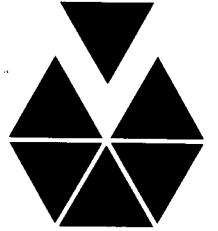


VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 2 1986
44. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.



DALSBRUKIN 300-VUOTISMUISTOMERKKI

Polarit-jaloteräket ovat turvallinen valinta kohteisiin, joissa teräkseltä vaaditaan monipuolisia mekaanisia ja fysikaalisia ominaisuuksia, mutta myös ulkonäön moni-ilmeisyyttä.

Polarit-jaloterästen tärkein ominaisuus on korroosionkestävyys.

Polarit-jaloteräksiä on helppo työstää, hitsata, muotoilla ja kiillottaa.

Polarit-teräket täyttävät korkeat puhdistettavuuden ja hygieenisyyden vaatimukset.

Polarit-terästen hinta on kilpailukykyinen. Asiakkaalle kotimainen valmistaja merkitsee nopeita ja täsmällisiä toimituksia.

Oikein valittuina teräksemme sopivat mitä erilaisimpiin ympäristöihin ja tuotteisiin. Konepajateollisuuden valmistamiin koneisiin ja laitteisiin. Putketeollisuuden, prosessi- ja elintarviketeollisuuden tarpeisiin.

Esteettinen ulkonäkö ja muovattavuus ovat tehneet Polarit-teräksistä varteenotettavan vaihtoehdon myös julkisivurakentamiseen.

Tarvittaessa voimme toimittaa terästä, joka vastaa asiakkaan käyttökohteen erityisvaatimuksia.

Polarit-jaloteräket ovat saavuttaneet yhä laajenevan käyttäjäkunnan. Myös ulkomailla.

Polarit on tunnustettu vientimerkki.

Ruostumattomien ja haponkestävien terästen valintaan ja käyttöön liittyvien kysymysten ratkaisemisessa auttaa teknillinen asiakaspalvelumme. Ota yhteyttä.

polarit

**Kotimainen jaloteräs –
monipuolisuusteräs**

Polarit-jaloteräket valmistetaan tarkoin valituista raaka-aineista.

Tasainen laatu varmistetaan kehittyneellä tuotantotekniikalla ja prosessinvalvonnalla.

Laadusta vastaa erillinen laadunvalvonta-osasto.

Polarit-jaloteräket toimitetaan paksuusalueella 0,5 – 9,0 mm määräpituuteen leikattuna, standardileveydet 1000, 1250 ja 1500 mm, maksimileveyden ollessa 1584 mm, hitsattuna jopa 3168 mm.

outokumpu
TORNION TEHTAAT

95400 TORNIO, puhelin 980-4521,
telex 3518 okto sf



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.

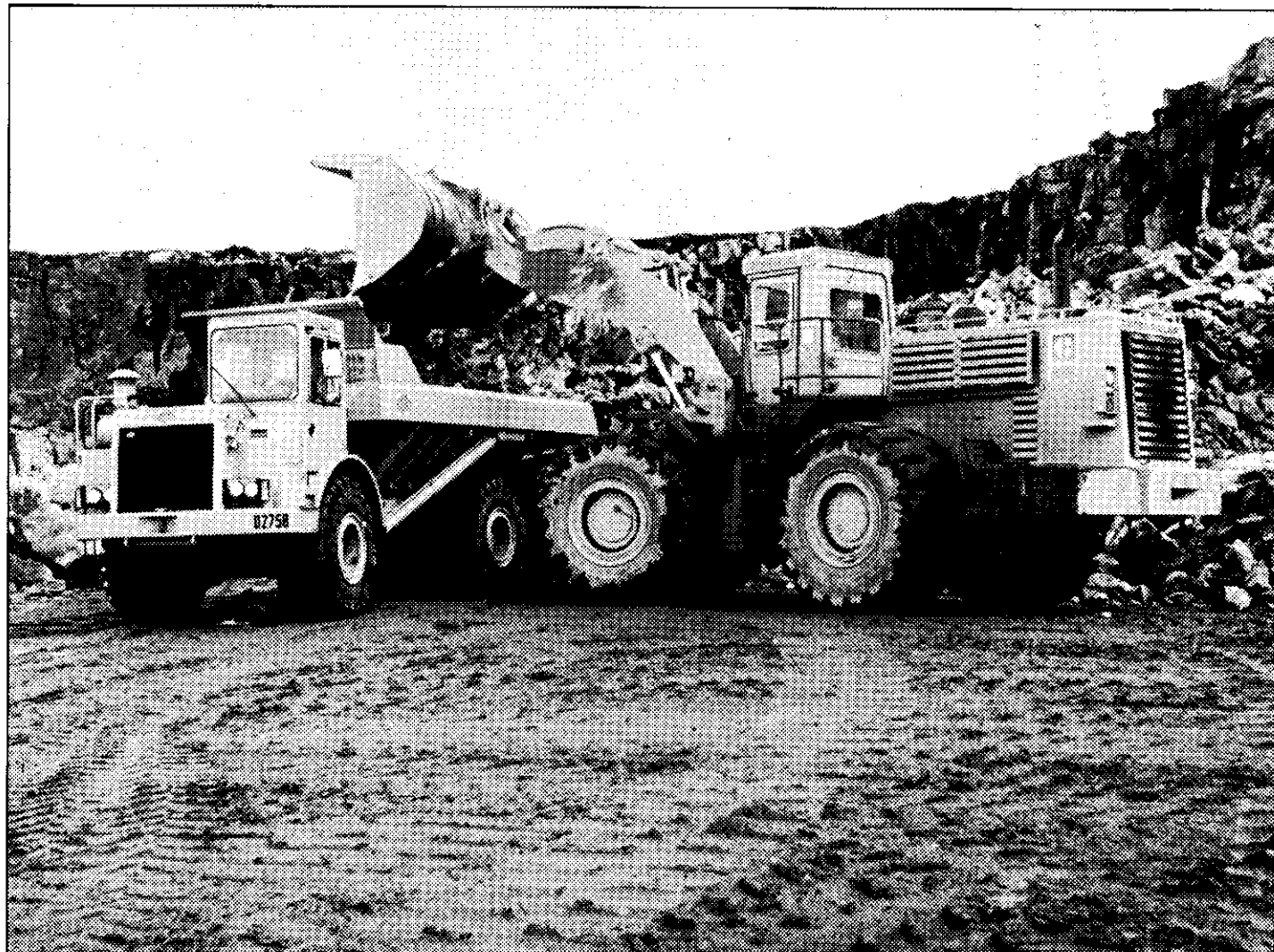
Huippuraaka-aineet löytyvät tänä päivänä kotimaasta – ne teräkset, joista kansainvälisillä markkinoilla sanotaan: M-steels are real money savers.

OVAKO STEEL

ENEMMÄN TERÄKSESTÄ

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

LUOTETTAVA TYÖPARI AVOLOUHOKSIIN JA MAANALAIISIIN KAIVOKSIIN

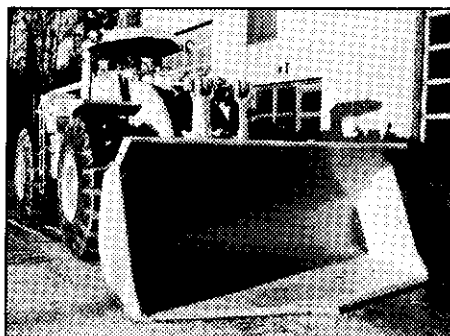


CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA & KAIVOSDUMPPERI

Valitse alla olevista Sinun tarkoitukseesi parhaiten soveltuva työpari:

Dumpperi

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



Kuormaaaja

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



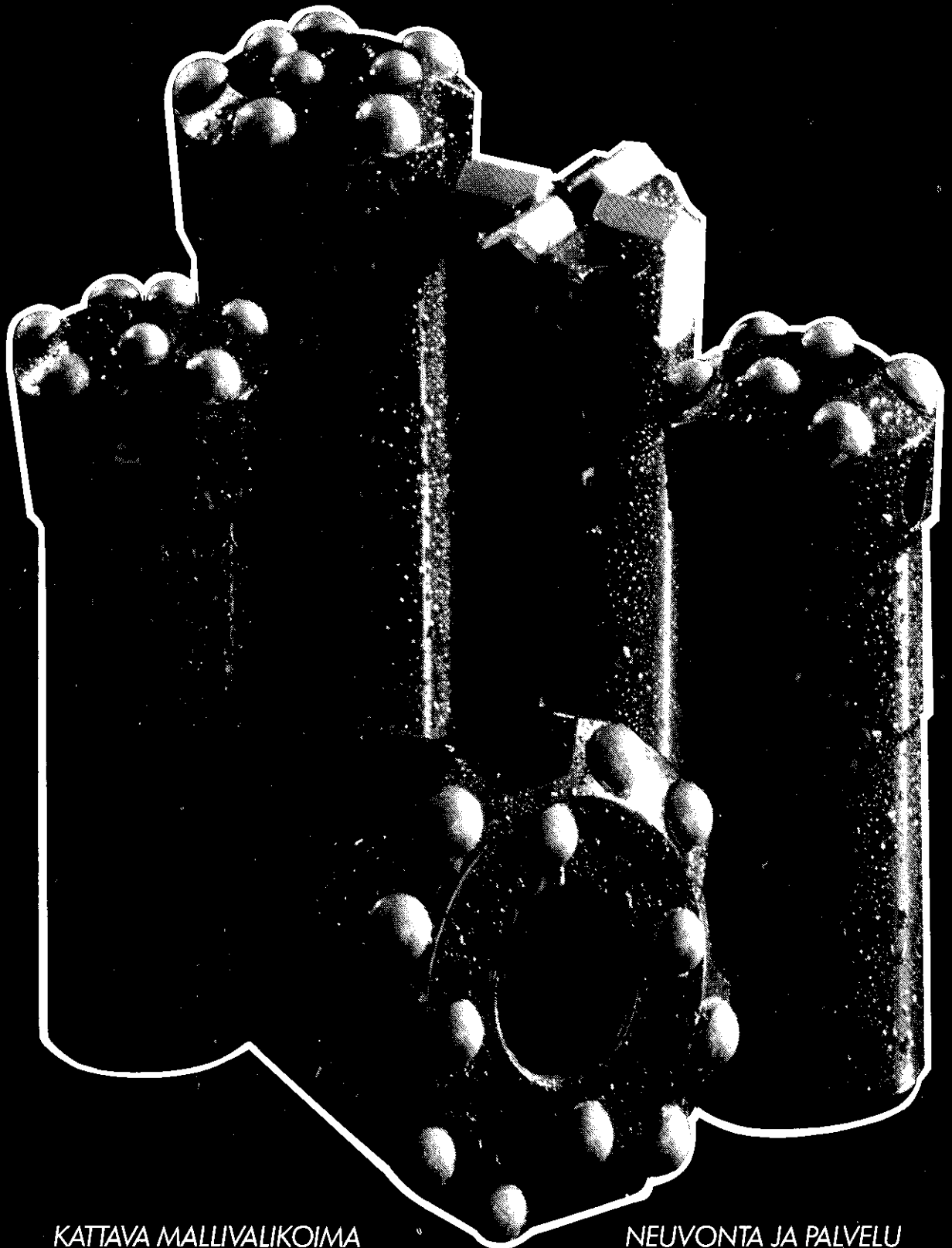
Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä



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

KOMETA PLUS

UUSI SUOMALAINEN LAATUKALUSTO TUNNELITOIHIN



KATTAVA MALLIVALIKOIMA

- Kometa Plus -tunnelikalustoista löytyy oikea terävaihto-
toehto kaikkiin olosuhteisiin ja kaikille kivilaaduille.

NEUVONTA JA PALVELU

- Kysy lisää Kometa-asiantuntijalta! Nyt kannattaa sopia
kooporauksen järjestämisestä.

SUORITUSKYKYISTÄ HUIPPULAATUA

- Perusteellisen tutkimustyön tuloksena kehitetyn Kometa
Plus -tunnelikaluston valmistuksessa sovellettava alan
uusin osaaminen ja huipputekniikka takaavat Kometa-
tuotteiden kestävyysvaatimimmissakin poraus-

KOMETA OY

Palokärjentie 2, 02660 Espoo,

Rammer esittelee uudet kotimaiset hydrauli- vasara- sarjat

20

-SARJA

*Keveeen rikotukseen
S 22, S 24, S 26*

50

-SARJA

*Kaikkiin rikotustöihin
S 52, S 54, S 56*

80

-SARJA

*Raskaaseen rikotukseen
S 82, S 84, S 86*



Rammer

Muovitie 1, 15870 SALPAKANGAS
Puh. (918) 890 11
Telex 16225 ramsk sf, telefax 890 200

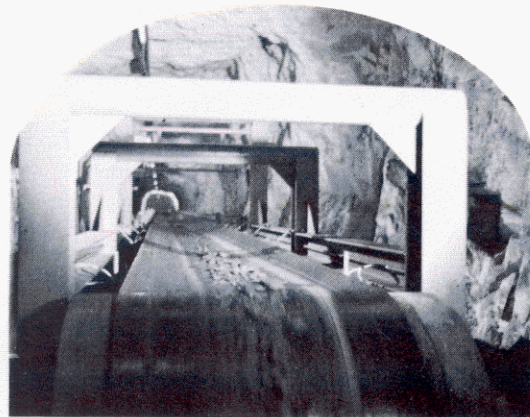
Vuoriteollisuuden suurhankkija

Asiantuntemusta

Vuoriteollisuuden tuntemus pohjautuu Algolissa vuosikymmenien perinteisiin. Pitkään kokemukseen yhdistyy tuore tekninen tieto: kansainväliset yhteytemme tuovat meille alan uusimmat saavutukset maailmalta. Kaikki tämä koituu hyödyksenne.

Edustamme tehtaita, joiden tuotteisiin on totuttu luottamaan Suomessa ja Suomen ulkopuolella: Lurgi, Mannesmann Demag, Didier; esimerkiksi. Mukaan niveltyy oman Herttoniemen konepajamme nosturituotanto, suomalaisella ammattitaidolla.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessitekniikan alueille. Mielissänne voi olla yksittäinen laitetarve, laajan projektin suunnittelu tai kysymys, johon haluatte vastauksen. Olemme palveluksessanne.



Tuotevalikoimaa

Algol ja vuoriteollisuus, metallurgia, prosessitekniikka. Tuotteissa on valinnanvaraa:

- kaivoshissit
- hihnakuuljettimet
- nosturit
- koneistot pasutukseen
- koneistot malmien sintraukseen
- koneistot sintterin jäähdyttämiseen
- tyhjiökuivausrummut
- uraanimalmin käsittelykoneistot
- tulenkestävät keraamiset aineet uunien vuoraukseen
- sähkösuodattimet

ALGOL

Eteläranta 8 • PL 170, 00131 Helsinki 13
Puhelin (90) 12581 • Telex 121430 algol sf

ONKO PORAKALUSTONNE TERÄKUNNOSSA?



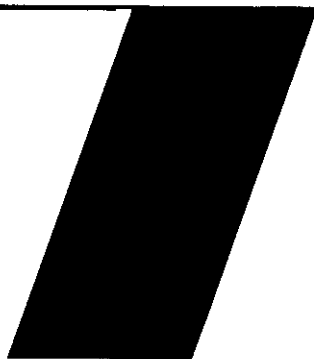
Kun porakruununa on Sandvik Coromant, asiat ovat kunnossa. Poraustyö nopeutuu, keventyy, tehostuu. Ja parametrit halpenevat: Coromant kestää selvästi paremmin kuin tavanomaiset nastakruunut.

SANDVIK
Coromant

Soita! Saat tarkat tiedot
Sinulle parhaiten soveltuvasta
porakalustosta.

TALLBERG
ATLAS COPCO

Helsinki puh. 90-670112, Turku puh. 921-373777, Tampere puh. 931-633622, Kuopio puh. 971-122411, Kokkola puh. 968-17255, Kotka puh. 952-25411. Sekä valtuutetut jälleenmyyjät.



MACHINERY OY

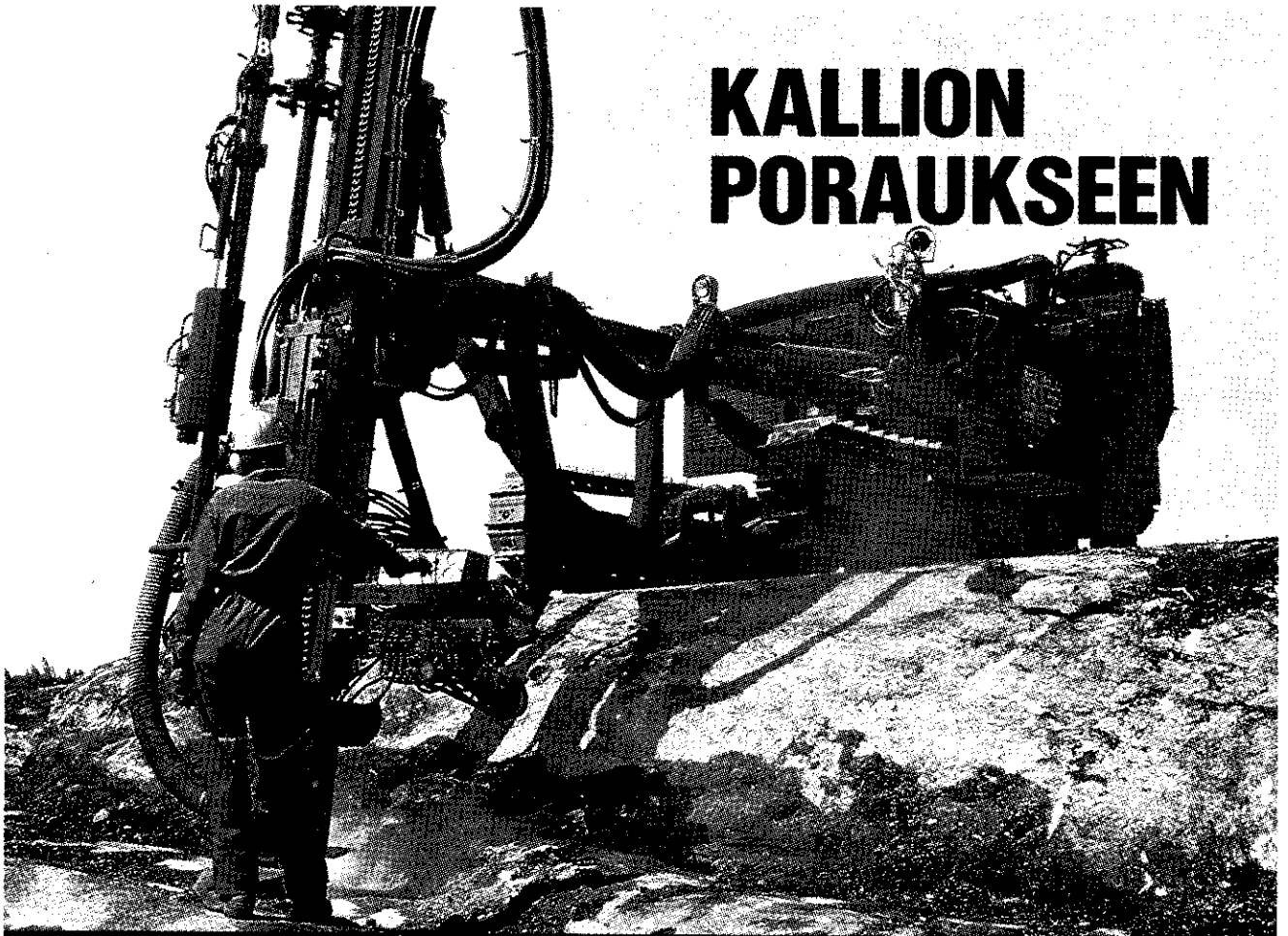
KEHÄ, Louhintaosasto, PL 56, 00511 Helsinki
Puhelin (90) 890 522

TÄYDEN PALVELUN LOUHINTATALO

KOMETA **TAMROCK**

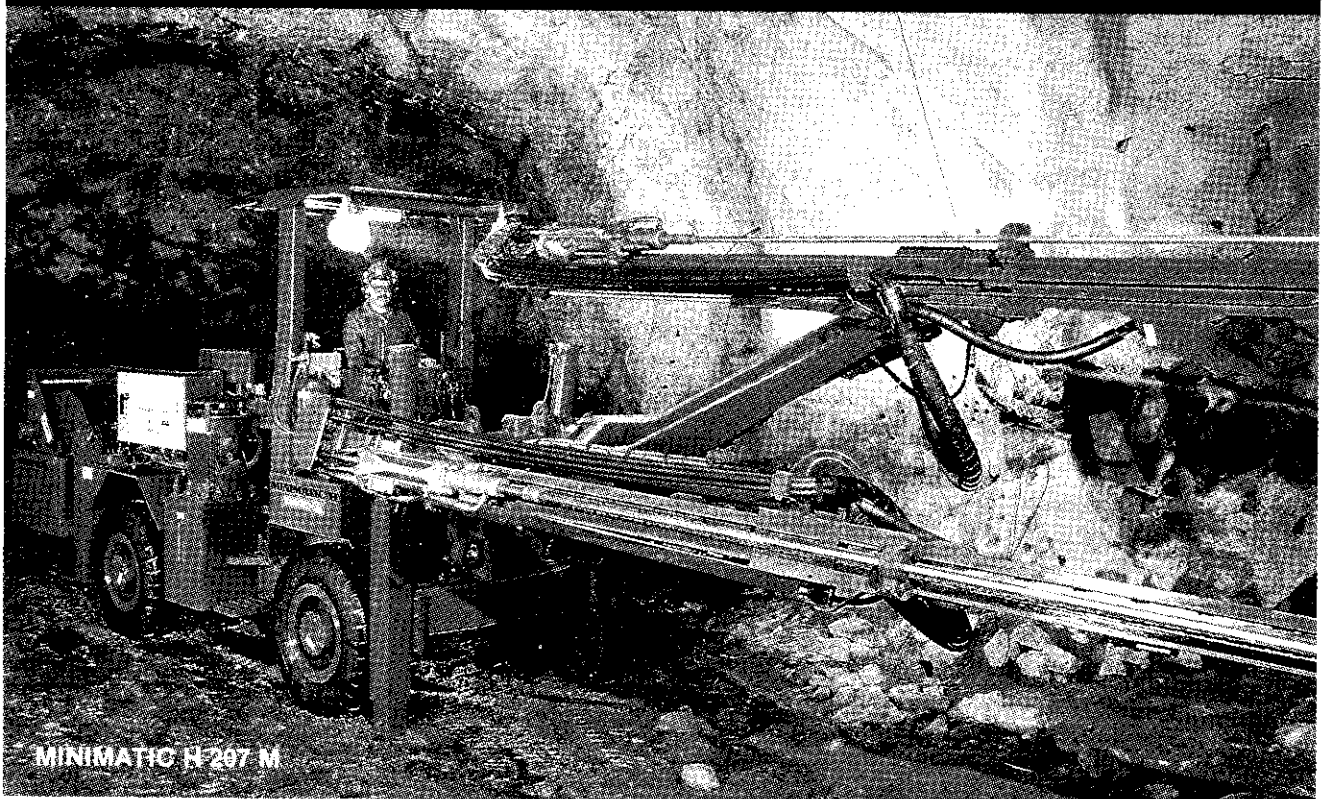
NORTON *CompAir*

KALLION PORAUKSEEN



TAMIROCK

33310 TAMPERE 31 PUH. 931-431 411



MINIMATIC H-207 M

TRELLEBORG

ei ole eilisen teeren poika kaivos- ja louhinta-asioissa

Ruotsalainen Trelleborg-konserni, jonka tytäryhtiö suomalainen Oy Trelleborg Ab on, tuntee kaivos- ja louhintateollisuuden tarpeet. Trelleborgin insinööreillä ja teknikoilla on monien vuosien kokemus yhteistyöstä kaivosteollisuuden kanssa eri puolilla maailmaa.

Konserni on uranuurtaja kaivos- ja louhintateollisuudelle tarkoitettujen kulutuskumituotteiden kehittämisessä.

Trelleborgilla on myös omakohtaista kokemusta ja asiantuntemusta kaivos-toiminnan kaikista erityiskysymyksistä. Konserni on äskettäin tehnyt huomattavan yrityskaupan, jonka ansiosta Trelleborg on Boliden Ab:n uusi pääomistaja. Boliden Ab on ruotsalainen kaivos- ja mineraalikonserni, jonka liikevaihto v. 1985 oli 6,2 mrd kruunua.

TRELLEBORG TRELLEX -KAIVOS- OHJELMAAN KUULUVAT ESIM.:

Trellex-kulutuskumit, joiden etuja ovat mm:

- pitempi kestoikä • helppo ja nopea asennus • alempi melutaso

Svabor -kallioporat

- teritetyt kiintoporat • kierteytetyt jatkotangot • uudet kiintoporat

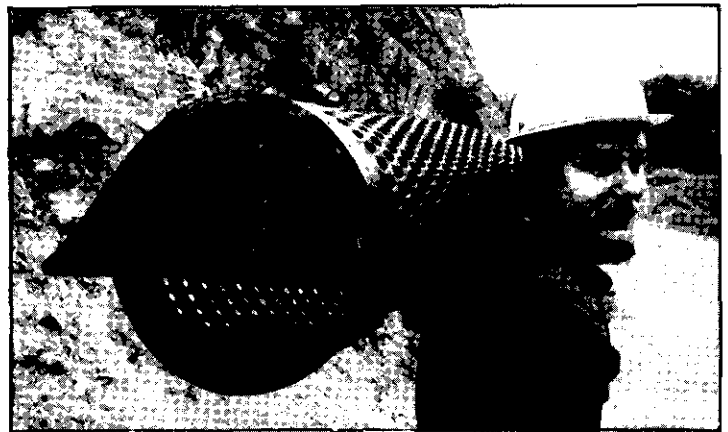
Svabor -tuotteiden etuja:

- ensiluokan kovametalli • moninkertainen laaduntarkastus • tekijöinä huippuluokan ammattilaiset

Svaborilla poraat edullisia porametrejä



Kuljetinhihnaa



Kumista seulaverkkoa on helppo käsitellä

Oy Trelleborg Ab

Pääkonttori:

Lauttasaarentie 54 B,
00200 HELSINKI
Puh. 90-692 6500
Telex 125332 VGOY SF
Telefax 6926082

Oulun konttori:

Korpitie 4,
90560 OULU
Puh. 981-302 146
Telex 32004

Poramyynti:

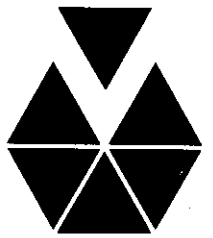
Vt. Erkki Kontiokorpi
Puh. autoon 949-311 772
kotiin 90-874 8434

Varasto:

Villenkatu 41,
18200 HEINOLA
Puh. 910-562 00

*Uusin toimipisteemme
Oulussa!*

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 2 1986
44. vuosikerta

Julkaisija, utgivare:
VUORIMIESYHDISTYS –
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
Vuoriteollisuusosasto
02150 Espoo

Toimittaja — Editor:

Dos. Heikki Laapas 90-4554 122
Teknillinen korkeakoulu
Vuoriteollisuusosasto
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 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, Tekn.vienti
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,-

Irtonumero 35,-, ulkomaille 45,-

SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

Pertti Salminen, Markku Peltoniemi: Teollisuusmineraaliesiintymien geofysikaalinen raakku- ja malmityyppikartoitus	69
Ari Aarnio: Prosessoinnin vaikutus päällystys- ja täyteainepigmentteihin	73
Tapani Vainio-Mattila: Valimoiden haasteita	77
Tapani Moisio: Laseripintakarkaisututkimus Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa	80
Kaj Bergström: Muokkaustyökalujen tietokoneavusteinen suunnittelu	83
Robert Iver, Hannu Nurmi, Timo Leinilä: Ovako Dalsbruk — Livskraftig 300-åring	89
Toimi Lukkarinen: Muisteluksia rikastustekniikan opetuksesta Teknillisessä korkeakoulussa	93
13th World Mining Congress and Exhibition; 31.5.–5.6.1987 Stockholm	97
In memorian	98
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	100
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	100
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	103



Kansikuva: Dalsbrukin 300-vuotismuistomerkki, joka koostuu vanhan valssaamon vauhtipyörästä ja valssituolista.

Cover: A monument erected to celebrate the 300-year-old Dalsbruk mill; a fly-wheel and a roll-stand from the old roll-mill.

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 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
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 ESPOO

DI Antti Mikkonen 971-421 144
 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 sihteerit:
 I DI Heikki Savolainen 912-4 511
 Oy Lohja Ab
 08700 VIRKKALA

II DI Erkki Pimiä 90-4 211
 Outokumpu Oy
 PL 27
 02201 ESPOO

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. 939-26 111
 Outokumpu Oy
 PL 60
 28101 PORI

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

DI Hannu Penttilä, siht. 90-4 211
 Outokumpu Oy
 PL 27
 02201 ESPOO

Tutkimusvaltuuskunta
 DI Antti Mikkonen, pj. 971-421 144
 Kemira Oy
 Siilinjärven kaivos
 71800 SIILINJÄRVI

Geologinen toimikunta:
 Prof. Heikki Niini, pj. 90-4554 122
 Teknillinen korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 ESPOO

Kaivosteknillinen toimikunta:
 DI Pentti Seppänen 973-561
 Outokumpu Oy
 83500 OUTOKUMPU

Rikastusteknillinen toimikunta:
 TkL Hans Allenius 90-46911
 Ekono Oy
 Tekniikantie 4
 02150 ESPOO

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien
 sihteeri:

FM Ole Lindholm 981-302 296
 Teknillinen Korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 Louhintateknikan laboratorio
 Vuorimiehentie 2
 02150 ESPOO

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

DI Kalle Vaajoensuu sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister. Om er adress, arbetsuppgifter eller tjänst har ändrats, anhåller vi om ändringsanmälan, helst skriftligt, till "Nytt om medlemmarna" spalten.

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

Teollisuusmineraaliesiintymien geofysikaalinen raaku- ja malmityyppikartoitus

Dipl.ins. Pertti Salminen (†) ja apul.prof. Markku Peltoniemi, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Otaniemi

JOHDANTO

Raakkujen ja malmityyppien vaihtelun ennakointi louhinnan suunnitteluvaiheessa on tärkeää kaivostoiminnan taloudellisuuden kannalta. Tavanomainen tilanne on, että sisäraakun ja malmin laadun vaihtelut ovat jyrkkiä ja arvaamattomia. Siksi geologinen kartoitustyö on vaikeaa ja erityisesti avolouhoksissa lisähaittaa aiheuttavat rikkoutunut kalliopinta, liejuuntunut kiviaines ja seinämien sortumavaara. Täten esiintymästä saatu kuva ei aina vastaa tarkkuudeltaan niitä vaatimuksia, joita tehokas ja taloudellinen tuotanto nykypäivinä vaatii. Eräillä geofysikaalisilla menetelmillä on periaatteessa mahdollista havainnoida raakkujen esiintyminen ja malmin laadun muutokset louhituksen penkereen pinnasta tai poranreiästä. Geofysikaalisten menetelmien käyttökelpoisuuden selvittämiseksi erityisesti teollisuusmineraaliesiintymissä toteutettiin Teknillisessä korkeakoulussa vuonna 1985 Vuorimiesyhdistyksen aloitteesta projekti, johon osallistuivat Kemira Oy, Oy Lohja Ab, Outokumpu Oy, Oy Partek Ab, Rautaruukki Oy ja Suomen Malmi Oy. Edellisten lisäksi Geologian tutkimuskeskus oli edustettuna projektin tukiryhmässä. Huomattavaa taloudellista tukea saatiin Kauppa- ja teollisuusministeriöltä. Pääpaino projektissa oli valittujen menetelmien koemittauksissa sekä maanpinta- että poranreikämenetelmillä ja tulosten analysoinnissa. Testialueina olivat Oy Partek Ab:n Paraisten ja Ihalaisten kalkkikivilouhokset sekä Kemira Oy:n Siilinjärven apatiitti-karbonaattiikaivos.

TESTIALUEIDEN SIJAINTI JA GEOLOGIA

Testialueiden sijainti selviää kuvasta 1. Valitut kaivokset edustavat tärkeimpiä suomalaisia teollisuusmineraaliesiintymiä. Kemira Oy:n Siilinjärven kaivos on suurin suomalainen avolouhos louhintamäärien mukaan laskettuna; vuosilouhinta on vajaat 9 miljoonaa tonnia. Päätuotteina kaivoksella ovat apatiitti- ja kalsiittirikasteet sekä uusimpana tuotteena kiillerikaste. Syntyvaltaan Siilinjärven karbonaattiesiintymä on magmaattinen intruusio, jossa apatiittipitoinen kivi on tunkeutunut 100–600 metriä leveään pystynä juonena ympäristön graniittigneississä olevaan N–S-suuntaiseen rakoon. Tärkeimmät sivukivityypit ovat feniittiytyneet dioriitti- ja graniittigneissiosuudet esiintymän reunaosissa, linsimäiset ja leikkaavat syeniittijuonet pohjoisosassa ja diabaasijuonet. Itse malmi muodostaa koostumukseltaan jatkuvan glimmeriitti-karbonaattiseossarjan /1, 2/, mikä osaltaan hankaloittaa esiintymän geologista ja geofysikaalista kartoitusta.



Kuva 1. Testialueiden sijainti.
Fig. 1. Location of test sites.

Paraisten alueen kivilajit voidaan jakaa kahteen osaan. Kinziittiigneissit, diopsidiamfiboliitit ja kalkkikivet muodostavat suprakrustisen sarjan. Toisena osana on migmatiittigraniitti. Suprakrustinen sarja muodostaa synkliinirakenteen. Graniitti on monin paikoin tunkeutunut juonina läpi suprakrustisen sarjan /3/. Itse kalkkikiviesiintymä on voimakkaasti poimuttunut, minkä seurauksena myös raakkujuonien esiintymisen ennakoiminen on vaikeaa ja selektiivisen louhinnan tehokkuus kärsii. Kaivostoiminnan kannalta merkittävimmän sivukivityypin muodostavat graniitti-pegmatiittijuonet, joilla ei ole ekonomista hyötykäyttöä. Sensijaan amfiboliittia käytetään sementin valmistuksessa kalkkikiven ohella lisäaineksenä. Diopsidigneissin ja kinziittiigneissin osuus louhoksen raakkukivestä on vähäinen.

Ihalaisten kalkkikiviesiintymä sijaitsee Viipurin rapakivi-alueen vieressä. Kalkkikivijakson kulku on lähes N–S kaateen ollessa jyrkkä, 60°–80°. Esiintymän lävistää NE–SW-suunnassa tasarakeinen punaharmahtava graniitti sekä rapakivi-pegmatiitti. Juonien paksuus on 1–15 m. Kerrosmyötäisenä esiintyy 0.1–1.5 metrin paksuisia lehtiittikerroksia. Esiintymän lävistää myös joukko pystyjä, 0.1–1.0 metriä paksuja amfiboliittijuonia /4/.

Taulukko 1. Valitut mittausmenetelmät ja niiden mittauspaikat.

Table 1. Methods and sites chosen for test measurements.

menetelmä	mittaaja	mittauspaikka		
		Parainen	Ihalainen	Siilinjärvi
maanpinta	magneettinen, totaali			×
	magneettinen, pystygradientti	Suomen Malmi Oy		×
	gamma-asteily, totaali	Oy Lohja Ab		×
	gamma-asteily, spektri	Suomen Malmi Oy		×
	sähkönjohtavuus, indusoitu	Suomen Malmi Oy		×
	malmiharava polarisaatio VLF-R	Teknillinen korkeakoulu* Teknillinen korkeakoulu*		×
poranreikä	susceptibiliteetti ominaisvastus	×	×	×
	luonnon gamma, geiger	Rautaruukki Oy	×	×
	luonnon gamma, NaI-kide	Rautaruukki Oy	×	×
	gamma-gamma	Sveriges Geologiska Ab	×	×
	neutron-neutron	Sveriges Geologiska Ab	×	×
	sonic	Sveriges Geologiska Ab	×	×
	omapotentialiaali	Sveriges Geologiska Ab	×	×
	yksipistevastus	Sveriges Geologiska Ab	×	×
	gamma-asteilyn spektri	Sveriges Geologiska Ab	×	×
			×	×
			×	×

* yhdessä Suomen Malmi Oy:n kanssa

MITTAUSMENETELMÄT

Mittausohjelmaan valittiin sekä maanpinta- että poranreikämenetelmiä. Eri menetelmät ja niiden mittauskohteet on esitetty taulukossa 1. Monet reikämittausmenetelmistä ovat Suomessa toistaiseksi vähän tai ei ollenkaan käytettyjä ja niitä on tarkemmin kuvattu esimerkiksi viitteessä /5/.

Geofysikaalisten menetelmien menestyksessä käyttö edellyttää riittävää petrofysikaalisten parametrien vaihtelua; erityisesti kontrasti malmin ja raakan välillä tietyn parametrisuhteen ohjaa sopivan menetelmän valintaa. Alustavia tuloksia tässä suhteessa on mahdollista saada laboratoriomittauksilla sekä mineralogisilla selvityksillä. Esimerkiksi tiheyseron ollessa riittävä eri kivilajiyksikköjen välillä tai mikäli mafisten mineraalien määrä vaihtelee, voidaan tietyissä tapauksissa käyttää gamma-gamma -luotausta. Vastaavasti, mikäli kivilajien kaliumpitoisuus vaihtelee, voidaan käyttää luonnon gamma-asteilyn mittausta. Aina olisi kuitenkin selvitettävä, minkä petrofysikaalisen parametrisuhteen avulla kussakin kohteessa haluttu tulos on mahdollista saada. Tämän projektin mittausohjelmaan pyrittiin valitsemaan menetelmiä, jotka teoreettiselta kannalta olisivat soveliaita testikohteiden tutkimuksiin. Lisä-kriteereinä tuotantokäytössä ovat lisäksi mittauksen nopeus, helppous ja turvallisuus sekä tuloksen yksinkertaisuus.

MITTAUSTULOKSET

Kustakin testikohteesta saatiin pieni näyteaineisto pääkivilajeista laboratoriomittauksia varten. Mittaukset suoritettiin Teknillisen korkeakoulun petrofysiikan laboratoriossa ja tulokset on koottu taulukkoon 2. Laboratoriomittauksista

Taulukko 2. Laboratoriomittausten tulokset /5/. ρ on kivilajin tiheys, k on susceptibiliteetti, M on magneettinen momentti, Q on Königsbergerin suhde ja R on näennäinen ominaisvastus (Wenner elektrodijärjestelmä). Kunkin kivilajin kohdalla ilmoitetaan allekkain mittausten keskiarvo, keskihajonta ja näytteiden lukumäärä.

Table 2. Results of laboratory measurements /5/. ρ represents density, k susceptibility, M magnetic moment, Q Königsberger ratio, R apparent resistivity (Wenner configuration). The mean value, standard deviation, and number of samples are given one below the other for each rock type.

	ρ kg/m ³	k (SI) $\cdot 10^{-6}$	M A/m ³ $\cdot 10^{-3}$	Q	$R(0.1\text{Hz})$ Ωm $\cdot 10^6$
Parainen kalkkikivi	2718		9	0.17	0.69
	10		4	1.39	1.34
	6		6	6	6
pegmatiitti	2612		17	0.96	0.63
	18		7	2.81	0.35
	6		6	6	6
amfiboliitti	3176		11	-0.62	3.40
	124		5	1.65	4.38
	5		5	5	5
Ihalainen dolomiitti	2806	36	120	82.62	11.53
	53	9	43	28.38	18.21
	5	5	5	5	5
kalsiitti	2740	44	231	132.98	7.84
	19	5	131	77.95	16.38
	5	5	5	5	5
wollastoniitti	2870	45	25	129.80	17.22
	14	3	44	18.03	20.13
	5	5	5	5	5
leptiitti	2710	137	130	24.04	12.92
	92	12	174	32.73	25.51
	6	7	7	7	7
amfiboliitti	3025	6650	744	2.55	16.03
	32	3350	401	0.91	19.95
	8	8	8	8	8
pegmatiitti	2635	162	162	23.50	9.76
	19	39	96	12.84	8.74
	6	7	7	7	7
Siilinjärvi feniitti	2690	8360	43	0.16	0.09
	10	4230	29	0.12	0.05
	3	3	3	3	3
dioriitti	2873	600	9	0.47	0.04
	135	286	2	0.32	0.05
	3	2	3	3	3
söviitti	2763	133	12	2.41	0.47
	25	56	4	1.11	0.73
	3	3	3	3	3
diabaasi	2783	427	11	0.75	2.45
	78	163	5	0.55	2.12
	3	3	3	3	3
glimmeriitti II	2900	443	138	1.37	0.21
	10	114	216	1.27	0.12
	3	3	3	3	3
karbonaatti-glimmeriitti I	2897	369	225	14.80	0.06
	21	43	64	3.08	0.02
	3	3	3	3	3

voidaan huomioida Paraisten kivilajien selvät tiheyserot sekä Ihalaisten malmin selvästi sivukivistä poikkeava tiheys.

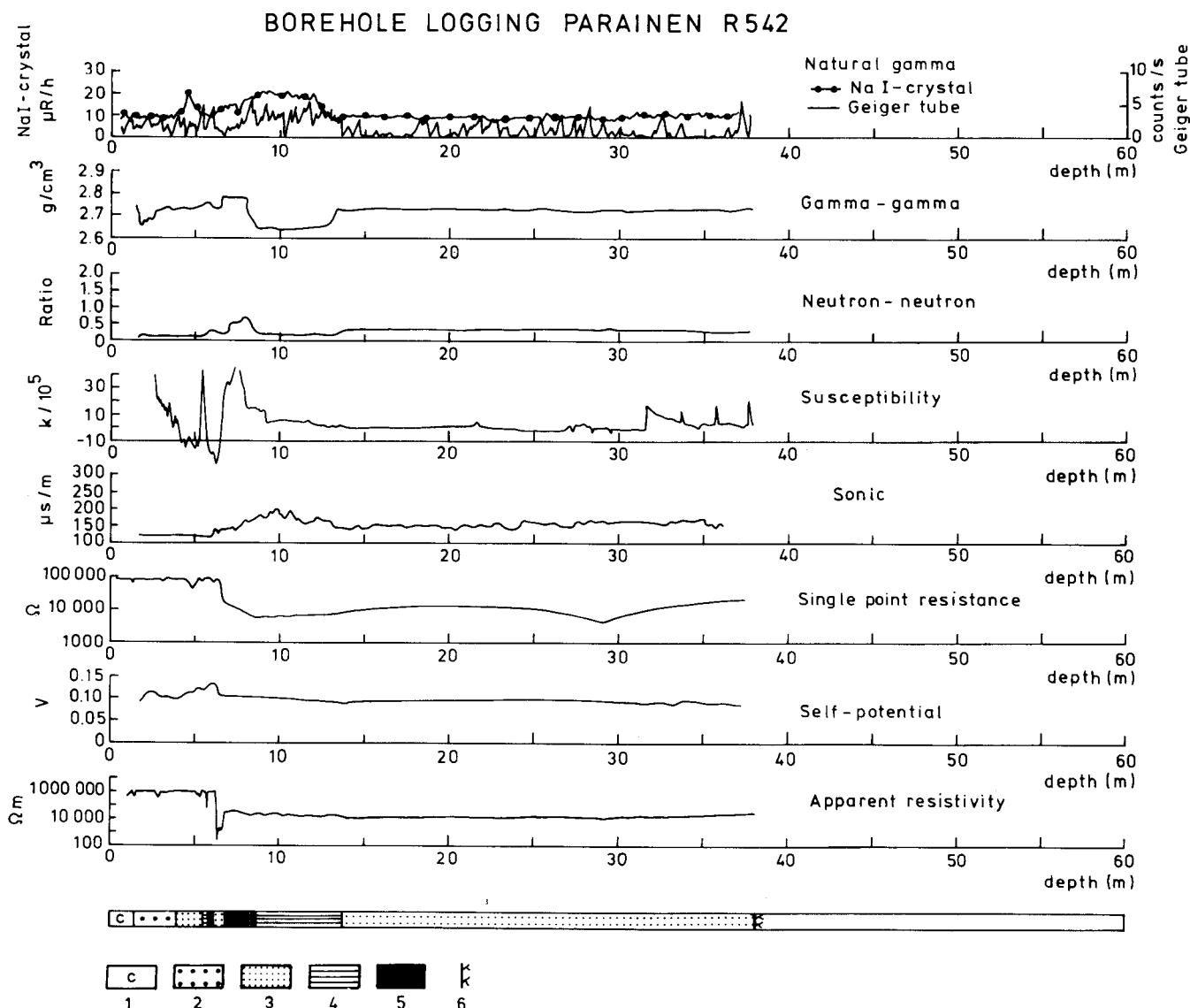
Poranreikämittauksiin erityisen soveliaaksi kohteeksi osoitettiin Paraisten kalkkikivikaivos, jossa raakun esiintyminen juonina ja pahkuina on selväpiirteistä. Kuvassa 2 esitetään esimerkkitulokset reiästä R542. Eri kivilajien välinen tiheysero on mitattavissa gamma-gamma -mittauksella. Gamma-gamma -anturin mittausgeometriasta kuitenkin seuraa, etteivät ohuet alle 30 cm:n juonet ole tarkasti havaittavissa. Mittausteknisistä syistä on suurin saatu tiheys 2800 kg/m^3 . Laitteistosäädöillä saadaan kuitenkin tarvittaessa mitatuksi myös suurempia tiheyksiä. Pegmatiittijuonet ja -pahkut ovat eroteltavissa luonnon gammasäteilymittauksilla, kun käytetään NaI-kideanturia. Käytössä ollut anturi osoittautui yllättävän hyvän erotuskyvyn ja alhaisen kohinatason omaavaksi laitteeksi. Geigerputki osoittautui herkkyydeltään riittämättömäksi tähän, suurta tarkkuutta vaativaan sovellutukseen. Amfiboliittijuonten paikallistamiseen on mahdollista käyttää susceptibiliteettimittauksia, mikäli amfiboliitti sisältää magneettisia mineraaleja (magnetiitti, magneettikiisu, ilmeniitti) tai rautapitoisia mafisia mineraaleja riittävästi. Nyt kokeiltavana ollut Rauta-

ruukki Oy:n RR K-10 -anturi soveltuu saatujen tulosten mukaan erinomaisesti hyvinkin ohuiden amfiboliittikerrosten paikallistamiseen poikkeuksellisen alhaisen kohinatasonsa ansiosta.

Ihalaisten kalkkivilouhokselta saatiin samantyyppisiä tuloksia kuin Paraisilta. Poikkeuksena on kuitenkin amfiboliitin vaihteleva magneettisuus, joka heikentää susceptibiliteettimittauksen käyttökelpoisuutta. Pegmatiittijuonten määrittämiseen käy luonnon gammasäteilyn kideanturi erinomaisesti. Myös eri kivilajien tiheyskontrasti on riittävä gamma-gamma-mittauksen käyttöön.

Poranreikämittauksen käyttö Siilinjärven kaivoksella ei tuonut yhtä selkeitä tuloksia kuin Paraisilla. Täysin luotettavaa raakun erotteluun sopivaa menetelmää ei tehtyjen mittauksen mukaan kokeiluissa menetelmissä ollut. Eräitä poranreikämenetelmiä on kuitenkin mahdollista käyttää malmin laadun määrittäisiin ainakin jossain määrin. Esimerkiksi gamma-gamma- ja neutron-neutronmenetelmillä on mahdollista selvittää kiille- ja karbonaattipitoisuutta.

Galvaanisten menetelmien käyttö maanpintamittauksina kaivosympäristössä osoittautui ongelmalliseksi. Kunnollisen



Kuva 2. Esimerkki poranreikämittauksen tuloksista Paraisten avolouhoksen timanttikairausreiässä R542 /5/. 1: suojaputki, 2: karkea kalkkikivi, 3: kalkkikivi, 4: pegmatiitti, 5: amfiboliitti, 6: reiän pohja.

Fig. 2. Example of borehole logging results from diamond drill hole R542 in the Parainen open-pit /5/. 1: casing, 2: coarse-grained limestone, 3: limestone, 4: pegmatite, 5: amphibolite, 6: bottom of hole.

kontaktin saaminen on vaikeaa louhikkoisessa ympäristössä. Lisäksi tulosten tarkkuus ei riitä malmyyppi- ja raakkukartoitukseen, sillä pistevälin on oltava riittävän pieni, jolloin mittaustehot taas eivät ole taloudellisia. Sensijaan induktiivisilla menetelmillä on mahdollista tietyissä tapauksissa, esim. diabaasijuonien kartoittamisessa yhdessä magneettisten mittausten kanssa, saada käyttökelpoisia tuloksia. Tulokäsittelyn takia erityisen tärkeää on mittauslinjojen ja mittauspisteiden tarkka merkintä. Tämä on Siilinjärvellä mahdollista pitkälle kehitetyin kaivosmittaussysteemin ansiosta.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Projektin tulosten perusteella Paraisille ollaan valmistamassa susceptibiliteetti- ja luonnon gammasäteily (NaI-kide) -antu-

reista koostuvaa mittauslaitetta. Anturit yhdistetään samaan luotaimeen, jolloin mittaus voidaan suorittaa kummallakin menetelmällä yht'aikaa. Tiedontallennukseen käytetään Rautaruukki Oy:n maastokäyttöön tarkoitettua KTP 84-tallennusyksikköä, joka mahdollistaa nopean ja tarkan tulokäsittelyn. Tulokäsittelyssä käytetään apuna mikrotietokonetta.

Geofysikaalinen mittaus nopeuttaa ja tarkentaa kartoitus-työtä sekä pienentää sen kustannuksia, sillä itse mittaus ja siihen liittyvä tulokäsittely ovat saatavissa riittävän yksinkertaisiksi. Paraisten kohdalla raaku- ja malmilaatumääritykset saadaan reaaliaikaisiksi geofysikaalisilla mittauksilla ja kalliit ja hitaat soijanäytteiden laboratoriomääritykset ovat vain varmistuskeinona. Mittaukset voidaan tehdä myös normaaleista tuotantorei'istä, jolloin kunkin kaadon malmilaatu voidaan ennakoita määrittää.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Kauppinen, H.*, Siilinjärven karbonatiittimuodostuma. Kemira 1982 (4)
2. *Puustinen, K.*, Geology of the Siilinjärvi Carbonatite Complex, Eastern Finland. Bull. Comm. Géol. Finlande 249, Helsinki, 1971.
3. *Metzger, A.*, Zur Geologie der Inseln Ålö und Kyrklandet in Pargas-Parainen, S.W. Finland. Meddelanden från Åbo Akademin geologisk-mineralogiska institut n:o 27, 1954.
4. *Lundén, E.*, Lappeenrannan Ihalainen kalkkikiviesiintymän geologiasta. Vuoriteollisuus — Bergshanteringen 37 (1979), 20–23.
5. *Salminen, P.*, Teollisuusmineraaliesiintymien raaku- ja malmyyppikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla. Tutkimusloste A76, Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry, Helsinki, 1986.

SUMMARY

GEOPHYSICAL WASTE-ROCK AND ORE-TYPE MAPPING IN INDUSTRIAL MINERAL MINES

The purpose of the research project was to find geophysical methods suitable for detailed mapping of and discriminating between different rock types in industrial mineral mines. Test measurements were made in the Parainen and the Ihalainen quarries and in the Siilinjärvi open-pit mine. At Parainen and Ihalainen, the mines exploit limestone deposits, whereas at Siilinjärvi a magmatic carbonatite ore is mined for apatite.

Both borehole and ground methods were applied in the test measurements, the latter group, however, only in the Siil-

injärvi mine. Eight different logging methods were used in the boreholes, and seven different methods in the ground surface measurements. The results from Parainen show that it is feasible to detect the waste-rock (pegmatite, amphibolite) dykes by applying a combined gamma-ray intensity-magnetic susceptibility logging technique. The diabase dykes in the Siilinjärvi ore can be located with ground magnetic measurements, and the pegmatite dykes in the Ihalainen deposit with the aid of the gamma-ray logging method.

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 3.-4.4.1987

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s

ÅRSMÖTE

hålls i Helsingfors den 3.-4.4.1987

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

Prosessoinnin vaikutus päällystys- ja täyteainepigmentteihin

Dipl.ins. Ari Aarnio, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Mineraalitekniikan laboratorio, Espoo

JOHDANTO

Paperin päällystys- ja täyteaineina käytetään useita mineraaleja ja niistä edelleen prosessoituja tuotteita. Eniten käytetyt ovat kaoliini, kalsiumkarbonaatti (myös saostettu karbonaatti) ja talkki. Lisäksi käytetään alumiinihydroksidia ja satiini-valkoista. Uusia tuotteita ovat mm. kipsi ja serpentiniitti. Lisäaineena voidaan käyttää titaanidioksidia, baryyttia, natriumalumiinisilikaattia, sinkkioksidia ja piimaata. Päällystys- ja täyteaineita kulutetaan Suomessa n. miljoona tonnia vuodessa.

PÄÄLLYSTYS- JA TÄYTEAINEEN EROT

Päällystys- ja täyteaineet ovat olomuodoltaan kiinteitä, useimmat epäorgaanisia, kemialliselta koostumukseltaan, raekooltaan ja -muodoltaan eroavia, ja niitä lisätään paperiin tiettyjen ominaisuuksien parantamiseksi. Useimpia mineraaleja käytetään sekä päällystys- että täyteaineena. Päällystysaineet eroavat täyteaineista mm. hienomman raekokajakautuman, vaaleuden, paremman lietettävyuden ja puhtauden ansiosta. Päällystykseen tarkoitukseen on annettu tuotteelle useita painoalustalle tärkeitä ominaisuuksia mm. /1/:

- tasoittaa paperin pinnan rakennetta
- peittää ja muuttaa pohjapaperin väriä
- antaa opasiteettia.

Täyteaineen käyttöä puoltavat useimmiten alhainen hinta kuituraaka-aineeseen verrattuna ja se, että täyteaine vaikuttaa edullisesti paperin käyttöominaisuuksiin, kuten esim. täyttää kuitujen välistä tilaa, lisää valoa hajaheijastavaa pintaa, parantaa sekä paperin opasiteettia että vaaleutta.

Päällystys- ja täyteaineiden käyttö on tasapainoilemista niiden hyvien ja huonojen ominaisuuksien välillä, kuten esim. halpa ja kallis, kevyt ja painava.

PÄÄLLYSTYS- JA TÄYTEAINEEN TÄRKEITÄ OMINAISUUKSIA

Mineraalin ominaisuuksissa voidaan erottaa kahdenlaisia ominaisuuksia: ominaisuuksia, joihin voidaan vaikuttaa prosessoimalla ja ominaisuuksia, joihin ei voida vaikuttaa. Jälkimmäiset ovat jokaiselle mineraalille ominaisia, kuten esim. ominaispaino, taitekerroin, kovuus, koostumus ja rakenne (taulukko 1).

Prosessoimalla pystytään muuttamaan seuraavia mineraalin ominaisuuksia:

- puhtaus
- raekoko
- raemuoto
- ominaispinta-ala
- huokoisuus
- vaaleus
- pinta-adsorptio
- kuluttavuus.

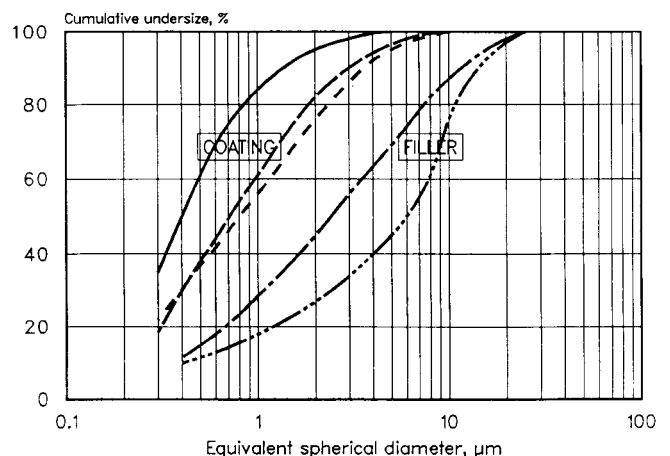
Paperin valmistuksen kannalta soveltuvuuteen vaikuttavat lisäksi mm. painettavuus, läpinäkyvyys, kiilto, dispergoita-

Taulukko 1. Päällystys- ja täyteaineiden ominaisuuksia.
Table 1. Some properties of the usual coating- and filler materials.

Aine	Rakenne	Muoto	Tiheys	Taitekerroin	Kovuus
Kaoliini	Al-silikaatti	levymäinen	2,5-2,8	1,56	2-2,5
Talkki	Mg-silikaatti	levymäinen	2,8	1,57	1
Kalsiumkarbonaatti		pyöreähkö	2,7	1,56	3
-saostettu		neulasmäinen	2,7-3,0	1,56	
Kipsi	Ca-sulfaatti	neulasmäinen	2,3	1,53	1,5-2
Titaanidioksidi		pyöreähkö			
-anataasi			3,9	2,55	5-6
-rutiili			4,2	2,70	6-7
Na-Al-silikaatti		pyöreähkö	2,1	1,45	

vuus, hinta, retentio jne. Tietämällä nämä ominaisuudet voidaan tehdä päätöksiä mineraalin soveltuvuudesta pigmenttikäyttöön.

Päällystys- ja täyteaineiden raekokojakautumat eroavat toisistaan. Kuvassa 1 /2/ on esitetty kolmen päällystys- ja kahden täyteainekaoliinin raekokojakautumat. Havaitaan päällystysainelaatujen 2 μm :n läpäisyprosentin olevan n. 80 % ja yli 10 μm :n rakeiden määrän olevan minimaalinen, kun taas täyteainelaatujen 80 %:n läpäisy on 8 μm :n kohdalla tai raekoko on vielä karkeampi. Täyteaineessa pieni hiukkaskoko aiheuttaa pölyämistä kuivatusvaiheessa ja heikentää retentiotia. Täyteaineen lisäys alentaa paperin lujutta.



Kuva 1. Tavallisten päällystys- ja täyteainekaoliinien raekokojakautumat /2/.

Fig. 1. The particle size distributions of some coating- and filler kaolins /2/.

Raemuodoltaan levymäisellä rakeella on useita hyviä ominaisuuksia. Levymäisen muodon ja hienon raekokajakautuman omaavalla pigmentillä saavutetaan tasainen paperin pinta. Levymäisen rakeen viiraretentio on hyvä. Kiilto on huomattavasti parempi kuin pyöreähköillä rakeilla, koska saman ekvivalentin pallomaisen halkaisijan omaavia levymäisiä rakeita mahtuu useampia päällekkäin kuin pyöreähköjä rakeita. Näin valo pääsee heijastumaan useammasta pinnasta aiheuttaen kiillon. Neulasmaisen rakenteen omaava mineraali saattaa vaikuttaa paperin lujuuteen vähemmän kuin esim. levymainen tai pallomainen mineraali.

Valonheijastusta parantaa suuri ominaispinta-ala. Valkoisuuteen vaikuttaa myös tuotteen puhtaus. Saostetut, mineraalipohjaiset pigmentit (saostettu kalsiumkarbonaatti, natriumalumiinisilikaatti) tai kalsinoidut pigmentit (kalsinoitu kaoliini) omaavat useimmiten paremman vaaleuden ja muut paperin kannalta tärkeät ominaisuudet kuin vastaavat luonnon mineraalit. Kuitenkin niiden prosessoinnin kalleuden takia niiden osuus päällystys- ja täyteaineiden kulutuksesta on vähäinen. Myös korkean taitekertoimen omaavien pigmenttien (esim. TiO_2) lisäyksellä vaaleutta voidaan parantaa.

Kuluttavuus riippuu rakeiden muodosta ja osittain myös mineraalin kovuudesta sekä mineraalin hienoudesta, enemmän kuin kovuus kuluttavuuteen vaikuttaa pigmenttirakeen teräväsärmäisyys /4/. Päällystys- ja täyteaineen pintaominaisuudet vaikuttavat mm. lietto-ominaisuuksiin. Muuttamalla pinnan sähköistä varausta voidaan paperin ja pigmentin välisen sidoksen lujuutta parantaa.

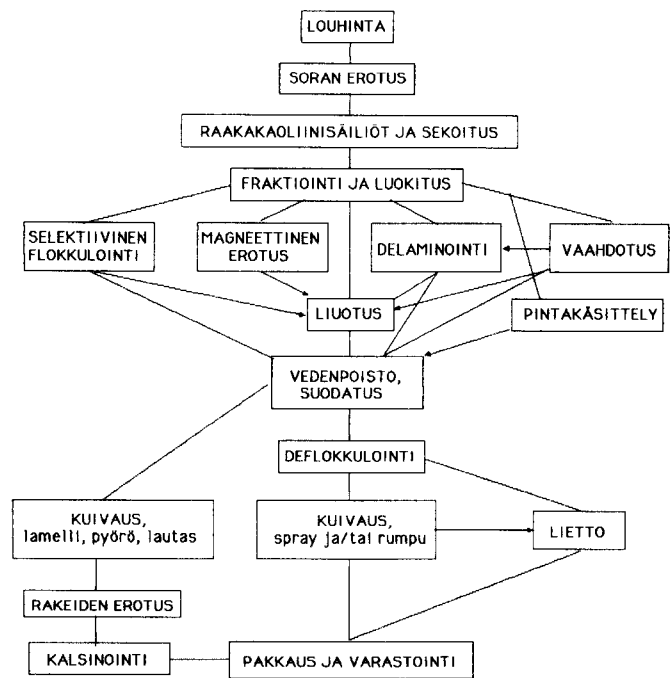
MINERAALIN OMINAISUUKSIIN VAIKUTTAVIEN PROSESSIEN LUOKITUS

Prosessit voidaan jakaa kolmeen ryhmään: Mineraalien hienonnuksen, puhdistusprosesseihin ja itse mineraalin ominaisuuksiin vaikuttaviin prosesseihin. Puhdistusprosessit edellyttävät mineraaleilta tietyn raekoon tai -jakautuman. Tämä saadaan aikaan tarvittaessa murskaamalla, seulomalla, jauhamalla ja/tai luokittamalla. Puhdistusprosessiin kuuluu yleensä luokitus ja varsinainen mineraalin rikastusprosessi (esim. vaahdotus, magneettinen erotus). Näin saadun puhtaan mineraalin ominaisuuksiin voidaan edelleen vaikuttaa pesulla, liuotuksella, kalsinoinnilla, jauhatuksella, luokituksella tai päällystämällä. Synteettinen valmistus tulee kysymykseen epäpuhtauksista vapaan tuotteen valmistuksessa.

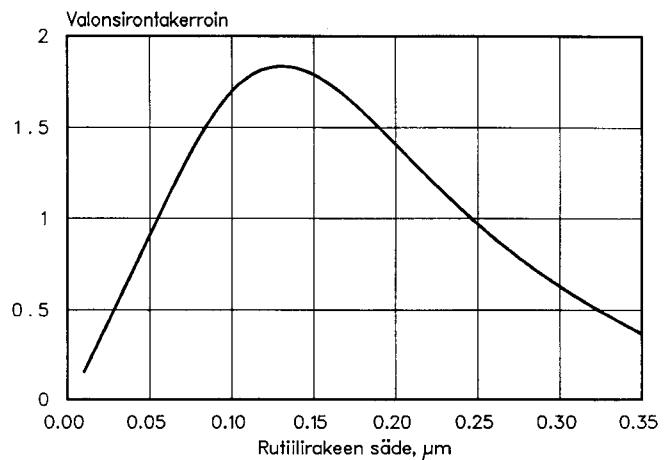
Kuvassa 2 /5/ on esitetty kaoliinin yksinkertaistettu prosessi-kaavio esimerkkinä tarvittavista yksikköprosesseista päällystys- tai täyteaineen valmistamiseksi. Päällystysaineen prosessointi vaatii monipuolisimman prosessoinnin, kun taas täyteaineena voidaan käyttää soran ja hiekan erotuksen jälkeen saatua tietyn koostumuksen omaavaa tuotetta.

1. Hienonnuks

Puhdistusprosessin onnistumiseksi joudutaan malmia useimmiten hienontamaan. Tämän lisäksi erotusprosessien avulla saatua puhdasta pigmenttimineraalia pitää jauhaa ja luokitaa optimihienouden saavuttamiseksi. Se, mikä on optimihienous, voidaan esittää valonsironnan avulla. Jokaisella mineraalilla on olemassa raekoosta ja taitekertoimesta riippuva maksimivalonsironta. Kuvassa 3 /4, s.60/ on esitetty yleisesti valonsironnan riippuvuus rakeen halkaisijaista. Valonsironnan on havaittu olevan voimakkaimmillaan, kun rakeen säde on noin puolet valon aallonpituudesta. Paras sironta-arvo saadaan aineelle, jonka taitekertoimen on suurin. Esim. TiO_2 :n (anataasi) taitekertoimen on 2,55, kaoliinin 1,56, talkin 1,57 ja $CaCO_3$:n 1,55. TiO_2 :lla on parhaat valonsirontaominaisuudet korkean tiheyden ja sitä kautta korkean taitekertoimen takia.



Kuva 2. Kaoliinin hyödyntäminen märkäprosessoinnilla /3/.
Fig. 2. General wet processing steps used to beneficiate kaolin.



Kuva 3. TiO_2 -rakeen valonsirontakyky rakeen säteen funktiona öljymäisessä väliaineessa /4, s. 60/.
Fig. 3. The effect of particle size of the rutile pigment on the coefficient of light scattering.

Kuvasta 3 voidaan havaita, että maksimaalista valonsirontaa vastaavan raekoon alapuolella valonsirontakyky laskee voimakkaasti ja on verrannollinen rakeen halkaisijan kuutioon. Rakeen ollessa taas paljon suurempi, valonsirontakyky vähenee maksimistaan hitaammin ja on verrannollinen rakeen halkaisijan käännteislukuun.

Koska hienonnuksessa saadaan yleensä laaja raekokojakautuma, eivät kaikki rakeet ole optimikokoisia. Raekokojakautumaa voidaan tällöin kaventaa luokittamalla.

Jauhatustapa voi vaihdella. Hienojauhatusta voidaan tehdä kuivana esim. suihkujauhatusmyllyllä ilma- tai höyryväliaineessa (esim. talkki). Märkäjauhatuksessa käytetään helmimyllyjä, joissa jauhinkappaleina voivat olla mm. lasihelmet tai kvartsihiekkä. Helmimyllyillä jauhetaan mm. kalsiumkarbonaattia ja kaoliinia.

Jauhatuksella voidaan vaikuttaa pigmentin ominaisuuksista raekokoon, raekokojakautumaan, vaaleuteen ja raemuotoon.

2. Kalsinointi

Lämpökäsittelyllä tarkoitetaan seuraavaa:

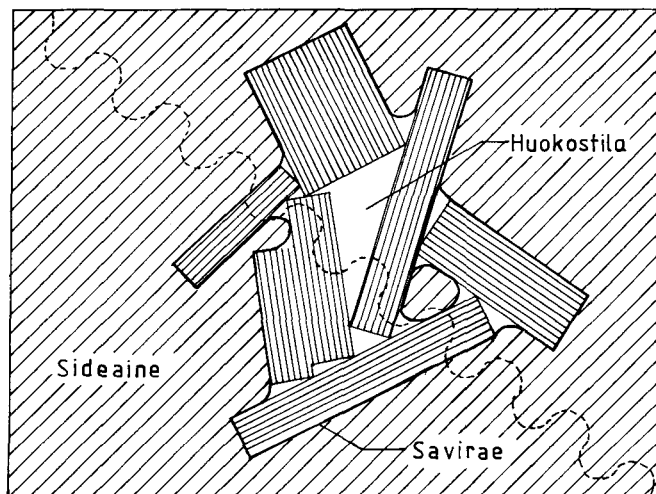
- kideveden tai muun aineen poistamista
- hapettamista tai pelkistämistä
- raekoon kasvattamista
- epäorgaanisen materiaalin poistamista.

Kalsinoinnilla pienet rakeet pyritään pigmenttitapauksessa kasvattamaan yhteen isommaksi huokoiseksi rakeeksi. Tämä lisää hajaheijastavaa pintaa, opasiteetti paranee ja lisäämällä kalsinoitua tuotetta pieniä määriä kalsinoimattoman päällystysaineen joukkoon tuotteesta saadaan vaaleampi. Esim. kalsinoidun kaoliinirakeen halkaisija kasvaa ja on n. 1,3 μm. Kuvassa 4 /5/ on esitetty havainnollisesti, miltä kaoliinirakeen oletetaan näyttävän kalsinoinnin jälkeen. Kaoliinia kalsinoitaessa rakeiden kasvun lisäksi kidevesi ja orgaaninen aines poistetaan. Titaanidioksidin valmistusprosessissa saostettu titaanihydraatti kalsinoidaan, jolloin raekoko kasvaa ja pigmenttiominaisuudet saadaan esiin.

Kalsinointitulokseen vaikuttavat mm. tuotteen laatu (puhtaus), kalsinointiaika, -lämpötila, atmosfääri, raekoko ja käytetty polttoaine. Kalsinointia varten esim. kaoliini puhdistetaan, luokitetaan, valkaistaan ja jauhetaan sopivaan raekoon. Kalsinointiaika ja -lämpötila yhdessä vaikuttavat kalsinoidun kaoliinin vaaleus- ja kuluttavuusominaisuuksiin. Liian korkea kalsinointilämpötila ja pitkä kalsinointiaika parantavat kyllä valkoisuutta mutta lisäävät samalla rakeiden abraasivaikutusta. Kalsinointilämpötila on yleensä 900–1000 °C (TiO₂ ja kaoliini), mutta usein kidevesi poistuu tai rakenne muuttuu jo alemmassakin lämpötilassa. Toisaalta kalsiumkarbonaattia kalsinoitaessa lämpötila nostetaan korkeammalle, jotta kalsinointireaktio menisi loppuun, ja hiilidioksidi poistuisi karkeiden rakeiden ytimestä asti. Kalsinointitapahtumaan voidaan vaikuttaa myös lisäaineilla mm. piimaan kalsinoinnissa voidaan käyttää soodaa /6/ sitomaan epäpuhtauksia. Kalsinoinnilla saavutetaan pigmentin ominaisuuksissa seuraavia parannuksia: vaaleus paranee hajaheijastuskertoimen muuttuessa, huokoisuus ja raekoko kasvavat, raemuoto muuttuu.

3. Liuotus

Liuotus voidaan tehdä mineraalin pinnan puhdistamiseksi tai mahdollisen hyötym mineraalin itsensä liuottamiseksi epäpuhtauksista. Liuotuksen onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. liuotettavan aineen liukoisuus, käytettävä happo tai



Kuva 4. Kalsinoidun kaoliinin teoreettisen rakenteen kaaviollinen esitys /5/.

Fig. 4. Schematic figure of the theoretical structure of calcined kaolin.

emäs, liuotusaika, lämpötila, paine, liuoksen väkevyys, mineraalin raekoko ja sekoitus.

Esimerkiksi kaoliinin pinnalta liuotetaan valkoisuutta haittaavaa rautaa ditioniitilla, ja toinen esimerkki, ilmeniitti liuotetaan kokonaan ja liuoksesta saostetaan titaanihydraatti, mistä kalsinoimalla saadaan TiO₂-pigmentti.

Silikaatit ovat usein hitaasti ja heikosti liukenevia. Tämän takia näistä voidaan yleensä liuotuksella poistaa vain pinnalla olevia epäpuhtauksia. Kuitenkin esim. kvartsi, amorfisen piihapon raaka-aine, saadaan prosessoinnin avulla liukenemaan veteen kalsinoimalla kvartsi soodan kanssa ennen liuotusta. Tällöin syntyy natriumalumiinisilikaatin raaka-aineena käytettävää, veteen liukenevaa vesilasaa.

Liuotuksella voidaan vaikuttaa mm. mineraalin valkoisuuteen puhdistuskäsittelyn avulla ja kiteen liuotuksella vielä useampiin pigmentin ominaisuuksiin.

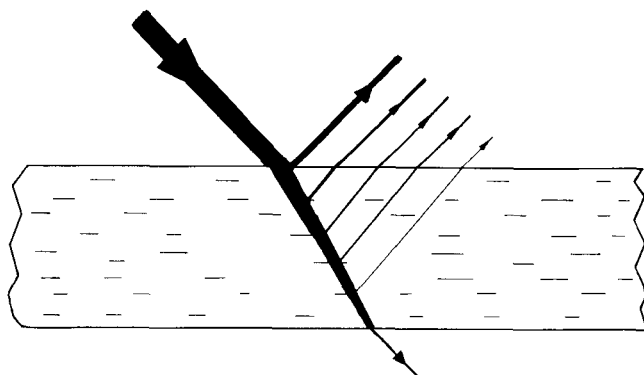
4. Päällystäminen

Päällystämisellä tarkoitetaan joko orgaanista (esim. kemikaali) tai epäorgaanista päällystämistä. Epäorgaanisen päällystämisen tarkoituksena on saostaa pigmenttirakeen pinnalle kerros toista materiaalia parantamaan tuotteen (esim. TiO₂) sään- ja valonkestävyyttä sekä dispergointiominaisuuksia. Ilerin /7/ mukaan päällystämisen onnistuminen edellyttää ytimen olemassaoloa. Sen ominaisuuksilta vaaditaan mm.:

- olomuodon kiinteyttä
- veteensekoitettavuutta
- hienojakoisuutta
- veteen liukenemattomuutta
- ytimen pinnan vastaanottavuutta

Useimmat mineraalit täyttävät yllä mainitut ehdot ja voivat toimia ytiminä (esim. kaoliini, wollastoniitti, kiilteet ja talkki). Päällystysaineena voidaan käyttää mm. titaanidioksidia ja saostettuja piihappoja. Päällyste voi tarttua ytimen pinnalle tasaisesti tai vain osista ydintä. Myös jo kerran päällystetty mineraali voidaan päällystää toistamiseen. Ehkä yleisin käyttö päällystysprosessilla on titaanidioksidin päällystäminen alumiinisilikaatilla /8/. Päällysteen määrä on n. 5–10 % tuotteen painosta.

Päällystämisen avulla muutetaan aineen sään ja valon kestävyyttä sekä dispergointiominaisuuksia. Optisiin ominaisuuksiin päällystämisellä on vähäinen vaikutus ohuen päällystekerroksen takia, toisaalta titaanidioksidilla päällystetyn kiilteen optiset ominaisuudet muuttuvat ja pigmentille saadaan aikaan helmiäiskiilto. Kuvassa 5 /4, s. 197/ on esitetty valon kulku helmiäiskiiltopigmenttirakeessa.



Kuva 5. Valon kulku helmiäiskiiltopigmenttirakeessa /4, s. 197/.

Fig. 5. Light reflection on pearlgance pigment particle.

5. Synteettinen valmistus

Synteettinen valmistus voidaan jakaa saostuksen tai sulien kautta valmistettaviin tuotteisiin. Merkittävämpiä tuotteita ovat titaanidioksidi ja piihapot.

Synteettiset piihappotuotteet eroavat vastaavista luonnonmineraaleista. Niiden ominaispinta-ala on suurempi, ne ovat tasalaatuisempia kuin luonnonmineraalit. Kiderakenteeltaan ne ovat amorfisia, eivätkä, kuten suurin osa SiO_2 :a sisältävistä mineraaleista, kiteisiä. Poikkeuksen muodostavat mm. piimaa ja opaali.

Saostetun piihapon valmistukseen käytetään vesilasiliuosta ja mineraalihappoa. Näitä sekoitettaessa korkeahkossa lämpötilassa piihappo saostuu. Saostumisreaktion lopussa pH muuttuu lähelle neutraalia. Tuotteen laatuun voidaan vaikuttaa mm. happolisäyksen nopeuden, sekoituksen intensiteetin ja lämpötilan muutoksilla. Mineraalihappojen sijasta maaalkaali- tai alumiinisuoloja käyttäen voidaan valmistaa vastavia silikaatteja kuten esim. Na-Al-silikaattia. Saostetun piihapon lisäys parantaa tuotteen vaaleutta ja peittokykyä.

Erlaisia mineraaleja sekoittamalla ja sulattamalla yhdessä on mahdollista tuottaa myös käyttökelpoisia pigmenttiraaka-aineita. Esim. diabaasia ja kalkkikiveä sulattamalla koksia polttoaineena käyttäen voidaan saada vaalea, käyttökelpoinen mineraalikuuti.

Yhteenveto

Kirjoituksessa on pyritty tarkastelemaan yleisimpien paperin päällystys- ja täyteaineiden ominaisuuksia ja selvittämään ominaisuuksiin vaikuttavien prosessointien hyväksikäyttöä. Vaikka voidaan sanoa, että päällystys- ja täyteaineen tärkeimmät ominaisuudet ovat vaaleus, raekoko ja -muoto, ei mitään ominaisuutta voida väheksyä. Parannuksia voidaan saavuttaa mm. jauhatuksessa ja luokituksessa tehdyillä muutoksilla tai lisäämällä materiaalin prosessointivaiheita. Mutta myös uusien tuotteiden hyväksikäyttäminen voi johtaa hyviin tuloksiin, josta on osoituksena esim. kipsi. Jokaisen mineraalin kohdalla on löydettävissä optimi, johon voidaan pyrkiä.


KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Eklund, D. Pigmentit, INSKO 58-78, Paperin- ja kartongin pigmenttipäällystys I, Insinööritieto Oy, Helsinki 1978.
2. ECC International, tuote-esite.
3. Murray, H. Kaolin for pulp and paper, 'IM' Pulp and Paper Survey 1984.
4. Kittel, H. ed., Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Bd 2. Verlag W.A. Colomb, Berlin 1974.
5. Patton, T. ed., Pigment handbook, Vol. 1. Wiley Interscience, New York 1973, s. 212.
6. Lefond, S. ed., Industrial Minerals and Rocks, American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc., New York 1975, s. 620.
7. Iler, R., U.S. Patent 2885366. 1960.
8. Solomon, D. & Hawthorne, D., Chemistry of pigments and fillers, John Wiley & Sons, New York 1983.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF PROCESSES ON PAPER PIGMENTS


In the preliminary investigation the process methods used in pigment industry as well as the influences of process steps on the properties of pigments were studied. By means of literature survey such properties of pigments which can be effected by comminution, calcination, leaching and coating were collected. Changing the particle size, particle size distribution, particle shape we may have pigments, which have better whiteness, opacity etc.



NONEL[®] UNIDET

NONEL[®]GT

MAAHANTUOJA: **OY FORCIT AB**




* Nitro Nobel Ab:n Ruotsissa rekisteröimä tuote
VALMISTAJA: **Nitro Nobel**

710 90 Guttera Färdlar 0467 551 00

MARTTI SULONEN KIITTÄÄ

Kiitän sydämellisesti läksiäisluentoni yhteydessä osakseni tulleesta suurenmoisesta huomaavaisuudesta.

Martti Sulonen




VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN

*toivottaa kaikille
lukijoilleen ja
ilmoittajilleen
Rauhallista Joulua
ja
Hyvää Uutta Vuotta*

VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN

*tillönskar alla sina
läsare och
annonsörer
En Fridfull Jul
och
Ett Gott Nytt År*



Valimoiden haasteita

Dipl.ins. Tapani Vainio-Mattila, Oy W. Rosenlew Ab, Pori

JOHDANTO

Valamisella on etuja, joita on vaikeaa tai mahdotonta saavuttaa muilla valmistusmenetelmillä. Monimutkaisia kappaleita valmistettaessa voidaan valukonstruktion avulla usein saavuttaa alhaisemmat valmistuskustannukset, murtumisherkkyuden kannalta edulliset juoheammat pinnanmuodot, pienempi paino ja vähäisemmät jännitykset kuin muilla menetelmillä. ”Muilla menetelmillä” valimomies viittaa lähinnä hitsaukseen.

Valaminen soveltuu erittäin monelle metallille ja metalliseokselle, jolloin voidaan hyödyntää näiden erilaisia aineominaisuuksia kuten lujuus, sitkeys, korroosionkestävyys ja keveys. Erityisesti mainittakoon valurautoihin liittyvät värinävaimennus-, lastuttavuus-, kulumis-, korroosio- ja lämpötekniset ominaisuudet, joita ei muilla aineilla ja valmistusmenetelmillä useinkaan voida saavuttaa yhtä edullisesti.

Edelleen valukonstruktio on käyttökelpoinen laajalla kapalekoalueella alkaen alle grammasta aina yli sataan tonniin. Uusimpien tuotantomenetelmien ansiosta myöskään sarjaisuudet eivät aseta valamiselle rajoituksia.

Suomalaisen koneerakennusteollisuuden tuotteista huomattavassa osassa käytetään valukonstruktioita. Onko valu näissä tuotteissa niiden kilpailukykyä nostava vai alentava tekijä riippuu ensisijaisesti valimoiden toiminnasta, mutta tietysti myös valun käyttäjät voivat vaikuttaa asiaan.

VALU EI KATO

Eräissä valimoalan julkaisussa tarkasteltiin hiljattain valutuotannon kehittymistä teollisuusmaissa, kts kuva 1. Käyttö vähenee lähinnä kahdesta syystä. Ensinnäkin, valukonstruktioita kevennetään lopputuotteiden keventämispyrkimysten yhteydessä. Esimerkiksi kuorma-auton hyötykuormaa on voitu lisätä tietyn kokonaispainon puitteissa tekemällä itse auto kevyemmäksi. Vastaavasti leikkuupuimurin mahdollisimman pieni paino on oleellinen tavoite parannettaessa käytettävyyttä pehmeällä pellolla. Valukonstruktioiden keventäminen on ollut mahdollista mm. vaihtamalla tavallinen valurauta tai teräs joko kevytmetalliin tai pallografiittirautaan tai lujempaan teräkseen, jolloin seinämänpaksuutta on voitu pienentää.

Toinen valun käytön volyyymiä vähentänyt tekijä on kilpailukyisten vaihtoehtojen tuleminen markkinoille. Tällaisia ovat olleet hitsatut levykonstruktioit ja muovit. Tulevaisuudessa ehkä keraamit. 1970-luvulla siirtyminen valusta levyyn ja hitsaukseen oli voimakasta, mutta viime vuosina on tehty paljon myös päinvastaisia muutoksia. Tämä on osoitus siitä, että valimot ovat vastaamassa kilpailevien vaihtoehtojen heittämään haasteeseen. Itse asiassa tällä hetkellä puhutaan yleisesti valun uudesta tulemisesta.

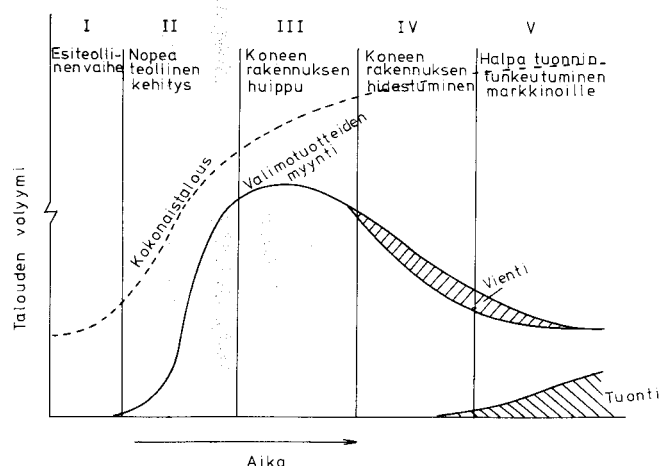
Valimoteollisuus on pyrkinyt täyttämään vajaakäyttöistä kapasiteettiaan viennillä. Vastaavasti tuonti, eräissä tapauk-

sisssa ns. halpatuonti, on haukkaamassa omaa osaansa volyymeistä. Suomalaisen rauta- ja teräsvalimoteollisuuden vienti on viime vuosina ollut 11...13 % tuotannosta. Osuus on kasvamassa: vuonna 1985 vientiosuus oli 17 %. Tuonnin suuruus on selvitetty vain kerran, nimittäin vuodelta 1983. Tuolloin se oli noin 11 % tuotannosta. Kokonaistuotanto alenee edelleen, mutta selvästi hitaammin kuin 1970-luvun alussa. Näillä perusteilla voitaisiin katsoa Suomen olevan ”teoreettisessa valuhistoriassa” vaiheiden IV ja V (kuva 1) paikkeilla.

Minkälainen sitten on valun ja suomalaisen valimoteollisuuden tulevaisuus? Jatkuuko kehitys mallin mukaisesti kunnes valimoteollisuus häviää lähes olemattomiin? Ei välttämättä! Tulevaisuus on valimoiden omissa käsissä. Valimoteollisuuden tulevaisuus riippuu ennen kaikkea siitä, miten tehokkaasti se mukauttaa toimintansa asiakkaitensa vaatimuksiin. Tässä yhteydessä on hyvä tarkastella eräitä keskeisiä muutospaineita, joiden eteen konepajat — siis valimoiden asiakkaat — ovat viime vuosina joutuneet. Näistä muutospaineteista ovat nimittäin peräisin edellä mainitut niin valimoille kuin muillekin alihankkijoille kohdistetut vaatimukset.

HAASTEET LÄHTÖISIN KONEPAJOISTA

Ensinnäkin, konepajan tuotekehitykseltä vaaditaan suurempaa nopeutta ja edullisempia ratkaisuja. Tuotteiden elinkaaret lyhenevät ja konstruktioiden on oltava aikaisempiin ver-



Kuva 1. Valimoteollisuuden kehittyminen teollisuusmaissa. Luonteenomaista on tarpeen väheneminen ja mukautuminen halpatuontiin.

Fig. 1. The development of casting volume in industrial countries. It is characterised by decreasing demand as well as by cheap import.

rattuna esimerkiksi kevyempiä, kestävämpiä, lämpöominaisuuksiltaan parempia, valmistusystävällisempiä, ulkonäöltään myyvämpiä jne.

Valimolta tämä edellyttää nopeampaa palvelua suunnittelun, mallinhankinnan ja koevalujen toimittamisen osalta. Siis uuden valukappaleen ”ensimmäinen painos” on saatava asiakkaalle nopeasti. Kun uuden valukappaleen sisäänajo joskus sai kestää yli puoli vuotta, on nyt aikaa vain joitakin viikkoja tai päiviä. Valuteknisen asiantuntemuksen ja osaamisen pitäisi olla niin korkeatasoista, että ensi yrityksellä löydetään optimaalinen valutapa ja saadaan hyvät kappaleet. Tavoitteena on oltava tulevaisuudessa koevalukierroksen pois jättäminen.

Jotta valukonstruktioista saataisiin enemmän irti, on valimoiden oltava selvillä valmistamiensa aineiden ja laatuojen ominaisuuksista ja soveltuvuudesta erilaisiin käyttötarkoituksiin. Valimoiden on hankittava uutta tekniikkaa, informoitava asiakkaita uusista mahdollisuuksista ja tehtävä aktiivisesti parannusehdotuksia vanhoihin kappaleisiin. Tämä kaikki tuotekehityksen tarpeiden johdosta.

VARASTOT ALAS

Toiseksi, konepajojen on pienennettävä raaka-ainevarastoihin ja keskeneräiseen tuotantoon sidottua pääomaa.

Varastojen pienentäminen edellyttää täsmällisiä ja luotettavia valutoimituksia, jotka ihannetapauksessa ohjataan ilman välivarastointia suoraan työstökoneelle tai kokoonpanoon. Valmistusohjelmassa olevan sisäänajetun valukappaleen toimitukset tapahtuvat nykyään eräissä tapauksissa vain parin viikon varoitusajalla ja toimitustarkkuuden edellytetään olevan yksi päivä. Asiakas saattaa olla esimerkiksi Belgiassa ja valimo Suomessa.

Keskeneräisen tuotannon pienentäminen taas edellyttää, että valimo pystyy toimittamaan myös pieniä eriä ilman lisäkustannuksia. Ratkaisuna ei saa olla valimon pitämä varasto, sillä sellainen merkitsisi paitsi lisäkustannuksia myös epäkuurantisuusriskiä.

KUSTANNUKSET KURIIN

Kolmanneksi, konepajan on pienennettävä valmistuskustannuksiaan. Tähän voidaan päästä esimerkiksi vähentämällä valukappaleiden koneistusta ja automatisoimalla käsittelyjä. Luonnollisesti myös valujen hankintahinnoilla on tässä kohden suuri merkitys.

Koneistuksen vähentäminen voi tulla kysymykseen silloin, kun kappaleiden hyvän mittatarkkuuden tai pienten päästökulmien ansiosta työvaroja voidaan pienentää. Eräissä tapauksissa hyvä valupinta voidaan aikaisemmasta poiketen jättää koneistamatta. Käsittelyjen tai itse koneistuksen automatisoiminen edellyttää valukappaleilta myös hyvää mittatarkkuutta ja moitteetonta lastuttavuutta. Tässä on jälleen syytä todeta, että valurautojen luonnostaan hyvä lastuttavuus antaa erinomaisen lähtökohdan koneistuksen automatisoimiselle.

Valukappaleiden hintojen edellytetään reaalisesti laskevan vuodesta toiseen. Tämä asettaa vaatimuksen jatkuvasta tuottavuuden kehittämisestä valimoissa. Tuottavuuden kehittämistä edellyttää myös valimoiden tähän asti toteutunut heikko kannattavuus. Todettakoon, että rauta- ja teräsvalimoiden keskimääräinen käyttökatte on viime vuosina ollut vain 5–10 % liikevaihdosta eli saman verran kuin keskimääräiset investoinnitkin.

Neljänneksi, konepajojen on pienennettävä laatu- ja kustannuksiaan, joita voivat aiheuttaa mm. valukappaleiden vastaanottotarkastus, vasta koneistuksessa viallisiksi osoittautu-

vat kappaleet ja valusta johtuvat lopputuotteiden reklamatiot. Nämä asiat olisi tietysti voitu sisällyttää edelliseen valmistuskustannuskohtaan, mutta otettakoon ne tässä erikseen, koska laadun merkitys on korostumassa konepajojen automatisoidessa tuotantoaan. Mainitut asiat edellyttävät valimoilta sekä korkeata osaamisen tasoa että suunnitteluun, mallien hankintaan ja prosessin valvontaan painottuvaa laadunvarmistusta. Tavoitteena on tilanne, jossa valimossa ei tarvita lopputarkastusta eikä asiakkaan luona vastaanottotarkastusta ja siitä huolimatta viallisia valuja ei löydy koneistuksessa tai myöhemmissä vaiheissa.

JUURI OIKEAAN TARPEESEEN

Viidenneksi, konepajojen on toimittava tilausohjatusti ja kuitenkin siten, että toimitusaikoja voidaan lyhentää ja joustavuutta lisätä.

Nämä vaatimukset kohdistuvat sellaisenaan valimoille. Välttämätöntä on lisäksi kyky valmistaa pieniä eriä vaivattomasti. Oleellisia ovat tässä yhteydessä lyhyet eränvaihto- ja läpisyajajat valimon tuotantoprosessissa. Uusimmissa automaattikaavaamoissa on mahdollista vaihtaa mallivarustus tahtiajassa, jolloin lyhyiden erien tekeminen ei aiheuta ylimääräisiä kaavauskustannuksia.

Lyhyen aikavälin joustavuuden lisäksi valimoilta edellytetään myös kykyä sopeuttaa toimituskykynsä verraten suuriin suhdanneheilahteluihin, joita tähän asti on aiheuttanut konepajojen valuvälikappaleiden ylös- ja alasajot samansuuntaisesti yleisen suhdannekehityksen kanssa.

Konepajojen etsiessä ratkaisua ongelmiinsa JOT-periaatteiden soveltamisesta on muistettava eräs tärkeä valujen käyttöön liittyvä etu. Valukonstruktioilla voidaan nimittäin usein yhdistää samaan kappaleeseen paitsi useita eri toimintoja myös useita eri osia, jotka esimerkiksi hitsauskonstruktiossa pitää valmistaa kukin erikseen ennen yhteen liittämistä. Yksi kappale monen asemesta yksinkertaistaa ohjausta ja parantaa tuotannon hallittavuutta.

VALIMOT ALIHANKKIJOINA

Edellä esitettyä analyysiä valimoille kohdistuvista vaatimuksista on hyvä täydentää luettelolla, jonka ruotsalaiset päähankkijat esittivät hiljattain tulevaisuuden alihankkijoidensa välttämättömistä ominaisuuksista. Edellä jo mainittujen edullisuuden, toimitusvarmuuden, joustavuuden ja uusien tuotteiden kehittämisen nopeuden lisäksi luettelossa korostetaan seuraavia ominaisuuksia.

- Alihankkijan on oltava lähellä, jopa yhden vuorokauden kuljetusmatkan sisällä.
- Alihankkijalla on oltava suuri kapasiteetti ja muitakin, mielellään samaan toimialaan kuuluvia, asiakkaita. Esimerkiksi autoteollisuus on kiinnostunut valimoista, jotka jo toimittavat autoteollisuuteen.
- Alihankkijalla on oltava kehityskykyä. Tässä yhteydessä CAD/CAM-valmius mainitaan erikseen tulevaisuuden vaatimuksena.
- Kielitaito, tämän luettelon laatijoiden mielestä tietysti ruotsinkielinen taito, on välttämätön.
- Edelleen edellytetään halua pitkäjänteisiin suhteisiin ja taloudellista vahvuutta. Viimeksi mainittu on selityksenä sille, että ns. konsernivalimot kiinnostavat mm. juuri autoteollisuutta.

OLISIKO KAPASITEETTIA PURETTAVA

Näiden kaikkien vaatimusluetteloiden jälkeen voidaan kysyä, mitä keinoja valimoilla on tilanteesta selviytymiseen. Ensinnäkin on todettava, että Suomen valimoteollisuus on kooltaan varsin vaatimaton.

Viime vuoden 90.000 tonnia rauta- ja teräsvaluja on noin sadas osa Länsi-Euroopan tuotannosta ja tuhannes osa maailman tilastoidusta tuotannosta. Pienuudesta huolimatta meilläkin on kuitenkin ylikapasiteettiongelmaa. Kapasiteetti on viimeksi mitattu SITRAN toimesta 1970-luvun lopulla, mutta oleellisia muutoksia ei tämän jälkeen ole tapahtunut useiden pienten valimoiden lopettamisesta huolimatta. Uutta kapasiteettia on syntynyt tilalle rationalisoinnin yhteydessä.

Eräs tärkeä toimenpide olisikin valimoalan toimialarationalisointi, jonka avulla ylimääräistä kapasiteettia purettaisiin huonommasta päästä. Samalla huolehditaisiin siitä, että jäljelle jäävät yksiköt erikoistuvat mahdollisimman kapealle tuotesektorille, jolloin niiden kehittämiseksi saataisiin hyvä pohja. Tavallaan valimoalan keskittyminen on jo alkanut, mutta ylikapasiteettiongelmaan ei ole tullut ainakaan toistaiseksi parannusta.

YHTEISTYÖTÄ

Valimoiden yhteistyötä pitäisi edelleen tiivistää ja hyödyntää valuvaihtoehdon tunnetuksi tekemisen, viennin edistämisen ja tutkimuksen yhteydessä. On esitetty käsityksiä, että nykyään opistoista tai korkeakouluista valmistuvat insinöörit, jotka ryhtyvät konstruktöoreiksi, eivät tunne valua. Ongelma ei ole pelkästään suomalainen. Koulutukseen liittyy myös sellainen epäkohta, että valimoala ei tunnu kiinnostavan oppilaaiksi pyrkijöitä olipa sitten kyse ammattikoulu- tai korkeakoulutuksesta.

Se, että valimoiden yhteistyöllä voidaan saada paljon aikaa, näkyy kahdesta hiljattain valmistuneesta mittavasta projektista. Tarkoitin ensinnäkin läpäsyaikatutkimusta, jonka yhteydessä paitsi kartoitettiin kymmenkunnan valimon pitkän läpäsyaajan syyt myös toteutettiin toimenpiteet asian kor-

jaamiseksi. Voidaan sanoa, että tämän projektin yhteydessä JOT-ajattelu astui pitkin harppauksin valimoiden ovista sisään sinne jäädäkseen. JOT-ajattelu kaikkine periaatteineen ja ratkaisumalleineen on täysin sovellettavissa valimoissa ja on näin ollen eräs tärkeimmistä keinoista valimoiden ongelmien ratkaisemisessa.

Tänä vuonna on käynnistymässä suuri laatuprojekti, joka sisältää myös paitsi ongelmien analysointia myös konkreettisia toimenpiteitä niiden poistamiseksi.

TUTKIMUSTA JA TUOTEKEHITYSTÄ

Toinen ja vieläkin laajempi tutkimus selvitti CAD/CAM-menetelmän käyttökelpoisuutta valumallien valmistuksessa. Tuotekehityksen nopeuttamisvaatimus, valutekniikan numeerinen hallinta, valumallien laatu- ja saatavuusongelmat sekä mahdollisesti myös valujen automatisoitu puhdistus tai koneistus ovat asioita, jotka edellyttävät tulevaisuudessa tietokonepohjaisten keinojen käyttämistä. Asioihin on pureuduttava jo nyt, vaikka asiakkailta ei toistaiseksi ole saatavissa esimerkiksi kappaleiden geometriasta magneettinauhuja. Parin kolmen vuoden kuluttua tilanne saattaa olla jo toisenlainen.

Vielä eräänä esimerkkinä niistä toimenpiteistä, joilla valimot voivat varmistaa tulevaisuuttaan haluan mainita valumateriaalien kehittämisen. Erinomaisena esikuvana olkoon pallografiittivalurauta, joka tuli markkinoille vajaat neljä vuosikymmentä sitten. Se on menestynyt, vallannut alaa paitsi tavalliselta valuraudalta myös valuteräkseltä, takeilta ja hitsaukselta. Sen käyttö on mm. Japanissa edelleen jatkuvassa kasvussa. Eikä tässä kaikki. Pallografiittirautojen laatuvalikoima kasvaa jatkuvasti antaen uusia mahdollisuuksia korvata jokin muu konstruktio valulla. Olkoon tästä esimerkkinä bاینیئتiset laadut, joilla ennustetaan esimerkiksi USA:ssa olevan yhtä suuret markkinat kuin tavallisella pallografiittiraudalla tähän asti.

Olen edellä tarkastellut joitakin valimomiehen mielessä liikkuvia haasteita ja myös mahdollisia keinoja haasteisiin vastaamiseksi. Uskon vahvasti valun ja valimoiden hyvään tulevaisuuteen.

SUMMARY

CHALLENGES TO FOUNDRIES

Although other methods, for instance welding, have decreased the importance of casting, it still has its applications due to such advantages as the possibility to make very complicated structures. The development of importance of casting along the time is given in Fig. 1. Finland is at the moment in the stage of so-called "theoretical casting history". Some ways

to increase the capability of foundries to compete in the markets are given. These include more flexible manufacture, decreasing of storages, cost minimization, cutting of overcapacity, promotion of co-operation with customers as well as enhancement of R&D.

Leobener Bergmannstag 1987

Montanuniversität Leoben järjestää tilaisuuden "Leobener Bergmannstag 1987 ("Leoben Mining Conference 1987") 22.9-26.9.1987 Leobenissa. Kyseiset "Vuorimiespäivät" pidetään joka 25. vuosi ja edelliset ovat olleet Wienissä 1912 ja Leobenissa 1937 ja 1962. Konferenssin teemana on "Mining: structural changes in the requirements of economics, environment and technology — tendencies in research development

and operation". Kaikki asiasta kiinnostuneet voivat ottaa yhteyttä päivien sihteeriin osoitteella:

Montanuniversität Leoben,
Franz-Josef-Strasse 18, A-8700 Leoben, AUSTRIA
Tel.: (03842) 45279, Telex: 33322

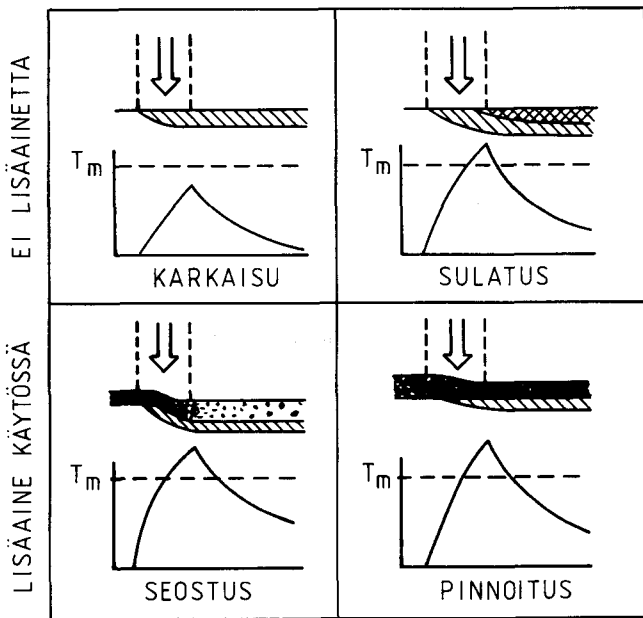
HL.

Laseripintakarkaisututkimus Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa

Professori Tapani Moisio, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Lappeenranta

JOHDANTO

Laseri on valovahvistin, jolla energiaa muutetaan monokromaattiseksi koherentiksi valoksi. Työstölaserit ovat yleensä 500 W... 10 kW CO₂ kaasulasereita, missä sähköenergia korkeajännitepurkauksen avulla saa CO₂-molekyylin laseroimaan ja muuttuu $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ säteilyksi. 10,6 μm säteily on pitkällä infrapuna-alueella. Se on silmälle näkymätöntä, mutta sitä käsitellään optisilla välineillä, peileillä ja linseillä, kuten näkyvää valoa. Säde voidaan ohjata haluttuun paikkaan ja keskittää pisteeseen $\varnothing 0,1 \text{ mm}$, jolloin tehoitiheys siinä on jopa 10^8 W/cm^2 . Laserileikkaus ja -hitsaus edellyttävät suurta tehoitiheyttä. Pintakäsittelyssä näin suuria tehoitiheyksiä ei käytetä, vaan teho jaetaan suuremmalle alueelle $n \times (10 \dots 100) \text{ mm}^2$, mutta säteen helppo hallinta on myös pintakäsittelyssä keskeinen asia. Laseripintakäsittelyistä tutkitaan innokkaimmin pintakarkaisua, pinnan sulatusta, pinnoitusta ja pinnan seostusta (kuva 1). Puhtaasti laboratorioasteella on suuri joukko erilaisia menetelmiä, joilla esimerkiksi pinta voidaan muuttaa amorfiseksi, tehdä ionipinnoitus tai päällystys keraamisilla aineilla. Laseripintakarkaisu on jo selvästi teollisessa vaiheessa.



Kuva 1. Teolliset laseripintakäsittelymenetelmät kaaviollisesti. T_m on perusaineen sulamislämpötila.

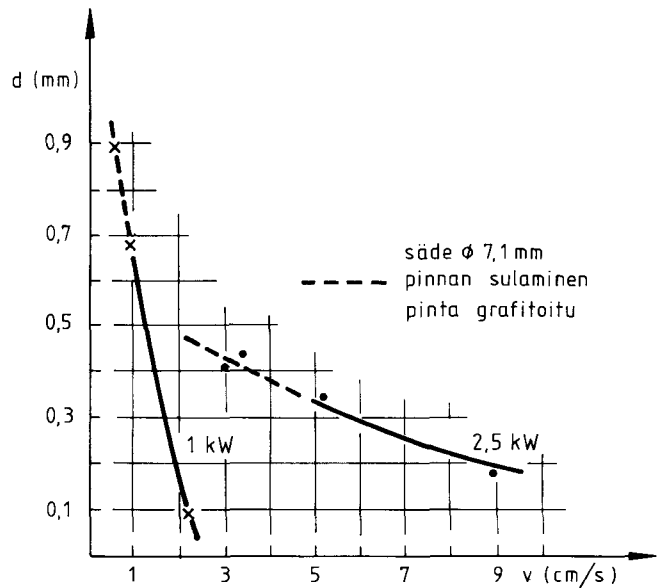
Fig. 1. Industrial laser surface treatments. T_m is the melting temperature of the base metal.

LASERIPINTAKARKAISU

Pintakarkaisu on periaatteessa sama martensiittikarkaisu sen energian tuontitavasta riippumatta. Laseripintakarkaisun ero muihin menetelmiin verrattuna on muita intensiivisempi ja hallitumpi tehontuonti. Laserilla on mahdollista austenoida hyvin täsmällisesti sekä syvyyden että paikan suhteen määritetty tilavuus kappaleen pinnasta. Tämä kohta jäähtyy itesammutuksella yleensä ilman jäähdytysväliaineita erinomaisen nopeasti, jolloin tapahtuu karkaisu ja toivottu kovuudenlisäys saavutetaan. Karkaisun nopeus riippuu käytettävissä olevasta tehosta ja karkaistavasta tilavuudesta (kuva 2).

Laseripintakarkaisun etuja ovat:

- Kappaleeseen tuotu lämpömäärä on pieni. Käsittelyn kappaleeseen aiheuttamat mittamuutokset ovat merkityksettömiä.
- Tapahtuu itesammutus, ei tarvita jäähdytysnesteitä. Lämpökäsittely on siistiä ja voidaan sijoittaa vaativaan työympäristöön.



Kuva 2. Laseripintakarkaisu 1 kW ja 2.5 kW CO₂ laserilla. Säteen halkaisija kappaleen pinnalla on 7.1 mm. Kappaleen pinta on grafitoitu säteilyn absorptioon parantamiseksi. v on säteen kuljetusnopeus kappaleen pinnalla. d on karkaisusyvyys.

Fig. 2. Laser surface hardening using 1 kW and 2.5 kW CO₂ lasers. The diameter of the beam on the top of sample is 7.1 mm. The surface is graphite painted to increase the absorption of laser radiation. v is the speed of the beam on surface and d is the depth of hardening.

- Laserisäteen manipulointi sallii sen ohjaamisen myös siten, että lämpökäsittely tapahtuu valmistusprosessissa jonkin muun työkierron, esimerkiksi koneistuksen aikana. Kohta, mikä on peilillä nähtävissä voidaan lämpökäsitellä.
 - Laseripintakarkaisun energian käyttö on tehokasta, koska karkaisu voidaan kohdistaa vain määrättyyn, pieneen tilavuuteen, kohtaan missä pinnalta vaaditaan suurta kovuutta.
 - Laseripintakarkaisu tuottaa yksinkertaisissa rakenneteräksissä suuria pinnankovuuksia. Rakenteissa voidaan siirtyä käyttämään helposti koneistettavia ja halpoja materiaaleja.
- Laseripintakarkaisu yksityiskohtaisena teknillisenä suoritukseksi on varsin sofistinen. Sen tärkein muuttuja on lämpökäsiteltävän kohdan saama energiatiheys.

$$\text{Energiateiheys} = \frac{\text{Kappaleen ottama laseriteho}}{\text{Säteen pinta-ala}} \times \text{Vaikutusaika}$$

sen avulla voidaan arvioida

- karkaisun mahdollisuus
- karkaisusyvyys
- sulamisen mahdollisuus.

Laseripintakarkaisussa käytetty lämpömäärä on niin vähäinen, että tapahtuu itsesammutus, jonka aikaansaama jäähdystynopeus voi olla 1000°C/s. Se vaatii toteutuakseen kriittisen massan eli massan, mihin lämpö voi siirtyä. Kriittisen massan määrä riippuu monesta fysikaalisesta suureesta, mutta aivan nyrkkisääntö on: karkaisusyvyys voi olla 1:7...1:5 levymäisen kappaleen paksuudesta, kun edellytetään itsesammutusta. Sammutusta voidaan tehostaa käyttämällä väliainetta, kaasua, nestettä tai jäähdystyskappaletta tilanteesta riippuen siten, ettei sädettä häiritä.

Laseripintakäsiteltävän kappaleen muodolla on eräitä yleisiä vaikuttavia piirteitä

- Säteen ja käsiteltävän pinnan kohtaamissuunta vaikuttaa heijastumisen määrään. Määrä muuttuu suunnan muuttuessa. Säde on pidettävä kohtisuorassa käsiteltävää pintaa vastaan.
- Ulkonurkilla on suuri pinta-ala/tilavuussuhde ja sen takia ne pyrkivät ylikuumenemaan. Veitsenterä tai kärki ovat siinä mielessä vaikeita muotoja.
- Sisänurkilla on pieni pinta-ala/tilavuussuhde. Nurkkaa ympäröi suuri massa, johon lämpö karkaa helposti. Sen lämpötila jää helposti liian pieneksi. Hankalimmin kuumentettava on terävä soppa.

Muilla pintakuumennusmenetelmillä on samat ongelmat. Itse asiassa laserilla vaikeudet voidaan hoitaa helpommin joustavalla säteen tehosäädöllä ja/tai pinnassa käytettävillä tehoa absorboivilla aineilla.

Kappaleen geometria voi joissain tapauksissa estää säteen suoran suuntaamisen pintaan. Tämä voidaan yleensä hoitaa, jos kyseinen kohta on nähtävissä peilin avulla. Ongelmaksi saattaa muodostua sopivien peilien saatavuus!

LASERIPINTAKARKAISUN METALLURGIA

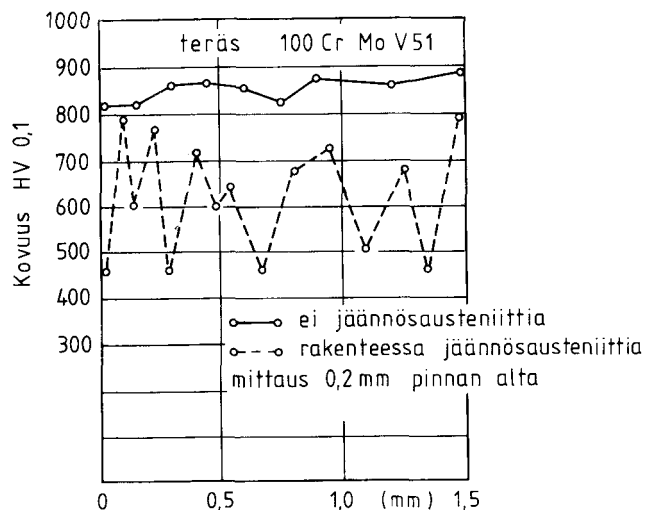
Laseripintakarkaisun metallurgia on tilanteeseen sovellettua teräksen ja valuraudan fysikaalista metallurgiaa. Sen erityispiirteinä on säteen antama nopea iskun tapainen lämmöntuonti, jota seuraa itsesammutus. Uunikarkaisuun tai vaikkapa liekkikarkaisuun verrattuna ovat mikrorakenne-erot ja niistä johtuvat ominaisuuserot varteenotettavia.

Laseripintakarkaisun lämpötila on korkea, mutta kuumen-

nusaika on 0,01...1 s, pito austeniittialueella erittäin lyhyt ja sammutus nopea. Siitä seuraa, että:

- Syntyvä martensiitti on hienolinssistä. Mekaaniset ominaisuudet muodostuvat hyväksi: kovuus, sitkeys ja väsymisraja.
- Sammutus on niin nopea, että myös matalahiiliset hiili- ja hiilimanganiteräkset karkenevat täydellisesti.
- Pito austeniittialueella on niin lyhyt, että esimerkiksi hiilen pitoisuuserot, ferriittialue, suuri perliittikolonia ei ehti taasoittua, vaan kovaa runsashiilistä martensiittia syntyy vain perliittikoloniasta ja sen lähialueesta, ferriittiä säilyy ja jäännösausteniittia esiintyy.
- Seosteräksissä isot kompleksiset karbidit eivät aina ennäti lueta. Proeutektoidiset rakenteet (ferriitti tai sementiitti) ovat yleensä niin massiivisia, etteivät ne ehti lueta. Tämä on todettavissa rakennekuviissa ja kovuusmittauksilla (kuva 3).

Eräissä tapauksissa laseripintakarkaistut kappaleet on todettu useita yksikköjä kovemiksi kuin muilla menetelmillä karkaistut. Superkovuuden syytä ei ole selvitetty mutta spekulatioissa se liitetään laserikäsitteilyn erittäin hienoon raerakenteeseen ja/tai laserikäsitteilyn synnyttämään jännitystilaan ja martensiittilinssien muodonmuutoksiin.



Kuva 3. Laserikarkaistun teräksen 100 CrMoV51 mikrokovuusjakauma mitattuna käsitelysuuntaan 0,2 mm pinnan alta, kun lähtörakenne on ollut nuorrutettu (ylempi käyrä) ja pehmeäsihehkutettu (alempi käyrä).

Fig. 3. Microhardness deviation along the direction of treatment measured 0.2 mm under the top of the treated surface. Base metal is alloyed steel 100 CrMoV51. Upper diagram when base metal is normalized and lower when soft annealed.

YHTEENVETO

Laseripintakäsittely on uusi mahdollisuus koneenrakennuksessa. Sillä on tietty aluevaltaus jo olemassa, mutta paljolti se on vielä kartoittamaton. Laseripintakarkaisu on jo selvästi teollinen prosessi. Se on mahdollista tehdä osan valmistuksen viimeisenä vaiheena, koska se ei tuhoa koneistettua pintaa tai aiheuta mittamuutoksia. Se sallii helpompia ja halvempia materiaalivalintoja oikein käytettynä. Laserin käyttö on uusi haaste metalliteollisuudelle.

LAITTEISTOJEN EDELLEEN TÄYDENTÄMINEN

Työstölaserin mahdollisuuksien tutkimiseksi on Lappeenrannan teknilliseen korkeakouluun hankittu siihen sopiva laitteisto. Siihen kuuluu 2,5 kW fast axial flow -tyyppinen CO₂ laseri, $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$. Työasema on CNC -ohjattu $2 \times 3 \text{ m}^2$, jossa on lisäksi mekaaninen korkeudensäätö 1,5 m. Työasemaa on täydennetty numeerisesti ohjatulla pyörityspöydällä. Tutkimus on suunnattu lähinnä laserihitsaukseen ja pintakäsittelyyn.

Pintakäsittelytutkimus alkaa tehokkaasti vasta loppuvuodesta -86.

Lähitulevaisuudessa laitteistoja tullaan vielä huomattavasti täydentämään. Tällä hetkellä on meneillään n. 40 selvitystä teollisuuden kohteiden laserityöstöstä. Teollisuus on oivaltautunut laserin tarjoaman uuden mahdollisuuden nopeasti.

SUMMARY

LASER SURFACE TREATMENT RESEARCH IN FINLAND

Laser surface treatment is a challenge to engineers in metal industry. It is another possibility for better design and cheaper manufacture. Surface hardening with laser is the only wholly industrial surface treatment process. Surface melting, -cladding and -alloying are used more or less only on laboratory scale.

A laser tool installation has been made at Lappeenranta

University of Technology to make possible research on the area of laser surface treatment. A 2.5 kW CO₂ laser, CNC trolled work station and necessary surrounding equipments are in use. Some primary treatments are made and some major research projects are ready to start. The following years will show the power of laser tool.



**WORLD
MINING
CONGRESS**

KRUPINSKI SCHOLARSHIPS

Founded to promote international co-operation in mining science and technology, to support mining training and to commemorate the late Professor Krupinski who was founder and, for many years, Chairman of the World Mining Congress.

To provide brief periods of practical experience and training in other countries, the World Mining Congress has arranged a scholarship programme for young graduates or similarly qualified mining engineers. All expenses will be met during a period of between 6 and 12 weeks by the host country which will provide an opportunity for practical mining experience and a general programme of visits to mines, mining machinery facilities and design/research institutions. Candidates and/or their sponsors will be responsible for the cost of travel to and from the host country. They should be in the age range 25-30 years and have a good knowledge of one of the Congress languages (English, French, Russian, German, Spanish) or the language of one of the host countries.

All enquiries should be made before March 31, 1987 to the Secretary-General in Poland. Application forms will then be sent directly or through the

National Committee where the application is from a candidate in a World Mining Congress member country.

The Scholarships will be available in May-September period of 1988 and will be awarded by the International Organizing Committee of the World Mining Congress. Scholars will be allocated to particular countries reflecting language ability and mining experience.

The countries sponsoring the Krupinski Scholarship programme are: Belgium, Czechoslovakia, Federal Republic of Germany, German Democratic Republic, Great Britain, Hungary, India, Poland, Spain and Sweden.

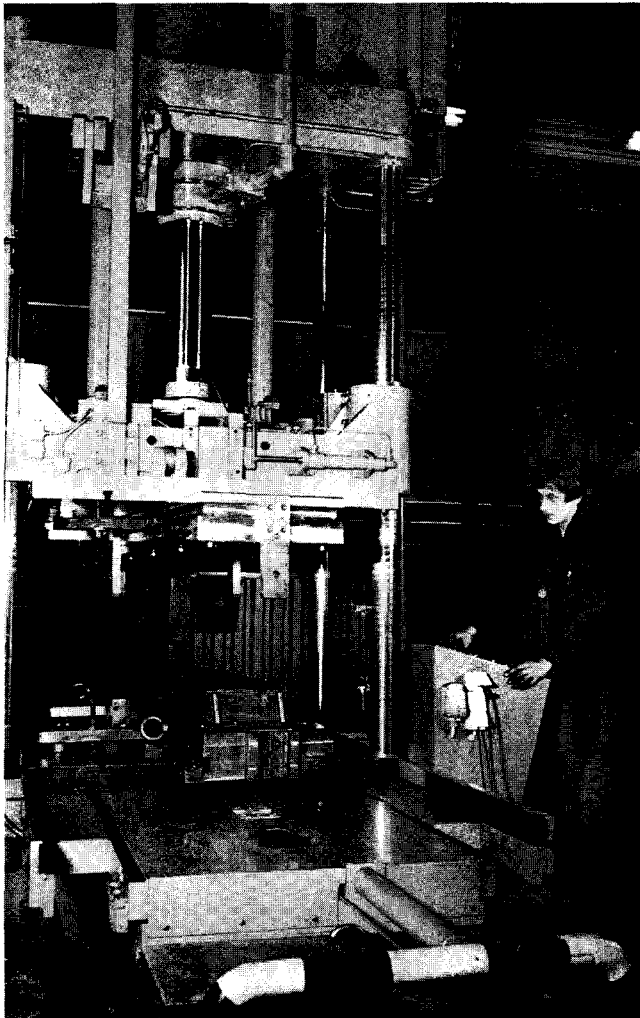
**World Mining Congress
Secretary-General
PRG, Al. Ujazdowskie 1/3
00-583 Warsaw — Poland**

Muokkaustyökalujen tietokoneavusteinen suunnittelu

Dipl.ins. Kaj Bergström, TKK, Metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratorio, Otaniemi.

JOHDANTO

Muokkaustyökaluilla tarkoitetaan välineitä, joilla iskemällä tai puristamalla saatetaan metalliäihio — massiivinen tai levy — haluttuun muotoon. Useimmin tulevat kyseeseen takomuotit tai ohutlevyn syvävetotyökalut (esim. auton ulkopaneeleille). Yhteinen piirre muovausmuoteille on, että ne koostuvat ylä- ja alatyökaluista (kuva 1). Perinteisesti työkalun valmistusketju on koostunut vaiheista: piirtäminen, kopiojyrsintä, mallin valmistus sekä itse jyrsiminen ja muu koneistus. Muotojen ollessa vaikeita on työkalun toimitusaika



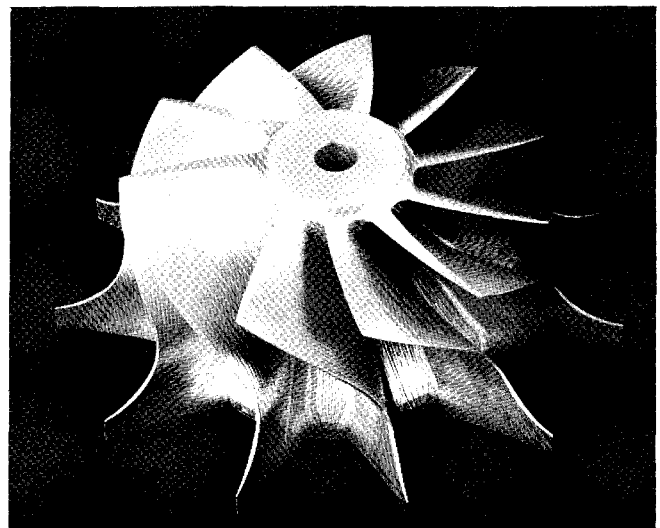
Kuva 1. Tyypillinen levymuovaustyökalu asennettuna puristimeen.
Fig. 1. A typical sheet metal forming die mounted on a press.

ollut puolesta yhteen vuoteen hankintahinnan ollessa 0,3–1 miljoonaa markkaa.

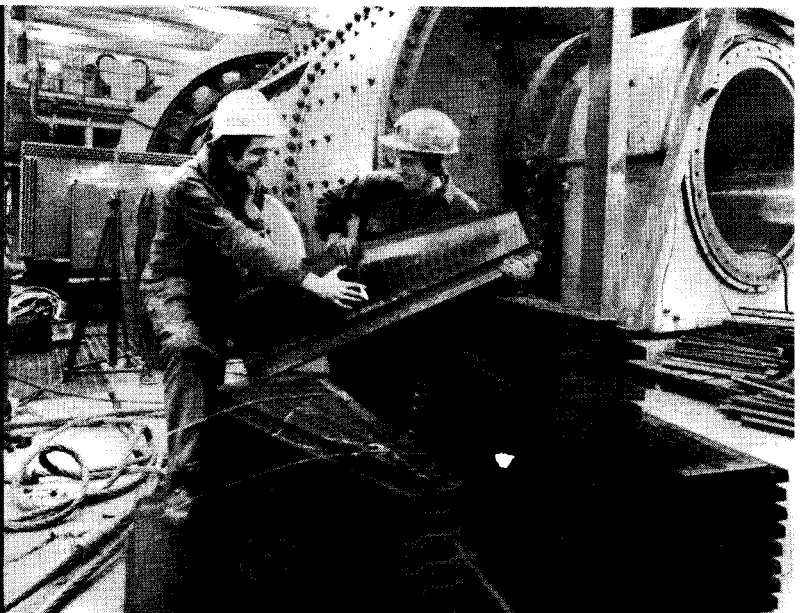
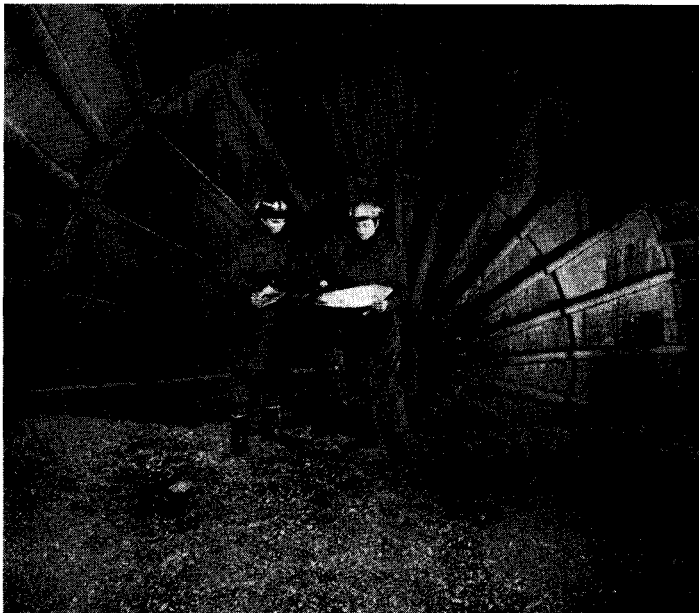
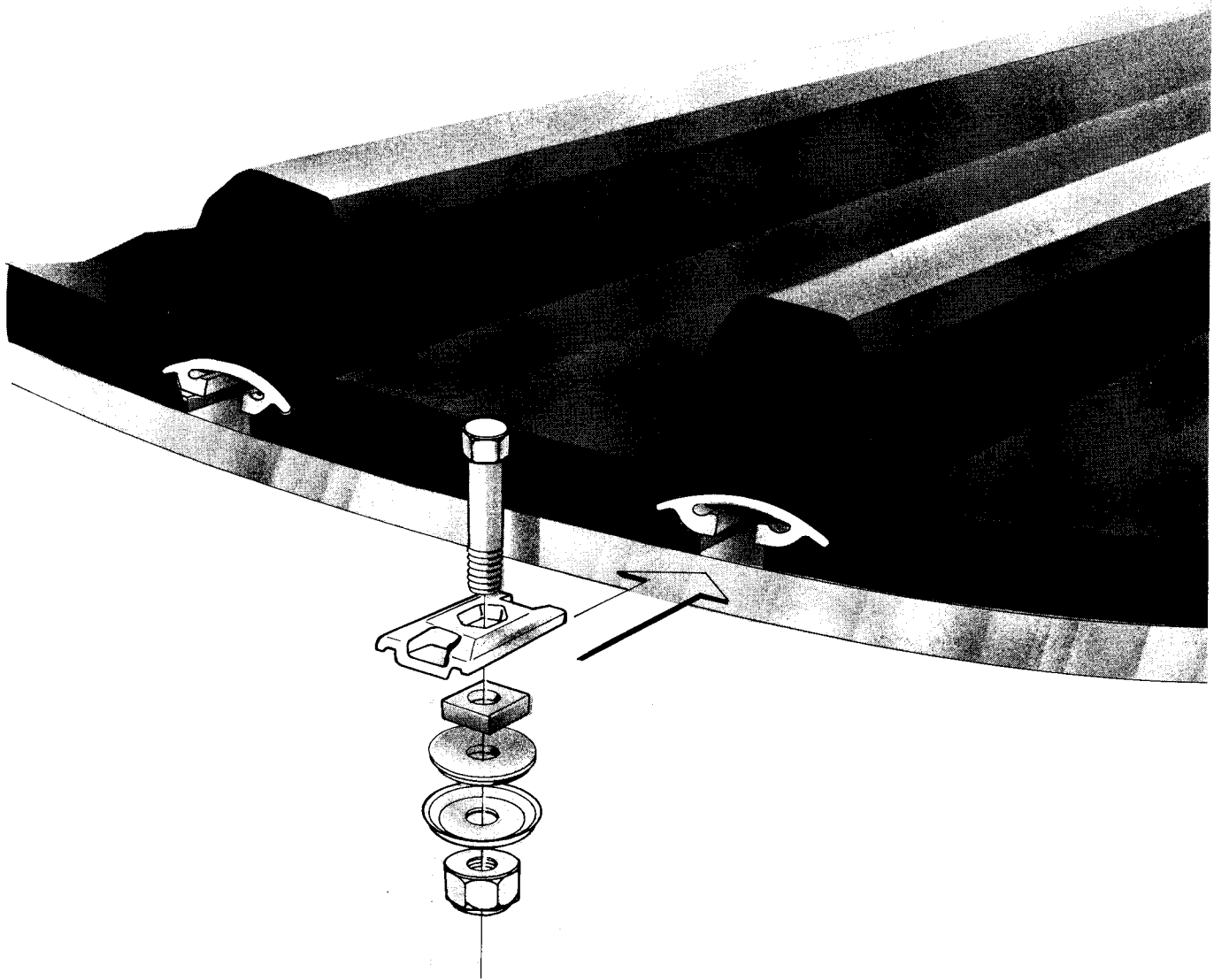
Työkalun tilaajalle, takojalle tai levynmuovaajalle työkalun hankintakustannusten ohella ratkaisevin seikka, etenkin tähdittäessä ulkomaankauppaan, on työkaluilla muovattavan tuotteen ensimmäisen tuotantoerän toimitusajankohta. Suomessa myönnetään yleisesti, että puuttuva tietous suunnittelussa ja aikavaatimukset toimivan muotin valmistuksessa rajoittavat tuotannon monipuolistumista ja osallistumista ulkomaiseen tarjouskilpailuun /1/. Yhä useammin ratkaisun ongelmiin on tuonut tietokoneavusteinen työkalujen suunnittelu, etenkin jos siihen on liitetty ns. muokkaustekninen laskenta, jolla myös muotin toimivuus muokkauksen kannalta pyritään takaamaan.

Tietokoneavusteisella muokkaustyökalujen suunnittelulla (CAD) tarkoitetaan työkaluun liittyvän kaiken tiedon — nykyään pääasiassa geometrian — tallentamista tietokoneen muistiin reaaliaikaiseksi kolmiulotteiseksi malliksi. Tähän liittyy läheisesti myös työkalun standardikomponentit ja parametroidut perusmuodot käsittävän tietokannan luominen.

Olemassa olevaan suunnittelugeometriaan perustuvalla tietokoneen suorittamalla työstöratojen luomisella (CAM) toteutettu automaattinen koneistus (NC) nopeuttaa huomattavasti varsinaista konepajatyötä, etenkin muotojen ollessa vaikeita, kuva 2.



Kuva 2. Aiemmin mahdottomien muotojen koneistaminen on tullut CAD/CAM:in myötä mahdolliseksi.
Fig. 2. Formerly unmachinable shapes are coming possible by means of CAD/CAM.



Kun on kysymys varmuudesta...

SKEGA-vuorauksesta on tullut käsite puhuttaessa kaivos-, kivi-, sementti- ja keraamisen teollisuuden jauhatusproses- sissa tarvittavien myllyjen vuorauksesta ja vuorausten muotoilusta.

SKEGA on uranuurtaja, joka alusta lähtien – vuodesta 1959 – on myös johtanut alan kehitystä. Eikä tämä kehitystyö pysähdy koskaan. Materiaaleja ja valmistusmenetelmiä parannetaan sekä uusia sovellutuksia ja käyttöalueita etsitään jatkuvasti.

SKEGA on tänään markkinajohtaja – kaikista ympäri maailman käytössä olevista kumivuoratuista myllyistä 60%:ssa on SKEGA-kumivuoraus. Vankka kokemus, hellittämätön tuotekehitys, vahva materiaalien tuntemus ja hyvä palvelu ovat jo painavia syitä SKEGA-vuorauksen valinnalle. Ja kun noihin lisätään vielä vuorauksen ehdottoman.

varma kiinnitysmenetelmä, jota kukaan ei vielä ole onnistunut kopioimaan – voidaan ratkaisusta olla varma.

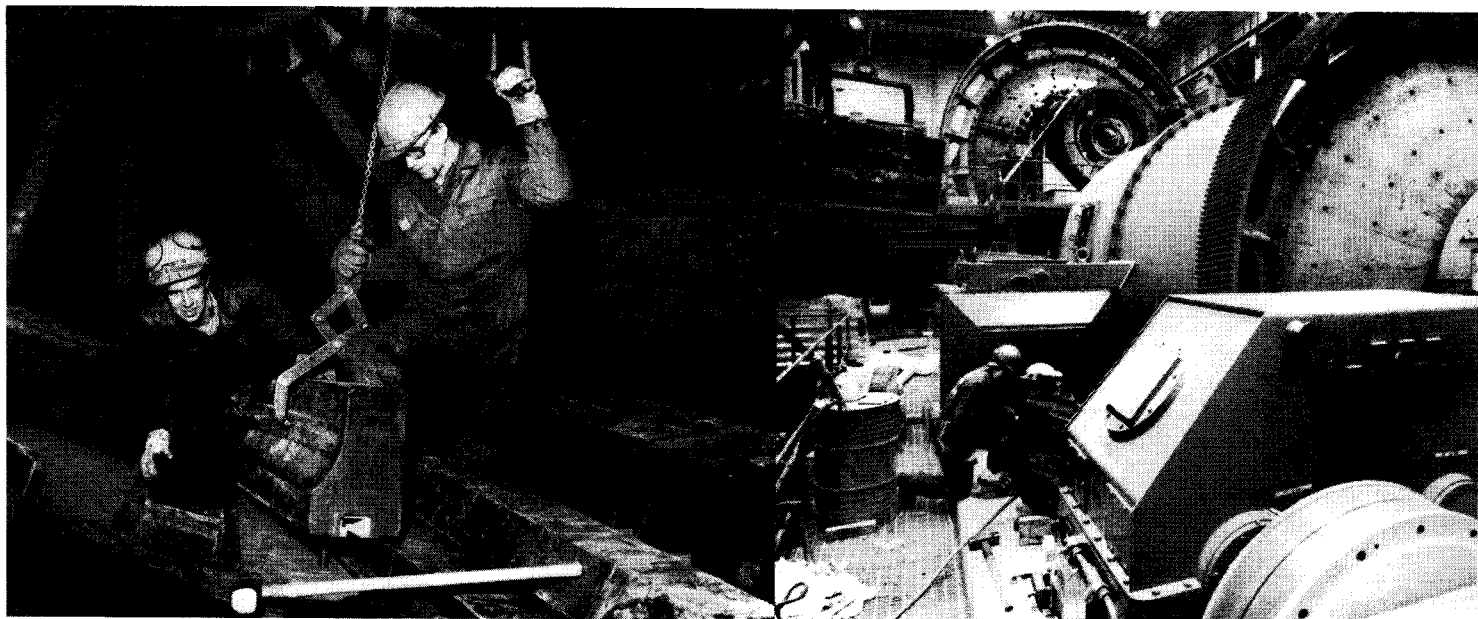
Vuorauslevyjen ja nostopalkkien muotoilu sekä kiinnitysten kemiallinen kiinnitarttu- vuus ja mekaaninen lukitus antavat kaksin- kertaisen varmuuden. Tämä kaksoisvar- muus takaa myös alhaiset tuotanto- ja kunnossapitokustannukset sekä maksimi- moi investoinnista saatavan hyödyn.

Maailman eniten myyty myllyjen kumivuoraus. Enemmän kuin 60% kaikista maailman kumivuoratuista myllyistä on varustettu SKEGA-vuorauksella.

SKEGA-askleen edellä kumiteknologiassa ja toimivassa muotoilussa.

OY SKEGA AB

PL 20, 70151 KUOPIO Puh. (971)312 022 Telex 42157 skega sf



Työkalun suunnittelua voidaan edellä esitetyn lisäksi tehostaa työkalun käyttöön liittyvien seikkojen, siis muokkauksen ja muovauksen erityisvaatimusten, huomioon ottamisella. Suunnitteluvaiheessa suoritetun muokkausteknisen analysoinnin avulla virheratkaisut pystytään usein eliminoimaan. Muokattavan kappaleen täydellisen käyttäytymisen ennustaminen muokkausteknisin laskentamenetelmin on pääasiassa kuitenkin vasta kehitystyön alaisena. Etenkin puutteellinen tieto materiaalien käyttäytymisestä sekä aihion ja työkalun välisestä kitkasta muokkausolosuhteissa vaativat selvittämistä.

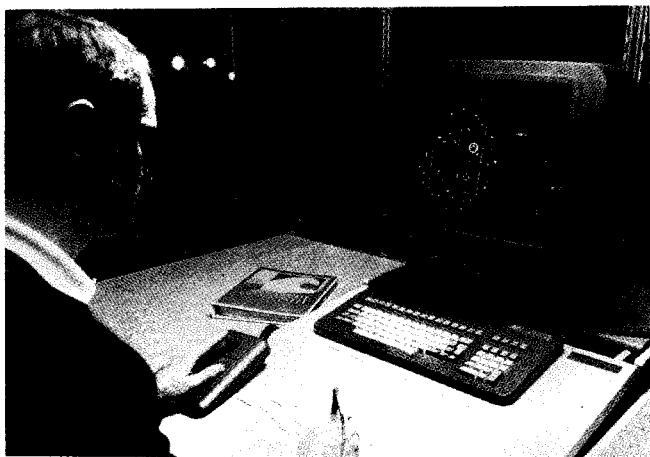
MUOTTIEN SUUNNITTELU TIETOKONEAVUSTEISESTI

Tietokoneavusteiseen muokkaustyökalujen suunnitteluun käytetään yleensä kaupallista CAD-yleisjärjestelmää. Runsaasta laite- ja ohjelmistovalikoimasta voidaan usein valita yrityskohtaiseen tarkoitukseen parhaiten sopiva ratkaisu /3/. CAD-työskentelyyn tarvittavat välineet on esitetty kuvassa 3. Näkyvin ominaisuus työskentelyssä on vuorovaikutteisuus eli interaktiivisuus. Kukin komento tai ohjelmalle syötettävä muu tieto voidaan antaa alfanumeeriselta näppäimistöltä tai graafiselta tablettilta, jolle voidaan räätälöidä yrityskohtaisesti parhaiten sopivia nk. menuja. Kuvaruudulta voidaan myös osoittamalla tunnistaa kulloisenkin komennon kohteeksi tarkoitettu elementti.

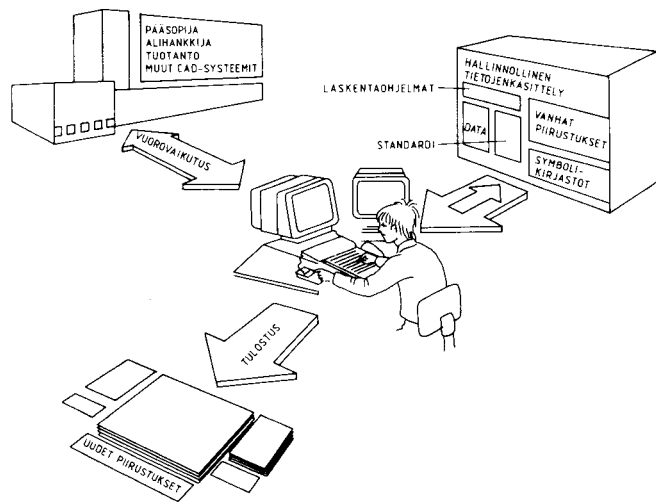
Geometrinen malli luodaan CAD-aseamalla peruselementteistä, joita ovat esimerkiksi piste, suora, käyrät, pinnat ja tilavuusalkiot. Luotu malli voi olla älykkyydestään riippuen joko rautalanka-, pinta- tai tilavuusmalli. NC-työstössä tulee useimmin kysymykseen pintamalli ja metallien muokkauksen laskennassa tilavuusmalli. Muotin suunnitteluun ja valmistukseen liittyvän geometrian tallentaminen ja monipuolinen käsittely on normaalille CAD-työskentelylle hyvin ominainen tehtävä. CAD-järjestelmällä voidaan esimerkiksi pyrittää ja zoomata käsiteltävää mallia visuaalista tarkastelua varten. Järjestelmät mahdollistavat myös mallin leikkelyn sekä leikatujen tasojen manipuloinnin /4/.

CAD-suunnittelun selvimmät edut ovat:

- Suunnittelija voi rajattomasti muuttaa luomaansa mallia. Suunnittelusta ratkaisusta saadaan välittömästi monipuolista kuvallista informaatiota.
- Poikkipinnat ja tilavuudet saadaan nopeasti ja tarkasti.
- Suunnittelu on nopeampaa ja virheettömämpää.



Kuva 3. CAD-työasema.
Fig. 3. A CAD work station.



Kuva 4. CAD-järjestelmän ominaisuuksia. Usein toistuvan tuotteen perusmuoto voidaan tallentaa parametroituna, jolloin pelkkä parametrien numeeristen arvojen syöttö riittää ko. muodon CAD-mallin luomiseksi.

Fig. 4. Characteristics of a CAD-system. The base form a product can be deposited as parameters. Then the input of numerical values are enough for creating a CAD model.

- Muotin automaattinen NC-radan generointi. Työkalunvalmistukseen perinteisesti liittyneistä työläistä kopiomalleista on pystytty numeerisen muodonmäärityksen ansiosta luopumaan, jolloin esimerkiksi automallin kehittämisen tuotantoasteelle katsotaan nopeutuvan lähes kahdella vuodella.
- Mahdollisuus mallimateriaalitekniikan laajentamiseen todellisille kolmiulotteisille muotin muodoille käyttäen menetelyä, jossa suunnitellaan muotti CAD-järjestelmällä, generoidaan sille NC-rata ja työstetään se automaattisesti muoviin. Näin tuotetulla muotilla voidaan "takoa" mallimateriaalia, jolloin on mahdollista seurata asteittain muokkauksen edetessä muotin täyttymistä ja muokkaukseen vaadittavaa voimaa /5/.
- Mahdollisuus parametroituun suunnitteluun, kuva 4.

MUOKKAUSTEKNINEN LASKENTA

Muokkaustyökalujen suunnittelu toimivuuden kannalta vaatii metallin käyttäytymisen ennustamisen tavalla tai toisella sekä takomisessa materiaalin oikean tilavuusjaon määrittämisen ennen muokkausta ja sen aikana. Lisäksi laitteiston valinta sekä muottien asettaminen valittuun koneeseen vaatii maksimimuokkausvoiman, energian ja voimakeskusteen määrittämisen /6/. Muokkausvoiman keskipisteen määrittäminen ja sen sijoittaminen työkalun keskelle tasoittaa voimakautamaa ja parantaa tuotteen toleransseja. Mainittujen seikkojen selvittäminen on voinut perinteisesti perustua vain laajaan kokemukseen ja usein aikaavievät kokeilut ja prototyypit ovat olleet suunnittelussa välttämättömiä.

Liittämällä muokkaustekninen laskenta CAD-suunnitteluun on muokkaustapahtumaa monesti pystytty analysoimaan /7, 8, 9, 10/. Metallin plastisen virtauksen aiheuttavan voiman tarkka laskeminen on kuitenkin usein vaikeaa, ellei mahdollista. Tarkka ratkaisu vaatii, että sekä jännitystasapaino että virtaustapahtuma on oikein määritetty muokkausalueen kaikissa kohdissa. Muokkausteknisillä laskentamenetelmillä päästään usein kuitenkin analysoimaan tilanteita riittävän tarkasti.

Muokkaustekniset peruslaskentamenetelmät, kuten alkio-omenetelmä, ylärajateoria ja liukuviivakenttäteoria /11, 12, 13, 14, 15, 16/, ovat olleet jo kauan tunnettuja ja niitä on myös paljon sovellettu steady-state-tyyppiin prosesseihin, kuten pursotus ja valssaus. Mutta vasta CAD-järjestelmien kehittyminen on tehnyt mahdolliseksi geometrisesti vaikeiden ja etenkin non-steady-tyyppisten prosessien taloudellisesti kannattavan laskennan. Näiden muokkauksen aikana geometriaan jatkuvasti muuttuvien prosessien mallintaminen suoritetaan muokkausaskel kerrallaan. Muokkaustapahtuma (isku) jaetaan toisin sanoen reduktioltaan n. 2 % laskenta-askeliin ja jokaiselle askelelle lasketaan täydellinen muokkaustekninen ratkaisu sekä geometrian muutos. Laskentaa jatketaan kunnes koko tapahtuma on käsitelty. Ratkaisussa on myös mahdollista ottaa lämmönsiirtoilmiöt huomioon.

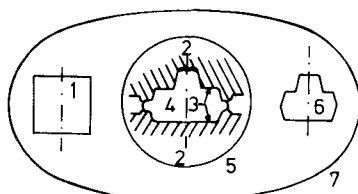
Muokkausteknisen laskennan liittäminen CAD:iin ja menetelmien edelleen kehittäminen edellyttävät käytettävän CAD-järjestelmän arkkitehtuurin tuntemista ja mahdollisuutta sen ohjaamiseksi ulkoisen ohjelmiston avulla. Suomalaisen muokkausalan laitosten mahdollisesti puutteelliset ATK-resurssit eivät estä uusien menetelmien käyttöönottoa, sillä maan suurimmilla työkalutehtailla on paitsi NC kapasiteettia myös mittavat CAD-järjestelmät, jolloin muokkausohjelmiston käyttäminen on myös työkalutehtailla mahdollista.

Metallien virtauksen ja muokkausvoiman laskennalliseksi ratkaisemiseksi on nykyisin vallalla kolme eri lähestymistapaa:

1. Tietokanta, tilastot
2. Numeerinen analyysi (esim. FEM) /17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24/
3. Edellä mainitut plastisuusteoreettiset approksimatio-ratkaisut, joissa on eräitä yksinkertaistuksia.

Muokkauksen mallintaminen on erityisen tärkeä apuväline silloin, kun halutaan takoa uusia materiaaleja. Tällöin on mahdollista omaksua menettelytapa, jossa ensin selvitetään standardikokeilla standardikappaleelle (rengaskoe, vetokoe) sen materiaaliparametrien arvot, minkä jälkeen voidaan suoritaa muokkauksen ennustaminen laskentamenetelmin.

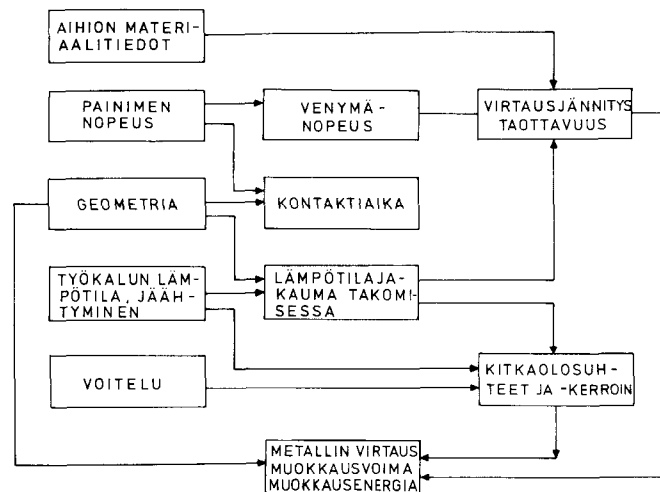
Muokkaustapahtuman analysoiminen perustuu systeemi-ajatteluun, jossa koko tapahtuma jaetaan osasysteemeihin, kuva 5. Lisäksi eri parametrien väliset riippuvuudet on tunnettava, kuva 6. Usein on mahdollista löytää muokattavasta kappaleesta tasomuodonmuutos- tai pyörähdysymmetrisiä alueita, jotka hallitaan teoreettisesti. Pyyhkäisemällä laskenta-ohjelmallisesti läpi kappaleen alue alueelta pystytään huomattavan yksinkertaisen peruslaskentamodulin laskemaan kolmiulotteisen kappaleen voimajakauma muokkauksessa /25, 26, 27, 28/. Täydellinen kolmiulotteinen virtausanalyysi muokkauksen alusta loppuun on tulossa FEM-menetelmän kehityttyä taloudellisesti mahdolliseksi /29/.



AIHIO (1) PROSESSI TUOTE (6)
(2,3,4,5)

Kuva 5. Muokkaustapahtuma systeeminä /4/.
Fig. 5. A hot forging operation considered as a system /4/.

1. Aihio
2. Työkalut
3. Aihio-työkalu-rajapinnat
4. Muokkausvyöhyke
5. Muokkuskone
6. Tuote
7. Ympäristö



Kuva 6. Päämuuttujien keskinäiset vuorovaikutukset kuuma-
taonnassa /8/.

Fig. 6. Interaction of significant variables in hot forging /8/.

TUTKIMUS TKK:SSA

Teknillisen korkeakoulun metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratoriossa on vuonna 1985 suoritetun esitutkimuksen jälkeen käynnistynyt professori Martti Sulosen johdolla Tekesin rahoittama teollisuusyhteistyöprojekti "Tietokoneavusteinen muokkaustyökalujen suunnittelu" osana muokkaustekniikan teknologiahanketta. Teollisuutta nelivuotisessa projektissa edustavat lukuisat levynmuovaus- ja takomoalan yritykset, suurimmat työkalutehtaat sekä eräät teräksen valmistajat. Projektin tarkoituksena on ottaa käyttöön ja kehittää edellä kuvattuja menetelmiä.

Kuluvana vuonna on hankittu teoreettiset ja käytännön muokkaus- ja ATK-tekniiset valmiudet tutkimuksen eteenpäin viemiseksi. TKK:lla on käytössä CATIA CAD-suurjärjestelmä sekä pienempi CALMA-yksikkö. Levynmuovaustutkimuksessa on aloitettu yhteistyö Ruhr-Universität Bochumin konstruktio- ja kone- ja metalliteknikan laboratorion (prof. Hans Seifert) kanssa. Takomisen 3D-mallimateriaalitekniikka /30/ on tullut mahdolliseksi TKK:n koneinsinööriosaston toteuttama kesän lopussa CATIA-NC-linkin. Muokkausteknisen pyörähdysymmetrisille tuotteille tarkoitettua suunnitteluohjelmiston koeajo on myös käynnissä.

YHTEENVETO

Suomalainen muokkaus- ja muovausteollisuus joutuu usein luopumaan ulkomaisesta tarjouskilpailusta tuotteiden liian pitkän toimitusajan vuoksi toimivan tuotannan ollessa pullonkaulana sarjatuotannon aloittamiselle. Muokkaus-
tuotteiden toimitusaikaa voidaan lyhentää huomattavasti suunnittelemalla työkalu tavallisin CAD/CAM-menetelmin. Pelkkä NC-työstö lyhentää suomalaisen konepajakokemuksen mukaan monimutkaisen työkalun koneistusaikaa jopa puolella.

Toimitusajan saattaminen kansainväliselle tasolle edellyttää kuitenkin virheratkaisujen ja turhien kokeilujen välttämistä työkalusuunnittelussa. Tämä on useissa tapauksissa mahdollista ennustamalla muokattavan materiaalin käyttäytyminen muokkausteknisin laskentamenetelmin. Matemaattisella ana-

lysoinnilla ja mallintamisella voidaan tutkia muokattavan materiaalin virtausta, jännityksiä ja muokkausvoimia, sekä näiden kautta muotin kuormitusta. Mallintamisella on merkitystä siten työkalusuunnittelun lisäksi myös muokkausprosessien ymmärtämiselle. Tänä päivänä monimutkaisen tuotteen muokkauksen täydellistä teoreettista analysointia rajoittaa kuitenkin vaadittu tietokonekapasiteetti ja puuttuva tietous

eri materiaalien käyttäytymisestä muokkausolosuhteissa. Muokkausteknisten laskentamenetelmien avulla pystytään kuitenkin useilla tuotetyypeillä nopeuttamaan käytännön työkalusuunnittelua kaupallisella tasolla. Menetelmien kehittäminen ja käyttöön otto Suomen teollisuudessa on metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratoriossa olevan projektin tarkoitus.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Bergström, K. & Nikander, T., Tietokoneavusteinen muokkaus-työkalujen suunnittelu. Muokkaustechnikan teknologiahankkeen osaprojektin II:l esiselvityksen loppuraportti. TKK 1985.
2. Karjalainen, J., Tietokone tehostamassa NC-ohjelmointia. Konepajamies 1983:10, s. 13-16.
3. CAD/CAM-järjestelmien testaus. Soveltuvuus koneensuunnitteluun ja työn tekniseen suunnitteluun. Tekninen tiedote, Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto. Helsinki 1984.
4. Altan, T., Computer aided design and manufacturing (CAD/CAM) of hot forging dies. Journal of applied metalworking 2(1982) s. 77-85.
5. Biswas, S. & Knight, W., Preform design for closed die forgings: experimental basis for computer aided design. Int. j. mach. tool des. res. 15(1975) s. 179-193.
6. Mullineux, G. & Knight, W., Estimation of the centre of loading for hot forgings. ibid 19(1979) s. 181-193.
7. Altan, T. & Lahoti, G., Limitations, applicability and usefulness of different methods in analyzing forming problems. Annals of the CIRP, 28(1979) s. 473-485.
8. Altan, T. et al. Metal forming — Fundamentals and applications. American Society for Metals, Ohio.
9. Osman, F. et al. Forging and preform design using UBET. Advanced technology of plasticity 1(1984) s. 563-568.
10. Recelo, M., Finite elements for better forgings. Machine design 1986:6. s., 52-55.
11. Avitzur, B., Metal forming: processes and analysis. New York 1968. 500 s.
12. Avitzur, B. et al. Upper-bound solutions for flow trough conical converging dies. Int. j. mach. tool des. res. 22(1982) s. 197-214.
13. Hostford, F. & Cadell, R., Metal forming. Michigan 1983. 330 s.
14. Fenton, R. & Swamy, B., Slip-line field solution of extrusion of strain-rate sensitive materials. Int. j. mach. tool. des. res. 15(1975) s. 105-115.
15. Process modeling. ASM, Ohio 1978. 448 s.
16. Bergström, K., Raportti eräistä muokkauksen laskentamenetelmistä. TKK Vuoriteollisuusos. 1986. 27 s.
17. Samanta, K., The application of finite element analysis in designing forming tools for automotive body panels. Annals of the CIRP 31(1982)1, s. 155-158.
18. Samuel, W. et al, On the application of the finite element method to metal forming processes. Computer methods in applied mechanics and engineering. 17/18(1979) s. 597-608.
19. Kim, J. et al. Analysis of stretching of sheet metals with hemispherical punch. Int. j. machine tool desing. 18(1978) s. 209-226.
20. Altan, T. & Lahoti, G., Application of a rigid-plastic finite-element method to some metalforming operations. J. mechanical working technology 24(1982) s. 277-290.
21. Oh, S. et al, Application of FEM modelling to simulate metal flow in forging a titanium alloy engine disc. Journal of engineering for industry 105(1983) s. 251-258.
22. Kobayashi, S., Finite element formulation for the analysis of plastic deformation of rate-sensitive materials in metal forming. U.S. Army research office. DAAG29-79-C-0217. California 1982.
23. Wood, R., The finite element method and sheet metal forming. Sheet metal industries. 58(1981) s. 561-567.
24. Oh, S., Finite element analysis of metal forming processes with arbitrary shaped dies. Int. j. mech. sci. 24(1982)8. s. 479-493.
25. Akgerman, N. & Altan, T., Application of CAD/CAM in forging turbine and compressor blades. J. Eng. Power, TRANS. ASME 1974:4, s. 290-296.
26. Akgerman, N. & Altan, T., Modular analysis of geometry and stresses in closed-die forging: Application to a structural part. J. Eng. Ind. TRANS. ASME 1972:11. s. 1025-1084.
27. Altan, T. & Fiorentino, R., Prediction of loads and stresses in closed die forging. J. Eng. Ind. TRANS. ASME 1971:s. s. 477-484.
28. Laszlo, C. et György, Z., Use of elemental upper bound techniques in CAD. Advanced technology of plasticity 1(1984) s. 569-573.
29. Mattiasson, K. et al. Numerical methods in industrial forming processes. Proceedings of the 2nd int. conf. on numerical methods in industrial forming processes. Gothenburg 25-29.8.1986. Publ. A Balkema, Rotterdam. 1986. 395 s.
30. Bergström, K., CAD/CAM takomisessa, raportti TKV-V-MEMULA 1986. 40 s.

SUMMARY

COMPUTER AIDED DESIGN OF METAL FORMING TOOLS

The competitive ability of the metal forming industry can be improved using Computer Aided Design. This is based on a rapid manufacturing start by short tooling time. The versatile and rapid manipulation of the geometry by a CAD-system has made computational analyses of metal forming processes economically profitable. It is already during the designing step

possible to obtain versatile information concerning forming forces, metal flow and possible damage on the tool through the initial geometry of the forming process. The introduction of computational methods of metal forming are investigated in cooperation with industry at Helsinki University of Technology.

Ovako Dalsbruk — Livskraftig 300-åring

Dipl.ekon. Robert Iver, ing. Hannu Nurmi och dipl.ing. Timo Leinilä, Ovako Oy · Ab, Dalsbruk

INLEDNING

För jämnt 300 år sedan erhöi assessorn och myntmästaren Daniel Faxell av Sveriges Bergskollegium privilegiet att i det nuvarande Dalsbruk grunda en masugn. Föga anade Faxell att Dalsbruk skulle bli det enda av de 40 bruken från 1600-talet som fortsätter i samma bransch ännu efter 300 år. Valet av lokaliseringsort berodde på Dalsbruks goda hamn, skogs-

tillgångarna och tillgången på vattenkraft i kombination med Sveriges dåtida U-områdespolitik (bild 1). Det är dock förmågan till fortsatt teknologisk förnyelse som fört Dalsbruk vidare genom seklen under såväl goda som dåliga tider.

På grund av sin stora betydelse för Sveriges näringsliv var bergshanteringen föremål för statsmaktens speciella omsorg.

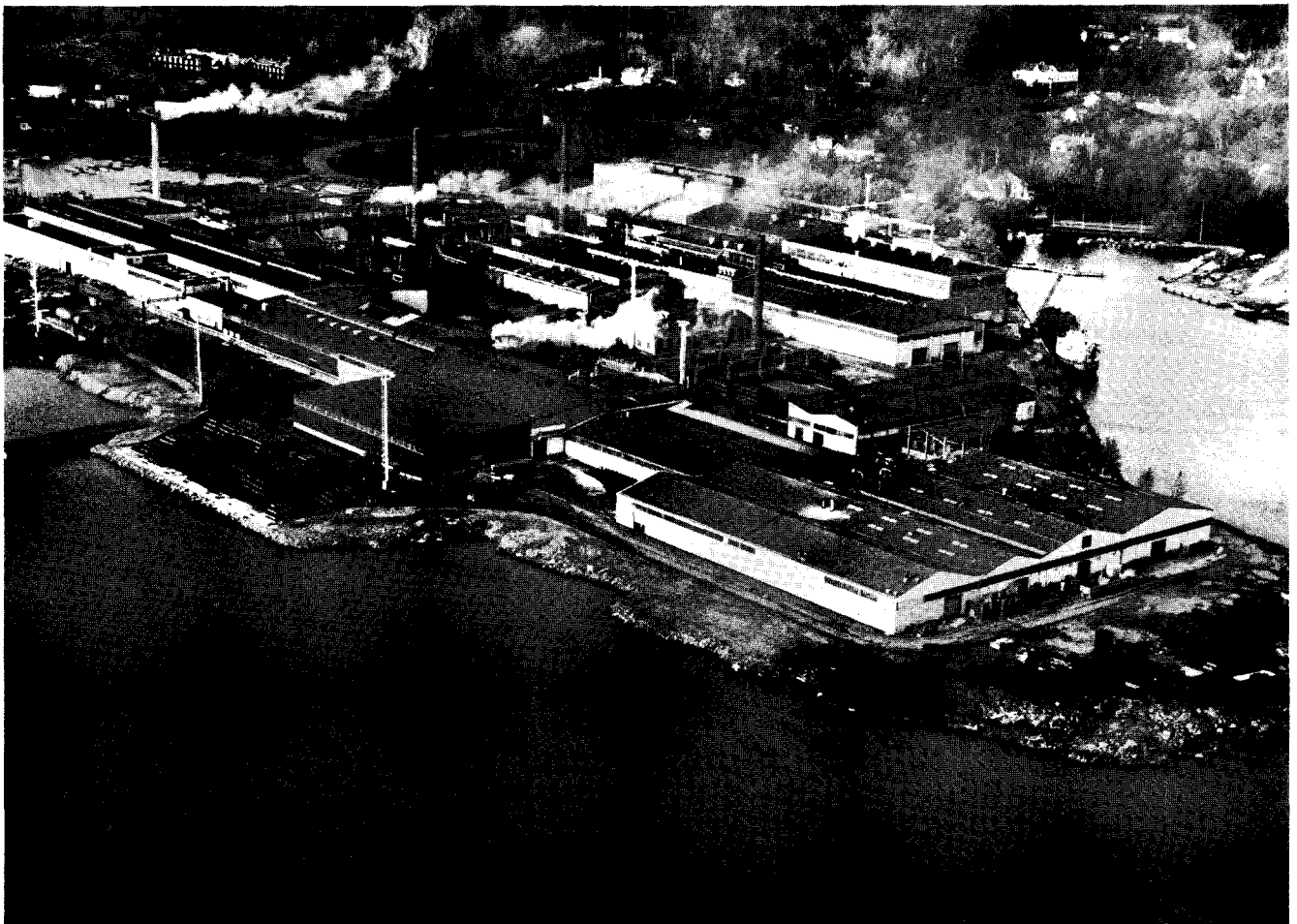


Bild 1. På 1860-talet flyttades fabriken till sitt nuvarande läge på Skeppsholmen. Idag skeppar Ovako Dalsbruk största delen av sin export på 50.000 ton per år över den egna hamnen.

Fig. 1. In the 1860's the works moved to its present site on Skeppsholmen. Today Ovako Dalsbruk ships most of its annual export of 50 000 tons through its own harbour.

Det centrala ämbetsverket Kungliga Bergskollegium reglerade och övervakade bergshanteringen och även skogstillgångarna, som med tiden, särskilt i Bergslagen visade skrämmande tecken till minskning. Ofantliga mängder bränsle förbrukades i alla skeden av järnframställningen. För att förebygga faran med bränslebrist gick man allt mer in för att låta råvaran söka upp bränslet. Specialprivilegier med skattelättnader beviljades Finland, Norrland och Lappmarken.

Redan 1678 hade Daniel Faxell inlett sin verksamhet på bergshanteringens område genom att av kronan arrendera all malmbrytning i Utö gruvor på 12 års tid. År 1679 beviljades Faxell privilegium att i Koskis inleda masugns- och stångjärns-hammardrift. Koskis blev en ekonomisk besvikelse varför Faxell såg sig om efter nya möjligheter.

År 1684 hade Faxell utsetts till extra ordinarie assessor vid Bergskollegiet. I väntan på vakans arbetade han tills vidare utan lön. Samma år sökte Faxell privilegiet att "uti denne lille Dahlsbäcken en masugn låta uppsätta och uppmura". Privilegiebrevet daterat den 19 mars år 1686 gav Faxell möjligheten att verkställa masugnsbygget och två år senare startade driften.

Själv hade Faxell inte nödiga ekonomiska resurser för att starta och driva anläggningarna i Koskis och Dalsbruk. Penningmedel lånade han främst av förmögnare släktingar med sina fastigheter som säkerhet. — Och det gjorde Faxell flera gånger om. Bristen på driftskapital var dock så stor att endast tre blåningar företogs i Dalsbruk fram till 1694 då bruket helt och hållet övertogs av Faxells fordringsägare.

För Daniel Faxell blev verksamheten i Dalsbruk ett ekonomiskt fiasko. Dock var Faxell så framsynt vid sitt val av lokaliseringssort att han lade grunden till det enda av 1600-talets ca 40 masugnar och järnbruk som ännu i dag genom fortsatt förnyelse framgångsrikt verkar i samma bransch (bild 2 och 3).



Bild 2. Genom fortsatt förnyelse har Dalsbruk bibehållit sin livskraft. En rik bildskatt har bevarat minnen från tidigare dagar. Uppe på masugnskransen upphörde arbetena år 1927.

Fig. 2. Due to continual modernization Dalsbruk has been able to remain competitive. A rich treasure of photographs has preserved memories from the past. Work at the top of the blast-furnace ended when the blast-furnace was laid down in 1927.

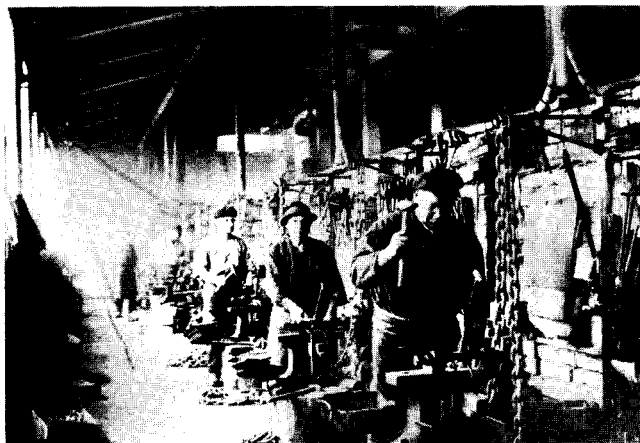


Bild 3. Dalsbruks arbetare har alltid varit kända för sin yrkeskunnighet. Flyttade de från Dalsbruk fick de arbete var som helst. Kättingar tillverkades i Dalsbruk i nära 100 år, tillverkningen lades ned år 1978.

Fig. 3. Dalsbruk has always been recognised for the skill of its workers. They could obtain employment where ever they went. Chains were produced in Dalsbruk for nearly 100 years, the production was laid down 1978.

År 1979 sammangick den privata stålindustrin i Finland till nuvarande Ovako Oy Ab. Dalsbruk övergick till Ovako från Oy Wärtsilä Ab, som samtidigt blev Ovakos största delägare. Påföljande strukturrationaliseringar i samband med stålindustrins kris medförde personalminskningar och nedläggning av den metallurgiska avdelningen. Genom samtida investeringsåtgärder har alla produktionslinjer förnyats under 1980-talet, vilket gett Dalsbruk ny livskraft.

I dag utgör Ovako Dalsbruk en viktig del av Ovakos Armerings- och Handelsstålgrupp. Gruppen består därtill av Koverhars järn- och stålverk, valsverket i Åminnefors samt Tehdasraudoite-industriarmeringsenheterna.

I Nordens modernaste trådvalsverk producerar Dalsbruk kontrollerat kylt valstråd och armeringsstål främst för den inhemska och europeiska marknaden. Trådtrageriet förädlar valstråd till svetsstråd, förzinkad tråd och spännlina. Trådtrageriet är numera den ledande tillverkaren av automatsvetsstråd i Norden.

Dalsbruks försäljning förväntas i år uppgå till 370 miljoner mark varav en tredjedel går på export. Produktionen i valsverket uppgår till 180.000 ton och i drageriet till 27.000 ton. Antalet anställda är 415 personer.

VALSVERKET

Brukspatronen Wolter Ramsay byggde det första valsverket i Dalsbruk år 1860. Det var modernt och utrustat med fem pudel- och fem vällugnar. Där fanns två ånghammare och ett verk med fyra par valsstolar för valsning av vanligt stångjärn, grövre fyrkantsjärn och finjärn. De färdiga valsprodukterna — som mest 2.339 ton år 1865 — skickades med brukets egna båtar i huvudsak till den ryska marknaden.

23 år efter igångkörandet av det första valsverket utvidgades det år 1883 att omfatta även ett trådvalsverk och den totala kapaciteten steg till 540.000 pud (8.800 ton) per år. Marknaden var dock kärv. Brukets dåvarande ägare, den prussis-

ka undersåten industrimannen Hermann Hobrecker och brukets disponent, den svenska bergsingenjören Lennart Sebenius var tvungna att skriftligen vända sig till bergsintendenten: "Då Dalsbruk är det enda verk i landet som valsat och som kan tillverka trådjärn eller trådämnen, så torde det väl ej vara för mycket begärt att bruket för framtiden får rätt att införa 500.000 pud - något bör man väl hava att utvidga sig på". Mycket kunde disponent Sebenius i fortsättningen inte räkna på den ryska marknaden, ty Hans Kejsrerliga Majestät hade "täckts i nåder förordna" att finjärn mindre än 1/2 tum fick exporteras tullfritt från Finland till Ryssland endast 75.000 pud.

†Ett visst förutseende hade patronerna Ramsay och Hobrecker samt disponent Sebenius dock visat, ty valsverket i Dalsbruk tillverkar även idag samma produkter dvs. valstråd och stänger som för 120 år sedan.

Det nuvarande valsverket fick sin början under de första åren på 1970-talet, då de galna åren i byggnationen ännu var på kommande. Förbrukningen av det inhemska armeringsstålet förutspåddes att växa från de "normala" något över 200.000 ton till och med till 300–370.000 ton. Den dåvarande kapaciteten av stångvalsning i vårt land skulle inte ha varit tillräcklig för en sådan ökning av konsumtionen. Men p.g.a. valsverket i Dalsbruk var föråldrat gjordes i Oy Wärtsilä Ab ett beslut att bygga ett nytt stångvalsverk i Dalsbruk. Tämligen fort efter igångkörandet av verket år 1976 sjönk förbrukningen av armeringsstål i Finland till den nuvarande nivån på 150.000 ton, i början till och med under den. Ovako Oy Ab, med vilket Dalsbruk hade införlivats, hade nu för mycket stångvalsningskapacitet. Ovakos alla trådvalsverk var också föråldrade och saknade konkurrenskraft.

Snabba beslut var av nöden. År 1981 förverkligades förändringarna i produktionsstrukturen: de gamla trådvalsverken både i Åminnefors och Dalsbruk nedlades, tillverkningen av armeringsstål flyttades så gott som helt till Åminnefors och stångvalsverket i Dalsbruk ombyggdes till trådvalsverk.

Nu, 300 år efter Dalsbruks grundande, representerar utrustningen i trådvalsverket den senaste utvecklingen i branschen (bild 4). En väsentlig del utgörs av ett twist-free trådblock



Bild 4. Den kontrollerade kylningen möjliggör valsning av mycket krävande kvaliteter, som valsas med en hastighet av hela 80 meter per sekund. Årsproduktionen uppgår till 180.000 ton.

Fig. 4. Thanks to the controlled cooling very demanding grades can be rolled with a speed of as much as 80 metres per second. The annual production amounts to 180 000 tons.

med tio valspar och kontrollerad kylning. Det förstnämnda möjliggör en stor produktionshastighet och garanterar noggranna måttoleranser på produkten och gör Dalsbruk kostnadsmissigt konkurrenskraftigt. Det senare gör produkten prismässigt förmånligt för kunden. Värmebehandlingen direkt från valsningstemperaturen minskar behovet av mellanvärmebehandling hos vidareförädlaren d.v.s. tråddragaren.

Valsverkets årsproduktion på 180.000 ton fördelar sig enligt följande:

Valstråd	145.000 ton
(av vilket Ovakos egna vidareförädling	50.000 ")
Armeringsstänger	35.000 "

Valstråd i dimensionsområdet Ø 5,5–14,5 mm levereras för tillverkning av tillsatsmaterial för svetsning, bultar, skruvar, linor, spännlinor, fjädrar, kättingar, nät, spik och armerade produkter.

Omsättningen blir detta år 310 Mmk, av vilket exportens andel är 30 %.

Den teknologiska framåtskridande verksamhetsandan som Ramsay, Hobrecker och Sebenius startade omhuldas fortfarande i valsverket. Som bäst är en för Finland ny "Slit rolling" (klyvvalsning) -enhet under byggnad. Avsikten är att utvidga dimensionsområdet av stänger att omfatta alla i Finland använda dimensioner av armeringsstång.

Det finns dock en sak i början av valsverkets historia som man inte bör ta modell av — både Ramsay och Hobrecker var tvungna att lägga ned verksamheten, den första p.g.a. konkurs och den senare p.g.a. att de ryska importtullarna gjorde verksamheten olönsam.

DRAGERIET

I Dalsbruk har drageriverksamheten ca 50-åriga traditioner. Manufakturproduktionen som sådan härstammar visserligen redan från 1870-talet då spiktillverkningen startades. Ända till år 1979 var huvudproduktgrupperna dragna axlar, spik och förzinkade, främst lågkolhaltiga, trådar.

Branschrationiseringen, som förverkligades år 1979 inom den privata stålindustrin betydde en så gott som fullständig förnyelse av drageriets produkter. Tillverkningen av axlar koncentrerades till enheten i Imatra. Ovako Jockis fick tillverkningen av handelstrådar, betongnät och spik. Tillverkningen av högkolhaltiga förzinkade trådar flyttades från Jockis till Dalsbruk. Dessa åtgärder betydde att nästan 80 % av tillverkningen av de traditionella produkterna överflyttades till andra enheter. Förnyande av produktsortimentet ledde till uppkomsten av tre basproduktlinjer i Dalsbruks drageri.

Den traditionella trådförzinkningen förnyades i och med byggandet av en ny förzinkningslinje år 1982. Dagens produktsortiment omfattar främst högkolhaltiga både tunn- och tjockförzinkade trådar. Den största produktgruppen utgörs av olika tunnförzinkade bindtrådar såsom tråd för balning av cellulosa. En annan typisk produktgrupp är tjockförzinkade trådar för kabelindustrin.

Tillverkningen av svetstråd, som startades år 1978 fick även den ny fart. I början av 1980-talet satsades främst på hemmamarknaden. År 1983 igångkördes en ny produktionslinje och en mera målmedveten export i första hand till Skandinavien men också i viss mån till Mellanuropa kunde börja. Det slutliga genombrottet skedde år 1984, då Ovako och Esab ingick ett samarbetsavtal om tillverkning och marknadsföring av gasbågsvetstråd. I och med detta avtal blev drageriet i Dalsbruk den största tillverkaren av gasbågsvetstråd i Norden. Känne-

tecken för denna utveckling är att den genomsnittliga årliga tillväxttakten under åren 1980–1985 har varit ca 40 %. År 1986 har tillväxten fortsatt men betydligt långsammare (bild 5).

En tredje och också helt ny produktgrupp var spännlinor för elementindustrin. Produktionen av dessa igångkördes år 1979, då tillverkningen av dragen tråd för spännlinor startades. År 1982 höjdes förädlingsgraden när linslagningen kom ingång. Idag levereras spännlina till både Finland och Skandinavien. Branschrationaliseringar har i Norden gjorts också angående spännlina. Ovako köpte i Sverige av Halmstads Järnverk Ab enheten i Hjulsbro, som tillverkar spännlina och spänntråd. I och med detta blev Ovako en ledande tillverkare också av spännstål i Norden.

Förnyande av drageriets produkter under 1980-talet har betytt investeringar på över 50 Mmk. Drageriets omsättning har vuxit till 100 Mmk och produktionen till närmare 30.000 ton per år, m.a.o. produktionen har mer än fördubblats på 1980-talet.



Bild 5. En orsak till att Ovako Dalsbruk blivit en av Europas ledande svetstrådstillverkare är att man själv behärskar tillverkningsprocessen ända från stålverket i Koverhar genom valsningen i Dalsbruk fram till produktionen av den färdiga automatsvetstråden i drageriet.

Fig. 5. One of the reasons that Ovako Dalsbruk is one of the leading manufacturers of welding wire in Europe is that Ovako controls the entire production process from the steel works in Koverhar through the rolling mill in Dalsbruk to the production of the finished welding wire in the drawing mill.

SUMMARY

OVAKO DALSBROK — A VIGOROUS 300-YEAR-OLD

300 years ago, Assessor Daniel Faxell, the Master of the Swedish Mint, founded a blast-furnace in Dalsbruk. Today the works is still succesful in the same field of activity. In 1979 the private steel industry merged to form OVAKO Oy Ab, which Dalsbruk joined from Oy Wärtsilä Ab. Since 1980 all Dalsbruk's production lines have been modernized. Today Dalsbruk produces controlled cooled wire rod and reinforcement steel, welding wire, galvanized wire and PC strands.

Ovako Dalsbruk together with the Koverhar steelworks, the Äminnefors rolling mill and the Tehdasraudoite industrial reinforcement units belongs to Ovako's Reinforcement and Commercial Steel Division. Dalsbruk's sales amount to 370 million FIM of which one third is export.

Dalsbruk's first wire rod mill was built in 1860, since then it has been developed and modernized to become the most up-to-date wire rod mill in Scandinavia. The production units consist of a controlled cooled 10-stand twist-free wire rod block as well as Finland's first slit-rolling units for the rolling of rods. The mill produces Ø 5.5 to 14.4 mm wire rod for the production of welding consumables, bolts, screws, ropes, PC strands, springs, chains, nets, nails and reinforced products. The sales amount to 310 million FIM of which a third is export.

The drawing mill produces mainly high carbon, wiped and heavy galvanized wire, e.g. wire for baling cellulose and for the cabel industry. The production of welding wire was commenced in the late 70's and after an agreement between Ovako and Esab on the production and marketing of gas metal arc welding wire, Ovako became the biggest producer of welding wire in Scandinavia. Other new products are wire and strand used in reinforced concrete units. Ovako's PC strand production capacity was increased by the purchase of Halmstads Järnverks AB's unit in Hjulsbro, Sweden, which has made Ovako also the leading producer of high tensile steel for the prestressing of concrete in Scandinavia. The sales from the drawing mill amount to 100 million FIM.

VUORIMIESYHDISTYKSEN TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN SIHTEERI ON VAIHTUNUT

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien sihteerin tehtävät hoitaa 1.10.1986 lähtien FM Ole Lindholm.

Tutkimusvaltuuskunnan ja toimikuntien postiosoite pysyy muuttumattomana, mutta telenumerot muuttuvat:

Osoite: FM Ole Lindholm
Teknillinen korkeakoulu
Vuoriteollisuusosasto
Louhintatekniikan laboratorio
Vuorimiehentie 2
02150 ESPOO

Puh. (981) 302 296
Telefax (981) 327 506
Telex 32 109 steel sf

Muisteluksia rikastustekniikan opetuksesta Teknillisessä korkeakoulussa

Toimi Lukkarinen, professori

Esitetty rikastus- ja prosessitekniikan jaostossa vuorimiespäivillä 21.3.1986

JOHDANTO

Timanttipora lävisti lähes kymmenen metriä kuuden prosentin kuparimalmia Outokummun pohjoisrinteen jatkeella maalisuussa 1910. Tuosta tapahtumasta alkoi Suomen vuoriteollisuuden nousu.

Maassa oli siihenkin aikaan muutamia ulkomailla opin käyneitä vuori-insinöörejä. Eräs heistä oli päätään pitempi muita, Tukholmassa opiskellut Otto Trüstedt, Outokummun malmin etsijä ja löytäjä, joka eli vv. 1866–1929.

Alussa mainittu nousu voimistui mutta kehitys nopeutui vasta parin vuosikymmenen kuluttua Outokummun malmin löytymisestä, kun v. 1932 perustettu Outokumpu Oy toimitusjohtajansa, fil.tri, vuori-insinööri Eero Mäkisen johdolla aloitti laajentumisensa ja kehittymisensä yhdeksi maamme teollisuuden voimatekijäksi. Tohtori Mäkinen oli opiskellut vuori-insinööriksi Tukholmassa vv. 1916–18.

1930-luvun puolivälin tienoilla oli käynyt selväksi, että maassa tarvitaan omassa kasvualustassa kasvaneita ja kasvatettuja vuori-insinöörejä sekä kaivoksia että metallurgisia laitteita varten. Osa silloin vastuussa olleista kaivosinsinööreistä ja vastaavista oli Tukholmassa vuori-insinöörin tutkinnon suorittaneita kemistejä. Eräs heistä oli sittemmin professorina toiminut Kauko Järvinen, joka mainittuna aikana oli Outokummun kaivoksen osastoinsinööri. 1930-luvun alussa oli rikastamon vastaavassa tehtävässä vuori-insinööri Martti K. Palmunen, mutta jo vuosikymmenen puolivälissä rikastamo oli puunjalostus- ja koneinsinöörien hoidossa. Imatralle rakenteilla olevaan kuparitehtaaseen insinöörit koulutettiin kemisteistä ulkomaisilla opintomatkoilla, ja tulos oli erinomainen. Kuparitehtaan teknillisinä johtajana toimi saksalainen tri-insinööri Otto Barth.

OPETUKSEN ALOITTAMINEN TKK:ssa

Tiettyjen muodollisuuksien jälkeen TKK:n kemian osastoon perustettiin 1.1.1937 vuoriteollisuuden ja metallurgian opintosunnat, minkä Teekkari-lehti noteerasi kuvan 1 osoittamalla tavalla. Kumpikin suunta sai heti ensimmäiset oppilaansa, ja uudet ylioppilaat aloittivat opintonsa kyseisen vuoden syyslukukauden alussa. Myös valmiita insinöörejä ja muutaman vuoden kemiaa opiskelleita ylioppilaita siirtyi uusille urille, sillä vuorten kutsu oli voimakas siihen aikaan. Siirtyjiä olivat mm. tulevat professorit Hukki ja Maijala, joista viime mainittu oli jo silloin valmis kemisti-insinööri. Senioreille aloitettiin välittömästi ammattiaineiden opetus. Fuksipojat sen sijaan kampaailivat pikku-diplomin aineiden kanssa ja pääsivät ammattiaineisiin kiinni vasta syksyllä 1939.

Kaivos- ja rikastustekniikkaa sisältävää oppiainetta, Vuori-

tekniikka I opetti edellä mainittu vuori-insinööri Palmunen, joka oli joutunut jättämään paikkansa Outokummun rikastamon osastoinsinöörinä keuhkovian takia jo v. 1932. Hänen opetustoimensa jäi lyhyeksi, sillä hän menehtyi tautiinsa jo kesällä 1938. Varsinaista kaivostekniikkaa opetti vuori-insinööri Waldemar Zeidler, Viipurissa syntynyt, Berliinissä opiskellut ja Tukholmassa v. 1931 valmistunut.

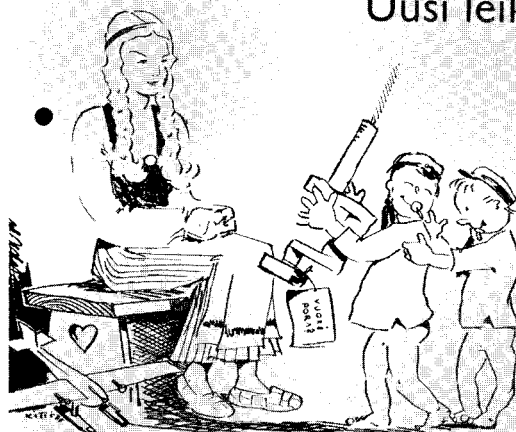
Vuoden 1937 alussa aloitti toimintansa myös TKK:n pohjakerrokseen sijoitettu vuorilaboratorio, joka oli perustettu TKK:n, Geologisen toimikunnan ja Suomen Malmi Oy:n tarpeita varten. Laboratoriolla oli lattiapintaa 300 m² ja se oli ja-

TEKKARI

6

1 9 3 7

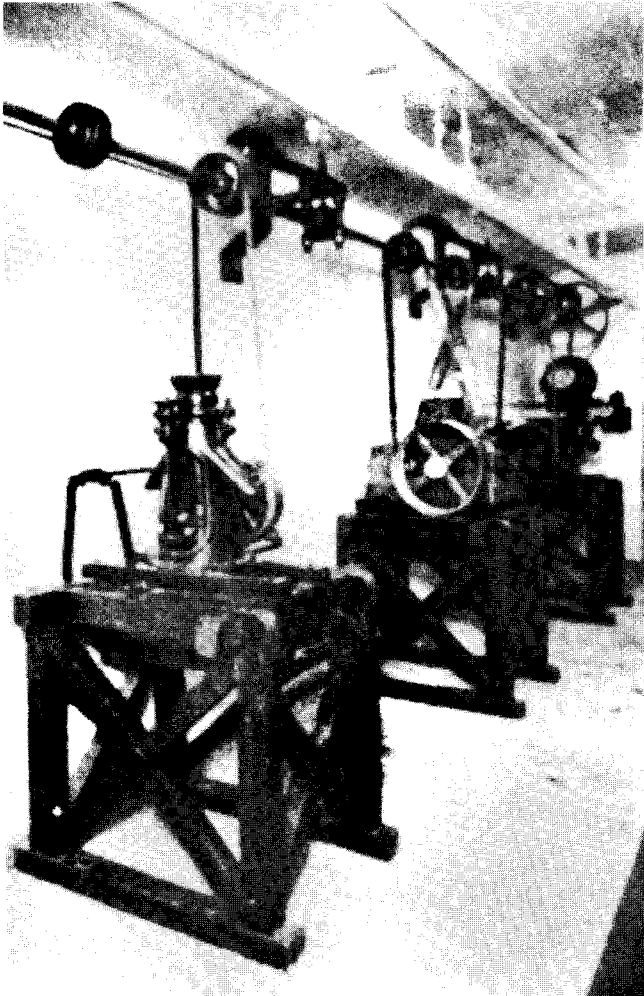
Uusi leikkikaluu!



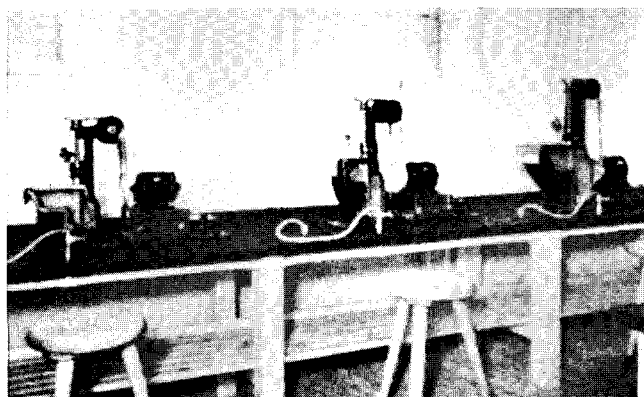
Kuva 1. Teekkari -lehden näkemys vuoriopetuksen aloittamisesta.

Fig. 1. Teaching of mining technology begins — the view of the Teekkari magazine.

ettu viiteen osastoon, jotka olivat: murskaus ja jauhatus, rikastus, malmimikroskooppinen, jalometalli ja analyttiskemiallinen. Harjoitustyöt tehtiin laboratorion tiloissa. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty muutamia laboratorion laitteita.



Kuva 2. Ensimmäisen vuorilaboratorion murskauskoneita 1937.
Fig. 2. Crushers in the first mining laboratory 1937.



Kuva 3. Vaahdotuskoneita 1937.
Fig. 3. Flotation cells 1937.

OPETUSTA JÄRJESTELLÄÄN

Vuoden 1937 aikana kävi selväksi, ettei kotimaasta ollut mahdollista saada pätevää opettajavoimaa. Seuraavan vuoden aikana saatiin sitten Outokumpu Oy:n Säätiön lupaaman lisäpalkan turvin ruotsalainen bergsingenjör Fredrik Mogensen lupautumaan rikastusopin vt. professoriksi. Hän aloitti opetuksensa syyslukukauden aikana 1938 ja näin tähän oppiaineeseen saatiin vauhtia.

Mogensenin assistenttina toimi Paavo Maijala ja seurasi samalla kaikkien ammattiaineiden luentoja. Harjoitustyöt olivat ohjelmassa ja silloisen ylioppilas Heikki Aulangon muistiinpanojen mukaan tehtiin murskaus- ja jauhatuskokeita, seula-analyysyjä ja rikastuskokeita. Sekä magneettiseen erotukseen että vaahdotukseen näytetään kiinnitetyn erikoista huomiota.

Outokummun kaivokselle oli organisoitu jo kesällä 1938 pakollinen kuukauden kestävä kesäharjoittelu, joka uusittiin myös seuraavana kesänä. Viime mainittuna kesänä Mogensen piti siellä rikastustekniikan loppulentin, jossa oli Aulangon muistiinpanojen mukaan 25 kysymystä. Vuoden 1938 kesäkurssilaisia on kuvassa 4.

Kun opetushenkilöstön tilapäisluonne aiheutti huolestumista, Kauppa- ja teollisuusministeriö päätti lähettää Outokumpu Oy:n Säätiön stipendiaatteina kaksi valmista insinööriä kolmeksi vuodeksi USA:an jatko-opintoja varten. Syyskesällä 1939 matkalle lähtivät insinöörit Risto Hukki ja Paavo Maijala. Maailmanhistoriallisista syistä matka venähti ja edellinen saapui Suomeen kesällä 1945 ja jälkimmäinen seuraavana vuonna.



Kuva 4. Kesäkurssilaisia opastajineen Outokummussa 1938.
Fig. 4. Mining students with their guides in Outokumpu 1938.

SOTAVUODET

Ensimmäisten varsinaisten vuorifuksien lupaavasti alkanut ammattiaineiden opiskelu syyslukukauden alussa 1939 loppui lyhyeen, sillä lokakuun 14 päivänä alkoi YH eli ylimääräiset kertausharjoitukset ja talvisota syttyi 30.11.1939.

Korkeakoulu joutui pommituksen kohteeksi heti ensimmäisenä sotapäivänä. Kemian osastolla kuolivat professorit Sihvonen ja Ant-Vuorinen. Prof. Mogensen oli poistunut Ruotsiin.

Toiminta jatkui syksyllä 1940, mutta Mogensen ilmoitti luopuvansa opetustoimestaan. Niinpä Timo Heikkisen opintokirjassa onkin Heikki Raja-Hallin antama Vuoritekniikan alkumerkintä kevätlukukaudelta 1941. Raja-Halli oli valmistunut kemistiksi ja sen jälkeen suorittanut Tukholmassa 3. ja 4. kurssin vuori-insinöörin tutkinnosta.

Myös keväällä 1941 tuli suuri joukko vuoriteekkareita Outokumpuun kesätöihin, mutta kurssi loppui alkuunsa kesäkuun puolivälissä alkaneiden kertausharjoitusten ja jatkosodan vuoksi.

Vuoden 1941 aikana oli yritetty saada rikastustekniikkaa opettamaan ensin eläkkeellä oleva ruotsalainen professori Bring ja hänen kieltäytyttyään insinöörit Alvar von Fieandt ja norjalainen, Mätäsvaarassakin konsultoinut Kraft-Johansen. Kun nämä molemmat kieltäytyivät, tiedusteltiin Kungliga Tekniska Högskolan'in mahdollisuuksia ottaa vastaan suomalaisia stipendiaatteja. KTH suostui ottamaan kuusi ammattiaineisiin ehtinyttä ylioppilasta ja syksyllä 1941 Tukholman kouluun lähti kuusi teekkaria. Heistä neljä valmistui v. 1942 ja loput seuraavana vuonna. Myöhemmin sotavuosina Ruotsissa opiskeli vielä neljä teekkaria. Lähes poikkeuksetta valmistuneet komennettiin heti kaivoksille. Osa suoritti kaikki ammattiaineet Tukholmassa KTH:ssa, jossa rikastustekniikkaa opetti prof. Sture Mörtzell.

Myöhemmin on näiden Tukholmassa sodan aikana opiskelneiden sanottu olleen "banaanikaartissa".

Jatkosota kesti syyskuun alkupäiviin 1944 ja Lapin sota saksalaisia vastaan vielä kevääseen 1945. Varsinainen kenttäarmeija kotiutettiin marraskuun puolivälissä 1944, ja korkeakoulu aloitti toimintansa joulukuun alkupäivinä lähes säännöllisen ohjelman puitteissa, tosin pitkää päivää soveltaen.

Pitkä ja raskas sotakausi oli päättynyt eivätkä kaikki vanhat vuoriteekkarit olleet enää jatkamassa opintojaan.

Olot olivat kuitenkin vielä sen verran epänormaali, että korkeakoulun syyslukukausi päättyi helmikuussa ja välittömästi alkanut kevätlukukausi kesti lähelle juhannusta. Rikastustekniikkaa opetti kevätlukukaudella kaivostekniikan vt. professori Kauko Järvinen. Seuraavana syksynä siirryttiin siten normaaliin aikatauluun.

NORMAALIAJAT

Syyslukukauden alkaessa 1945 rikastustekniikan opetus oli ensimmäisen kerran oikeassa järjestyksessä, sillä Risto Hukki oli palannut tohtorina pitkäksi venyneeltä Amerikan matkalta ja oli valmis aloittamaan elämäntyönsä kotimaassa. Myös laboratorio oli siirretty korkeakoulun kellarista VTT:n uuteen rakennukseen Lönnrotinkadulle. Koneet olivat kuitenkin entisiä. Kun tri Hukki toimi sekä korkeakoulun että VTT:n piirissä, oli näiden välinen yhteistyö saumatonta tällä alalla.

Rintamalla olleella opiskelijalla oli opintokirjassaan "S"-leima, joka oikeutti opiskelemaan ohi virallisten vuosikursien. Tähän vedoten meitä meni kolme teekkaria Hukin luo ilmoittautumaan luennoille jo toisen vuosikurssin alkaessa. Hukki, joka Amerikassa olleena ei kenties tiennyt "S"-leiman ihmeellistä voimaa, sanoi, ettei hän hyväksy meitä ilman kemian osaston johtajan, prof. Yrjö Kaukon lupaa. Me marsimme Kaukon luo ja esitimme asian. Hän lupasi ilman muuta ja antoi vielä lähtiessä evästyksen: "Kun te ette ole vielä kuunnelleet fyysikaalisen kemian luentoja, niin siellä voi tulla sellaisia asioita, joita te ette ymmärrä, mutta älkää olko huolissanne, eivät ne toisetkaan niitä ymmärrä!"

Näillä eväillä alkoi rikastustekniikan opiskelumme. Omasta puolestani olin saanut ensimmäisen kosketuksen tulevaan ammattiini jo talvella 1941 ollessani kaivosmiehenä Outokum-

mussa. Kerran kysyin kaivoksessa oppimestariltani, poraaja Eenok Ratiselta: "Oletko sinä käynyt rikastustehtaalla, mikälaista siellä on?" — "Oon, muutamilla tasoloilla siellä on v-moinen katku"! Työskennellessäni sitten kuukauden rikastamollakin totesin kelpo Ratisen olleen ihan oikeassa.

Hukin assistenttina toimi Erik Lindfors, joka kuului ensimmäiseen Tukholman komennuskuntaan syksyllä 1941. Hän valvoi harjoitustyöt, joita tehtiin kymmenen. Työselostukset eivät myöhästyneet, sillä ne piti luovuttaa ennen seuraavaa harjoitusta, ja väli oli kaksi viikkoa.

Luennoilla kävimme tunnollisesti, sillä jokainen sana oli pantava paperille, kun mitään kirjaa tai monistetta ei ollut. Hukilla oli tapana jokaisen luennon jälkeen kysyä: "Onko kysyttävää?" Joukossamme oli monia, jotka aina olivat valmiita tekemään enemmän tai vähemmän typeriä kysymyksiä. Ystäväni Maliniemen kanssa teimme keskinäisen herrasmieheoppimuksen: "Tohtorilla on varmasti tarpeeksi puuhaa luentojen valmistelussa, joten me emme rasita häntä joutavilla kysymyksillä." Emmekä muuten rasittaneetkaan. Aivan uutta oli sekin, että opettaja tehtäviä antaessaan kysyi, että tuntuuko tämä teistä kohtuulliselta.

Samaisen Maliniemen kanssa istuimme luennoilla aina vierekkäin ja aina takarivissä. Emme millään lailla häirinneet luentoa, mutta joskus vilkaisimme toisiimme, hymyilimme ymmärtäväisesti ja nyökytimme päitämme osoituksena, että kärryillä ollaan. — Myöhemmin olen saanut ensikäden tiedon, että tämä järkevä ja viaton tapa kuulemma ärsytti luennoitsijaa suunnattomasti!

Muutakin uutta oli Amerikan kävijän opetuksessa. Ensi alkuun oudoksutti puheen lännen-mallinen korostus, kun seulasarja kuulosti sellosarjalta jne, mutta siihen totuimme nopeasti. Tenttijärjestelmäkkin oli uutta: neljä välikoetta ja loppuentti. Kaikista suorituksista laskettiin pisteitä väliltä 0–100. Pisteisiin tulivat mukaan sitten painotettuina myös harjoitukset, suunnittelukurssi, kesäkurssi ja Outokummun rikastamontenti. Joskus katselimme tietysti kateellisina komeita Amerikasta tuotuja kravatteja ja mielessämme kenties vertailimme niitä omiin sillasolmioihimme!

Aikanaan, eli 1.1.1947, tri Hukki nimitettiin rikastustekniikan professoriksi. Meillä oli silloin enää kevätlukukausi jäljellä.

Kun sitten toisenkin vuoden luennot loppuivat, professori sanoi: "Minulla ei sitten ole teille enää muuta opetettavaa kuin, että, jos haluatte menestyä elämässä, niin ajakaa joka päivä partanne!" Se kurssi muuten on tätä ohjetta noudattanut varsin hyvin.

Oman Vuoriteollisuusosaston perustaminen syksyllä 1947 antoi lisää oman arvon tuntoa ja henkistä ryhtiä joukkoomme.

Meidän kurssimme metallurgeja siunattiin rikastustekniikalla suhteellisen myöhään, eli neljännen kurssin alkaessa syksyllä 1947. Kesäkurssi heillä oli Outokummussa keväällä 1948, jolloin olin ollut jo 2 1/2 kuukautta yhtiön palveluksessa. Jouduin opastamaan uusia kesäkurssilaisia rikastamontentteillä. Osasin jotenkin varautua etukäteen, sillä he tekivät todella inhottavia kysymyksiä, kuten montako kertaa minuutissa tuo tai tämä kone pyörii ja miten syvä on tuo pytty. Junamatkan aikana he olivat taktiikkansa suunnitelleet.

Seuraavien vuosikymmenien aikana kesäkurssien pitopaikat sitten lisääntyivät ja esimerkiksi pieni Aijala oli monena keväänä tämän näytelmän lavastuksena. Kesäkurseista voisi kirjoittaa kokonaisen kirjan.

Kun neljän vuosikymmenen jälkeen yrittää muistella, mitä eroa on silloisen ja nykyisen opetuksen varsinaisen sisällön välillä, eli opettiko Hukki turhia asioita, niin eipä niitä tule mieleen. Uutta asiaa on tietenkin tullut paljon, mutta silloiset tärkeät perusasiat ovat tärkeitä tänäkin päivänä. Ja se rikastusin-

sinöörille tarkoitettu ohje: "Älä pane dollaria likoon, ellet saa kahta takaisin", on tänään yhtä tosi kuin 40 vuotta sitten.

Oppikirjan ilmestyminen 1964 auttoi ylioppilaita paljon, vaikka tenttikysymykset olivat kuulemma harvoin kirjasta. Ja sen jokasyksyisen prosenttilaskun suuri osa oppilaista laski aina väärin! Siinä kohti kehitys on nykyäänkin samalla tasolla.

Professori Hukki lopetti luentonsa lokakuun lopussa 1977, eli hän hoiti professuuria 32 vuotta ja 2 kuukautta peruuttamatta yhtään luentoa sairauden takia.

Laboratorio muutti Lönnrotinkadulta Otaniemeen vv. 1956–57, mutta sehän onkin yleisesti tuttu asia.

AIKA HUKIN JÄLKEEN

Professori Hukin jäätyä eläkkeelle täysin palvelleena sattui tämän kirjoittaja eräiden keskustelujen tuloksena joutumaan oppituolin vt. haltijaksi 1.1.1978 alkaen ja ihan vakinaiseksi 1.11. seuraavana vuonna. Professori oli joutunut harrastelijan huostaan, jolla tosin epäiltiin olevan jonkin verran käytännön kokemusta. Tästä ajasta ei ole paljon kerrottavaa. Ehkä kuitenkin sen verran opetuspuolesta, että ohjelmaan sovitettiin kaksi dosenttiluentosarjaa, partikkeliteknikka ja rikastamon mallit ja säädöt. Edellistä opetti, aluksi erikoisopettajana, nykyinen dosentti Heikki Laapas ja jälkimmäistä dosentti

Kari Heiskanen, nykyinen professori. Ensimmäistä luentoa aloittaessani tulin julistaneeksi vaalilauseekseni: "Ellei oppilas ole oppinut, ei opettaja ole opettanut!". Ensimmäisen välikuulustelun jälkeen kuitenkin totesin, että "vaakunakilpi" on uusittava!

Viime vuosien suurin vaiva on ollut hankkia kalustoa v. 1976 perustettuun TKK:n mineraaliteknikan laboratorioon, sillä laboratoriohan oli 30 vuotta VTT:llä ja laitteet tulivat sinne. Tilaustukimusten turvin saatiin laitteistoa jonkin verran, mutta työtä riittää vielä eteenkin päin.

Niin, on jäänyt selvittämättä, milloin rikastusteknikka muutettiin mineraalitekniikaksi, mutta sillähän ei ole suurta merkitystä, enempää kuin kurssien muuttumisella opintojaksoiksi. Ihmisen on joka tapauksessa tehtävä työtä oppiakseen ja opittava syödäkseen.

Allekirjoittaneen jäätyä eläkkeelle 31.7.1984 dosentti Laapas toimi vt. professorina vuoden 1985 toukokuun loppuun asti, jolloin dosentti Heiskanen tuli paikan päälle valvomaan etujaan ja tuli nimitetyksi virkaan 1.11.1985 alkaen. Oppituoli on jälleen asiaan vihkiytyneen hoidettavana ja uusien muistusten aika tulee joskus ensi vuosituhannella.

Edellä olen lähes järjestelmällisesti käyttänyt nimitystä vuori-insinööri kyseisen tutkinnon suorittaneista, sillä se on käsitykseni mukaan vanhin ja komein insinöörin titteleistä. Vuorimiehen työ antaa perustan ja raaka-aineet kaikelle tekniikalle kaikkialla maailmassa. Lopuksi toivon, että nuori polvi osaa olla ylpeä ammatistaan ja haluaa vaalia sen perinteitä!

SUMMARY

MEMORIES OF THE TEACHING OF THE MINERAL PROCESSING IN THE HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

The Finnish mining engineers were educated abroad, mainly in Stockholm until 1937 when the teaching of mining and mineral processing as well as of the metallurgy was started in Finland. The mining students were at first adopted in the Department of Chemistry of the Helsinki University of Technology but ten years later the Department of Mining and Metal-

lurgy was established.

At first there was shortage of competent teachers but by the aid of some study tours, some of them over five years, this was improved.

This article contains mainly personal memories of the author from the time of four decades.

OY 25

Oopperan Ystävät viettivät perustamisensa 25-vuotispäivää lokakuussa 1986, rikospaikalla Tampereella.

Pääjuhlan ohjelmasta vastasi balettijaosto, kunniajäsenille lähetettiin tervehdykset, käyntipäivämäärä stanssattiin vieraskirjaan = rinttipora. Sensijaan Ylöjärven jätealue kierrettiin kaukaa, vain katseella.

13TH WORLD MINING CONGRESS AND EXHIBITION 31.5.-5.6.1987 STOCKHOLM

Kaivosalan suurtaapahtuma "World Mining" kongressi järjestetään seuraavan kerran Tukholmassa 31.5.-5.6.1987. Järjestelyihin ovat osallistuneet Ruotsin, Norjan ja Suomen kaivosalan yhdistykset ja alan myyntiorganisaatiot ja siksi sitä hyvällä syyllä voidaan markkinoida yhteispohjoismaisena tilaisuutena.

Esitelmät

Kongressin aihe "Improvement of Mine Productivity and Overall Economy by Modern Technique" on erittäin ajankohtainen ja vaativa ja sopii hyvin tämänhetkiseen kehityslinjaan kaivosteollisuudessa.

Pääteemaa käsitellään kolmena erillisenä osakokonaisuutena.

1. Effective Use of Geological and Geomechanical Information
2. Computers in Mine Planning and Operations
3. Capital Requirements, Organization and Productivity in Mechanized Mining

Esitelmien pituus tulee olemaan 15-20 min.

Varsinaisten esitelmien lisäksi on vielä neljä "Round Table" aihetta, joista pidetään hieman edellisiä lyhyemmät esitykset.

4. Developments in Shaft Sinking Including Alternative Haulage Systems
5. Mechanized Scaling and Rock Support
6. Mining in Arctic Conditions (permafrost) Including Applications of Artificial Freezing
7. Modelling of Mine Structures and The Control of Mineinduced Stresses

Viimeinen (7) Round Table teema on varsinaisesti kongressista erillisenä, International Bureau of Strata Mechanics'in vastaamana ja hoitamana osana.

Esitelmiä on eri tilaisuuksiin ollut tarjolla hyvin runsaasti. Järjestelytoimikunta on joutunut karsimaan niitä mahdollisimman tasapuolisesti, niin että esitettäväksi on jäänyt n. 115 kpl. Kaikki esitykset käännetään simultaanitulkinnalla viidelle kongressin viralliselle kielelle, jotka ovat englanti, ranska, saksa, venäjä ja espanja.

Suomesta on mukaan saatu seitsemän esitystä, jotka antavat hyvän läpileikkauksen maamme kaivosteollisuudesta ja tekniikan tasosta.

1-20
H. Kauppinen "SELECTIVE ORETYPE MINING IN SIILINJÄRVI PHOSPHATE ORE AND ITS INFLUENCE ON TOTAL ECONOMY"

2-7
L. Grundström, R. Pitkänen "EXPERIENCES WITH COMPUTER AIDED MINE PLANNING AT THE ENONKOSKI MINE"

3-27
J. Riikonen "THE APPLICATION OF HIGHLY MECHANIZED SUB-LEVEL STOPPING AT THE VIHANTI MINE OF OTO-KUMPU OY"

3-39
P. Koivunen, A. Gardiner "COMPUTERIZED DRILLING — A REALITY IN TODAY'S MINES"

5-3
P. Lappalainen "MECHANIZED CABLEBOLTING IN TUNNELING"

6-4
T. Auranen "LARGE INCLINED BLASTHOLES BY PERCUSSIVE DRILLMACHINES IN NORDIC OPEN PIT MINING"

6-9
P. Lappalainen "EXPERIENCES CONCERNING THE USE OF FREEZING METHODS IN MINING"

Kaivoskonenäyttely

Koska kongressi järjestetään Tukholman uudessa kansainvälisessä näyttelykeskuksessa, on kaikilla osanottajilla erinomainen tilaisuus tutustua myös näyttelyyn. Finnminers on varannut suuren näyttelyosaston keskeiseltä paikalta. Finnminersin osastolla tullaan myös järjestämään kaikille kongressin osanottajille "Suomi ilta".

Ekskursiot

Yhteispohjoismaisen luonteen mukaisesti kongressin viralliset ekskursiot suuntautuvat Ruotsin lisäksi myös Norjaan ja Suomeen. Ekskursioita on melko runsaasti, kaikkiaan 16 kpl, joista 8 kpl ennen kongressia. Pohjoisin kohde on Huippuvuoret. Suomen ekskursioista kaksi ulottuu Keski-Suomeen (Pyhäsalmi, Siilinjärvi, Punkaharju — Lappeenranta) ja kaksi Etelä-Suomeen (Parainen, Lohja).

Ilmoittautuminen

Ilmoittautumislomakkeita ja lisätietoja saa allekirjoittaneelta tai suoraan Ruotsista kongressisihteeristöltä:

CONGRESS SECRETARIAT
Stockholm Convention Bureau
13TH WORLD MINING CONGRESS
P.O. Box 6911 S-102 39 Stockholm, Sweden
Telephone +46 8 23 09 90 Telex 11556 Congress S
Telefax +46 8 20 93 37

Osanottomaksu on nyt 3000 Skr ja 1.3.87 jälkeen 3500 Skr minkä lisäksi tulevat mm. ekskursionmaksut.

Koska "World Mining" kongressi tällä kertaa järjestetään aivan "kotiseudulla", olisi toivottavaa, että mahdollisimman moni suomalainen vuorimies osallistuisi tähän tilaisuuteen. Myös vaimoille on varattu runsaasti ohjelmaa. Tervetuloa.

Prof. Raimo Matikainen

In Memoriam



MAUNO HÄIKIÖ
24.2.1951–29.7.1986



PERTTI SALMINEN
25.8.1958–22.8.1986

Diplomi-insinööri Mauno Ilmari Häikiö kuoli 29.7.1986 Paraisilla. Hän syntyi 24.2.1951 Revonlahdella, suoritti ylioppilastutkinnon Raahen yhteislyseossa 1970 ja valmistui diplomi-insinööriksi TKK:n vuoriteollisuusosastolta 1976. Vuosina 1976-79 Mauno työskenteli tutkijana TKK:n teoreettisen prosessimetallurgian laboratoriossa. Tänä aikana hän osallistui useaan Jernkontoretin rahoittamaan projektiin tutkijana tai vastaavana tutkijana. Projekteista mainittakoon seuraavat: ADD-koverterin vuorauksen kuluminen, kalkin liukeneminen kuonaan LD-koverterissa ja alkalien käyttäytyminen masuunissa.

Syksyllä 1979 Mauno siirtyi kehitysinsinööriksi Oy Partek Ab:n eristysteollisuuden palvelukseen Paraisille. Vuosina 1979–85 hän toimi lukuisissa kehitysprojekteissa, jotka liittyivät mineraalikuluidun ominaisuuksien, uusien raaka-ainepohjien ja sulatustekniikan kehittämiseen.

Vuoden 1985 alussa Mauno joutui jäämään sairaalomalalle ja samalla jättämään työelämän lopullisesti.

Työssään Mauno osoittautui uutteraksi ja vastuuntuntoiseksi prosessimetallurgiksi, joka tuloksellisesti sovelsi korkealämpötilakemian ja -prosessitekniikan tietojaan. Ihmisenä Mauno oli rauhallinen, vaatimaton ja suhteissaan läheisiinsä ja työtovereihinsa sympaattinen, auttavainen ja kärsivällinen.

Lähipiiri ja työtoverit Paraisilta ja Otaniemestä jäävät kaipaamaan Maunoa, joka kuoli heinäkuussa 1986 pitkään ja vaikeaan sairauteen.

Tapio Moisala

Vuorimiesyhdistys ry:n metallurgijaoston jäsen Mauno Ilmari Häikiö on ollut vuodesta 1984.

Toimitus

Diplomi-insinööri Pertti Erik Salminen kuoli 22.8.1986 Vantaalla. Hän oli syntynyt 25.8.1958 Helsingissä ja valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolta vuonna 1986. Hän toimi TKK:n taloudellisen geologian laboratoriossa tuntiopettajana, geologian vt. assistenttina sekä tutkijana vuodesta 1984 kesään 1986 saakka, jolloin hän aloitti stipendiaattina geostatistiikan jatko-opinnot Pariisin Kaivoskorkeakoulussa.

Pertti Salmisen työtä niin opetus- kuin tutkimustyössä leimasivat aktiivisuus, oma-aloitteisuus ja tuloksellisuus. Eräs osoitus tästä on lehdessä toisaalla julkaistu yhteenveto Vuorimiesyhdistyksen toteuttamasta, teollisuusmineraaliesiintymien geofysikaalista tutkimusmetodiikkaa koskeneesta projektista, jonka tutkijana toimiessaan hän ehti jo osoittaa kyvykkyytensä tulokselliseen tutkimustyöhön. Hakeutuminen jatko-opintoihin ulkomaille oli samoin osoitus hänen aktiivisuudestaan sekä halustaan kohdata haasteita ja kehittyä.

Ihmisenä Pertti Salminen oli hiljainen mutta elämänmyönteinen humoristi, jonka harrastuksissa luonto ja retkeily olivat tärkeällä sijalla. Hänellä oli koko tulevaisuus edessään niin ihmisenä kuin tutkijana, mikä kaikki yllättäen raukesi hänen traagiseen poismenoonsa.

Markku Peltoniemi

Vuorimiesyhdistys ry:n geologijaoston ja kaivosjaoston jäsen Pertti Erik Salminen on ollut vuodesta 1986.

Toimitus



PENTTI REHTIJÄRVI
24.5.1943–7.8.1986

Turun yliopiston geologian ja mineralogian apulaisprofessoriksi vuoden 1986 alusta nimitetty Pentti Rehtijärvi menehtyi pitkään jatkuneeseen sairauteensa 7.8.1986 Helsingissä.

Tiesimme Pentin sairaudesta. Sen vakavuutta emme tiede. Tiedollisen ja taidollisen elämän kaarensa lakikorkeutta juuri saavuttamassa olevan, nuoren ihmisen poismeno tuli järkytyksenä.

Pentti Aarne Rehtijärvi syntyi 24.5.1943 Helsingissä. Hän tuli ylioppilaaksi Helsingin lyseosta 1963. Lukuvuoden alkaessa saman vuoden syksynä Pentti kirjoittautui Helsingin yliopistoon, sen matemaattisluonnontieteelliseen tiedekuntaan. Vuoden matematiikan ja fysiikan opinnot sekä niitä seurannut asevelvollisuus kypsyttivät ajatuksen ryhtyä opiskelemaan geologiaa. Filosofian kandidaatin tutkinnon, pääaineenaan geologia ja mineralogia Pentti suoritti 1970. Jo Etelä-Suomen kallioperän rakenteita ja niiden kartoittamista käsittelevässä pro gradu-työssä ilmenee se ennakkoluulottomuus ja pyrkimys uusien näkökulmien testaamiseen, joka oli niin leimallista hänen tutkijaminälleen. Monen tiedemiehen kasvattaja akateemikko Th. G. Sahama keksi lahjakkaan nuoren miehen assistenttikseen kohta tämän valmistumisen jälkeen. Opin saanaa mineralogisessa laboratoriotyöskentelyssä, kansainvälisen tiedeyhteisön kanssakäymisessä ja tutkimustulosten julkistamisessa kesti kolme vuotta ja kuusi julkaisua. Kaksi kolmi-vuotiskautta opetusassistenttina Helsingin yliopiston geologian laitoksessa, sen geologian ja mineralogian osastossa merkisivät itsenäistymistä tutkijana. Pentin huone Snellmaninkatu 5:n katutasossa täyttyi kirjoista ja listauksista. Litogeokemia alkoi voittaa alaa mineralogialta. Toimiminen uraani- ja torium-pitoisten mineraalien perustutkimusprojektin päällikkönä 1975-1978 viitoitti tien geokemistiksi. Pentin lisenssi-aattitutkimus "Uraani Suomen keskiperakambriin fosfaattisissa metasedimenteissä" valmistui 1979.

Sitä seurasi julkaisujen suma. Oli tullut aika julkistaa laboratoriossa ja päätteen ääressä tehdyn aherruksen tulokset. Tuona vuonna sai painoasun kaikkiaan kuusi julkaisua. Pentti

oli nimitetty edelleen tuon saman vuoden 1979 alusta Geologian tutkimuskeskuksen malmiosaston tutkijan toimeen tehtävänä osaston perustutkimusryhmässä kehittää malminetsintää palvelevaa litogeokemiallista tutkimusta. Työrupeama Espoossa, johon liittyi väitöskirjan "Geochemistry of phosphorus and mineral chemistry of apatite in Proterozoic metasediments and associated rocks hosting strata-bound sulphide deposits, Western Finland" julkaiseminen, kesti vuoden 1985 loppuun. Opetustyö ja uudet tutkimukset odottivat tekijäänsä Turun yliopistossa. Vaan niihin toden teolla tarttumiseen ei ollut Pentille aikaa suotu.

Innostuneisuus, uuteen syttyminen ja pitkäjännitteisyys ovat yhden ihmisen persoonallisuuden tekijöinä harvinaisen yhdistelmä. Penttiin ne kaikki sopivat. Ne yhdistettynä kykyyn oivaltaa ja rehellisyyteen itseään sekä muita kohtaan tekivät hänestä tutkijan. Pentin tieteellinen työ on julkistettuna yli kolmessakymmenessä julkaisussa mineralogian, biogeokemian ja malmiesiintymien litogeokemian aloilta. Tiedemiehen kuvaan kuuluu vielä hänen nimittämisensä Helsingin yliopiston geokemian dosentiksi vuonna 1985.

Kuva Pentti Rehtijärvestä geologina ei ole yksin tiedemiehen kuva. Siihen kuuluu olennaisena kuva malminetsijästä, ei vasaran kanssa vaan välinein, jotka hän hallitsi. Harva tutkimus on yht'aikaa merkittävä kansainvälisesti ja sovellettavissa suoraan käytännön malminetsintään. Tätä on Pentin "Enrichment of bromine and chlorine in Proterozoic serpentinites from the Outokumpu Cu-Co ore district Finland", jonka hän julkisti Economic Geologyssä 1984.

Elokuun viimeisenä lauontaina tajusimme paljon jääneen kesken, kun saatoimme Pentin Hietaniemen kalmistoon.

Markku Mäkelä

Vuorimiesyhdistys ry:n geologijaoston jäsen Pentti Aarne Rehtijärvi on ollut vuodesta 1981.

Toimitus

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 15.5.1986

Hettula, Eero Uolevi, DI. s. 3.2.1956. Ovako Oy-Ab Engineering, kehitysinsinööri. Os: Mestarinkuja 1 C 17, 10650 Tammisaari. Jaos 3.

Hietala, Matti Juhani, DI. s. 15.5.1943. Outokumpu Oy Elektro-niikka, tuotelinjapäällikkö. Os: Vattuniemenkatu 18 F 118, 00210 Helsinki. Jaos 4.

Hintikka, Ossi Veikko Juhani, DI. s. 17.7.1945. Yrittäjäin Fennia, apulaisjohtaja. Os: Lökkisaarentie 4 as. 15, 00980 Helsinki. Jaos 2.

Hovi, Margit Anneli, DI. s. 12.5.1957. Kauppa- ja teollisuusministeriö, erikoistutkija (ydinjätehuolto). Os: Vallikallionkuja 4 D 46, 02600 Espoo. Jaos 1.

Järvinen, Tapani, TkL. s. 27.12.1946. Outokumpu Oy Kuparituoteollisuus, vetämön johtaja. Os: Pajatie 5, 28450 Vanha-Ulvila. Jaos 3.

Kojonen, Kari Kustaa Roope, FT. s. 18.7.1949. GTK Väli-Suomen aluetoimisto, malminetsintäryhmän geologi. Os: Hiihtäjätie 6 B 26, 70200 Kuopio. Jaos 1.

Kontoniemi, Olavi Matias, FK. s. 7.8.1951. GTK Väli-Suomen aluetoimisto, geologi. Os: Ansapolku 18, 70910 Vuorela. Jaos 1.

Kuronen, Urpo, FK. s. 10.5.1953. Outokumpu Oy Malminetsintä Länsi-Suomen aluetoimisto, geologi. Os: Oravankatu 11 F 7, 67800 Kokkola. Jaos 1.

Levo, Erkki Olavi, Ins. s. 27.3.1948. Outokumpu Oy Engineering, myynti-insinööri. Os: Yökuja 4 D. 02210 Espoo. Jaos 3.

Lähteenmäki, Kai, FK. s. 31.12.1950. Outokumpu Oy ATK. ATK-suunnittelija. Os: Leiviskätie 4 F 77, 00440 Helsinki. Jaos 1.

Mäkinen, Liisa Tellervo, DI. s. 22.9.1956. HTKK Vuoriteollisuus-osasto, tutkija. Os: Vallikatu 5-7 D 30, 02600 Espoo. Jaos 3.

Rosenback, Leif, DI. f. 25.6.1952. Outokumpu Oy Metallurgiska divisionen, Harjavalta, driftsingenjör. Adr: Harjutie 26, 28430 Björneborg. Sektion 3.

Salminen, Pertti Erik, DI. s. 25.8.1958. HTKK Vuoriteollisuus-osasto, taloud.geol.lab., assistentti. Os: Visapolku 6, 01730 Vantaa. Jaos 1 ja 2.

Saverikko, Matti, FL. s. 1.11.1947. Os: Hakamäki 4 G 97, 02120 Espoo. Jaos 1.

Talvio, Mika Erik, DI. s. 12.7.1958. HTKK Vuoriteollisuusosasto, tutkimusinsinööri. Os: Matinkatu 16 A 21, 02230 Espoo. Jaos 3.

Kokouksessa 11.9.1986

Enestam, Folke, Ins. s. 11.2.1949. Ovako Oy Ab Taalintehtas, valssaamon laadunvalvonta. Os: 25900 TAAALINTEHDAS. Jaos 3.

Fredriksson, Frey, Ins. s. 19.10.1946. Ovako Oy Ab Taalintehtas, tuotekehitysinsinööri. Os: Kärkulla, 25700 KEMIÖ. Jaos 3.

Grekula, Aale, DI. s. 16.5.1955. Outokumpu Oy Terästeollisuus, käyttöinsinööri/metallurgian laboratorio. Os: Nikenkuja 3 A 4, 95410 KIVIRANTA. Jaos 3.

Jauho, Reijo, Ins. s. 19.1.1937. Ovako Oy Ab Taalintehtas, vetämön tuotantopäällikkö. Os: B 199/2, 25900 TAAALINTEHDAS. Jaos 3.

Matinkari, Eero, DI. s. 27.4.1947. INSKO ry, koulutus-päällikkö. Os: Uudenmaankatu 62 A 1, 05830 HYVINKÄÄ. Jaos 3.

Mäntylä, Pekka, DI. s. 19.3.1945. Rautaruukki Oy Raahen rautatehtas, jaospäällikkö/tutkimuslaitos. Os: Männistöntie, 92320 SIIKAJOKI. Jaos 3.

Sirviö, Jyrki, DI. s. 3.2.1961. HTKK Vuoriteollisuusosasto, sovell. pros.metallurgian laitos, tutkija. Os: Hernesaarenkatu 7 C 40, 00150 HELSINKI. Jaos 3.

Uusitalo, Antero, DI. s. 19.4.1932. Oy Mec Rastor Ab, konsultti. Os: Haarakuja 12 A 2, 02320 ESPOO. Jaos 3.

UUTTA JÄSENIÄ —

NYTT OM MEDLEMMARNA

Aarinen, Pekka, DI. Kaapelitehtas Reka Oy, kehitysosaston päällikkö. Os: Vaiveronkatu 17 A, 05800 HYVINKÄÄ.

Aarnisalo, Juhani, FL. Os: Notkokatu 1 A, 83500 OUTOKUMPU.

Ahtiainen, Jaakko, DI, Outokumpu Oy Vihannin kaivos, kaivososaston päällikkö. Os: Kivitie 9, 86440 LAMPINSAARI.

Airaksinen, Tuomo, Os: Jokiharju, 39700 PARKANO.

Airas, Kari, Os: Outokumpu Oy, 102 Sugarloaf Cres. CASTLECRAG. N.S.W. 2068 AUSTRALIA.

Appelberg, Veikko, DI, Outokumpu Oy Elektroniikka, johtaja/SEV-markkinointi.

Arola, Veikko, DI. Os: Lintulamminkatu 8, 33400 TAMPERE.

Arppe, Nils, DI. Adr: Mörttävägen 27 B 28, 00210 HELSINGFORS.

Asikainen, Lauri, DI. Os: Laaksoahdentie 82, 02730 ESPOO.

Auranen, Erkki, DI. Os: Rantapolku 2 C 11, 02170 ESPOO.

Auranen, Ilpo, DI, Tamrock Blasthole Drills, project manager. Os: 816 Signal Ridge Place, ROCKWALL. TEXAS 75087. USA.

Autio, Hannu, DI, Tietokumpu Oy, ATK-suunnittelija. Os: Nousukuja 10 E, 83500 OUTOKUMPU.

Björklund, Alf, FDr. Åbo Akademi, biträdande professor.

Böök, Tommy, FL. Os: Länsipuisto 19 B 25, 28100 PORI.

Ekdahl, Elias, FK. Os: Pihlajarinne, 71850 SIILINJÄRVI.

Eklund, Juhani, DI, HTKK Vuoriteollisuusosasto, tutkimusassistentti.

Erkkilä, Pekka, DI, Outokumpu Oy Terästeollisuus, käyttöinsinööri. Os: Kristinebergintie 5 I, 95450 TORNIO.

Fenander, Pekka, DI, Helaform-yhtiöt, Kekkonen Oy, myynti-insinööri.

Grundström, Leo, FL. Os: Torisevankatu 17, 38200 VAMMALA.

Grönqvist, Peter, DI. Os: Six Parklane Boulevard, Suite 420, DEARBORN, MI 48126. USA.

Haapala, Pentti, DI, Semera Oy, varatoimitusjohtaja. Os: Aallonhuippu 10 E 48, 02320 ESPOO.

Haani, Martti, DI. Os: Soukanlahdentie 8 A 1, 02360 ESPOO.

Haartti, Juhani, Ins, Larox Oy, osastonjohtaja. Os: Haukitie 23, 54915 SAIMAANHARJU.

Haimi, Seppo, DI. Os: Kujatie 11, 92139 RAAHE.

Hakalehto, Kalle, TkT, Rauma-Repola Oy Metalliteollisuus, tutkimus- ja kehityskeskuksen johtaja.

Hallanaro, Taneli, DI, Rammer Oy, aluemyyntipäällikkö (Lähi-itä)

Hanniala, Pekka, DI, Outokumpu Oy Engineering, kehityspäällikkö.

Hannula, Jorma, DI, Rautaruukki Oy Raahen Rautatehtas, projektipäällikkö.

Hautala, Pertti, FL. Os: Pohjoisahonkatu 19 as. 3, 83500 OUTOKUMPU.

Havola, Matti, FM, GTK Väli-Suomen aluetsto, kallioperägeologi.

Havola, Pekka, DI, Oy Partek Ab, metallurgiaosaston päällikkö.

Heikinheimo, Erkki, TkL, Os: Kuutamokatu 2 D 47, 02210 ESPOO.

Heikinheimo, Liisa, DI, VTT Metallilaboratorio, tutkija. Os: Kuutamokuja 2 D 47, 02210 ESPOO.

Heikkilä, Eero, FK, Outokumpu Oy Kuparituoteollisuus, Metallilaboratorio, tutkimusinsinööri.

Heiniö, Matti, DI, Oy Tampella Ab Tamrock Drills, myyntijohtaja.

Heinonen, Pertti, DI, Sitra. Os: Kalliopohjantie 6 B, 04300 HYRYLÄ.

Heiskanen, Voitto, DI, Outokumpu Oy Malminetsintä, Länsi-Suomen aluetsto, geofyysikko. Os: Hakalahdenkatu 79-81 A 201, 67100 KOKKOLA.

Helle, Aimo, TkL, HTKK, Koneinsinööri-osasto, Materiaalitekn.lab., tutkija, (Suomen Akatemian/OVAKO Oy-Ab:n tutkimusprojekti).

Hietanen, Seija, DI, VTT Metallilaboratorio, tutkija.

Hinnelä, Jan, DI, Adr: Björknäsgatan 29-31 C, 10650 EKENÄS.

Hinttala, Juhani, DI, Korroosionestotekniikan keskusliitto, projektipäällikkö.

Hokka, Harri, DI, Os: Storgatan 45, S-93600 BOLIDEN, SVERIGE.

Holopainen, Hannu, DI, VTT Betoni- ja silikaattitekniikan laboratorio, tutkija.

Holopainen, Pentti, DI, Os: Hämeenpuisto 13 B 19, 31210 TAMPERE

Huhma, Hannut, FT.

Huhtamäki, Yrjö, DI, Oy Partek Ab Paraisten louhos, käyttöinsinööri. Os: Broborg 10, 21600 PARAINEN.

Hultin, Rolf, DI, Os: Soininkatu 12 C, 92130 RAAHE.

Hytti, Pekka, DI, Oy Tampella Ab Tamrock Trackdrills, tekninen tuotepäällikkö (Et.-Eur. ja Et.-Amer.)

Häggman, Bernt, DI, Adr: Niitykummuntie 6 G 52, 02200 ESPOO.

Häkkinen, Kari, TkT, Työterveyslaitos, Työturvallisuusosasto, apulaisosastonjohtaja.

Häkli, Pekka, Prof., eläkkeellä.

Häyrinen, Pekka, DI, Rammer Oy, laitospäällikkö. Os: Kulmakatu 6 A 12, 15140 LAHTI.

Isonmäki, Olli-Pekka, FK, Outokumpu Oy Malminetsintä, Etelä-Suomen aluetsto, geologi. Os: Rauniokuja 3, 38200 VAMMALA.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n tutkimuslsteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimuslsteet: sarja A

	hinta
A 8 "Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	20,—
A 9 "Rikastamoiden jätelueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—
A 10 "Kuilurakenteet"	20,—
A 11 "Raakkulaimennus"	20,—
A 14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa" (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 tulkinta"	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 kenttätyöt 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 dieselmootorin saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39 "ATK-menettelmien 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 määräytyminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—
A 59 "Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—
A 60 "Holvautumien purkumenetelmät"	50,—
A 61/I "Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—
A 62 "Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiyhdistyksistä"	30,—
A 63 "Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64 "Suomessa tehdyt kallion jännitystilainmittaukset"	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 mittaus"	50,—
A 70 "Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimääritys 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 seminaarinäytteenot, kalliomekaniikan päivien esitelmämonisteen sekä muut julkaisut: sarja B

	hinta
B 12 "Kalliomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84"	50,—
B 14 "Kalliomekaniikan sanasto"	10,—
B 16 "Kaivossanasto"	8,—
B 16 INSKO 106-73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
B 17 INSKO 49-74 "Skänkmetallurgi-Senkkametallurgia"	45,—
B 18 INSKO 90-74 "Investointi ja käyttöalaskenta 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 malmivyyhyke"	40,—
B 24 "Malminkäsittelylaitosten käyttöasteen 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 "Teollisuusmineraalisesinaari"	50,—
B 31 "Kaivosten työsuojelu"	50,—
B 32 "Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämissesinaari"	50,—
B 33 "Pulituspäivät 1983"	70,—
B 35 "Avolouhintaseminaari 1984"	100,—
B 36 "Kalliotilojen mittaus- ja kartoitusseminari 1985"	100,—
B 37 "Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä"	50,—

VMY:n solmio, viinipunainen 40,—
Vuoriteollisuus — Bergshanteringin lehti vuosikerta Suomessa 65,—
vuosikerta ulkomailla 85,—
Eero Mäkinen-mitali 200,—

Vuoriteollisuus — Bergshanteringin-lehden vanhempiä 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 ryhmä
83500 OUTOKUMPU
tai puh. 973-561**

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy ALGOL Ab
- Oy FORCIT Ab
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaas
- KOMETA Oy
- LAROX Oy
- LEVANTO Oy
- Oy LOHJA Ab
- MACHINERY Oy
- MYLLYKOSKI Oy, Luikonlahden kaivos
- OUTOKUMPU Oy, Tornion tehtaas
- OVAKO Oy · Ab
- PERUSYHTYMÄ Oy ARA
- RAMMER Oy
- RAUTARUUKKI Oy
- Oy SKEGA Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Oy ATLAS COPCO Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Vuorikoneet
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- Oy TRELLEBORG Ab
- 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 kirjallisuusviitteineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten. 4 konekirjoitusarkkia = noin 1 sivu.

Pääotsikot ja alaotsikot erotetaan toisistaan selkeästi.

Kuvat ja taulukot numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit sekä näiden **englanninkieliset käännökset** kirjoitetaan erilliselle arkille. Kuvien olisi mahdollista yhden palstan leveydelle (**85 mm**), mutta ne on piirrettävä vähintään kaksinkertaiseen kokoon ottaen viivapaksuuksia ja kirjainkokoja 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 välttämällä ala- ja yläindeksien, erikokoisten merkkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä SI-yksiköitä.

Kirjallisuusviitteet numeroidaan jatkuvasti // sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

1. *Järvinen, A.*, Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 34 (1976) 35—39.
2. *Kirchberg, H.*, *Aufbereitung bergbaulischer 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**.

- Jaakonmäki, Ari**, DI, Oy Tampella Ab Tamrock, tuotepäällikkö. Os: Reiherstr. 54, D-4270 DORSTEN 1, BRD.
- Jauhola, Markus**, DI, Os: Vilpunlaakso 12, 92130 RAAHE.
- Jokinen, Teuvo**, Tekn., Ovako Oy-Ab Koverhar, masuunin päällikkö.
- Juhava, Risto**, FM, Outokumpu Oy Enonkosken kaivos, kaivosgeologi. Os: Veteisenkatu 28, 57200 SAVONLINNA.
- Juopperi, Juhani**, DI, Os: Finnische Botschaft, Friesdorferstr. 1, D-5300 BONN, BRD.
- Juusela, Jyrki**, TkT, Os: Päivölänkatu 3, 29200 HARJAVALTA.
- Jylhä, Kosti**, DI, Ovako Oy-Ab BK-ryhmä, Koverhar, teräskehitysinisinsööri. Os: Lilluddentie 2-4 B, 10210 INKOO.
- Järvinen, Jukka**, DJ, Ekon., Outokumpu Oy Kaivosteollisuus, toimialan talousjohtaja.
- Kaasinen, Kirsi**, DI, Neles Oy Lokomon Terästehdas, käyttöinsinööri. Os: PL 303, 33101 TAMPERE.
- Kajatkari, Martti**, TkT, Os: Porttikuja 6 E 13, 00940 Helsinki.
- Karling, Olof**, TkL, Ovako Steel, johtaja/markkinointi.
- Kauppinen, Heikki**, FK, Kemira Oy Siilinjärven kaivos, projekti-geologi.
- Kempainen, Jorma**, DI, Outokumpu Oy Terästeollisuus, tutkimusjohtaja. Os: Tuomikatu 8, 95420 TORNIO.
- Keränen, Tapio**, DI, Os: Harjuviita 16 A 16, 02110 ESPOO.
- Ketolainen, Matti**, DI, Rautaruukki Oy Raahen Rautatehdas, terässulaton päällikkö.
- Kinnari, Pekka**, DI, Rautaruukki Oy Raahen Rautatehdas, Terässulatto, vuorausjaoksen käyttöinsinööri.
- Kinnunen, Aulis**, FK, Outokumpu Oy Malminetsintä, Etelä-Suomen aluetsto, geologi. Os: Västäräkinpolku 10 D 16, 37140 NOKIA.
- Kivinen, Heikki**, DI, Outokumpu Oy Engineering, Markkinointiosasto, uuden liiketoiminnan kehityspäällikkö.
- Kivistö, Heikki**, TkL, Os: Pälvikatu 7 A 2, 15240 LAHTI.
- Kivistö, Tuomo**, Ins, Os: Vilpunkatu 2 D 20, 02230 ESPOO.
- Klinge, Rolf**, Ins, Os: Rongankatu 13, 33100 TAMPERE.
- Koivula, Timo**, DI, Rautaruukki Oy Raahen Rautatehdas, projekti-insinööri. Os: Kulmakuja 24, 92140 PATTIJOKI.
- Koivuniemi, Seppo**, DI, Outokumpu Oy Terästeollisuus, kuumanauhattulosyksikön johtaja.
- Kongas, Matti**, TkL, Outokumpu Oy Elektroniikka, johtajaveri-koistehtävät.
- Kontio, Väinö**, Ins, Rautaruukki Oy Raahen Rautatehdas, suojelepäällikkö. Os: Kesäläntie 1 A, 92130 RAAHE.
- Koskinen, Juhani**, FK, eläkkeellä.
- Koskinen, Matti**, DI, Os: Kirkkopolku 29 A 6, 74100 IISALMI.
- Koskinen, Pauli**, DI, Os: Kuusitie 5 A 50, 00270 HELSINKI.
- Koskinen, Tapani**, DI, Systla Oy, systeemineuvottelija.
- Kovalainen, Erkki**, DI, Os: Peikontie 22, 87700 KAJAANI.
- Kullberg, Hans**, DI, Ovako Oy-Ab Koverhar, laadunohjauspäällikkö.
- Kupias, Paavo**, DI, eläkkeellä. Os: Rantamäki 2 C 8, 02230 Espoo.
- Kurki, Aimo**, DI, Os: Kuusikallionkuja 3 F 94, 02210 ESPOO.
- Kuusela, Pekka**, DI, Os: Professorvägen 302 A, S-95163 LULEÅ, SVERIGE.
- Kyllönen, Jukka**, DI, Os: Mäkelänkatu 95 b A 11, 00610 HELSINKI.
- Laamanen, Kai**, DI, Outokumpu Oy Elektroniikka, tuotantopäällikkö.
- Laatio, Eero**, DI, Tara Mines Ltd, manager of mining. Os: Hillside, Kells Road, NAVAN CO. MEATH, IRELAND.
- Lahtinen, Ulla-Riitta**, DI, HTKK Vuoriteollisuusosasto, mineraalitekniikan assistentti. Os: Aittatie 16 B 16, 00390 HELSINKI.
- Lakanen, Ensio**, DI, Os: Outokumpu Oy Malminetsintä, PL 67, 83500 OUTOKUMPU.
- Laulumaa, Jukka**, DI, Outokumpu Oy Metallurginen tutkimus, tutkimusinsinööri.
- Lehtinen, Pia**, DI, Os: Junivägen 5, S-12352 FARSTA, SVERIGE.
- Lehto, Jukka**, DI, Outokumpu Oy Elektroniikka, järjestelmätulosyksikön johtaja.
- Lehto, Kimmo**, DI, Os: Aatintie 3, 40500 JYVÄSKYLÄ.
- Lehtonen, Marja-Liisa**, Ins, Os: Itätullinkatu 28 A, 28100 PORI.
- Lehtonen, Tapio**, DI, Outokumpu Oy Malminetsintä, Etelä-Suomen aluetsto, geofysikko. Os: Kruutinkuja 4 C 13, 33700 TAMPERE.
- Leiwo, Reijo**, DI, Terästuote Oy, materiaalihallintopäällikkö.
- Lempiäinen, Risto**, DI, Os: Peiponpolku 6, 92130 RAAHE.
- Leppänen, Olli**, DI, Os: Kulmakatu 4 as. 4, 08100 LOHJA.
- Leväaho, Jaakko**, DI, Os: 322 Birch Ave 308, Cambell River, BC, V9W 2S6, CANADA.
- Liljestrand, Bjärne**, DI, Lemminkäinen Oy, projektisuunnittelija. Os: Nostoväentie 3, 02660 Espoo.
- Lobbas, Kristian**, DI, Os: Batteribacka 2, 21600 PARGAS.
- Loven, Pekka**, DI, Tara Mines Ltd, mine planning engineer. Os: Aishling, Kells Road, NAVAN, CO. MEATH, IRELAND.
- Lunden, Esko**, FM, Os: Ukkoskuja 6, 21600 PARAINEN.
- Lunkka, Bror**, Ins., eläkkeellä.
- Luoma, Jalo**, FK, Outokumpu Oy Metallurginen tutkimuslaitos, tutkimuslaboratorion päällikkö.
- Luukkonen, Erkki**, FK, Os: Rahusentie 13, 70400 KUOPIO.
- Lähde, Seppo**, DI, Os: Talvisillankatu 19 C 20, 05860 HYVINKÄÄ.
- Lähtenmäki, Klaus**, Ekon, Ovako Oy-Ab, Helsinki, projektipäällikkö. Os: Merikannontie 3 B 31, 00260 HELSINKI.
- Lähtenmäki, Seppo**, DI, Tara Mines Ltd, metallurgist. Os: Ellersley, Kells Road, NAVAN CO MEATH, IRELAND.
- Makkonen, Raimo**, TkL, Os: Sammontie 14 B 10, 04200 KERA-VA.
- Makkonen, Väinö**, FK, Outokumpu Oy Malminetsintä, geologi. Os: Pohjoisahonkatu 21 as. 4, 83500 OUTOKUMPU.
- Maksimainen, Alpo**, DI, Roxon Oy, tutkimusjohtaja.
- Markkula, Heikki**, FK, Os: Stormvägen 22, S-95149 LULEÅ, SVERIGE.
- Mattila, Esa**, FM, Rautaruukki Oy Raahen Rautatehdas, koksaa-mon tutkimusinsinööri.
- Mattsoff, Harry**, Ins., eläkkeellä.
- Merikalla, Veijo**, DI, Rautaruukki Oy Oulun keskuskonttori, laadunvarmistuspäällikkö.
- Meriläinen, Raimo**, Yli-ins., eläkkeellä.
- Metsänen, Arto**, DI, Tampella Tamrock, aluemyyntipäällikkö. Os: Myllyhaantie 8-10 A 2, 33450 SIIVIKKALA.
- Mollis-Mellberg, Anders**, DI, Adr: Ängsgatan 7, 10600 EKENÄS.
- Murden, Keith**, TkL, konsultti. Os: P.O.BOX 574, OAKVILLE, ONT, L6J 5B4, CANADA.
- Murtoaro, Jukka**, DI, Oy Lohja Ab Matkailuvaunusteollisuus, johtaja.
- Myllyniemi, Jukka**, DI, Os: Poltinahontie 19 A 9, 13130 HÄMEENLINNA.
- Mäkelä, Reino**, Yli-ins., Rautaruukki Oy Oulun keskuskonttori, varatoimitusjohtaja, operatiivinen johtaja.
- Mäkelä, Tuomo**, FK, Outokumpu Mines Ltd, Canada, exploration manager. Os: 2 First Canadian Place, POB 360, TORONTO, ONT, M5E 1T3, CANADA.
- Mäkeläinen, Alpo**, DI., eläkkeellä.
- Mäki, Timo**, FK, Outokumpu Oy Malminetsintä, Länsi-Suomen aluetsto, geologi.
- Mäkinen, Juho**, TkT, Outokumpu Oy Harjavallan tehtaant, kehityspäällikkö.
- Määttä, Kauko**, DI, Os: Maikkulanrinne 10, 90230 OULU.
- Mörsky, Pekka**, DI, Os: Laationtie 5, 86440 LAMPINSAARI.
- Naapuri, Jukka**, DI, Oy Tampella Ab Tamrock Trackdrills, tekninen tuotepäällikkö/kv, projektit.
- Natunen, Harri**, DI, Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, rikastamon käyttöinsinööri. Os: Koivikkotie 1 B, 86900 PYHÄKUMPU.
- Nieminen, Kalervo**, DI, Käpytie 12, 04260 KERA-VA.
- Niinimaa, Juha**, Veitsiluoto Oy Paperiteollisuus, tutkimusinsinööri. Os: Kaivokatu 3 B 1, 94100 KEMI.
- Nikkilä, Risto**, DI, Palomex Instrumentarium Oy, valmistuspäällikkö.
- Nikku, Paul**, Ins, Os: Joupinmäki 3 C 49, 02760 ESPOO.
- Niklander, Simo**, DI, Oy L M Eriksson Ab, suunnittelija. Os: Törnäniityntie 13 B 9, 02710 ESPOO.
- Niskanen, Tuomo**, DI, Oy Tampella Ab Tamrock, vientipäällikkö. Os: Kylväjätie 2 A 3, 33340 TAMPERE.
- Noitero-Rantamäki, Eeva-Kaarina**, DI, Pohjoja Yhtiöt/Suunnittelupalvelut, ATK-suunnittelija.
- Noponen, Veikko**, DI, eläkkeellä. Os: Maininkitie 21 A 7, 02320 ESPOO.
- Nordenswan, Erik**, DI, A/S Scancem, kehityspäällikkö. Os: Vackeröveien 56 B, N-0284 OSLO, NORGE.
- Nurmialo, Martti**, DI, Oy Tampella Ab Tamrock Drills, myyntijohtaja. Os: 69, Everad Avenue, BRADWAY, SHEFFIELD, S17 4LY, ENGLAND.
- Nuutilainen, Juhani**, FT, Os: Ristontie 10 C, 96300 ROVANIEMI.
- Nyholm, Erik**, DI, Os: Soukanlahdentie 8 A 2, 02360 ESPOO.
- Närhi, Antti**, DI, Outokumpu Oy Terästeollisuus, valssatut tuotet-yksikön johtaja.
- Ohenoja, Vilho**, FM, Os: Pikku-Pappila, 71200 TUUSNIEMI.
- Oksanen, Jarmo**, DI, Os: Suohaukantie 8, 02620 ESPOO.
- Pajari, Lauri**, DI, Kauppat.m., Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, sinkkitehtaan myyntijohtaja. Os: Outokumpu Oy, PL 280, 00101 HELSINKI.
- Paju, Martti**, TkL, Ovako Oy-Ab Imatran tehdas, tutkija. Os: Vuoksenniskantie 57 A 15, 55800 IMATRA.
- Pakarinen, Jouko**, FK, Lohja Oy Sipoon kaivos, kaivoksen esimies.
- Palasvirta, Ossi**, DI, eläkkeellä. Os: 26 Weidner Place, PALM COAST, FL 32037, USA.
- Palviainen, Mikko**, DI, Outokumpu Oy Kotimainen kaivosryhmä, ryhmän johtaja.

SUORITETTUJA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos
Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian lisensiaatti

Huhma, Hannu: "Sm-Nd, U-Pb and Pb-Pb isotopic evidence for the origin of the early Proterozoic Svecokarelian crust in Finland".
Ilmestyy GTK:n Bulletin-sarjassa.

Front, Kai: "Etelä-Suomen svekokarjalaisten granitoidi-intruusoiden luonteenomaisia piirteitä ja petrogenesi".

Tutkimuksen tarkoitus on synorogeenisten intruusiivisten granitoidien (1900–1850 Ma) karakterisointi ja luokittelu kenttätietojen, petrografisten havaintojen ja geokemiallisen aineiston pohjalta. Granitoidi-intruusiot voidaan jakaa liuskealueilla esiintyviin batoliitteihin (> 100 km²) ja stokkeihin (< 100 km²) sekä Keski-Suomen syväkivi-kompleksiin (> 35 000 km²). Kentällä kartoitettiin 21 tutkimuskohdeesta 49 eri intruusiivifaasia ja selvitettiin niiden ikäsuhteet, levinneisyys, rakenne, tekstuuri sekä suhde sivukiviin. Samalla kerättiin näytteet geokemiallista (1600 kpl) ja petrografista (450 kpl) tutkimusta varten.

Liuskealueiden intruusiot ovat konkordantteja ja terävästi sivukiviä leikkaavia. Batoliitit ja kookkaimmat stokit ovat keskiosistaan suuntautumattomia ja reunaosistaan kontaktien myötäisesti liuskettuneita. Ne kiteytyivät pian alueellisen päädeformaation ja -metamorfosin jälkeen ennen nuorempia deformaatiovaiheita. Batoliitit ovat useana eri pulssina paikoilleen asettuneita syväkiviseurueita, joiden sisärakenne on vyöhykkeinen siten, että vanhimmat syväkivet (gabrot, dioriitit, tonaliitit, trondhemiitit) ovat reunoilla ja nuorimmat (granodioriitit) keskellä. Stokit ovat yksi- tai kaksifaasisia. Granitoidit ovat hienokeskirakeisia, hypidiomorffisia ja tasarakeisia tai porfyrisiä.

Keski-Suomen kompleksi koostuu lukemattomista syväkivi-intruusioista, joiden koostumus vaihtelee gabroista graniitteihin. Granitoidit ovat nuorempia kuin gabrot ja dioriitit. Graniitit kattavat laajoja alueita ja muodostavat monin kerroin suurempia intruusioita kuin liuskealueilla. Karkearakeiset ja varsinkin karkeaporfyriset granitoidit ovat yleisiä. Tyypillinen piirre on vanhimpien granitoidien monivaiheinen läpikotainen deformaatio.

Synorogeeniset granitoidit ovat laaja-alaisesti differentioituneita, kalkkialkaisia ja pääosin I-tyyppisiä syväkiviseurueita. Geokemiallisesti tonaliitit ja trondhemiitit ovat homogeenisempia ryhmiä kuin granodioriitit ja graniitit. Tämä yhdessä kenttähavaintojen kanssa viittaa näiden magmojen erilaisiin syntymekanismeihin. Erityisesti Keski-Suomen granodioriitit ja graniitit poikkeavat ympäröivien liuskealueiden vastaavista korkeampien FeO_{tot}/MgO- ja K₂O/Na₂O-suhteidensa perusteella, mikä viittaa alueen paksumpaan kuoreen ja vähäisempään osittaisen sulamisen asteeseen granitoidimagmojen syntytietokellä.

Synorogeenisten granitoidien I-tyyppisyys sekä julkaistut Sr-, Hf- ja Nd-isotooppitutkimukset osoittavat, ettei niiden lähtömateriali ole ollut peliittinen eikä sisältänyt kovin paljon arkeista ainesta. Synorogeeniset granitoidit muistuttavat geologisilta ja geokemiallisilta piirteiltään huomattavasti fanerotoosisten aktiivisten mannerreunusten granitoideja, joten analoginen syntymekanismi on mahdollinen. Kuitenkin yksinkertaisen, nykyisten mannerreunusten syntyä selittävän laattatektonisen mallin adoptoiminen näyttää vaikealta, koska svekokarjalainen synorogeeninen magmaattinen aktiviteetti on ollut laaja-alaista ja voimakasta sekä synorogeenisen vaiheen kesto lyhyt. Synorogeenisten granitoidien avulla ei ole mahdollista rakentaa sellaista laattatektonista mallia, joka sisältäisi nykyisissä mannerreunuksissa havaitut granitoidien ikävaihtelut ja kivilajivyöhykkeisyyden.

Filosofian kandidaatit:

Kalliomäki, Jaana: "Posion Riisitunturin-Noukavaaran alueen geologista Kuusamon liuskejaksokompleksissa".

Mertanen, Satu: "Länsi-Uudenmaan Koisjärven alueen korkean metamorfoosiasteen kivilajien petrologiasta".

Lahtinen, Raimo: "Rautalammin Pukkiharjun Cu-Zn-malmialueen ja sen ympäristön geokemia ja petrografia".

Rämö, Tapani: "Honkajoen Perämaan emäksinen intruusio — erityisesti sen gabro-osien petrografia, mineralogia ja petrologia".

LUULAJAN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Materiaali- ja muokkaustekniikan laitos

Tekniikan lisensiaatti:

Helle, Aino Sisko: "Mathematical modelling of the densification of metal and ceramic powders during hot isostatic pressing".

This thesis is concerned with the development of a mathematical model for describing the densification of metal and ceramic powders due to hot isostatic pressing.

After first reviewing earlier attempts to model HIPing, the present work then develops and improves where appropriate the equations for plastic yielding, diffusion from interparticle boundaries and powerlaw creep. In addition, a new densification mechanism is introduced, to account for the densification of polycrystalline particles. Furthermore, the effect of grain growth with pores being dragged along with expanding grain boundaries, or separating from them is also incorporated into model. Allowance is also included for densification taking place during the heating-up period of HIPing, accounting for times of temperature and pressure changes. Finally, even the size of the specimen is taken into account, in which the rate of sintering differs across the section of samples due to the time taken for heat to penetrate porous bodies. A procedure for constructing mechanism and densification diagrams is presented, and their precision and use are discussed with the help of studies. These diagrams can be readily produced using a microcomputer and provide a means of selecting the optimal operating conditions both for industrial HIP cycles and for laboratory experiments.

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan tohtorit:

Tekniikan lisensiaatti **Esko H. Elorannan** väitöskirja "Studies on Integral-Equation Based Modelling of Mise-à-la-Masse Anomalies for Geophysical Surveying" tarkastettiin Teknillisessä korkeakoulussa torstaina 29.5.1986. Vastaväittäjinä olivat apulaisprofessori Sven-Erik Hjelt ja apulaisprofessori Markku Peltoniemi sekä kustoksena professori Heikki Niemi.

Sovelletun geofysiikan alaan kuuluvassa tutkimustyössä käsitellään yhden sähköisen malmitutkimusmenetelmän anomalioiden mallittamista integraaliyhtälöillä ja tutkitaan menetelmän fysikaalisia ominaisuuksia. Näiden tunteminen on tärkeää käytettävässä menetelmää esimerkiksi ydinjätteiden kallioperään sijoittamisen yhteydessä tarpeellisiin ruheisuustutkimuksiin tai pyrittäessä entistä tarkemmin ja taloudellisemmin selvittämään malmiesiintymien jatkeita.

(Väitöskirjan nimi suomenkielisenä: Tutkimuksia mise-à-la-masse-anomalioiden integraaliyhtälöpohjaisesta mallittamisesta geofysikaalisia mittauksia varten)

Tekniikan lisensiaatti **Kari Häkkinen** työturvallisuusaiheinen väitöskirja tarkastettiin lauantaina 30.11.1985 Teknillisessä korkeakoulussa Espoossa. Vastaväittäjänä toimi professori Richard Booth Astonin yliopistosta Englannista ja kustoksena professori Martti Sulonen Teknillisestä korkeakoulusta. Englanninkielisessä väitöskirjassa tutkitaan kuormaa kantavien materiaalien ja rakenneseosien turvallisuuskriteereitä erityisesti nostoapuvälineiden osalta. Työssä on kehitetty koemenetelmiä, joilla voidaan vertailla ja arvioida apuvälineiden teknistä turvallisuustasoa sekä toteutettujen turvallisuusratkaisujen käyttökelpoisuutta. Tietoa sovelletaan nostoapuvälineiden suunnittelussa, valinnassa ja käyttöturvallisuuden kehittämisessä sekä normituksessa.

Tutkimuksesta ilmenee, että valmistajat tuottavat turvallisuuden kannalta hyvin erilaisia välineitä samaan käyttötarkoitukseen. Eräiltä osin pyrkimys materiaalin säästöön ja painojen pienentämiseen näyttää johtavan turvallisuusmarginaalien alenemiseen käytössä, jolloin entistä pienemmät virheet ja viallisuudet voivat johtaa vaaratilanteisiin ja vaurioihin. Turvallisuustason aleneminen voidaan tällöin välttää vain, mikäli käyttötilanteiden turvallisuuden hallintajärjestelmiä nostetaan vastaavasti korkeammalle tasolle. Teknisten turvajärjestelmien kehittämisessä pyrkimykset turvallisuusvaikutuksen tehostamiseen ovat usein johtaneet työn kannalta käyttökelpottomiin ratkaisuihin. Vaikka useimmat tutkitut nostokoukkujen lukinnat olivat epätydyttäviä joko huonon kestävyytensä tai epäkäyttämöisyytensä takia, eräissä mallissa oli tekninen toimivuus ja käyttökelpoisuus onnistuttu yhdistämään tyydyttävällä tavalla.

Tekniikan lisensiaatti **Vesa-Pekka Judinin** väitöskirja "Single ion activity measurements in the system hydrochloric acid — aluminum chloride — water by the electromotive force method" tarkastettiin 23.5 Teknillisen korkeakoulun Vuoriteollisuusosastolla. Vastaväittäjinä toimivat apul.prof. Simo Liukkonen ja dos. Jussi Rastas ja kustoksena prof. Lauri Holappa. Elektrolyyttiliuosten kemiallista termodynamiikkaa käsittelevän tutkimuksen sovellutusalue on kotimaisten alumiinimineraalien hyödyntäminen kemian ja metallurgisen teollisuuden raaka-aineeksi.

Tiivistelmä:

Yksittäisten vety- ja kloridi-ionien aktiivisuuseroissa systeemissä $HCl-AlCl_3-H_2O$ määrättiin kehitetyllä sähkökemiallisella kennonstruktioilla ionivahvuusalueella 1..... 10 mol/kg. Tuloksia tarkasteltiin olemassaolevien liuosteorioiden avulla ottamalla huomioon ionien spesifinen hydratoituminen ja spesifinen vuorovaikutus, erityisesti Al- ja Cl-ionin välinen kompleksinmuodostustaipumus.

Tekniikan lisensiaatti:

Forsén, Kjell: "Datorstödd legeringsutveckling i kopparbaserade system".

Fasdiagram har alltid haft stor betydelse vid legeringsutveckling. I och med den moderna datatekniken har denna möjlighet ytterligare accentuerats, det är nämligen möjligt att genom kombination av kunskap om systemets termodynamik och datorns kapacitet för numerisk lösning av ekvationer, vid en enda terminalsession beräkna de önska-de delarna av fasdiagrammet för ett mångkomponentsystem.

Detta förutsätter dock att tillgänglig experimentell information bearbetas och använts för att optimera fram de funktioner som enl. någon modell beskriver systemets termodynamik. För att utföra detta krävs likaså tillgång till nödvändig programvara, som till sin struktur är relativt komplicerad och i hög grad belastar centralprocessorn.

I detta arbete har programvara THERMO-CALC implementerats på TH:s bägge centraldatorer, AS-8040 och DEC-20. Termodynamiken för följande system har utvärderats: Fe-P, Cu-P och Cu-Fe. Likaså har extrapolationer gjorts i det ternära Cu-Fe-P systemet. För beskrivning av excessfrienergin har den sk. Redlich-Kister-Muggianu ekvationen använts, och även de magnetiska bidragen till frienergin har beaktats.

Resultaten av dessa utvärderingar har införlivats i den sam-europeiska termodynamiska databank som finns i Kungliga Tekniska Högskolan, och är därigenom tillgängliga för forskare via datanätet.

Beräkningar av den typ som ovan beskrivits kan med fördel användas för att intelligент bestämma vilka sammansättningar som verkar mest lovande för vissa tillämpningar. I dettas arbete utgörs dessa tillämpningar av högkonduktansändamål kombinerad med god hållfasthet.

Heikkilä, Pertti: "Kiven rakoilu räjäytyksessä".

Työssä on tarkasteltu rakoilun syntyä räjäytyksessä rikkoutuvaan kiveen sekä kirjallisuuden että laboratoriokokeiden perusteella. Sekundäärisen rakoilun synnylle esitettiin yksidimensionaalinen malli, jota pienoismalliräjätysten tulokset tukivat.

Teoreettisessa tarkastelussa vaurioituneen vyöhykkeen säde määriteltiin etäisyydeksi, jonka ulkopuolella kiven primääriset raot eivät räjäytyksen vaikutuksesta kasva. Raon suunta, pituus ja muoto määrittävät raon kasvun ja on olemassa kriittinen etäisyys, jota kauempana radiaalisuuntainen tietyn pituinen ja muotoinen rako ei pysty kasvamaan.

Johdattaessa likimääräisyhtälöä vauriovyöhykkeen ulottuvuudelle kriteerinä käytettiin kiven merkittävää lujuuden menetystä. Vauriotaso kiinnitettiin murtokriteeriin empiirisellä korjauskertoimella, joka määritettiin U.S. Bureau of Mines'in julkaiseman tutkimuksen avulla. Yhtälön havaittiin kuvaavan tietyn suuruisen vaurion syntyä räjäytyksessä, joskin louhinnan jälkeen syntyvä lohkaroitusvyöhyke ulottuu tässä tutkimuksessa käytettyä vauriotasoa kauemmas.

Karvonen, Pekka Heikki Juhani: "Hiilidioksidin liukoisuus $Na_2O-XO-SiO_2$ systeemin suliiin. ($XO = Li_2O, CaO, SrO, BaO$)".

Työssä on tutkittu termogravimetrisesti hiilidioksidin liukoisuutta eräisiin alkali-maa-alkalisilikaatteihin (SiO_2 40–50 mol %, $XO = Li_2O, CaO, SrO, BaO, 0-10$ mol %, Na_2O 50–60 mol %) tarkoituksena selvittää liukoisuuden ja eräiden konventionaalisten emäksisyysindikaattorien, jotka olivat $Zemäksiset oksidit/Zhappamat oksidit$ ja optinen emäksisyys, välistä riippuvuutta, jota ei kuitenkaan havaittu. Myöskään Floodin mallilla ei ole mahdollista selittää liukoisuuskäytymistä. Tämän uskotaan johtuvan toisaalta ko. kuonien komponenttien suuresta keskinäisestä vuorovaikutuksesta, toisaalta siitä, että kuonien nk. emäksisten komponenttien vaikutus karbonaatti-ioniin

ainakin suurissa määrin on vakio. Ko. koostumuksen omaavissa kuonissa ratkaiseva merkitys CO_2 :n liukoisuuteen on Na_2O :n aktiivisuudella, ja pienten XO -lisäyksen merkitys näkyy siinä, miten voimakkaasti ne vakio Na_2O/SiO_2 suhteella nostavat Na_2O :n aktiivisuutta kuonassa.

Mäkimattila, Simo J.: "Development of a dual-phase hot-dip galvanized sheet steel".

High-strength low-alloy sheet steels are frequently used for weight reduction purposes in various constructions such as automobiles for example. For improved corrosion resistance also newly developed Zn-Al coated sheet materials are used. In the present study the production possibilities of a dual-phase alloy-coated sheet materials have been surveyed experimentally. Also the formability characteristics of the eutectic coating have been studied.

The experimental work was done using a specially designed, laboratory scale, continuous hot-dip galvanizing line in which ten different steel types were treated. The mechanical and microstructural properties were observed by optical, SEM, TEM and Auger electron spectroscopic techniques.

The results show that strength levels up to 450–600 MPa can be easily obtained in a 0.05 % C, 1.0 % Mn, 0.3 % Cr steel using the so-called zinc quenching method. The product also has all the characteristic properties of a high-strength, dual-phase steel. In addition the examined hot dip process permits production of thin 1–2 μ m coatings.

Tahvanainen, Tuomo: "Avolouhoksen seinämän kuivatus".

Tämä työ on tehty loppuraporttina "Pinta- ja pohjavesi avolouhoksilla" -projektista, jonka tarkoituksena oli selvittää mahdollisuudet avolouhoksen seinämän stabiliteetin lisäämiseen kuivatuksen avulla. Projektin kohdekaivoksina ovat olleet Outokumpu Oy:n Kemini kaivos ja Kemira Oy:n Siilinjärven kaivos.

Avolouhoksen seinämään kuivatuksessa käytetyt menetelmät ovat: ojitus, porakaivot, vaakareiät ja kuivatustunnelit. Menetelmän valinta riippuu paikallisista hydrogeologisista olosuhteista ja kuivatuksella saatavasta taloudellisesta hyödystä. Kallion vedenjohtavuusominaisuuksien mittaamiseen käytettiin projektin aikana Falling head -koetta, vesimenekkimittauksia ja pumppauskoetta. Vedenpaineen tarkkailuun on käytetty havaintoreikiä kalliossa ja -putkia maakerroksessa.

Kuivatusreikien tai -tunnelin sijoitusta seinämään voidaan selvittää laskennallisesti. Käytettävissä olevat materiaalmallit eivät kuitenkaan huomioi kallion epäjatkuvuuksia, joten tuloksia voidaan pitää vain suuntaa antavina.

Kemini ja Siilinjärven kaivoksella vedenpaine vaikuttaa lopullisen louhoksen seinämien kaltevuuteen stabiliteettilaskentojen perusteella tehdyn arvion mukaan 3–7 astetta. Siilinjärven kaivoksella näyttää laskentatulosten mukaan kuivatuksesta olevan hyötyä vain ajotien alueella ja mahdollisesti eteläseinämällä. Kemini kaivokselle tähänastisen tutkimusten perusteella ehdotettu kuivatusjärjestelmä on kuivatustunneli louhoksen seinämässä. Talkkikarbonaattikivi on osoittautunut vedenjohtavuudeltaan muita Kemini kaivoksen kivilajeja huonommaksi. Kuivatustunneli tulisi sijoittaa seinämään likimain sille korkeudelle, jossa talkki-karbonaattikivi vaihtuu kovemmiksi kivilajeiksi (peridotiitti, pyrokseeniitti, graniitti).

Toivonen, Lasse: "Thermodynamics of Pb-O-Fe-SiO₂-CaO-melts".

The aim of this work was to investigate silicate slags in direct lead smelting. In the theoretical part, the thermodynamics of lead direct smelting and new pyrometallurgical lead smelting processes were reviewed. In the experimental part, the thermodynamic equilibrium between lead and the oxide melt of type Pb-O-Fe-SiO₂-CaO was measured using solid electrolyte oxygen concentration cell at a temperature interval of 1250–1350 °C.

The measurements were carried out on wide PbO-contents with constant Fe/SiO₂ ratios of 1.1660, 0.9295 and 0.7773 and with constant CaO/SiO₂ ratios of 0.4667, 0.6667 and 0.8182. Lead oxide activity and lead oxide activity coefficients were calculated from the emf data. At constant oxygen equilibrium pressure the highest lead oxide activities and lead oxide activity coefficients can be reached by fluxing the melt so that the weight ratio Fe/SiO₂ is higher than unity and the weight ratio CaO/SiO₂ is near to unity.

The results were used for testing the regular solution model. The agreement between the measured lead oxide activity coefficients and the activity coefficients given by the model was good, the calculated activity coefficients of FeO varied between 1.1 and 1.7 and the activity coefficients of FeO_{1.50} between 1.50 and 2.50.

Äikäs, Kari: "Graniitin murtumismekanismi iskukuormituksessa".

Kurun graniitin murtumismekanismia tutkittiin iskupulssikuormituksessa pudotuskokeiden avulla. Muuttujina olivat pudotuskorkeus, koekappaleen koko ja anisotropia-aste. Murtumismekanismia tutkittiin murtumisrakenteita ja iskun kiveen synnyttämää jännitystilaa

analysoimalla. Tärkeimmät murtumisrakenteiden tutkimisessa käytetyt tutkimusmenetelmät olivat fluoresenssi- ja polarisaatiomikroskopia sekä tunkeumanestetarkastus.

Pudotuskokeissa havaittiin kiveen syntyvän viidenlaisia murtumisrakenteita: 1. leikkausrakoa, 2. kartiorakoa, 3. lasturakoa, 4. pystyrakoa ja 5. vaakarakoa. Näistä kolme ensisijainnuttua syntyivät iskukohtaan välittömään läheisyyteen. Pystyrako kasvoi iskupulssin suuntaisesti kiveä halkaisten. Vaakarako syntyi kohtisuorassa suunnassa iskupulssiin nähden ja oli synnyltään sekundaarinen.

Murtumisanalyysin perusteella esitetty hypoteesi Kurun graniitin murtumismekanismin selittää, miten kivi murtuu terän reunan alle muodostuvien leikkausjännitysten synnyttämien leikkaus- ja vetorakojen seurauksena. Esitetty murtumishypoteesi muistuttaa aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna eniten nastan aiheuttamaa murtumista sen tunkeutuessa kvasistaattisessa kuormituksessa lasiin tai kiveen.

Suoritettujen pudotuskokeiden osoittivat, että vaikka iskuenergia, koe-kiven koko ja anisotropia-aste vaikuttavat syntyvien rakojen pituuteen ja suuntaan, ne eivät kuitenkaan vaikuta merkittävästi murtumismekanismiin.

Diplomi-insinöörit:

Arko, Vesa Olavi: "The Nordkalott project — Geophysical aspects of large mafic intrusions in Northern Sweden".

Aromaa, Jari: "Synteettisten nikkeli- ja rautanikkelsulfidien sähkökemiallinen liukeneminen".

Hasi, Simo: "Ydinvoimaloissa esiintyvä jännityskorroosio ja sen tutkiminen ultraäänellä".

Hukkala, Tarja: "Jäykistetyn hitsausliitoksen jäännösjännitykset ja niiden laukeaminen myöstössä".

Liimatainen, Jyri: "Taivaljärven tutkimustunneli".

Lindholm, Veli-Matti: "Pneumaattisen hytkytyksen kinetiikka ja soveltuvuus eräille malmeille".

Mäkinen, Liisa: "Selvitys metallurgisen teollisuuden tulenkestävien materiaalien valmistusmahdollisuuksista".

Niemi, Jouni: "Sementtijuotoksen käyttö mekanisoidussa tunnelitukituksessa".

Nieminen, Pekka: "Kaivosmittauksen tietojenkäsittelyjärjestelmä Pyhäsalmen kaivoksella".

Niva, Markku: "Kaasun varastoiminen pinnoittamattomaan kallioltaan".

Nylander, Jari: "Suurilujuuksisten teräsohutellevyjen muovausominaisuudet".

Pokela, Pekka: "Tutkimus elektroluminenssipaneelissa käytettävän indium-tinaoksidi-elektrodin rakenteesta ja ominaisuuksista sekä lämpökäsittelyn vaikutuksista".

Puisto, Jaana: "Anodikuparin liukenemiseen vaikuttavat tekijät elektrolyysiolosuhteissa".

Pöyhänen, Ohto: "Tutkimus sulan kuparisulfidin hapettumisen kinetiikasta".

Ranta, Heikki: "Hydraulisten porauslaitteiden huoltoajoneuvo".

Rasilainen, Heikki Esko: "Autogeenijauhauksen esitutkimusmenetelmien kehittäminen".

Räisänen, Veikko: "Täyttölouhinta ja sen sovellutukset Outokumpu Oy:n kaivoksilla".

Saarinen, Kari: "Raudan vaikutus titaaniin korroosio-ominaisuuksiin ja vedyn absorptioon kloridiliuoksissa".

Saario, Aki: "Kalkopyriitin liuotus sähkökemiallisella suspensio-kennolla".

Salminen, Pekka: "Suomen malmikaivosten kivilajien porattavuus".

Sirviö, Jyrki: "Metallokeräämiset liitokset; titaaniin ja erilliskiteisen alumiinioksidin (safiiri) välinen suoraliitos".

Suominen, Risto: "Tetraedriitin käyttäytyminen suspensiosulatuksessa".

Tukkimies, Matti: "PK1-louhoksen laadunvalvonta".

Vaittinen, Tiina: "Alueellinen radiogeeninen lämmöntuotto Suomessa aerogrammitausten avulla määritettynä".

Valli, Tuire: "Magneettikentän estimointi lentomittauslinjojen välillä".

Vesanto, Asko Sakari: "Tutkimus korkean lietetiheyden omaavan jätelietteen sakeutuksesta ja pumppauksesta".

Vesterinen, Martti Sakari: "Maatutkan käyttö geologisissa kohteissa".

Wiiala, Ulla: "Tutkimus erilaisten pinnoitteiden värähtelykulmista kestävydestä korkeissa lämpötiloissa".

TURUN YLIOPISTO

Geologian ja mineralogian laitos

Filosofian kandidaatit:

Husa, Jukka: "Pyhäojen Lukkaroisten-Oltavan suprakrustisen liuskejakson kiven ja niitä ympäröivien syväkivien geokemiasta".

Kousa, Jukka: "Koivusaaren vulkaniittimuodostuma Siilinjärvellä".

Meriläinen, Pekka: "Pyhäsalmen malmista".

Pietikäinen, Kimmo: "Juvan Saarijärven peridotitiitin nikkelimälpotentiaalista".

Rosenberg, Petri: "Heinolan Syvälahden alueen scheeliittistä sisältäviä karsista".

Sutinen, Markku: "Laukunkankaan nikkelikuparimalmi".

Yli-Kyyny, Kari: "Keiteleen Lemmetyn geologia ja radioaktiiviset pegmatiitit".

ÅBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie licentiat:

Niiniskorpi, Veikko: "Kurkkionvaara, en Zn-Pb-Cu-mineralisering i norra Sverige, en case-studie".

Sommaren 1981 påträffade LKAB Prospektering ett litet Zn-Pb-Cu-mineraliserat block i vägmaterial ca 11 km sydost om Kurkkionvaara i norra Sverige. Med hjälp av blockletning, myrtorvgeokemiska undersökningar och geofysiska mätningar kunde mineraliseringen snabbt lokaliseras. På hösten borrades första borrhålet i Kurkkionvaara och detta skar en mineraliserad konglomerathorison som liknade det mineraliserade blocket.

Omfattande geologiska, geokemiska och geofysiska arbeten utfördes i området. Mindre mineraliseringar lokaliserades men inga med ekonomiska dimensioner. Zinkblände och blyglans uppträdde för det mesta i tunna, spridda sprickor. De myrtorv- och morängeokemiska undersökningarna visade sig vara mycket användbara vid lokalisering av mineraliseringen.

De suprakrustala bergarterna är proterozoiska och består huvudsakligen av intermediaära vulkaniter (Kalixälvgruppen) och metapeliter (Pahakurkiogruppen). Undersökningarna resulterade i nya geologiska fakta som väsentligt förändrar uppfattningen om bergarter inom de ovan nämnda grupperna och tyder på att man kan ifrågasätta de tidigare stratigrafiska korrelationerna i norra Norrbotten.

Filosofie kandidater:

Lahti, Jouni: "Bergarterna i Vasarakangas talkbrott, Polvijärvi, Norra Karelen".

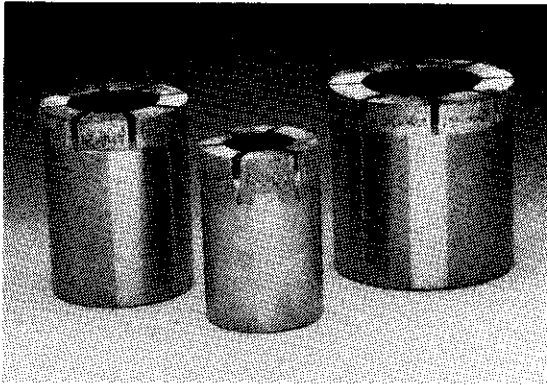
Malmström, Olof: "Geologi och tektonik i Varanpää området, Nystad".

HUOMIO!

Useita uusia julkaisuja ilmestynyt, mm. A 75, A 76, A 77, A 78 ja B 37.

LEVANTO

TIMANTTIKAIRAUSTERÄT



Suomalaisia timanttiteriä suomalaisiin kiviin jo vuodesta 1937.

Valmistus ja myynti:



LEVANTO OY

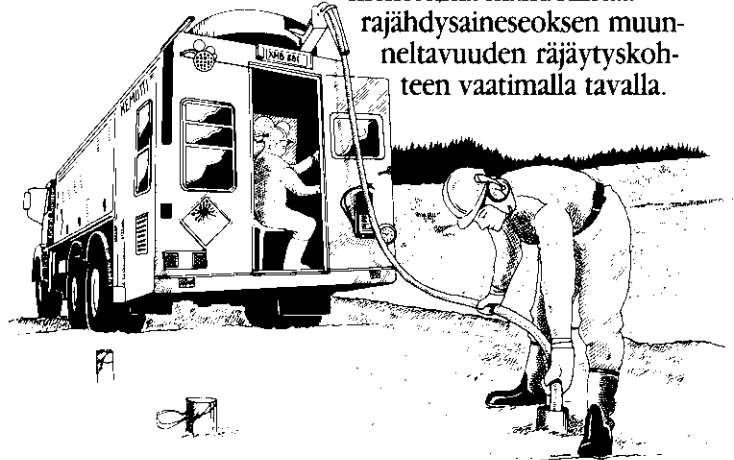
Teollisuustie 5
02700 KAUNIAINEN
Puh. 90-5052 044
Telex 123407

KEMIITTI

-käyttöpaikalla

valmistuva nestemäinen räjähdysaine

Kemiitti on suurehkoihin louhintakohteisiin soveltuva, valmistukseltaan ja käytöltään turvallinen louhintäräjähdysaine. Lopullisesti se muodostuu räjähdysaineksi vasta poranreiässä. Jatkuvatoiminen sekoittaa/pumpata-menettelmä mahdollistaa räjähdysaineseoksen muunneltavuuden räjäytyskohteen vaatimalla tavalla.

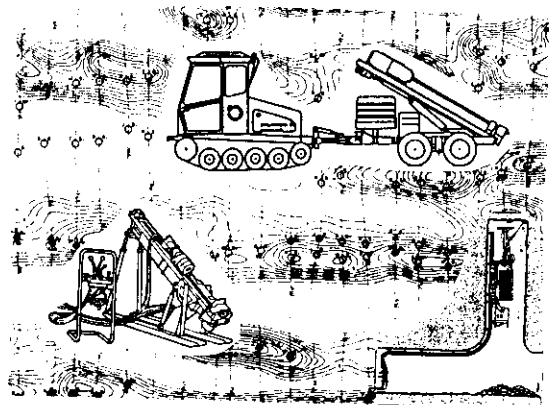


 **KEMIRA OY**
VIHTAVUOREN TEHTAAT



KUN TARVITSET

- syväkairausta ja iskuporausta
- geofysiikan mittauksia
- geologista konsultointia
- alimak- ja pitkäreikänousuja
- louhintaporausta



ME TEEMME

*  **MYLLYKOSKI OY**

Tutkimuspalvelu ja erikoislouhinta
73670 LUIKONLAHTI
puh. (971) 671 701
telex 42-169 mylui sf

Lohja taitaa mineraalien jalostuksen

Kalkkikivi

Dolomiitti

Kvartsi

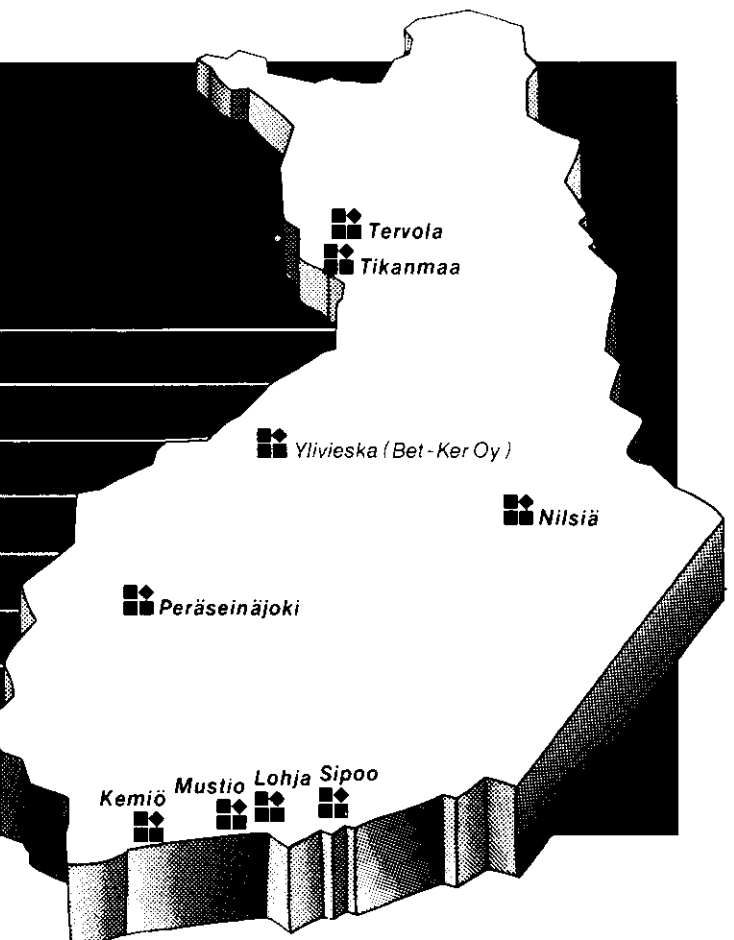
Maasälpä

Liuskesirote

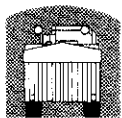
Tulenkestävät massat



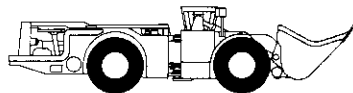
OY LOHJA AB



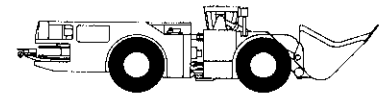
THE TORO LHD LINE



2 x 2 m²



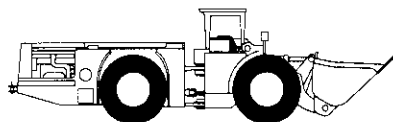
TORO 150 D. Trimming capacity 3000 kg. Bucket size 1.3-1.8 m³.
Engine 52 kW (71 Hp). Length 6.7 m, width 1.4 m, height 1.7 m.



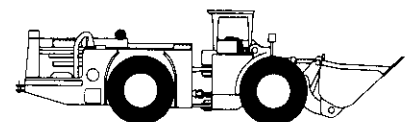
TORO 150 E. Trimming capacity 3200 kg. Bucket size 1.5-1.8 m³.
Electric motor 55 kW. Cable length 90 m. Length 6.9 m, width 1.4 m, height 1.7 m.



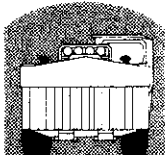
2,5 x 2,5 m²



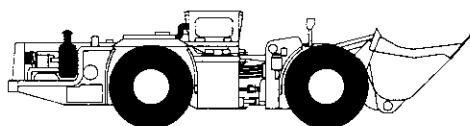
TORO 200 D. Trimming capacity 4000 kg. Bucket size 1.5-2.4 m³.
Engine 63 kW (86 Hp). Length 7.7 m, width 2.0 m, height 2.2 m.



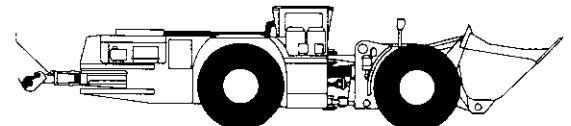
TORO 250 D. Trimming capacity 4500 kg. Bucket size 1.8-2.7 m³.
Engine 102 kW (139 Hp). Length 7.7 m, width 2.0 m, height 2.2 m.



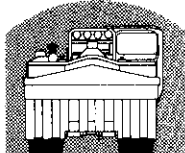
3 x 3 m²



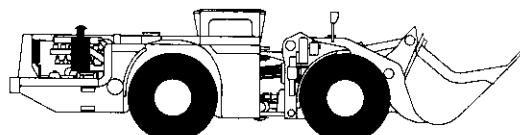
TORO 400 D. Trimming capacity 8100 kg. Bucket size 3.8-4.8 m³.
Engine 158 kW (215 Hp). Length 9.5 m, width 2.4 m, height 2.3 m.



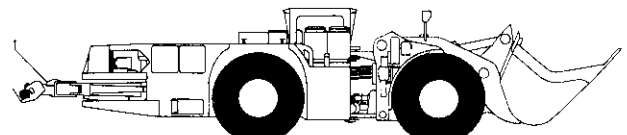
TORO 400 E. Trimming capacity 8100 kg. Bucket size 3.8-5.4 m³. Electric
drive motor 110 kW. Cable length 210 m. Length 9.5 m, width 2.4 m, height 2.3 m.



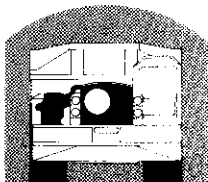
3,5 x 3 m²



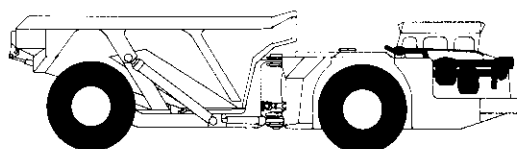
TORO 500 D. Trimming capacity 12000 kg. Bucket size 4.3-7.5 m³.
Engine 204 kW (277 Hp). Length 10.3 m, width 2.7 m, height 2.6 m.



TORO 500 E. Trimming capacity 12000 kg. Bucket size 4.3-7.5 m³. Electric
drive motor 160 kW. Cable length 240 m. Length 10.5 m, width 2.7 m, height 2.6 m.



4 x 3,5 m²



TORO 35 D. Transport capacity 32000 kg. Body capacity 13.0-18.0 m³.
Engine 240 kW (326 Hp). Length 9.7 m, width 3.0, height 2.5 m.

TORO

ARA is a Finnish company that specializes in the design, manufacture and marketing of efficient and economical loading and transport equipment for mining and construction.
Perusyhtymä Oy ARA, P.O. Box 434, SF-20101 Turku 10, Finland
Tel. + 358-21-383 111 telex 62305 ara sf.



LAROX KEHITYKSEN KÄRJESSÄ

LAROX KAKSOIS- PYÖRRE- SYKLONI

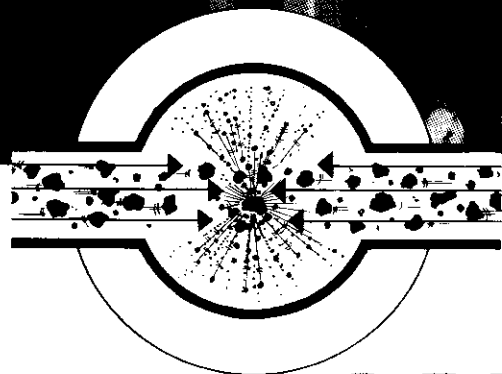
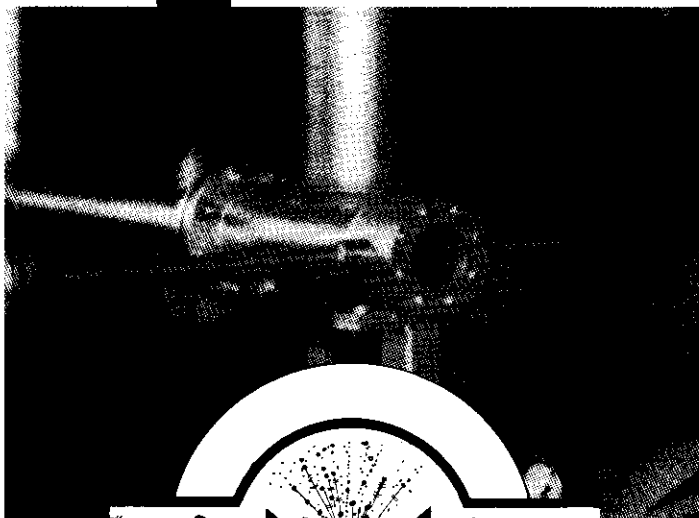
Verrattuna tavallisiin hydrosykloneihin tai monivaihesykloneihin, Laroxin kaksoispyörresyklonilla on seuraavat edut:

- ylivoimainen luokitusterävyys
- laaja säätöalue
- ylivoimainen liejun tai ylikarkeiden rakeiden erotuskyky
- kaksivaiheinen toiminta yhdellä pumppauksella

LAROX FP SUIHKUMYLLY

KESKIMÄÄRÄINEN HIENOUS
JOPA ALLE YHDEN MIKRONIN

- vähäinen energian kulutus 50—350 kWh/t
- toiminta paineilmalla (höyryä ei tarvita)
- yksinkertainen rakenne
- pieni koko
- erillinen luokitin (jauhatuspiirin parempi säätö)
- autogeeninen jauhatus, ei rautaa myllyn vuorauksesta lopputuotteeseen



LAROX

—classification—concentration—
filtration—

PL 29, 53101 LAPPEENRANTA
Puh. (953) 5881, telex 58233, telefax (953) 588 277

TYÖTÄ TULEVAISUUDEN PUOLESTA.

Tulevaisuudessa voi menestyä vain se valmistaja,
joka tekee työtä tosissaan sen eteen jo nyt.
Terästeollisuudessa tämä merkitsee yhä parempien,
asiakkaiden tarpeiden mukaisten terästen kehittämistä.
Se merkitsee joustavaa asiakaspalvelua. Se merkitsee
uuden teknologian mahdollisuuksien hyödyntämistä.
Rautaruukki on tänään teräksiä ja palvelua, joiden avulla
asiakkaamme voivat kehittää omaa kilpailukykyään ja
rakentaa omaa tulevaisuuttaan.

TUHAT RAUTAA TULESSA ASIAKKAITTEMME PUOLESTA



RAUTARUUKKI OY

Mineraalista tuotteeksi

SALAlla on laaja tuoteohjelma kaivos- ja rikastusteollisuuden eri käyttötarpeisiin. Tunnetuimpia tuotteita ovat pumput, magneettierottimet, vedenpoistoprosessin koneet sekä täydelliset moduulirakenteiset rikastuskoneet, kuten SALA Caravan Mill.

Tänä päivänä taloudelliset näkökohdat ovat tärkeämpiä kuin koskaan ennen prosesseja ja varusteita valittaessa. SALAlla on tietämystä ja pitkäaikainen kokemus. SALA tarjoaa korkealaatuisia koneita, jotka takaavat laitoksen käyttövarmuuden ja taloudellisuuden.

SALA on kansainvälinen yritys, jolla on tytäryhtiöitä ja edustajia yli koko maailman. Tämän ansiosta asiakkaiden on helppo pitää yhteyttä laitetoimittajaan.

SALA

Ylinnä:

Kuva esittää kahta jätteen sakeutinta, jotka molemmat tekevät saman työn. Ylempi, konventionaalinen malli, on halkaisijaltaan 50 m. Sensijaan etualalla näkyvä SALAn lamellisakeutin on halkaisijaltaan vain 21 m. Sen kahdestatoista lamellipaketista syntyy yhteensä peräti 2980 m² selkeytys/sakeutuspinntaa – suurin lajissaan kaivosteollisuudessa. Lamellisakeutin on sitäpaitsi hinnaltaan edullisempi kuin konventionaalinen sakeutin.

Keskellä:

SALAn lamellisakeutin malli ITS 500 on markkinoiden suurin tehdastekoinen sakeutin. Se valmistetaan neljässä osassa, jotka liitetään yhteen paikan päällä. ITS 500 vastaa teholtaan sellaista konventionaalista sakeutinta, jonka halkaisija on noin 24 m. Lisäksi se on hinnaltaan edullisempi sakeutusneliometriä kohti.

Alinna:

Pumppuasema, jossa on SALA-lietepumppuja malli VASA IID. Ne siirtävät rikastamolta jätettä, jossa on 50 painoprosenttia kiintoainetta. Kapasiteetti on 21 m³/min. Kokonaispaine pumppujen jälkeen on 30 baria ja putkijohdon pituus 7 km. Pumppuja voi käyttää 9000 tuntia, ennenkuin kumivuorauksia tarvitsee vaihtaa.

