerisella simuloinnilla pyritään kuvaamaan valun aikana tapahtuvia ilmiöitä, joita ovat muotin täytyminen, valun jähmettyminen ja jäähtyminen sekä metallin kutistuminen. Samoja menetelmiä käyttäen voidaan laskea mm. muodostuvat mikrorakenteet, kuumarepeilyalttius, jäännösjännitykset ja muodonmuutokset.

Muotin täyttymisen simuloinnilla pyritään arvioimaan syntyviä virtaustyyppisiä valujärjestelmässä ja laskemaan sulasta muottiin valun aikana tapahtuva lämmönsiirto. Laskettua lämpötilajakaumaa muotissa ja valussa voidaan käyttää lähtötietona simuloitaessa valun jähmettymistä. Numeeriseksi laskeutamenetelmäksi soveltuu esim. äärellisten volyymien menetelmä. Virtausohjelmia ja -teorioita on testattu hyvin vähän valusovellutuksissa.

Jähmettymisen simuloinnissa voidaan käyttää elementti- (Finite Element Method, FEM) tai differenssimenetelmää (Finite Difference Method, FDM). Kappaleen geometriaa kuvaavan elementtiverkon lisäksi analyysin alkutietoina ovat lämpötilajakauma muotissa ja kappaleessa, käytettyjen materiaalien lämmönjohtavuudet ja ominaislämmöt lämpötilan funktiona, faasimuutoslämmöt ja -lämpötilat sekä lämmön-siirtymiskertoimet muotin ulkopinnalle ja tarvittaessa valun ja muottimateriaalin rajapinnalla. Analyysin tuloksena saadaan lämpötilajakauma valussa ja muotissa ajan funktiona. Lasketun lämpötilajakauman perusteella voidaan arvioida mm. lopusulan paikka valukappaleessa ja esim. jäähtymisnopeudet ja lämpötilagradientit, jotka määräävät kappaleen eri osiin muodostuvan mikrorakenteen ja siten mekaaniset ja fysikaaliset ominaisuudet. Jäähtymisnopeuksia ja lämpötilagradientteja voidaan käyttää myös arvioitaessa todennäköisyyttä, millä kappaleen eri osiin syntyy imuvikoja. Todellisen valukappaleen jähmettymisen simulointi (lähinnä lämmön siirtymiseen perustava analyysi) on tällä hetkellä suhteellisen hyvin hallit-

tavissa ja hyödynnettävissä, mutta esim. dendriitin kasvu suulaan ja siihen liittyvä suotautumisen ja sulan virtaus vaatii vielä lisätutkimusta.

Jähmettymisen simuloinnin yhteydessä saatavaa lämpötilajakaumaa voidaan käyttää laskettaessa FEM-analysillä jäännösjännityksiä ja niiden aiheuttamia muodonmuutoksia valukappaleessa. Tällöin voidaan arvioida mm. kuumarepeilyalttiutta ja myöstön tarvetta. Suunniteltaessa valukappale sen lujuusominaisuuksien mukaan voidaan materiaalin tarve ja kappaleen muoto optimoida käyttäen rakenneanalyysiohjelmiä, joilla jännitysjaakauma kappaleen eri osissa saadaan määritettyä.

Numeeristen menetelmien käyttöä rajoittaa mm. kappaleen ja muotin eri osien geometriaa kuvaavan elementtiverkon työläs muodostaminen. FEM-verkon luominen vuorovaikutteisia ohjelmia käyttäen vaatii erittäin paljon suunnittelu-aikaa. Automaattisesti muodostettavan verkon käyttö ei vielä ole yleistä, mutta se tulee pian helpottumaan ja laajentamaan kolme-dimensionaalisen FEM-analyysin käyttö merkittävästi. Differenssimenetelmälle ei toistaiseksi ole saatavissa automaattisia verkonmuodostusohjelmia.

Toinen numeerisen simuloinnin käyttöä rajoittava tekijä on se, että käytettyjen materiaalien termisiä ominaisuuksia ja virtausominaisuuksia ei aina tiedetä riittävän tarkasti. Myös tietoa jäähtymisnopeuden ja lämpötilagradienttien vaikutuksesta jähmettymisessä syntyvään mikrorakenteeseen ei ole kaikille valumateriaaleille saatavilla.

VALUMALLIVARUSTEIDEN VALMISTUS

Valumallivarusteiden valmistuksessa hyödynnetään valumallin geometrista tilavuus- tai pintamallia, jota käytetään valun suunnittelussa, mm. numeerisessa simuloinnissa, apuna. Valumallin geometrinen 3D-malli (3 dimensionaalinen tuotemalli) sisältää paljon työstön kannalta tarpeellista tietoa, joten NC-ohjelmointia varten muodostetaan tuotemallin geometriasta erillinen tuotantomalli, jossa on kuvattuna pelkästään mallivarusteiden työstön kannalta tarpeelliset tiedot. CAD/CAM-järjestelmissä olevien standardiohjelmistojen lisäksi käyttäjä voi tehdä omia ohjelmistoja (makroja), joissa järjestelmän standardiominaisuuksia käytetään hyväksi esim. geometrian ja työstöratojen muodostamisen automatisoinnissa. Valmiit työstöradat tarkastetaan yleensä työstöä simuloimalla, jolloin työkalun liike sekä mahdolliset virheet ja työmääräykset näkyvät kuvauksella.

Työstöohjelman tuloksena saadaan tavallisesti standardimuotoinen ns. CL-tiedosto, josta postprosessori muodostaa lopullisen NC-ohjelman työstökoneen ohjelmointikielellä. Tällöin postprosessori esim. muuttaa koordinaattipisteet koneen koordinaatistoon ja pyöristää ne sopivaan tarkkuuteen, tarkistaa, ettei koneen liike- ja nopeusalueita ylitetä, laskee työstöajat ja tekee työkaluluettelon, jonka jälkeen malli voidaan työstää.

PILOT-LAITTEISTO VALUN CAD/CAM:IN TESTAUKSEEN JA KEHITYSTYÖHÖN

Pohjoismaisen HUBERT-projektin toista vaihetta varten, joka alkoi elokuussa 1986 ja päättyi vuoden 1988 loppupuolella, on VTT:n metallurgian laboratorioon hankittu pilot-laitteisto valun tietokoneavusteisen suunnittelun ja valmistuksen kehitystyöhön. Pilot-laitteistoa käytetään markkinoilla olevien ohjelmistojen testaukseen, ohjelmistojen integroimiseen toisiinsa ja valun suunnitteluohjelmien, kuten syötön ja kanaviston suunnittelun, kehitystyöhön. Tavoitteena on luoda järjestelmäkokonaisuus, jota voidaan suoraan hyödyntää teollisuudessa.

Koska laitteistolla suunnitellaan todellisia suhteellisen monimutkaisia valukappaleita, projektissa saadaan totuudenmukainen kuva CAD/CAM-järjestelmän käyttöönottoon liittyvistä kustannuksista ja mahdollisista ongelmista sekä suunnittelunopeudesta ja tarvittavasta tietokonekapasiteetista. Projektissa tullaan mm. suunnittelemaan ja valmistamaan useita valumalleja tuotantokäyttöön.

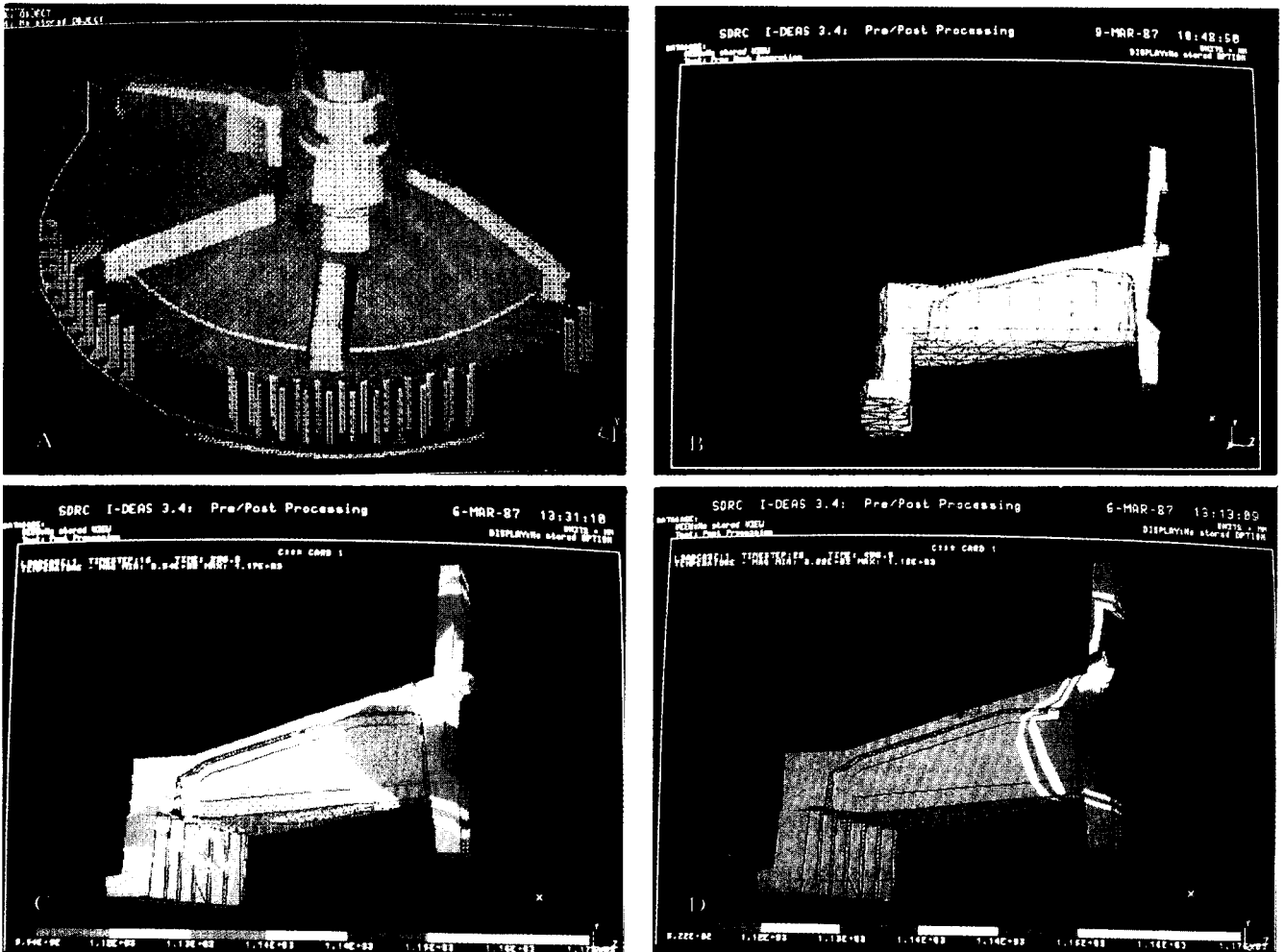
Järjestelmän pohjana on MicroVAX II-laitteisto. CAD-järjestelmänä käytetään IDEAS-ohjelmistoa, jossa geometrinen mallinnus tehdään tilavuusmallintajalla, johon kuuluu osana elementtiverkko generointiohjelma. Ohjelmistoon on liitetty jäähdyttämisen simulointiin soveltuva ADINAT-ohjelma, jota on testattu VTT:ssa projektin ensimmäisen vaiheen yhteydessä. Ohjelman todettiin soveltuvan hyvin valukappaleen jäähdyttämisen simulointiin. Ohjelma pystyy ottamaan huomioon valumetallin ja muottimateriaalien ja mahdollisten eristeiden tai kokillien ominaislämmön ja lämmönjohtavuuden lämpötilan funktiona sekä faasimuutoslämmöt. Ohjelma perustuu elementtimenetelmään. Ohjelmassa ongelmana on se, että lämpötilajakauma muotissa joudutaan olettamaan vakioksi simuloinnin alkaessa. Tämä jossain tapauksissa heikentää simulointitulosten tarkkuutta. Simulointituloksia voidaan tutkia mm. lämpötilaisotermeinä tai jäähdyttämiskäyrinä kappaleen eri osissa.

Muotin täyttymisen simulointia tutkitaan VTT:ssa tutki-

musohjelman toisessa vaiheessa PHOENICS-virtausohjelmalla. Ohjelma perustuu äärellisten volyymien menetelmään (Finite Volume Method). Ohjelmalla pystytään tutkimaan eri virtausteorioita ja niiden soveltuvuutta mm. valumuotin täyttymisen simulointiin. Ohjelma pystyy käsittelemään kolmi-dimensionaisia virtausongelmia, joissa voi olla mukana kaksi faasia, esim. ilma ja metallisula. Ohjelmaan voidaan lisätä omia ratkaisumalleja sekä uusia ratkaistavia suureita, jotka voivat olla toisten suureiden funktioita. Ohjelman käyttämä verkko voi myötäillä myös kaarevia pintoja. Ohjelma on osittain muokattavissa ja ratkaisun kulku pitkälle ohjattavissa. Tutkimuksessa ohjelman valmiita ratkaisumalleja pyritään vertailemaan ja muuttamaan valumuottien täyttymisen ja mahdollisesti myös jäähdyttämisen simulointiin sopivaksi. Alustavien kaksikulotteisten virtaussimulointien on todettu vastaavan hyvin käytännön kokeissa saatuja tuloksia.

Simuloinnissa käytetty valun geometrinen malli voidaan siirtää pintamallina valumallin NC-ratojen generointiin soveltuvalle DUCT-ohjelmalle. Ohjelmalla pystytään generoimaan valumallin NC-työstöön tarvittava CL-tiedosto, joka voidaan postprocessorilla muuttaa sopivaan muotoon eri työstökoneita varten.

Kuvassa 2 on esitelty ensimmäistä pilot-laitteistolla suunniteltavaa teollisuuskappaletta, joka on leikkuupuimurin veto-pyörä. Kuvassa 2 a on valukappaleen tilavuusmalli (1/2 osa



Kuva 2. a) Valukappaleen tilavuusmalli (1/2 osa kappaleesta), **b)** tilavuusmallia lähtökohdista käyttäen tehty FEM-verkko (1/12 osa kappaleesta), **c)** Jäähdyttämisen simulointiohjelmalla lasketut lämpötilaisotermit 296 s valun jälkeen (violetti väri kuvaa sulaa ja punainen puoroaluetta) ja **d)** lämpötilaisotermit 456 s valun jälkeen.

Fig. 2. a) The solid model of the casting (1/2 part of the casting), **b)** FEM mesh created from the solid model (1/12 part of the casting), **c)** The temperature isotherms according to the solidification simulation 296 sec after pouring (purple colour describes liquid and red mushy zone) and **d)** temperature isotherms 456 sec after pouring.

koko kappaleesta), jonka pohjalta on tehty kuvassa 2 b näkyvä FEM-verkko (1/12 osa koko kappaleesta). Simulointituloksia on esitetty lämpötilaisotermeinä kuvissa 2 c ja d. Kuvissa on esitetty ensimmäisiä pilot-laitteistolla saatuja tuloksia, joiden perusteella kappaleelle suunnitellaan jatkossa valujärjestelmä. Lisäksi tehdyn geometrian perusteella generoidaan valumallivarusteiden työstöradat metallimallin työstämiseksi.

YHTEENVETO

Yhteispohjoismaisen "HUBERT"-tutkimusohjelman tavoitteena on tietokoneella tapahtuvaa numeerista simulointia hyväksikäyttäen saada sekä valujen että valuprosessien suunnittelu ja valmistus luotettavammin ja nopeammin tapahtuvaksi kuin tähänastisessa tavanomaisessa valutekniikassa.

VTT:n metallurgian laboratorion osuudessa tutkimus kohdistuu erityisesti seuraaville osa-alueille:

- sulan koostumuksen sekä jäähtymis- ja jähmettymisnopeuden vaikutus mikrorakenteeseen ja valuseoksen käyttöominaisuuksiin
- valumuotin täyttyminen ja sen simulointi
- CAD/CAM valimoissa, kaupallisten ohjelmien käyttömahdollisuudet
- sulan muotissa tapahtuvan jähmettymisen simulointi.

VTT:n metallurgian laboratorioon valun tietokoneavusteisen suunnittelun ja valmistuksen kehitystyöhön hankittua pilot-laitteistoa käytetään markkinoilla olevien ohjelmistojen integroimiseen toisiinsa ja valun suunnitteluohjelmien kehitystyöhön. Tavoitteena on luoda järjestelmäkokonaisuus, jota voidaan suoraan hyödyntää teollisuudessa.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Westlund, D.* et al, Applying CAD/CAM to foundry tooling. *Modern casting* 74 (1984) 1, s. 20-24.
2. *Ward C.A.*, Patternmaking Today. *Foundry Trade Journal* 25(1986)9, s. 350-356.
3. *Sahm, P.S & Hansen, N.P.*, Numerical simulation and modelling of casting and solidification processes for Foundry and Cast-house. Julkaisut CIATF 1984. 256 s..
4. *Louvo, A.L., Karhunen, O.A. & Renkonen, A.J.*, Solidification Simulation of Castings. E-MRS konferenssi State of the Art of Computer Simulation of Castings and Solidification Processes 1986. 17-20.6.1986, Strasbourg, Ranska. s. 83-89
5. *Johnson, R.H.*, Solid Modeling: A State-of-the-Art Report. Julkaisut CAD/CAM ALERT, Management Roundtable, Inc., Chestnut Hill, Massachusetts. 276 s.
6. Valumallivarusteiden tietokoneavusteinen suunnittelu ja valmistus. Helsinki 1986, Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto. Tekninen tiedotus 17/86. 34 s.
7. Mathematical and Numerical Modelling in Casting Process Simulation, *Preden N Hansen*, The Technical University of Denmark, DK — 2800 Lyngby, Denmark.
8. *Karhunen, O.A. & Renkonen, A.J.*, Solidification Simulation of Castings Using Three-dimensional Finite Element Method (FEM). VTT-MRG B-8605.

SUMMARY

CAD/CAM FOR CASTINGS

The aim of the Nordic project, HUBERT, is by utilizing numerical simulation to improve the casting design and casting processes.

The Metallurgy Laboratory at the Technical Research Centre of Finland (VTT) is focusing its efforts on the following topics:

- effects of the chemical composition and the cooling rate on the microstructure and mechanical properties of the castings

- simulation of the mould filling
- applications of the commercial CAD/CAM systems in the foundries
- the solidification simulation of shaped castings.

Metallurgy Laboratory uses its pilot system for linking commercially available CAD/CAM programs and developing design programs for casting. The aim is to create a system to be utilized in the foundry industry.

Jauhemetallurgia

Dipl.ins. Aapo Kirvesniemi, Oy Airam Ab, Kovametallitehdas, Espoo

TEKES on käynnistänyt 12 suurta kansallista teknologiahanke-ehdotuksesta valittiin 12 toteutettavaksi. Kahdessa näistä oli osaprojekteina jauhemetallurgiaa ja yksi hanke on kokonaan omistettu jauhemetallurgiateknologian kehittämiseksi. Tässä artikkelissa DI Aapo Kirvesniemi, Oy Airam Ab, Kovametallitehtaan päällikkö kertoo tiivistetyn katsauksen muodossa jauhemetallurgian nykyhetken näkymistä.

Jauhemetallurgiaa on aivan viime aikoihin asti totuttu pitämään metallurgian ihmeellisenä kuriositeettina. Sille on myönnetty oma arvonsa eräissä vakiintuneissa prosesseissa, kuten wolframhehkulankojen valmistuksessa, kovametalliteknikassa, huokoisten laakerien valmistuksessa eräitä tavallisia jauhemetallurgian sovellutuksia mainitaksemme. Onko nyt tilanne oleellisesti muuttumassa, onko jauhemetallurgia laajenemassa ja lunastamassa niitä lupauksia, joita sen puolestapuhujat ovat innostuneesti ennustaneet?

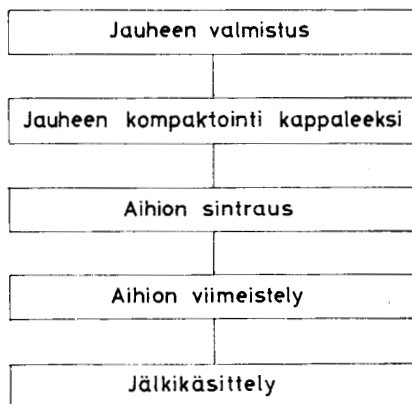
MITÄ JAUHEMETALLURGIAT ON?

Standardisoitua määritelmää ei ainakaan suomalainen normisto tunne, mutta voimme ilmaista alueen esim. seuraavasti.

JAUHEMETALLURGIAT ON TEKNOLOGIA JA TIETO-TAITO VALMISTAA METALLIJAUHEITA, SEKÄ NIISTÄ KIINTEITÄ KAPPALEITA JOILLA ON HALUTTU MUOTO JA OMINAISUUDET.

Käytännössä jauhemetallurgiset prosessit ovat joskus hyvinkin mutkikkaita, käsittäen ääritapauksissa kymmeniä operaatioita ja osaprosesseja. Seuraavat perusvaiheet äärimmäisesti pelkistämällä on löydettävissä useimmista prosesseista (taulukko 1).

Taulukko 1. Jauhemetallurgisen prosessin perusvaiheet.
Table 1. Process scheme in powder metallurgy.



HISTORIA

Jauhemetallurgian historia on sekä hyvin vanhaa että aivan lähiajan historiaa. Ensimmäiset tuotteet tapaamme Egyptistä, Afrikasta ja Intiasta, jossa opittiin jo parituhatta vuotta ennen ajanlaskun alkua pelkistämään hiilellä huokoista rautasientä. Kuonat ja epäpuhtaudet murskauksen jälkeen ilmeisesti erotettiin sormin ennenkuin huokoinen massa jälleen kuumennettiin ja taottiin tiiviiksi.

Etelä-Amerikassa inkat jo Columbuksen aikaan osasivat tehdä platinapitoisia seoksia sekoittamalla kulta-hopea seoksia platinahiukkasiin. Seos kuumennettiin ja taottiin kiinteäksi.

Seuraavia jauhemetallurgian sovellutuksia saatiinkin odottaa pitkään, sillä varsinainen teollinen tuotanto alkoi vasta 1850-luvun puolivälissä, jolloin sekä Ranskassa että Venäjällä tehtiin jauhetekniikalla platinakolikoita. Laakeritekniikassa löytyy ensimmäinen yritys 1870-luvulta, jolloin tinapulverista ja piestä yritettiin tehdä eräänlaisia itsevoitelevia laakereita.

Sähkölampun kehittämiseen jauhemetallurgia tuli varhain avuksi. Tämä olikin aivan luonnollista koska wolframmetallin "kesyttäminen" sulametallurgian kautta ei ollut mahdollista. Erittäin merkittävä jauhemetallurgian kehitemä **kovametalli** syntyi vuosina 1914–1928, jona viimeksimainittuna vuonna se Leipzigin messuilla sai ensiesiintymisensä valmiina teollisena tuotteena. Kovametallit ovat edelleenkin eräs jauhemetallurgian tärkeimpiä ja laajalle levinneimpiä tuotteita.

Suunnilleen samoilla vuosikymmenillä kehitettiin raskasmetallit (W – Ni – Cu -seokset). Itsevoitelevia laakereita alettiin tuottaa 1920-luvun loppuvaiheessa kuparipohjaisilla seoksilla. Uusien sovellutusten sarja jatkui kiihtyen. Kehitettiin kontaktimateriaalit sähkötekniisiin tarkoituksiin sekä vahvavirta- että heikkovirtateknikalle.

Magneettimateriaalit löysivät jauhemetallurgiatekniikasta uusia hyppäyksellisiä suorituskykyparannuksia. Näin tapahtui sekä vahvamagneeteissa että elektroniikka- ja tietokonetekniikassa tarvittavien pehmytmagneettimateriaalien suhteen.

Auton ympärillä pyörii paljolti ihmisen nykyinen elämä. Jauhemetallurgiaa löytyy autosta monenlaisina osina joka vuosi enentyvästi. Keskimääräinen henkilöauto sisältää jauhemetallurgian sovellutuksia nykyisin lähes 10 kg. Parin viime vuosikymmenen aikana on jauhetekniikka siirtynyt myös masaprosesseihin ja varsinaisen perusmetallurgian alueille.

Ensimmäisiä sovellutuksia olivat jauhepikateräkset, mutta ruostumattomien ja runsaasti seostettujen kautta suuntaus on kohti tavallisempia kauppateräksiä. Kehityksen virstanpylväitä nykyisiin saavutuksiin asti kuvaa taulukko 2.

Taulukko 2. Tärkeimmät jauhemetallurgian kehitysvaiheet.
Table 2. Historical developments in powder metallurgy.

Aika	Aihe	Syntypaikka
3000 e. Kr.	Rautasieni	Egypti, Afrikka, Intia
1200	Platinakorut	Etelä-Amerikka
1781	Platina-arseeniseokset	Ranska
1790	Platinaupokkaat	Ranska
1822	Platinaharkot	Ranska
1826	Platinakolikot	Venäjä
1829	Platinan valmistus Pt-sienestä	Englanti
1830	Kokeiluja useilla metalleilla	Eurooppa
1870	Laakerikokeilu	USA
1878–1900	W-hehkulanka	USA
1915–1928	Kovametalli	Saksa
1900-alkupuoli	Huokoiset Cu-filtterit	USA
1920	Laakerit	USA
1940	Rautaosat	Saksa
1950	Raskasmetallit	USA
1960	Jauhetaonta	Ruotsi, Japani
1970	Kuumaisostaattinen puristus	USA
1980	Nopeasti jähmettyvät met.jauheet	USA
	Amorfiset jauheet	USA

Lähde: Metals Handbok
Volume 7, Powder Metallurgy
American Society for Metals (1984)

MIKSI JAUHEMETALLURGIA?

Miksi tarvitsemme jauhemetallurgiaa? Eikö olisi yksinkertaisempaa pelkistää metallit yhdisteistään uuneissa tai saostaa hydrometallurgisesti ja sitten sulattaa ja valaa tavalliseen tapaan?

Syitä jauhemenetelmän käyttöön on useita, sekä teknisiä että taloudellisia. Seuraavassa tarkastelemme esimerkein selvennetyn luettelon muodossa muutamia jauhemetallurgian käyttöalueita.

1. Korkean sulamispisteen metallit (W, Mo, Rh, Ta, Nb jne.)

Korkea sulamispiste esim. W:llä 3400° C tekee normaalin sulatusprosessin uuniteknologisista syistä äärimmäisen vaikeaksi. Jauhemetallurgia esim. hehkulangan valmistuksessa sallii valmistuksen jauheesta sintraamalla lähes 1500° C sulamispistettä alhaisemmassa lämpötilassa.

2. Seostusmahdollisuus

Pulveriseoksista voidaan sintrauslämpötilassa tapahtuvan difusion avulla aikaansaada mekaanisia seoksia tai osittaislejeerinkejä, joita muilla menetelmillä ei pystytä aikaansaamaan.

3. Sisäiset reaktiot

Jauheet voivat olla keskenään reaktiivisia tai jauhepuristeen ollessa huokoinen voidaan kaasuatmosfäärillä aikaansaada sisäisiä reaktioita. Paljon käytetyt tantalikondensaattorit esimerkiksi valmistetaan hapettamalla Ta-jauherakeiden pinnat, jolloin syntyy metalli–metallioksidi kondensaattori systeemi.

4. Komposiittirakenteet

Metallipulvereista ja epämetalleista voidaan saada seoksia, joissa sintrauksen jälkeen on metallimatriisissa kuituja, dispergoituneita oksiidipartikkeleita tai vaikkapa timantteja. Tekniikka on varsin vakiintunutta esim. Co-timantti-yhdistelmänä erilaisissa työkalumateriaaleissa.

5. Laminointi eli kerrosrakenteellisuus

Usein metalliselle kappaleelle sen toimintaolosuhteissa asetetaan pinnalle eri vaatimuksia kuin sisustalle. Jauhemetallurgia antaa tähän mahdollisuuden. Kappale voidaan puristaa kahdesta tai useammasta eri ominaisuuksia antavasta jauheesta. Sintrauksessa rajapinta diffundoituu yhteen. Tekniikkaa käytetään esim. sähkötekniikassa kontaktikappaleiden valmistuksessa, jolloin alaosa on hyvin johtavaa kuparia ja yläosa kipiinöinnin kestävä W – Cu seosta.

6. Liittämistekniikka eli diffuusioliitokset

Osakokonaisuudessa jauhemetallurgian keinoilla tarvittavia ominaisuuksia saatetaan tarvita vain hyvin rajoitetuissa paikoissa. Sintrauksessa välttämätöntä korkeata lämpötilaa voidaan hyödyntää paitsi itse kappaleen sintraukseen, myös sen samanaikaiseen kiinnittämiseen osakokonaisuuteen. Auton jääkelinastoissa mm. teräsjaueista puristettu runko sintrautuessaan kovaksi teräkseksi samalla diffuusiolla liittyy hitsauksenomaisesti rungon keskellä olevaan kovametallitappiin.

7. Kontrolloitu huokoisuus

Jauhemetallurgisten kappaleiden huokoisuus on yleensä tekninen ongelma, mutta säädeltynä se on haluttu erityisominaisuus, jolla on paljon sovellutuksia. Tärkein tuoteista kienävät itsevoitelevat laakerit, jotka huokosissaan pitävät koko laitteen toiminnan kannalta tarpeellisen öljyn jopa vuosikymmeniä. Suodattimet valmistetaan samalla periaatteella huokoisiksi läpipäästämään kaasuja tai tietyn partikkelikoon hiukkasia.

8. Kiderakenteen suuntaus

Eryteisesti magneettitekniikassa käytetään jauhemetallurgiaa. Magneetin kompaktointi suoritetaan vahvassa suunnatussa magneettikentässä. Pienet jauhepartikkelit kääntyvät edulliseen suuntaan, jolloin sintrauksen jälkeen suoritettava loppumagneetointi antaa maksimaalisen magneettisuuden.

9. Rakenteen tasaisuus

Jauhemetallurgian käytön eräs pääsyy on nimenomaan sillä aikaansaatuun aineominaisuuksien anisotrooppisuus. Rakenteessa ei voi esiintyä suotautumia, epätasaista kiteenkasvua, kuonajonoja, lämpötilaeroista johtuvia karkenemisilmiöitä ym. ”normaaleja” normaalimenetelmien vikoja.

10. Ympäristöystävällisyys

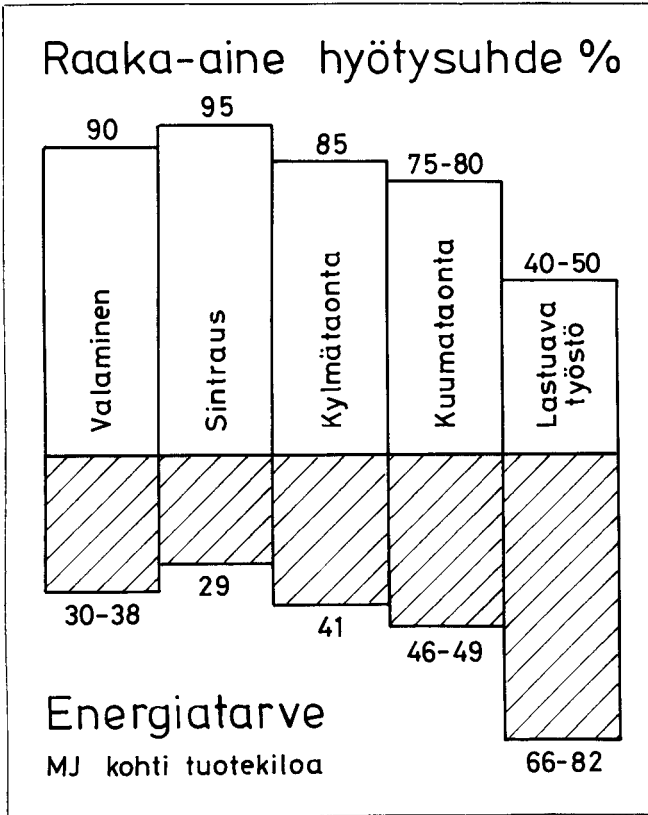
Valmistettaessa esim. pikkuosia jauhemetallurgian menetelmien jäävät haitalliset lastuavassa työstössä tarvittavat lastuamisnestet pois käytöstä.

11. Energiataloudellisuus

Kokonaisenergiataloudellisesti jauhemetallurgiset prosessit ovat usein energiaa säästäviä. Jäähän mm. sulatusprosessin tarvitsema energia käyttämättä.

Taulukko 3. Eri valmistusmenetelmien vertailu osoittaa jauhemetallurgian (sintraus) edullisuuden.

Table 3. Economical comparison of production methods.



12. Taloudellisuus

Taloudellisuus koostuu monien seikkojen kokonaisuudesta. Oheinen taulukko (3) kertoo havainnollisesti eri tekijöiden vaikutuksesta. Taulukossa on vertailtu eri valmistusmenetelmiä.

JAUHEMETALLURGIAN TEKNOLOGIA

Suppeassa katsauksessa on pakko tyytyä luettelomaiseen aiheen käsittelyyn.

JAUHEIDEN VALMISTUS

Ensimmäinen vaihe on tietysti metallipulvereiden ja niiden seosten valmistaminen. Tavallisimpia prosesseja ovat:

Pelkistys hiilellä

— edelleen tärkeä massavalmistuksen menetelmä rautajauheen valmistamiseksi.

Pelkistys vedyllä

— ainoa menetelmä monille korkean sulamispisteen metalleille esim. W, Mo jolloin ne pelkistetään vetykaasulla oksideistaan hienojakoiseksi jauheeksi.

Elektrolyysi

— erityisominaisuuksia antava prosessi rautajauheen valmistukseen.

Atomisointi

— monia vaihtelumahdollisuuksia (vesi-, kaasu-, öljyatomiointi) tarjoava prosessi, jossa sulasuihku hajotetaan pisaroik-

si. Pisarat jäähmettyvät jauherakeiksi. Prosessia sovelletaan erityisesti superseos- ja ruostumattomien teräsjauheiden valmistukseen.

Nopean jäähmettymisen tekniikat

— Aivan viime vuosina on kehitystä tapahtunut nopean jäähmettymisen tekniikalla tapahtuvassa jauhevalmistuksessa. Jauheilla saadaan erityisominaisuuksia, mm. nopea jäähmettymisen aikaansaama amorfisen rakenteen ja ei-tasapainotilassa esiintyvät seokset ovat mahdollisia.

JAUHEIDEN KARAKTERISOINTI

Saatujen metallijauheiden karakterisointi on oma tieteenhaaranensa, jossa kiinteän metallin koestusmenetelmillä ei ole paljoakaan käyttöä. Jauhemetallurgian käsitteistöä ovat termit, joilla ilmaistaan mm. seuraavia jauheen ominaisuuksia:

- keskimääräinen rakekoko
- rakeen jakautuma
- ominaispinta-ala
- taputustiheys ja tilavuuspaino
- rakeiden morfologia elektronimikroskoopissa
- rakeiden sisäinen rakenne ja dislokaatioitiheys
- jauheiden magneettiset ominaisuudet
- jauheiden juoksevuus
- jauheiden kokoonpuristettavuus.

Monet suureet ovat standardisoituja ja määrittäminen menetelmät kansainvälisesti normioituja.

KAPPALEIDEN VALMISTUS

Löysällä jauheella ei ole muotoa, hahmoa, ei ulottuvuuksia. Kappaleen valmistuksen tarkoituksena on muodostaa halutun muotoinen dimensionaalinen kappale tai ainakin sen aihio. Jauheiden kompaktointi- eli puristusmenetelmiä on lukuisia. Puristusta helpottamaan sekoitetaan jauheisiin tavallisesti voiteluainetta, eräänlaisia vahoja n. 1-2 paino %:ia. Jälleen luettelomainen esittely tavallisimmista menetelmistä:

Muottiin puristus

— Pienehköjä osia kuten hammaspyöriä, laakereita, koneosia jne. valmistetaan kätevimmin muottipuristuksella. Sarjan suuruus on oltava riittävä kattamaan muottikustannukset. Muottityökalut ovat joskus hyvinkin monimutkaisia ja kalliita. Puristimet ovat joko mekaanisia epäkeskopuristimia tai hydraulisia puristimia (kuva 1).

Isostaattinen puristus kylmänä (CIP)

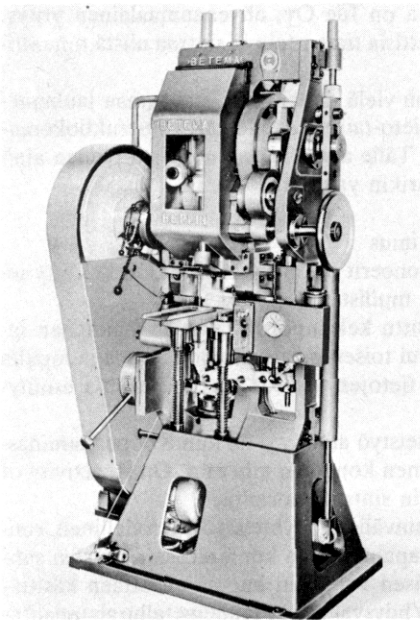
— vaikeasti puristettavia jauheita varten käytetään isostaattisia menetelmiä. Jauhe esikompaktoidaan elastiseen muottiin, usein yksinkertaisesti kumipussiin, joka asetetaan nesteellä paineistettavaan kammioon (kuva 2). Puristus suuntautuu tasaisesti kaikilta suunnilta ja helpottaa tasaisesti puristuneen aihion syntymistä. Kuriositeettina mainittakoon, että I:n maailmansodan aikaiset laivakanuunat ovat toimineet erinomaisesti jauhepuristimen painekammioina.

Isostaattinen puristus kuumana (HIP)

— erityisesti suurien aihoiden valmistuksessa jauhe puristetaan kuumaisostaattisesti. Menetelmässä jauhe täryttämällä esitiivistetään peltikannuun. Kansi hitsataan kiinni ja jauheen sisältämä ilma imetään vakuumpumpulla pois. Jauhekannu saatetaan n. 1200° C lämpötilassa 100 MPa:n (1000 Aty) paineeseen, jolloin pulveriaihio sintrautuu tiiviiksi. Menetelmässä siis kompaktointi ja sintraus on yhdistetty (kuva 3).

Ruiskupuristus (Injektion Moulding)

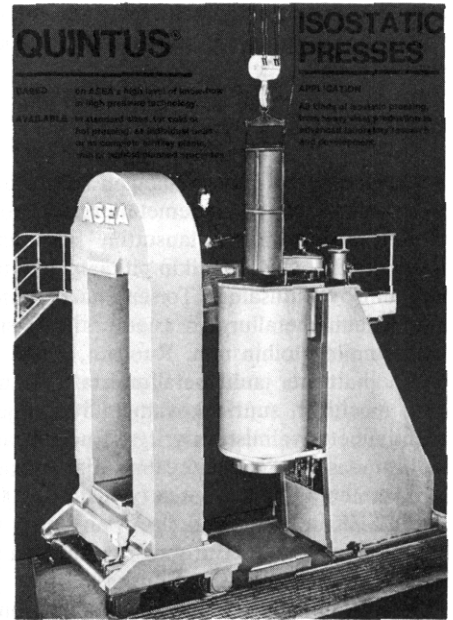
— viimeisin kehitysvaihe on ruiskupuristustekniikka, josta



Kuva 1. Mekaaninen puristin pienosien sarjavalmistukseen.
Fig. 1. Mechanical compaction press.



Kuva 2. Nestepaineekammio kylmäisostaattista puristusta (CIP) varten.
Fig. 2. Cold isostatic press.



Kuva 3. Kuumaisostaattinen puristin suurien aihioiden valmistamiseen.
Fig. 3. Hot isostatic press.

ennustetaan vallankumouksellista kappalevalmistusteknologiaa. Menetelmä muistuttaa muoviosien valmistusta. Metallijauhe ja voiteluaine (usein muovin tapainen polymeeri) sekoitetaan pastaksi, jota voidaan mäntä- tai kierukkapuristimella pursottaa muotteihin. Muotit muistuttavat muovituotteiden valmistuksessa käytettäviä muotteja.

Polymeeri kovettuu muotissa ja kiinteä hyvinkin monimutkainen kappale on synnytetty. Seuraavissa vaiheissa lämmön avulla voideainemuovi haihdutetaan pois ja huokoinen metallijauhekappale nostetaan lopulliseen sintrauslämpötilaan, jossa se sintrautuu tiiviiksi (kuva 4).

Esitettyjen menetelmien lisäksi on useita muita käytöltään rajoitettuja menetelmiä, kuten levyn puristus jauheesta, räjähdyskompaktointi, lietevalu ja keskipakoistivistys.

Sintraus

Jauhemetallurgisesti valmistetun kappaleen tai aihion lopullinen tiivistyminen tapahtuu lämpökäsittelyssä eli sintrauksessa.

Lämpökäsittelyn kulku on periaatteessa äärimmäisen yksinkertainen:

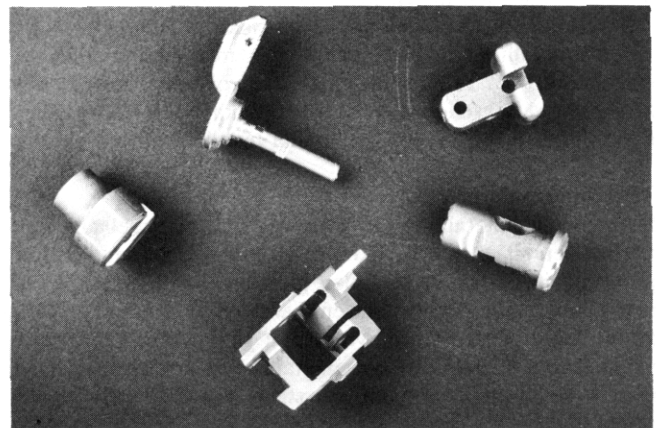
lämpötilaa nostetaan rauhallisesti alussa, jotta voiteluaineet haihtuvat kappaletta rikkomatta, jonka jälkeen kohotetaan lämpötila sintrauslämpötilaan ja pidetään siellä riittävän ajan, jota seuraa rauhallinen lasku huoneen lämpötilaan. Yleensä ei muita lämpökäsittelyjä sintrauksen yhteydessä tehdä. Jos niitä tarvitaan ne suoritetaan erillisinä prosesseina.

Näenäisestä yksinkertaisuudestaan huolimatta sintrausprosessit on tehtävä tarkasti kaikkia parametreja kontrolloiden. Nykyaikaiset sintrausunit ovat uuniteknologian mestariluo-muksia, joissa toimitaan kaikkien tekniikoiden ääri rajoilla — ultravakuumista (10^{-6} mm Hg) aina 1000 atm paineeseen ja 2400° C:een lämpötilaan (kuva 5).

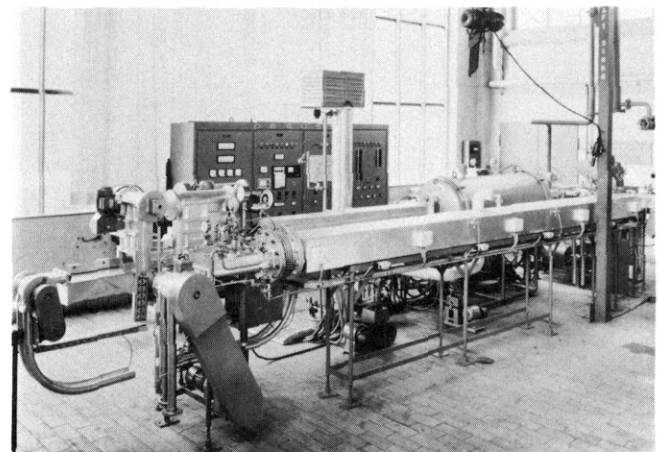
Kaasutasapainojen tarkkailuun on käytetty jopa uuniin kytettyjä massaspektrografeja.

Jälkikäsittelyt

Jauhemetallurginen menetelmä tuottaa aihioita tai kappaleita. Aihiot ovat ääritapauksissa usean tonnin painoisia ja ovat siis samalla tavoin aihioita jatkokäsittelyyn kuin konventionaalisel-lakin tavalla tuotetut, tosin ominaisuuksiltaan parem-



Kuva 4. Ruiskupuristustekniikalla (injection molding) valmistettuja pienehköjä (2–5 cm) teräsosia.
Fig. 4. Parts produced by injection molding.



Kuva 5. Jatkuvatoiminen korkealämpötilasintrausuuni.
Fig. 5. Continuous sintering furnace.

pia. Jauhemetallurginen kappale sen sijaan on usein täysin valmis sintrausprosessin jälkeen, niin mitoiltaan kuin ominaisuuksiltaan.

TEOLLISUUS

Sähkölampputeollisuus W-langan tarvitsijana kehitti jo vuosisadan alkupuolella jauhemetallurgian prosesseja. OSRAM-yhtiön laboratorioissa lausuttiin kovametallien syntysanat. Kovametalliteollisuus olikin pitkään ehkä tärkein jauhemetallurgian sovellutusalue. Toisen maailmansodan aattoaikoina monia jauhemetallurgian asiantuntijoita siirtyi Saksasta rauhallisempiin oloihin mm. Ruotsiin, jonne syntyi ja jossa nyt on huomattavaa jauhemetallurgista teollisuutta. Ruotsissa on mm. maailman suurin kovametalliyritys ja maailman suurin rautajauhetta valmistava yritys. Ruotsin jauhemetallurgisessa teollisuudessa toimii laitevalmistajat mukaanluettuna kolmisenkymmentä yritystä, jotka työllistävät 6000 ihmistä n. 6 miljardin SEK'in vuosivaihdolla. Alan suurin volyyymi on kuitenkin Yhdysvalloissa. Euroopan tärkeimpiä tuottajamaita ovat Länsi-Saksa, Englanti ja Ranska.

Itä-Euroopan maissa jauhemetallurgia on valtion erityisessä suojeluksessa. Kaikissa Itä-Euroopan kansantasavalloissa on varsin pitkälle kehittynyt ja erikoistunut jauhemetallurgian teollisuus. Neuvostoliiton kuuluisissa 5-vuotissuunnitelmatalouden listoissa on aina erillinen maininta jauhemetallurgiasista. Kaukoidän jättiläinen jauhealalla on Japani.

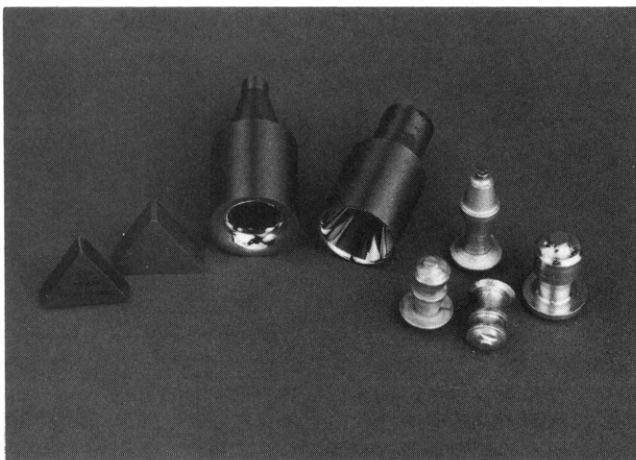
Tyhjiä alueita maailmassa ovat Afrikka ja Indonesia.

Jauhemetallurgian totaalinen osuus metallituoteollisuudesta on n. 1 %. Tämä ei tee kuitenkaan oikeutta jauhemetallurgian merkitykselle, ovathan monet jokapäiväisiä käyttöesineistämmeekin sen ja vain sen avulla mahdollisia.

Teollisuus Suomessa

Suomen jauhemetallurgia ei voi ylvästellä laajuudellaan. Perinteitä sen sijaan on. Oy Airam Ab tunsii jauhemetallurgian perusteet jo 20-luvulla ja sodan jälkeen v.-47 laajensi aluettaan kovametallin valmistukseen. Sama yritys aloitti v.-59 jääkelinastojen valmistuksen. Muutamat yleisemmät nastatyyppit valmistetaan täydellisesti jauhemetallurgian avulla. Runko on teräsjauheesta ja kovametalli tietysti on tehty jauhetekniikalla (kuva 6).

Muita yrityksiä on ennenkaikkea Outokumpu Oy, joka valmistaa Co-jauheita sekä kovametalli- että timanttityökaluja ja magneettien valmistukseen. Levanto Oy on valmistanut timanttityökaluja jauhetekniikalla jo vuodesta -37 lähtien.



Kuva 6. Kovametallisia leikkuupaloja, kulutusuuhtimia ja auton jääkelinastoja.

Fig. 6. Cutting inserts, wear nozzles and car tyre studs of hard metals.

Nuorempia tulokkaita on Ide Oy, ahvenanmaalainen yritys, joka valmistaa synteettisiä timantteja ja sintraa niistä timanttimetallikomposiitteja.

Tässä yhteydessä on vielä mainittava, että samaa jauhemetallurgista prosessin tieto-taitoa sovelletaan konstruktiokeramiin valmistuksessa. Tälle alueelle on Suomessa pienen ajan sisällä syntynyt jo parikin yritystä.

Jauhemetallurgiatutkimus

Jauhemetallurgian pioneerit olivat kateellisia. Oli keksitty joutain uutta, hienoa ja mullistavaa.

Naapurille ei kerrottu keksinnöistä. Kun parhaimpaan innovaatioaikaan ajoittui toisen maailmansodan uhka ja lopulta sota, oli selvää ettei tietojen vaihtoa tutkimustasolla esiintynyt.

Kansainvälinen yhteistyö alkoi v. -48 kun Kööpenhaminassa pidettiin ensimmäinen kongressi aiheesta, On Reactivity of Solids, jossa käsiteltiin sintrausteorioita.

Nykyisin on kansainvälisessä yhteistyössä todellinen runsauden pula. Suuria tapahtumia ja konferensseja on alan suhteellisen pienen teollisen volyymin huomioon ottaen käsittämättömän paljon. Yhdysvalloissa jauhemetallurgiatapahtumia on lähes viikottain. Euroopassa pyörii useampia konferenssarjoja, joissa suurimmissa saattaa olla parituhatta osanottajaa.

Euroopan länsimaat ovat pari vuotta sitten yhdistäneet kansalliset kehitystoimensa tapahtuvaksi COST-organisaation kautta. Suomi on ollut mukana kahdessa projektissa. Itä-Euroopan maat ovat SEV-organisaatioonsa luoneet myös jauhemetallurgiatyhteistyön. Myös SEV-maiden jauhetutkimukseen on Suomella ollut mahdollisuus tutustua. Suomen kannalta tärkein tutkimustyö on kuitenkin tapahtunut Ruotsin Jernkontoret-tutkimusorganisaation puitteissa. Suomi on ollut tässä järjestössä täysivaltaisena jäsenenä jo 15 vuotta.

Standardisointitoiminta on ollut sekä ISO-organisaatiossa että kansallisissa elimissä käynnissä n. 20 vuotta.

Työ on aloitettu jauheiden karakterisoinnista ja on etenevässä kohti tuotestandardeja. Varsinkin suurvalloille standardisointi on tärkeää, koska se on usein oltava kunnossa, ennenkuin jauhemetalliteknikalla valmistettu tuote hyväksytään puolustusvoimien materiaaliksi.

Jauhemetallurgiatutkimuksen *grand old man* Suomessa on ollut kansainvälisestikin tunnustettu prof. M.H. Tikkanen. Hänen innostavat luentonsa ja harras kiinnostuksensa jauhemetallurgiaan tuntuu tulleen nyt vasta täydellisesti ymmärretyiksi. Ehkä on niin, että hyvät hedelmät kypsyvät hitaasti.

JAUHEMETALLURGIAN TULEVAISUUS

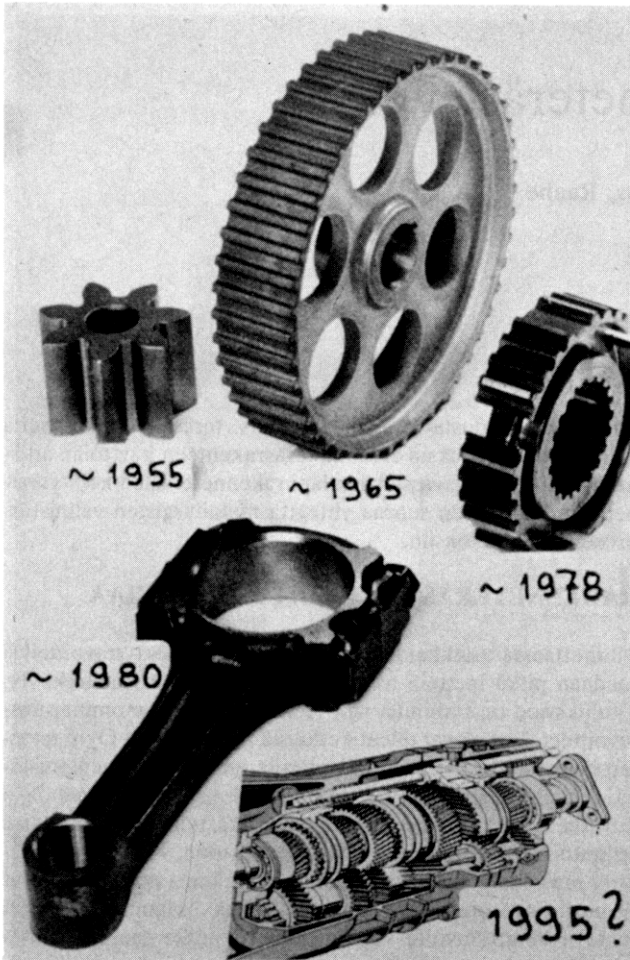
Jauhemetallurgia on odottanut suurta tuleamista pitkään. Jotkut kynnököt ovat jopa sanoneet, että sen ainoa etu on ollut siinä, että se on saanut vanhat traditionaaliset menetelmät kilpailutilanteeseen ja näyttämään omat venymiskykynsä.

Kuten jo on todettu on teollinen volyyymi vain 1 %:n metalliteollisuudesta. Tähän mennessä tästä osuudesta suurin osa on ollut sijoittunut sovellutuksiin, jotka eivät muulla teknologialla ole olleet mahdollisia. On selvästi nähtävissä, että laajeneminen tulevaisuudessa tulee tapahtumaan alueille, joissa myös muut jauhemetallurgian erityispiirteet, ennenkaikkea taloudellisuus, antavat selviä etuja.

Tarkastelemme tulevaisuutta tuotealoittain jaoteltuna.

Pienet konstruktiio-osat:

— tähän kategoriaan lukeutuvat useimmat klassiset sovellukset kuten hammasratat, vivut, laakerit jne. Ryhmän osuus tulee rauhallisesti kasvamaan kuvastuen esim. autoon sijoitettujen osien kilomäärän jatkuvana kasvuna (kuva 7).



Kuva 7. Jauhemetallurgisesti valmistettuja auton moottorin osia.
Fig. 7. Car engine parts produced by powder metallurgy.

Kehitysmahdollisuuksia ovat mm. yhdistelmäkonstruktiot, esim. hammaspyörässä kulutusta kestävä laakeriosan ja hammaskehän samanaikainen valmistaminen. Ruiskupuristustekniikka, tuo muoviosien valmistusta muistuttava menetelmä, voi vallankumouksellisesti muuttaa monimutkaisten pienosien valmistusta.

Suuret aihiot

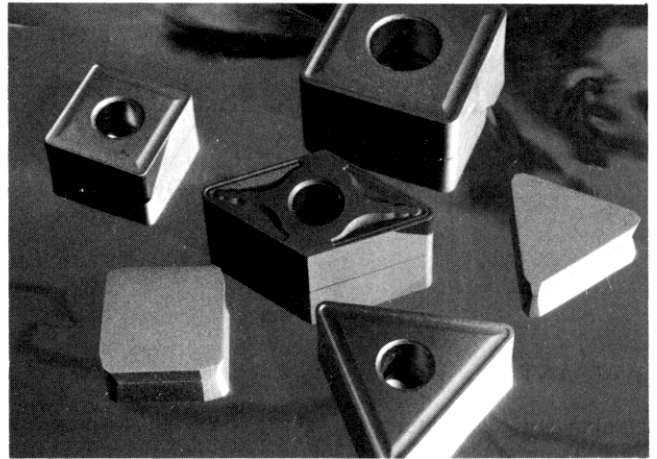
Ensimmäiset suuraihiot valmistettiin pikateräspulverista. Pyrkimys suuraihiotekniikassa on ollut kohti valmista ”suurta” kappaletta. Tämä ns. ”near to net shape” — tai ”kerralla valmiiksi” -tekniikka tulee selvästi lisääntymään erikoislejeerinkejä vaativien isojen kappaleiden valmistuksessa. Tekniikassa käytetään yleensä pulverin kapseloimista ja sitä seuraavaa (HIP-) kuumaisostaattista puristusta.

Levyvalmistusta

Alue, jolla ei vielä olla suuremmissa määrin onnistuttu, on suora levynvalmistus jauheesta. Laboratoriomittakaavaisia kokeita on tehty vuosikymmeniä, mutta kaupallisesti ei ole paremmin onnistuttu. Kehitys tällä alueella jatkuu.

Kovametallit ja kova-aineet

Klassiset kovametallit pitävät edelleen hallussaan suurta aluetta terä- ja kulutuskestävistä käyttösovellutuksista. Jauhemetallurgian keinoin valmistettavat vähemmän ”metalliset” uu-



Kuva 8. Tärkein kovametallisovellutus on lastuavan työstön teräpalat.
Fig. 8. The most important application of hard metals — cutting inserts.

det materiaalit, konstruktiokeraamit, superkeraamit, miten niitä nimitettäneenkin, valtaavat monia alueita itselleen (kuva 8).

Erityissovellutukset

Jauhemetallurgian erityissovellutukset ovat alue sinänsä. Näillä useinkaan ei voi olla suurta volyymiluonnetta, mutta ne silti ovat tärkeitä. Varmasti kaikkia mahdollisia metalleja on jauhemetallurgian keinoin tehty erilaisiksi tuotteiksi ja sovellutusten moninaisuudet kasvavat. Tärkeimpiä tulevaisuudessa lienevät magneetit ja amorfisten jauheiden erityiskäytöt sähkötekniikassa ja korroosion estossa. Myös ihmisen ”varaosia”, niveliä ja tukielimiä valmistetaan jauhetekniikalla.

Kysymykseen, onko jauhemetallurgialla tulevaisuudessa nykyistä tärkeämpi asema, on vastattava myöntävästi.

Jauhemetallurgian soveltaminen on korkean tieto-taidon tekniikkaa. Suomessa metallurgien ammattitaito on eittämättä maailman huippuluokkaa. Olisi suotavaa, että tietty osa tästä tieto-taito-potentiaalista voitaisiin tulevaisuudessa käyttää jauhemetallurgian osuuden lisäämiseen.

SUMMARY

POWDER METALLURGY

Powder metallurgy ”state of the art” is described in this article.

Powder metallurgy is an old, but modernized process to produce solid metal pieces and products of powdered metals. The industrial history, present applications, unique features and product properties are briefly presented. Also a short forecast of future trends is evaluated.

In general, Powder Metallurgy is expanding in volume and applications with accelerating speed.

Uudet kuumavalssatut rakenneteräslevyt

Tekn.tri. Erkki Räsänen, Rautaruukki Oy, Tutkimuskeskus, Raahe

JOHDANTO

Useimmiten rakenneterästen kehittämistyö on käynnistetty jonkun suuren teräsrakennuskohteen erikoistarpeen tyydyttämiseksi. Tällaisia ovat olleet esim. kaasuputkiterästen osalta pyrkimys mahdollisimman korkeaan myötölujuuteen sekä asennusolosuhteissa helppoon hitsaukseen ja offshore-terästen osalta rakenteiden käyttöturvallisuuden parantamiseen. Kuitenkin kaikille teräksille on asetettu yksi yhteinen kehitystavoite: teräsrakenteiden valmistuskustannusten alentaminen. Vuoden 1960 jälkeen hitsauskustannusten alentamistarve on vaikuttanut kaikkein voimakkaimmin rakenneteräslevyjen kehityssuuntaan. Syykin on helppo ymmärtää, kun katsoo kuvan 1 työkustannusten ja teräksen hinnan suhteellista muuttumista. Työkustannusten jyrkkä nousu on synnyttänyt terästen tuottajien ja rakenteiden valmistajien välille läheisen yhteistyön, jossa päähuomio on kohdistettu hitsaustyön helpottamiseen, hitsausenergian nostamiseen ja hitsausaumojen korvaamiseen kylmämuovauksella.

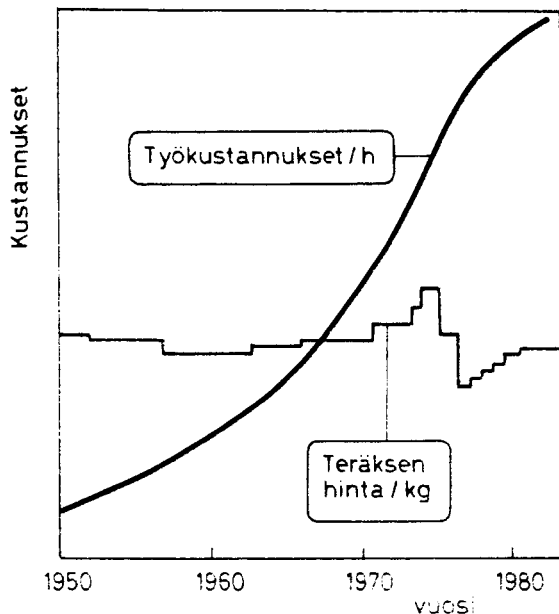
Nykyinen teräksenvalmistustekniikka on kehittynyt siinä määrin, että standardoituihin rakenneteräksiin verrattuna voidaan tuottaa käyttäjäystävällisempiä, valmistuskustannuksia alentavia ja kaikki erikoisvaatimukset täyttäviä rakenneteräslevyjä. Niistä voisi käyttää nimitystä "yleisteräks". Japanilaisina tuotteina niitä on jo markkinoilla. Useimmissa käyttö-

kohteissa ne edustavat „ylilaatua”, ts. terästen lisääntyneitä valmistuskustannuksia ei saada teräsrakenteen käyttöiän aikana takaisin. Seuraavassa käyn läpi rakenneterästen kehitysvaihetta ja kehityksen suoraa yhteyttä metallurgisten valmistusprosessien muutoksiin.

RAKENNETERÄSTEN KEHITYSHISTORIAA

Muutettaessa asiakkaiden tarpeet terästen kehitystavoitteiksi saadaan pitkä luettelo haluttuja ominaisuuksia (taulukko 1). Taulukkoon on tummilla ympyröillä merkitty ne ominaisuustavoitteet, jotka ovat olleet keskeisiä Rautaruukki Oy:n terästen kehitystyössä. Useilla tavoitteilla on yksi yhteinen edistävä tekijä: hiilipitoisuuden rajoitus. Kehityssuunta nähdään kuvasta 2, jossa tärkeimmät rakenneteräsryhmät on sijoitettu hiilipitoisuus-myötölujuus -koordinaatistoon. Kuvaan on merkitty myös kunkin teräsryhmän likimääräinen markkinoilletuovuosi. Myötölujuuden nosto seostusta lisäämällä on ollut johtava kehitystavoite vuoden 1960 tienoille saakka, mutta sen jälkeen hitsattavuuden parantaminen ts. rakenteiden valmistuskustannusten alentaminen on muuttanut kehityksen suunnan hiilipitoisuuden ja seostuksen alentamisen suuntaan. Vuoden 1985 tienoilla on markkinoille tullut standarditerästen rinnalle rakenneteräksiä, joiden hiilipitoisuus on 0.03–0.07 % välillä. Perustellusti vielä nytkin, v. 1987, näitä teräksiä voidaan kutsua uusiksi rakenneteräksiksi.

Hiilipitoisuuden alentaminen halvasti ja hallitusti on vaatinut happipuhalluskonvertereiden edelleenkehittämistä. Massatuotannossa voidaan jo valmistaa matalahiilisiä ($C \approx 0.02$



Kuva 1. Teräksen hinnan ja työkustannusten suhteellinen muuttuminen vuosina 1950–1980.

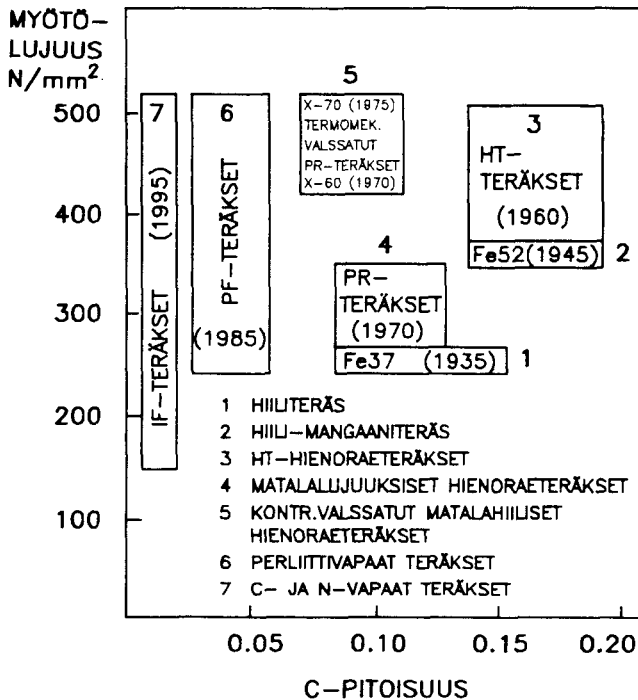
(Mickwitz, Hitsaustekniikka 1/81)

Fig. 1. Change in the steel price vs. working cost during 1950–1980.

(Mickwitz, Hitsaustekniikka 1/81)

Taulukko 1. Tavoitteita rakenneterästen kehittämiseksi.
Table 1. Targets for the development of structural steels.

- SUURI LUJUUS
- PAREMPI SITKEYS (TOUGHNESS)
- PAREMPI MUODONMUUTOSKYKY (DUCTILITY)
- PAREMPI HITSATTAVUUS
- SUUREMPI MUUTOSVYÖHYKKEEN (HAZ) SITKEYS
- OMINAISUUKSIA TASAISUUS X-, Y- JA Z-SUUNNISSA
- PAREMPI PINNOITETTAVUUS
- PAREMPI "KUONAPUHTAUS"
- PAREMPI KORROSIONKESTÄVYYS
- PAREMPI KULUTUSKESTÄVYYS
- PAREMPI VÄSYMISKESTÄVYYS ETENKIN HITSAUSLIITOKSISSA
- PAREMPI VÄSYMISKESTÄVYYS KORRONDOIVISSA KÄYTTÖOLOSUHTEISSA
- PAREMPI STANSATTAVUUS, KONEISTETTAVUUS, PORATTAVUUS JNE.
- PAREMPI TASALAATUISUUS (MYÖS SAMAN TERÄSLAJIN ERI TOIMITUS-ERISSÄ)
- PAREMPI MITTA- JA MUOTOTARKKUUS



Kuva 2. Hyvin hitsattavien massatuotantoterästen kehitys.
Fig. 2. Development of weldable steels.

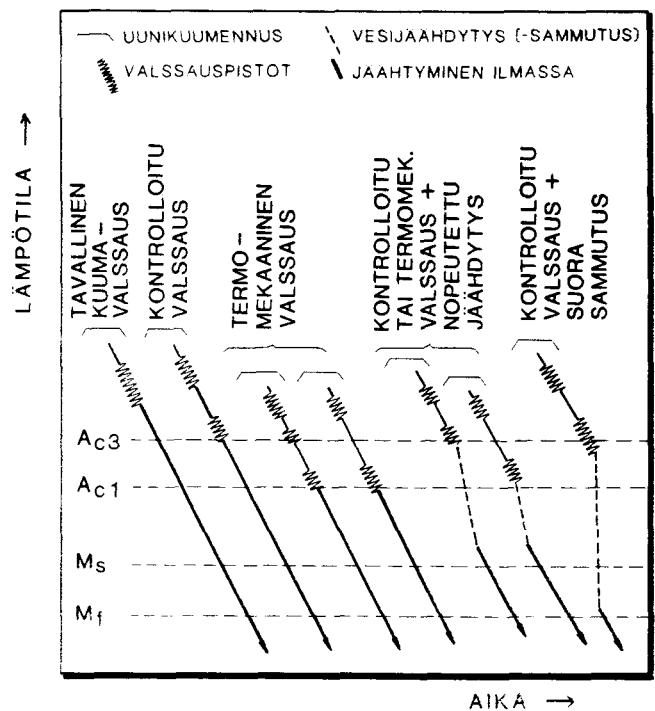
%) teräksiä ns. yhdistelmäkonverttereilla. Niissä korvertterin pohjan läpi ohjataan melloitusvaiheessa teräkseen inerttikaa-sua (N tai Ar) ja/tai osa melloitushapesta. Pohjahuuhtelun avulla voidaan teräkseen liuennut happimäärä hallita myös matalalla hiilipitoisuustasolla ja melloittamista jatkaa jopa C-tasolle 0.02 % saakka. Myöskin Rautaruukki Oy:n Raahen tehtaalla LD-konvertterit on muutettu yhdistelmäpuhallukselle (LD-KG) vuoden 1984 aikana.

Hiilipitoisuuden alentaminen 0.02 % alle eli ns. hiili- ja tyypivapaiden terästen (kuva 2, alue 7) valmistaminen vaatii jo terässulan vakuuimellotusta. Vakuuimiteknikkojen tai niille vaihtoehtoisten menetelmien kehittäminen niin halpakäyttöisiksi, että niitä kannattaa käyttää yleisten rakenneterästen valmistukseen, viee vielä 5-10 vuotta.

UUSIIN RAKENNETERÄKSIIN LIITTYVÄ VALMISTUSPROSESSIN KEHITYS

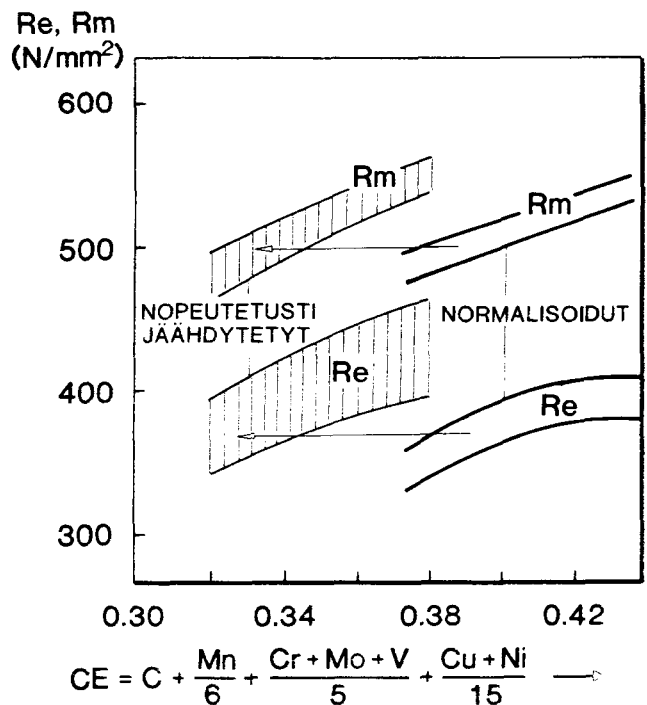
Kuten edellä jo mainittiin, yhdistelmäkonvertterien kehittäminen on ollut oleellinen prosessiparannus uusien rakenneterästen valmistuksessa. Matalahiilisten terästen lujuuden nosto tehdään joko hitsauksen kannalta hiileen ja mangaaniin nähden vähemmän haitallisilla seosaineilla tai käyttämällä valssausteknillisiä operaatioita. Teräksen lujuutta voidaan nostaa kuumavalssauksessa käyttämällä kontrolloitua tai termomekaanista valssausta sekä mahdollisesti nopeuttaa jäähdystä tai sammutusta suoraan kuumavalssauksesta. Kuvassa 3 on koottuna tyypillisimmät valssausteknilliset operaatiot lujuuden nostamiseksi ja verrattu niitä kaaviollisen esityksen avulla tavanomaiseen kuumavalssaukseen. Valssauksen ohjauksella ja nopeutetulla jäähdytyksellä voidaan teräksen lujuutta nostaa koostumukseen perustuvan hitsattavuuden huonontumatta.

Teräksen jäähdyttäminen suoraan valssauksesta ei sinänsä ole uusi keksintö. Nopeutettua vesijäähdystä on jo kauan käytetty kuumavahavallssauksen yhteydessä. Rautaruukki Oy modernisoi v. 1983 nauhavallssaimen vesijäähdytyksen tietokoneohjatuilla vesiverhoilla tapahtuvaksi. Varsinaisesti uutta jäähdytysprosessissa on, että valssauksen ja jäähdytyksen tarkka tietokoneohjaus tekee mahdolliseksi myös kvarttolevy-



Kuva 3. Kvarttolevyjen valssaustekniikan kehittäminen.
Fig. 3. Developments in the rolling procedures for heavy plate.

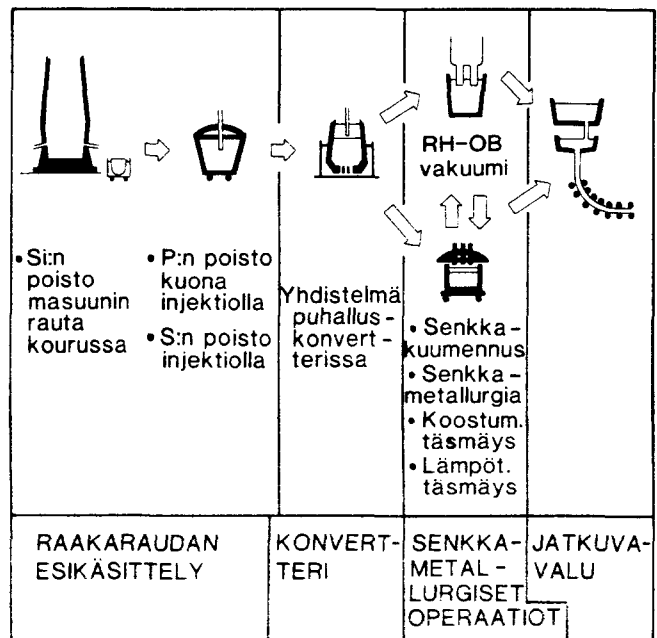
jen käsittelyn ja tuotteen pysymisen tasomaisena sekä ominaisuuksiltaan tasalaatuisena. Nopeutetun vesijäähdytyksen vaikutusta teräksen lujuuteen esitetään kuvassa 4. Siitä nähdään, että esim. Fe 52-lujuusluokan teräs voidaan valmistaa hiiliekvivalentitasolla 0.32-0.34, kun se konventionaalisesti valmistettuna vaatii hiiliekvivalentin arvoa 0.38-0.40. Jokainen hitsauksen kanssa työskennellyt tietää, että em. ero vähentää merkittävästi hitsauksessa esilämmitystarvetta.



Kuva 4. Normalisoitujen ja nopeutetusti jäähdytettyjen terästen lujuus vs. hiiliekvivalentti.
Fig. 4. Strength of the steels produced using normalizing and accelerated cooling vs. carbon equivalent.

Taulukko 2. Syyt "puhtaan" teräksen valmistukselle.
Table 2. Reasons for manufacture of a "clean steel".

SYY	ESIMERKKI	EPÄPUHTAUS
TERÄSTEN OMINAI- SUUDET	1. HSLA PUTKITERÄKSET	P, S, N, H
	2. Z-TERÄKSET	S, H
	3. OFFSHORE-TERÄKSET	S, P, N, O, H
	4. NUORRUTUSTERÄKSET	P, S, H
	5. "CRYOGENIC"- TERÄKSET	P, S, H
	6. HIC: TÄ KESTÄVÄT TERÄKSET	P, S, O, N, H
TERÄSTEN VALMISTUS- PROSESSI	1. JATKUVATOIMINEN HEHKUTUS	C, N
	2. VALSSAUS, LÄMPÖ- KÄSITTELYT	C, S, P
	3. JATKUAVALUAHION PINTAVIKOJEN ESTO	S, N, O
	4. AIHIOIDEN SISÄISTEN VIKOJEN ESTO	H, S, O, P



Kuva 5. Tyypilliset prosessivaiheet "puhtaiden" rakenneterästen valmistuksessa.
Fig. 5. Conventional processes for manufacturing "clean" structural steels.

Terästehtaiden keskinäinen kilpailu on luonut käsitteen "ylilaatu" myös terästen kehitysohjelmaan. Terästehtaat mainostavat teräksiään mitä moninaisimmilla erikoisominaisuuksilla, joita on saatu aikaan poistamalla teräksestä epäpuhtausalkuaineita. Vain erikoiskäyttökohteissa tiettyjen ominaisuuksien parantamisesta saadaan hyötyä ja taloudellista etua. Yleisimmät oikeutetut syyt epäpuhtauksien poistamiseen teräksestä on koottu taulukkoon 2. Vaikka puhtaan teräksen (clean steel) käyttötarpeet edustavat vain murto-osaa koko rakenneteräslevyjen käyttömäärästä, on prosessimetallurgisia raffiointimenetelmiä kehitetty voimakkaasti viimeisen 10 vuoden aikana. "Clean steel" -tavoite on johtanut senkkametallurgian laajamittaiseen käyttöön. Taulukkoon 3 on koottu nykyinen kehitysvaihe eri epäpuhtausalkuaineiden hallitsemiseksi

käytetyistä prosesseista. Lähinnä massatuotantoteräksille käytettyä clean steel -valmistusprosessiketjua esittää kuva 5. Tällä prosessiketjulla voidaan saavuttaa samanaikaisesti seuraavat epäpuhtauksien määrät:

- C < 0.010 %
- N < 0.005 %
- P < 0.005 %
- S < 0.003 %
- H < 2 ppm
- O < 20 ppm

Taulukko 3. Epäpuhtauksien poistaminen teräksestä.
Table 3. Removal of impurities from a steel.

PROSESSI	EPÄPUHTAUS					
	C	N	O	P	S	H
RAAKARAUDAN ESIKÄSITTELY		○		●	●	
KONVERTTERIPROSESSI	○	●	○	○		
TERÄKSEN SENKKA- METALLURGIA	INJEKTOINTI					
	VAKUUMIKÄSITTELY					
	●	○	●		○	●

- RATKAISEVA
- TEHOKAS

Tietyn mekaanisen ominaisuuden korostaminen ei kuitenkaan välttämättä vaadi kaikkien epäpuhtausaineiden samanaikaista alentamista em. arvoihin. Esimerkiksi levyn paksuussuuntainen muodonmuutoskyky on ohjattavissa rikkipitoisuuden ja sen esiintymismuodon avulla. Teräksen käyttöominaisuuksien ohjausta voidaan tehdä myös tarkalla erikoisoseostuksen hallitsemisella. Tavallisimmat kontrolloidusti seostettavat aineet ovat Al, Ti ja B, jotka vain pienessä, tarkoin hallitussa pitoisuudessa antavat edullisen käyttöominaisuuden, mutta liiallisesti seostettuna ovat haitallisia. Senkkametallurgiassa on teräksen koostumuksen ohjausta varten kehitetty jälkitäsmäys-tekniikka, jossa useita seosaineita voidaan lisätä langansyötön avulla juuri ennen valamista. Tällainen jälkikäsitteilyasema valmistui Rautaruukki Oy:n sulatolle vuoden 1986 lopulla ja on nyt sisärajavaiheessa.

ESIMERKKI UUSISTA RAKENNETERÄSLEVYISTÄ

Rautaruukki Oy valmistaa uusia matalahiilisiä rakenneteräslevyjä, joiden kaupanimikkeinä ovat RAEX HS ja RAEX HSF. Nimissä esiintyvät kirjainlyhenteet HS ja HSF tulevat sanoista: HS = High Strength ja HSF = High Strength Formable. Kyseisiä teräksiä valmistetaan kuudessa lujusluokassa välillä $275 \text{ N/mm}^2 \leq R_c \leq 640 \text{ N/mm}^2$ ja keskimääräinen hiili- ja manganipitoisuus on välillä 0.19 - 0.40. Matalaan

hiilikvivalenttiin nähden korkea lujuus on saatu aikaan kontrolloidulla nauhavalsauksella ja nopeutetulla vesijähdytyksellä. HSF-lajeilla on kylmämuovattavuutta parannettu alentamalla teräksen rikkiipitoisuutta sekä Ca-injektiolla pallotettu epämetalliset sulkeumat. Sulkeumakontrollin ja matalan hiilipitoisuuden ansiosta RAEX HSF -teräkset ovat erittäin hyvin särmättäviä ja kylmämuovattavia. RAEX HSF -terästen ja tietysti muidenkin uusien matalahiilisten levyterästen edut teräsrakenteiden valmistuksessa ovat:

- kylmämuovaus helpottuu ja hitsausta voidaan korvata valmistamalla rakenneosat särmäämällä, painosorvaamalla jne.
- muototarkkuus kylmämuovauksessa paranee pienentyneen takaisinjouston vuoksi
- hitsaustyö helpottuu käytettävissä olevan energia-alueen laajetessa pienempiin (kylmähalkeilu vähäistä) ja suurempiin (riittävä HAZin sitkeys) hitsausenergioihin päin
- lamellirepeilykestävyys paranee teräksissä, joten T- ja L-liitoksia voidaan käyttää
- teräspinnan korroosionkestävyys paranee ja korroosio etenee tasaisemmin
- terästen pinnoitettavuus helpottuu.

Edellä mainittujen ominaisuuksien saamiseksi myös kvartovalsattuihin levyihin on johtanut siihen, että Rautaruukki Oy on hankkimassa nopeutettua jäähdytyslaitteistoa myös levyvalssauslinjalleen Raaheen.

SUUNNITTELUN ONGELMAT

Terästen kehittäminen valmistusystävälliseen suuntaan on tuomassa teräsrakenteiden valmistukseen paljon parannuksia. Kuitenkin tuntuu siltä, että teräsrakenteiden suunnittelijan ja mitoittajan vaatimukset ovat jääneet hieman taka-alalle tässä nopeassa kehityksessä. Uusien terästen ja valmistusmenetelmien käyttö vaatii vielä suunnittelun osalta seuraavia tarkennuksia:

- mitoitusperusteiden tarkennus matalahiilisille teräksille, sillä niiden Re/Rm-suhde kasvaa alueelle 0.85–0.95
- väsytetysti kuormitettujen rakenteiden muotoilun muuttaminen siten, ettei hitsausliitokset joudu voimakkaasti vai-

tokuormitettuihin kohtiin (lujuuden hyödyntäminen)

- kylmämuovaamalla valmistettujen rakenneosien mitoitus ja missä määrin kylmämuovauksen mukanaan tuomaa lujuutta voidaan hyödyntää.

YHTEENVETO

Eniten rakenneteräslevyjen kehittämistarpeeseen on vaikuttanut hitsaustyökustannusten voimakas nousu. Käyttöön ovat tulossa uudet niukkahiiliset ($C < 0.1\%$) teräkset, joiden lujuutta säädellään kontrolloimalla valssausta ja nopeuttamalla valssauksen jälkeistä jäähtytystä. Senkkametallurgisin toimenpitein kyseisiin teräksiin saadaan erikoisominaisuuksia asiakkaiden tarpeen mukaan. Teräsrakenteiden mitoituksessa, muotoilussa ja valmistuksessa on vielä paljon kehitettävää, jotta uusien rakenneteräslevyjen koko hyöty tulisi käytetyksi.

SUMMARY

THE NEW HOT ROLLED STRUCTURAL STEEL PLATES

Earlier the strength of a steel was increased by increasing the C and Mn content. To make welding easier, the use of these elements is reduced. With low carbon ($C < 0.12\%$) steels the strength is increased by adding alloying elements which do not impair weldability, by using accelerated cooling or direct water quenching after hot rolling. By means of the accelerated cooling ("water alloying") the strength of steel can be increased without having to change the weldability determined on the basis of the composition. Application of ladle metallurgy to steels produces the special properties required by the customers. Design and fabrication of the steel structure require further development to take a full advantage of the new structural steel plates.



Uusien tankoterästen kehitys — viimeaikaisia kokemuksia

Tekn.lis. Vesa Ollilainen, Ovako Steel Oy Ab

Teräs on tulevaisuuden materiaali. Vaikka monien kilpailevien materiaalien suhteellinen kasvu on voimakasta, teräksen asemaa ne eivät horjuta. Teräksen käyttö on ylivoimaista verrattuna kilpaileviin materiaaleihin — kuten muoveihin, kevytmetalleihin, valuihin, pulverimetallurgisiin tuotteisiin ja keraameihin — jolloin näiden kasvun merkitys on vähäinen. Eri materiaalien käyttömääriä on esitetty kuvassa 1, missä ne on ilmaistu, ei tonneina, vaan taloudellisena arvona.

Syynä siihen, että teräs kykenee puolustamaan valta-asemaansa, ovat ensinnäkin sen ominaisuudet. Teräksellä on edulliset perusominaisuudet, kuten korkea lujuus-hintasuhte ja korkea jäykkyyshintasuhte. Lisäksi teräs antaa mahdollisuuden moniin sellaisiin ominaisuusyhdistelmiin, joita on vaikea saavuttaa muilla materiaaleilla. Toinen, entistä tärkeämpi, syy teräksen aseman säilymiseen on se, että terästä kehitetään kaiken aikaa vastaamaan paremmin käyttäjien tarpeita. Tässä kehityksessä uudet teräkset korvaavat lähinnä vanhoja teräksiä. Vaikka tiettyssä sovellutuksessa korvaava kehitys voi merkitä tonnimäärien vähenemistä, esimerkiksi siirtäessä lujempaan teräkseen, se ei välttämättä merkitse taloudellisen arvon pienenemistä.

Tunnetusti uuden, kaupallisesti menestyvän tuotteen kehittämisen on perustuttava asiakkaan tarpeeseen. Uuden tuoteidean kohdalla, kun arvioidaan asiakkaan todellista — ei kuvi-

teltua — tarvetta, kannattaa tehdä muutamia yksinkertaisia kysymyksiä: Miten asiakas voi muuttaa tarjotun edun rahaksi? Miten asiakas voi mitata tarjotun edun? Minkä asiakkaan ongelman tarjottu etu ratkaisee? Ellei näihin kysymyksiin voi esittää myönteisiä vastauksia, tuotteen menestymismahdollisuuksia markkinoilla voidaan epäillä.

Asiakkaan todellisen tarpeen ymmärtäminen edellyttää asiakas/tuotepohjaista ajattelutapaa. On ilmeistä, että sellaisessa vahvasti teknologiaan ja tuotantoon orientoituneessa ympäristössä, kuten terästeollisuudessa, asiakas/tuotepohjainen ajattelu ei ole yleensä helppoa.

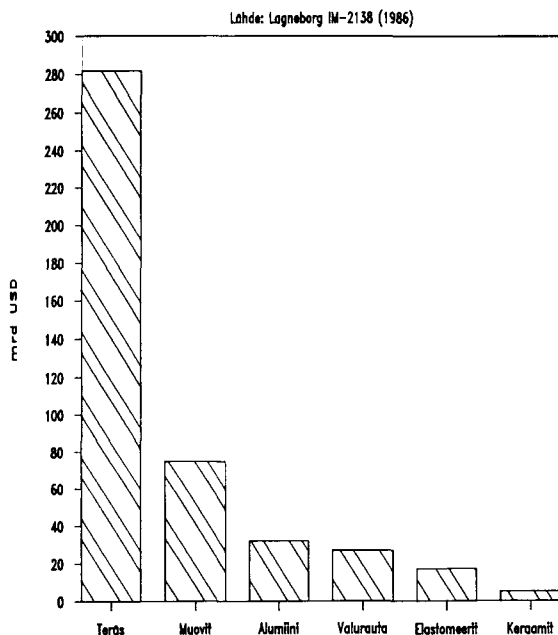
Onnistunut tuotekehitys on, paitsi teknillinen ongelma, paljolti myös yhteistyökysymys, toisin sanoen organisatorinen ongelma. Useimmiten yhteistyön osapuolia ovat markkinointi, kehitys, tuotanto, tutkimus ja asiakas, mutta osapuolien määrä ja painotus voivat tapauskohtaisesti vaihdella. Yhteistyön onnistumiseen johdon asenteet ja aktiivisuus vaikuttavat ratkaisevasti. Uusien tuotteiden kehittäminen onkin ymmärrettävä eräänä yritysjohtamisen strategisena tehtävänä.

Yhteistyön tulee olla vuorovaikutuksellista. Aikaisemmin saatettiin ajatella, että uuden tuotteen kehittäminen koostuu erillisistä, peräkkäisistä toiminnoista, kuten tutkimus-, kehitys- ja markkinointivaiheista. Tällaista ajattelua esittää ylin osa kuvassa 2. Parempaan tulokseen päästään yleensä, kun toiminnot tapahtuvat rinnakkain jatkuvassa vuorovaikutuksessa, jolloin eri osapuolet ovat samalla tavoin informoituja. Tätä tapausta esittää keskimäinen piirros kuvassa 2. Kiinteä tuotekehitysyhteistyö on toimintamalli, mihin Ovako Steel Imatra on siirtynyt erityisesti autoteollisuusasiakkaiden kanssa. Tällaisessa toiminnassa, jota alin osa kuvassa 2 esittää, voi olla samanaikaisesti vireillä useitakin aktiviteetteja. Se edellyttää, paitsi hyvää kosketusta asiakkaaseen, myös saumatonta yhteistyötä omien markkinointi- ja tuotekehitysorganisaatioiden välillä.

Seostamattomat ja niukkaseosteiset erikoistankoteräkset ovat Ovako Steel Imatran päätuotteita. Imatran tankoterästen alueella on nähtävissä eräitä yleisiä kehityssuuntia: lastuttavuuden parantaminen, valmistusketjun lyhentäminen, useampia lajeja korvaavat teräkset sekä ominaisuuksien tasaisuuden parantaminen.

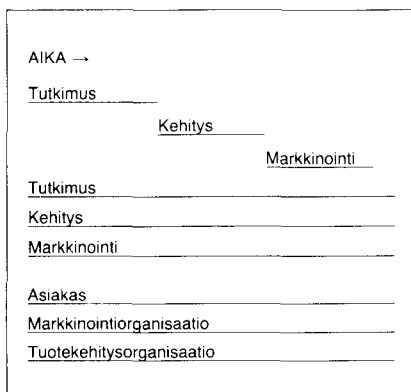
Lastuttavuuden parantaminen on tärkeä kehityslinja, johon Imatra jatkuvasti panostaa. Lähes poikkeuksetta asiakas voi hyödyntää rahallisesti tankoteräksien paremman lastuttavuuden, parempi lastuttavuus on suoraan mitattavissa asiakkaalla ja usein parempi lastuttavuus ratkaisee asiakkaan olemassaolevan ongelman. Mikäli lastuttavuuden parantaminen voidaan tehdä heikentämättä samanaikaisesti muita ominaisuuksia, tarjottu etu on helposti myytävissä. Kuten kuvasta 3 nähdään, näin on tehty Ovakon paremmin lastuttavilla M-teräksillä, jotka ovatkin menestyneet markkinoilla.

Valmistusketjun lyhentäminen uusien teräksien avulla on toinen vallitseva kehityssuunta, mikä Imatralla on otettu vakavasti. Valmistuksen lyhentäminen alentaa yksikkökustan-

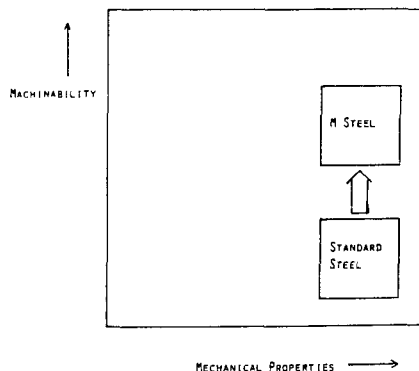


Kuva 1. Globaalinen materiaalien kulutus 1980. Lähde: Lagneborg IM-2138 (1986).

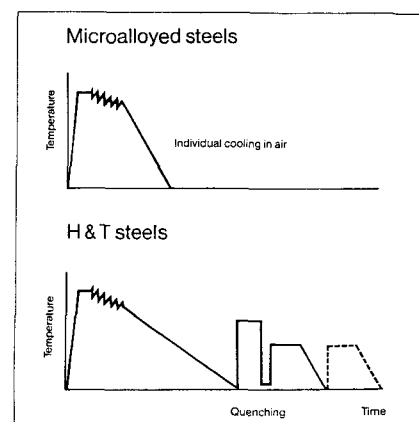
Fig. 1. Global material consumption 1980. Source: Lagneborg IM-2138 (1986)



Kuva 2. Vuorovaikutus kehitystyössä.
Fig. 2. Interaction in development work.



Kuva 3. Paremmin lastuttavan M-teräksen tuoteprofiili.
Fig. 3. Product profile of improved machinable M steel.



Kuva 4. Mikroalloyterästen ja nuoruttusterästen lämpötilahistoria kuumataonnassa.
Fig. 4. Thermal history of microalloyed steels and hardened & tempered steels in hot forging.

nuksia, pienentää varastoja ja nopeuttaa läpimenoa.

Euroopan takomoteollisuus kilpailee ankarasti erilaisten vaihtoehtoisten muotoilumenetelmien, etenkin valamisen kanssa. Eräs varsin tehokas keino takomoiden kilpailukyvyyn parantamiseksi on valmistusketjun lyhentäminen käyttämällä hyväksi taontalämpöä. Erillinen nuorutuskäsittely korvataan jäädyttämällä kappaleet kontrolloidusti taonnan jälkeen. Näihin tarkoituksiin on kehitteillä useitakin uusia terästyyppejä, joista pisimmällä ovat autoteollisuudessa yleistyneet mikroalloyteräset. Kuten kuvasta 4 nähdään, nämä teräset jäädytetään taonnan jälkeen kontrolloidusti ilmassa, jolloin tapahtuva erkautuminen antaa niille nuorrutusteräksen lujuuden.

Mainitussa tapauksessa valmistusketjua lyhennetään asiakkaalla. Analogisesti ketjua voidaan lyhentää myös terästehtaalla. Erillinen tankonnuorutus korvataan kontrolloidulla valssauksella. Merkit tällaisesta kehityksestä on nähtävissä monella suunnalla.

Rakenneterässektorilla sellaisen erikoisterästen valmistajan, kuten Imatran terästehtaan resurssit antavat edellytykset teräksen laadun ja ominaisuuksien parantamiseen verrattuna markkinoilla vallitsevaan yleiseen tasoon. Jos tämä tehdään lisäksi sillä tavalla, että asiakas saa siitä taloudellista etua, tuotteille voidaan odottaa menestystä myös markkinoilla. Esi-merkkinä tällaisista tuotteista on kotimarkkinoille kehitetty tuotesarja: JOT-rakenneteräset.

Kolmella JOT-rakenneteräslajilla voidaan korvata 12 vanhaa lajia, kuva 5. OVAKO 520 ja OVAKO 550 ovat M-käsiteltyjä, merkattuja pyörötankoteräksiä. Nämä täyttävät useamman lajin kaikki standardivaatimukset ja ovat lisäksi paremmin lastuttavia. OVAKO EL 400 on luja lattatankoteräs, joka samaten täyttää, tai pikemminkin ylittää, tavallisten lajien standardivaatimukset ja lisäksi sille taataan tietty kylmä-särmättävyys ja hitsattavuus. Pienemmän lajivalikoiman lisäksi varastoja supistaa myös se, että erilaisten mittojen tarve on vähäisempi näiden terästen suuren lujuuden vuoksi.

Uudet valmistus-, laatu- ja suunnittelufilosofiat merkitsevät, että materiaalin ominaisuuksien tasaisuudelle tullaan tulevaisuudessa asettamaan nykyisiä huomattavasti tiukemmat vaatimukset. Tasaisempiin ominaisuuksiin päästään paremalla valmistustekniikalla, soveltamalla matemaattisia malleja sekä ominaisuuksien kontrollilla. Statistical Process Control; eli SPC-filosofiassa seurataan ja ohjataan lähinnä ominaisuuksien hajontaa. Samalla tavanomaisista ominaisuusrajoista pyritään kokonaan pois. Imatran terästehtaalla ominai-

suuksien tasaisuutta onkin määrätietoisesti parannettu käyttämällä mainittuja menetelmiä. Tulevat, metallurgiaan ja valssaukseen kohdistuvat investoinnit antavat hajonnan pienentämiseen vielä entistä paremmat mahdollisuudet.

	Ovakon JOT-teräset	Vanhat teräset
vedetyt pyörötangot	OVAKO 550	Fe 37 K Fe 50 K Fe 52 K
valssauspintaist pyörötangot	OVAKO 520	Fe 37 B Fe 50 Fe 52 C Fe 60 Fe 70
latat	OVAKO EL 400	Fe 37 B Fe 52 C Fe 52 D EL 450
	Vain 3 lajia	Yhteensä 12 lajia

Kuva 5. Ovakon JOT-rakenneteräset.
Fig. 5. Ovako's JOT structural steels.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF NEW BAR STEELS — RECENT EXPERIENCES

In spite of numerous new materials coming into the market, steel maintains its position in the future. On one hand, this is due to the good basic properties of steel, and on the other hand, due to the fact, that steels are all the time developed more suitable for the needs of the user.

During the last years the significance of co-operation has been emphasized in the development work on bar steels at Ovako Steel Imatra. Particularly, the interaction between Marketing and Development is important, but often Production, Research and Client are included into the same total system. A continuous development co-operation is a model, into which we have more and more moved with clients in the automobile industry.

Examples of the results from the recent development work on bar steels are: improved machinable M steels, JOT structural steels and microalloyed forging steels.

Galvaanisten anomalioiden mallittamisesta integraaliyhtälömenetelmillä

Tekn.tri Esko H. Eloranta, Teknillinen korkeakoulu, Materiaalitieteen ja vuoriteknikan laitos, Sovellettu geofysiikka, Espoo

JOHDANTO

Geofysikaalisten anomalioiden mallittaminen on keskeinen osa geofysikaalista perustutkimusta. Mallittamisella tarkoitetaan tässä sitä, että 1) muodostetaan maankamaraa kuvaava rakennemalli, joka koostuu geologisia muodostumia simuloivista kappaleista ja niiden ympäristöstä, sekä 2) määritetään tällaisen rakennemallin anomaliaita. Varsinkin aiemmin mallittaminen tehtiin laboratoriossa rakentamalla fyysikaalinen pienoismalli ja mittaamalla mallin anomaliaita. Tällaiset mittaukset ovat hitaita ja virheherkkiä. Pienoismallimittauksissa on lisäksi mallia kuvaavien malliparametrien variointi hankalaa.

Tietokoneiden lisääntynyt laskentakapasiteetti ja niiden kehittyminen todelliseksi numeromurskaimiksi ovat luoneet uusia skenaarioita numeeriselle mallittamiselle. Niinpä numeerisesta mallittamisesta onkin tullut merkittävä keino geofysikaalisten, etenkin sähköisten ja sähkömagneettisten anomalioiden mallittamiseen. Vaikka numeerinen mallittaminen syrjäyttääkin monesti pienoismallimittauksia, niin viimeksi mainituilla on edelleen merkitys numeeristen tulosten oikeellisuutta arvioitaessa.

Numeerisia mallittamismenetelmiä ovat elementti- ja differenssimenetelmät sekä integraaliyhtälömenetelmät. Kullakin menetelmällä on omat rajoittuneisuutensa, ja niiden sopivuus erilaisiin mallittamisongelmiin on jatkuvan tutkimuksen aiheena eri puolilla maailmaa. Seuraavassa rajoitutaan tarkastelemaan integraaliyhtälömenetelmiä galvaanisten anomalioiden mallittamisessa. Tätä aihepiiriä käsitellyt tutkimusprojekti toimi 17.12.1981–29.5.1986 Teknillisen korkeakoulun taloudellisen geologian laboratoriossa. Projektin tavoitteena oli kehittää galvaanisten, erityisesti mise-à-la-masse-anomalioiden mallittamismetodiikkaa. Tutkimusprojekti koostui kahdesta osaprojektista, joiden niminä olivat ”galvaanisten anomalioiden mallittaminen integraaliyhtälömenetelmillä” ja ”mise-à-la-masse-anomalioiden karakteristiikka”. Tämä artikkeli pohjautuu osittain Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y.:n geologijaoston järjestämällä geofysiikan neuvottelupäivillä 2.11.1983 (Kuopio) ja 6.11.1985 (Kokkola) aihepiiristä pidettyihin esitelmiin.

GALVAANISISTA ANOMALIOISTA

Galvaaniset menetelmät muodostavat hyvin keskeisen ja jo vakiintuneen aseman saavuttaneen menetelmäryhmän sovelletun geofysiikan sähköisten menetelmien joukossa. Tärkeimmät galvaaniset menetelmät ovat vastusmittaukset eri elektrodijärjestelmillä, indusoidun polarisaation menetelmä sekä mise-à-la-masse-menetelmä. Galvaanisten menetelmien sovellusalue on laaja ulottuen aina perinteisestä malmitutkimuksesta erilaisiin insinöörigeologisiin sovelluksiin kuten ydinjätteitten kallioperään sijoittamisen problematiikkaan.

Galvaanisia mittauksia voidaan tehdä sekä maanpinnalla että kairanrei'issä selvittäessä maankamaraan sähkönjohtavuusrakennetta. Koska galvaanisten menetelmien käyttö- ja variaatiomahdollisuudet ovat moninaisia, on tärkeää kyetä valitsemaan ennen varsinaisia kenttämittauksia optimaalinen menetelmä ja mittauskonfiguraatio kullekin geologiselle probleemille. Tämän valinnan tekemiseen ja mittauksien tulosten tulkittamiseen varten tarvitaan galvaanisten anomalioiden mallittamista.

Galvaanisissa menetelmissä on lähes aina kyse keinotekoisesta (ei luonnon) virtausstationaarisen potentiaalitentän synnyttämisestä maankamaraan syöttämällä siihen tasavirtaa tai matalataajuisia vaihtovirtaa. Mitattava primaarisuure on potentiaaliero potentiaalelektrodien välillä. Potentiaalierosta voidaan määrittää johdannaissuureet, joista tärkein on näennäinen ominaisvastus. Näin ollen galvaanisten anomalioiden mallittaminen palautuu sähköisen virtausstationaarisen potentiaaliprobleemin ratkaisemiseen. Perusyhtälö saadaan jatkuvusyhtälöstä /1/:

$$\nabla \cdot \vec{J} = 0, \quad (1)$$

missä \vec{J} on virtatiheys. Yhtälö (1) on voimassa virransyöttöpisteitä lukuunottamatta. Tekemällä oletukset, että malli koostuu sähkönjohtavuudeltaan lineaarisista (Ohmin laki voimassa), isotrooppisista ja paloittain homogeenisista osista, päädytään Laplacen osittaisdifferentiaaliyhtälöön sähkökentän potentiaalille. Kappaleitten pinoilla eli sähkönjohtavuuden epäjatkuvuuspinoilla on lisäksi oltava voimassa potentiaalijatkuvuusehto sekä virtatiheyden normaalikomponentin jatkuvuusehto. Kun vielä vaaditaan, että potentiaalinen on vaimennuttava kuten $1/r$ (r = havaintopisteen etäisyys lähteestä), onkin esitetty ratkaistava fyysikaalinen reuna-arvoprobleema /2/.

INTEGRAALIYHTÄLÖISTÄ JA NIIDEN RATKAISEMISESTA

Laplacen osittaisdifferentiaaliyhtälö voidaan rajapinta- ja reunaehtoineen muuntaa ekvivalenteiksi integraaliyhtälöiksi. Tähän muuntamiseen voidaan käyttää Greenin teoreemaa. Saatavat yhtälöt ovat muodostettavissa joko yksikerrospotentiaalille tai kaksoiskerrospotentiaalille.

Ensimmäinen tarkasteltava integraaliyhtälö liittyy ekvipotentiaalitalassa olevien johdekappaleitten galvaanisten anomalioiden mallittamiseen. Integraaliyhtälön johto on esitetty lähteessä /3/, joten tässä annetaan vain lopullinen muoto. Tämä yksikerrospotentiaaliformulointi on seuraava Fredholmin 1. lajin integraaliyhtälö:

$$\phi^{\text{const}} = (1-\delta(\mathbf{I}))\phi_0(\vec{r}) + (Q_1/4\pi)\oint_S \mathbf{J}_n(\vec{r}_0)G(\vec{r}|\vec{r}_0) dS, \quad (2)$$

joka ratkaistaan jatkuvuusyhtälöstä saatavan lisäyhtälön

$$I\delta(I) = \oint_S \mathbf{J}_n(\bar{r}_0) dS \quad (3)$$

kanssa. Yhtälössä (2) φ^{const} tarkoittaa johdekappaleen vakio-potentiaalin arvoa. Tämän ratkaisemiseen käytetään yhtälöä (3). φ_0 on primaaripotentiali, J_n virtatiheyden normaalikomponentti kappaleen pinnalla S sekä G puoliavaruuden Greenin funktio yksikerroslähteen potentiaalille. ϱ_1 on puoliavaruuden ominaisvastus. \bar{r} on laskentapiste ja \bar{r}_0 lähdepiste. $\delta(I)$ on funktio, joka saa arvon yksi, jos virtamaadoitus on kappaleen sisällä (mise-à-la-masse-probleemi) ja arvon nolla, jos virtamaadoitus on kappaleen ulkopuolella. Yhtälössä (3) I on syöttövirran voimakkuus. Formulointi yhtälöissä (2) ja (3) on helposti laajennettavissa usean kappaleen probleemeihin.

On merkille pantavaa, että ekvipotentiaalitalassa olevalle kappaleelle on primaaripotentiali mise-à-la-masse-probleemin tapauksessa huomattavan paljon pienempi kuin sekundaaripotentiali (yhtälön (2) integraaliosa). Näin ollen primaaripotentiali voidaan mise-à-la-masse-probleemeissa merkitä nolllaksi. Ekvipotentialitalan olemassaolo edellyttää riittävän suurta johtavuuskontrastia johdekappaleen ja ympäristön välillä. Käytännössä johtavuuskontrasti eli sähkönjohtavuuksien suhde, jolla johdekappale käyttäytyy lähes ideaalijohteen tavoin, on noin kaksi dekadia /4/.

Äärellisen johtavuuskontrastin tapaukselle, ts. tapaukselle, jolloin ekvipotentiaalioletusta ei voi tehdä, voidaan formuloida seuraava kaksoiskerrosyhtälö /2/:

$$\varphi(\bar{r}) = \varphi_0(\bar{r}) + (1/4\pi)(1-\varrho_1/\varrho_2) \oint_S \varphi(\bar{r}_0)(\partial G(\bar{r}|\bar{r}_0)/\partial n_S) dS, \quad (4)$$

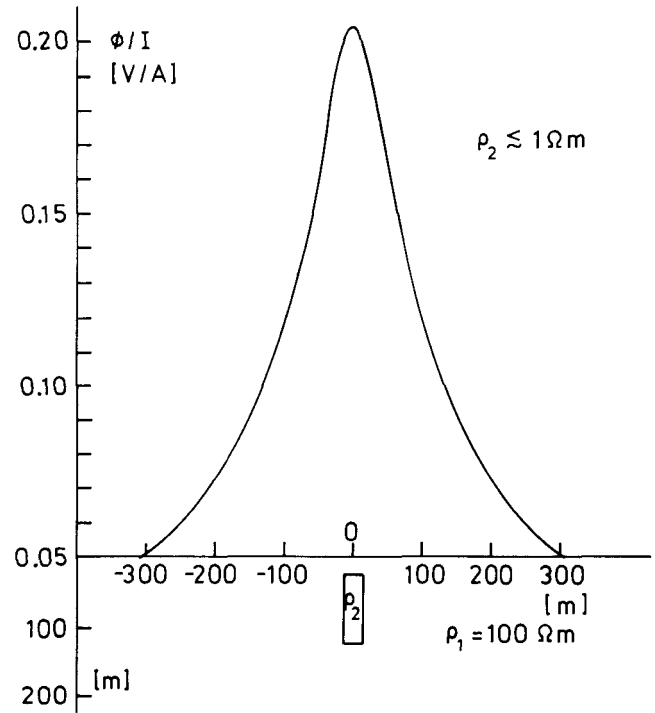
joka on Fredholm'n 2. lajin yhtälö sähkökentän potentiaalille. Yhtälössä (4) ϱ_2 on kappaleen ominaisvastus ja \bar{n}_S on kappaleen ulkonormaalien yksikkövektori. Muut merkinnät ovat samat kuin yhtälön (2) tapauksessa.

Integraaliyhtälöt (2) ja (4) ratkaistaan numeerisesti jakamalla ominaisvastuksen (sähkönjohtavuuden) epäjatkuuspinnat (eli kappaleiden pinnat) niin pieniin osa-aloihin, että niillä olevaa kentän arvoa (virtatiheyden normaalikomponentti yhtälössä (2) tai potentiaali yhtälössä (4)) voidaan pitää vakiona. Vaatimalla yhtälöiden toteutuminen kunkin osa-alan keskipisteessä, saadaan lineaarinen algebrallinen yhtälöryhmä, josta tuntemattomat kentän arvot voidaan ratkaista. Kentän arvoja käyttäen voidaan laskea potentiaali ja sen avulla esimerkiksi näennäinen ominaisvastus halutuissa pisteissä. Osa-alajaon tiheyden tulisi olla suhteellisen suuri pintojen niissä osissa, missä ratkaistavan funktion tiedetään a priori olevan voimakkaasti epähomogeeninen. Suurin osa-alojen määrä riippuu ainoastaan käytettävän tietokoneen kyvystä ratkaista lineaarisia yhtälöryhmiä. Tavallisesti yhtälöryhmä käsittää n. 20–1000 yhtälöä ja saman määrän tuntemattomia.

Numeerisilta ominaisuuksiltaan on integraaliyhtälö (2) erittäin luotettava. Sen konvergenssi on lisäyhtälön (3) ansiosta erittäin nopea, joten melko harva osa-alajakko tuottaa jo anomalian, joka ei muutu osa-alajakkoa tihennettäessä.

SOVELLUKSIA

Seuraavassa tarkastellaan muutamia tyypillisiä mallittamisesimerkkejä, jotka on laskettu kehitetyillä menetelmillä. Ensimmäiseksi tarkastellaan suorakulmaisen prisman (koko 25 m x 100 m x 100 m) galvaansia anomaliaita prisman keskikohdan yli maanpinnalla. Kuvassa 1 on prisman mise-à-la-masse-anomalia eli potentiaali normalisoituna primaarivirralla, kun prisman johtavuuskontrasti ympäristöönsä nähden on suuri, ts. kun prisma on ekvipotentiaalitalassa. Laskemisessa on käytetty yhtälösystemiä (2) ja (3). Mise-à-la-masse-tapauksessa ei

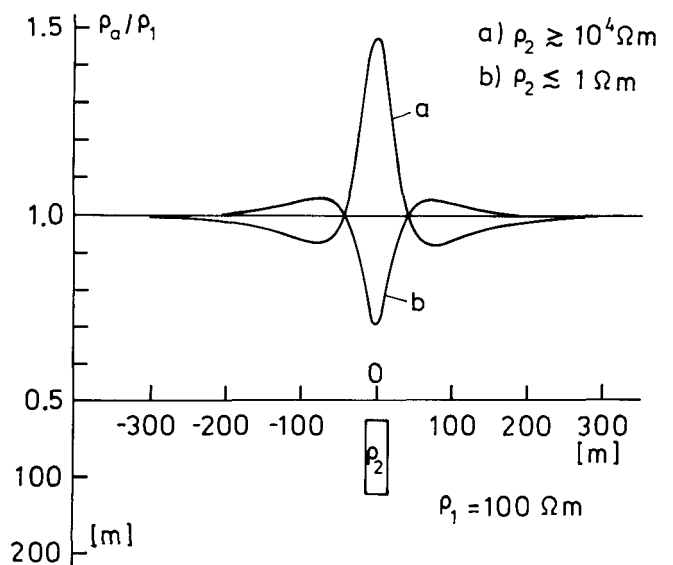


Kuva 1. Hyvin johtavan, ekvipotentiaalitalassa olevan suorakulmaisen prisman mise-à-la-masse-anomalia. I on prismaan syötetyn virran voimakkuus.

Fig. 1. Mise-à-la-masse anomalies of a prism (size 25 m x 100 m x 100 m) in an equipotential state. I stands for the input current.

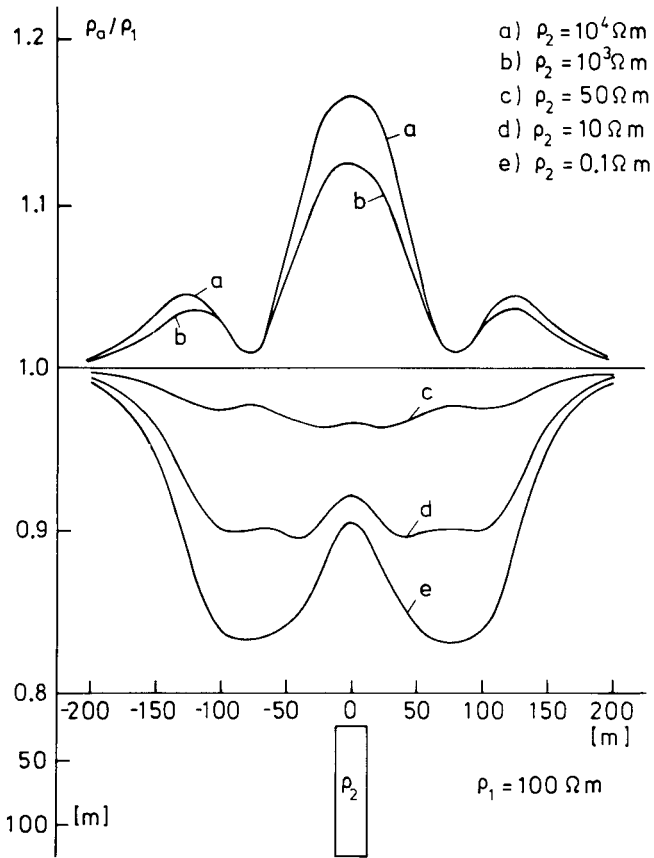
virtamaadoituksen sijaintikohdalla prisman sisällä ole merkitystä anomaliaikuvaan, kunhan prisma on ekvipotentiaalitalassa. Anomalia on pooli-pooli-elektrodikonfiguraatiolla mitatun mukainen, joten symmetriselle prismalle se on symmetrinen.

Kuvassa 2 on saman prisman näennäisen ominaisvastuksen anomalia gradienttikonfiguraatiolla, kun prisma on resistiivisempi kuin ympäristö (käyrä a) ja kun se on ympäristöä johtavampi (käyrä b). Virtaelektrodit sijaitsevat symmetrisesti prisman molemmiin puolin 1000 m etäisyydellä maanpinnalla pris-



Kuva 2. Kuvan 1 prisman näennäisiä ominaisvastusanomalia gradienttikonfiguraatiolla.

Fig. 2. Apparent resistivity anomalies of the prism in Fig. 1 by gradient configuration.

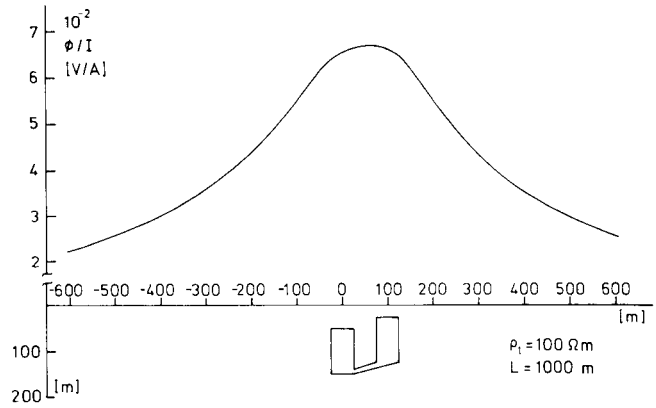


Kuva 3. Kuvan 1 prisman näennäisiä ominaisvastusanomaliaita Wenner-konfiguraatiolla.
Fig. 3. Apparent resistivity anomalies of the prism in Fig. 1 by Wenner configuration.

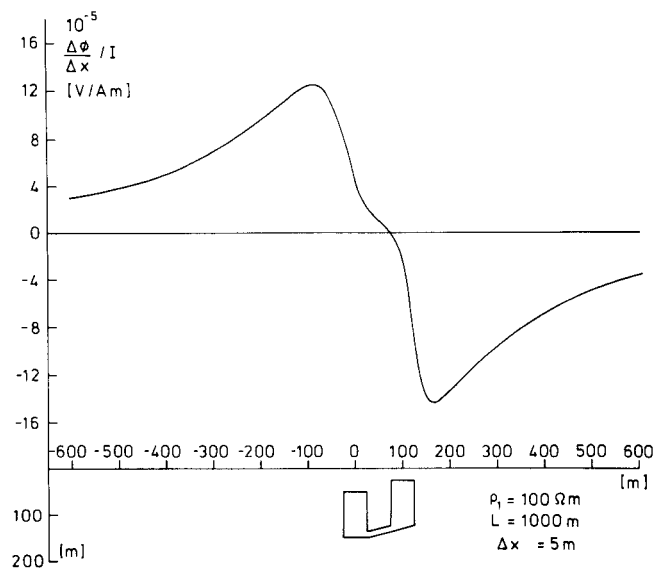
man keskikohdasta mitattuna. Potentiaalelektrodien välimatka on 5 m. Kuvan 2 anomaliat ovat kyllästystilassa, mikä tarkoittaa, että prisman ominaisvastuksen suurentaminen (käyrä a) tai pienentäminen (käyrä b) ei enää vaikuta anomalioiden muotoon eikä intensiteettiin. Laskemisessa on käytetty integraaliyhtälöä (4).

Kuvassa 3 on prisman Wenner-elektrodikonfiguraation mukaisia anomaliaita eri ominaisvastuskontrasteilla, kun elektrodien välimatkat toisiinsa nähden ovat 75 m. Kyllästyminen on tapahtunut sekä johtavassa (käyrä e) että resistiivisessä (käyrä a) tapauksessa. Wenner-anomaliat ovat huomattavasti monimuotoisemmat kuin gradienttianomaliat kuvassa 2. Laskemisessa on käytetty integraaliyhtälöä (4).

Edellä käsiteltiin suorakulmaista prismaa. Toisena esimerkkitapauksena tarkastellaan poikkileikkaukseltaan monikulmion muotoista kappaletta ja sen mise-à-la-masse-anomalioiden eri esitysmuotoja. Kuvassa 4 on kappale, jonka kulun suuntainen (paperin tasoa vastaan kohtisuora) pituus $L = 1000$ m. Anomaliaprofiilit kulkevat myös seuraavissa kuvissa kappaleen keskikohdan yli maanpinnalla. Kappaleen johtavuus ympäristöönsä nähden on niin suuri, että kappale on ekvipotentiaalitilassa. Kappaleen epäsymmetrisyydestä huolimatta on vaikeaa itse anomaliassa nähdä epäsymmetrisyyttä pooli-pooli-konfiguraation tapauksessa (kuva 4). Kuvassa 5 on potentiaaligradianttianomalia (potentiaalelektrodien väli 5 m). Vaikkakin tämä anomalia näyttää indikoivan kappaletta edellistä selvemmin, on gradienttianomalioiden käytännön mittaamisessa ongelmia riittävän herkkyuden saavuttamiseksi. Toisin sanoen geologinen kohina saattaa sotkea potentiaa-



Kuva 4. Hyvin johtavan, ekvipotentiaalitilassa olevan kappaleen mise-à-la-masse-anomalia.
Fig. 4. Mise-à-la-masse anomaly of a body in an equipotential state.

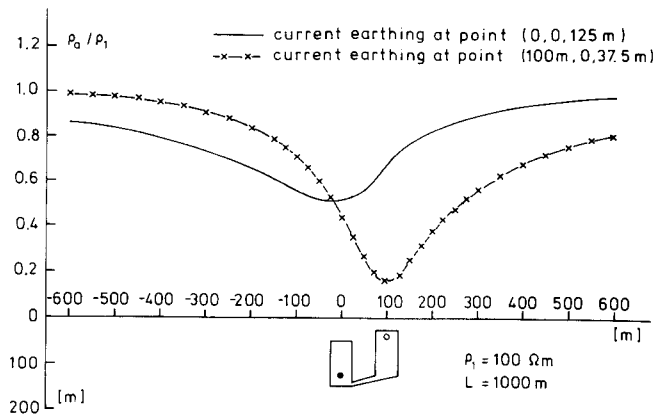


Kuva 5. Kuvan 4 kappaleen potentiaaligradianttianomalia.
Fig. 5. Potential gradient anomaly of the body shown in Fig. 4.

lieron mittauksen, ja luotettavaan tulokseen ei siten päästä helposti.

Kuvassa 6 on samalle kappaleelle määritetty pooli-pooli-elektrodikonfiguraation mukainen ominaisvastusanomalia. Tämän määrittämiseksi on tiedettävä virtamaadoituksen sijaintikohta kappaleen sisällä. Kuvassa 6 on virtamaadoitus ollut kahdessa kohdassa kappaleen sisällä. Kuten havaitaan, riippuvat ominaisvastusanomaliat täysin virtamaadoituksen sijaintikohdasta kappaleen sisällä, kun taas potentiaaligradianttianomalia (kuva 4) ja potentiaaligradianttianomalia (kuva 5) ovat riippumattomia siitä ekvipotentiaalitilassa olevan johdekappaleen tapauksessa. Mise-à-la-masse-anomalioiden eri esitysmuotoja on tarkasteltu perusteellisemmin lähteessä /5/.

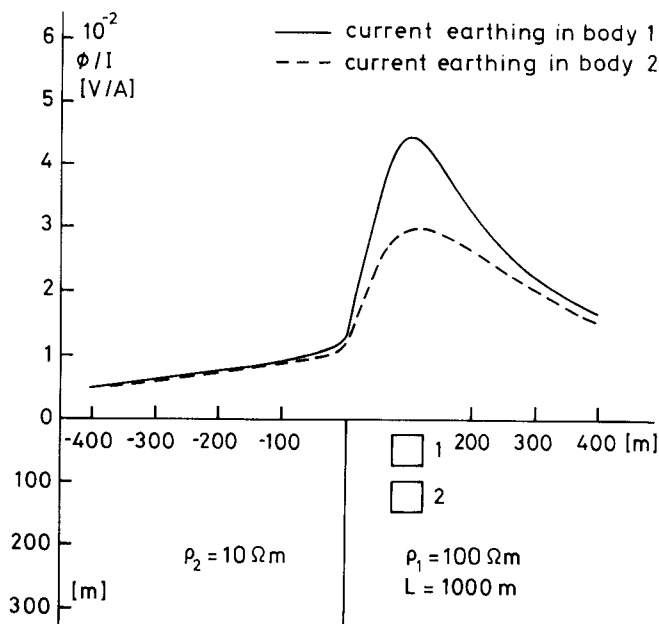
Ominaisvastusanomaliat (kuva 6) saattavat kokeneelle tuloksijalle olla suureksikin hyödyksi, mutta esimerkiksi galvaaninen korrelointi on niiden avulla mahdotonta. Galvaaninen korrelointihan on yksi mise-à-la-masse-menettelyn pääkäytökohteista.



Kuva 6. Kuvan 4 kappaleen näennäinen ominaisvastusanomalia pooli-pooli-konfiguraatiolla.

Fig. 6. Apparent resistivity anomaly of the body shown in Fig. 4 by pole-pole configuration.

Tähän asti käsitellyissä esimerkeissä on perusrakenteena (johdekappaleitten ympäristönä) ollut puoliavaruus. Viimeisessä esimerkissä on perusrakenteena vertikaalikontaktirakenne, ts. puoliavaruus, jonka vertikaalikontakti jakaa kahteen ominaisvastukseltaan erilaiseen osaan. Kuvassa 7 on kaksi hyvin johtavaa kappaletta (ekvipotentiaalitapaus) vertikaalikontaktin resistiivisemmällä puolella eli oikealla puolella. Kuva esittää mise-à-la-masse-anomaliaita, kun virtamaadoitus on ollut vuoronperään kummassakin kappaleessa. Kontaktin paremmin johtavalla puolella (vasemmalla) potentiaali on vaimeampi kuin oikealla puolella. Tämä johtuu negatiivisesta pintavarauksesta vertikaalikontaktilla. Virtamaadoituksen ollessa syvemmällä olevassa kappaleessa 2 saadaan intensiteetiltään pienempi anomalia kuin virtamaadoituksen ollessa lähempänä maanpintaa olevassa kappaleessa 1. Vertikaalikontaktin vaikutusta mise-à-la-masse-anomalioiden tarkastelu perusteellisemmin lähteessä /6/.



Kuva 7. Perusrakenteena vertikaalikontaktirakenne. Kaksi hyvin johtavaa prismaa ja niiden mise-à-la-masse-anomaliat virtamaadoituksen ollessa vuoron perään kummassakin kappaleessa.

Fig. 7. Vertical contact structure as a basic geometry. Two highly conductive prisms and their mise-à-la-masse anomalies.

YHTEENVETO

Integraaliyhtälötekniikka sopii varsin hyvin tapauksille, missä on muutama kappale melko yksinkertaisessa perusrakenteessa, kuten puoliavaruudessa. Tässä artikkelissa kuvatut menetelmät kattavat käytännöllisesti katsoen koko luonnossa esiintyvän sähkönjohtavuusarvojen skaalan (n. 20 dekadia). Pienillä johtavuuskontrasteilla (johdekappale/ympäristö) käytetään potentiaalille muodostettua Fredholm'n 2. lajin integraaliyhtälöä. Kontrastin ylittäessä kahden dekadin suuruusluokan voidaan käyttää johdekappaleitten ekvipotentiaalisuusominaisuutta, johon perustuu Fredholm'n 1. lajin integraaliyhtälö potentiaalille (ratkaistavana funktiona virtatiheyden normaalikomponentti). Viimeksi mainittu yhtälö täydennettynä jatkuvuusyhtälöstä saadulla lisäyhtälöllä tarjoaa tehokkaan tavan erityisesti mise-à-la-masse-anomalioiden mallittamisessa. Lisäyhtälön ansiosta on ratkaisun konvergenssi suhteellisen nopea.

Galvaanisten anomalioiden mallittaminen luo pohjaa paitsi mittaustulosten tulkinnalle, myös eri menetelmien ominaisuuksien tutkimiselle ja menetelmien optimaaliselle käytölle.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Panofsky, W.K.H. & Phillips, M., Classical Electricity and Magnetism. Addison-Wesley, Massachusetts 1964, 494 s.
2. Eloranta, E.H., Potential field of a stationary electric current using Fredholm's integral equations of the second kind, Geophysical Prospecting 34(1986), 856-872.
3. Eloranta, E., A method for calculating mise-à-la-masse anomalies in the case of high conductivity contrast by the integral equation technique, Geoexploration 22(1984), 77-88.
4. Eloranta, Esko H., Studies on Integral-Equation Based Modeling of Mise-à-la-Masse Anomalies for Geophysical Surveying, Acta Polytechnica Scandinavica, Applied Physics Series No. 153, 1986, 42 s.
5. Eloranta, E.H., A comparison between mise-à-la-masse anomalies obtained by pole-pole and pole-dipole electrode configurations, Geoexploration 23(1985), 471-481.
6. Eloranta, E.H., The behaviour of mise-à-la-masse anomalies near a vertical contact, Geoexploration 24(1986), 1-14.

SUMMARY

THE MODELLING OF GALVANIC ANOMALIES BY THE INTEGRAL EQUATION METHODS

The article is the summary of the research project carried out at the Laboratory of Economic Geology of the Helsinki University of Technology in the years 1981-1986. The purpose of the project was to develop modelling techniques for galvanic, especially for mise-à-la-masse anomalies. Two different integral equation formulations were used:

1) Fredholm's integral equation of the first kind, based on the equipotential state of the conductors and solved together with the supplementary equations derived from the equation of continuity, and 2) the case of a finite conductivity contrast formulated by means of Fredholm's integral equation of the second kind for the potential.

Also the characteristics of mise-à-la-masse anomalies were examined in various geological situations. A comparison between mise-à-la-masse anomalies obtained by different measuring procedures was made. The comparison shows that the potential (normalized by the input current) and potential gradient values are the most usable forms of presentation for mise-à-la-masse anomalies.

Teknillisen korkeakoulun metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn opetus ja tutkimus

Professori Martti Sulonen, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

Lyhennelmä professori Martti Sulosen läksiäisluennosta 12.12.1986

JOHDANTO

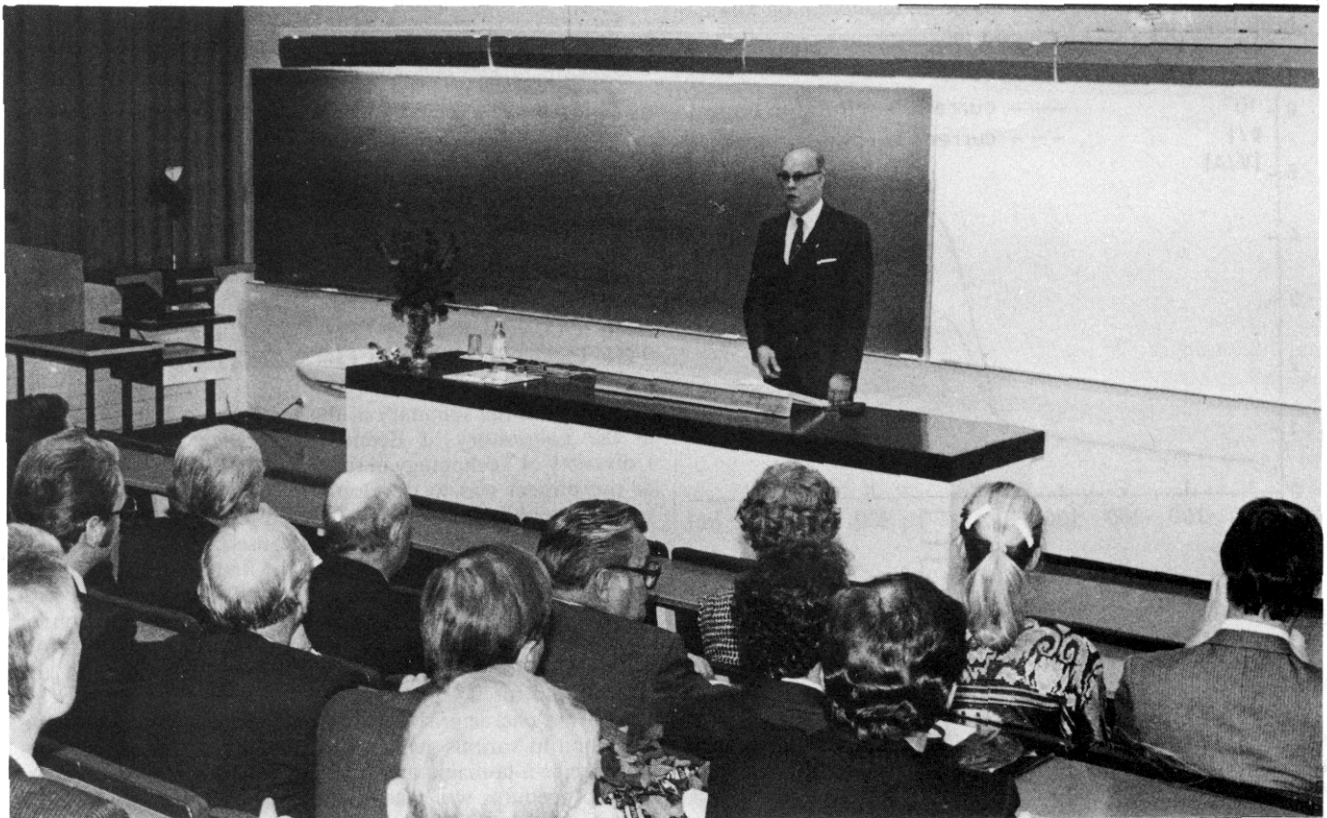
Metalliopista tuli itsenäinen oppiaine Teknilliseen korkeakouluun v. 1946, jolloin sen opetusta hoitamaan kutsuttiin tri. ins. Herman Unckel Ruotsista, Svenska Metallverkenistä. Tosin jo ennen häntä sotavuosina metallurgian opetusta hoitanut tri. ins. Otto Barth oli luentoihinsa sijoittanut muutaman viikon mittaisen metalliopin kurssin, jonka sisältöä ilmeisesti vastasi hänen heti sodan jälkeen ilmestynyt oppikirjansa "Metallografia". Barth'han itse Saksan kansalaisena joutui poistumaan täältä syksyllä 1944 poliittisen tilanteen pakottamana. Heikki Miekk-oja näihin ulkomaalaisiin viitaten joskus vitsailikin sanomalla, että ennen häntä metalliopin opetuksesta huolehtivat kansainväliset seikkailijat.

Unckel luennoi varsin laajaa aluetta. Oman kokemuksensa pohjalta hän edusti parhaiten muokkaustekniikkaa. Hänen tältä alalta pitämänsä erillinen luentosarja "Teknisk formgivningslära", joka kuului sekä metallurgeille että osalle koneenrakentajia, tulikin hyvin suosituksi. Tavallaan hän aloitti myös

muokkausteknillisen tutkimuksen, sillä hänen johdollaan tehtiin huomattava määrä diplomitoita ja paljon juuri muokkaustekniikan alueelta. Kaikkiaan nämä oli laboratoriomahdollisuuksien puuttuessa suoritettava teollisuudessa. Heikki Miekk-ojan seurattua Unckelia metalliopin professorina muokkaustekniikan opetus joutui erikoisopettajille. Aluksi ainetta luennoi DI Henrik Falck, hänen jälkeensä DI Aarre Korhonen ja lopuksi minä. Näin muokkaustekniikan opetus oli ollut jo varsin pitkään edustettuna Teknillisessä korkeakoulussa ennen uuden professuurin tuloa.

OPETUSALA

Kun metalliopin toinen professuuri v. 1963 perustettiin, sain virkaan nimityksen vuoden 1965 alusta. Opetusalaksi oli määrätty metallien muokkaus ja lämpökäsittely, kumpikin hyvin laaja-alaisesti määriteltynä. Viran perustaminen ja täyttö sattuivat samaan aikaan kuin osaston uudet laboratoriotilat oli-



Professori Sulonen pitämässä läksiäisluentonsa Teknillisessä korkeakoulussa 12.12.1986.

Professor Sulonen giving his farewell lecture at The Helsinki University of Technology on 12th of December, 1986.



vat valmistumassa. Tulevaa professuuria ei oltu alunperin huomioitu tilasuunnitelmissa, mutta ihmeteltävällä joustavuudella toistaiseksi maatyttöiseksi ajateltu kellaritila jo pitkälle edenneestä rakennusvaiheesta huolimatta saatiin muutetuksi laboratoriahalliksi. Myös uusia vakansseja, kuten assistentin toimia saatiin tuolloin suhteellisen helpolla. Myöhempään siten kaikki tällainen onkin ollut paljon vaikeampaa. Niinpä laboratorionsinöörin toimen saimme vasta vuosi sitten.

Vuoriteollisuusosaston suhteet alan teollisuuteen, nimenomaan kaivos- ja metallurgiseen teollisuuteen, ovat aina olleet läheiset, läheisemmät ehkä kuin millään muulla tämän koulun osastolla alansa yrityksiin. Muokkauksen ja lämpökäsittelyn professuuriakaan tuskin olisi perustettu ilman teollisuuden myötävaikutusta. On kerrottu, että vuorineuvos Petri Bryk ratkaisevalla tavalla aikanaan pelasti viran perustamispaperit ministeriön paperikorista.

Metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratorionkin yhteydet teollisuuteen muodostuivat alusta pitäen kiinteiksi. Kuluneiden 22 vuoden aikana suoritetuista n. 200:sta diplomityöstä valtaosa on tehty teollisuuden antamista aiheista ja sen taloudellisella tuella diplomityöntekijälle. Lisensiaattitöitä on valmistunut n. 30 ja väitöskirjoja 12, joka luku kevään -87 aikana kasvanee neljällä. Lisensiaatti- ja väitöstöidenkin aiheet ovat enimmäkseen teollisuuslähtöisiä ja useimmat niiden tekijät ovat nauttineet teollisuuden tai sen säätiöiden, etenkin Outokumpu Säätiön, tukea. Vähäksi ei liioin ole katsottava myöskään Suomen Akatemian antamaa tukea jatko-opintovaiheessa.

Laboratorion toiminta-alue niin opetuksen kuin tutkimuksenkin osalta käsittää nykyisin metallien muokkauksen ja muovauksen, lämpökäsittelyn ja uuniteknologian, pintakäsittelyn, tribologian ja materiaalin suunnittelun. Uuniteknologian ja pintakäsittelyn osalta on kyseessä vain se, mikä liittyy lämpökäsittelyyn tai sitä täydentäviin tai korvaaviin menetelmiin. Sisältö on siis varsin laaja. Ulkomailla professuurin alueeksi riittää esimerkiksi pelkkä muokkaustekniikka, joka sekin saattaa jakautua kahdelle tai useammallekin henkilölle. Laajan alamme lähempi tarkastelu kuitenkin osoittaa sanottujen osa-alueiden keskinäisen yhteyden ja toisiaan tukevan roolin. Itse asiassa tässä onkin ollut syy sanotunlaiseen ”rönsyilyyn”. Tukholman teknillisessä korkeakoulussa KTH:ssa, jossa muokkaustekniikka, metallernas bearbetning, aikanaan riisuttiin puhtaaksi edellämaintunlaisista liitännäisalueista, on viime vuosina kuitenkin havaittu tärkeäksi täydentää aluetta tällaiseen meikäläiseen suuntaan. Varsinaisen muokkaustekniikan opetus sisältyy KTH:ssa on pitkälti lähes identtinen tšekäläisen kanssa, mutta poikkeaa siinä, että heillä annetaan opetusta myös muokkaukoneiden suunnittelussa, mikä meiltä puuttuu. Ruotsissahan on jo pitkään ollutkin tämän alan nimekästä teollisuutta, joten opetuksen tarve on luonnollinen.

Tämän hetken opetuksen ja siihen liittyen tutkimuksen pahin ongelma aiheutuu siitä, että valssaamojen, kuten muidenkin muokauslaitosten toiminta, alkaa yhä enemmän automatisoitua. Se merkitsee myös tietotekniikan ja säätötekniikan voimakasta mukaantuloa esimerkiksi valssaamoinsinöörien toimenkuvaan. Osin opetuksen mutta etenkin kokeellisen tutkimuksen osalta tätä kehitystä on vaikea seurata. Opetuksen puolella jotain apua saattaa tosin olla odotettavissa prosessien ohjauksen ja hallinnan opetuksen aloittamisesta prosessi- ja materiaalitekniikan suurasaston puitteissa, johon vuoriteollisuusosasto v. -87 alusta lukien tullaan liittämään yhdessä kemian ja puunjalostusosastojen kanssa.

TUTKIMUS

Metallien muokkaus- ja muovausmenetelmät jaetaan perinteisesti primaarisiin ja sekundaarisiin, jolloin edellisiin lue-

taan ns. metallurgiset eli lähinnä puolivalmisteiden, kuten levyn, nauhan, tangon, putken jne. valmistukseen käytettävät muokkausmenetelmät, jälkimmäisiin taas valmiiden kappaleiden tuottamiseen soveltuvat menetelmät kuten levynmuovaus, kylmäpursotus ja muottiintaonta.

Primaarisista muokkausmenetelmistä laboratoriossa on toistaiseksi ollut mahdollista suorittaa vain valssausteknistä tutkimusta. Kuuma- ja kylmävalssaukseen soveltuva valssain lisälaitteineen olikin aivan ensimmäisiä suuria hankintoja. Se on palvellut erilaisia tutkimusprojekteja. Eräitä ensimmäisiä näistä olivat ne työt, joita suoritettiin Vuoksenniska Oy:n kanssa, pääasiassa diplomitöiden muodossa, ja koskivat tangonvalssauksessa käytettäviä urasarjoja, erityisesti silloin uuden soikio-pyörösoikio-urasarjan käyttöä, ja olivat tarkoitettuja hyödynnettäviksi Imatran tangonvalssausta kehitettäessä. Veisi pitkään luetella niitä kaikkia valssaustekniikkaan liittyviä tutkimuksia, joita tällä laitteistolla on suoritettu. Lisäksi se on palvellut muita ja muissakin laboratoriossa suoritettuja tutkimuksia koemateriaalien valmistuksessa tarvittavana muokauslaitteena.

Sekundaarisista muokkaus- eli muovausmenetelmistä tutkimuksen kohteina ovat olleet massiivikylmämuovaus eli kylmäpursotus ja toisaalta levynmuovaus. Suomessa ensin mainitun alan teollisuuttahan on niukanlaisesti, keskittyen lähinnä pultin ja ruuvien valmistukseen. Kylmämuovausteräksi tuotetaan kyllä vientiinkin. Meidänkin aktiviteettimme ovat sen mukaisesti kohdistuneet pääasiassa kylmämuovausterästen valmistukseen ja ominaisuuksiin.

Paljon laajemmin on tutkittu levynmuovausta. Siitä ovat sekä levynvalmistajat että käyttäjät, etenkin konepaja- ja metallituoteteollisuus olleet kiinnostuneita. Katsoimme levynmuovaustutkimuksen lähes kansallisesti tarpeelliseksi Rautaruukin Hämeenlinnan ja Outokummun Tornion ohutlevyvalssaamojen käynnistyttyä. Tutkimusta ovat rahoittaneet sekä Suomen Akademia että Kauppa- ja teollisuusministeriö, ja Tekes myöhemmässä vaiheessa. Ennen tätä maassa oli hyvin vähän tietoa levynmuovauksen metallurgiasta tai jos sitä jollakulla oli, piti hän tietonsa hyvin vakan alla. Tutkimuksen tärkeänä sivutuotteena pidänkin yleistä tiedon tason kohoamista sekä teollisuudessa että korkeakouluissa. Levyn muovauksen parissa työskennellyt muutaman hengen työryhmämme on saanut ulkomaistakin tunnustusta, joka ilmeni mm. kansainvälisen levynmuovausorganisaation IDDRG:n työryhmäkokouksen järjestämisenä maassamme muutamia vuosia sitten.

Levynmuovaustutkimusten yhteydessä laboratoriossa kehitettiin yhdessä Fiskars Oy:n kanssa Frictometer-laite. Sillä voidaan simuloida levynmuovauksessa esiintyviä aihio/työkalu-kitkatilanteita ja mitata esiintyvät kitkakertoimen arvot ja niiden riippuvuudet erilaisista muuttujista kuten pintapaine, voitelu ja vetonopeus. Ulkomailtakin on käyty tätä laitetta käyttämässä.

Muovattavien sinkittyjen ohutlevyjen valmistusta on koskenut nk. Zinquench-prosessi. Tämä prosessihan perustuu suomalaisen keksintöön, jossa kuumasinkitys yhdistetään teräs-ohutlevyn muovattavuutta lisäävään lämpökäsittelyyn. Sen kehitystyöhön olemme vuodesta 1982 osallistuneet merkittäväällä panoksella. Osallistuminen on ollut siinä suhteessa hyvin mielenkiintoista, että olemme voineet olla mukana tuloksellisessa kehitystyössä aivan sen ensimmäisistä laboratoriokeista kuluvana vuonna suoritettuihin teollisuusmittaisiin, menestyksellisiin koeajoihin saakka. Zinquench-prosessi on mielestäni Suomen metallurgian merkittäviä saavutuksia.

Toinen puoli toiminnastamme, myös luennoista, kohdistuu lämpökäsittelyyn, uuniteknologiaan ja pinnoitukseen; erikoisopettajat ovat edelleen luennoineet tribologiasta ja materiaalinvalinnasta. Lämpökäsittelyssä viime vuosikymmenen merkittävin kehitys on ollut voimakas suuntautuminen pintakar-

kaisu- ja pintamodifiointimenetelmiin. Sen mukaisesti myös kansainvälinen lämpökäsittelyorganisaatio IFHT määrittelee toiminta-alueekseen "Heat treatment and related aspects of surface engineering". Määritelmä rajaa alueen ulkopuolelle kemialliset pintakäsittelyt ja maalauksen. Luonnollisesti tämä tapahtunut muutos lämpökäsittelymenetelmissä näkyy myös laitteissa ts. uuniteknologiassa. Suojakaasu- ja tyhjiöuunit ja vielä niitäkin kehittyneemmät laiteratkaisut ja menetelmät valtaavat alaa konventionaaliselta uuniteknologialta. Automaatio, robotisointi, integroitu valmistus, JOT-ajattelu jne. mainitaan yhä useammin lämpökäsittelyn yhteydessä.

Virkaan tullessani lämpökäsittelyjen tuleva kehitys suunta oli jo havaittavissa. Niin ollen ensimmäinen hankintamme oli-kin kaasuhiiletysuunilaitos endokaasugeneraattoreineen ja säätöyksikköineen. Kaasuhiiletyskarkaisu olikin joitain vuosia tärkeä tutkimuskohde, jossa tehtiin yhteistyötä mm. Vuoksenniska Oy:n kanssa hiiletysterästen kehityksessä. Ja Valmetin perämööttörituotantoakin tuettiin hiiletyskarkaisemalla vaihteiston hammaspyörät ensi alkuun meidän uunilaitteistossamme.

Noista alkuajoista muistuu mieleeni, että harrastusta riitti sellaisiinkin, siihen aikaan kovin uusiin asioihin kuin laser-mikroanalysaattorin rakentamiseen, pulssikuumennukseen ja kokeiluun hologrammeilla. Sen jälkeen laserin puolella lämpökäsittelyssä ei Suomessa tietävästi ole tapahtunutkaan mitään, kunnes nyt Lappeenranta teknilliseen korkeakouluun on hankittu mm. pintakarkaisuun soveltuva suuri laserlaitteisto.

Pintakarkaisulla pyritään lisäämään mm. laakerien ja hammaspyörien vierintäväsymiskestävyyttä. Näitä tutkimuksia varten laboratoriomme rakennettiin yhdessä Kymi Oy:n kanssa kiekkokulutus kone. Ensimmäiseksi sitä käytettiin Karkkilan austeniittisbainiittisen valuraudan eli nk. Kymeniten kehittämistutkimuksissa. Kymeniteitä ei varsinaisesti pintakarkaista, mutta työstössä ja pintaa kuormittavassa käytössä sen pintakerros muuttuu kuormitusta hyvin kanta-aksi lähes-tyen hiiletyskarkaistausta terästä ominaisuuksiltaan. Äskettäin Kymenite on julkisuudessa esitetty — mielestäni aiheetta — eräänä esimerkkinä suomalaisen teollisuuden laiminlyödyistä mahdollisuuksista. Uuden materiaalin hyväksyminen sellaisiin käyttötarkoituksiin kuin esim. hammaspyöriin, mihin Kymenite ominaisuuksiensa puolesta sopii, ei tapahdu yleensä hetkessä, vaan useinkin edellyttää pitkäaikaisia käyttökokeita. Uuden materiaalin käyttöönotolla saattaa nimittäin olla monia vaikutuksia tuotantoprosessin eri vaiheisiin ja koko ky-seessä olevaan konekonstruktioonkin. Eikä tällaisissa asioissa tehdä päätäpähtäviä muutoksia. Konventionaalisen materiaalitekniikan alueella ei juurikaan löydy niitä nykyisin paljon puhuttuja markkinarakoja. On vain korkeintaan pieniä pintasäröjä, jotka markkinarakoksi muuttuakseen vaativat pitkä-aikeista väsytystä.

Ensimmäinen työpaikkani valmistuttuani oli sähkölamppu-teollisuudessa. Siellä tehtäväni osaksi liittyivät fysikaalisiin ilmiöihin, jotka nyt ovat nousseet esille uusimmassa lämpökäsittelyteknologiaan liittyvässä tutkimusalueessamme, ionipinnoituksessa. Ionipinnoituksessa, joka on eräs fysikaalisista höyrypinnoitusmenetelmistä, käytetään hyväksi matalaener-giaista jatkuvaa hohtopurkausta. Sen avulla aktivoidut reaktiokomponentit muodostavat katodiksi kytketyn kappaleen pinnalle pinnoitekerroksen. Sama hohtopurkaus tapahtuu muuten hehkulampan ensimmäisessä sytytyksessä, mutta sitä ei lampun käyttäjä näe, koska sytytys tapahtuu valmistuslin-jalla. Tämä uusi menetelmä täydentää meillä jo aiemmin hii-letyskarkaisuun, työtyskarkaisuun, vierintäväsymiseen jne. suuntautunutta pintakäsittelytutkimusta. Sillä nimittäin val-mistetaan työkalujen ja koneosien kulumiskestävyyttä moninkertaisesti lisääviä kovia nitridi- ja karbidipinnoitteita. Ky-

mi Oy:n ja Kymi-Strömbergin kanssa syntynyt yhteistyö on johtanut kotimaisten pinnoituslaitteistojenkin valmistukseen. Yleisesti katsotaan tämänlaatuisen pinnoitusteknologian, jol-la voidaan valmistaa myös esim. timanttipinnoitteita, olevan vasta alussaan. Metallurgisten sovellutusten ohella sillä on käyttöä myös mm. elektroniikassa ja optiikassa.

Viime vuosina meiltä valmistuvia on alkanut siirtyä elektro-niikkateollisuuden palvelukseen, jossa on käytössä valmistus-prosesseja, jotka ovat aivan sitä samaa materiaalitekniikkaa kuin mitä tällä osastolla opetetaan. vain hieman pienemmällä dimensioalueella. Siksi olemme järjestäneet kokeilumielessä muutaman luentokurssin, jotka juuri pinnoitus- ja tyhjätekn-iikan osalta antavat lisää valmiuksia myös elektroniikka- ja siihen verrattavan teollisuuden palvelukseen. Tällä hetkellä tosin ei ole mitään tarvetta ohjata oppilaita muille aloille, kos-ka kysyntä aivan perinteisilläkin aloilla ylittää tarjonnan.

PROJEKTIYHTEISTYÖ

Tutkimustyön tavallisin organisaatiomuoto vielä viime vuosi-kymmenen puolella oli sellainen, että tutkijat — yleensä assis-tentit ja muut korkeakoulun toimenhaltijat — työskentelivät kukin oman yksittäisen tutkimustehtävänsä, lisensiaatti- tai väitöskirjatyon parissa, mahdollisesti joku diplomityöntekijä siinä ohella työskennellen, ja eri tutkijain aiheet poikkesivat paljon toisistaan. Nykyisin tutkimushenkilöstön palkkaukseen on tarjolla korkeakoulun ulkopuolista rahoitusta. Tämän käyttö useinkin edellyttää projektimuotoista tutkimuksen or-ganisoitua. Laitehankintoihin sen sijaan näistä lähteistä ei val-itettavasti varoja myönnetä.

Ensimmäiset tällaiset projektit suoritettiin KTM:n rahoit-uksella ja koskivat uusia levynmuovausmenetelmiä. Tässä yhteydessä syntyi lukuisia kontakteja levynmuovausteollisuu-teen ja Suomen Metalliteollisuuden Keskusliiton levynmu-ovausryhmään. Siitä lähtien on näissä merkeissä tehty melko-isesti yhteistyötä. Eräs sen tuloksista on "Ohutlevyjuutiset", MET:n julkaisema tiedotuslehti, joka olennaisesti toimitetaan laboratoriossamme ja jolla on tällä hetkellä 800 tilaajaa. Lev-ynmuovauksen tutkimuksessa on tehty myös skandinaavista projektiyhteistyötä. Juuri päättymäisillään olevassa Nord-pladeprojektissa ovat yhteistyökumppaneinamme Tanskan, Norjan ja Ruotsin teknilliset korkeakoulut ja eräät tutkimus-laitokset, Suomesta VTT.

Tällä hetkellä mittavin, teollisuuden kanssa yhteistyössä suoritettava tutkimusprojektimme, on kansallinen muokkaus- ja muovaustechniikan nelivuotiseksi suunniteltu teknologia-ohjelma. Siinä laboratoriomme on huomattava osuus tutki-muskohteinaan muokkaus- ja muovaustyökalujen tietokone-avusteinen suunnittelu ja valmistus ja toisaalta teknisen tason kohottamiseen tähtäävät toimenpiteet takomo- ja levynmu-ovausteollisuudessa. Projektiin osallistuu yhteensä n. 20 teolli-suuslaitosta.

Levynmuovauksen puolella merkittäväksi osaksi muodos-tuu nk. lyhyen eliniän työkalujen kehittäminen. Niillä tarkoi-tetaan nopeasti ja halvalla valmistettavia työkaluja, jotka so-veltuvat maassamme varsin tyypillisille lyhyille valmistussar-joille. Työkalut valmistetaan valuhartseista tai laminoimalla, matalalle sulavista metalliseoksista, laserleikatuista levyosista tai lujitetusta betonista ja ne kestävät ehkä muutaman tuhan-nen tai jopa 10 000:kin kappaleen muovauksen ja ovat usein myös helpolla korjattavissa.

Takomopuolella myös nopea ja halpa muotinvalmistus on eräs kilpailukykyä olennaisesti lisäävä tekijää. Tietokone-avusteisella suunnittelulla muotinvalmistusta voidaan huo-mattavasti jouduttaa. Kyse ei ole kuitenkaan pelkästään geo-metrisesta problematiikasta, vaan erityisen vaikeuden aiheut-taa aihion plastisten muodonmuutosten ja takomisvoiman hal-

linta. Tälläkin alalla on yhteistyö viriämässä sekä pohjoismaisten että keskieuropalaisten korkeakoulujen kanssa.

Toinen julkiseen rahoitukseen olennaisesti nojautuva projekti koskee konepajateollisuuden tyhjävusteisia pinnoitusmenetelmiä. Tämä projekti on ollut jo kolme vuotta käynnissä. Yhteistyösopuolia ovat VTT sekä TKK:n konepajateknikan ja koneensuunnittelun laboratoriot sekä eräät teollisuusyritykset. Melko läheisesti tähän liittyy myös yhteispohjoismainen Nordisk Industrifondin rahoittama tutkimusprojekti, jossa useat pohjoismaiset korkeakoulut ja tutkimuslaitokset sekä myös Helsingin yliopiston kiihdytinlaboratorio ovat mukana. Suomen Akatemia on myös tukenut tätä tutkimusta. Kaikenkaikkiaan pinnoitetutkimuksessa työskentely on ollut hyvin poikkitieteellistä.

LOPPULAUSE

Tutkimustyössä, etenkin projektinyhteistyössä käy usein ilmi, että maan pienuus, mikä yleensä otaksutaan haitalliseksi tekijäksi, onkin käännettävissä suorastaan eduksi. Henkilökohtaisen tuntemisen, yhteisten tavoitteiden ja vastavuoroisuuden perusteella on helppo luoda yhteistyötä ja ylittää sellaiset byrokraattiset ja taloudelliset esteet, jotka toisissa oloissa saattaisivat aiheuttaa ylikäymättömiä vaikeuksia. Tässä mielessä pyydänkin saada kiittää laboratoriomme sekä omasta puolestani kaikkia niitä laitoksia, yrityksiä ja organisaatioita, jotka eri vaiheissa ovat edesauttaneet opetus- ja tutkimustointaamme.

SUMMARY

RESEARCH AND TEACHING OF METAL WORKING AND HEAT TREATMENT AT THE HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

A summary of the farewell lecture given by professor Martti Sulonen on 12th of December, 1986.

The chair of Metal Working and Heat Treatment was founded in 1963, when it also received its first laboratory facilities in the Department of Mining and Metallurgy in Otaniemi. Since that its syllabus has been widened and specified to meet the growing and differentiating needs of country's rapidly developing metallurgical and engineering industries. At present it includes courses in plasticity, working and forming of metals, heat treatment and furnace technology, tribology, materials design and vacuum technology. The laboratory has

large co-operation with industry, and a.o. has participated in development of new processes and appliances. The newest objectives of research work include a.o. the applications of CAD/CAM in sheet metal processing, rolling and forging, and production of thin hard coatings on tools and machine parts by physical vapor deposition technics.

Professor Sulonen had the chair of Metal Working and Heat Treatment from 1965 to 1987. He was the head of the Department of Mining and Metallurgy 1972-1974 and 1979-1983.

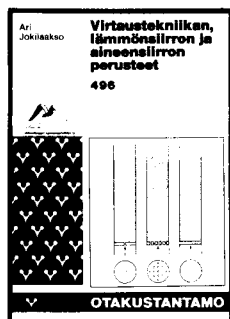
PROSESSIMETALLURGIA

OTAKUSTANTAMO

ARI JOKILAAKSO

Virtaustekniikan, lämmönsiirron ja aineensiirron perusteet

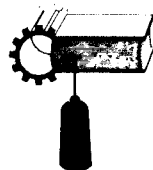
496



ISBN 951-672-015-3
200 s, koko B5, ovh 188,- mk

Tilaukset:

otakustantamo
KIRJAMYynti
Otakaari 1 F,
02150 ESPOO 15
Puh. 468 2160



Kirja sisältää neljä eri osa-aluetta: Virtaustekniikka, Lämmönsiirto, Epästationääri lämmönsiirto sekä Aineensiirto.

Virtaustekniikka käsittelee fluidien ominaisuuksia ja virtauksen mekaniikkaa erilaisissa tapauksissa: a) putkivirtaus, b) virtaus ei-pyöreässä putkessa, avouomassa ja kappaleiden ulkopuolella sekä c) fluidisaatioissa eli leijutuksessa. Mukaan on otettu perusteet paineen- ja virtausmittauksesta, jotka liittyvät läheisesti virtaustekniikkaan.

Lämmönsiirto-osassa käydään läpi aineiden termisiä ominaisuuksia ja lämmönsiirron eri lajit: johtuminen, säteily ja konvektio. Lisäksi tähän osaan kuuluvat lämpötilan mittaus ja korkealämpötilaisten prosessilaitteiden eristykset ja jäähdytykset. Epästationääri lämmönsiirto on erotettu omaksi jaksokseen, jossa esitetään teoria ja eri tapausten laskemista.

Aineensiirrossa tarkastellaan diffuusiota aineen eri olomuodoissa yleisesti ja erityisesti fluidisysteemeissä. Rajakerrosaineensiirtoa ja aineensiirtoa kemiallisten reaktioiden yhteydessä käydään läpi lyhyesti.

Kirja on tarkoitettu lähinnä korkeakoulukäyttöön, erityisesti metallurgian opiskelijoille, mutta soveltuu hyvin opistotasolle sekä tutkimus- ja käyttötehtävissä toimiville henkilöille. Kirjassa on laskuesimerkkejä yksityiskohtaisine ratkaisuineen, joiden avulla teoriaa havainnollistetaan ja autetaan lukijaa sovelta- maan tietoja omiin ongelmatilanteisiin.

In Memoriam



ESA KORRI
23.1.1947–28.12.1986

Vuoden -86 viimeisenä maanantaina radio viesti minulle tyrmävän uutisen. Eilen Mänsälässä sattuneessa tuhoisassa liikenneonnettomuudessa kuoli tekn.lis. Esa Korri ja hänen poikansa Marcus Korri. Perheen äiti Maria Korri on loukkaantunut vakavasti. Pysäytin auton, kieltäydyn uskomasta kuulemaani, mieleni on täynnä kysymyksiä: miksi, miten, minkä takia? — Pari viikkoa myöhemmin seuraa uusi viesti. Maria on tajuihinsa tulematta tehnyt seuraa Esalle ja Marcuk-selle.

Kuulin Esasta ensimmäisiä kertoja 1970-luvun puolessa välissä. Tekniikan lisensiaatti, joka on huipputason kilpahiittäjä. Siinäpä etsimäni mies suksien tuotekehitystä hoitamaan. Ensimmäinen yhteydenotoni selvitti sen, että olit myös periaatteen mies. Olit tarjouksestani kiinnostunut, mutta halusit ensiksi suorittaa loppuun vastuullasi Jylhävaarassa olleen projektin. Seuraava välähdys on Hämeen Viestistä Tampereen Kaupissa -78. Suoritit hienon hiihdon Hakan joukkueessa ja olit sen jälkeen iloisella mielellä tiedustellessasi minulta: "Vieläkö Karhulla olisi minulle töitä?" Olihan niitä. Töissä olit määrätietoinen ja eteenpäin pyrkivä. Erityisen taidokkaasti osasit yhdistää erilaisia asioita toimiviksi kokonaisuuk-siksi. Ahkeruutesi ja järjestelmällisyytesi olivat esimerkiksi kaikille. Työajan ulkopuolella tutustuin myös Sinun yksityiselämäsi. Kävi selville, että yksi syy halusi muuttaa Helsinkiin oli viehättävä ruotsalaistyttö Maria, joka oli lupautunut sopeutumaan kaksikielisessä Helsingissä asumiseen.

Mieluisa muisto on jäänyt teidän häistänne idyllisessä maaisympäristössä Rikstenin tilalla Tukholman eteläpuolella. Oli helppo ymmärtää, mistä Maria oli perinnyt tietyt aristokraattiset piirteet olemukseensa.

Kesäisin palasit mielelläsi Orivedelle, jossa Vuorenpään rannassa oleva hirsimökki oli Sinulle side juurillesi. Käydes-sämme siellä Marian ja Sinun vierainasi kuului ohjelmaan aina miesten saunalenkki. Noilla lenkeillä, jotka suuntautuivat Sinun lapsuudenmaisemiisi kertoilit minulle, kuinka liikunta oli nuorella iällä ollut Korrin lapsille luonnollinen tapa elää. Isävainajasi Erkin muistan ylpeänä kehuneen kuinka tinkimätön harjoittelija Sinä nuorena urheilijana olit ollut. Minä saa-

toin todeta havainneeni sen saman tinkimättömyyden muissakin elämisen tavoissasi.

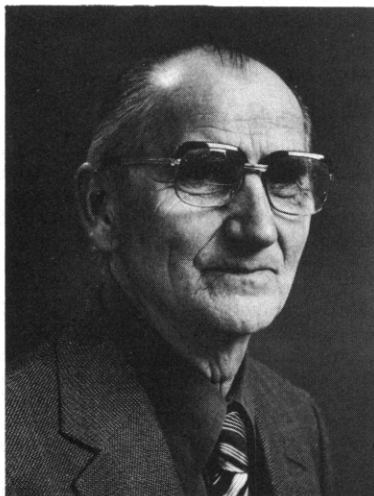
Jatkuva itsesi kehittämisen tarve ja tiedon jano johti siihen, että tiemme työelämässä erkanivat syksyllä 1983, kun päätit vielä kerran lähteä koulun penkille. Metallurgian diplomi-insinöörin tutkinnonhan olit suorittanut v. 1969, olit opiskelut Saksassa Clausthalin teknillisessä korkeakoulussa 1970–72 ja suorittanut tekniikan lisensiaatin tutkinnon Teknillisessä korkeakoulussa 1973. Pyrkiminen nyt International Management Instituuttiin Geneveen oli rohkea päätös, jonka toteutit. Se, että lähdit vuodeksi tiukkaan kouluun ja eroon perheestäsi osoitti melkoisia henkisiä voimia sekä Sinussa että Mariassa. Tämä oli kuitenkin osa Sinun itsellesi suunnittelemaa valmennusohjelmaa, jonka määrätietoisesti toteutit. Palattuasi kotimaahan yhtä opinnäytettä rikkaampana tuntui luonnolliselta hakeutumisesi Mec Rastoriin konsultiksi. Niissä tehtävissä pystyit nähdäkseni erinomaisesti käytännössä toteuttamaan kaikkia hankkimiasi tietoja ja viimeistelemään kuntoasi, niin-kuin urheilutermeillä todettaisiin.

Kun viimevuoden joulukuussa luin lehdestä Sinun nimittämisestäsi Oy Sunds Defribrator Jylhä Ab:n toimitusjohtajaksi olin hyvällä mielin. Nyt on Esa saanut sellaisen tehtävän, jota varten hän on vuosia itseään valmentanut. Tässä hommassa tarvitaan metallimestä, kansainvälisyyttä, kehittäjää ja liikkeenjohtajaa. Tuttujen valkeakoskelaisten reaktiot olivat myös odottavan positiivisia. Verstaan lattiatason henkilöitä myöten tervehdittiin Sinun nimitystäsi innostuneesti. Tunsin myös mielihyvää siitä, että pääsit takaisin hiihtoharrastusten pariin jos ei nyt aivan edustustehtäviin niin ainakin osallistumaan. Näin kokivat myös Valkeaskosken Hakan hiihtomiehet, jotka lähettivät Sinulle ja Marialle kutsun seuraamaan loppiaisenä hiihdettävää maakuntaviestiä. — Tätä kutsua Te ette enään päässeet noudattamaan.

Antti-Jussi Tiitola

Vuorimiesyhdistys ry:n metallurgijaoston jäsen Esa Ville Korri oli vuodesta 1986.

Toimitus



VILJAM HYPPÖNEN
22.3.1911–23.2.1987

Filosofianmaisteri Viljam Hyppönen kuoli 23.2.1987 Espoossa. Hän oli syntynyt Ruskealassa 22.3.1911, tullut yliopilaaksi Sortavalan lyseosta 1930 ja suoritti fil.kand. tutkinon vuonna 1946.

Opiskelunsa alkuvaiheissa hän suunnitteli kemistin uraa, mutta osallistuttuaan kesäisin malminetsintätöihin alkoi geologia ja luonnossa tapahtuva tutkimustyö viehättää. Neljää sotakesää lukuunottamatta hän toimikin sitten maastotutkimuksissa kaikki kenttätökaudet vuodesta 1936 alkaen vuoteen 1977 saakka. Ikävuosien karttumisen ei näyttänyt hidastavan vaikeassakaan maastossa kulkemista.

Sodat veivät osansa Viljam Hyppösenkin nuoruusvuosista. Talvisota meni omassa kotimaakunnassa Tolvajärven suunnalla, jatkosota sotasairaalan komendanttina. Kapteenin arvo tuli vuonna 1943.

Pääosan elämäntyöstään hän suoritti Suomen Malmi Oy:n palveluksessa, aluksi kesäapulaisena vuodesta 1937 lähtien ja sitten geologina vuosina 1945–68. Hänen tutkimusalueinaan olivat aluksi Karjalohjan, Lohjan ja Suomusjärven tienoot, sitten Pohjois-Karjala, Kolari ja viimeksi Kuhmo. Kolarissa hänen menestyksellinen etsintätyönsä katkesi tutkimusalueen siirtyessä toiselle yhtiölle. Kuhmossa hän löysi Arolan nikkeliesiintymän, mutta Kuhmon liuskevyöhykkeestä hän oli ehtinyt tutkia alustavasti vain osan, kun Suomen Malmi Oy lopetti malminetsintätoimintansa vuonna 1968.

Hänen tutkimustyönsä Kuhmossa jatkui kuitenkin vielä yhdeksän vuotta, tällä kertaa Geologisen tutkimuslaitoksen kallioperägeologina. Tuloksena oli mm. kolme 1:100.000-kaavaista kallioperäkarttaa selityksineen.

Ihmisenä Viljam Hyppöselle oli luonteenomaista naseva, mutta leppoisa huumorintaju ja luonnossa viihtyminen. Eläkevuosistakin kului suuri osa omalla mökillä Anttolassa Pitkälähdän rannalla. Vuorimiesyhdistys ry:n geologijaoston jäsen Viljam Hyppönen oli vuodesta 1948.

Raimo Lauerma

8th International Conference on the Strength of Metals and Alloys (ICSMA)

järjestetään Tampereen teknillisessä korkeakoulussa elokuun 22.–26. päivinä 1988.

Istuntojen ja johdantoluentojen aiheet ovat seuraavat:

1. dislokaatiot
2. dislokaatioryhmittymät
3. plastinen muodonmuutos
4. lujittumismekanismit
5. syklinen deformaatio ja väsyminen
6. plastinen deformaatio
7. murtuminen
8. terästen modernit lujittamismenetelmät
9. raerajat ja faasirajat
10. erikoismenetelmät

Esitelmien abstraktien deadline on 15.5.1987. Lähempiä tietoja osoitteesta:

T. Lepistö
ICSMA 8
Tampereen teknillinen korkeakoulu
Materiaalitieteen laitos
PL 527
33101 TAMPERE

Vuorimiesyhdistyksen jäsenille

Teknillisten Tieteiden Akatemia r.y. tarjoaa rajoitetusti Vuorimiesyhdistyksen jäsenille (yksi kirja jäsentä kohti) mahdollisuuden hankkia vastikään julkaistun Akatemian kustantaman kirjan (kirjakauppahinta mk 480,—)

**V.K.LINDROOS, M.S.SULONEN JA
M.K. VEISTINEN:**

UUDISTETTU MIEKK-OJAN METALLIOPPI

jäsenhintaan mk 285,- postituskuluilla mk 30,- lisätynä osoitteella:

TEKNILLISTEN TIETEIDEN AKATEMIA R.Y.
KANSAKOULUKATU 10 A
00100 HELSINKI

Puhelintilaukset voidaan soittaa numeroon
90-694 4260 tai 90-694 4262.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

HALLITUKSEN TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1986

Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 43. vuosikokous pidettiin Helsingissä 21.3.1986. Puheenjohtaja Väinö Juntunen avasi kokouksen ja esitti katsauksen maamme vuoriteollisuuden kehityksestä 1985.

Yhdistyksen puheenjohtajaksi valittiin DI Väinö Juntunen ja varapuheenjohtajaksi DI Pertti Voutilainen.

Eero Mäkinen-ansiomitalli luovutettiin DI Olli Hermoselle sekä ensimmäinen Berndt Grönbloom-mitalli FT, DI Åke Bergströmille.

Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin DI Erkki Strömin, Ovako Oy Ab, esitelmä "Oma jatkojalostus — tukee teräksen valmistajaa", professori Aimo Mikkolan esitelmä "Suomen geologisen tutkimuksen saavutukset" sekä ylijohtaja Kalevi Kauranteen, Geologian tutkimuskeskus, esitelmä "Suomen geologinen tutkimus tänään — huomenna"

Jaostot kokoontuivat iltapäivällä omien erikoisalojensa merkeissä. Illallistanssiaisissa ravintola Adlonissa vastasi isännyydestä Ovako Oy Ab.

Toimihenkilöt

Yhdistyksen luottamustehtävissä ovat toimineet:

- puheenjohtaja DI Väinö Juntunen
- varapuheenjohtaja DI Pertti Voutilainen
- hallituksen jäseninä:
 - DI Pentti Hintikka
 - TkL Antero Järvinen
 - DI Jaakko Lautjärvi
 - DI Markku Leiritie
 - Prof. Kaj Lilius
 - DI Antti Mikkonen
 - DI Asko Ojanen
 - DI Urpo J Salo
 - Prof. Jouko Talvitie
- rahastonhoitajana
 - DI Kalle Vaajoensuu
- sihteereinä DI Heikki Savolainen ja DI Erkki Pimiä

Yhdistyksen toiminta

Hallitus kokoontui toimikauden aikana neljä kertaa. Kokouksissa ovat olleet läsnä myös jaostojen puheenjohtajat, rahastonhoitaja ja tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtaja.

Hallitus on myötävaikuttanut Tukholmassa v. 1987 pidettävän World Mining Congressin sekä Tukholmassa v. 1988 pidettävän International Mineral Processing Congressin järjestelyihin.

Molempien kongressien organisaatiokomiteoissa on VMY:n nimeämät edustajat.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden päätoimittajana on toiminut prof. Martti Sulonen ja toimitusneuvoston puheenjohtajana DI Matti Palperi.

Institute of Metals'in vuosikokouksessa 14.5.1986 yhdistystä edusti DI Erkki Ristimäki. Yhdistyksen edustaja Svenska Gruvföreningenin vuosikokouksessa 28.11.1986 oli DI V Juntunen.

Jaostot

Pääosan yhdistyksen jäsenoiminnasta on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

Jaostot ovat järjestäneet koulutus- ja esitelmätilaisuuksia sekä 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, FT Markku Mäkelä; sihteeri, FK Ritva Harinen

Kaivosjaosto: puheenjohtaja, DI C-F Bäckström; sihteeri, FK Heikki Latva

Metallurgijaosto: puheenjohtaja, TkT Juho Mäkinen; sihteeri, TkL Raimo Levonmaa

Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto: puheenjohtaja, TkL Hans Allenius; sihteeri, DI Hannu Penttilä

Yhdistyksen jäsenmäärä

Yhdistyksen jäsenmäärä 31.12.1986 oli 1803, missä on lisäystä edellisestä vuodesta 14. Uusia jäseniä tuli yhdistykseen 53, kuoleman kautta poistui 9 ja erosi 30.

Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunta kokoontui vuoden 1986 aikana kerran ja tutkimusjohtokunta kolme kertaa. Valtuuskunnan puheenjohtajana toimi DI Antti Mikkonen, varapuheenjohtajana DI Markku Leiritie ja sihteereinä DI Alf Westerland 30.9.1986 saakka ja sen jälkeen FM Ole Lindholm.

Toimikuntien puheenjohtajina toimi:

- Geologinen toimikunta: prof. Heikki Niini
- Kaivosteknillinen toimikunta: DI Pentti Seppänen 28.2.1986 saakka ja sen jälkeen prof. Raimo Matikainen
- Rikastusteknillinen toimikunta: TkL Hans Allenius.

Toimikauden aikana oli käynnissä yksitoista tutkimusprojektia ja kaksi esiselvitystä.

Pohjoismaista yhteistyötä jatkettiin. Tutkimuslaskeloiden vaihdossa annettiin omat selosteet pohjoismaisille veljesjärjestöillemme ja saatiin Ruotsista 15 ja Norjasta 4 tutkimuslaskelmaa.

Toimikuntien yhteispohjoismaisia kokouksia pidettiin seuraavasti: kaivosteknilliset toimikunnat 7.-8.10. Zinkgruvanissa Ruotsissa ja rikastusteknilliset toimikunnat 28.-29.8. Lappeenrannassa.

Vuoden 1986 aikana tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien valvomissa tutkimuksissa oli varojen käyttö yhteensä noin 2,4 miljoonaa markkaa.

VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS

Väinö Juntunen
puheenjohtaja

Heikki Savolainen
sihteeri

TUOSLASKELMA 1.1.1986–31.12.1986

Tulot

Jäsenmaksut		99.935,40
Tutkimusvaltuuskunta	148.772,50	
Esiselvitykset	262.489,50	
Selosteet	1.551,50	412.813,50
Vuoriteollisuus-lehti		116.321,20
Käsikirjan, solmioiden yms. myynti		4.877,80
Lahjoitukset		5.000,00
Korkotulot		2.522,00
LRC-ylijäämä		24.000,00
Tulot yhteensä		mk 665.469,90

Menot

Tutkimusvaltuuskunta	96.842,37	
Esiselvitykset	324.330,20	
Selosteet	5.022,00	426.194,57
Jäsentoim. ja koulutus		33.273,06
Matkat ja avustukset		21.681,30
Virkailijapalkkiot		20.079,82
Vuoriteollisuus-lehti		129.795,45
Vuosikokouskulut		22.013,75
Toimisto- ja sekal. kulut		6.906,10
Menot yhteensä		659.944,05
Tilivuoden ylijäämä		5.525,85
		mk 665.469,90

TASE 31.12.1986

Vastaavaa:

Rahoitusomaisuus		
— Postisiirtotili	12.206,82	
— Talletustilit	105.931,93	118.138,75
Tilisaamiset		178.113,94
		<u>mk 296.252,69</u>

Vastattavaa:

Vieras pääoma		
— Tilivelat	76.844,25	
— Siirtovelat	30.232,39	107.076,64
Oma pääoma		
— Ylijäämä ed. vuodelta	183.650,20	
— Tilikauden ylijäämä	5.525,85	189.176,05
		<u>mk 296.252,69</u>

SALDOT 31.12.1986

Tutkimusvaltuuskunta

Saldo 31.12.1985	+ 67.459,34	
v. 1986 alijäämä	- 13.381,07	
Saldo 31.12.1986		+ 54.078,27

Yhdistyksen toiminta

Saldo	+ 116.190,86	
v. 1986 ylijäämä	+ 18.906,92	
Saldo 31.12.1986		+ 135.097,78
Koko yhdistyksen saldo 31.12.1986		<u>+ 189.176,05</u>

TULO- JA MENOARVIO V:LLE 1987

Tulot

Jäsenmaksut 75 mk/jäsen		115.000
Tutk.jäs. vuosimaksut	134.900	
Osall. tutkim. + esis.	200.000	
Selosteiden myynti	3.100	338.000
Lehti		125.000
Lahjoitukset		5.000
Myynti		25.000
Korkotulot		7.000
		<u>mk 615.000</u>

Menot

Tutk. valtuuskunta	120.000	
Tutkim. ja esiselv.	280.000	
Selosteiden valmistus	3.000	403.000
Jäsenoiminta ja koul.		60.000
Matkat ja avustukset		25.000
Lehti		140.000
Virkailijapalkkiot		22.000
Vuosikokous		10.000
Toimisto ja sekal.		10.000
Jäsenluettelo		15.000
Solmioiden hankinta		30.000
		<u>mk 715.000</u>

Tilikauden alijäämä

Tutk. vltk	100.000	
Lehti	65.000	
Muu toim.	15.000	
		20.000

GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS 1986

Toiminta

Geologijaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana vuosikokoukseen ja syyssekskursiolle. Jaoston johtokunta on kokoontunut neljä kertaa.

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 21.3.1986 Rakennusmestarien talossa Helsingissä. Kokouksessa oli läsnä 106 jaoston jäsentä. Kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- Professori Alf Björklund, Geologian tutkimuskeskus: "Taktinen suunnittelu geokemiallisessa malminetsinnässä".
- Professori Lauri Eskola, Geologian tutkimuskeskus: "Alueellinen geofysikaalinen tutkimus Geologian tutkimuskeskuksessa".
- Filosofian tohtori Matti Vaasjoki, Geologian tutkimuskeskus: "Isotoopit malmiaihearvioinnin apuvälineenä".

Jaosto teki syyssekskursion 29.-30.9.1986 Vihannin Pyhäsalmen alueelle. Teemoina olivat "Vihannin malmi" ja "Kaivosten ympäristöjen pienten esiintymien tuotantoedellytykset". Ekskursiolle osallistui 46 henkilöä.

Ensimmäisen päivän tutustumiskohteita olivat Vihannin kaivos ja Raahen Laivakankaan Au-malmiaihe. Ylivieskan Rauhalan Zn-Cu-Pb-malmiaiheen esittely, Haapeveden Pöhlölän Au-mineralisaatio, Pyhäsalmen kaivoksella esitelmät kaivosten ympäristöjen pienten esiintymien tuotantoedellytyksistä sekä käynti Kiuruveden Ruoste-suon malmiesiintymällä kuuluivat toisen päivän ohjelmaan.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna on geologijaoston puheenjohtajana ollut filosofian tohtori Markku Mäkelä, varapuheenjohtajana tekniikan tohtori Markku Peltoniemi, sihteerinä filosofian maisteri Ritva Harinen ja muina jäseninä filosofian kandidaatti Olavi Auranen, filosofian maisteri Kalevi Pelkonen, filosofian maisteri Kyösti Heinänen ja filosofian maisteri Kurt Karlsson.

Jäsenet

Geologijaoston jäsenmäärä oli vuonna 1986 lopussa 392. Lisäystä edellisvuotiseen oli 3 henkeä.

Markku Mäkelä

puheenjohtaja

Ritva Harinen

sihteeri

**KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS
VUODELTA 1986**

Toiminta

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana kaksi ja jaoston johtokunta viisi kertaa.

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin yhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 21.3.1986 Helsingissä elokuvateatteri Charlie 2:ssa. Läsnä oli 62 jaoston jäsentä.

Kokousasioiden jälkeen P Särkkä kertoi BK:n kokouksesta ja kuultiin seuraavat esitelmät:

- Ole Lindholm: "Kaivosmittauksen kehitysnäkymät".
- Pekka Nieminen: "ATK Pyhäsalmen kaivosmittauksessa".
- Heikki Saarnio ja Eero Soininen: "Selektiivinen louhinta Hituras".

Esitelmän jälkeen käytiin niihin liittyvä keskustelu.

Syysretken kohteina olivat Enonkosken ja Louhen kaivokset. Syysretkelle osallistui noin 40 jaoston jäsentä sekä yksi NIF:n edustaja. Retken yhteydessä pidetyn jaoston syyskokouksen jälkeen kuultiin Rauno Pitkäsen esitelmä: "Paineilmaton kaivos".

Syksyllä pidettäväksi suunniteltu täydennyskoulutustilaisuus räjäytysteknikasta peruutettiin vähäisen osanottajamäärän vuoksi.

Kaivosjaoston puheenjohtaja on perinteiseen tapaan toiminut Bergsprängningskommittén'in, Svenska Gruvföreningen'in, BeFo:n sekä NIF:n yhdysmiehenä.

Muina yhdysmiehinä ovat toimineet:

FM Ole Lindholm: International Society of Mine Surveying.

TkT Pekka Särkkä: International Society for Rock Mechanics.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana ollut DI C-F Bäckström, varapuheenjohtajana DI Esko Alopaeus ja johtokunnan muina jäseninä DI Jorma Illi, DI Tauno Manunen, TkT Pekka Särkkä ja DI Erkki Wiinämäki. Sihteerinä on toiminut FK Heikki Latva.

Jaoston jäsenmäärä

Kaivosjaoston jäsenmäärä oli vuoden 1986 lopussa 392 henkilöä.

Carl-Fredrik Bäckström

puheenjohtaja

Heikki Latva

sihteeri

METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1986

Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimikauden aikana vuosikokoukseen ja syyskokoukseen.

Metallurgijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 21.3.1986 Helsingissä Rakennusmestarien talolla. Läsä oli parhaimmillaan 185 jäsentä.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- TkL Veikko Alasvuo: "Senkkakäsittelyjen vaikutus teräksen laatuominaisuuksiin"
- DI Juhani Vahtola: "Outokumpu Oy:n ferrokromituotanto tänään"
- Prof. Sakari Heiskanen: "Valu tulee takaisin"
- DI Tapani Vainio-Mattila: "Valimo tänään ja huomenna"
- DI Pekka Havola: "Konstruktiokeeraamit"
- DI Markku Tilli: "Piikiekkujen valmistusteknologia"
- TkT Tuomo Suntola: "ALE-menetelmä yhdisteohutkalvojen valmistamiseksi"

Lauantain ekskursiot tehtiin Tekniikan museoon ja Aluma Oy:n Keimolan tehtaalle. Ekskursioille osallistui 15 + 46 jäsentä.

Jaoston kesäretki tehtiin 22.8.1986 Ovako Oy Ab:n Taalintehtaalle ja Partek Oy:n Paraisten tehtaalle. Kesäretkelle osallistui 81 metallurgiaa.

Syyskokous pidettiin 29.10.1986 Vuoriteollisuusosastolla Otaniemessä. Kokoukseen osallistui 43 jäsentä. Kokouksessa kuultiin esitelmät seuraavista aiheista:

- *Hallinnonuudistus ja suuosastot
- *Opiskelijatilanne ja metallurgien sijoittuminen
- *Metallurgien koulutus
- *Laboratorioiden tutkimustoiminta
- *Kiertokäynnit laboratorioissa

Koulustoiminta

Koulustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (metallurgian VAT) kautta. Puheenjohtajana on toiminut TkL Markku Kytö. Yhteistoiminnassa INSKO:n kanssa järjestettiin seuraavat koulustilaisuudet:

- "Rakenteiden keventäminen uusia materiaaleja hyväksikäytän". Keväällä 1986. Läsä oli 25 osanottajaa.
- "Uutta metallioppia ja muokkaustekniikka" keväällä 1986. Läsä oli 24 osanottajaa.
- "Mittaustekniikka kilpailukyvyyn tekijänä metallurgisessa teollisuudessa" syksyllä 1986. Läsä oli 22 osanottajaa.

Metallurgijaoston Korkeakouluyhteistyöelin kokoontui kaksi kertaa. Korkeakouluyhteistyöelin aloitti metallurgien koulutuskalenterin kokoamisen syksyllä 1986.

Tiedotus

Jaoston lehti "Metallurgijaosto tiedottaa" on ilmestynyt kolme kertaa.

Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston puheenjohtajana on toiminut TkT Juho Mäkinen, varapuheenjohtajana DI Matti Ketolainen, sihteerinä TkL Raimo Levonmaa ja jäsenenä FM Seppo Haarala, TkL Tapio Moisala, DI Kalevi Puolamäki, DI Hannu Savisalo ja TkT Tuomo Tiainen.

Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1986 lopussa 1000. Vuoden 1986 aikana uusia jäseniä hyväksyttiin 25 henkilöä ja jaostosta erosi 21 henkilöä.

Juho Mäkinen
puheenjohtaja

Raimo Levonmaa
sihtööri

RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1986

Toiminta

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 21.3.1986. Syysretkellä 23.10. käytiin tutustumassa Outokumpu Oy:n Enonkosken kaivokseen. Retken yhteydessä 24.10. pidettiin syysseminaari, jonka teemana oli "Kulutusta kestävä materiaalit".

Vuosikokouksessa 21.3.:

- puheenjohtajaksi DI Timo Niitin tilalle valittiin tekn.lis. Hans Allenius
 - varapuheenjohtajaksi tekn.lis. Hans Alleniuksen tilalle valittiin prof. Kari Heiskanen
 - johtokunnan uudeksi jäseneksi valittiin DI Markku Virtanen
- Kokouksen jälkeen kuultiin prof. Toimi Lukkarisen esitys: "Muiteluksia rikastustekniikan opetuksesta Teknillisessä Korkeakoulussa" Kokoukseen osallistui 66 jaoston jäsentä.
- Syysretken kohteena oli Outokumpu Oy:n Enonkosken kaivos, jossa tutustuttiin uusimpaan suomalaiseen kaivokseen ja rikastamoon.
- Retkelle osallistui 39 henkilöä.
- Jaoston seminaari järjestettiin 24.10. Savonlinnassa, teemana oli jo kolmannen kerran "Kulutusta kestävä materiaalit". Seminaariin osallistui 42 jaoston jäsentä.
- Seminaarissa kuultiin seuraavat esitelmät:
- DI Kai Laitinen, VTT: "Kulumista kestävien metallien valinta".
 - DI Jaakko Pellinen, Ovako Oy Ab: "Kulutusta kestävä teräset".
 - Ins. Seppo Tolonen, Outokumpu Oy: "Kulutusmateriaalien testaus ja valintakriteerit".
 - Thure Furberg, Skega AB, Ruotsi: "Suurten autogeenimyllyjen kumivuoraukset".
 - Toim. joht. Eero Kangas, Oy Skega Ab: "Polyuretaani kulutusmateriaalina".
 - Os. pääll. Heikki Tiainen, ISKO Oy: "Kumilaadut ja kumiosien korjaus".
 - Os. pääll. Kyösti Jäppinen, Tikkurila Oy: "Maalien ja nestemäisten polyuretaanien mahdollisuudet kulumissuojauksena".

Toimihenkilöt

Jaoston johtokunta 21.3.1986 lähtien on ollut:

Puheenjohtaja:	Hans Allenius
Varapuheenjohtaja:	Kari Heiskanen
	Lauri Siirama
	Juhani Haartti
	Markku Virtanen
Sihtööri:	Hannu Penttilä

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä 31.12.1986 oli 273 jäsentä. Vähennystä vuoden aikana oli 3 jäsentä.

Johtokunta kokoontui vuoden aikana 3 kertaa.

Hans Allenius
puheenjohtaja

Hannu Penttilä
sihtööri

OTTEITA TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTAKERTOMUKSESTA VUODELTA 1986

Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunta kokoontui vuoden aikana kerran, 20.2.1986. Tutkimusjäseninä oli vuoden alussa 19 yritystä, joilla oli edustajansa (Outokumpu Oy:llä kaksi) tutkimusvaltuuskunnassa. Näiden lisäksi valtuuskunnassa olivat edustettuina VMY:n neljä jaostoa puheenjohtajiansa välityksellä. Hallituksen nimittämiä asiantuntijajäseniä olivat professorit Sakari Heiskanen, Jouko Talvitie ja Sakari Kurronen. Tutkimusvaltuuskunnan kokoukseen osallistuivat myös toimikuntien puheenjohtajat, VMY:n rahastonhoitaja ja tutkimusvaltuuskunnan sihtööri.

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana toimi DI Antti Mikkonen, varapuheenjohtajana DI Markku Leiritie ja sihteerinä 30.9. asti DI Alf Westerlund ja sen jälkeen FM Ole Lindholm.

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano toimikauden aikana oli seuraava:

Tutkimusjäsen ja sen varsinainen edustaja, varamies (suluissa)

Ekono Oy, Risto Rinne (Jussi Nelson), Finnminerals Oy, Hannu Haveri (Jouko Olkkonen), Oy Forcit Ab, Kalle Ylätaalo (Sten Anders Eriksson), Oy Förby Ab/Karl Forsström Ab, Karl Haahti (Jarmo Suvio), Imatran Voima Oy, Pentti Lehtinen (Reijo Gardemeister), Kemira Oy, Antti Mikkonen (Heikki Kauppinen), Kone Oy, Asko Kaanpää (Alpo Maksimainen), Larox Oy, Harri Eronen (Pertti Ovasainen), Oy Lohja Ab, Carl-Fredrik Bäckström (Heikki Latva), Myllykoski Oy/Ruskealan Marmori Oy, Juha Niinimaa (Tauno Paalumäki), Outokumpu Oy, Timo Välttilä, Pentti Seppänen (Paavo Eerola,

Paavo Kupias), Oy Partek Ab, Markku Leiritie (Esko Lundén), Perusyhtymä Oy, ARA, Pekka Vauramo (Harri Hursti), Rauma-Repola Oy, Veikko Linnola (Jouni Nummela), Rautaruukki Oy, Jorma Illi (Aimo Hiltunen), Oy Tampella Ab, Tamrock, Kalle Hakalehto (1.9. asti) (Rolf Ström). Geologijaosto, Markku Mäkelä. Kaivosjaosto, Carl-Fredrik Bäckström. Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto, Hans Allenius. Metallurgijaosto, Juho Mäkinen.

Tutkimusjohtokunta

Tutkimusjohtokunta kokoontui vuoden aikana kolme kertaa: 13.2. Helsingissä, 10.6. Espoossa ja 16.10. Helsingissä.

Tutkimusjohtokunnan kokoonpano oli vuoden lopussa: DI Antti Mikkonen, puheenjohtaja; DI Markku Leiritie, varapuheenjohtaja; TkL Hans Allenius, prof. Raimo Matikainen, prof. Heikki Niini ja DI Timo Välttilä.

Tutkimustoimikunnat

Vuoden aikana toimi kolme tutkimustoimikuntaa, nimittäin; geologinen (puheenjohtaja prof. Heikki Niini), kaivosteknillinen (puheenjohtaja 28.2. asti DI Pentti Seppänen ja sen jälkeen prof. Raimo Matikainen) ja rikastusteknillinen (puheenjohtaja TkL Hans Allenius).

Käynnissä olleet tutkimukset

Suoraan tutkimusjohtokunnan valvonnassa oli tutkimusprojekti:
— Kaivosten jätevesien ja kiinteiden jätteiden käsittely

Geologisen toimikunnan valvonnassa olivat tutkimusprojektit:
— Malmiaiheiden luokittelu spektri-IP-mittausten avulla
— Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet

Sekä esiselvitys:
— Näytteenotto ja havainnointeiko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvittelyssä

Geologinen toimikunta ja kaivosteknillinen toimikunta valvoivat yhdessä tutkimusprojektit:
— Teollisuusmineraaliesiintymien geofysikaalinen raakku- ja malmityyppikartoitus
— Heikkousvyöhykkeiden huomioiminen louhinnan suunnittelussa

Kaivosteknillisen toimikunnan valvonnassa olivat tutkimusprojektit:
— Kallion jännitystilan mittaaminen syvässä poranrei'issä
— Taloudellinen irroitus avolouhoksilla
— Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä
— Avolouhosseinämien puhdistus

Tämän lisäksi seurasi kaivosteknillinen toimikunta seuraavia projekteja:
— Kalliopulttien jälkivalvonta
— Poranreikäseismiikka — vaihe 3
— Suunnattu kairaus

Rikastusteknillinen toimikunta valvoi tutkimusprojektit:
— Sakeutus — suodatus
— Näytteenotto

Sekä esiselvityksen:
— Hienojen raeluokkien rikastus

Seminaarit

Vuoden aikana pidettiin kaksi seminaaria, nimittäin tutkimusjohtokunnan järjestämä seminaari aiheesta "Tuotantominalogia" ja rikastusteknillisen toimikunnan järjestämä aiheesta "Sakeutus-suodatus".

Pohjoismainen yhteistyö

Pohjoismainen yhteistyö jatkui perinteelliseen tapaan toimintavuonna. Rikastusteknillinen ja kaivosteknillinen toimikunta pitivät yhteispohjoismaiset kokoukset ja sihteeri osallistui Svenska Gruvföreningin, Gruvforskningenin kevätkokoukseen, joka pidettiin Grängesbergissä 8.–9.4.1986.

Geologinen toimikunta:

Geologisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous Norjassa peruuntui Norjan hotelli- ja ravintola-alan työmarkkinaselkkauksen vuoksi ja siirrettiin pidettäväksi keväällä 1987.

Kaivosteknillinen toimikunta:

Kaivosteknillisten toimikuntien kokous pidettiin Zinkgruvanissa, Ruotsissa, 7.–8.10.1986.

Rikastusteknillinen toimikunta:

Rikastusteknillisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous pidettiin 28.–29.8.1986 Lappeenrannassa.

Tutkimusten raportointi

Vuoden 1986 aikana julkaistiin tutkimusvaltuuskunnan tukemista tutkimuksista seuraavat julkaisut:

A75 Heikkousvyöhykkeiden geofysikaaliset tutkimusmenetelmät
A76 Teollisuusmineraaliesiintymien raakku- ja malmityyppikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla

A77 Kaivosten jätevedet, kiinteät jätteet ja ympäristönsuojelu

A78 Suomen kaivokset ja ympäristönsuojelu

B37 Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä

Sakeutus-suodatusprojektin tuloksia esiteltiin 11.11.1986 TTK:ssa pidetyssä tiedotustilaisuudessa, johon osallistui 35 henkilöä

Norjasta ja Ruotsista saadut raportit

Suoraan raportit, jotka saapuivat vuoden aikana ovat lainattavissa sihteeriltä:

Stiftelsen Bergteknisk Forskning

- J Holmgren. Bolt Anchored Steel Fibre Reinforced Shotcrete Linings. BeFo 73:1/85
- B Alvedahl, R Benedik, I Öhman. Underhåll av bergrum och tunnlar. BeFo 80:1/85
- S G-A Bergman, A Carlsson. Förundersökningar i berg. Rekommendationer för förundersökningar, prognoser och utlåtanden. BeFo 86:1/86
- L Hässler, J Andersson, H Stille. Injekteringens styrmekanismer - Etapp 1-Grundläggande samband. BeFo 105:1/85
- B Bjarnason, B Leijon, O Stephansson. The Bolmen Project. Rock stress measurements using hydraulic fracturing and overcoring techniques. BeFo 160:1/86
- P-A Lindqvist, W A Hustrulid, H Hedén, S-E Hellström, P-O Sognfors. Framtida malmbyggning: - Områden för gruvteknisk forskning och utveckling. BeFo 173:1/85
- Underlag för gruvteknisk FoU-plan. BeFo 173:2/85
- B Vasseur. Uppmätta och beräknade temperaturer och energiförluster. Vattenfall, BeFo, Avesta kommun, BFR NE, Avesta-projektet 1986:1
- Bergmekanikdag 1986. Red. M Finkel
- BeFo Activities 1985

Svenska Gruvföreningen

- Redogörelse för det Första Nordiska Gruvmätermötet 1984. Meddelande nr 166 volym 12
- Svenska Gruvföreningens årsmöte den 28 november 1985. Meddelande nr 167 volym 12
- Arbetskadestatistik vid svenska malmgruvor år 1985. Meddelande nr 168 volym 12
- Alternativ till utrymningsväg från gruva och annan underjordsanläggning. Gruvforskningen serie B nr 273
- Förbättrade arbetsmiljöåtgärder vid reparation av mobil gruvrustning under jord. Gruvforskningen serie B nr 274
- Risker vid användande av elektriskt drivna lastmaskiner under jord. Gruvforskningen serie B nr. 275
- Modellförsöksanläggning för tolkning av transient EM data vid malmprospektering. Gruvforskningen serie B nr 277

Bergverkenes Landssammenslutnings Industrigruppe Bergforskningen

- A Charge Weight based Mill Model. Teknisk rapport nr 31/3
- Geostatistisk analyse av kjerneprøver fra Örtfelforekomsten. Teknisk rapport nr 39/4
- Optimal sprengning i gruver under jord. Teknisk rapport nr 52/4
- Målning av utligningsrom. Teknisk rapport nr 63/2

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta

Antti Mikkonen
puheenjohtaja

Ole Lindholm
sihteeri

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 6.1.1987

Akkila, Leo, DI, s.30.3.1951. Geoseismo Oy, markkinointipäällikkö. Os: Jenkkapolku 23 A, 04420 JÄRVENPÄÄ. Jaos 3.

Eray, Necati, DI, s.27.3.1934. Ab Etiproducts Oy, general manager and member of the board. Os: Vilpunkatu 2 F 37, 02230 ESPOO.

Hukkala, Tarja, DI, s.2.11.1956. HTKK, tutkija. Os: Iivisniemenaukio 2 D 44, 02260 ESPOO. Jaos 3.

Isaksson, Tom, Ins., s.6.2.1959. Dalsbruk Oy Ab, valssaamon käyttöinsinööri. Os: Dalhöjden A 1, 25900 DALSBROK. Jaos 3.

Jääskeläinen, Heikki, DI, s.12.9.1941. Geoseismo Oy, toimitusjohtaja. Os: Kanneltie 20 C, 00420 HELSINKI. Jaos 2.

Karppanen, Toivo-Matti, DI, s.39.6.1956. Orion-Yhtymä Oy Normet, tuotekehityspäällikkö. Os: Kaarikatu 16 B 6, 74120 IISALMI. Jaos 2.

Laine, Eeva Liisa, DI, HuK, s.6.2.1956. HTKK taloudellisen geologian lab., tutkija. Os: Sammatintie 8 K 106, 00550 HELSINKI. Jaos 1.

Liimatainen, Jyri, DI, s.29.11.1961. HTKK Louhintatekniikan lab., tutkija. Os: Hämeentie 1, 04300 HYRYLÄ. Jaos 2.

Lindholm, Veli-Matti, DI, s.10.10.1957. Kemira Oy Engineering, rikastusinsinööri (tutkimus). Os: Siilinpääntie 10 As 12, 71800 SIILINJÄRVI. Jaos 4.

Luukkonen, Kimmo, DI, s.7.9.1957. Outokumpu Oy Enonkosken kaivos, insinööriharjoittelija. Os: Louhelantie 4 As 1, 58175 ENONKOSKI. Jaos 2.

Martikainen, Hannu, TkT, s.2.6.1952. Rauma-Repola Oy Lokomon terästehdas, tutkimus- ja kehityspäällikkö. Os: Helakallionkatu 6 H, 33580 TAMPERE. Jaos 3.

Merikallio, Ulla, DI, s.6.11.1958. Kemira Oy, Helsinki, Korroosioinsinööri. Os: Kajaaninlinnantie 3 A 1, 00900 HELSINKI. Jaos 3.

Mäkinen, Ilpo, DI, s.16.7.1956. LKAB/FoU, bergmekaniker. Os: Hjalmarlundsboksv. 75 H 1, S-98139 KIRUNA, SWEDEN. Jaos 2.

Niemi, Jouni, DI, s. 13.11.1958. HTKK Louhintatekniikan lab., tutkija. Os: Viljelijäntie 4 A 28, 00410 HELSINKI. Jaos 2.

Niva, Markku, DI, s.27.1.1961. Perusyhtymä Oy ARA, kehitysininööri. Os: Kannuskatu 12 D 44, 20880 TURKU. Jaos 2.

Pironetti, Erkki, Ins., s.7.4.1942. Orion-Yhtymä Oy Normet, myynti- ja after sales-päällikkö. Os: Ullakontie 1, 74120 IISALMI. Jaos 2.

Ranta, Heikki, DI, s.27.4.1957. Oy Tampella Ab Tamrock, myyntinsinööri. Os: Sjököulla, 00980 HELSINKI. Jaos 2.

Ristiluoma, Sinikka, FK, s.10.8.1944. HTKK Kirjasto, ylim.kirjastoapulainen. Os: Vaasankatu 25 A 23, 00500 HELSINKI. Jaos 1.

Tiainen, Markku, FK, s.27.9.1954. Geologian tutkimuskeskus, geologi. Os: Haahkatie 16 B 15, 00200 HELSINKI. Jaos 1.

Tukkimies, Matti, DI, s.7.1.1961. Tietokumpu Oy, ATK-suunnittelija (kaivossuunnittelu). Os: Nousukuja 10 E 75, 83500 OUKUMPU.

Ulvelin, Kimmo, DI, s.14.2.1961. Oy Tampella Ab, Tamrock Drills, appliction-insinööri, Os: Rauhaniementie 26 A 13, 33180 TAMPERE.

Vesanto, Asko, DI, s.26.1.1959. HTKK Mineraalitekniikan lab., tutkija. Os: Jämeräntäival 10 F 90, 02150 ESPOO. Jaos 4.

Wiiala, Ulla, DI, s.14.3.1955. HTKK, assistentti. Os: Kotinummentie 4 J 61, 00700 HELSINKI. Jaos 3.

Kokouksessa 19.3.1987

Honkanen, Eino, DI, s.22.4.1950. Outokumpu Oy Terästeollisuus, markkinointi-insinööri. Os: Tähtelänkatu 6, 94200 KEMI. Jaos 3.

Hynynen, Pekka, DI, s.12.9.1946. Outokumpu Engineering, Kaivos- ja rikastustekniikka, johtaja. Os: Latvatie 3, 02710 ESPOO. Jaos 4.

Krook, Immo, Ins., s.25.4.1941. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, koulutus-päällikkö. Os: Venetie, 85100 KALAJOKI. Jaos 3.

Nieminen, Pekka, DI, s.22.8.1959. Oy Tampella Ab Tamrock, myynnin tekninen tuki. Os: Puistokaari 13 C 33, 00200 HELSINKI. Jaos 2.

Siivonen, Markku, FM, s.24.1.1957. Suunnittelukeskus Oy, suunnittelija/geologi. Os: Suurlohjankatu 35 A 9, 08100 LOHJA. Jaos 1.

Vuollo, Jouni, FM, s.4.12.1956. Oulun Yliopisto, geologi. Os: Alangontie 10 B 6, 90440 KEMPELE. Jaos 1.

**UUTTA JÄSENIÄ —
NYTT OM MEDLEMMARNA**

Aakala, Harri, DI. Ovako Teräsmarkkinointi Oy, myyntipäällikkö. **Ahkola-Lehtinen, Anne**, TkL. Dalsbruk Oy Ab, laadunvalvontainsinööri. Os: B 55, 25900 TAALINTEHDAS.

Airas, Risto, DI. Oy Aluma Ab, tuotantopäällikkö. Os: Rahakamarinkatu 4 A 5, 00240 HELSINKI.

Alaniska, Heino, Ins. A/S Bidjovagge Gruber, suunnittelu- ja käyttöinsinööri.

von Alftan, Cristian, TkL. Outokumpu Oy Elektroniikka/Järjestelmät, sovellutuskehityksen päällikkö.

Allenius, Hans, TkL. Outokumpu Oy Engineering, sales manager/ Mining & Mineral Technology.

Björkqvist, Lars-Göran, DI. Adr: Transamine services Ltd, 4 Stanhope Gate, W1Y 5LA LONDON, ENGLAND.

Engman, Gösta, Ing. Dalsbruk Oy Ab, direktör.

Eklund, Juhani, DI. HTKK Koneinsinööriosasto, tutkija. Os: Seljapolku 5 D 37, 01360 VANTAA.

Erkkilä, Eero, DI. Eläkkeellä. Os: Snellmaninkatu 16 C 38, 70100 KUOPIO.

Eskelinen, Eelis. DI. Myllykoski Oy Talkkiteollisuus, Luikonlahti, johtaja. Os: Junamiehenkatu 1, 83500 OUKUMPU

Frii, Jarmo, DI. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus/KTT, projekti-insinööri.

Grundström, Leo, FL. Os: Marttilankatu 5, 38200 VAMMALA.

Haapamäki, Ilkka, DI. Kometa Oy, aluepäällikkö/Pohj.- ja Et.-Amer. sekä Et.-Eur.

Hakapää, Antero, DI. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus/UKP, project manager.

Hallanaro, Taneli, DI. Rammer Oy, viestintäpäällikkö.

Heiniö, Matti, DI. Os: Laurinahonkatu 4 A, 33420 TAMPERE.

Heiskanen, Risto, DI. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus/UKP, operations manager.

Hytti, Pekka, DI. Tampella Oy Tamrock Trackdrills/Tamrock Japan, myynnin edistäminen.

Inkiläinen, Juha, DI. Ovako Steel Oy Ab Raudoitustuotteet, tuoteyksikön johtaja.

Isohanni, Markku, FL. Outokumpu Oy Malminetsintä, Länsi-Suomen aluetsto, geologi. Os: Närvilänkatu 2, 67100 KOKKOLA.

Isoherranen, Seppo, DI. Outokumpu-konserni Kuparituoteteollisuus, operatiivinen johtaja.

Jokinen, Kari V.J., DI. Raision tehtaat Kasviöljyteollisuus, johtaja.

Judin, Vesa-Pekka, TkT. Kemira Oy Oulun tutkimuslaitos, prosessitutkimusjaoston päällikkö. Os: Hintantie 60 K, 90600 OULU.

Jutila, Esa, TkT. Oy Wärtsilä Ab Keskushallinto, kehitysjohdaja.

Järvinen, Tapani, TkL. Outokumpu-konserni Kuparituoteteollisuus, johtaja/Lanka ja kuparivetotuotteet.

Kaasinen, Kirsi, DI. Mäkipäänkatu 25 A 30, 37500 TAMPERE.

Kahila, Erja, DI. Oy Lohja Ab Minerals, kehitysininööri. Os: Impivaarantie 8 E 15, 02880 VEIKKOLA.

Kajan, Markku, DI. Kometa Oy, markkinointijohtaja.

Kalapudas, Reijo, DI. Os: Nikkeliperä 4 B, 83500 OUKUMPU.

Kalliokoski, Aarno, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, rikkihapotehtaan päällikkö.

Kangas, Matti, TkL. Outokumpu Oy Elektroniikka/Järjestelmät päällikkö/tehdastietojärjestelmät.

Karjalainen, Kyösti, TkL. Rautaruukki Oy, apulaisjohtaja/yritysstrategia ja liiketoiminnan keh.

Karjalainen, Esko, DI. CPC Teollisuustuotteet Oy, toimitusjohtaja. Os: Kultarikonpolku 4 D 19, 01300 VANTAA.

Karppanen, Tapio, FK. Outokumpu Oy Enonkosken kaivos, kaivosgeologi.

Katajarinne, Tapani, DI. Outokumpu Oy ATK, käyttöpäällikkö.

Kauppinen, Pentti, DI. VTT Metallilaboratorio, erikoistutkija. Os: Sarastuskuja 1 B, 02200 ESPOO.

Keränen, Risto, TkL. Kemira Oy Kokkolan tehtaat, johtaja (1.1.1988 alk.).

Kilpinen, Matti, DI. Rauma-Repola-yhtymä Konepajateollisuus, markkinointijohtaja.

Kilponen, Tapani, DI. Os: Krankantie 2, 90160 OULU.

Koppinen, Ilpo, DI. Outokumpu-konserni Kuparituoteteollisuus, tutkimus ja kehitysjohdaja.

Koski-Lammi, Erkki, DI. Os: 127-3 Kirkbride rd, VOORHEES, NEW JERSEY 08043, USA.

Kukkonen, Esko, Ins. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, myyntijohtaja.

Kuronen, Urpo, FK. Os: Lumikonkatu 8 D 16, 67800 KOKKOLA.

Kuula, Heikki, Ins. Os: Lemettilä, 41340 LAUKAA.

Kärjä, Jaakko, DI. Os: Petäjätie 3, 92160 SALONEN.

Kärävä, Lauri, DI. Os: Vasarosenkatu 13, 15900 LAHTI.

Laamanen, Kai, DI. Outokumpu Oy Elektroniikka/Järjestelmät, tuotekehityspäällikkö.
Laitakari, Aatto, FK. Eläkkeellä.
Lakkala, Ossi, DI. Os: Rajametsäntie 6, 92130 RAAHE.
Lecklin, Esa, TkL. Imatran Voima Oy Yleinen osasto, osastonjohtaja.
Lehto, Jukka, DI. Outokumpu Oy Elektroniikka/Järjestelmät, tu-
 losyksikön johtaja.
Lehto, Sakari T., Ministeri. Eläkkeellä.
Leikko, Antero, DI. Os: Pelimannintie 21-23 E, 00420 HELSINKI.
Leinilä, Timo, DI. Dalsbruk Oy Ab, paikallispäällikkö.
Lindholm, Ole, FK. Eläkkeellä.
Louvo, Arno, DI. Os: Solnantie 37 B 45, 00330 HELSINKI.
Lähde, Seppo, DI. Os: Neljäs linja 26 C 84, 00530 HELSINKI.
Lönnqvist, Pehr, Ins. Starckjohann-Telko Oy, varatoimitusjohtaja,
 tukkuryhmän johtaja.
Makkonen, Raimo, TkL. Suomen rahapaja, johtaja.
Mannerkoski, Lauri, DI. Rautaruukki Oy, markkinointijohtaja.
Marjonen, Reino, FM. Embassy of Finland, Bangkok, kaupallinen
 neuvos. Os: Prem mansion, apt 7 A, 121 Sukhumvit soi, BANKOK
 10110, THAILAND.
Markkanen, Pentti, FK. Os: Latotie 7, 02240 ESPOO.
Matikainen, Raimo, prof. Os: Ajurinkatu 3 A 37, 02600 Espoo.
Mattfolk, Nicke, DI. Kuusakoski-konserni, Laihian Metalli Oy, toi-
 mustusjohtaja.
Merikanto, Nils, TkL. Ekon. Outokumpu-konserni Kuparituote-
 teollisuus, johtaja/valssatut tuotteet.
Mikkola, Juha, DI. VTT Savikuja 18, 92140 PATTIJOKI.
Molliis-Mellberg, Anders, DI. Ovako Steel Oy Ab Keskushallinto,
 tekninen johtaja.
Mustonen, Eeva-Liisa, DI. Kemira Oy Oulun tutkimuslaitos,
 jaostopäällikkö.
Mäkelä, Ulla, FL. Outokumpu Oy ATK, jaospäällikkö.
Mäkinen, Liisa, DI. Rakennuskirja Oy, mediatoimittaja.
Mörsky, Pekka, DI. VTT Mineraalitekniikan laboratorio, erikois-
 tutkija. Os: Kuilukatu 1 A 11, 83500 OUTOKUMPU.
Nelson, John, TkT. Outokumpu Oy Engineering, energiatekniikan
 myyntipäällikkö.
Nermes, Esko, DI. Eläkkeellä.
Nieminen, Seppo, Ins. Rautaruukki Oy, ohutseinäputkien myynti-
 päällikkö.
Nopanen, Heikki, DI. ekon. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus,
 markkinointijohtaja.
Oittinen, Kari, DI. Outokumpu Oy Kuparituote-teollisuus, lanka-
 tehtaan tuotantopäällikkö.
Ojanen, Asko, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Har-
 javallan tehtaas, paikallisjohtaja (1.8.1987).
Pajari, Lauri, DI. Os: Huvilaharju 15, 02720 ESPOO.
Palmu, Jussi, DI. Imatran Voima Oy, toimistoinsinööri. Os: Puus-
 tellinrinne 3 C 27, 00410 HELSINKI.
Palmu, Marjatta, DI. Suunnittelukeskus Oy, Helsingin rakennus-
 geologinen tsto, kalliosuunnittelija. Os: Puustellinrinne 3 C 27, 00410
 HELSINKI.
Palmu, Mauri, DI. Outokumpu-konserni Kuparituote-teollisuus,
 johtaja/porin valimot ja tehdaspalvelu.
Patrikainen, Pekka, FK. Os: Ins. tsto Y-suunnittelu, Luoteisrinne
 4, 02270 ESPOO.
Porkka, Jorma, DI. Eläkkeelle 1.7.1987.
Pulkkinen, Jussi, DI. Outokumpu Oy Keretin kaivos, johtaja
 (1.7.1987).
Puranen, Risto, FL. GTK, geofysiikko. Os: Kirvuntie 21 H, 02140
 ESPOO.
Pynnä, Ahti, DI. Os: Talinkorventie 3 B 69, 20310 TURKU.
Pönni, Heikki, DI. Transamine Corporation, NEW YORK, USA.
Raikunen, Seppo, EK. Outokumpu Oy ATK, ATK-suunnittelija.
Rapeli, Hannu, DI. Os: Vasamatie 7 F 2, 02630 ESPOO.
Ranta-Eskola, Arto, TkT. Rauma-Repola-yhtymä. Lokomon teräs-
 tehdas, projekti-insinööri/markkinointiosasto.
Rantanen, Raimo, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus,
 Kokkolan tehtaas, paikallisjohtaja (1.8.1987)
Ristimäki, Erkki, DI. Koverhar Oy Ab, tehtaaspäällikkö. Os:
 Mannerheimintie 14, 10960 HANKO POHJOINEN.
Rousu, Esa, DI. Kemira Oy Oulun tehtaas, johtaja.
Rummukainen, Jorma, Ins. Os: Hakaniemenranta 14 A 30, 00530
 HELSINKI.
Ruusunen, Pentti, DI. Outokumpu konserni Kuparituote-teollisuus,
 johtaja/kupariputket.
Saarela, Jukka, DI. Kemira Oy Vuorikemian tehtaas, osastoin-
 sinööri. Os: Hallituskatu 26 B 8, 28100 PORI.
Saarhelo, Kyösti, DI. Outokumpu Oy Elektroniikka/Järjestelmät,
 päällikkö/mineraali- ja kemian teollisuus.
Saarinen, Heimo, Ins. Eläkkeelle 1.8.1987.
Saksa, Pauli, DI. Ins.tsto Saanio & Riekkola, konsultti. Os: Paki-
 lantie 103 B 1, 00670 HELSINKI.

Salanne, Simo, TkL. Kemira Oy Oulun tutkimuslaitos, päällikkö.
Salo Simo, DI. Outokumpu Oy ATK, ATK-suunnittelija. Os: Vil-
 punkatu 2 D 21, 02230 ESPOO.
Seppänen, Alpo, DI. Svenska Geologiska AB, rikastusteknillinen
 konsultti, NICARAGUA.
Seppänen, Matti, TkT. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, jaos-
 päällikkö. Os: Kesäläntie 5 A, 92130 RAAHE.
Simonen, Ari, DI. Ins. tsto Paavo Ristola Oy, projektipäällikkö.
 Os: Kekkuriintie 1 K, 15880 SORAMÄKI.
Sipilä, Heikki, TkT. Outokumpu Oy Elektroniikka/Laitteet, tutki-
 muspäällikkö.
Sipilä, Ville, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kokko-
 lan sinkkitehtaan johtaja (1.8.1987).
Sirviö, Jyrki, DI. Vaisala Oy, tutkija.
Soikkeli, Timo, DI. Oy Tampella Ab Tamrock, tuotepäällikkö.
Sorsa, Ilkka, DI. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas/putkiryh-
 mä, teknisen neuvonnan päällikkö.
Stenfors, Rauli, DI. Outokumpu konserni Kuparituote-teollisuus,
 putkitehtaan aluevientipäällikkö.
Sundquist, Pekka, DI. Rautaruukki Oy Oulun keskuskonttori, lii-
 kevaihtoverotarkastaja.
Suominen, Sauli, DI. Oy WP Ceramics Ltd, myyntipäällikkö.
Syrjälä, Uolevi, Ins. Eläkkeellä. Os: Niemikatu 2 A 25, 33230
 TAMPERE.
Takala, Heljä, DI. Outokumpu Oy Metallurginen tutkimuslaitos,
 tutkimusinsinööri. Os: Länsipuisto 22 A 14, 28100 PORI.
Tallberg, Henrik, Ing. Oy Atlas Copco Ab, verkstälände direktör.
Tanner, Teemu, DI. Oy Tampella Ab Tamrock, Blasthole drills,
 yksikönjohtaja.
Tavela, Matti, FL. Os: 2195 Harrison dr, VANCOUVER BC, V5P
 2P7, CANADA.
Tinnis, Valentin, DI. Outokumpu Oy Engineering, instrumentti-
 insinööri.
Toivonen, Lasse, TkL. Altim Control Oy, myynti-insinööri.
Tuovinen, Rainer, TkL. Rautaruukki Oy Keskushallinto, apulais-
 johtaja.
Vainio-Mattila, Tapani, DI. Rauma-Repola-yhtymä Konepajateol-
 lisuus, prosessikoneryhmän johtaja.
Valkeapää, Tiina, DI. Os: Telakkakatu 2 B 38, 00150 HELSINKI.
Wennervirta, Heikki, FT. Eläkkeellä.
Vierros, Tero, DI. Oy Atlas Copco Ab, tuotepäällikkö.
Virta, Eero, DI. Primo Oy, laadunohjauspäällikkö. Os: Ratatie 4 A
 11, 01300 VANTAA.
Vuorela, Paavo, FL. Os: Hannusjärvenmäki 8, 02360 ESPOO.
Öhberg, Antti, DI. Ins.tsto Saanio & Riekkola, konsultti. Os: Vuo-
 rikatu 6 B 20, 00100 HELSINKI.
Österlund, Kaj, TkL. Oy Grönblom Ab, försäljningsdirektör.

SUORITETTUA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

OULUN YLIOPISTO

Geofysiikan laitos

Filosofian kandidaatti:

Vuento, Liisa: "Muhoksen muodostuman geofysikaalisista tutki-
 muksista".

Prosessiteknikan osasto

Diplomi-insinöörit:

Kokkonen, Pekka Tapio: "Tuotannonohjauksen informaatiojärjes-
 telmän suunnittelu Siilinjärven kaivokselle".

Partanen, Risto Olavi: "Palamyllyn täyttöasteen optimointi".

Räsänen, Juha Pekka: "Kobolitin poistoprosessin staattinen malli ja
 optimointi".

Siik, Sampo Ilari: "Terässlaiton simulointimallin jatkokehitys".

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Materiaalitieteen ja vuoriteknikan laitos

Tekniikan lisensiaatti:

Manninen, Maria Helena: "Kierrätetyn romun käyttö kovametallin valmistuksessa".

Lisensiaatintyön kirjallisuusselvityksessä kartoitettiin kovametallin nykyisiä käyttökohteita ja niihin käytettäviä kovametallilajeja. Työssä selvitettiin myös menetelmiä, joilla kovametallin mekaanisia ominaisuuksia voidaan parantaa: isostaattista kuumapuristusta ja pinnoitusta, sekä mahdollisuuksia korvata kovametalli jollakin muulla materiaalilla.

Työn kokeellinen osa kuului laajempaan tutkimusprojektiin, jossa selvitetään kierrätetyn WC-Co-kovametallijauheen sopivuutta kallioporamateriaaliksi. Tässä työssä karakterisoitiin eri menetelmillä ja verrattiin kahta kierrätettyä kovametallijauhetta vastaaviin normaaleihin tuotantojauheisiin. Elektronimikroskooppi-, ominaispinta-ala-, raekoon jakautuma- ja Auger- tutkimuksissa sekä kemiallisissa analyysissä havaittiin eroja ko. jauheiden välillä.

Jauheiden sintrauskokeissa verrattiin koekappaleiden lineaarikutistumia ajan funktiona eri lämpötiloissa ja erilaisilla esikäsitelyillä. Kokeissa havaittiin kierrätetyn kovametallijauheen saavuttavan lopullisen tiheydensä hitaammin kuin normaali tuotantojauhe, mutta sen sintrattu rakenne saatiin vastaamaan tuotantokovametallia esijauhauksella.

Diplomi-insinööri:

Sjöblom, Curt Johan Patrik: "Databaser och deras användning inom geologin".

TURUN YLIOPISTO

Maaperägeologian osasto

Filosofian tohtori:

Salonen, Veli-Pekka: "Glacial transport distance distributions of surface boulders in Finland". Julkaistu GTK:n Bulletin-sarjassa, no 338.

Filosofian kandidaatit:

Liimatta, Päivi: "Moreenin geokemiasta Outokummun Kaasilan malmipuhkeaman ympärillä".

Kasari, Teuvo: "Murskauskelpoisen moreenin esiintymisestä tie- ja vesirakennuslaitoksen Vaasan piirin alueella".

Manner, Raimo: "Magneetitien hivenainekoostumus ja sen sovellukset Penikkain alueen geokemiallisessa tutkimuksessa".

Palmgren, Jukka: "Maaperän valonheijastuskyky ja valokuvausmenetelmät maaperän kerrosrakenteen tutkimuksessa".

Rantala, Jarmo: "Tutkimus moreenin soveltuvuudesta tierungon materiaaliksi Kiikka-Lavia tiehankkeen alueella".

Strandberg, Tapio: "Varsinais-Suomen kallioperän soveltuvuus tienrakennusmateriaaliksi".

ÅBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie kandidater:

Eklund, Olav: "Ocellartexturer i det tidigt postorogena Lemlands massivet, Åland".

Hakkarainen, Gerhard: "En kvartsdioritpluton i sydöstra delen av svecofenniska suprakrustalområdet, en modell av dess uppkomst".

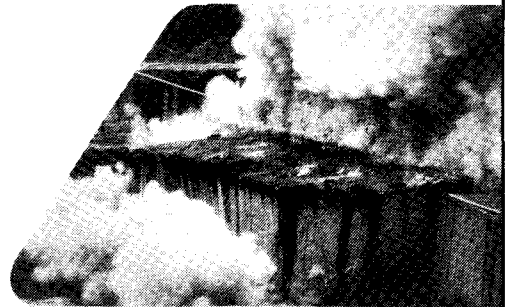
Leino, Hilikka: "Stratigrafi och vulkanism i Valasjaure-grönstensområde, norra Sverige".

Nylander, Juhani: "Petrologi och kemi i chertkvartsiter från Hanhima-området i Kittilä, Lappland".

Pihl, Håkan: "Dolomitkalkstenarna i Paltamo, Koikerojärvi och Maaninka, Kolmikanta — geologi och flotationsförsök".

Teerilahti, Riitta: "Magmagenes och intrusion av en gabbro-dioritonalit-trondhjemit-serie i Kittamaa området, S om Nystad".

Louhintaräjähdysaineet Sytytysvälineet Tarkkuuslouhintaan Massalouhintaan



Modernia louhintatekniikkaa
tarvekilouhimolla.



OY FORCIT AB

PL 23. 10901 HANKO
Puh. 911-86 581

KEMIITI -käyttöpaikalla valmistuva nestemäinen räjähdysaine

Kemiitti on suurehkoihin louhintakohteisiin soveltuva, valmistukseltaan ja käytöltään turvallinen louhintaräjähdysaine. Lopullisesti se muodostuu räjähdysaineksi vasta poranreiässä. Jatkuvatoiminen sekoittaa/pumpata

-menetelmä mahdollistaa
räjähdysaineseoksen muun-
neltavuuden räjäytyskoh-
teen vaatimalla tavalla.



KEMIRA OY
VIHTAVUOREN TEHTAAT

VUORITEOLLISUUS – BERGSHANTERINGEN

— yhteinen lehtemme

Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen alkoi vuonna 1943 julkaista jäsenlehteä, jonka nimeksi tuli, kuten kaikki tiedämme, VUORITEOLLISUUS-BERGSHANTERINGEN. Lehden tarkoituksena on toimia yhdysiteenä jäsenten välillä sekä julkaista artikkeleita jäsenistöä kiinnostavista aiheista.

Lehden toimitustapa on alusta alkaen ollut pitkälti talkoohenkinen, mistä johtuen lehden vakituinen toimituskunta on minimaalinen, käsittäen OTO-päätoimittajan ja -toimittajan sekä free-lance toimitussihteerin. Tämän vuoksi toimituksella ei ole resursseja laatia laajempia artikkeleita tai toisaalta stilisoida lehteen lähetettävää materiaalia, vaan tässä nojaututaan edellä mainittuun talkoohenkeen, jota uskomme edelleen vuorimiespiireistä löytyvän.

Koska lehden toimitustapa on edellä mainitun kaltainen, on lehden budjetti voitu pitää pienenä ja kustannukset voidaan lähestulkoon kokonaisuudessaan kattaa ilmoitustuloilla. Näin ollen yhdistyksen jäsenet saavat lehden ilmaiseksi, mikä on nykyään melko harvinaista tämän tyyppisten julkaisujen yhteydessä.

Haluamme edelleen painottaa, että tämä edellyttää kirjoittajilta artikkelien mahdollisimman pitkälle menevää viimeistelyä; seikkaperäiset kirjoitusohjeet löytyvät lehden keltaisilta sivuilta. Huonosti viimeistellyt käsikirjoitukset johtavat yleensä lehden ilmestymisen viivästymiseen.

Lehden tavoitteena on julkaista mahdollisimman monenlaisia artikkeleita, jotka liittyvät vuoriteollisuuteen. Toivottavaa olisi kuitenkin saada yleisluontoisia kirjoituksia, koska nämä kiinnostavat mahdollisimman monia lehden lukijoita. Kirjoitusten tulisi mieluummin olla lyhyitä ja ytimekkäitä, jotta lehteen saataisiin monipuolista materiaalia. Kuvat keventävät ja havainnollistavat tekstiä, mutta niiden pitäisi olla hyvin piirrettyjä, valokopioista ei yleensä saa painokelpoista kuvaa.

Jotta yhteinen lehtemme taso jatkuvasti voidaan säilyttää, haluamme vielä kerran painottaa, että se edellyttää kaikkien jäsenten aktiivista panosta; siis kynät savuamaan! Paitsi kunnia ja mainetta lehteen kirjoittamisesta saa kirjoituspalkkion. Lisäksi vuoden parhaalle artikkelille myönnetään Oy LOHJA Ab:n lahjoittama Petter Forsström Pris, joka jaetaan Vuorimiespäivillä.

Toimitus

PETTER FORSSTRÖM PRIS — PETTER FORSSTRÖM PALKINTO

Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 3.4.1987 jaettiin Oy LOHJA Ab:n lahjoittama 5.000 markan suuruinen palkinto tunnustuksena VUORITEOLLISUUS-lehdessä v. 1986 julkaistuista ansiokkaista artikkeleista.

VUORITEOLLISUUS-lehden toimitusneuvoston tekemän ehdotuksen perusteella oli yhdistyksen hallitus päättänyt myöntää palkinnon dipl.ins. Pekka Salmiselle hänen porattu-
vuustutkimuksia käsittelevistä artikkeleistaan.

— vår gemensamma facktidskrift

År 1943 började Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen utge sin egen medlemstidskrift VUORITEOLLISUUS-BERGSHANTERINGEN. Avsikten var att skapa en förbindelselänk mellan föreningens medlemmar och att få ett eget organ där man kunde publicera för sin läsekrets intressanta artiklar som berörde fackets eget specialområde.

Det redaktionella arbetet har från första början i stor utsträckning utförts i form av s.k. talko. Redaktionspersonalen består av chefredaktören och en redaktör som bägge utför sitt pressmannavärv vid sidan om sitt egentliga arbete. Redaktionssekreteraren åter tjänstgör som frilans. Den här uppbyggnaden leder till det, att redaktionen ej har tillräckliga resurser till att utarbeta vidlyftigare artiklar eller stilisera till redaktionen inkommet material. Här ser vi oss tvungna att luta på bergsmännens poetiska anda och talkovilja.

Enär publiceringsutgifterna p.g.a. ovannämnda uppbyggnad har kunnat hållas tämligen låga, har det lyckats oss att nära nog ro i land budjeten med hjälp av annonsintäkterna. På så sätt får föreningsmedlemmarna sin egen tidskrift kostnadsfritt, vilket för dylika facktidskrifter i dagens läge är unikt.

Vi vill ännu betona, att vi förutsätter att inkommande artikelmanuskript är möjligast långt förbeartade; utförliga anvisningar finns på den fjärde gula sidan i varje nummer av tidskriften. Dåliga manuskript fördröjer utgivningen.

Vår strävan är att få möjligast olikartade artiklar vilka ansluter sig till bergshanteringen och metallurgin. Önskvärt vore dock att artiklarna skulle vara allmänt hållna och sålunda rikta sig till en så bred läsekrets som möjligt. Och så bör man alltid komma ihåg, att det kort formulerade är det klart tänkta. Bilder och diagram tar vi gärna emot, de förtydligar ju ofta kort och koncist. Dock bör bildernas svart-vita kontrast vara skarp, t.ex. suddiga ljuskopior ger ej tryckvärt resultat.

Kontentan av det hela blir alltså, att vi önskar att varje medlem verkligen går in för en aktiv insats till förmån för sin egen VUORITEOLLISUUS-BERGSHANTERINGEN. Här påminner vi ännu om det av Oy LOHJA Ab instiftade Petter Forsström Priset som utdelas vid Bergsmannadagarna och som ju medför ära och berömmelse för skribenten. Redaktionen utbetalar dessutom åt var och en skribent ett anspråklöst men desto mera välment författararvode.

Redaktionen



Dipl.ins. Pekka Salminen (oik.) vastaanottaa hänelle myönnetyn Petter Forsström-palkinnon yhdistyksemme puheenjohtajalta, DI Väinö Juntuselta.

JAPANI — raaka kalaa ja kumarruksia

Adel Hattab ja Pekka Pärnänen, TKK, Materiaalitieteen ja vuoritekniikan laitos, Espoo

Vuorimieskillan on vastattava osaltaan päivän haasteisiin ja kansainvälistymiseen. Osoitus Korkeakoulun ja teollisuuden yhteistyöstä oli excursio Japaniin vuonna 1986.

16 500 lentokilometrin jälkeen olimme Tokion Naritan kansainvälisellä lentokentällä. Opintojen alkuvaiheessa, keväällä 1982 päähän pälkähtänyt unelma oli täyttymässä. Töitä excursiomme eteen olimme tehneet noin 2 vuotta — kuka enemmän, kuka vähemmän. Joskus oli kallista tentinlukuaikaakin tuhraantunut yhteisen hankkeen hyväksi. Aurinkoisia teekkariinaamoja matkan aikana katsellessamme totesimme esityön olleen uhraamisen arvoisen.

Parivuotinen kirjeenvaihto isäntiemme, Mining and Metallurgical Institute of Japan — järjestön johtohahmojen Mr S. Suda, Mr F. Wada kanssa oli luonut välillemme lämpimät suhteet. Yhteistyö oli mutkatonta. Koko kaksiviikkoisen ”Japanin Ympäriajon” ajan he huolehtivat asioiden sujuvuudesta. He olivat myös järjestäneet yhteydet paikallisiin yrityksiin ja yliopistoihin. Samoin vaellusreititimme suomalaisen opiskelijamatkailuun hyvin perehtyneen matkatoimiston kanssa.

Excursion tarkoituksena oli tutustua Japanin kaivannais- ja metalliteollisuuteen, alan tutkimukseen ja opetukseen — kulttuuria unohtamatta.

Vierailukohteina olivat mm.

Yliopistot: Tohoku University
Senkan instituutti / Sendai
Akita University
Kyoto University

Yritykset: Sementtitehdas, Kalkkikaivos Chichibu
Mitsubishi Terässulatto
Siltarakennustyömaa
Mazda



Kunnioitettu valvojamme, dosentti Heikki Laapas, pikkupulaisineen Chichibun sementtitehtaalla!

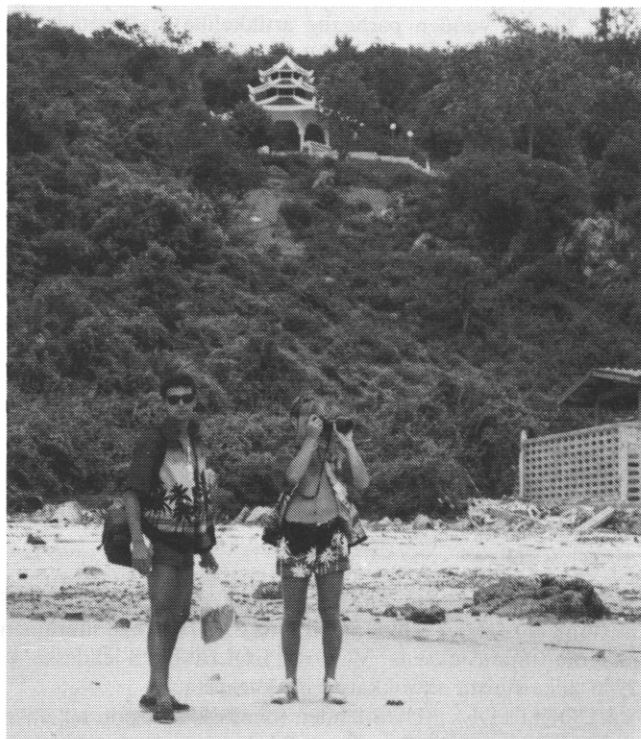
Yliopistoissa ja yrityksissä vastaanotto oli ylivuotavan ystävällinen; sekä Suomen että Japanin liput liehuivat pääkonttoreiden lipputangoissa. Yhteistyölle vannottiin ikuinen tulevaisuus. Meille esiteltiin työ- ja opiskelumahdollisuuksia Japanissa. Loimme todella hyvän pohjan presidentti ja rouva Teller-vo Koiviston käynnille Japanissa.

Japanin teollisuus on pitkälle organisoitunut. Se muistuttaa lukuisine alihankkijoineen mustekalaa lonkeroineen. Kansainvälisesti tunnetut mammuttiyritykset ovatkin kokoonpanotehtaita, joita tuhanneet pienet perheyrittäjäpohjaiset alihankkijat ruokkivat. Tavaraa emoyhtiöihin toimitetaan montakin kertaa päivässä. Näin välttyään kalliilta välivarastoinnista.

JOT-periaate (Juuri Oikeaan Tarpeeseen) toimii ja voi hyvin. Alihankkijoita on paljon, toimitusvaikeuksia vähän. Uskomatonta oli nähdä tämän järjestelmän pelaavan pienillä varastoilla, ja vielä prosessiteollisuudessa, jonka raaka-aineista suurin osa tulee ulkomailta.

Japanin menestyksen on taannut sen monipuolisen elinkeinoelämän ohessa varsin tasainen sosiaalinen rakenne. Kuinka kauan? Ulkoisten virikkeiden voimistuessa — yhteiskunnan länsimaistuessa — muutoksia on varmasti odotettavissa. Tokiossa on jo Disneyland.

Matkalla asuimme usein Ryokanissa — japanilaisessa kesti-



Tarinan kirjoittajat etabloituneina matkan loppuvaiheessa Pattaya Beachilla.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n tutkimuseloitteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimuseloitteet: sarja A

A 8	"Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	20,—
A 9	"Rikastamoiden jätelueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—
A 10	"Kuulurakenteet"	20,—
A 11	"Raakkulaimennus"	20,—
A 14	"Suunnan ja kaltevuuden mittaussyväkairauksessa" (uusi kopio)	30,—
A 15	"Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä"	20,—
A 15b	Kuvaliite nro 15:een	20,—
A 17	"Pölyn talteenotto"	20,—
A 18	"Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinna"	50,—
A 19	"Kulutusta kestävä materiaali" — nro 1:n täydennys	20,—
A 20	"Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 22	"Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24	"Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—
A 25	"Geofysikaaliset kenttätöt I — Painovoimamittaukset"	20,—
A 27	"Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—
A 28	"Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	20,—
A 32	"Seulonta"	40,—
A 34	"Geologisten joukonäytteiden analysointi"	50,—
A 36b	"Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39	"ATK-menetelmien käyttö kallioperäkartoituksissa"	25,—
A 40	"Kaivosten jätelueet ja ympäristönsuojelu"	45,—
A 42	"Kaivosten työympäristö"	50,—
A 44	"Geologinen näytteenotto"	50,—
A 47	"Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 50	"Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52	"Suunnattu kairaus"	50,—
A 53	"Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54	"Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 55	"Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,—
A 56	"Pölyntorjunta 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 mittauss"	50,—
A 62	"Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiyhdistyksistä"	30,—
A 63	"Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64	"Suomessa tehdyt kallion jännitystilän mittaukset"	50,—
A 65	"Kiintoaineen ja veden erotus"	50,—
A 66	"Pohjavesikysymys kalliotiloissa"	50,—
A 67	"Crosshole seismic investigation"	70,—
A 68	"Automation of a drying process"	70,—
A 69	"Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittauss"	50,—
A 70	"Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimäärittäminen pääalkuainekoostumuksen perusteella"	50,—
A 71	"Kallion tarkkailumittaukset"	50,—
A 72	"Elementtimenetelmien käyttö kaivostilojen lujuuslaskennassa"	50,—
A 73	"Crosshole seismic method"	50,—
A 74	"Pölynerotus ja ilmansuojelu"	70,—
A 75	"Heikkousvyöhykkeiden geofysikaaliset tutkimusmenetelmät"	90,—
A 76	"Teollisuusmineraaliesiintymien raaku- ja malmityyppikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla"	90,—
A 77	"Kaivosten jätevedet, kiinteät jätteet ja ympäristönsuojelu"	50,—
A 78	"Suomen kaivokset ja ympäristönsuojelu"	50,—

Koulutus- ja seminaarinäytteenotet, kalliomekaniikan päivien esitelmämonistheet sekä muut julkaisut: sarja B

	hinta	
B	"Kalliomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84"	50,—
B 12	"Kalliomekaniikan sanasto"	10,—
B 14	"Kaivossanasto"	8,—
B 16	INSKO 106-73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
B 17	INSKO 49-74 "Skänkmetallurgi-Senkkametallurgia"	45,—
B 18	INSKO 90-74 "Investoinnit ja käyttölaskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
B 19	INSKO 45-75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
B 20	"Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
B 21	"Rikastuskemikaalien käsittely-, mittaus- ja annostelumenetelmät"	30,—
B 22	"Kulutusta kestävä materiaali"	40,—
B 23	"Laatokan-Perämeren malmivyöhyke"	40,—
B 24	"Malminkäsittelylaitosten käyttöösteen ja kunnossapidon optimointi"	30,—
B 25	"Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa"	50,—
B 25b	"Waste rock dilution and its economic significance in mining"	50,—
B 26	"Pientunnelisymposiumi"	70,—
B 27	"Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,—
B 28	"Tuuletussymposiumi"	50,—
B 29	"Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,—
B 30	"Teollisuusmineraaliesiintymä"	50,—
B 31	"Kaivosten työsuojelu"	50,—
B 32	"Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisseminaari"	50,—
B 33	"Pulituspäivät 1983"	70,—
B 36	"Kalliotilojen mittaus- ja kartoitusseminaari 1985"	100,—
B 37	"Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä"	50,—

VMY:n solmio	{ sininen, 100 % silkki	70,—
	{ viininpunainen, —,—	70,—
Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti		
	vuosikerta Suomessa	65,—
	vuosikerta ulkomailla	85,—
Eero Mäkinen-mitali		200,—

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempi numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero.

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta DI Kalle Vaajoensuu mieluummin kirjallisesti osoitteella:
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
Outokumpu Oy
Kaivosteknillinen toimisto
83500 OUTOKUMPU
tai puh. 973-561

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy ALGOL Ab
- Oy ATLAS COPCO Ab
- Oy FORCIT Ab
- GEOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS
- HANGON KIRJAPAINO Oy
- KEMIRA Oy
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaat
- KOMETA Oy
- LAROX Oy
- Oy LOHJA Ab
- MACHINERY Oy
- OUTOKUMPU Oy, Porin tehtaat
- OVAKO STEEL Oy Ab
- Oy PARTEK Ab, Mineraaliyksikkö
- RAUTARUUKKI Oy
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Vuorikoneet
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- Oy TRELLEBORG Ab
- Oy VOLVO-AUTO Ab, VOLVO BM
- WIHURI Oy, WITRAKTOR

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

Lehden painatuskustannusten pienentämiseksi ja ulkoasun yhtenäistämiseksi kirjoittajia pyydetään noudattamaan seuraavia ohjeita:

Käsikirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkiä 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuuvitteineen** 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 valittaessa huomioon pienennyksen vaikutus. Kuvia ei varusteta kehysviivoin. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen. Kuvien ja piirustusten tulisi mieluiten olla musta-valkoisia.

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.

Kirjallisuusvitteet numeroidaan jatkuvasti // sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

1. *Järvinen, A.*, Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 34 (1976) 35—39.
2. *Kirchberg, H.*, Aufbereitung bergbaulicher Rohstoffe, Bd 1. Verlag Gronau, Jena 1953.

Jokaiselle artikkelille on ilmoitettava **englanninkielinen otsikko** sekä laadittava kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto — **summary** — pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivää.

Palauttaa **aina** käsikirjoitus yhdessä korjatun oikovedoksen kanssa takaisin toimitukseen.

Keväällä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **helmikuun loppuun** mennessä, syysnumeroon tarkoitetut **syyskuun loppuun** mennessä.

Eripainoksia toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella. Eripainoksien minimimäärä on **100 kpl**.

kievarissa. Ohyo-Onsenin kylässä Koillis-Japanissa ensimmäinen tehtävä oli löytää sellainen. Kylä ei itsessään ollut kovin suuri — vain pääkatu, joka jakoi kaikki 150 — ainoastaan japania puhuvat asukkaat.

Hämmästyksellemme huomasimme japanilaisissa ja suomalaisissa paljon yhteisiä piirteitä. Vasta sodanjälkeen teollistuneina valtioina, sekä Suomella että Japanilla on syvät juuret maaseudulla — metsäkansaa. Molemmilla kansakunnilla on avautumisen esteenä vaikea kielimuuri. Japanilaiset, kuten mekin, ovat sulkeutuneita — asioista ei puhuta, murheet pidetään sisällä. Pari sakea laukaisee kuitenkin estot. Kielimuuri on purettu — nauramme samoille asioille.

Rankan ja vauhdikkaan Japani-tourneen jälkeen suuntasimme kulkumme Brittiläisen Imperiumin viimeiseen linnakkeeseen Hong Kongiin ja sen kautta vesileikkien paratiisiin Thaimaan Pattaya Beachille.

はじめまして。〔わたしは〕 スミスです。どうぞ よろしく。

"toivottaa Kimonoon pukeutunut Ryokan-majatalon emäntä. "Lievien" kielellisten vaikeuksien ja seremonioiden jälkeen päätimme seurata emäntää tulevaan majapaikkaamme. Itse majataloon päästyämme seurasi 15 minuuttia kumartelua, kenkien hyllyys ja vaihto toiveleihin (kaikki kokoa 36), jonka jälkeen pukeutuminen Yakatoi-hiin, japanilaiseen aamutakkioasuuun. Liotettuamme varpaitamme matkapölystä tuikeudessa kyttyssä olikin jo päivällisen (Japanese style) aika. Puolentoista tunnin kevyen kulinaarisen nautinnon jälkeen (toim. huom. syömävälleinä puikot) olimme valmiit siirtymään huoneisiimme. Aamutussut jäivät riisipaperiliukuovien taakse ja sukellusruokailun aikana tatamille pedattuun vuoteeseen. Matka Ohyo-Onsenista Höyhensaarille oli alkanut.

MENU

- Sojapapukeitto
- Tummaa raakaa kalaa
- Vaaleaa raakaa kalaa
- Hüilloskalaa (kypsää)
- Erivärisiä ja -makuisia vihanneksia
- Kaikkea mahdollista ja mahdotonta merenpohjan vaeltajaa (myös merilevää)
- Ruokajuomana olut, olut ja lämmin sake

UUDISTETTU MIEKK-OJAN METALLIOPPI

Lindroos — Sulonen — Veistinen

Otava 1986

Vuoden 1986 lopulla ilmestyi kauppoihin "Uudistettu Miekk-ojan Metallioppi". Nimi viittaa edesmenneen metalliopin uranuurtajan professori Heikki Malakias Miekk-ojan kunnioitettavaan perinteeseen ja hänen v. 1960 julkaistuun Metallioppiinsa. Uudistustyössä on säilytetty alkuperäinen painoasu sekä tekstiä ja kuvia mahdollisimman paljon. Mitat ja monet nimitykset ovat nykyisten standardien mukaiset.

Aikaa kirjojen ilmestymisen välillä on siis noin neljännesvuosisata. Tänä aikana tutkimuksen etulinja on pyyhkäissyt yli maaston, joka silloin oli vielä tuntemattoman tiedon hallussa. Uudet ja takavuosisina kiistellytkin asiat ovat selkiytyneet ja siirtyneet oppikirjan totuuksiksi. Tulos on, että tieto on lisääntynyt, opittavaa on enemmän. Kirjan koko on kasvanut 669:stä sivusta 840:een.

Oppikirjan tekijän on ratkaistava, mitä asioita kirjaan otetaan mukaan ja kuinka syvällisesti niitä käsitellään. Uudistajat ovat tässäkin seuranneet Miekk-ojan linjaa. Suomen markkinoiden pienuuden takia kirjan kansantajuisuuden tulee ulottua opistotasolle ja tiedon tulee olla ryhmitelty niin, että käytännön tilanteissa kirjaa voi perusinsinööri käyttää käsikirjana. Teoksen päätarkoitus on kuitenkin toimia johdatusena korkeakoulun metallioppiin, jolloin metallien käytätymisen teoria on selvitettävä ensin ja käytännön ilmiöt johdettava sitten tästä teoriasta.

Teoksen alussa selvitetään kiteisen metallin atomien järjestyminen hilaksi ja epäsäännöllisyydet järjestytyksessä kuten vakanssit, dislokaatiot, raerajat, erkaumat, erilaiset faasit ja kaikkien näiden dynamiikka.

Metallien plastista muodonmuutosta selvitetään perusteellisesti, ja elpymistä käsittelevässä luvussa opitaan hallitsemaan plastisen muodonmuutoksen seuraukset metallissa niin, että muokkausta pystytään jatkamaan edelleen tai muokkauksen loppuvaiheissa saamaan metalliin haluttu mekaanisten ominaisuuksien yhdistelmä. Metallurgin työkalut lisääntyvät, kun mukaan otetaan seostus. Seostuksen lainalaisuudet lähtevät tasapainopiirroksista luvuissa 4-5, ja seuraavassa luvussa selostetaan näihin perustuvia operaatioita, kuten jäähmettymistä ja erkautumista sekä erilaisten ominaisuuksien aikaansaamista näiden tuloksena.

Kun tarpeelliset ymmärtämisen työkalut on hankittu, ryhdytään käymään läpi eri metalleja ja metalliseoksia. Terästen perinpohjainen osaaminen on meidänkin aikanamme koneenrakennuksen perusta ja vielä suuremmallakin syyllä kuin ennen, sillä erilaisia erikoisteräksiä kehitetään koko ajan lisää, ja nykyaikainen teknologia on tehnyt mahdolliseksi ns. tavallistenkin terästen ominaisuuksien huomattavan parantamisen. Teräksiä lähestytään rauta-hiilisysteemin perusasioilla ja näihin perustuvilla lämpökäsittelyillä sekä luodaan lyhyt silmäys teräksen valmistusmenetelmiin. Hiiliteräslaadut käydään läpi ja siirrytään seosteräksiin, edelleen ruostumattomiin teräksiin, erikoisteräksiin ja aina kovametalleihin saakka. Teräsjakson (luvut 7-15) lopussa on luku valuraudoista.

Kuparimetallit, alumiinimetallit ja "muut" metallit — tässä magnesium, sinkki, lyijy, nikkeli ja titaani — käsitellään omista luvuissaan.

Kirjan loppuosassa palataan metallien eräiden tärkeiden käyttäytymispiirteiden tarkasteluun. Metallien korroosion perusilmiöt esitetään ensin ja sitten omassa luvussaan selvitetään metallin käyttäytymistä jännityksen alaisena. Metalleja soveltavalle koneensuunnittelijalle tämä noin 120 sivua jännitystä sisältävä luku 20 selvittää mekaanisen lujuuden eri ulottuvuuksia, kuten vetokoetta, hauras- eli lohkomurtumaa, vetyhaurautta, tulenkestävyyttä ja kuumalujuutta, virumista, väsymistä, näiden teoreettista taustaa ja mittauksia sekä olosuhteita, joissa nämä ovat käyttöä rajoittavia tekijöitä. Oheistietona annetaan viitteitä materiaalin valintaa varten.

Tuoreutta teoksen sisältöön tuovat esimerkit huipputekniikan saavutuksista. Tällaisia ovat piikiteiden valmistus, muistimetallit, amorfiset metallit, magneettimetallit, uudet pinnoitusmenetelmät ja työstöterämateriaalit, Kymenite-valurauta, terästen uusimmat puhdistusmenetelmät sekä elektronimikroskopia. Liitteenä on taulukoita ja tärkeimmät terässtandardit.

Lukujen lopussa on asioita syvällisemmin tutkiskelevalle kirjallisuusluettelot. Luetteloissa esiintyvät suomalaiset tekijänimet kertovat lukijalle metallitutkimuksen korkeasta tasosta maassamme.

Herättäköön tämä äidinkielellämme kirjoitettu metallioppi tervettä kunnianhimoa aineen valinneissa opiskelijoissa ja kiinnostusta alaan aineenvalintoja tekevissä! Kuluessaan alalla jo työskentelevien käsissä nostakoon tämä kirja metallien käyttöaitoja Suomessa ja sen mukana metalliteollisuutemme kilpailukykyä!

Kalevi Onnela

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1986
Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu tn	Malmia tai hyötykiveä tn	Kaivostyöntekijöitä v. 1986			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avolouhos	maanalla	Yht.	
Malmikaivokset									
1. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	6 017 120	1 321 490	78	—	78	140 300
2. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	"	1 681 160	916 456	3	183	186	317 877
3. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	"	1 283 684	1 130 084	—	139	139	235 564
4. Hannukainen	Kolari	Fe, Cu	Rautaruukki Oy	1 270 600	538 800	8	—	8	14 352
5. Rautuvaara	Kolari	Fe	"	896 000	888 300	—	74	74	126 088
6. Keretti	Outokumpu	Cu, Zn, Co	Outokumpu Oy	591 766	460 040	—	160	160	276 684
7. Enonkoski	Enonkoski	Ni, Cu	"	519 302	424 970	—	42	42	71 440
8. Vammala	Vammala	Ni, Cu	"	470 777	388 558	—	48	48	82 160
9. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	"	463 262	463 262	—	61	61	103 323
10. Hammaslahti	Pyhäselkä	Cu	"	339 126	301 700	—	47	47	84 928
11. Vuonos	Outokumpu	Cu, Zn, Co	"	25 528	25 528	—	2	2	3 489
Malmikaivokset 11 kpl				13 558 325	6 904 188	89	756	845	1 456 205
Kalkkikaivokset									
1. Parainen	Parainen	Klk	Oy Partek Ab	1 611 374	1 533 039	22	4	26	47 787
2. Ihalainen	Lappeenranta	Klk, Wol	"	991 605	815 951	14	—	14	24 974
3. Tytyri	Lohja	Klk	Oy Lohja Ab	763 066	763 066	—	54	54	91 234
4. Mustio	Karjaa	Klk	"	504 786	240 664	9	—	9	16 305
5. Ruokojärvi	Kerimäki	Klk, Dol	Ruskealan Marmori Oy	383 200	297 608	4	21	25	41 593
6. Vampula	Vampula	Dol	Oy Partek Ab	344 199	164 077	5	—	5	9 000
7. Kalkkimaa	Tornio	Dol, Kv	"	233 000	233 000	2	—	2	2 740
8. Siikainen	Siikainen	Dol	"	230 409	204 535	6	—	6	8 325
9. Ryytimaa	Vimpeli	Dol	"	194 700	181 928	4	—	4	8 412
10. Äkäsjoen suu	Kolari	Klk	"	182 500	182 500	3	—	3	4 800
11. Sipoo	Sipoo	Klk, Dol	Oy Lohja Ab	174 775	174 775	—	14	14	22 176
12. Förby	Särkisalo	Klk	K. Forsström Oy	147 036	128 873	—	14	14	23 320
13. Ankele	Virtasalmi	Dol	Ruskealan Marmori Oy	85 175	58 208	2	—	2	2 633
14. Paltamo	Paltamo	Dol	Juuan Dol.kalkki Oy	17 000	17 000	2	—	2	2 960
15. Juuka	Juuka	Dol	"	16 250	14 900	1	—	1	1 650
16. Louepalo	Tervola	Dol, marm.	Lapin Marmori Oy	13 132	13 132	5	—	5	10 029
17. Rantamaa	Tornio	Dol	"	3 138	3 138	—	—	—	—
18. Sinermänpalo	Kittilä	Cr-marm.	"	81	81	—	—	—	42
Kalkkikaivokset 18 kpl				5 895 426	5 026 475	79	107	186	310 991
Mineraalikaivokset									
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, Klk	Kemira Oy	8 544 913	6 133 961	91	—	91	166 000
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	856 592	375 349	17	—	17	31 880
3. Kinahmi	Nilsjä	Kv	Oy Lohja Ab	210 270	198 425	5	—	5	8 000
4. Lipasvaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Myllykoski Oy	177 054	128 965	5	—	5	8 918
5. Horsmanaho	Polvijärvi	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	176 193	116 045	2	—	2	3 760
6. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	Oy Lohja Ab	131 317	125 767	5	—	5	9 230
7. Tulikivi	Juuka	Vuolukivi	Suomen Vuolukivi Oy	83 000	21 000	15	—	15	25 782
8. Nunnanlahti	Juuka	Vuolukivi	Nunnanlahden Uuni Oy	40 644	7 779	7	—	7	12 600
9. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Malmikaivos Oy	38 693	31 568	1	—	1	1 871
10. Hiekkämäki	Nilsjä	Kv	Oy Lohja Ab	15 107	15 107	—	—	—	240
11. Kvartsila	Nilsjä	Kv	"	9 377	9 377	—	—	—	120
Mineraalikaivokset 11 kpl				10 283 162	7 163 343	146	—	146	268 401
Muut kaivokset: Vuorivillan ja sementinvalmistuksen kiviaineeksiä									
1. Usmi	Hyvinkää	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	55 000	55 000	—	—	—	2 680
2. Ybbernäs	Parainen	Al, Fe, Mg	"	43 400	43 400	—	—	—	2 330
3. Näträmälä	Imatra	Al, Fe, Mg	"	41 248	41 248	—	—	—	1 520
4. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	"	33 535	33 535	—	—	—	864
5. Kuurmanpohja	Joutseno	Al, Fe	"	19 777	19 777	—	—	—	660
6. Piilola	Kolari	Al	"	17 300	17 300	—	—	—	500
7. Mustamäki	Lemi	Al, Fe	"	8 471	8 471	—	—	—	386
Muut kaivokset 7 kpl				218 751	218 751	5	—	5	8 940
Kaikki kaivokset 47 kpl				29 955 664	19 312 757	319	863	1182	2 044 537

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

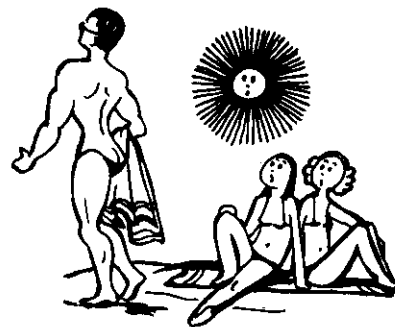
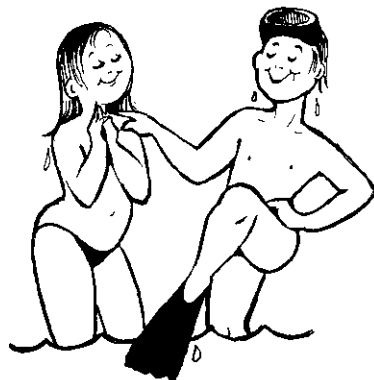
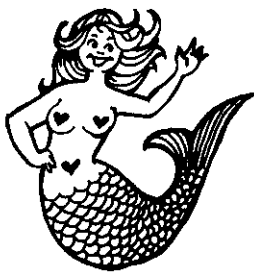
	1984	1985	1986	Keskipitoisuus v. 1986
Rikasteet tonnia				
Rautarikasteita yhteensä	1 231 039	1 121 533	973 497	65,21
— Rautarikaste	889 512	752 700	643 000	67,00
— Purppuramalmi, pasutteet (Kokkola ja Siilinjärvi); ei käyttöä, varastoitu	341 527	368 833	330 497	61,73
Kromirikaste, palarikaste ja valuhiekka	445 904	522 252	678 091	—
Rikkirikaste	425 707	492 822	546 782	50,38
Sinkkirikaste	126 345	127 056	124 410	48,51
Kobolttirikaste	130 345	132 726	116 024	0,54
Kuparirikaste	136 435	120 245	111 916	23,22
Nikkelirikaste	86 481	104 234	110 161	10,79
Ilmeniittirikaste	167 000	53 300	—	—
Lyijyrikaste	5 015	5 037	4 552	43,49
Metallit ja metallurgisia tuotteita tonnia				
Raakateräs	2 632 200	2 518 000	2 586 200	
Raakarauta	2 033 700	1 891 000	1 978 000	
Jaloteräs (aihiot)	158 129	176 343	172 183	
Sinkki	158 819	160 560	155 397	
Ferrokromi	58 644	133 350	133 676	
Katodikupari	57 318	58 766	64 235	
Katodiniikkeli	15 282	15 656	17 791	
Vanadiinipentoksidi	5 472	3 805	—	
Koboltti	1 453	1 427	1 348	
Kadmium	614	565	522	
Molybdeeni	265	326	256	
Elohopea kg	79 000	125 138	146 138	
Hopea kg	34 244	31 037	37 096	
Seleenin kg	16 975	14 038	5 693	
Kulta kg	880	595	1 172	
Platina kg	33	35	120	
Palladium kg	34	35	96	
Mineraalit tonnia				
Kalkkikivi yhteensä	4 207 240	4 367 716	3 876 076	
Kalkkikiven käyttö				
— Sementin valmistus	2 286 561	2 217 455	1 967 545	
— Maanparannuskalkki	1 191 907	1 453 040	1 184 226	
— Kalkinpoltto	367 278	357 309	380 716	
— Rouheet, tekn. jauheet ym.	316 403	313 456	330 529	
— Sulfiitti- ja metallurginen kivi	45 091	26 456	13 060	
Apatiitti	477 300	511 500	527 495	
Talkki	327 472	318 547	284 179	
Kvartsi	261 826	223 425	232 265	
Vuorivillakivi	138 746	113 669	156 986	
Maasälpä	56 265	52 940	47 049	
Sementinvalmistuksen lisäkiveä	34 005	27 853	25 771	
Wollastoniitti	14 669	16 917	16 795	
Vuolukivituotteita	7 200	10 400	10 035	
Baryytti	8 704	8 690	6 969	
Al-sulfaatin raaka-aine (anortosiitti)	27 166	—	—	
Sementti tonnia	1 645 500	1 608 000	1 421 800	

**HUOM. VMY:n UUSI SOLMIO
MYYNNISSÄ**

- uusi malli, entiset värit
- silkkiä
- kts. keltainen sivu 3

**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

*toivottaa kaikille
lukijoilleen ja
ilmoittajilleen
oikein hyvää kesää
ja
tuloksellista syksyä*



**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

*tillönskar alla sina
läsare och
annonsörer
en riktigt trevlig sommar
och
en resultatrik höst*



HANGON KIRJAPAINO

— hyvän tuulen talo

Vuorikatu 15—17
10900 HANKO
Puh. 911-84531

Helsingissä:
Puh. 90-642 505
642 506

KOMETA PLUS

NASTATERÄT

Kokeile -huomaat eron

- UUTTA HUIPPULAATUA
- TEHOKKUUTTA
- TALOUDELLISUUTTA

Kometa Plus nastaterien valmistuksessa on käytetty uusinta tekniikkaa ja tietotaitoa. Kometa Plusat ovat nyt jo laajalti tunnetut.

KOMETA OY

PL 38
PALOKÄRJENTIE 2
02661 ESPOO

PUH: 90-51 141
TELEX: 124298 komet s
TELEFAX: 90-511 4242

JÄLLEENMYNTI:
MACHINERY OY

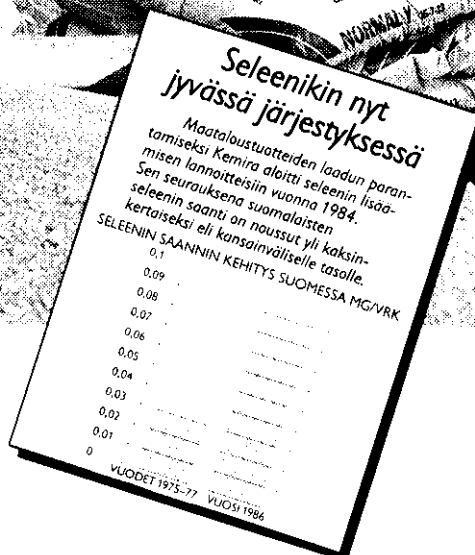


Jyvän tekijät!

"Kyllä me suomalaiset voimme olla ylpeitä maataloustuotteidemme laadusta. Laatuun voidaan vaikuttaa myös kasvien hyvällä hoidolla ja oikealla lannoituksella.

Jääkauden seurauksena maaperämme on edelleen ravinnepöyhää. Siksi on erityisen tärkeää, että lannoitteiden ravinnepöyhä on Suomen oloihin suunniteltu. Näin kasveille voidaan antaa niitä ravinteita, joita ne tarvitsevat kasvaakseen hyvälaatuisiksi ravinnoksi.

Suomalaiset maataloustuotteet ovat laadultaan ja puhtaudeltaan Euroopan huippua. Siitä on olemassa puolueeton selvitys vuodelta 1986. Ja omastakin kokemuksesta voin sanoa, että oikealla lannoituksella voidaan parantaa selvästi maataloustuotteiden laatua."



Lannoitteista kasvovoimaa

KEMIRA 

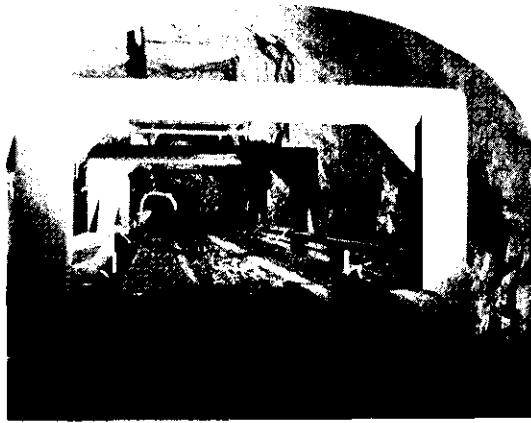
Vuoriteollisuuden suurhankkija

Asiantuntemusta

Vuoriteollisuuden tuntemus pohjautuu Algolissa vuosikymmenien perinteisiin. Pitkään kokemukseen yhdistyy tuore tekninen tieto: kansainväliset yhteistyömme 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 nosturituotanto, suomalaisella ammattitaidolla.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessiteknikan alueille. Mielissänne voi olla yksittäinen laitetarve, laajan projektin suunnittelu tai kysymys, johon haluatte vastauksen. Olemme palveluksessanne.



Tuotevalikoimaa

Algol ja vuoriteollisuus, metallurgia, prosessiteknikka. Tuotteissa on valinnanvaraa:

- kaivoshissit
- hihnakuuljettimet
- nosturit
- koneistot pasutukseen
- koneistot malmien sintraukseen
- koneistot sintterin jäädyttämiseen
- tyhjiökuivausrummut
- uraanimalmin käsittelykoneistot
- tulenkestävät keraamiset aineet uunien vuoraukseen
- sähkösuodattimet

ALGOL

Eteläranta 8 • PL 170, 00131 Helsinki 13
Puhelin (90) 12581 • Telex 121430 algol sf

Lohja taitaa mineraalien jalostuksen

Kalkkikivi

Dolomiitti

Kvartsi

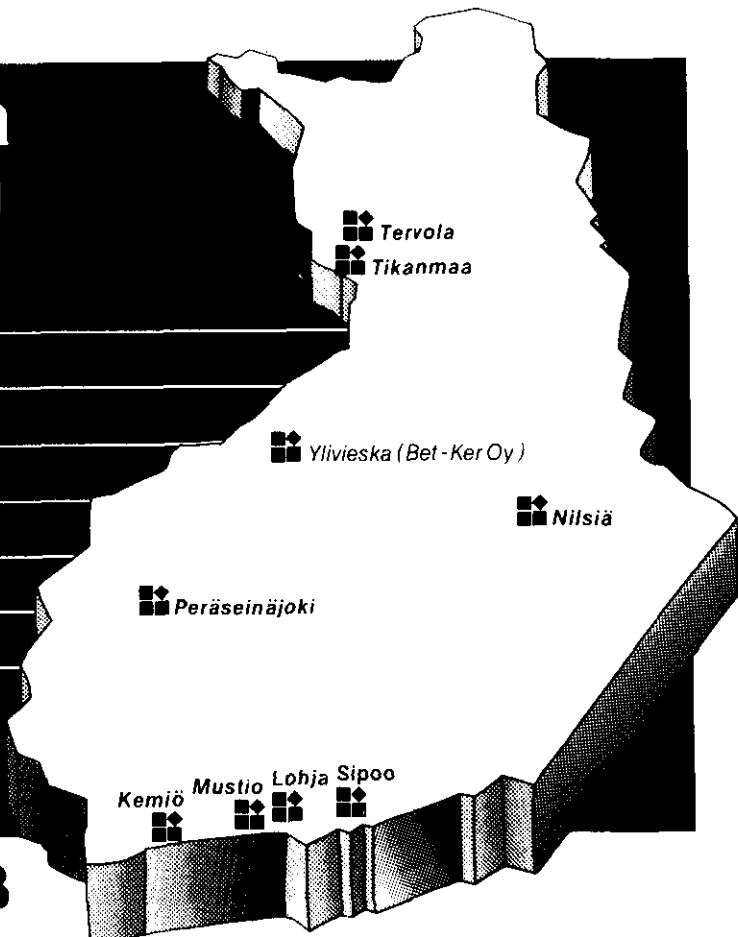
Maasälpä

Liuskesirote

Tulenkestävät massat



OY LOHJA AB



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUKSEN SARJOISSA VUONNA 1986 ILMESTYNEET JULKAISUT

Geological Survey of Finland, Bulletin

- 336 *Heikki Tanskanen (Ed.)*: The development of geological sciences in Finland. 344 s. (190,—)
337 *Hannu Huhma*: Sm-Nd, U-Pb and Pb-Pb isotopic evidence for the origin of the Early Proterozoic Svecokarelian crust in Finland. 48 s. (Väitöskirja) (33,—)
338 *Veli-Pekka Salonen*: Glacial transport distance distributions of surface boulders in Finland. 57 s. (Väitöskirja) (56,—)
339 *Kalevi Korsman (Ed.)*: Development of deformation, metamorphism and metamorphic blocks in eastern and southern Finland. 58 s. (34,—)

Tutkimusraportit — Reports of Investigation

- 73 *L. Eskola & A. Fokin (Eds.)*: Electrical prospecting for ore deposits in the Baltic Shield. Part I: Galvanic methods. 90 s. (120,—)
74 *E. Luukkonen & H. Luukkarinen*: Explanation to the stratigraphic map of Middle Finland. 47 s. + kartta. (91,—)
75 *Risto Tynni*: Observations of diatoms on the coast of the State of Washington. 25 s. (71,—)

Vuosikertomus — Annual Report

Geologian tutkimuskeskus. Kertomus toiminnasta vuonna 1985. Geologiska forskningscentralen, Verksamhetsberättelse 1985. Geological Survey of Finland. Annual Report 1985. 63 s.

Kalevi Virkkala: Geologian tutkimuskeskuksen 100-vuotishistoriikki. Resumé ja Summary 93 s. (90,—)

Suomen geologinen kartta — Geological map of Finland, 1:100 000

Kallioperäkarttojen selitykset — Explanation to the maps of pre-Quaternary rocks (30,—)

- 3114 *Aimo Tyrväinen*: Vuohijärven kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Vuohijärvi map-sheet area. 31 s.
3122 *Jarmo Kallio*: Joutsan kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Joutsan map-sheet area. 56 s.
4214 *Seppo Lavikainen*: Rääkkylän kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Rääkkylä map-sheet area. 50 s.
4243 *Seppo Lavikainen*: Oskajärven kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Oskajärvi map-sheet area. 42 s.

Kallioperäkartat 1:100 000 (34,—)

- 1041 — Iniö (Carl Ehlers, Mary von Knorring ja Ritva Karhunen)
2142 — Orivesi (Ilkka Laitakari)
2533 — Haukipudas (Mikko Honkamo)
3733 + 4711 — Savukoski (Heikki Juopperi)
4421 — Moisiovaara (Erkki Luukkonen)

Kallioperäkartta 1:400 000 (34,—)

B5-B6 Tornio-Ylitornio (näköispainos)

Maaperäkartta 1:100 000 (34,—)

- 2022 — Marttila (Maija Haavisto-Hyvärinen)
2134 — Lammi (Marjatta Kukkonen ja Maija Haavisto-Hyvärinen)
3044 — Vaalimaa (Heikki Rainio)
3114 — Vuohijärvi (Heikki Rainio)
2034 — Helsinki (M. Haavisto-Hyvärinen, E. Kukkonen ja B. Winterhalter)

Maaperäkartta 1:400 000 (34,—)

25 — Kemi (Kalevi Mäkinen)

Suomen mafiset juonikivilajit 1:2 milj.

(Koonnut Kristiina Aro) tulee Tutkimusraportti 76 (ilm. 1987) liitteeksi

Maaperäkartat 1:20 000

Yhteistyössä maanmittaushallituksen kanssa valmistui 58 karttaa.

Opas — Guide

Opas 14
Laitala, Matti (Ed.)
Precambrian geology, southern Finland. Excursion guide, excursion A 1. 17e Nordiska Geologmötet 1986. 49 s. (painos loppunut)

Opas 15
Haavisto-Hyvärinen, Maija (Ed.)
Quaternary geology, southern Finland. Excursion guide, excursion C 2. 17e Nordiska Geologmötet 1986. 83 s + karttaliite. (painos loppunut)

Opas 16
Gaál, Gabor (Ed.)
Metallogeny and ore deposits of South Finland. Excursion guide, excursion no. C 3. 17e Nordiska Geologmötet 1986. 70 s. (painos loppunut)

Opas 17
Kojonen, Kari (Ed.)
Prospecting in areas of glaciated terrain 1986: Guide to the field excursion in eastern Finland, September 3–5, 1986. 40 s. (21,—)

Opas 18
Tarviainen, Timo (toim.)
Teollisuusmineraalitiedoston käyttöopas. 16 s. (18,—)

Uusintapainokset

Opas 8: Stenkunskap för malmletaren.
Opas 9: Perustietoa malminetsijälle.

Indeksikartat 1:4 milj.

Kartoitustilanne 1.2. 1986, 3 kpl sekä Uurteet, harjut ja reunamuodostumat (Heikki Hirvas ja Keijo Nenonen)

Pohjoiskalottikartat

Pohjoiskalottiprojektin valmistuneista kartoista painettiin Suomessa 4 kpl (Karttoja voi ostaa GTK:n julkaisumyynnin kautta 50 mk/kpl):

Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden, 1986:
— Aeromagnetic Anomaly Map, Northern Fennoscandia. Total intensity referred to DGRF-65.
— Geochemical Interpretation Map, Northern Fennoscandia. Geochemical anomalies and provinces.
— Mineral Resource Assessment Map, Northern Fennoscandia. Regions and locations highly favourable for mineral deposits.

Geodetic Institutes and Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden, 1986:
— Gravity Anomaly Map, Northern Fennoscandia. Terrain-corrected Bouguer anomalies.

GTK:n julkaisuja ja karttoja myy Geologian tutkimuskeskus, julkaisumyynti, Kivimiehentie 1, 02150 Espoo (puh. 90-469 31).

Tutkimuskeskuksen uusia bulletteineja ja tutkimusraportteja myy myös Valtion painatuskeskuksen kirjakauppa: Annank. 44, 00100 Helsinki (puh. 90-173 41), postimyynti: PL 516, 00101 Helsinki (puh. 90-539 011).

Karttoja myy maanmittaushallituksen karttapaino: Karttakeskus Pasila, Käyntiosoite: Pasilan virastokeskus, Opastinsilta 12 B. Postiosoite: PL 85, 00521 Helsinki (puh. 90-1541).

Valtion painatuskeskuksella ja maanmittaushallituksella on myös myymälä yhteisissä tiloissa: Eteläesplanadi 4, 00130 Helsinki (puh. 90-1541 vaihde ja 90-662 801 suoraan).

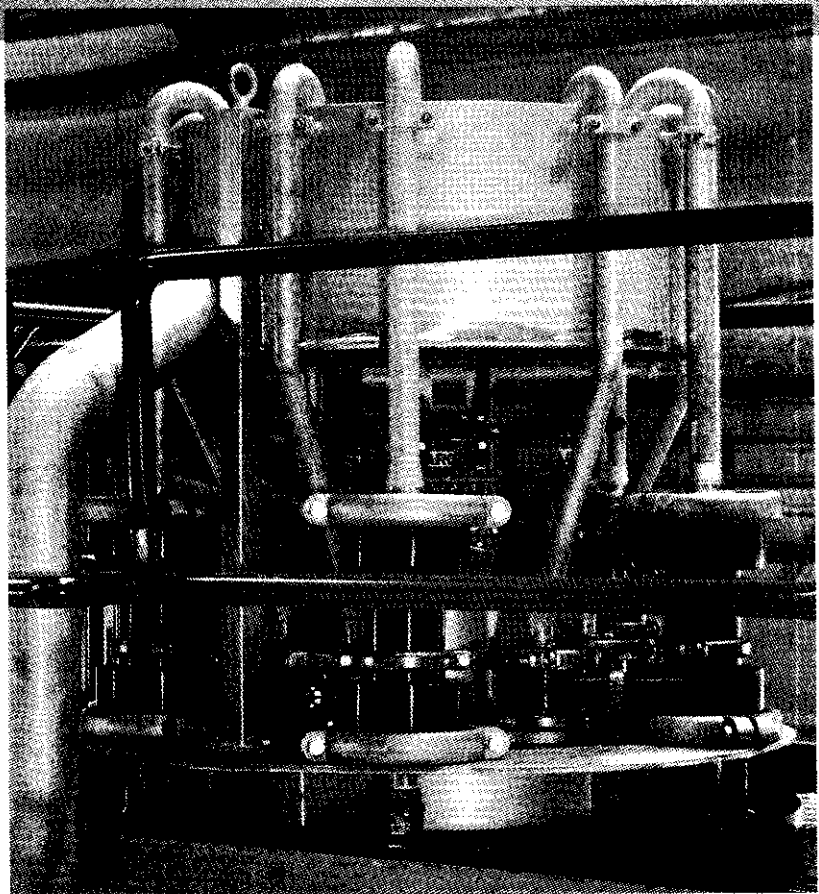
Larox kaksoispyörresyklonilla kaksivaiheinen luokitus yhdellä pumppauksella

Kaksoispyörresyklonia käytetään kaivostäyteen luokituksessa ja teollisuusmineraalien liejunerotus- ja ylikarkeiden rakeiden poistotehtävissä.

Kaksoispyörresykloni on rakenteeltaan yksinkertainen. Laite muodostuu tasa-pohjaisesta syklonista, jonka alaosaan johdetaan pesuvesi, ja siihen kytketystä hydrosyklonista. Saat kaksivaiheisen syklonoinnin aikaan yhdellä pumppauksella.

Uuden menetelmän ansiosta:

- vähemmän pumppuja
- helpompaan prosessiin
- pienempi sähkönkulutus
- parempi luokitustulos



LAROX
— classification — concentration —
— filtration —

PL 29, 53101 LAPPEENRANTA
Puh. (953) 5881, telex 58233, telefax (953) 588 277



KUN TERÄKSEN TULEE KESTÄÄ MUUTAKIN KUIN AURINGONPAISTE

Maailma vaatii kunnan terästä. Ei terästä, jota parannetaan paljon puheella. Vaan terästä, joka puhuu puolestaan.

Rautaruukki valmistaa sitä. Asiaansa kunnianhimoisesti suhtautuvat ihmiset vastaavat teräksestään. Kysy.

Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas,
92170 Raahensalo. Puh. (982) 301.

KUNNON TERÄKSEN AIKA

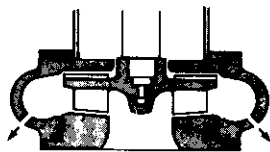
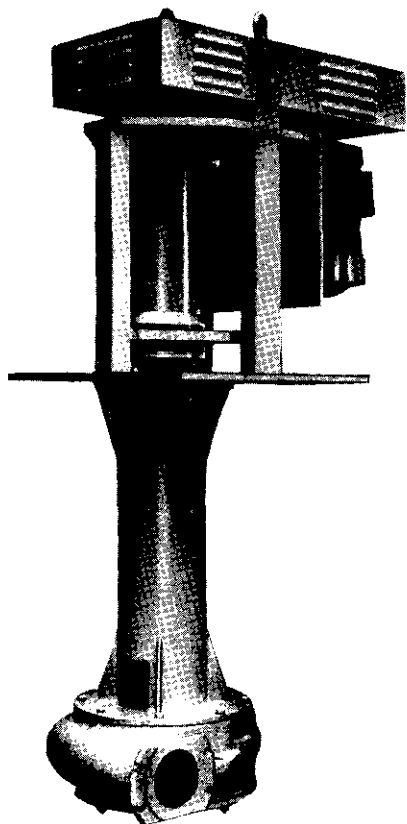
ON TULLUT.

 **RAUTARUUKKI OY**

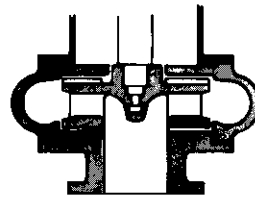
Jälleenmyyjät:
ASPO
KESKO
KONTINO
VALTAMERI
SOK

SALA-LIETEPUMPUT

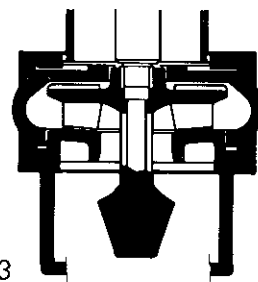
KUOPPAPUMPPU MALLI VASA



MALLI 1



MALLI 2



MALLI 3

SALA-KUOPPAPUMPUT ON SUUNNITELTU PUMPPAAMAAN KULUTTAVIA LIETTEITÄ. KONSTRUKTIO ON TUKEVA JA HUOLTOTARVE VÄHÄINEN.

HELPPO ASENTAA

Pumput asennetaan joko kiinteästi kiinnityslevystä tai riippumaan toimituksen mukana olevasta nostosilmukasta. Laakerointi on normaalisti kiinnityslevyn yläpuolella ja täten kokonaan suojassa pumpattavasta lietteestä. Pumpusta on saatavana myös pidennetty versio, jossa laakerointi on kiinnityslevyn alapuolella. Sala valmistaa myös täysin upotettavia lietepumppuja.

EI TIIVISTEPOKSIA

Salan kuoppapumpuissa ei ole tiivistepoksia, akselitiivistettä eikä vedenalaista laakerointia. Konstruktio ansiosta huoltotarve on vähäinen eikä tiivistevettä tarvita.

LAAKEROINTI

Tukeva laakerointiyksikkö on varustettu rasvavoideltavilla vierintälaakereilla. Laakerit on mitoitettu yli 60.000 käyttötunnille. Laakerointiyksikkö voidaan säätää akselin suuntaan pumpunpesän ja pyörän välisen välyksen säätöön.

KULUTUSOSAT

Vakiona kulutusosat ovat joko ni-hard metallista tai kumioidut. Erikoistilauksesta saa myös muista materiaaleista valmistettuja kulutusosia.

SALA-KUOPPAPUMPPUJA TEHDÄÄN KOLMEA ERI MALLIA

Malli 1 Puoliavoin juoksupyörä. Pumpunpesässä on sprayreikiä (malli S), joiden kautta osa pumpattavasta nesteestä palautuu hämmentäen imualuetta. Ilma poistuu myös sprayreikien kautta.

Malli 2 Suljettu juoksupyörä. Pumpunpesässä on imupuolella laippa, joka mahdollistaa imupuolen asentamisen.

Malli 3 Puoliavoin juoksupyörä. Pumpun jatketuun akseliin on asennettu sekoitin (malli A). Tämä malli soveltuu erityisesti, mikäli lietteessä on karkeata nopeasti laskeutuvaa kiintoainetta.



TALLBERG

PROSESSITEKNIikka

PL 27, (KARAPPELLONTIE 11), 02611 ESPOO, PUH. (90) 594 011