

VUORITEOLLISUUS

Bergshanteringen



3/2002

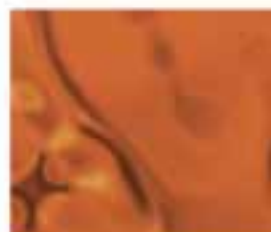
Seco Tools AB on maailman johtavia työkaluterien valmistajia. Yhtiö käyttää 4-5% liikevaihdostaan t&k-toimintaan. Päälysteteknologia kuuluu Secon ydinosamiseen. Sivut 23-31.



**Tiesitkö
että...**

**Metallissa
on miljoonan alku**

Outokummun osaaminen näkyy myös rahassa. Kaikki 50, 20 ja 10 sentin eurokolikot ympäri Eurooppaa – turvallisia ja kultaisia kiilloiltaan – lyödään outokumpulaisten kehittämästä Nordic Gold –metalliseoksesta.



PÄÄTOIMITTAJA

Editor in chief

Prof. Jouko Härkki

Oulun Yliopisto

Prosessimetallurgian laboratorio
PL 4300

90014 OULUNYLIOPISTO

08-553 2424

fax 08-553 2339

040-521 5655

jouko.harkki@oulu.fi

TOIMITTAJA, T&K

Editor, R & D

Ma. prof. Harri Lehto

TKK, Mekaaninen prosessi- ja

kierrätystekniikka

PL 6200, 02015 TKK

09-451 2786

fax 09-451 2795

050-555 2786

harri.lehto@hut.fi

TOIMITTAJA, T&K

Editor, R & D

DI Arni Kujala

Nokia Mobile Phones

Itämerenkatu 11-13

00180 HELSINKI

07180-36279

fax 07180-37290

TOIMITUSNEUVOSTO

Editorial Board

DI Pekka Purra, pj/chairman

OMG Finland Oy

Ahventie 4B

PL 46, 02171 ESPOO

09-4393 3752

fax 09-4393 3720

050-1477

pekka.purra@eu.omgi.com

DI Pirjo Kuula-Väisänen

Tampereen teknillinen

korkeakoulu

PL 600, 33101 TAMPERE

03-365 3783

fax 03-365 2884

pirjo.kuula-vaيسانen@tut.fi

DI Matti Palperi

Ulvilantie 11 b D 108

00350 Helsinki

09-565 1221

FL Mikko Tontti

Geologian tutkimuskeskus

Betonimiehenkuja 4

02150 Espoo

020 550 11

fax 020 550 12

mikko.tontti@gsf.fi

DI Erja Kilpinen

Nordkalk Oyj Abp

Tytyri, 08100 LOHJA

0204 55 3993

fax 0204 55 3901

0400-814 156

erja.kilpinen@nordkalk.com

TOIMITUS Editorial staff

L & B Forstén Öb Ay

PL 45, 10601 Tammisaari

019-2415604 fax 019-2415453

l-b.forsten@co.inet.fi

LEHDEN ULKOASU

Layout Leena Forstén

SISÄLTÖ/Contents

5

Kari Heiskanen: Hyvät yhdistyksen jäsenet!

6

Bo-Eric Forstén: Outokumpu teki hyvät

kaupat

7

BEF: Liekki sulattaa edelleen

9

Raimo Pulkkinen: Minne menet metallur-

gia?

14

Aino-Ilona Juntti: Mitä opiskellaan ja miksi?

17

Bo-Eric Forstén: Savcorin ideat eivät

ruostu; Infrastruktuuri leipäpuuna; Coatings

asettui Mikkeliin; Monipuolinen kapelli-

mestari; Coatingsin häiriötön kasvu

64

T&K

23

Sakari Rupp: Advances in cutting tool and

coating technology

33

Kurt Fager: Teräksien ja alumiinien

pintakäsittelymenetelmää

38

Jari Aromaa: Sähkösaostettujen pinnoittei-

den valmistus

43

Krister Sundblad: Why we shall learn the

language of Mother Earth also in the future

51

Suoritettuja tutkintoja

54

Juho Hukka: Korundi

56

Teknologiaohjelman vuosiseminaari 3

57

Neljäjäseninen veljeksistä

58

BEF: Silloin ennen

60

Joukko Tosikkoja

61

Markku Mäkelä: Pääsihteerin palsta

62

Anja Korhonen: Vuorinaisten kevätretki

63

Ulla-Riitta Lahtinen: Jäsenuutisia

63

Pääsihteerin paikka haussa

64

Geologijaosto:

Syyssekskursio

Litosfääri 2002 -symposiumi

64

Kaivosjaosto:

Jaoston kotisivut

Asiaa tiedotuksesta

65

Rikastus- ja prosessijaosto

Harri Lehto: Sivutuotteiden kierrätys ja

jätteiden käsittely aiheina Luulajassa

66

Jaoston kuulumisia

67

Ohjeita kirjoittajille

Ilmoittajat

68

Palveluhakemisto

KANSIKUVA/Cover Seco Tools AB

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen -lehti kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalin valmistus ja materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. T&K-osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Lehti tarjoaa myös forumin jäsenistön keskustelulle ajankohtaisista aiheista.

Vuoriteollisuus - Bergshanteringen magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining, process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. The first part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development.

ILMOITUSPÄÄLLIKKÖ

Advertising Manager

Veikko Appelberg

Vuorimiesyhdistys r.y.

Vehkaniityntie 15, 02180 ESPOO

09-5021482, 040-521 2761

veikko.appelberg@kolumbus.fi

TILAUSHINNAT (EUR)

Vuosikerta 42,- Ulkomaille 51,-

Irtonumero 13,- Ulkomaille 15,-

PAINOSMÄÄRÄ 2900 kpl

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen n:o

4/2002 ilmestyy 19.11. Siihen tarkoitettun

aineiston tulee olla toimituksella viimeistään

11.10. T&K-aineisto Harri Lehdolle.

The next issue of Vuoriteollisuus-Bergshante-

ringen will come out on the 19 November

2002. All material to the editors, please, by 11

October.

Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöt 2002

The Finnish Association of Mining and Metallurgical Engineers 2002

HALLITUS / BOARD 5.4.2002

Prof. Kari Heiskanen,
puheenjohtaja / president
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kalliotekniikan osasto
PL 6200
02015 TTK
09-451 2789
fax 09-451 2795
050-555 2789
kari.heiskanen@hut.fi
DI Pekka Erkkilä,
varapuheenjohtaja / vice president
AvestaPolarit Oyj Abp
PL 270
02601 ESPOO
09-5764 5503
fax 09-5764 5553
pekka.erkkila@avestapolarit.com
TkL Anne Ahkola-Lehtinen
Rautaruukki Oyj
Fredrikinkatu 51-53
PL 860
00101 Helsinki
09-4177 6119
fax 09-603 634
anne.ahkola-lehtinen@rautaruukki.fi
Prof. Tero Hakkarainen
VTT Valmistustekniikka
PL 1704
02044 VTT
09-456 5410
fax 09-456 7002
tero.hakkarainen@vtt.fi
DI Jussi Helavirta
Outokumpu Poricopper Oy
Kuparitehtaantie
28101 Pori
02-626 6000
fax 02-626 5361
jussi.helavirta@outokumpu.com
040-723 5083
Ins. Teuvo Jurvansuu
Pyhäsalmi Mine Oy
PL 51
86801 Pyhäsalmi
08-769 6200
fax 08-780 404
teuvo.jurvansuu@pyhasalmi.com
0400-150 227
DI Pekka Mikkola
Suomen Malmi Oy
PL 10
02921 Espoo
09-8524 0111
fax 09-8524 0123
040-543 7171
pekka.mikkola@smoy.fi
TkT Raimo Pulkkinen
TEKES
PL 69
00101 Helsinki
010 521 5840
fax 010 521 5904
raimo.pulkkinen@tekes.fi
050-557 7840
DI Eero Rättyä
AvestaPolarit Stainless Oy

FIN-95400 Tornio
016-452 345
fax 016-452 619
eero.rattya@avestapolarit.com
Teoll.nuovos Reijo Vauhkonen
Tulikivi Oyj
83900 JUUKA
013-68 1111
fax 013-681 1130
reijo.vauhkonen@tulikivi.fi
TkL Martti Veistaro
Imatra Steel Oy Ab
Terästehtaantie 1
55100 IMATRA
05-6802 534
fax 05-6802 511
martti.veistaro@imatrateel.com

JAOSTOJEN PUHEENJOHTAJAT JA SIHTEERIT / SECTIONS

GEOLOGIAJASTO / GEOLOGY SECTION
FT Raimo Lahtinen, pj / **chairman**
Geologian tutkimuskeskus
PL 96
02151 ESPOO
020 550 2484
fax 020 550 12
raimo.lahtinen@gsf.fi
DI Jaana Lohva, sihteeri / **secretary**
Geologian tutkimuskeskus
PL 96
02151 ESPOO
020 550 2309
fax 020 550 12
jaana.lohva@gsf.fi

KAIVOSJASTO / MINING SECTION
DI, KTK Tauno Paalumäki, pj / **chairman**
Nordkalk Oyj Abp
21600 Parainen
020 455 6852
fax 020 455 6313
tauno.paalumaki@nordkalk.com
DI Jari Honkanen, sihteeri / **secretary**
Sandvik Tamrock Oy
PL 100
33311 TAMPERE
020 544 4087
fax 020 544 4601
0400-418 017
jari.honkanen@sandvik.com

**RIKASTUS- JA PROSESSIJASTO/
MINERAL PROCESSING SECTION**
DI Heikki Pekkarinen, pj / **chairman**
AvestaPolarit Chrome Oy
Kemin kaivos
PL 172
FIN-94101 KEMI
016-453 590
fax 016-453 566
heikki.pekkarinen@outokumpu.com
Ma. prof. Harri Lehto, sihteeri / **secretary**
Teknillinen korkeakoulu
Mekaanisen prosessi- ja

kierrätystekniikan laboratorio
PL 6200
FIN-02015 TTK
09-451 2786
fax 09-451 2795
harri.lehto@hut.fi

**METALLURGIJASTO/
METALLURGY SECTION**
DI Pekka Tuokkola, pj / **chairman**
Outokumpu Harjavalta Metals Oy
29200 HARJAVALTA
02-535 8502
fax 02-5358 539
040-543 4253
pekka.tuokkola@outokumpu.com
DI Jyrki Makkonen, sihteeri / **secretary**
Outokumpu Harjavalta Metals Oy
Kuparielektrolyysi
PL 60
28101 PORI
02-626 5230
fax 02-626 5338
0400-598 514
jyrki.makkonen@outokumpu.com

YHDISTYKSEN PÄÄSIHTEERI/ SECRETARY GENERAL

Paikka avoin. Kts. sivu 63

YHDISTYKSEN RAHASTONHOITAJA/ TREASURER

TkL Ulla-Riitta Lahtinen
Kaskilaaksontie 3 D 108
02360 ESPOO
09-813 4758
fax 09-813 4758
0400-456 195
ulla-riitta.lahtinen@vuorimiesyhdistys.fi

Yhdistyksen internet- sivun osoite:

www.vuorimiesyhdistys.fi

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen
-lehti myös yhdistyksen verkko-
sivuilla.

VUORITEOLLISUUS-LEHDEN ILMESTYMSAIKATAULU 2002:

| | deadline | postitus |
|--------|----------|----------|
| 4/2002 | 11.10. | 19.11. |

Kiveen kuin kiveen - Tamrock



Toro 0011

Tamrockin raskaan sarjan lastari, Toro 0011, on optimaalinen valinta kaivokseen silloin, kun tarvitaan suurta tehoa ja kapasiteettia lastaukseen.

Toro 0011 - tehokas ja tuottava. Tamrock tarjoaa oikean vaihtoehdon kiven ja kallion louhintaan kaikissa kohteissa ja kokoluokissa.

TAMROCK

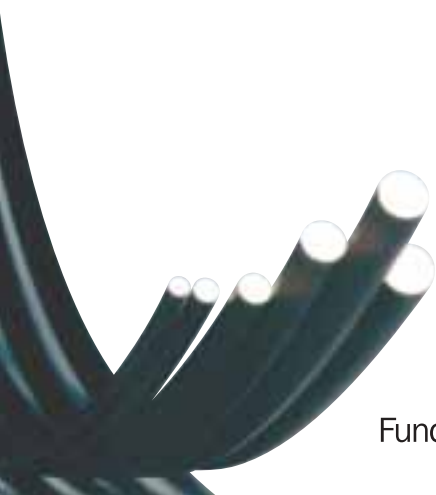
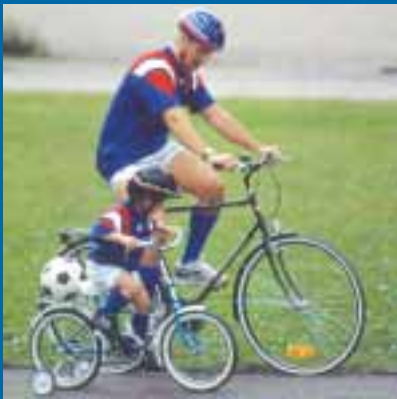
Myynti ja huolto:

Sandvik Tamrock Oy
PL 100, 33311 Tampere
Puh. 0205 44 4600

Fax myyntiin 0205 44 4601
Fax huoltoon 0205 44 4608
www.sandviktamrock.com



Valssilankaa tarvitaan joka päivä



fundia

RAUTARUUKKI GROUP

Fundia Wire Oy Ab, 25900 Taalintehtas, puh. (02) 4288, faksi (02) 428 5149

Hyvät yhdistyksen jäsenet!

YHDISTYKSEN VUOSIKOKOUKSESTA on kulunut jo hieman aikaa, mutta vasta nyt minulla on mahdollisuus kiittää teitä, yhdistyksemme jäseniä, osoittamastanne luottamuksesta.

HALUAISIN VIELÄ HIEMAN KOMMENTOIDA viime vuosikokousta. Yhdistys teki viime vuosikokouksessaan historiaa pitäessään vuosikokouksensa Tampereella. Osallistujamäärin mitattuna kokouspaikan valinta oli onnistunut. Taisimme tehdä vuosien ennätyksen iltajuhlan osallistujamäärässä. Tilaisuudesta saamani palaute on ollut positiivista, lukuun ottamatta perjantain lounaalla juhlakansaa vaivannutta kuivuutta. Tampere talo on hieno paikka kokoontua ja Rosendahl upea juhlapaikka. Kiitos isännillemme Sandvik-Tamrock Oy:lle, Matti Heiniölle ja hänen tiimilleen. Vuorimiesyhdistyksen puolelta junailujen päävastuu on ollut pääsihteerillämme Markku Mäkelällä. On myös mainittava rahastonhoitajamme Ulla-Riitta Lahtinen, joka tapansa mukaan hoiteli ilmoittautumiset yhdessä nettiguru Timo Myyryläisen kanssa. Kiitos heille. Näyttely, jonka järjestimme yhdessä Sepikon Oy:n kanssa oli myös varsin onnistunut. Tästä kiitos Kari Seppälälle ja Matti Välimaalle. Seuraavalla kerralla meidän tulee lisätä markkinointiponnistukiamme, jotta myös Vuorimiespäivien osallistujien lisäksi muut löytävät tiensä näyttelyyn. Seuraava näyttely on vuoden 2004 vuorimiespäivien yhteydessä.

JUHLAT OVAT AINA KUULUNEET OLENAISENA OSANA TOIMINTAAMME. Juhlinnan ohessa saatiin valmiiksi hallituksessa edellisten puheenjohtajien johdolla valmisteltu kehittämistyön ensimmäinen vaihe. Hyväksyimme lopullisesti yhdistykselle uudet säännöt. Niissä on muutama huomionarvoinen asia. Nyt yhdistykseen voidaan perustaa myös alueellisia organisaatioita. Tämä saattaa avata uudelle toiminnalle mahdollisuuksia esimerkiksi Tampereen seudulla ja Perämeren teräksisten naisten ja miesten keskuudessa. Sääntöjen mukaan on mahdollista rakentaa myös nuorten jäsenten toimintaan omia ”juttuja”. Aikanaan tällaisten ”kerhojen” toiminnan jotosäännöt hyväksyy ja vahvistaa hallitus. Toivon, että mahdolliset puuhamiehet ja -naiset ottavat minuun tai pääsihteeriin yhteyttä ennen kuin hanke etenee kovin pitkälle.

TOINEN SÄÄNTÖJEN TUOMA SUU-



REMPI MUUTOS on ainaisjäsenen statuksen poistuminen. Keneltäkään ei tätä kunniaa oteta pois, mutta uusia ei enää voi tulla. Tämä muutos oli välttämätön, koska jäsenkunnasta erittäin suuri osa ei enää maksanut jäsenmaksua. Yhdistyksen talous ei olisi kestänyt yhä laajenevaa ainaisjäsenten joukkoa. Olen itse yksi niistä, jotka olisi tänä vuonna ylennyt tähän joukkoon, mutta maksan ilolla pientä jäsenmaksuamme, jolla saa niin paljon vastinetta. On ollut upeaa nähdä yhdistyksen lehden kehittyneen todella hienoksi ammattilehdeksi, jolle vertaista saa hakea. Nykyinen toimitusneuvoston puheenjohtaja Pekka Purra ja päätoimittaja Jouko Härkki ovat panneet vauhtia edeltäjiensä aloittamaan lehden kehitystyöhön.

YHDISTYS ON Juho Mäkisen puheenjohtajakauden jälkeen ”hyvässä iskussa” kohtaamaan tulevaisuuden haasteet.

HAASTEISTAMME SUURIMPIA on jäsenhankinta. Se liittyy laajempaan kokonaisuuteen alan akateemisten rekrytoinnissa. Meidän tulee omalta osaltamme tuoda oikeaa osaamistamme esiin ja luoda imagoamme. Yhteistyöverkkomme täytyy kattaa teollisuusyritykset toimialayhdistyksiineen, viranomaiset, yliopistot ja opiskelijajärjestöt. Meidän tulee tiivistää jäsenhankintaamme ja saada erikoisesti nuoria jäseniä mukaan. Työtä on tehostettava kaikissa yliopistoissa ja korkeakouluissa.

JÄSENHANKINTAAN liittyy myös kysymys siitä miten suhtaudumme materi-

aalitekniikkaan ja sen parissa työskenteleviin. Uusissa säännöissä materiaalitekniikka mainitaan ensimmäistä kertaa. Otetaanko heidät metallurgijaostoon vai perustetaanko uusi materiaalitekniikan jaosto? Asia täytyy ratkaista varsin pikaisesti.

VUORIMIESPÄIVIEN TEEMANA oli koulutus ja osaaminen. Esitelmöitsijämme valottivat sitä teollisuuden ja yliopiston suunnasta. Olemme varsin yksimielisiä niistä tavoitteista, joita nuoren diplomi-insinöörin tulisi osata valmistuessaan. Eräs teema, joka selvästi tuli esitelmissä esiin on elinikäinen oppiminen, koska kaikkea ei tarvitsemaansa ei voi kerralla oppia. Sen ovat varmasti kaikki jäsenet omakohtaisesti todenneet. Tällaisessa ammatillisessa koulutuksessa voimme olla mukana, koska meillä on ylivoimaista osaamista. Jaostomme ovatkin järjestäneet seminaareja varsin kiitettävästi itsenäisesti ja yhteistyössä muiden kanssa. Näyttää kuitenkin siltä, että tulevaisuudessa tällaisten seminaarien tulee olla hyvin fokuoituja ajankohtaisiin aiheisiin. Liian yleiset teemat eivät kannu. Tulemme hallituksessa jatkossa pohtimaan mikä on roolimme koulutuksessa ja miten verkotumme muiden toimijoiden kanssa. Miten hyödynnämme virtuaaliopetusta www-verkossa koulutukseen kaipaamme myös pohdintaa ja aikanaan hallituksen linjapäätöksen.

TAVOITTEENANI on jatkaa Juho Mäkisen viitoittamaa yhdistyksen kehittämislinjaua ja pyrkiä tekemään yhdistyksestä entistä paremmin jäsenistöään palveleva. Tämä edellyttää jaostoissa toiminnan kehittämistä. Ei liene, jäsenten nykyinen työpaine muistaen, järkevää pyrkiä laajentamaan toimintaa nykyisestä kovin paljoo, mutta jatkossa on pohdittava mitä tehden ja miten organisoituna yhdistys palvelutehtävänsä parhaiten hoitaa.

LOPUKSI haluan erityisesti kiittää pääsihteerini Markku Mäkelää, joka muuttuneiden työtehtäviensä vuoksi luopuu pääsihteerin tehtävistä. Hänen panoksensa yhdistyksen toimintaan ja sen kehittämiseen on ollut erittäin merkittävä. Häntä saamme kiittää mm. onnistuneesta Tampereen vuosikokouksesta ja monesta pienemmästä asiasta, jotka hän ”junaili”.

Kiitän kaikkia vielä kerran luottamuksesta ja toivotan teille hyvää syksyä. □

KARI HEISKANEN

Outokumpu teki hyvät kaupat!

TEKSTI JA KUVA: BO-ERIC FORSTÉN

Outokumpu järjesti maan vuorikansalle, analyytikoille ja taloustoimittajille ikimäiset kesäfestivaalit ilmoittamalla heinäkuun 1. päivänä lunastavansa Corus Groupin omistussuosituksen AvestaPolaritissa. EU-komission siunaus kaupalle on saatu ja Outokummun hallussa on jo nyt 88 % AvestaPolaritin osakkeista. Oston myötä konsernin rakenne selkiintyy. Konsernin pääjohtaja, vuorineuvos Jyrki Juusela näkee yhtiön tulevaisuuden hyvin valoisana. Silmin nähden tyytyväinen pääjohtaja vastaa tässä Vuoriteollisuuslehden kysymyksiin.

Missä vaiheessa kauppa tällä hetkellä on?

Jyrki Juusela: Coruksen kanssa on tehty kauppa. EU-komission siunaus saatiin 8.8. Mitään ehtoja siihen ei liittynyt. Osapuolten välinen kilpailutilanne selvitetiin jo AvestaPolaritin perustamisen yhteydessä. Komission lupa tarkoittaa, että kauppa on toteutunut. Olemme kesän aikana ostaneet osakkeita myös pörssissä ja kun Coruksen osuus laskeaan mukaan omistamme jo noin 88% osakkeista. Jäljellä oleville osakkaille tekemämme tarjous on niin hyvä, että uskon sen menevän hyvin läpi. Kun kaikki osakkeet ovat meillä AvestaPolarit vedetään pois Tukholman ja Helsingin pörseistä ja yhdistetään Outokumpuun.

Oliko ostos hyvä?

JJ: Mielestämme oli ja näin analyytikotkin ovat arvioineet. Harvoin tehdään kauppia, joissa on yhtä monta tyyty-

“Kaivososaaminen sekä metallien osaaminen ja tunteminen ovat aitoa outokumpulaisuutta”, sanoo pääjohtaja Jyrki Juusela.



väistä osapuolta. Outokummun omistajat ovat tyytyväisiä, kun yhtiön kilpailukyky vahvistuu, Coruksen omistajat ovat tyytyväisiä saadessaan hyvän hinnan osakkeistaan, niin myös AvestaPolaritin muut osakkaat.

Oliko tällaisesta mahdollisuudesta sovittu jo AvestaPolaritin perustamisen yhteydessä?

JJ: Ei. Meidän tavoitteenamme se on kyllä koko ajan ollut, mutta kaksi vuotta sitten Corus piti kovasti kiinni osuudestaan ja jouduimme tekemään osakassopimuksen, että Outokumpu ajan mittaan laskee omistussuosituksiaan 52 prosentista alle 40 prosentin. Tämän sopimuksen purkamisesta olemme nyt maksaneet Corukselle erillisen 25 miljoonan euron korvauksen. Hyvin sijoitetut rahat.

Kauppasummaksi on arvioitu 1,1 miljardia euroa, miten Outokummun perinteisen vakavaraisuuden käy?

JJ: Summa peittää sekä Coruksen osuuden että kaikkien muiden osakkeiden lunastamisen. Onhan se iso raha, joka nostaa velkaantumisasasteemme joksikin aikaa. Meillä on tilapäisrahoitus järjestetty siksi kunnes saamme rahaa muista lähteistä. Tulossa on 300 miljoonan euron osakeanti ja 200 miljoonaa laskemme saavamme muun omaisuuden myynnistä, lähinnä kaivostoiminnasta. Loput katamme tulo-rahoituksella. Olemme laskeneet, että olemme muuta-

man vuoden sisällä yhtä vakavarainen yhtiö kuin olemme olleet tähänkin saakka. Rahan keruu on jo alkanut. Pyhäsalmen kaivos myytiin jo keväällä. Kesän aikana olemme myyneet nikkeli-kaivoksen Australiassa ja ensi vuoden aikana on tarkoitus myydä Taran sinkkikaivos Irlannissa.

Rajoittaako valtionyhtiönä olemisen Outokummun toimintavapautta?

JJ: Ei rajoita, mutta sijoittajien kiinnostusta kylläkin. Valtio omistaa 40% osakkeistamme ja julkisuudessa on esitetty, että valtion olisi nyt oikea aika luopua pääroolistaan. Eduskunta onkin antanut vihreää valoa valtion omistussuosituksen pudottamiseen 10 prosenttiin. Kyllä valtion omistajapolitiikka on ajan tasalla. Valtio, kuten muutkin omistajat, ymmärtää rahan päälle ja tietää milloin kannattaa myydä. Meidän tehtävämme on kehittää toimintaamme mahdollisimman houkuttelevaksi, jotta osakkeista saisi hyvän hinnan. Kieltämättä valtion osuuden vapautuminen tekisi hyvää meille pörssi-yhtiönä. Syntyisi ehkä vilskettä, jonka ansiosta sijoittajat näkisivät meidät uudenlaisena kohteena.

Minkälaisia järjestelyjä ruostumattoman kotiinpaluu aiheuttaa?

JJ: Busineksen teko jatkuu tavalliseen tapaan kaikilla rintamilla. AvestaPolarit on arvokas brändi, joka säilytetään. AvestaPolarit jatkaa toimintaansa

nykyisessä komennossa. Näkyvin muutos tulee koskemaan Avesta-Polaritin pääkonttorijärjestelmää. Tällä hetkellä yhtiöllä on kaksi pääkonttoria, toinen Tukholmassa ja toinen Leppävaarassa, Helsingin liepeillä. Leppävaarassa on hyvät tilat. Suunnitelmia paluumuutosta Niittykumpuun ei ole vireillä.

AvestaPolaritin perustaminen merkittiin resurssien keskittämistä värimetallisektorin kehittämiseen. Miten tästä eteenpäin. Joutuuko non-ferrous -puoli rosterin maksumieheksi?

JJ: Olemme kahden viime vuoden aikana voimakkaasti vahvistaneet asemaamme kuparin, sinkin, kuparituotteiden ja teknologian osalta. Investoinnit ovat olleet kolmikertaiset poistojen määrään nähden. On selvää, ettei sitä tahtia voida ylläpitää. Nyt on aika ottaa tehdyistä satsauksista taloudellinen hyöty irti. Edessä oleviin talkoisiin osallistuvat kaikki konsernin osat. Peukalosaäntönä on, että jokainen huolehtii omasta kilpailukyvystään ja rahoittaa itse kehityksensä.

Miltä konsernin rakenne nyt näyttää pääjohtajan silmissä?

JJ: Hyvältä. Vuoden 2000 tilanteesta liikevaihto on melkein kaksinkertaistunut 6 miljardiin euroon. AvestaPolarit antoi meille paikan ruostumattoman karkikolmikossa ja non-ferrous-puolella olemme markkinajohtajana monessa tuotteessa. Kuparissa olemme maailman toiseksi suurin toimittaja ja sinkissä neljänneksi suurin. Lisäksi meillä on arvokkaana tukijalkana tehokas teknologianmyynti.

Miten ferrous ja non-ferrous sopivat yhteen?

JJ: Liiketoiminnot täydentävät toisiaan hyvin. Ruostumaton on hyvin herkkä indikaattori talouskasvun muutoksille. Kysyntä on erittäin syklistä ja seuraa suhdanneaallon harjaa. Kuparituotteet puolestaan seuraavat syklejä rauhallisemmin. Maailman talouskasvu määrittelee meidän hyvinvointimme. Mutta voittoa pitää aina tehdä.

Mikä on teknologian myynnin rooli?

JJ: Outokummun menestys maailmalla perustuu pitkälti korkeatasoiseen metallurgiseen osaamiseen. Liekkisulatusmenetelmä tuo edelleen meille rahaa ja kunniaa. Kuparissa, sinkissä ja miksei nikkeliäkin olemme perinteisesti vahvoja. Jos missä tahansa päin maailmaa jotain tällä alalla tapahtuu olemme mukana tarjoamassa osaamistamme. Ruostumattomassa teräksessä hallitsemme kromitekniologian ja Lurgin ostaminen avaa meille aivan uusia mahdollisuuksia myös hiiliteräksessä. Teknologia toiminta on 500-600 miljoonan euron liikevaihdollaan hyvin sopivan kokoinen meidän tarkoituksiimme.

Mitkä ovat Outokummun erikoisvalittu kilpailijoihin nähden?

JJ: Valmistusteknologian monipuolinen tunteminen, aina raaka-aineesta valmiiseen tuotteeseen, on korvaamaton apu, kaikenkaikkeaan metallien syvälinen tunteminen. Olemme vuosikymmeniä olleet globaali toimija värillisissä metalleissa. Sen kautta hankitusta markkinatuntemuksesta voi olla merkittävä hyöty kun tulevaisuudessa saatamme lähteä laajentamaan ruostumatonta liiketoimintaamme uusille markkinoille. Aikomuksemme on olla läsnä niillä markkinoilla, joilla kasvu tapahtuu.

Suomessa lähiajan talousnäkymät jatkavat mielipiteet. Miltä ne näyttävät Outokummun perspektiivistä?

JJ: Meidän liikevaihdostamme yli 90% tulee Suomen rajojen ulkopuolelta, joten meidän päätäntäkkiteerimme poikkeavat varmasti jonkin verran niistä, joihin kotimainen teollisuus luottaa. Minä henkilökohtaisesti näen markkinoilla paljon positiivisia merkkejä, jotka viittaavat voimakkaan nousukauden alkamiseen. Outokumpu tekee tänä vuonna paremman tuloksen kuin viime vuonna ja tavoitteena on edelleen parantaa tulostamme. Siihen on hyvät edellytykset. Sykli osoittaa ylöspäin ja me valmistaudumme seuraavaan tiikerihyppyyn. Varauksia on kuitenkin tehtävä. Dramaattinen odottamaton käänne maailman pörssiessä tai Lähi-Idän tilanteen riistäytyminen politiikkojen käsistä voi kertaheitolla muuttaa tilanteen.

Minkälaisessa arvossa mainari on tämän päivän Outokummussa?

JJ: Vaikka kaivokset eivät enää ole osa meidän ydinliiketoimintaamme ei se merkitse sitä, että heittäisimme pois organisaatiomme kerääntyneen, arvokkaan alan tuntemuksen ja osaamisen. Kaivososaaminen pysyy yhtenä toimintamme kulmakivenä. Kemin kromikaivos toimii tulevaisuudessakin integroituna osana Tornion jaloterästuotannossa emmekä muutenkaan jättäydy kokonaan kaivostoiminnan ulkopuolelle. Esimerkiksi Pyhäsalmen kaivoksen ostaneessa Inmetissä olemme mukana omistajana 10 prosentin osuudella. Tällä tavoin varmistamme raaka-aineen saannin ja tiedämme mitä ostaa ja mistä.

Entä vuorimies?

JJ: Outokummun menestys ja tulevaisuus rakentuvat vuorimiesten osaamiselle ja taidoille. Kaivososaamisen lisäksi tarvitaan metallien osaamista ja tunteista. Se on sitä aitoa outokumpulaisuutta, johon busineksemme perustuu. Tarvitsemme jokaisella osa-alueella edelleen alan huippuosaajia. □

Liekki sulattaa edelleen

Outokumpu sai kesäkuussa Helsingissä järjestetyn kansainvälisen liekkisulatuskongressin yhteydessä vastaanottaa ASM Historial Landmark Award -tunnustuksen liekkisulatusmenetelmästä.

Menetelmä kehitettiin vuonna 1949 Harjavallassa ja se on maailman eniten käytetty kuparin ja nikkelin tuotantomenetelmä.

ASM International, The Material Information Society myöntää tunnustuksen sellaisille kohteille ja tapahtumille, joilla on erityinen merkitys metallien löytämiseksi ja metallinjalostuksen kehittämiseksi ja käytön lisäämiseksi. Liekkisulatusmenetelmän todettiin olevan historiallisesti merkittävä, koska se on lisännyt materiaalin taloudellisuutta ja sillä on positiivinen vaikutus maailman ympäristöoloihin.

Kongressiin osallistui parisensataa alan asiantuntijaa 20:sta maasta. Ohjelmassa oli myös vierailut Bolidenin Rönnskärin kuparisulatuksella ja Norilskin liekkisulatuksella Venäjällä. □





MAAILMAN AINOA TERÄS, JOKA HAKEE NOPEUSHAASTEET SARJAN VERRAN YLEMPÄÄ

TOIMITUSVARMUUSTAKU
7
vrk

RAEX MULTISTEEL on laatuteräs, jonka tehdastoimituksien nopeus lyö kaikki ennätykset. Saat RAEX MULTISTEEL -toimitukset Suomessa laajalla mitta-alueella 7 vuorokaudessa – toimitusvarmuustakuulla. Käänteentekevää on myös RAEX MULTISTEELin monikäyttöisyys. Myötölujuusluokassa 355 se täyttää EN 10025

-rakennerässtandardin, EN 10028-3 -paine-laiteterässtandardin ja EN 10113-2 -hienoraeterässtandardin sekä halutessasi myös useiden laivaterässtandardien vaatimukset.

Ota yhteyttä, niin pääsemme tutkimaan, miten saat RAEX MULTISTEELista eniten irti.



RAUTARUUKKI

Rautaruukki Steel Myynti ja tekninen asiakaspalvelu, PL 93, 92101 Raahe, puh. (08) 849 11, fax (08) 849 2491

www.rautaruukki.com

Osaamisen odotukset tulevaisuudelta

Minne menet metallurgia?

TKT RAIMO PULKKINEN, TEKNOLOGIAJOHTAJA, TEKES



Raimo Pulkinen
Vuorimiespäivillä
Tampereella.

Varsinkin nopeiden taloudellisten syklien aikana perusteellisuuden merkitys talouden vakauttajana korostuu. Mutta vain kilpailukykyinen perusteellisuus voi tasata taantumien vaikutukset. Kilpailukyky perustuu pitkälti osaamiseen, tietoon ja oikea-aikaisesti tehtyihin tuottaviin investointeihin. Mutta houkutteleeko perusteellisuus osaaajia? Ja mitä osaaajien tulisi osata?

Osaamisella saavutetaan päämäärät

Uskomme tiedon ja osaamisen yhteiskuntaan. Osaaminen on elinkeinoelämämme tärkein voimavara. Yksilöillä on osaamista, mutta organisaatioillekin sitä on luotava. Mutta mitä osaaminen on? Tätä pohditaan monissa yrityksissä ja julkisen tahon organisaatioissakin tällä hetkellä. Organisaation toiminnan on jatkuttava, vaikka sen henkilöt vaihtuisivat. Organisaation osaamisella taataan organisaation toiminnan jatkuminen. Organisaation osaamisen perustana on arvo-osaaminen. Arvoihin onkin viime vuosina kiinnitetty erityistä huomiota. Niistä on keskusteltu ja niiden avulla on luotu organisaation henkeä. Ihminen kohtaa muutokset pääosin varautuneena. Arvoilla voidaan varautua muutoksiin. Organisaation, joiden arvot sisältävät jatkuvan uudistumisen ja kouluttamisen arvostamisen, on muita helpompi säilyä elinvoimaisena. Prosessi-osaamisella hallitaan organisaation ydin- ja tukiprosesseja. Henkilöstön osaamisen tulee kohdentua organisaation toiminnan kannalta olennaisiin ytimiin. Pelkkä ammatillinen osaaminen ei riitä. Tarvitaan myös kyvykkyyttä hyödyntää tämä osaaminen organisaation hyväksi.

Kilpailukykyyn eteen on jatkuvasti ponnisteltava

Useissa kansainvälisissä tarkasteluissa

Suomen on todettu tarjoavan elinkeinoelämälle hyvin kilpailukykyisen yhteiskunnan (kuva 1). Suomalaiset ovat maailman koulutetuimpaa väestöä. Suomesa arvostetaan korkean teknologian

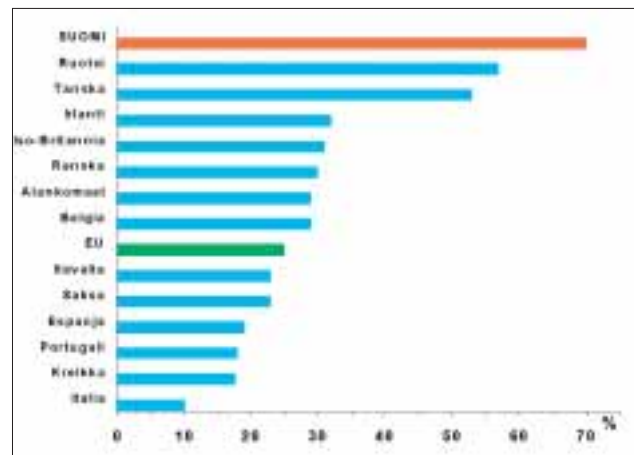
osaamista. Yritykset ovat tottuneet hyödyntämään korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten osaamista (kuva 2). Suuri osa elinkeinoistamme on niin sanotun korkean osaamistason elinkeinoja, joiden

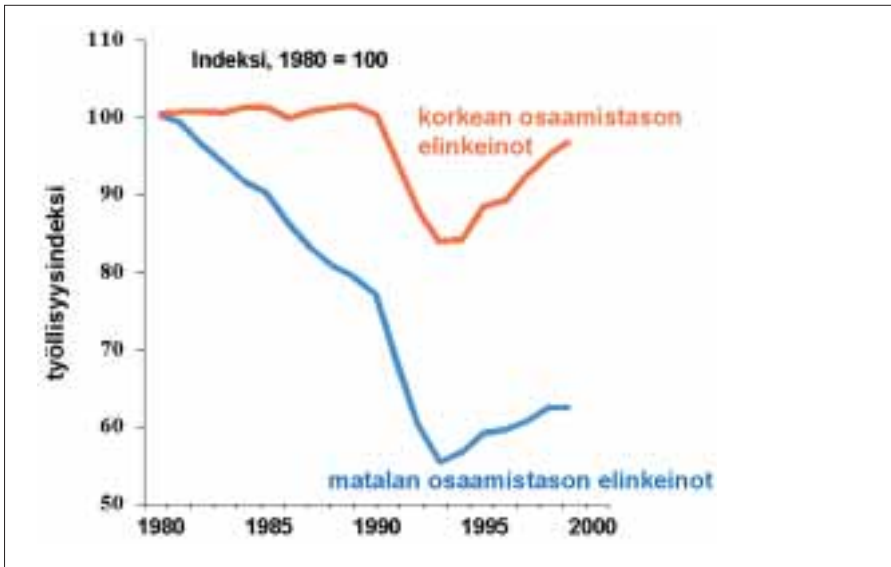
Kuva 1. Suomi Euroopan innovaatiokilpailussa. (Lähde: Innovation in the Knowledge-Driven Economy, EC, COM(2000)567)

| Indikaattori (10 indikaattoria 10:stä toisesta) | FIN | EU |
|---|------|------|
| Korkeakoulutettujen osuus ko. väestöstä % | 38 | 37 |
| Korkean teknologian palveluksessa % | 4.5 | 3.0 |
| Julkisen T&K-panostus BKT:stä % | 2.00 | 0.70 |
| Yksityisen T&K-panostus BKT:stä % | 2.00 | 1.20 |
| Korkean teknologian patentit / väestö % | 69.6 | 14.9 |
| Kehitystyötä tekevien pk-yritysten osuus % | 27.4 | 44.0 |
| Kehitystyötä tekevien osallistuvien pk-yritysten osuus % | 18.9 | 11.2 |
| Venture capital - sijoitukset / BKT % | 0.00 | 0.00 |
| Uusien markkinoiden hyödyntäminen % | 3.3 | 3.4 |
| Uusina markkinoilla tulovien ko. alueen tuottamisen suhteiden osuus % | 0.9 | 7.3 |
| Sijainti innovaatiokilpailussa | 2. | |

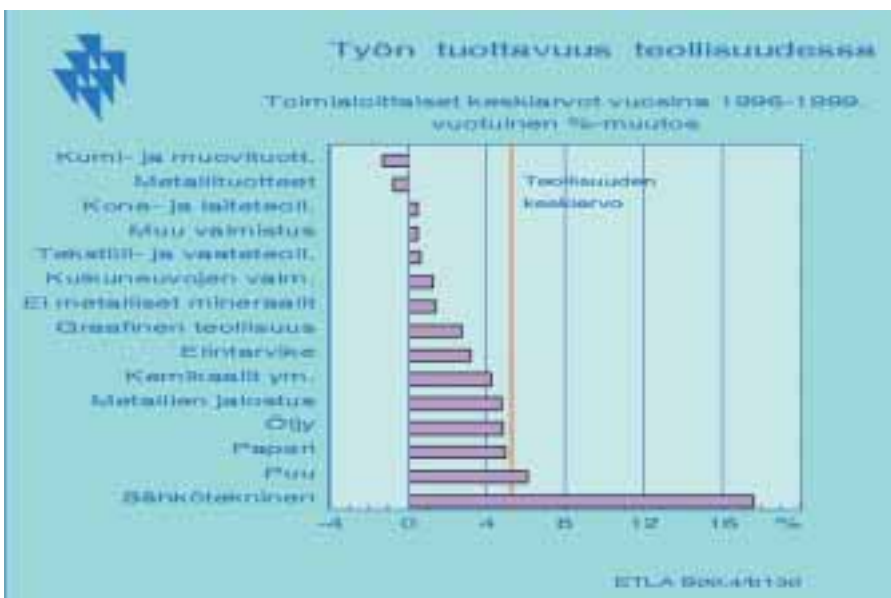
Ruutu on koulutettu lapsi (12/10), Suomi on perustettu (2/10), joka jätteen sijoittanut Tärkeä (2/10) ja laatu (7/10)

Kuva 2. Yhteistyötä tehneiden yritysten osuus kaikista innovoinneista yrityksistä. (Lähde: Towards a European Research Area - Key Figures 2001, Special Edition: Indicators for benchmarking of national research policies, OPEC)

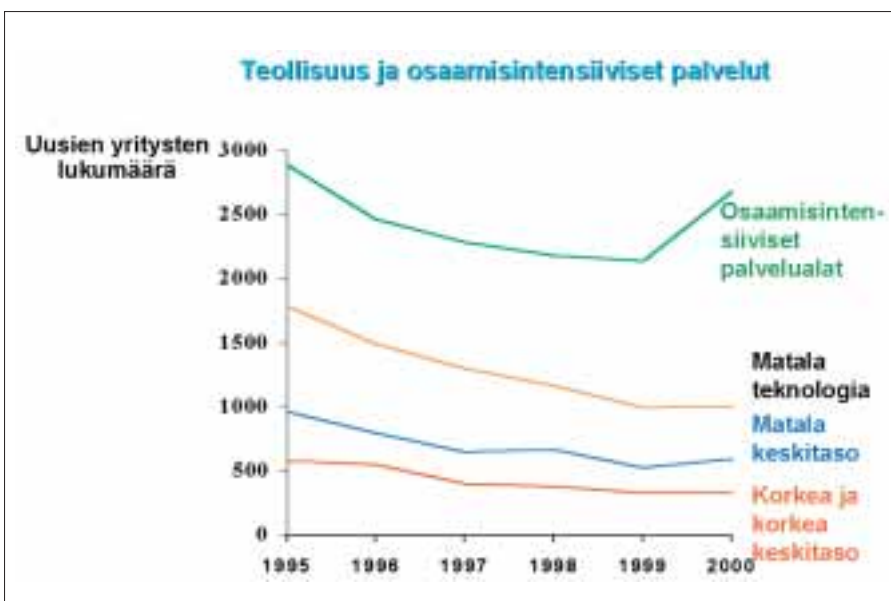




Kuva 3. Teollisuuden rakennemuutos Suomessa työllisyyden kehityksellä tarkasteltuna. (Lähde: Pajarinen, M. & Ylä-Anttila, P., Maat kilpailevat investoinneista – teknologia vetää sijoituksia Suomeen, ETLA B 173 (2001) 0)



Kuva 4. Työn tuottavuuden keskimääräiset vuotuiset muutokset eri toimialoilla. (Lähde: ETLA subdanne 00.4/b130)



Kuva 5. Vuosittain syntyvät uudet yritykset Suomessa. (Lähde: Tilastokeskus.)

suoma työllisyysturva on rakennemuutosten aikanaikin havaittu hyväksi (kuva 3). Kansainväliset kilpailukykyvertailut kertovat kuitenkin vain menestyksellisestä historiasta. Tulevaisuudesta ne eivät sen sijaan kerro juuri mitään. Joitakin huolestuttavia piirteitä on ollut jo havaittavissa: Kansantaloutemme tuottavuus on kehittynyt viime vuosina vain kohtuullisesti. Työn tuottavuuden kasvu on eräillä teollisuudenaloilla ollut jopa negatiivinen (kuva 4). Tosin kokonaistuottavuus on kasvanut oikein tehtyjen investointien ansiosta kaikilla teollisuuden aloilla, mutta sähköteknistä teollisuutta lukuun ottamatta kokonaistuottavuudenkin kasvu on ollut vaatimatonta. Uusia teollisia yrityksiä syntyy Suomeen vuosittain yhä vähemmän (kuva 5). Tutkimusta ja tuotekehitystä tekevien yritysten määrän kasvu on pysähtynyt. Tietoyhteiskunnan kehittymistä mittaavissa indikaattoreissa Suomi on menettänyt johtoasemansa. Eikä pelkkä osaaminen riitä. Tarvitaan myös osaajia, jotka haluavat kehittää elinkeinorakennettamme.

Kilpailu kiristyy koulutuksessa

Opetusministeriön haasteellisena tavoitteena on antaa 70 prosentille ikäluokasta korkeakoulutasoinen koulutus vuodesta 2005 lähtien. Suomeen on syntynyt 20 tiede- ja taidekorkeakoulun rinnalle 29 ammattikorkeakoulun verkosto. Näiden lisäksi elinkeinoelämämme on yhdessä opetusministeriön kanssa laajentamassa tiedekorkeakoulujen toimintaa aluekeskustaunkeihin sivukorkeakoulujen muodossa. Näin ollaan luomassa lähes asuinpaikkakunnasta riippumattomat hyvät edellytykset sekä nuorten että työikäisten osaamistason kohottamiseen. Samalla koulutus ja siihen liittyvä tutkimus mahdollistaa innovaatioimpulssien saannin ja yritysten työntekijöiden osaamistason noston lähes sijaintipaikkakunnasta riippumatta.

Laajentuva korkeakouluverkosto asettaa myös uusia haasteita koulutukselle. Kilpailu ”hyvistä” opiskelijoista lisääntyy. Korkea-asteen koulutuksen laajentuminen asettaa haasteita myös koulutusmenetelmien kehittämiseksi. Koulutusmenetelmien kehittymisen myötä myös mahdollisuudet uusien osaamisten taitajien löytämiseen lisääntyy. Tällä taitajien monipuolistumisella on mitä todennäköisemmin myös myönteinen vaikutus elinkeinojen monipuoliseen kehittymiseen. Korkeakoulutuksen laajentumassa vanhat tiedekorkeakoulut menettävät roolinsa korkeatasoisimpina koulutuksen tyssijoina elleivät ne jatkuvasti kehittä koulutustaan ja tutkimuksensa tasoa. Pidemmän päälle parhaimmat koulutus- ja tutkimustahot pärjäävät parhaiten. Kilpailu korkeakoulujen välillä tulee merkittävästi kiristymään. Koska talou-

dellisesti hyödynnettävään tutkimukseen on huomattavasti helpompi saada yritysrahoitusta kuin pitkäjänteiseen soveltavaan tutkimukseen ja perustutkimukseen, vaarana voi olla myös syvällisen tutkimusperinteen katoaminen. Tämän vuoksi sekä julkisen tahon että tulevaisuudessa entistä selvemmin myös elinkeinoelämän tehtävänä on huolehtia pitkäjänteisen tieteellisen osaamisen kumuloitumisesta.

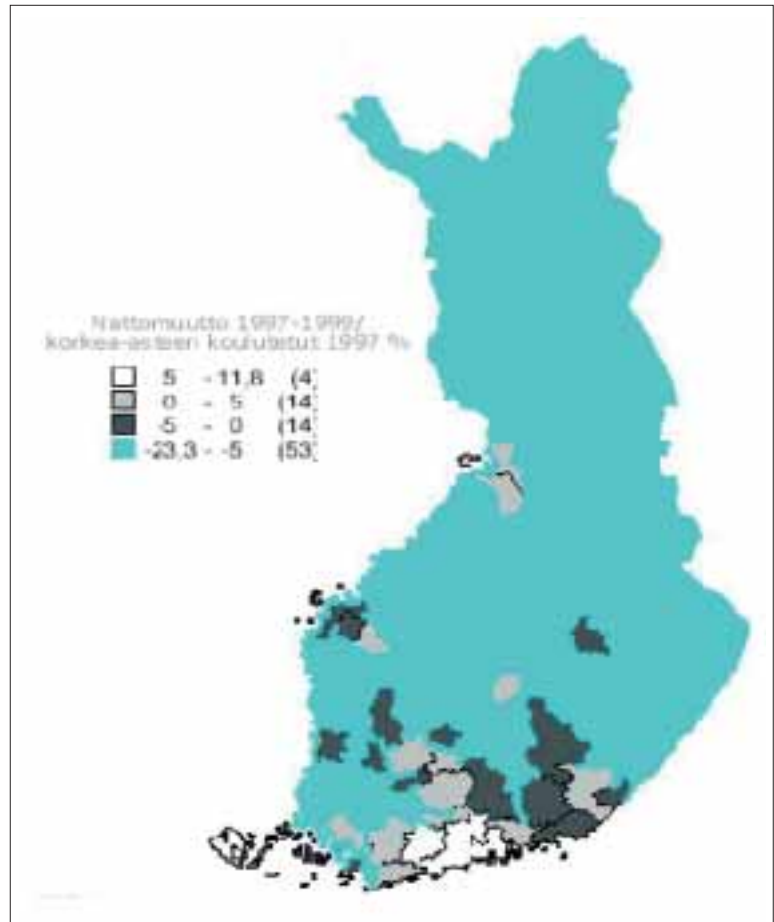
Osaajien muuttoliikkeestä tullut pysyvää

Korkeasti koulutettu väki siirtyy muita helpommin hyvien elinolosuhteiden perään. Ensin muuttoliike johtaa maaseudulta kasvukeskuksiin. Sitten sieltä etelään (**kuva 6**). Ja etelästä ulkomaille. Korkea-asteen koulutettujen vuosittainen nettomuutto Suomesta on tasoittunut noin 500-1000 henkilöön. Siis suurin piirtein samalle tasolle kuin teknillisen korkeakoulun koulutettujen vuosituotto. Koulutettavien liikehdintä on omalta osaltaan muuttanut valtakunnalliset korkeakoulut alueellisiksi ja alueelliset valtakunnalliseksi.

Pääkaupunkiseudun korkeakouluista valmistuvat sijoittautuvat lähes poikkeuksetta työskentelemään pääkaupunkiseudulla. Lappeenrannan teknillisestä korkeakoulusta sekä Vaasan ja Joensuun yliopistoista valmistuvat sijoittautuvat työelämään oman opiskelumaakuntansa ulkopuolelle – heistäkin pääosa pääkaupunkiseudulle. Ammattikorkeakouluista valmistuneiden sijoittautuminen noudattaa samaa suuntausta, joskin heistä sijoittautuu opiskelumaakuntaansa töihin hieman enemmän kuin tiedekorkeakouluista valmistuneista. Korkeakoulutetun työvoiman saanti muodostuu usein raaka-ainevarojen, energiansaannin tai aluepoliittisten syiden perusteella sijoittautuneelle perusteellisuudelle vuosi vuodelta haasteellisemmaksi. Muita paremmat työsuhte-edut eivät pelkästään houkuttele korkeakoulutettuja työntekijöitä perusteellisuuden toimipaikoille. Työntekijät arvostavat lisäksi virikkeellistä ympäristöä, hyviä vapaa-ajanviettomahdollisuuksia sekä hyviä kulkuyhteyksiä. Päämäärätietoisien, jo pitkälti toistakymmentä vuotta tehdyn työskentelyinfrastruktuurin kehittämisen avulla on muun muassa Taalainmaan houkuttelevuutta saatua nostettua niin, että korkeasteen koulutettujen muuttoliike sieltä on huomattavasti hidastunut aikaisemmista vuosista.

Nuorison mielikuvat ohjaavat uravalintoja

Kone- ja laiterakennusteollisuus sekä metalliteollisuus ovat menettäneet houkuttelevuuttaan työpaikkana opiskelijaan aloittavan nuorison mielessä kaik-



Kuva 6. Korkea-asteen koulutettujen nettomuutto seutukunnittain. (Lähde: Tilastokeskus.)

kialla teollistuneessa maailmassa. Korkeakoulutasolla houkuttelevuutta on pyritty lisäämään suunnittelemalla opiskelukokonaisuuksia uudella tavalla ja nimeämällä opiskelukokonaisuuksia kiinnostaviksi. Metallurgia ja metalliteknologia ovat maailman johtavimmissa korkeakouluissa laajentuneet materiaalitieteeksi ja -teknologiaksi jo kauan sitten. Tosin materiaalitiede ja -teknologiakin on opiskelevan nuorison silmissä menettänyt houkuttelevuuttaan. Uutena tutkimuksen haasteena on nano- ja atomiskaalan ilmiöiden ymmärtäminen, joka myös kiehtoo opiskelevan nuorison mielikuvia. Ja luonnollistahan on, että tiede pyrkii selvittämään meille vielä tuntemattoman maailman lainalaisuuksia,

joita korkeakouluopetus sitten siirtää jaostetusti opiskelijoille uusien oivallusten ja toimintojen rakennusaineiksi. Jo aikaisemmin havaitut lainalaisuudet muodostavat ammatillisen yleissivistyksen, jonka välittäminen siirtyy aina vain aikaisemmille opetusjaksoille – ja osa siitä jopa peruskoulun hoidettavaksi. Elektroniikan ja mikroelektroniikan komponenttien kehittäminen, suunnittelu ja valmistaminen perustuu pitkälle samojen ilmiöiden ymmärtämiseen kuin metallien kehittäminen ja valmistuskin. Voisikohan tätä riippuvuutta jotenkin hyödyntää metallinjalokseen liittyvien opetuskokonaisuuksien ja tutkimusalojen houkuttelevuuden lisäämisessä (**kuva 7**)?

Kuva 7. Nuoriso valitsee uransa mielikuviansa pohjalta. Pitkällä aikajänteellä vain todellisuus voi muuttaa mielikuvat.



Metallinjalostuksen muutoksen suunnat

Useat maailmanlaajuiset muutosten suunnat vaikuttavat teollisuuden kehittämiseen Suomessakin. Tuotannon arvoketjut ovat muodostuneet alati muuttuviksi kokonaisuuksiksi. Arvoketjujen päässä olevat asiakkaat ohjaavat tulevaisuudessa metallinjalostuksen tuotteiden kehittämistä nykyistä voimakkaammin. Tämän vuoksi tuotannon on profiloitettava ja joustavoiduttava nykyisestään. Tuotteiden toiminnallisuuden ja älykkyyden lisääntyminen yhdessä koon pienentämisvaatimusten kanssa vaikuttaa siihen, että massamateriaalien tarve vähenee. Samalla uudet tuotteet on siirrettävä mahdollisimman nopeasti normaalituotantoon. On arvioitukin, että tuotesovellustusten mukaisia pitkälle jalostettuja tuotteita alle viisi tuhatta tonnia vuodessa tuottavat metallinjalostusketjut yleistyvät. Tuotantoteknologia korvautuu vähän pääomia sitovalla teknologialla. Tuotantoketjut lyhenevät ja tuotanto vähävaiheistuu. Teollisuuden toimintojen ja tuotteiden ympäristövaikutuksiin kiinnitetään tulevaisuudessa nykyistä huomattavasti enemmän huomiota. Yritysten mielikuvien luonnissa suhtautuminen ympäristöön muodostuu erittäin tärkeäksi. Perus-

teollisuudelle on asetettu puhtaan tehtaan, "nollapäästöjen" tavoite. Tämä tavoite sisältää energiankäytön tehokkuuden parantamisen ja kierrätettävyyden oleellisen lisäämisen. Raudan valmistuksessa hiilen kierrätys on eräs ongelma, johon ratkaisuja on alustavasti pyritty etsimään CO₂-nielujen muodossa.

Kiristynyt kilpailu pääomista suosii suuruuden ekonomiaa. Keskittyminen ydinosaamiseen johtaa osaajien verkottumiseen. Osatoimittajat toimivat enenevästi innovaatioiden lähteinä. Metallinjalostajien toiminnan painopiste tulee väistämättä siirtymään jatkojalostusta kohden joko liittoutumisiin, fuusioihin tai omien toimintojen kohdentamisiin. Asiakkaiden segmentointi yleistyy. Teollisuusmaissa metallinjalostuksen uhkana on siirtyminen vaurauskeskeisyyteen, jossa nautitaan nykyisestä hyvinvoinnista tulevaisuuden kustannuksella. Tuotannossa ja tuotekehityksessä on totuttu jatkuvaan parantamiseen, mikä ei kilpailun kiristyessä enää alkuunkaan riitä tuottavuuden lisäämiseksi. Merkittävät teknologiahyppyt ovat tässä mielessä jatkuvaa parantamista tärkeämpiä. Mutta kuka piiskaa hypyyihin? Tuntuu siltä, että kilpailukyky syntyy vain kriisien kautta. Toisena metallinjalostuksen ongelmana on henkilöstön vanhempiin ikäluokkiin keskittynyt ikärakenne.

Lainatakseni erään metallinjalostuksen tulevaisuutta pohtivan henkilön ajatuksia on metallinjalostuksen muututtava viihteen työvoimaa ei saada. Metallituotteiden markkinat kasvavat Aasiassa, Etelä-Amerikassa ja itäisessä Euroopassa seuraavan viidentoista vuoden aikana. Miten tähän markkinamuutokseen reagoidaan? Ja miten hyödynnetään kasvavien markkinoiden erityispiirteet?

Kehitys vie jatkojalostusta kohden

Metallinjalostajien strategiaryhmä pohti syksyllä 2001 Tekesin teknologiastrategiatarkasteluihin liittyen metallinjalostuksen tulevaisuutta Suomessa ja tulevaisuuden osaamistarpeita kahdenkymmenen vuoden perspektiivillä. Ryhmän näkemykset tulevaisuudesta olivat hämmästyttävän yhtenevät. Kukaan ei tosin pysty tulevaisuutta ennakoimaan oikein – ehkäpä onneksemme – mutta tiettyjä linjauksia voi kuitenkin aavistaa:

Metallinjalostuksen aktiviteetit Suomessa keskittyvät parinkymmenen vuoden perspektiivillä jatkojalostukseen. Kansainvälisten tuotantoverkostojen sisällä työnjako poikkeaa oleellisesti nykyisestä. Tuotannon jalostusketju integroituu voimakkaasti. Liittoutumiset, fuusiot ja yhteistyö lisääntyvät. Toiminnoissa kasvetaan yhdessä. Kauppaterästuotanto kohtaa merkittäviä rakennemuutoksia. Venäjän läheisyyttä hyödynnetään monipuolisesti; työvoiman, raaka-aineiden ja energian saannin osalta sekä laajoina markkinoina. Torniossa hyödynnetään edelleen Kemin ferrokromia.

Osaamisen monipuolisuus tärkeintä

Metallinjalostus tulevaisuuden kilpailukyky edellyttää hyvin monipuolista osaamista: automaatiota, säätötekniikkaa, mittaustekniikkaa, tietotekniikkaa, logistiikkaa, taloustieteitä, juridiikkaa, laatujohtamista, systeemianalyysia, materiaali-teknologiaa, metallurgiaa, johtamistaitoja, kannustavuutta, yhteensaattamisen kykyä, työhön sitouttamisen kykyä, oman osaamisen jakamisen taitoja, toisten taitojen hyödyntämisen taitoja, asiakkaiden arvoketjujen liiketoimintojen ymmärtämistä ...

Metallinjalostuksen houkuttelevuuden lisäämiseksi opiskelukokonaisuuksia tulee kehittää merkittävästi samoin kuin teollisuuden työskentely-ympäristöjä. Tarjoamalla miellyttäviä kesä- ja harjoittelupaikkoja metallinjalostus voi lunastaa nuorten toiveita. Helppoja keinoja kilpailun voittamiseksi ei ole. Ehkäpä Charles Darwinin havaintoa lajin kehittymisestä voi soveltaa myös metallinjalostukseen; hengissä säilyy muutoksiin sopeutumiskykyisin, ei vahvin eikä älykkäin. □

Kova-Kromi

Kova-Kromi Oy Hårdkrom Ab

PINNOITTEET PAPERITEOLLISUUDELLE

- Kovakromi
- Kromi 600
- CA-Kromi
- StellComp
- PPAW hitsaus
- Detonaatiopinnolit
- Teflon®
- KromiTeflon
- Teflon®-sukat
- Mylon



Paperikoneen telat, sylinterit, lohkorootoripumput, perälaatikot, imulaatikon kannet, huulillistat, foillistat, pääilystyssauvat, palioventtiilit, sihtirummut, poksitiivisteiden holkit, alumiiniset narupyörät ja tuloputkistot.

Kova-Kromi Oy
Hankkija 2, 01390 VANTAA
Puhelin: 09 8700510 Faksi: 09 2792656
www.kova-kromi.fi sales@kova-kromi.fi

AHLSTAR™-prosessipumpun huoltosarjat on esillä avoimissa kartonkipaketeissa. Paketeissa on nähtävissä erilaisia osia, kuten akselivälit, tiivisteet ja laakerit. Osat ovat metallisia ja näyttävät hyvin huollettuilta. Paketeissa on myös ohjeita ja teknisiä tietoja.

AHLSTAR™-prosessipumput – Huoltosarjoilla helppoutta pumpun huoltoon.

The Heart of Your Process

SULZER

Pumpun huolto sujuu joustavasti, kun kaikki tarvittavat osat ovat helposti saatavilla. AHLSTAR™-prosessipumppujen pienosista (orenkaat, tasotiivisteet jne.) kootut huoltosarjat yksinkertaistavat ja nopeuttavat huoltotöitä kuten juoksupyörän tai sivulevyn vaihtoa, laakeroinnin tai dynaamisen tiivisteiden huoltoa jne.

Kukin sarja sisältää tietyssä huoltotyössä tarvittavat pienosat. AHLSTAR™-prosessipumppujen moduulirakenteen ansiosta sama sarja sopii moneen pumpputyypin ja -kokoon. Näin osien varastointitarve ja varaosakulut pienenevät. Ostamista helpottavat huoltosarjojen omat nimikenumerot. Tukevan pakkauksen ja selkeiden merkintöjen ansiosta sarjojen varastointi ja käyttö on helppoa.

Pumppua huollettaessa tulisi aina käyttää uusia, alkuperäisiä varaosia. Näin huollettu pumppu toimii luotettavasti ja samalla sen huoltokustannukset alenevat.

Edut asiakkaalle:

- Kaikki pumpun tietyssä huoltotyössä tarvittavat pienosat yhdessä paketissa
- Tarvittavat huoltosarjat helppo määrittää, tilata ja varastoida
- Uusien alkuperäisosien käyttö takaa pumpun luotettavan toiminnan

Lisätietoja osoitteesta
Metals-info.pumps@sulzer.com



MITÄ opiskellaan - ja MIKSI?



Tekniikan ylioppilas Aino-Ilona Juntti Tampereen teknillisestä korkeakoulusta toi metallinjalostajien päiville Hämeenlinnassa uusia, tuoreita näkökantoja vuoriteollisuusalan arvostuksen ja tulevaisuuden ympärillä käytävään keskusteluun. Hänen mielipiteitään kuunteli parisensataa alan edustajaa. Tässä Aino-Ilonan puheenvuoro kokonaisuudessaan.

Hyvää iltapäivää hyvä metalliväki!

MINUN NIMENI ON AINO-ILONA JUNTI ja minulla on suuri kunnia olla tänään täällä edustamassa metallialan opiskelijoita. On ilo huomata, että opiskelijoiden ajatuksista ollaan kiinnostuneita alan vaikutusvaltaisissakin piireissä ja haluan kiittää Tampereen materiaalitekniikan opiskelijoiden puolesta tästä mahdollisuudesta. Puheenvuoroni tarkoitus on välittää tämän päivän opiskelijoiden ajatuksia ja toiveita sekä opiskelusta että työelämästä. Lisäksi minua pyydettiin selvittämään minkälaiset asiat ohjaavat opiskelijoiden kiinnostuksia ja miten metallialan vetovoimaisuutta opiskelijoiden parissa voitaisiin lisätä. Olenkin viimeaikoina pohdiskellut näitä asioita ja kuunnellut muiden opiskelijoiden ajatuksia. Olen oppinut, että opiskelijan suuntautuminen ja muut valinnat voivat perustua tavattoman pieniin asioihin. Tulevaisuus voi siis olla hyvin pienestä kiinni.

PÄIVÄN AIHE, TULEVAISUUDEN KILPAILUKYKY, on erittäin tärkeä asia kaikkien täälläkin edustettuina olevien ryhmien kannalta. Aihe koskettaa myös meitä opiskelijoita, koska tulevaisuuden kilpailukyky riippuu väistämättä nykyisten ja tulevien opiskelijoiden edesottamuksista. Kuitenkin ennen kuin opiskelijat pääsevät vaikuttamaan omalla panoksellaan on tapahtunut jo paljon. Opiskelijoita varten on koottu opintokokonaisuuksia. Tämän työn tekevät pääasiassa alansa hyvin tuntevat professorit. He ovat myös

perillä alan työllistäjien toiveista. Niinpä opiskelijat opiskelevat tähtäimessään tutkinto ja työllistyminen. Tai ehkä nämä pitäisi asettaa toiseen järjestykseen, eli työllistyminen ja tutkinto.

OPISKELIJAT KUITENKIN HARVOIN pysähtyvät ajattelemaan miksi kokonaisuudet ovat sellaisia kuin ne ovat tai mitä hyötyä opituista asioista voisi tulevaisuudessa olla. Opiskelijoilta puuttuu usein tieto siitä minkälaisia työtehtäviä alalla on lopulta tarjolla. Tämän seurauksena opetettavat asiat saattavat helposti jäädä teorian tasolle. Opetukseen ja opiskelun yhteyteen olisi hyvä saada enemmän kosketusta käytännön kanssa, koska opiskelijan on helpompaa kiinnostua opiskelemistaan asioista jos ne luovat innostavia ja konkreettisia mielikuvia. Koulussa opetuksen suuntaa pyritään ohjaamaan tulevia tarpeita vastaavaksi. Opiskelijan kannalta on tärkeää että koulutus palvelee mahdollisimman hyvin opiskelijaa, jotta opiskelijasta kehittyä mahdollisimman hyvä työntekijä. Samalla koulutus palvelee myös työelämän tarpeita ja tähtää teollisuuden kilpailukykyyn säilyttämiseen mikä usein nähdään koulutuksen ensisijaisena tarkoituksena. On tärkeää, että opintoja koskevia päätöksiä tekevät ihmiset joilla on hyvät yhteydet sekä opiskelijoihin että teollisuuden johtokiloihin.

VAIKKA OPISKELIJA EI AINA ITSE OLE AIVAN VAKUUTTUNUT opiskele miensa asioiden tarkoituksenmukaisuudesta hän on kuitenkin hyvin perillä työ-

elämän vaatimuksista. Lähes poikkeuksetta työpaikkailmoituksissa toivotaan hyvää kielitaitoa, sosiaalista osaamista, atk-taitoja ja työkokemusta. Työelämä asettaa näin opiskelijoille selkeitä tavoitteita joihin pyrkiä. Osoituksena työnantajien vaikutusvaltaisuudesta opiskelijat pyrkivät täyttämään työelämän toiveet ja vaatimukset ollakseen kilpailukykyisiä työmarkkinoilla. Työnantajien vaikutusvaltaa ei voi kiistää, mutta se tuo mukanaan myös vastuuta. Opiskelijoiden mielenkiinnon herättäminen on suurelta osin alan työnantajien ja opetushenkilökunnan vastuulla. Tästäkin syystä yhteistyö näiden tahojen välillä on erityisen tärkeää. Opiskelijat kaipaavat selkeitä viestejä oman päätöksentekonsa tueksi ja tämä tarve on erityisen suuri opiskelijien alkupuolella.

OPISKELIJOIDEN TYÖELÄMÄÄN KOHDISTUNUT TIEDONJANO ON SUURI ja sen tyydyttäminen kannattaa ottaa tavoitteeksi, koska tiedottamisen avulla opiskelijan motivaatiota ja samalla alan vetovoimaisuutta pystytään parantamaan. Tiedottaminen on parhaimmillaan silloin kun se tapahtuu tilanteissa joissa opiskelijat kohdataan yksilöinä ja heillä on mahdollisuus osallistua keskusteluun. Nykyisellään tällaisia tilaisuuksia on tarjolla rajoitetusti.

MIELEENI TULEVAT KILLAN JÄRJESTÄMÄT EKSURSIOT, joihin aina sisältyy muutamia yritysvierailuja, osaston järjestämä opintojen suuntaamismahdollisuuksia käsittelevä infotilaisuus, jossa on myös ollut paikalla muutamia teollisuuden edustajia sekä yritysten järjestämät, mutta ainakin meillä melko harvinaiset rekrytointitilaisuudet. Tältä pohjalta ei ole suurikaan yllätys, että työelämän tuntemus opiskelijoiden parissa on paikoin hyvin pinnallista. Metallialalla tämä on tuskin eduksi, koska yleinen mielikuva alasta ei ole erityisen imarteleva tai moderni. Vanhahtavat käsitykset ovat yhä yllättävän voimissaan ja ne olisi saatava kitketyksi pois opiskelijoiden parista, jotta mielenkiinnon herättäminen alaa kohdalla olisi helpompaa.

PARHAITEN OPISKELIJOIDEN PARISASTA PYSTYY HERÄTTÄMÄÄN KIINNOSTUSTA kertomalla heille asioita jokapäiväisestä työnteosta ja siitä mihin tällä toiminnalla pyritään. Kertomalla opiskelijoille alan teollisuuden ja tutkimuksen tulevaisuuden suuntauksista ja tarpeista, tarjotaan opiskelijoille mahdollisuus kiin-

nostua alasta ja syy asettaa itse itselleen motivoivia tavoitteita. Myös opetettavat asiat saattaisivat avautua aivan eri tavalla jos opiskelija osaisi paremmin liittää niitä aikaisempaan tietämykseensä ja sitä kautta käytäntöön.

MIELESTÄNI ON VARSIN YMMÄRRETTÄVÄÄ, että nuoret lukiolaiset ovat nykyään kiinnostuneita esimerkiksi tietotekniikasta perinteisten toivealojen lisäksi. Yhtä ymmärrettävää on se, että harva lukiolainen tuskin edes osaisi olla kiinnostunut materiaaleista. Niitä kun ei juurikaan lukiossa käsitellä ja vaikka monet eri materiaalit ovat läsnä kaikkialla ei niiden parissa voi puuhastella samalla tavoin kuin tietokoneiden tai autojen. Useista muista aloista on huomattavasti helpompi kiinnostua. Tästäkin syystä alalle jo hakeutuneet opiskelijat on tärkeää pystyä motivoimaan ja pitämään alalla.

MITEN METALLIALALLE SITTEEN SAATAISIIN HAKEUTUMAAN keskimääräistä parempaa opiskelija-ainesta? Tämä onkin jo vaikeampi kysymys. Tällaiseen tavoitteeseen tuskin päästäisiin vaikka alan koulutukseen pääsyn pisterajoja korotettaisiin tai asetettaisiin jokin ehdoton alaraja. Tavoitteeseen kannattaakin pyrkiä useammalla kuin yhdellä tavalla. Yksi toimiva lääke olisi varmasti yleisesti koko materiaalialan imagon parantaminen. Yleensähan kunnianhimoisimmat opiskelijat hakeutuvat arvostetuimmille aloille joihin pääsemisestä ollaan valmiita kilpailemaan kovaakin. Tätä kunnianhimoista opiskelija-ainesta on totuttu pitämään keskimääräistä parempana ja varmasti näin onkin. Jos materiaaliteknikan maine haasteellisena, luonnontieteellisenä ja monimuotoisena opintosuuntana kasvaisi ja leviäisi, hakeutuisi alalle varmasti entistä kunnianhimoisempaa ja määrätietoisempaa opiskelija-ainesta. Mahdollisimman hyvätasoinen opiskelija tarjoaa tietysti hyvät lähtökohdat oppimiselle, mutta toisaalta tulevaisuuden haasteisiin voidaan vastata edesauttamalla alan opiskelijoiden kehittymistä entistä sopivammiksi alan työtehtäviin. Mielestäni soveltuvuus alalle on yhtä tärkeää kuin keskimääräistä parempien opiskelulähtökohtien omaaminen. Nämä ovat tietysti molemmat asioita joita on hyvin vaikea määrittellä tai mitata, mutta joka tapauksessa työnantajat ja opetushenkilökunta pystyvät omalla panoksellaan lisäämään alan opiskelijoiden soveltuvuutta tuleviin tehtäviinsä. Tarkoitukseen sopivuushan on erinomainen kilpailukyvyyn parantaja ja vaikka tällainen sanapari kuulostaakin hieman opiskelijaa esineellistävältä, niin tavoite on jälleen yhteinen. Opiskelijathan pyrkivät täyttämään työnantajien odotukset ja työnantajat taas pyrkivät palkkaamaan mahdollisimman hyvin heidän tarpeisiinsa sopivia työntekijöitä. Mitkä sitten ovat alalle erityisen hyvin sopivan työntekijän ominaisuuksia ja minkä-

laista koulutus- ja kokemuspohjaa häneltä toivotaan, on jokaisen työnantajan määriteltävissä. Näin tulemme jälleen metallienjalostuspäivien tärkeään tarkoitukseen – alan teollisuuden, tutkimuksen ja koulutuksen väliseen yhteistyöhön. Yhteistyön jatkuvan parantamisen ja uusien yhteistyömuotojen löytämisen merkitys tulee tuskin koskaan vähenemään. **KUTEN JO ALUSSA MAINITSIN, Keskustellessani muiden opiskelijoiden kanssa** niistä asioista joiden seurauksena he opiskelevat nykyään mitä opiskelevat, huomattavin yhteinen tekijä oli se, että päätökset tietyn suuntautumsvaihtoehdon valitsemiseksi tehdään ehkä mitättömiltäkin vaikuttavin perustein. Voisi sanoa, että opiskelijat eivät välttämättä erityisesti päättäneet suuntautuvansa tietylle alalle, vaan paremminkin he ajautuvat monien eri kokemusten ja mielikuvien saattelemina omalle alalleen. Vain harvoilla on jo opiskelemaan tullessaan vahva mielikuva eri suuntautumsvaihtoehdoista joita koulutusohjelma pitää sisällään tai siitä mitä itse haluaisi tehdä. Kun suuntaa haetaan kokemuksen ja mielikuvien perusteella on niihin vaikuttaminen tärkeää. Pienimuotoinen kilpailu opiskelijoiden mielenkiinnosta olisi omiaan lisäämään alan vetovoimaisuutta.

OPISKELIJAN TOIVOMUSLISTALLA TYÖELÄMÄN SUHTEEN ensimmäisenä on tietysti työllistyminen ja mieluiten vakituisen työpaikan saaminen valmistumisen jälkeen. Tähänhän opiskelija tähtää koko opiskelunsa ajan. Muuten opiskelijoiden toiveet työelämän suhteen eivät poikkea juurikaan teidän toiveistanne. Odotukset pohjautuvat kokemukseen siitä mikä on kohtuullista eli opiskelun aikana syntyneeseen mielikuvaan siitä mitä voi alalta odottaa. Jos mielikuva alasta lu-

paa todennäköisen työllistymisen sekä mielenkiintoisia ja haasteellisia työtehtäviä on sen vetovoima moninkertainen verrattuna alaan josta ei ole selkeää mielikuvaa tai joka ei muuten vaikuta mielenkiintoiselta. On tärkeää herättää opiskelijoissa odotuksia, mutta niiden täytyy tietysti perustua todellisuuteen, jotta ne toimivat alan ja työnantajan edun mukaisesti.

YRITYSTEN KANNATTAISI MIETTÄÄ miten heillä vastataan työntekijöiden toiveisiin ja pyrkii kehittämään omia heikkouksiaan. Kesätyöntekijäksi taloon tullut nuori on erinomaisen objektiivinen tarkkailija ja heillä kannattaa teettää kattaviakin kyselyitä, joiden pohjalta voi sitten pyrkiä parantamaan omaa toimintaansa muun muassa rekrytoimisen, työn mielekkyyden ja työilmapiirin suhteen. Tälläkin tavoin luodaan positiivista ja dynaamista mielikuvaa joka välittyy opiskelijoille varmasti ja vaikuttaa mielikuviin tehokkaasti. Hyvin usein kesätyöntekijöiden ja harjoittelijoiden palkkaamiseen ei kuitenkaan suhtauduta samalla vakavuudella kuin jos oltaisiin palkkaamassa vakituista työntekijää. Opiskelija kuitenkin toivoo asiallista kohtelua, joskaan ei aina sitä uskalla odottaa. Kokemukset viihtyisistä työyhteisöistä, mieluisista työtehtävistä ja kesätyöntekijän kohtelemisesta tasavertaisesti vakituisen työntekijöiden kanssa kiirivät kauas. Reilun työnantajan arvostus on korkea. Vastaaavasti leviävät opiskelijoiden parissa tarinat huonoista ja masentavista kokemuksista.

OPISKELIJOILLA KUTEN KAIKILLA IHMISSILLÄ ON MYÖS TYÖELÄMÄN ULKOPUOLISIA TARPEITA. Mahdollisuuksien mukaan näiden huomioon ottaminen on hyvin tehokas kilpailutekijä kilpailtaessa parhaista työntekijöistä. Sa- →

Metallinjalostuspäivien osanottajia tutustumassa Sinkki kolmosen ohjaamoon 18.4.2002 Rautaruukki Steel, Nauhatuotteet Hämeenlinnan tehtaalla. Kuva: Rautaruukki.



malla luodaan imagoa välittävänä työnantajana ja parannetaan mahdollisesti yleistä mielikuvaa koko alasta. Koska tällaisten inhimillisten seikkojen huomioiminen toiminnassa on kannattavaa monessa muussakin mielessä, ei siihen tarvitse panostaa pelkästään imagosyistä.

SEKÄ OPISKELIJOILLA ETTÄ KAIKILLA METALLIALAN SIDOSRYHMILLÄ ON VIIMEKÄDESSÄ YHTEISET INTERESSIT. Kaikki tahot pyrkivät viemään kehitystä eteenpäin ja pitämään toiminnan kannattavana. Opiskelijat tuovat panoksensa tähän työhön viimeistään valmistumisen jälkeen työelämään siirtyesään. Yhteisten tavoitteiden kannalta on edullista, että opiskelijat ovat mahdollisimman hyvin valmistautuneita kun he siirtyvät palvelemaan eri työnantajia. Aikaisempi alan työkokemus on opiskelijalle korvaamaton opettaja ja kannustaja. Se myös valmistaa opiskelijaa työelämään ja usein työstä saaduilla tuloilla rahoitetaan tulevaa opiskeluvuotta.

OPETTAVAISSA KESÄTYÖPAIKASSA opiskelija pääsee kehittämään itseään entistä paremmaksi tulevaisuuden osaajaksi ja työn tarjoaja saa tilaisuuden kehittää imagoaan kiinnostavana ja empaattisena työnantajana. Työkokemus palvelee kaikkia tahoja ja siksi työnantajien kannattaa ehdottomasti pyrkiä tarjoamaan kesätöitä opiskelijoille.

KOSKA METALLIALA ON MIELENKIINTOINEN JA KIEHTOVA ALA kannattaa

meidän kaikkien sen edustajien ehdottomasti jakaa tietoa alasta asiasta vielä tietämättömille. Asiasta kuin asiasta on vaikea kiinnostua jos ei siitä tiedä juuri mitään. Oma käsitykseni on, että ala pystyy myös täyttämään suuntautumistaan pohdiskelevan opiskelijan odotukset ja tarjoamaan kiinnostavia työtehtäviä, mutta opiskelija ei välttämättä tätä itse keksi. Siksi alan teollisuuden tulisi etunenässä välittää tätä tietoa opiskelijoille. Tietysti sekä korkeakoulujen että muiden sidosryhmien kanssa yhteistyötä tehdessä.

KAIKKI TAHOT VOIVAT OSALLISTUA ALAN VETOVOIMAN LISÄÄMISEEN ja olisi hyvä jos näin tapahtuisikin. Opiskelijoiden kiinnostus työnantajia kohtaan tulee varmasti säilymään ja ekskursioita tullaan järjestämään jatkosakin. Opiskelijat ovat myös viimeaikoina pyrkineet lisäämään panostaan muun muassa juuri kesätyöasioissa ja pyrkineet kertomaan yrityksille teekkarien osaamisesta ja harjoittelijoiden palkkaamisen eduista *teekkareille kesätöitä* -kampanjan nimissä. Sama linja tulee varmasti jatkumaan ja opiskelijat pyrkivät entistä enemmän vaikuttamaan heitä koskeviin asioihin. Korkeakouluissa tullaan toivottavasti jatkosakin suuntaamaan opetusta niin, että se mahdollisimman hyvin vastaisi teollisuuden, tutkimuksen ja opiskelijoiden tarpeita. Tämän lisäksi koulujen tulisi tiivistää yhteistyötään alan teollisuuden ja tutkimuslaitosten kanssa niin, että opiskelijat-

kin pääsisivät siitä osallisiksi mahdollisimman aikaisessa opintojen vaiheessa. Opiskelijalle yhteistyö voisi näkyä vaikka vierailuluentojen tai vapaamuotoisempienkin tilaisuuksien määrän lisääntymisenä. Työnantajat voisivat sekä yrityskohtaisesti että yhteistyössä pyrkiä parantamaan alan imagoa – keinoja tähän on varmasti jo keksittyäkin. Voimavarat kannattaa suunnata ensisijaisesti opiskelijoiden informoimiseen, mutta ei olisi myöskään huono ajatus pyrkiä parantamaan esimerkiksi lukioiden opettajien tai opinto-ohjaajien tietämystä teollisuudesta ja teknillisistä aloista. Työnantajien kannattaisi myös keskittyä oman vetovoimaisuutensa lisäämiseen työnantajana. Opiskelijat ovat kiinnostuneita sellaisista työpaikoista joissa nykyisetkin työntekijät viihtyvät.

METALLIALAN VETOVOIMAISSUUDEN LISÄÄMISPYRKIMYS ja siihen tähtäävät hankkeet toimivat kaikkien osapuolten etujen mukaisesti, joten motivaatio tähän yhteiseen tavoitteeseen pyrkimiseen on varmasti olemassa. Toivottavasti tämä yhteistyö kantaa tulevaisuudessa runsaasti hedelmää ja edistää kaikkien osapuolien menestystä.

HALUAN KIITTÄÄ vielä kaikkia kuuntelemisesta ja tilaisuuden isäntiä tällaisen mahdollisuuden tarjoamisesta. Toivottavasti tulette tulevaisuudessa kuulemaan vielä useita opiskelijan puheenvuoroja. Kiitos. □

FROM MINE TO MARKET
WITH SKILL AND CARE

KEMIRA

Kemphos
P.O.Box 20
FIN-71801 SIILINJÄRVI

Tel: +358 10 86 1215
Fax: +358 10 862 6795
E-mail: kemphos@kemira.com



Savcor-konsernin
toimitusjohtaja
Hannu Savisalo.

Savcorin ideat eivät ruostu

Huomattava osa maailman kännyköiden tiestä markkinoille käy Savcorin pinnoitustehtaiden kautta. Savcor Coatingsin monikerrospinnoitteet takaavat matkapuhelimille suojauksen radiotaajuisilta häiriöiltä. IT-boomin myötä Coatingsin yhteistyö Nokian ja muiden kännykänvalmistajien kanssa on tehnyt Savcorin nimen tutuksi muillekin suomalaisille kuin mikkeliiläisille.

TEKSTI: BO-ERIC FORSTÉN KUVA: LEENA FORSTÉN

Elektroniikkakomponenttien suojaaminen sähkömagneettiselta säteilyltä on kuitenkin vain osa Savcorin tietotaidosta ja kyvystä löytää ja hyödyntää innovaatioita eri teollisuuden aloilla.

Savcor on runsaan kahdenkymmenen vuoden olemassaolonsa aikana ehtinyt olla monessa mukana ja voidaan hyvällä syyllä luokitella korkean teknologian monialayritykseksi. Tarina yhtiön nopeasta noususta tyhjästä globaalisti toimivaksi hi-tech yritykseksi on yhtä kiehtova kuin sen perustajan ja toimitusjohtajan, Hannu Savisalon persoona.

Savcorin syntymävaihetta Hannu Savisalo kuvaa seuraavalla tavalla:

”Kaikki lähti liikkeelle vuoriosastolta Otaniemessä. Toisen vuosikurssin teekarina minuaun iski korroosiokuume. Silloisen metallurgiaprofessorin Matti Tikkanen opetusmenetelmänä oli, että ensin on saatava kuulijansa innostumaan, sitten vasta tulee tappavan tiedon jakamisen vuoro. Täten saadaan ihmiset tekemään sellaista mitä he todella haluavat.

Tällaiseen koukkuun minä menin silloin korroosiotekniikan erikoisopettajana toimineen Seppo Yläsaaren innostamana. Minä toimin hänen assistenttinaan. Seppo Yläsaaresta tuli sitten korkeakoulun ensimmäinen korroosiotekniikan professori ja minusta monialayrittäjä. Valmistumisen jälkeen toimin tutkimusinsinöörinä Insinööritoimisto Cormet Oy:ssä, jonka Yläsaari ja Tikkanen olivat rakentaneet korroosioneston ympärille.

Olen luonteeltani pragmaattinen ja ensimmäiseltä vuosikurssilta lähtien oli selvä missä päin Suomea tulisin elämäntyöni suorittamaan. Olin tavannut tulevan vaimoni Ullan, kansantaloustieteen opiskelijan ja mikkeliiläisen maatalon tyttären. Koska metallurgian mahdollisuudet löytää koulutustaan vastaava työpaikka Mikkeliin seudulta olivat varsin rajoitetut päätin ryhtyä maanviljelijäksi. Maanviljelyn ohella jatkoin toimimista korroosiotekniikan konsulttina.

Kun sitten päätin lopullisesti hyödyntää mitä olin alasta opiskellut ja oppinut pe-

rustimme Ullan, opiskelukaverini Martti Pulliaisen ja hänen Leena-vaimonsa kanssa Savcorin vuonna 1981. Martti Pulliainen on tänään ryhmän tuotekehitysjohtaja ja hänellä on ollut suuri vaikutus yhtiön kehitykseen.

Suuntaviivat yrityksen toiminnalle olivat ennalta selvät. Tähtäsimme suoraan kansainväliseen toimintaan. Suomi on pieni kansantalous. Lisäksi vähäsuolaisen ilmastomme ansiosta meillä ei yleensä koeta korroosiota suurena ongelmana. Puunjalostusteollisuudelle tehokas korroosionesto on kuitenkin tärkeää ja puunjalostus oli tuolloin Suomen ainoa globaali teollisuudenala. Niinpä Savcorin mielenkiinto keskittyi siihen.

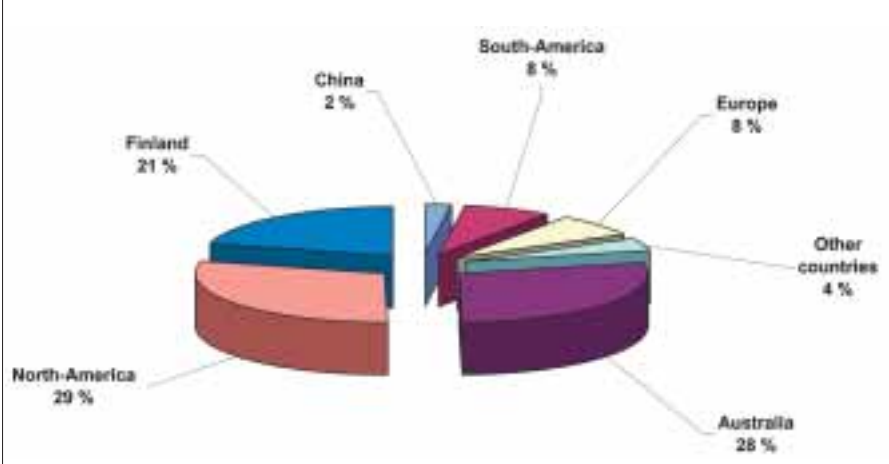
Tuotteeksi olimme kehittäneet järjestelmän, joka sähkökemiallisin keinoin antaa laitteistolle hyvän korroosiosuojan. Ensimmäinen ns. Savcor APS (Anodic Protection System)järjestelmä asennettiin Metsä-Botnian Kaskisten tehtaalla vuonna 1983. Iso samanlainen projekti Portugalissa 1986 takasi meille sitten kansainvälisen läpimurron.

Seuraava liiketoiminta-alue avautui muutamaa vuotta myöhemmin kun asensimme järjestelmämme isoon sellutehtaan Grand Prairie'en Albertassa. Ajaesani kuudetta tuntia Edmontonista tehtaalle rupesin miettimään miten meidän väkemme pystyy Mikkelistä käsin neuvomaan asiakasta, kun tämä soittaa ja kysyy miksi laite ei toimi. Päätimme kehittää kauko-ohjausjärjestelmän, jonka avulla Mikkeliin tiedetään reaaliajassa miten laite toimii Albertassa. Valmiita ratkaisuja ei vuonna 1987 ollut tarjolla, joten palkkasimme IT-miehiä rakentamaan järjestelmää. Savcor on kaukovalvonnan todellinen pioneeri. Hanke toteutui hyvin ja kaupanpäällisinä meillä oli kuuden miehen IT-tiimi. Yksi tiimin jäsenistä oli metsäinsinööri. Hän pani alulle kehitystyön, jonka tuloksena markkinoille tuotiin puun tietokoneistetut mittauslaitteet sekä puun hankintaan ja metsien inventointiin tarkoitetut tietokonejärjestelmät. Nyt Savcorin ERP-järjestelmät ovat käytössä lähes kaikilla Suomen yksityisaloilla. Niiden avulla löytyvät helposti mm. leimikot, jotka vastaavat parhaiten vallitsevaan hintatilanteeseen.

Metsäyhtiöiden autokuljetuksille kehitetty logistiikkajärjestelmä sai meidät pohtimaan materiaalikuljetusten logistiikkaratkaisuja laajemminkin. Syntyi langattomaan tietoliikenteeseen keskittyvä Savcor One Oy, kansainvälisen logistiikan paikannus- ja on-line tietojärjestelmiä kehittävä yritys.

Kaikki kolme, Pulp and Paper, Forest ja Savcor One, kasvavat nopeasti. Viidestä liiketoiminta-alueestamme kaksi on kooltaan ylittse muiden. ART (Advanced Rehabilitation Technology) ja Coatings vastaavat noin 80 prosentista liikevaihdostamme ja molemmat ovat erittäin voimakkaassa kasvussa, toteaa Hannu Savisalo tyytyväisenä. □

Savcor Group turnover by geographic areas in 2001



Savcorin liikevaihto jakautui näin vuonna 2001. Kuluvana vuonna Kiinan osuus kasvaa eniten.

Infrastrukturi leipäpuuna

"Koko maailman infrastrukturi on rappeutuneessa. Julkistaloudessa on nykyisin tärkeintä, että hinta on mahdollisimman alhainen. Toiminta on hyvin lyhytnäköistä. Kukaan ei vastaa siitä, mitä tapahtuu muutaman vuoden kuluttua. Työn halvalla suorittanut firma on ehkä mennyt konkurssiin ja hankintapäätöksen tehnyt virkamies vetäytynyt eläkkeelle. Valoisa puoli tässä on, että tämä kehitys takaa Savcorin ART-toiminnalle yhä laajenevat markkinat", toteaa toimitusjohtaja Hannu Savisalo.

ART-konsepti on rakennettu sähköisen korroosioneston ympärille ja sopii kaikkiin teräs- ja betonirakenteiden kunnostamisiin.

"Löysimme markkinaraon siitä, että kukaan ei oikeastaan ole kokonaisvaltaisesti panostanut itse korroosioneston toteuttamiseen, vaikka monentasoisista laitevalmistajaa ja toimittajaa kyllä löytyy. Meidän valtiimme on, että tarjoamme asiakkaalle täyden palvelun. Tiedämme mitä tehdä, suunnitella, rakentaa järjestelmät ja laitteet, ja asennamme ne, vastaamme niiden toimivuudesta ja, mikä tärkeintä, korjaamme rappeutuneen rakenteenkin. Meidän miehemme kiipeävät torneissa ja siltojen rakenteissa laitteita asentamassa. Otamme suunnittelussa huomioon kaikki erikoisolosuhteet ja pyrimme toimimaan asiakkaan toiveiden mukaan. Tämä lähestymistapa on antanut tulosta. Mitä vaikeampi tehtävä sitä paremmat mahdollisuudet meillä on saada työ", selittää Hannu Savisalo.

Savcorin ART-järjestelmä onkin valloittanut merkittäviä markkinoita - kaukana kotimaasta.

"Suomen infrastrukturi ei tosiaan pystyisi meitä elättämään. Karrikoiden voi-

daan sanoa, että maassamme on muutama tie ja pari siltaa. Lisäksi elämme suolattoman veden äärellä, teiden kunnossapidossakin suolaa käytetään harkiten", Hannu Savisalo toteaa.

Markkinoiden tekijä onkin suola. Parhaat apajat korroosioneston taitajille löytyvät isojen suolaisten merien ääreltä ja yleensä paikoista, joissa suolan kanssa ei kitsastella.

"Esimerkiksi Montrealissa lumenpoistokalusto on korvattu suolalla. Sellainen näkyy väistämättä betonirakenteiden kestävyudessa", huomauttaa Hannu Savisalo.

Yhtiön tärkeimmät ART-markkinat ovat Australiassa, Japanissa ja Pohjois-Amerikassa.

Referenssiluettelo on komeaa luettavaa. Siitä löytyy teollisuuslaitoksia ja voimalaitoksia, myös ydinvoimaloita, julkisia rakennuksia, satamalaitoksia, telakoita, maantie- ja muita siltoja maailman joka puolelta.

Yhtiön näyttävimpiin saavutuksiin kuuluu Sydneyn oopperatalon kunnostaminen.

"1990-luvun puolivälissä havaittiin pahoja korroosiovaurioita tämän maailman kuulun rakennuksen perustuksissa. Me pystyimme esittämään ratkaisun, jossa pilareja, joilla talo seisoo, voitiin Savcor EPS:n (Electrochemical Protection System) avulla keventää. Tämän ansiosta pilareiden käsittelyyn tarvittavat nosturit löytyivät Australiasta, muuten niitä olisi pitänyt hakea Euroopasta saakka. Näinkin säästy paljon rahaa", kertoo Hannu Savisalo.

Perustusten jälkeen talon tunnusomaiset kattosiivekkeet tulivat korjausvuoroon.

"Olimme antaneet vakuuttavan työnäytteen, mutta ratkaisevinta tämän toisen urakan saannissa oli se, että sitouduimme suorittamaan korjaustyöt turisteilta huomaamatta. Oopperatalon korkeimmat "purjeet" ovat 60 m korkeita. Teknisesti vaativa telineratkaisumme oli poikkeuksellisen innovatiivinen, helposti siirrettävissä. Miehemme olivat rakennelmien kimpussa ainoastaan öisin, klo 22-06. Päiväsaikaan talo oli normaalissa käytössä; on laskettu, että taloa valokuvaa päivittäin 5000 turistia, kävijöitä on kymmeniä tuhansia! Oopperatalo on yksi kohde muiden joukossa, mutta kiellettyä talon tunnettuus maailmalla ei ainakaan ole ollut meille taakaksi. Kaiken lisäksi talon käyttötarkoitus istuu erittäin hyvin siihen kuvaan, jonka haluamme Savcorista antaa, toteaa baletin ja musiikin ystävä Hannu Savisalo. □

TEKSTI: BEF

Coatings asettui Mikkeliin

Ryhmän kuopuksen, Savcor Coating-sin nopea nousu IT-teollisuuden tärkeäksi yhteistyökumppaniksi on saanut runsaasti julkisuutta Suomen medioissa. Yrityksen synnyin historia on myös sangen erikoinen. Näin kertoo Hannu Savisalo:

Kaj Pischow, joka, kuten minäkin, opiskeli metallurgiaa Otaniemessä, tuli vuonna 1995 tänne Mikkeliin esittämään minulle ehdotuksen. Hän oli perehtynyt magnetronsputterointiin perustavaan pinnoitustekniikkaan opiskeluaikasta alkaen. Kaj ilmoitti minulle, että tästä pitää tehdä bussinesta.

Hänellä oli teollistamissuunnitelmat valmiina. Hän oli myös löytänyt Riihimäeltä kiinteistön, jossa tuotannon voi-

si aloittaa.

Vastasin hänelle, että meillä on Savcorissa kädet niin täynnä työtä, että jos lähemme johonkin uuteen mukaan se ei voi tapahtua 300 metriä kauempana tästä konttorista.

Kun kävimme syömässä Kaj katseli naapurissa seisovaa konkurssipesän vanhaa tehdashallia ja totesi, että tähän olisi sopiva paikka.

Niin siinä kävi, että Mikkelin kaupunki osti hallin meille ja pääsimme kunnostamaan sitä mieleemme mukaan. Yhtiö perustettiin vuonna 1995 ja tuotanto alkoi 1998.

Emme kadu päätöstä, enkä usko, että Mikkelin kaupunkikaan katuu. □

BEF

Monipuolinen kapellimestari



Hannu Savisalon asema yritysjohtajana on melko erikoinen. Suomesta ei löydy monta globaalisti toimivaa korkean teknologian perheyhtiötä. Tunti Hannu Savisalon seurassa antaakin enemmän ajatuksia herättäviä virikkeitä kuin monimutkaisesti rakennettu johtamistaidon kurssi.

Hänen leppoisa ja filosofoiva tyylinsä esittää mielipiteensä lisää ajatusten syvyytsvaikutelmaa, ja kuulijalle käy selväksi, että hänen sanomansa perustuu omiin kokemuksiin ja tuntemuksiin. Kaikki se mitä ehdimme Savcorilla Mikkelissä nähdä ja kokea viittaa siihen, että toimitusjohtajan ihmissläheinen käyttäytyminen on tarttunut hyvin positiivisella tavalla myös hänen työtovereihinsa. Tässä vapaavalintaisia otteita juttutuokiosta tämän omia teitään kulkevan yritysjohtajan kanssa.

Mihin Savcorin onnistunut maailmanvalloitus perustuu?

Hannu Savisalo: Uskoisin, että yksi ratkaiseva tekijä on, että olemme alusta lähtien pyrkineet globaalisuuteen. Alkuvaiheessa, kun meillä oli vain kaksikymmentä ihmistä töissä Suomessa, meitä oli yhtä monta ulkomailla. Nämä meidän edustajamme ulkomailla pysyivät jollakin konstilla hengissä ja tekivät uskottoman työn. Kun rattaat saatiin liikkeelle 90-luvun alussa päästiin joka suunnassa kasvamaan.

Savcorin liikevaihto kasvaa tänä vuonna 50 miljoonasta 70 miljoonaan. Miten kauan tällainen kasvu jatkuu?

HS: Meillä on kovat kasvutavoitteet. Nykyinen tahti ei tyydytä. Tähtäimessämme on toiminta, joka liikkuu aivan eri mittakaavassa kuin nykyinen?

Miten Mikkelistä käsin pystyy toimimaan globaalisti?

HS: Hyvin. Mikkelin on yhtä globaali kuin mikä muu paikka maailmassa.

Mitä etuja Mikkelin tarjoaa?

HS: Käsitykseni mukaan ihmiset ovat tasapainoisempia ruuhka-Suomen ulkopuolella. Ei juosta pelkästään rahan pe-

rässä, vaan toiminta on pitkäjänteisempää. Ymmärretään, että välillä tulee myös vastoinkäymisiä ja että ne on kohdattava. Moraalikäsitteet ovat erilaiset.

Miten se tulee näkyviin Savcorin toiminnassa?

HS: Kun palkkaamme uusia ihmisiä pyrimme siihen, että rekrytointi olisi henkilön kohdalla ensimmäinen. Silloin hän pääsee kasvamaan työssään firman mukana ja oppii kantamaan vastuunsa. Jokainen taloon tulija omaksuu yrityksen arvot ja sitoutuu sen tavoitteisiin.

Mikä on tärkein ohjenuora työelämäänsä aloittelevalle nuorelle?

HS: Opi kunnioittamaan työnteoä, sekä omaasi että muiden. Kun kaikki tähän pystyvät työyhteisö toimii ja ihmiset viihtyvät työssään.

Milloin organisaatio toimii?

HS: Silloin kun jokainen sen jäsen on oikeassa tehtävässä. Väärä mies väärässä paikassa vie tehot toiminnasta. Ollaan pahasti pielessä, jos ihmisen asemasta organisaatiossa tulee tärkeämpi kuin itse työn tulos.

Savcor toimii eri puolilla maailmaa. Miten kulttuurien väliset erot vaikuttavat kaupantekoon?

HS: Globaalissa businesssessa vanha sääntö 'Maassa maan tavalla' on voimissaan. Missäpäin maailmaa suomalaisesta yritys-kulttuurista ja businessajattelusta on eniten hyötyä?

HS: Japanilaisten tapa ajatella on aika lähellä suomalaista. Henkilökohtaisesti minua viehättää Aasiassa vallitsevat kulttuurit. Siellä arvostetaan myös muuta kuin rahaa. Vastaavasti on joskus vaikea ymmärtää amerikkalaisten tapaa tehdä business. Minuutin nautinto ei voi olla hyväksi vakaalle kehitykselle. Asia, joka minua huolestuttaa on, että Aasiassakin tunnutaan yhä enenevässä määrin omaksuttavan USA:n businesskäytäntöä.

Savcorin esitteessä esiintyvät sellaiset maailmanluokan tähdet kuin Maya Plisetskaja ja Olli Mustonen. Hannu ja Ulla Savisalo ovat tunnetusti musiikin ja baletin ystäviä. Miten nämä istuvat Savcorin arkeen?

HS: Savcor on korkeateknologian yritys ja uskomme, että korkealuokkainen taide sopii hyvin yritys-kuvaamme. Mitä insinöörien suhtautumiseen balettiin tulee yllätimme heidät, kukaan ei ehtinyt tulla vaivautuneeksi. Uskon, että henkilöstö ymmärtää hyvän päälle.

Kuinka aika riittää kaikkeen?

HS: Aikaa on aina, se ei koskaan loppu. Sitä tulee jatkuvasti uutta. Tämä on hyvä muistia kun kiire painaa päälle.

Onko Savcorin tulevaisuus turvattu?

HS: Ainakin mitä perheyrittäjien jälkikasvuun tulee. Poikamme liikka, Tuukka ja Atte ovat lunastaneet paikkansa yhteisössä ja valmiit astumaan remmiin!□

TEKSTI: BEF KUVA: LF



Coatingsin häiriötön kasvu

TEKSTI: BEF KUVAT: LF

Savcor Coatingsin valoisan ja ilmavan tehdashallin selkäranka on sata metriä pitkä pinnoituslinja. Sen läpi kulkee katkeamaton virta matkapuhelimien kuoria, satojauhansia. Tuotanto pyörii yöstä päivää ympäri vuoden. Linjalta komponentit varustetaan EMI-suojauksella, pinnoitteella, joka vaimentaa radiotaajuista ja sähkömagneettista säteilyä. Tutustuimme tehdaspäällikkö Jari Rissasen opastuksella tähän erikoiseen prosessiin.

Kuten IT-maailmaan kuuluu tehtaalle pääsy oli monen lukon takana ja vierailustamme tehdään virallinen merkintä tehtaaseen lokikirjaan.

"Meillä on kymmenkunta säännöllistä yhteistyökumppania ja asiaan kuuluu,



etteimme esittele heidän tuotteitaan tai anna niistä tietoja ulkopuolisille", selittää isäntämme, koneinsinööri, jolla on henkilökohtaiset siteet vuoriteollisuuteen. Hän suoritti aikoinaan diplomityönsä Imatran terästehtaalla Lasse Vihavaisen alaisuudessa. Aiheena oli "Terästehtaan jatkojalostuslaitoksen tuotannon kehittäminen".

Savcorin tehtaaseen toiminta vuorostaan ei tuo perinteistä vuoriteollisuutta mieleen.

"Vahvin linkki perusmetalliin on, että otamme pinnoituksessa käytettävän kuparin Porista. Outokumpu Copper toimit-



Oikealla: Koneenkäyttäjät Minna Juhola valvoo pinnoituslinjan häiriötöntä toimintaa.



Teppo Lustig (vas) ja Marko Siiskonen (oik) vaihtavat pinnoituskoneen kohtiolevyjä.

taa 4/9 kuparilevyt meille valmiiksi työstettyinä käyttöä varten. Toimitusaikojen yhteensovittamisessa teollisuudenalojen väliset eroavaisuudet tulevat näkyviin. Meiltä lähtee päivittäin toimituksia asiakkaille ja kun asiakkaat saattavat muuttaa tuotantosuunnitelmaansa hyvin lyhyellä varoitusaikalla Outokummulla on, prosessista johtuen, 9 viikon toimitusaika kuparissa. Olemme kuitenkin ratkaisseet tämän yhtiön yhdessä Porin yhdysmiehemme Mikko Immosen kanssa ja yhteistyö toimii erinomaisesti", kehuu Jari Rissanen.

Matkapuhelimien kansi koostuu eri osista. Coatingsilla puhutaan A-, B-, C- ja D-osista. Yhden osan varustaminen häiriösuoja antavalla pinnoituksella riittää koko laitteen suojaamiseksi.

"Asiakas päättää mikä osa suojataan ja samaten pinnoituksen paksuus saattaa vaihdella mallin mukaan. Tavoite on joka tuotteessa 100 prosenttinen häiriösuoja-



Vasemmalla: Tehdaspäällikkö Jari Rissanen.

Oikealla: Jokaiselle tuotteelle tehdään pinnoituksen jälkeen 100% visuaalinen tarkastus.

Alla: Hilke Ihalainen vastaa laadunvalvontalaboratorion antamista lähetysluvista tuotteille.



heru. Jos testeissä havaitaan jotain poikkeavaa koko paletti ohjataan sivuun tutkimuksia varten, dokumentoidaan ja arkistoidaan valmistusnumeron mukaan. Tiedot säilytetään 15 vuotta, jotta mahdolliset viat pystyttäisiin myös vuosien jälkeen jäljittämään”.

Jari Rissanen mukaan Savcorin pin-

noitusmenetelmän tekee ainutlaatuiseksi se, että sen avulla pystytään pinnoittamaan myös pehmeät materiaalit kuten muovi, joka on herkkä korkeille lämpötiloille.

”Perustekniikka on sama kuin se mitä käytetään työkalujen pinnoituksessa. Meidän ensimmäinen pinnoituslinjamme on rakennettu vanhan lasinpinnoituslinjan rungon ympärille. Sillä valmistettiin autojen takapeilejä Ohiossa USA:ssa”, kertoo Jari Rissanen.

Laitteiden saaminen Mikkeliin oli hänen kisällinäytteensä Savcorissa.

”Olin uusi talossa kun Hannu ilmoitti, että Ohiossa on sellainen ja sellainen linja, jonka hän oli huutokaupassa ostanut ja että se piti saada Mikkeliin. Otin pari kaveria mukaan ja lähdin matkaan. Palkkasimme paikan päällä lisää väkeä. Linja purettiin ja pistettiin pakettiin. Paketin saaminen rannikolle ei ollut mikään yksinkertainen operaatio. Kyseessä oli ns. superload, joka sai olla liikenteessä ainoastaan klo 8-16 välillä ja vaati poliisipartion eteenpäin. Lisäksi määräykset vaihtelivat osavaltiosta osavaltioon. Huippunopeus taisi olla 30 km/h. Siinä pojat köröttelivät kolmisen viikkoa. Perillä linja saatettiin sitten kokonaan uuteen käyttöön. Ja hyvin se toimii”, sanoo Jari Rissanen. □



us. Ja se myös toteutuu”, lupaa Jari Rissanen.

Savcorin kehittämässä pinnoitusprosessissa menetelmänä käytetään magnetronsputterointia.

Pinnoitus tapahtuu jatkuvavirtaisessa tyhjiölinjassa. Koko toimintakin on jatkuvavirtaista. Joka aamu auto vie valmiiksi pinnoitetut kuoret asiakkaalle ja tuo paluukuormana lisää pinnoitettavaa. Ulkomaille kuoret toimitetaan lentokoneella.

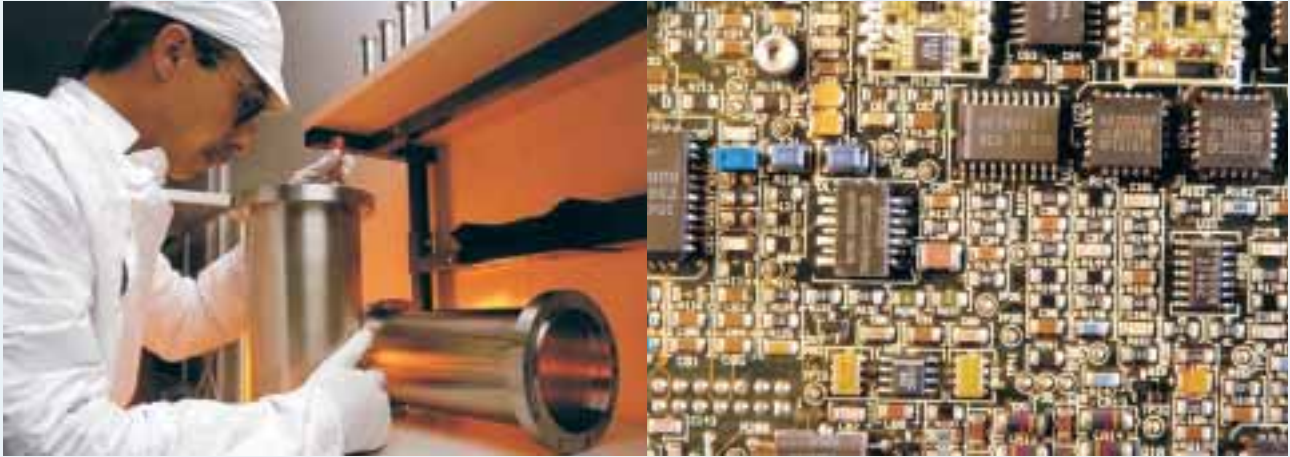
Linjan alkupäässä komponentit ladataan isoon, linjan levyiseen palettiin. Tyhjiökäsittelyssä on samanaikaisesti kolme palettia ja linjan toisessa päässä valmis paletti puretaan.

”Jokainen pinnoitettu komponentti käy läpi visuaalisen laaduntarkastuksen ja lisäksi laadunvalvontalaboratoriomme suorittaa asiakkaan määräämän ohjelman mukaan melko rajut käyttöttestit koekappaleille. Ilman laadunvalvontalaboratorion hyväksyntää toimituslupaa ei

Tuotteet ladotaan työkaluihin pölyltä ja kosteudelta kontrolloidussa tilassa.



**TEKNOLOGIA ON INSINÖÖRIEN
MIELIAIHE, TULOS SAATTAJOSKUS
UNOHTUA JA AIKATAULUT VENYVÄT..**



**YRITYSTOIMINNASSA
TALOUDELLISEN AJATTELUN
OSAAMINEN JA
TULOKSENTEKOTAITO
OVAT VÄLTTÄMÄTTÖMIÄ TYÖKALUJA
ONKO YRITYKSENNE
TUOTEKEHITYKSEN, MARKKINOINNIN,
VALMISTUKSEN JA LOGISTIIKAN
TEKNIKKATAITUREIDEN
TALOUDELLINEN OSAAMINEN
AJAN TASALLA ?**

Avainlaskemat Oy:n taloudellisen ajattelun koulutus on käytännönläheistä, asiakkaan liiketoiminnan lukuihin ja prosesseihin rakentuvaa. Olemme palvelleet erityisesti metalliteollisuutta, metsäteollisuutta, elektroniikkateollisuutta sekä suuria maahantuonti- ja tukkuorganisaatioita jo yli 20 vuotta !

AVAINLASKELMAT OY

Kuriiritie 14 01510 VANTAA

puh. 09-2705 311

<http://www.avainlaskemat.fi>

Advances in cutting tool and coating technology

Abstract

This paper reviews some recent developments and the state-of-the-art of today's cutting tool materials and coatings. The presentation is intended to give the reader a general, popularised view of the developments that have occurred in this area. The emphasis is given to the cemented carbide based tools and relevant coating technologies. Chemical vapour deposition (CVD),

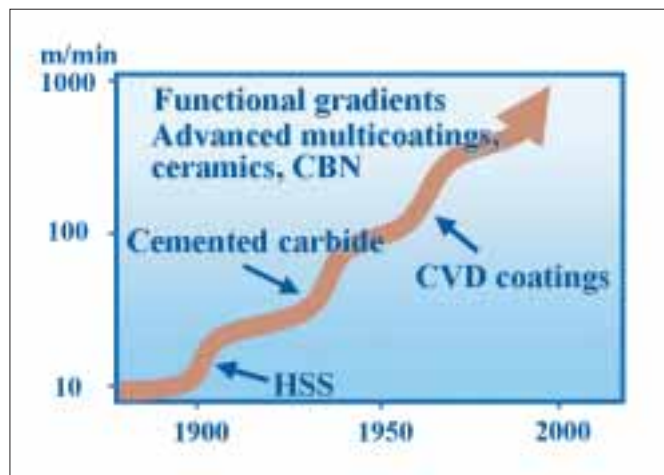


Figure 1. Evolution of metal removal rates as a result of material development: HSS in 1900, cemented carbide in the 1930's and CVD coatings in the 1960's.

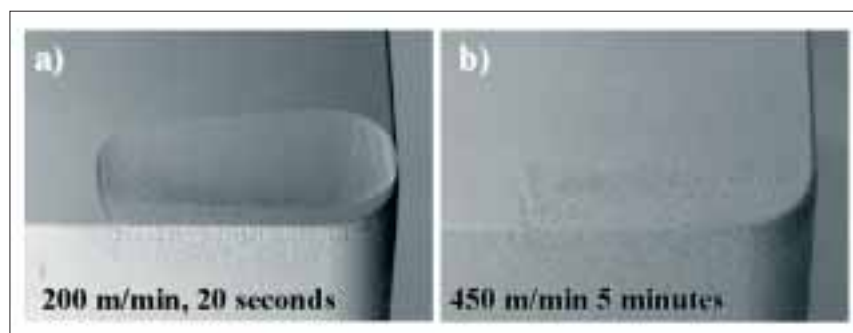


Figure 2. SEM micrographs demonstrating the influence of a modern coating on wear resistance. a) Uncoated WC-Co cemented carbide is shown after turning of 20 seconds at 200 m/min. b) The same substrate as CVD coated is shown after turning of 5 minutes at 450 m/min. Huge reduction of crater wear and flank wear can be seen.

Sakari Ruppi (previously Vuorinen)- CV

M.Sc.: Helsinki University of Technology 1977

Ph.D.: The Technical University of Denmark 1982

Docent: Physical metallurgy, Helsinki University of Technology 1986.

The Technical University of Denmark 1978-85

Academy of Finland, Sr. Researcher 1985-1988

Seco Tools AB 1988-

Seco Tools AB Sr. Company Scientist 1998-



The author has more than 100 patents and about 100 publications in the area of coating technology and metal cutting.

which is the dominating coating technology in this field, will be dealt with in more detail than physical vapour deposition (PVD). A brief history of the CVD coatings starting from the early single TiC coatings to modern multilayers will be given. Evolution of the first generation alumina layers with poor coating uniformity and undefined crystal structures to tailor-made Al_2O_3 coatings composed of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ and $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ modifications or combinations of these will be described. Wear properties and crystallography of the alumina phases will be discussed. The current coating designs based on the classical understanding of the wear mechanisms will be explained. New coating designs originating from enhanced understanding of wear mechanisms and functional gradients and their formation mechanisms will be highlighted. The most important trends in the area are dealt with.

1. Background

Fig. 1 demonstrates the impact of the new cutting tool materials and coatings on productivity from the beginning of the 1900's to the present date. The history of modern cutting tool materials started with the development of high-speed steel tools, which substituted carbon steel in the beginning of the 1900's. In the 1930's high speed steels were in turn replaced by cemented carbides, which are even predominant materials today. The introduction of the first CVD (Chemical Vapour Deposition) coated cemented carbide tools in 1969 is commonly referred to as being the most important advance in cutting tool technology since the development of the cemented carbide tool itself. **Fig. 2** demonstrates the huge increase in wear resistance that can be obtained with a CVD coating. →

The first known application of CVD technique is commonly traced back to the beginning of the 1890's when attempts were made to deposit tungsten on carbon lamp filaments (1,2). During the 1920's and 1930's various halide-reduction and halide-decomposition processes were studied (3,4). The development of CVD as a means to deposit protective coatings started first during the 1950's when thermodynamics and deposition of TiC were studied by Munster and Ruppert (5). Based on this work TiC coatings on steels were developed. A patent for a TiC coating on cemented carbide was applied for as early as 1959 (6). Even though the introduction of throwaway cutting inserts (see the cover) in the middle of the 1950's made CVD techniques very feasible for cemented carbide industry, the first commercial CVD TiC coatings were introduced a decade later in 1969.

Commercial CVD Al_2O_3 coatings were introduced in the middle of the 1970's completing the evolution of the single-layer TiC coatings with narrow application ranges to multilayer coatings employing combinations of TiC, Ti(C,N), TiN and Al_2O_3 (7-9). CVD was the only and dominating coating technology in the cemented carbide industry until PVD (Physical Vapour Deposition) coated inserts were introduced in the 1980's.

2. CVD or PVD

CVD is generally defined as deposition of a solid material onto a heated substrate surface as a result of chemical reactions. The conventional CVD processes are usually carried out at relatively high temperatures (900-1000 °C) and in the pressure range 50–1000 mbar. It is important to realise that the CVD process is carried out under such conditions that the surface reaction is controlling the growth. Consequently, uniform coatings on complicated shapes can be deposited. This also means that a large amount of inserts can be coated simultaneously in one batch. Typical amount of inserts coated in one CVD run varies from 10000 to 15000 depending on the type of inserts and size of the furnace. Due to high deposition temperatures chemical reactions with the substrate may occur (see chapter 4) and CVD coatings are always under tensile stresses. Both facts contribute to reduced toughness. As discussed later the chemical reactions with the substrate can be overcome in modern CVD processes. Functional gradients can be used to further increase the toughness of modern CVD coatings (see chapter 9).

PVD coatings have substituted the traditional CVD coatings in applications where sharp edges and toughness are important. Such applications are, for example, threading, parting, grooving and end-milling. Typical PVD coating materials are: TiN, Ti(C,N) and Ti(Al,N). In PVD the coating forms as a result of condensation mechanisms involving ions. Temperature and pressure are considerably lower than those used in CVD; the typical deposition temperature being about 500°C. The low deposition temperature eliminates chemical reactions with the substrate and PVD coatings can be applied over sharp cutting edges. Further, compressive residual stress can be introduced into the PVD coatings which further increases toughness. However, the throwing power (ability to deposit uniform coatings) of PVD is poor compared with CVD and typically the amount of inserts coated in one PVD batch is 1000-2000. Coatings deposited by PVD are normally less than 5 µm thick, while CVD coating may be as thick as 20 µm. It is important to understand that when discussing CVD and PVD one should not argue which is the best; both the techniques have their own specific application areas where they are unbeatable. Comparison of some key properties of CVD and PVD coatings is presented in **Table 1**.

Table 1. Comparison of CVD and PVD

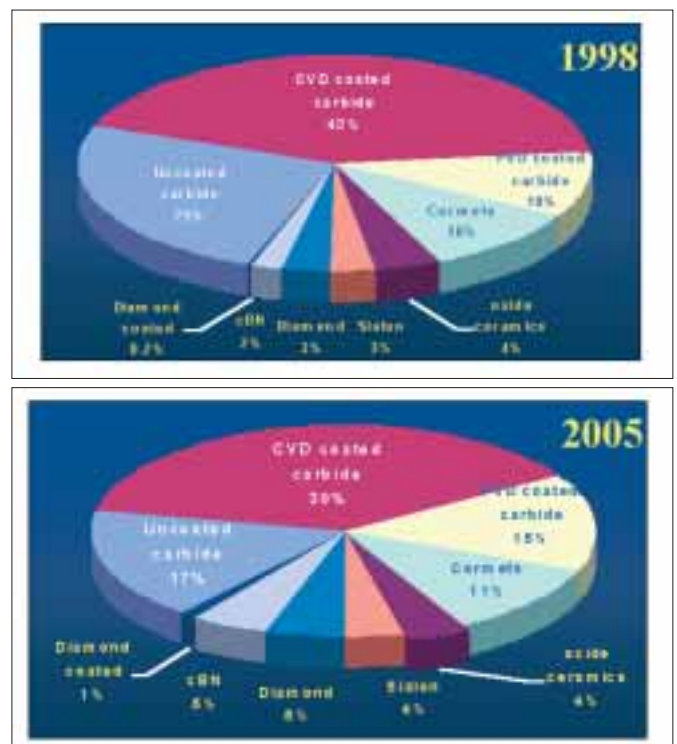
| CVD | PVD |
|---|---|
| • High temperature (1000 °C) | • Low temperature (500 °C) |
| • Thick and thin coatings | • Thin coatings |
| • Good throwing power, uniform coatings | • Line of sight process, non-uniform coatings |
| • Tensile stresses | • Compressive stresses |
| • Larger honing radius needed | • Sharp cutting edges possible |
| • Wear resistant coatings | • Tough cutting edges |

3. Market Place

The total market potential for cemented carbide cutting tools is estimated to about 6.5 billion US\$. The market is growing by about 4-5% annually. Seven large manufacturers control approximately two thirds of the world market. The world market for high-speed steel tools is about 2.5 billion US\$ and is declining by 1-2% annually. The high-speed steel industry is extremely fragmented and several hundreds of producers are competing in the market place.

Fig. 3 shows the usage of different tool materials in 1988 (**Fig.3a**) and an estimate for 2005 (**Fig.3b**), excluding high-speed steels. As shown in Fig. 3a, cemented carbide based tools are the dominating material group. CVD is the dominating coating technique and about 60% of all coated carbide cutting tools are CVD coated in spite of the success of PVD in toughness demanding applications. The main reasons for this are that CVD can deposit uniform, thick coatings which are superior to PVD coatings in wear resistance, and CVD is the only deposition tech-

Figure 3. Modern cutting tool materials (HSS excluded) and their estimated usage in 1998 and 2005.



nique today which can produce high quality coatings of Al_2O_3 on an industrial scale. Future trends are depicted in Fig. 3b and are dealt with in more detail in chapter 11.

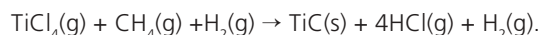
Sweden is one of the leading countries in the area of research and development of hard materials and coatings. An important reason for this is the long industrial tradition in the area. Sandvik AB is the market leader with a global market share approaching 25%. For example, Sandvik Group (Sandvik Coromant, Seco Tools) has today about 30% of the US tool market. The company gives a high priority for R&D and it owns more than 3700 patents. According to recent statistics Sandvik Group accounted for more than 50% of all patents issued in the metalworking industry in 2001.

Seco Tools started production of cemented carbides in 1934 followed by Sandvik Coromant in 1942. Already in 1938 Seco Tools offered 6 cemented carbide grades for metal cutting. Today the total amount of products for metal cutting offered by Seco Tools is about 17000 and more than 90% of all products are exported. Seco Tools is consequently one of the most international companies in Sweden. Seco's market position is No. 3 in Europe, No. 4 in the US and No. 4 worldwide. In addition to CVD and PVD coated products, Seco Tools is actively engaged in the development of CBN cutting tools and is investing about 4% of its turnover in R&D.

Typical customers are the automotive industry, the aerospace industry, the die and mould industry and other engineering industries employing metalworking techniques such as turning, milling and drilling.

4. Advances in CVD of TiC, TiN and Ti(C,N) Coatings: Moderate Temperature CVD

The early TiC coatings were deposited according to the following overall reaction:

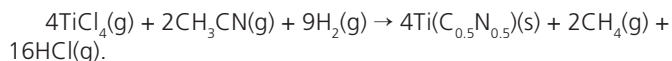


However, TiCl_4 reacts directly with carbon in the cemented carbide forming TiC. Consequently, the interfacial part of the substrate will be decarburised leading to the formation of brittle η -carbide of $\text{Co}_6\text{W}_6\text{C}$. The formation of η -carbide was especially profound at the cutting edges, where the surface-to-bulk ratio of the insert is largest (see Fig. 4a). In addition to the formation of η -carbide, diffusion processes created Kirkendall porosity in the interfacial part of the cemented carbide substrate. The first TiC coated tools, although they significantly increased metal cutting performance, showed inconsistent performance and poor edge strength (15-18). The problem could be partly overcome by honing the cutting edge and by using cemented carbide substrates with higher carbon contents. The straight TiC coatings were soon substituted by Ti(C,N) coatings. Deposition of Ti(C,N) from the system $\text{TiCl}_4\text{-CH}_4\text{-N}_2\text{-H}_2$ is less decarburising than from the straight $\text{TiCl}_4\text{-CH}_4\text{-H}_2$ system. The formation of η -carbide could be reduced by optimising the N_2 partial pressure with respect to the total pressure. The formation of η -carbide at cutting edges could, however, not be totally eliminated.

A CVD technique to deposit Ti(C,N) using acetonitrile (CH_3CN) as a precursor was introduced in the middle of the 1980's and is commonly referred to as medium temperature CVD (MTCVD) (14). When Ti(C,N) is deposited from the $\text{TiCl}_4\text{-CH}_3\text{CN-N}_2\text{-H}_2$ system the typical deposition temperature of 800-900 °C is used and Ti(C,N) is assumed to form according to the following overall reaction:



Figure 4. Cross-section optical micrographs of CVD coatings on cemented carbide a) First generation CVD TiC coating on WC-Co cemented carbide showing extensive η -carbide formation. b) Modern MTCVD Ti(C,N) with eliminated η -carbide formation on WC-Co-g cemented carbide.



As a result of the lower deposition temperature the (thermal) tensile stresses in the MTCVD coating are lower than in conventional CVD Ti(C,N) coatings. Decarburisation of the cemented carbide substrate is strongly reduced and usually no η -carbide forms at the cutting edges (Fig. 4b). Both facts contribute to increased toughness. Consequently, MTCVD allows thicker (more wear resistant) coatings to be deposited with maintained toughness. In addition to this, the use of MTCVD gives more flexibility with respect to carbon content of the substrate, which can be reduced. The reduced carbon content increases the amount of dissolved W in the binder phase resulting in higher substrate hardness.

MTCVD is today almost exclusively used instead of the high temperature CVD processes to deposit Ti(C,N). The MTCVD Ti(C,N) coatings are composed of relatively large columnar grains with a strong preferred growth orientation (15). Structural modifications of the MTCVD coatings can be obtained by boron, zirconium or CO doping (16,17).

TiN is formed according to the following overall reaction: $\text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{TiN}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g})$. The reaction is thermodynamically feasible at temperatures above 800-900 °C. Consequently, TiN can be deposited at somewhat lower temperatures than TiC and is commonly used as an intermediate layer between the cemented carbide substrate and the MTCVD coating (see Fig. 4b). High deposition pressures are used to suppress the contribution of the substrate carbon to the growth of the TiN coating. At lower pressures Ti(C,N) will be formed as a result of carbon diffusion from the substrate. As mentioned earlier, TiN is commonly used as an outermost layer deposited on top of the multilayer coating mainly in order to give the tool an attractive appearance (golden colour) and also to facilitate easier wear detection. HfN has some interesting properties in addition to its colour and it is used also commercially as wear resistant layers. It is deposited from the system $\text{HfCl}_4\text{-N}_2\text{-H}_2$. Hf doping of TiN is used to enhance the colour of TiN towards light yellow. Some manufacturers use Zr(C,N) coatings deposited from the $\text{TiZr}_4\text{-CH}_3\text{CN-N}_2\text{-H}_2$ system to give the tool a brownish colour.

5. Advances in deposition of Al_2O_3 coatings

Al_2O_3 is deposited from the $\text{AlCl}_3\text{-H}_2\text{-CO}_2$ system according to the following overall reaction: →

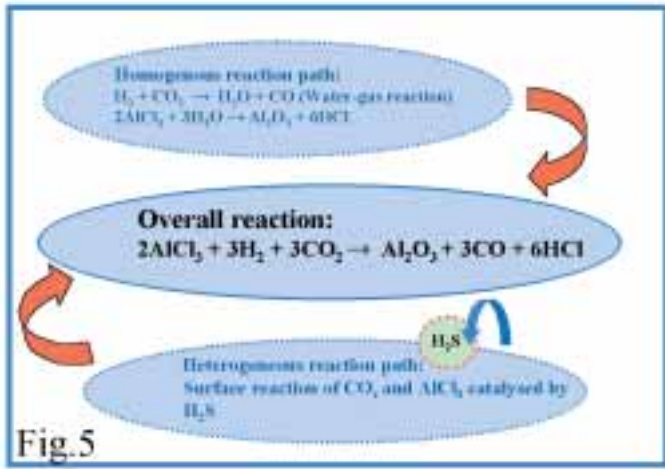
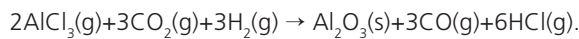


Figure 5. Schematic presentation of CVD growth of Al₂O₃



The reaction is very complex (see Fig. 5) and involves both homogenous gas-phase reactions and heterogeneous surface reactions (23-26). The rate-determining step is the homogenous water gas reaction: $H_2(g) + CO_2(g) \rightarrow H_2O(g) + CO(g)$.

H₂O that is formed in situ in the reactor reacts with AlCl₃ forming Al₂O₃ according to the reaction: $2AlCl_3(g) + 3H_2O(g) \rightarrow Al_2O_3(s) + 6HCl(g)$. The heterogeneous surface reaction is probably a direct surface reaction between aluminium halide and an oxygen donor. The rate of homogenous (water gas) reaction and consequently the growth rate of Al₂O₃ increase strongly with increasing free volume around the insert and with increasing total pressure (18-21). At low deposition pressures the growth rate of Al₂O₃ is slow. On the other hand, at higher deposition pressures the increased contribution of the homogenous gas-phase reaction results in a decreased coating uniformity. Especially, at the corners of the insert (cutting edges), where the volume-to-surface ratio is high, relatively very thick coatings and even gas-phase nucleation can be obtained. These kind of thickness variations are totally unacceptable leading to decreased toughness

and increased tendency for edge chipping of the coated tool during metal cutting. For the above-mentioned reasons the first Al₂O₃ coatings had to be kept relatively thin (1-2 μm).

Deposition rate of Al₂O₃ could be substantially increased by H₂S catalysis (22). In addition to growth rate, H₂S doping increases the contribution of the surface reaction, enhancing the coating uniformity (Fig. 6). The use of H₂S enabled thick (5-15 μm) and uniform Al₂O₃ coatings to be deposited on an industrial scale. In CVD reactors where up to 20000 inserts are coated in one batch, relatively low total pressure (to minimise the contribution of the homogenous reaction) together with H₂S doping (to maximise the contribution of the surface reaction) have to be applied in order to obtain a good coating uniformity at all levels of the reactor (21). Another vital part of Al₂O₃ deposition is a technique to ensure a good adhesion between the oxide layer and carbide or carbonitride layer underneath. Special bonding layers are applied for this purpose.

The Al₂O₃ phase could, however, not be controlled and the CVD coatings were usually mixtures of stable α-Al₂O₃ and metastable κ-Al₂O₃ (19,23). In the beginning of the 1990's deposition techniques to deposit α-Al₂O₃ and κ-Al₂O₃ in a controlled way emerged (24,25). The phase control of Al₂O₃ is accomplished by controlling the chemistry of the nucleation surface.

α-Al₂O₃ and κ-Al₂O₃ coatings on MTCVD Ti(C,N) intermediate layers were introduced in the middle of the 1990's. Recently, it has also been found possible to CVD deposit the metastable γ-Al₂O₃ phase in a controlled way (21.26). Moderate temperature CVD processes for Al₂O₃ will emerge in the near future facilitating deposition of Al₂O₃ at the typical MTCVD temperatures (800-900 °C). The most important developments in the deposition techniques of Al₂O₃ coatings are summarised in Table 2.

Figure 6. a) Growth rates of CVD Al₂O₃ as a function of temperature. a) Without H₂S and b) with 1% H₂S. The coating thickness was measured in the middle of the upper surface of the insert (Up), at the upper corner of the insert (Edge) and in middle of the under surface of the insert (Down). Large variations in growth rates depending strongly on the free volume around the substrate could be observed without H₂S especially at the typical Al₂O₃ deposition temperatures of the order of 1000 °C (21).

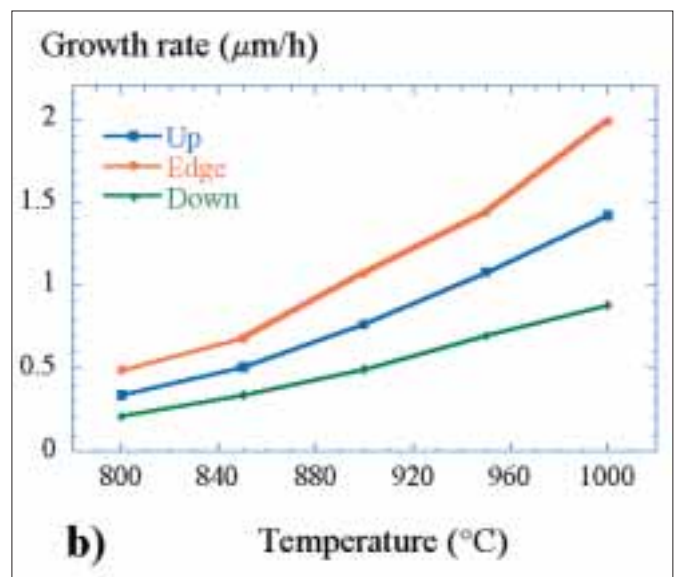
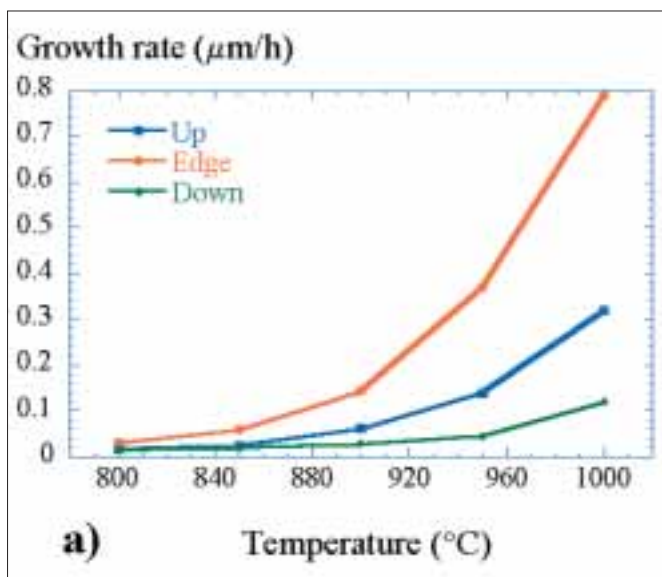


Table 2. Advances in CVD of Al_2O_3

| Year | Application |
|--------|--|
| 1970's | CVD Al_2O_3 (first commercial coatings were introduced in 1975) |
| 1980's | Thick Al_2O_3 coatings, H_2S doping, Bonding technology for Al_2O_3 , $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ multicoatings |
| 1990's | Controlled deposition of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ and $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ phases (for example, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ for cast iron, $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ for steel), Multicoatings of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ and $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$, Microstructural and morphological control $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, MTCVD + $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, MTCVD + $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ |
| 2000's | CVD of $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, moderate temperature CVD of Al_2O_3 |

Table 3; Properties of stable and metastable CVD Al_2O_3 phases.

| | $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ | $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ | $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Crystal system | Trigonal | Orthorhombic | Cubic |
| Space group | R3c | $\text{Pna}2_1$ | Fd3m |
| Lattice parameters (Å) | a= 4.7587 c=12.9929 | a=4.8351 b=8.3109 c=8.9363 | a=7.92 |
| Al atoms in unit cell | 12 | 16 | 63/3 |
| O atoms in unit cell | 18 | 24 | 32 |
| Al-co-ordination | Octahedral | 75% octahedral 25% tetrahedral | ? |

6. Alumina polymorphs

Al_2O_3 exists in many metastable polymorphs such as γ , η , δ , θ , χ and κ in addition to the stable $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase (27). All these modifications will transform to the stable $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase upon, for example, heat-treatment during the deposition process, post-deposition heat treatment, and during metal cutting (28,29). **Table 3** gives the properties of the Al_2O_3 phases that can be CVD deposited in a controlled way.

$\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$

The $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase exhibits several advantages over the $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase. $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ has typically a smaller grain size and is probably harder than $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ due to its defect structure (30). In addition to this $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ exhibits lower thermal conductivity, which is 1/3 of that of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (31). Layers of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ could thus be more effective thermal barriers than $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ coatings in high-speed metal cutting. However, the wear properties of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ are only valid under such conditions where the $\kappa \rightarrow \alpha$ transformation does not take place. Further advantage of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ is that it can be grown easily on an industrial scale and consequently about 80% of all commercial CVD alumina coatings are composed of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Even though used as a CVD material for years, the structure of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ has only recently been solved (32,33). $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ is primitive orthorhombic with the space group $\text{Pna}2_1$, having an ...ABAC... stacking of almost close-packed oxygen ion planes. The unit cell contains four layers of O atoms with Al-atoms in the interstitial positions. The aluminium ions occupy both tetrahedral and octahedral positions in a 1:3 ratio. **Fig. 7** shows a three-dimensional structure of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ unit cell calculated by using density functional theory (DFT) of Hohenberg and Kohn (34). Based on the detailed atomic structure an explanation why it is possible to grow metastable $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ with CVD can be given (33). Wear resistance of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ can be enhanced by multi-layering (35).

$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

The crystal structure of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ is well established and can be described as trigonal with an ...ABAB... stacking of almost close-packed oxygen ions along the c-axis. The unit cell contains six layers of O atoms and six layers of Al-atoms. The Al-ions occupy 2/3 of the octahedral interstitial positions in the O sublattice. $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

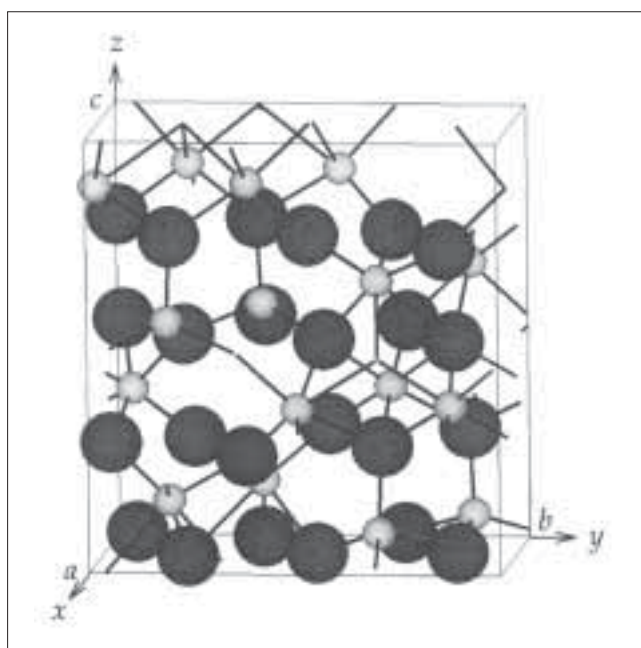


Figure 7. Three-dimensional structure of $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ determined by using Density Functional Theory (DFT) of Hohenberg and Kohn (33). The large balls are oxygen ions and the small ones aluminium ions. DFT has revolutionised our possibilities to calculate properties of extended electron systems. This was the main motivation for the Nobel prize given to Walter Kohn in 1998.

Al_2O_3 is the stable phase and all the phase transformations encountered in the metastable Al_2O_3 phases can be excluded. Consequently, considering the deposition process and metal cutting, the α -phase is most probably the "safest" choice.

While deposition of the $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase is relatively straightforward, it has unexpectedly been found to be more difficult to nucleate and grow stable $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase at reasonable CVD temperatures. Many commercial $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ coatings are in fact at least partly formed as a result of the $\kappa \rightarrow \alpha$ transformation. These kind of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ coatings contain transformation cracks and stresses deteriorating wear resistance. During recent years important advances have been made, and today leading manufacturers are able to deposit the alpha phase in a controlled way and even to control the grain size and growth texture of the coatings (36). Such $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ coatings show improved wear properties. The new $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ coatings will probably substitute $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ coatings in applications where toughness is important. It is a well-known fact that in cast irons $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ is superior to $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ (25).

$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ is cubic with space group $Fd\bar{3}m$ and is based on a fcc ...ABCABC...stacking of oxygen. The structure is often described as a defect cubic spinel structure with vacancies on part of the cation positions. Each unit cell contains 32 oxygen and 64/3 aluminium ions (to fulfil stoichiometry). The aluminium ions occupy both octahedral and tetrahedral positions, but the relative (partial) occupancy in each position is still unknown (37,38). Plasma-assisted CVD and CVD grown $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ has been reported to exhibit surprisingly good wear properties even when compared with the stable $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (26,39). When PVD is used, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ is the most commonly obtained Al_2O_3 phase. However, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ is not yet commercially utilised as wear or friction reducing layers.

7. Wear mechanisms

On the cover of this journal different cutting inserts are shown. In the background to the left an insert during turning operation can be seen. The basic wear mechanisms occurring during machining will be discussed below.

The wear mechanisms are commonly divided in to two different categories: Chemical wear (diffusion, dissolution, oxidation, chemical reactions) and mechanical wear (abrasion, deformation, fracture). It is important to understand that the circumstances on the rake face and the flank face of a cutting tool are widely different and the tool is exposed simultaneously to different types of wear. The classical presentation of the wear mechanisms is shown in **Fig. 8**.

On the rake face the coating has to resist high temperatures ($> 1000^\circ\text{C}$) and stresses and consequently hot-hardness and chemical stability are important. Al_2O_3 with a high chemical stability is considered to be the best coating material to resist crater wear (A) according to the classical theory. Depending on the application either $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ or $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ layers are used.

On the flank face the temperature is lower ($< 800^\circ\text{C}$) and abrasion wear resistance becomes important. Consequently, TiC and Ti(C,N) exhibit better flank wear resistance than Al_2O_3 . Flank

wear (B) is a common failure mechanism when machining cast iron and steels. Nose wear (B_n) is a combination of plastic deformation and flank wear.

Depth-of cut notching (C) as well as secondary edge notching (D) occurs at the location on the insert edge where it comes in to the contact with the atmosphere. Notching is a result of chemical reactions and notch wear resistance is mainly related to oxidation resistance of the coating materials. $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ and TiN offer the best notch wear resistance. Notching is a severe problem when cutting alloys that work harden and generate very high temperatures.

Chipping (E) is a result of a local fracture at the cutting edge. Chipping is a severe problem, for example, in cast iron and stainless steels. It can be minimised by edge preparation (honing) and by enhancing the toughness of the substrate (functional gradients). Many commercial inserts are brushed or wet-blasted after coating in order to enhance edge toughness.

The relative contributions of the different mechanisms are still the matter of discussion. For example, the existence and the importance of dissolution/diffusion wear of a coated tool on the rake face can be questioned in general, and especially, when Al_2O_3 with high chemical stability is concerned (40-43). Further, at high cutting speeds and/or in hard work piece materials, plastic deformation of the tool may limit the tool life and in interrupted cutting (e.g. milling) the tool is subjected to thermal fatigue in addition to the mechanisms discussed above. The basic requirements for wear resistant coatings are consequently good adhesion (coating-substrate, coating-coating), high hardness (especially hot-hardness), chemical stability, good oxidation resistance and low thermal conductivity. $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ and especially $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ exhibit much lower thermal conductivity than the other coating materials. In addition, thermal conductivity of these phases decreases with increasing temperature and Al_2O_3 layers are used as thermal barriers to reduce the heat flow into the cemented carbide substrate (31).

In addition to wear, another important aspect during metal cutting is chip control. It is of vital importance that the chip breaks up into short lengths (see the cover), which are then easily transported away from the tool and machining area. In order to optimise chip control the commercial inserts are sold in a variety of different geometries and are equipped with different types of sintered-in (moulded) chipbreakers.

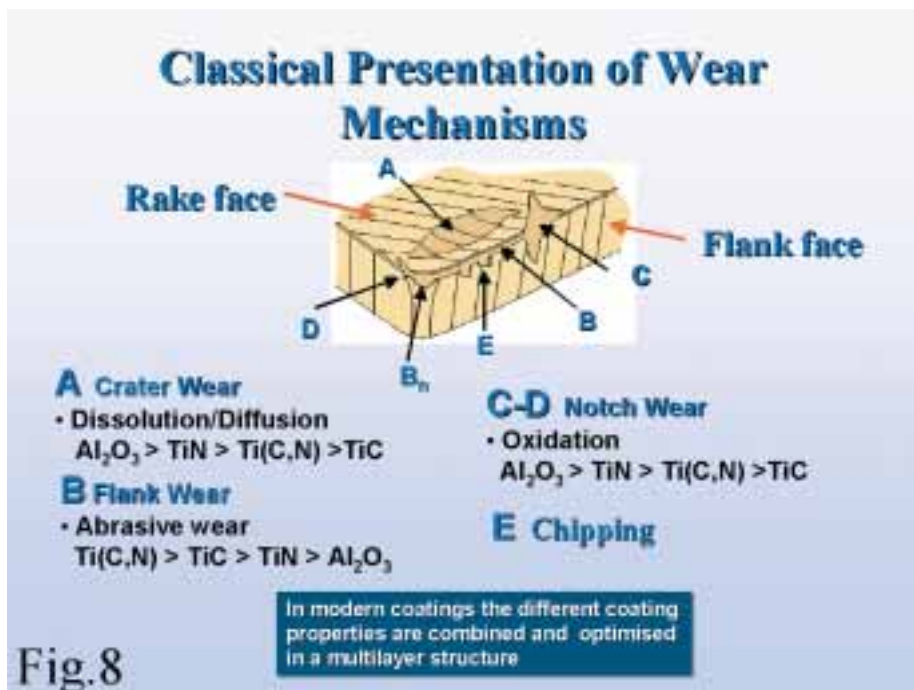


Fig. 8

8. Conventional coating design

In commercial coatings the different properties of coating materials are combined and optimised according to the classical theory discussed above in a multi-layer structure (**Fig. 9**). The inner (intermediate) coating layer is usually based on combinations of TiC-Ti(C,N)-TiN which are used to ensure good flank wear resistance and good bonding of the multi-layer to the cemented

Figure 8. Classical presentation of wear mechanisms

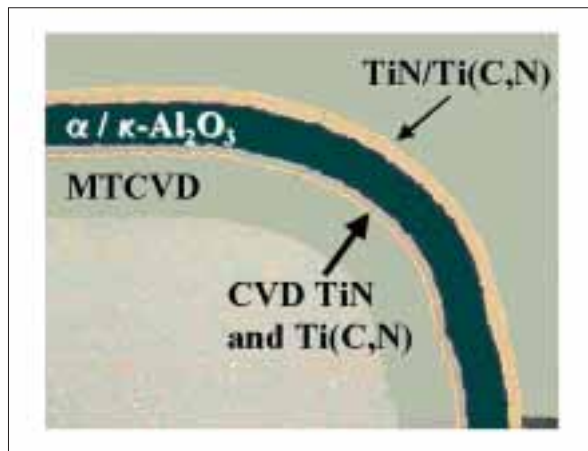


Figure 9. Coating design. The inner Ti(C,N) layer is used to ensure the good adhesion to the cemented carbide substrate and to give flank wear resistance. This is an example of the use of MTCVD and conventional CVD in sequence to deposit Ti(C,N). The alumina layer is deposited to prevent crater wear, to act as a diffusion barrier and to give protection against notching. Usually a thin TiN layer is deposited on top to give the tool a golden colour. In this case a thicker TiC/TiN multilayer is used, which enhances the cutting performance in some steels.

carbide substrate. The most commonly used intermediate layer is MTCVD Ti(C,N). As shown in Fig 9, the Ti(C,N) layer may be composed of both MTCVD Ti(C,N) and CVD Ti(C,N). In this case a thin layer of TiN is deposited in between the MTCVD and CVD layers. Either α -Al₂O₃ or κ -Al₂O₃ is applied on top of the intermediate layers to reduce crater wear on the rake face and also to act as a thermal barrier. Commonly, a thin layer TiN is deposited on top of the multi coating in order to give the tool the golden colour. In this case the uppermost layer is a relatively thick multilayer composed of TiN and TiC. Most coatings on the market today are composed of combinations of MTCVD Ti(C,N), Al₂O₃ and TiN.

9. Functional gradients

Consider the situation demonstrated in Fig. 2. The coated carbide insert does not wear but would fail due to plastic deformation of the cemented carbide substrate. Thus, one wants to combine a hard

Figure 10. Cross-section optical micrograph of a MTCVD/CVD coating on cemented carbide with functional gradient. A layer, enriched in Co and simultaneously depleted of γ -phase, can be seen in the substrate immediately below the coating. Note the behaviour of the γ -phase at the cutting edge. This kind of grade is intended to be used at medium cutting speeds while the grade shown in Fig. 13b is for high speed cutting.

Figure 11. Mechanisms of gradient formation. a) Formation of gradient zone under control of inward titanium diffusion. b) Formation of gradient zone under control of outward nitrogen diffusion.

deformation resistant substrate with a wear resistant coating. As known, hardness and toughness are inversely correlated and this kind of combination would fail due to brittle fracture instead. In order to overcome this dilemma, functional gradients are used. A layer, enriched in Co and simultaneously depleted of hard carbides, can be created in the substrate immediately below the coating (Fig. 10). This kind of crack-resistant zone increases toughness of the insert (for example decreases chipping), while at the same time having little effect on the overall deformation of the tool. The typical thickness of the gradient zone is varied from 15 to 40 μ m, depending on which kind of application the insert is intended to be used for.

One way to produce a tough zone in the upper part of the insert prior to coating is a so-called gradient sintering. The gradient zone forms when nitrogen containing WC-Co- γ cemented carbide (i.e. nitrogen has to be added either prior to or during sintering) is sintered under denitriding conditions. The zone forms as a result of outward nitrogen diffusion and inward titanium diffusion (Fig. 11a). When nitrogen diffuses out from the material, the strong thermodynamic attraction between nitrogen and titanium causes titanium to diffuse in the opposite direction, towards the bulk of high nitrogen content, and thus a surface layer depleted of both titanium and nitrogen forms (44-49). As shown in Fig. 11a and 10 the gradient zone becomes narrower at the cutting edge due to the geometry when the process is controlled by the inward diffusion of titanium. This fact can be used to obtain stronger cutting edges. By adjusting the sintering conditions so that the zone formation is controlled by outward nitrogen diffusion (Fig. 11b), tougher (and softer) cutting edge can be obtained.

10. Cubic Boron Nitride

The cubic phase of boron nitride (cubic BN or CBN) is the second hardest material known after diamond. The high hardness (5 GPa), together with the fact that CBN does not react with ferrous alloys as easily as diamond does, makes it a promising mate-

Figure 10.

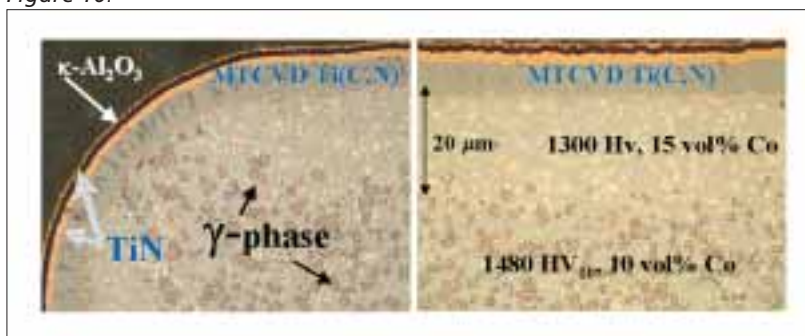
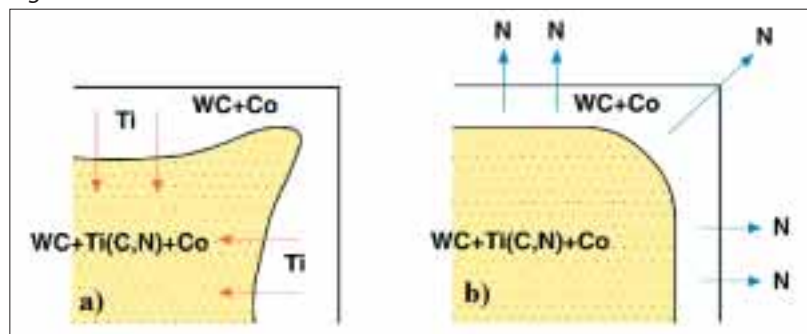


Figure 11.



rial for cutting tools. CBN coatings can be obtained by plasma assisted CVD or PVD methods. It has been found, however, to be difficult to deposit thick adherent coatings of CBN due to phase transformations and high stress state of the coatings. While significant problems still exist to commercialising the CBN coatings, solid polycrystalline CBN tools (PCBN) have been successfully commercialised.

Significant increases in metal removal rate can be obtained with PCBN tools in machining of cast iron. As shown in **Fig. 12** cutting speeds exceeding 1000 m/min can be applied and speeds approaching 2000 m/min are possible. Hardened steels (>45HRC) and some superalloys are other application areas where PCBN tools are superior to conventional tool materials. Grinding is increasingly replaced by hard turning with PCBN tools. Boron, however, has a high affinity to austenite with low C content, and may react with workpiece materials containing this phase. Consequently, PCBN tools should not be used, for example, in cast irons containing ferrite, which may transform to austenite during machining. When cutting steels one should adjust the cutting parameters so that the ferrite to austenite transformation will not occur at the tool-chip interface otherwise very high crater wear rates will be obtained. High thermal conductivity of PCBN makes this kind of adjustment possible. CVD or PVD coatings can be used to widen the application area of PCBN. From the abovementioned it should also be clear that the potential of CBN coatings, especially in ferrous workpiece materials, is usually strongly exaggerated.

11. State-of-the-art and future trends

CVD coatings have evolved from the early single layer TiC coatings to multilayers of TiC, Ti(C,N), TiN and Al₂O₃. Improvements in CVD coating technology together with number of metallurgical and processing innovations have contributed to more consistent coating uniformity and well-controlled coating microstructures. The performance of today's wear resistant CVD coatings exceeds that of the first generation coatings by many folds.

The use of MTCVD technique will increase. This together with enhanced structural control of cemented carbide substrate with refined functional gradients allows thicker, more wear resistant,

Figure 12. An example of a CBN application. In this case CBN is compared with silicon nitride in machining of pearlitic cast iron.

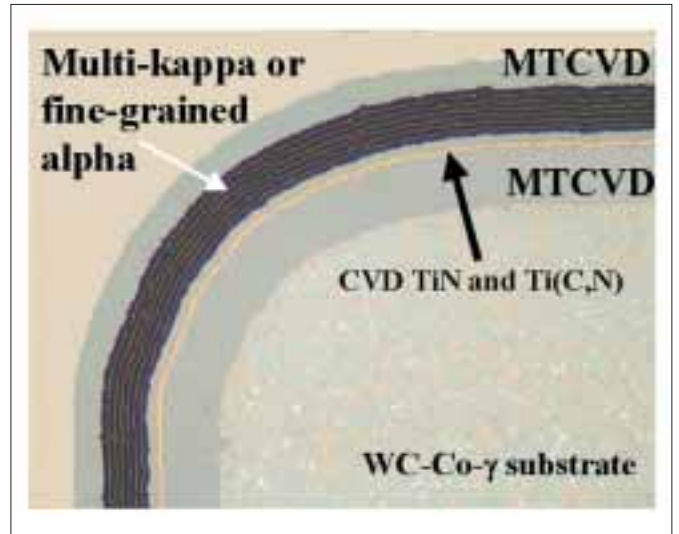


Figure 13 a) Cross-section optical micrograph showing a layer structure of a modern MTCVD-Al₂O₃-MTCVD coating. The total thickness of the coating is 20 μm.

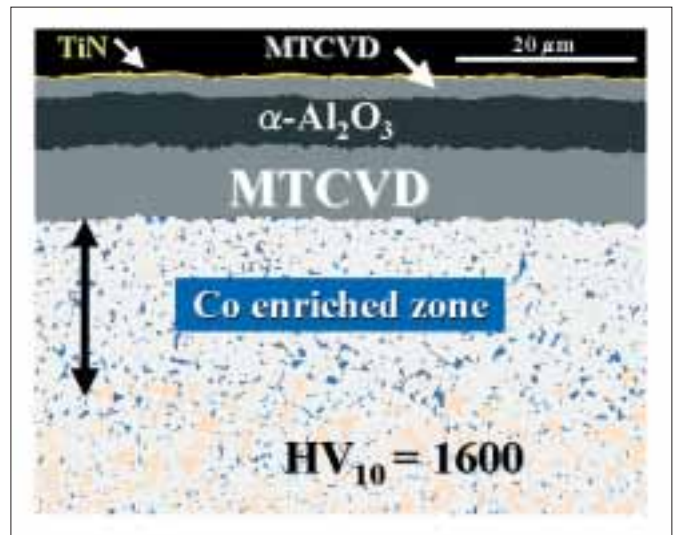


Figure 13 b) Cross-section SEM micrograph of a state - of - the - art MTCVD/CVD coated grade with functional gradient (TP1000). This is an example of a modern grade where extremely wear resistant coating and hard bulk substrate are optimised with respect to toughness by applying functional gradient in the substrate. The total coating thickness is 20 μm.

CVD coatings to be applied with maintained toughness. Due to enhanced nucleation and bonding technology, several Al₂O₃ polymorphs (α-Al₂O₃, κ-Al₂O₃, γ-Al₂O₃) can be deposited in a controlled way. The Al₂O₃ phase is tailored for different metal cutting applications with enhanced microstructures and morphologies. Most probably, the use of fine-grained α-phase produced with the latest CVD technology will increase substituting the current κ-Al₂O₃ coatings in many applications.

Future trends of tool materials can be seen in Fig.3b. As already mentioned, PVD coatings cannot compete with modern CVD coatings in wear resistance. However, the specific properties obtainable in PVD coatings, such as controlled residual compressive stress, fine-grained morphology and possibilities to obtain metastable structures are expected to be exploited further.

For example, Ti(Al,N) coatings with relatively high aluminium contents show enhanced wear properties in many applications. Superlattices or heterostructures (thin, epitaxial layers of two different materials) with increased hardness can be obtained by PVD. The TiN-AlN superlattice coatings are commercially available. The usage of PVD technique will increase in the areas where toughness is important, while CVD will maintain its position in wear resistant applications due to new enhanced CVD techniques. As mentioned earlier there is a transition under way from high-speed steel to solid carbide tools. This area is typically toughness demanding and most of these kind of solid carbide tools will be PVD coated.

As earlier pointed out the classical wear model can be questioned. Better understanding of the wear mechanisms and relevant physical properties of the coating materials will result in new coating designs (29,43,50,51). For example, due to the high chemical stability of Al_2O_3 up to the melting point of steel, crater wear of Al_2O_3 is most probably not a diffusion/dissolution controlled process. In fact, Ti(C,N) shows superior crater wear resistance to Al_2O_3 in many steels and always exhibits better flank wear resistance than Al_2O_3 (51). An optimised coating structure is shown in **Fig. 13a**. Al_2O_3 coating, composed of either fine-grained $\alpha-Al_2O_3$ or multi-layered $\kappa-Al_2O_3$, is placed in between the MTCVD Ti(C,N) layers. Alumina is mainly utilised in this case as a thermal barrier. In some applications (52) the Ti(C,N) top-layer can be replaced by a multi-layer of TiC and TiN (see **Fig. 9**). Friction reducing nano-crystalline layers (53) or $\gamma-Al_2O_3$ layers (54) can be applied on top of these coating structures.

Fig. 13 b shows a commercial state-of-the art grade with the new coating design (TP 1000). The CVD coating has a total thickness of about 20 μm and it is deposited on a functionally graded substrate. The cobalt enriched zone is in this product combined with a very hard substrate core (note the substrate hardness of 1600 HV). Consequently, this grade is intended for high speed turning while the grade shown in **Fig. 10** (TP200) with lower substrate hardness and less wear resistant coating is tailored for lower cutting speeds and for applications demanding higher toughness.

Post-treatments (brushing, polishing, grinding) are generally applied to enhance surface quality thus increasing the coating performance and edge strength. The use of carbides/nitrides/oxides of Zr and Hf in the CVD coatings will probably increase. Most industrial CVD reactors are today equipped with possibilities to deposit materials like ZrN, Zr(C,N), ZrO_2 , HfN, Ti(C,B,N), TiB_2 and combinations of these.

A tool manufacturer faces a constant demand for increased productivity, materials that are more difficult to machine and growing awareness of environmental, health and safety issues. The trend towards elimination of environmentally hazardous coolants will promote dry machining. In turn, this will increase the demand for more temperature-resistant coated carbides, ceramics and superhard materials. Hard machining/hard turning using PCBN tools will replace grinding. CVD and PVD coated PCBN tools are already on the market. Clear trend is that the uncoated carbides are in decline, while the usage of new hard materials, such as polycrystalline cubic boron nitride (PCBN) will increase (**Fig. 3b**) Estimated annual growth for CBN based materials is about 10% while being about 4% for cemented carbide based tools. □

REFERENCES

1. Erlwein G., US Patent 448,914, 1891.
2. Erlwein G., US Patent 448,915, 1891.
3. Arkel A.E. *Physica* 4 (1924) 276-301.

4. Arkel A., Boer J.H. Z. *Anorg. Allg. Chemie* 148 (1925) 345-350.
5. Munster A., Ruppert W., Z. *Electrochemie* 57 (1953) 558-564.
6. Ruppert W., Schwedler G., US Patent 2,962,388, 1960.
7. Hale T.E., US Patent 4,018,631, 1977.
8. Lux B., et al. US Patent 3,836,392, 1974
9. Lindström J.N. et al. US Patent 3,837,896, 1974.
10. Sarin V.K., Lindström J.N., *J. Electrochem. Soc.* 126 (1979) 1281-1289.
11. Stjernberg K.G., Gass H., Hintermann H.E., *Thin Solid Films* 40 (1977) 81-88.
12. Vuorinen S., Horsewell A., *J. Mat. Sci.* 17 (1982) 589-594.
13. Vuorinen S., Hoel R.H., *Thin Solid Films* 232 (1993) 73-82.
14. Bonetti-Lang R., Bonetti H., Hintermann H., Lohmann D., *Int. J. of Refract. Met & Hard Mater.* 1 (1982) 161-72.
15. Larsson A., Rupp S., *Thin Solid Films*, 402 (2002) 203-210.
16. Holzschuh H., *J. Phys.* IV 10 (2000) 49-55.
17. Rupp S., Larsson A., submitted to *J. Vac. Sci.*
18. Lindström J. N., Schachner H., in: H.E. Hintermann (Ed.), *Proceedings of the 3rd European Conference on Chemical Vapour Deposition*, Neuchatel, Switzerland, April 18-23, 1980, pp. 208-219.
19. Chatfield C., Lindström J. N. and Sjöstrand M. E., *J. Phys.* C5 (1989) 377-387.
20. Lindström J.N., Stjernberg K.G., in: J.O. Carlsson, J. Lindström (Eds.), *Proceedings of the 5th European Conference on Chemical Vapour Deposition*, Uppsala, Sweden, June 17-20, 1985, pp.169-173.
21. Rupp S., Larsson A., *Thin Solid Films* 1-2 (2001) 50-61.
22. Smith K.H., Lindström J.N., US Patent 4,619,866, 1986.
23. Lux B., Colombier C., Altena H. and Stjernberg K., *Thin Solid Films* 138 (1986) 49-64.
24. Vuorinen S., Skogsmo J., *Thin Solid Films* 193-194 (1990) 536-546.
25. Rupp S., US Patent 5,137,774, 1992.
26. Larsson A., Rupp S., *Int. J. of Refract. Met & Hard Mater.* 19 (2001) 515-522.
27. Levi I., Brandon D., *J. Am. Ceram. Soc.* 81 (1998) 1995-2012.
28. Vuorinen S., Karlsson L., *Thin Solid Films* 214 (1992) 132-140.
29. Rupp S., Halvarsson M., *Thin Solid Films* 353 (1999) 182-188.
30. Jämting Å., Ring M., Rupp S., Swain M.W., *J. Hard Materials* 6 (1995) 67-73.
31. Gahill D., Lee S-M., Selinder T.I., *J. Appl. Phys.* 83 (1998) 5783-5791.
32. Ollivier B., Retoux R., Lacorre P., Massiot D. and Férey G., *J. Mater. Chem.* 7 (1997) 1049-1056.
33. Yourdshahyan Y., Ruberto C., Halvarsson M., Bengtsson M., Langer V, Lundqvist B.I., Rupp S., Rolander U., *J. Am. Ceram. Soc.* 82 (1999) 1365-1380.
34. Hohenberg P., Kohn W., *Phys.Rev. B* 136 (1964) 864-871.
35. Rupp S., US Patent 5,700,569, 1997.
36. Ljungberg B., US Patent 5,980,988, 1999.
37. Zhou R., Snyder R., *Acta Cryst. B* 47 (1991) 617-615.
38. B. Ealet, M.H. Elyakhloufi, E. Gillet, M, Ricci, *Thin Solid Films* 250 (1994) 92-100.
39. Täschner Ch., Ljungberg B., Alfredsson V., Endler I., Leonhardt A., *Surf. Coat. Technol.* 108-109 (1998) 257-264.
40. Kramer B.M., Suh N.P., *J. Eng. Ind.* 102 (1980) 303-309.
41. Dearnley P.A., *Surface Engineering* 1 (1985) 23-58.
42. Stjernberg K., Thelin A., *J. Eng. Mater. Technol.* 107 (1985) 68-82.
43. Rupp S., Högrelius B., Huhtiranta M., *Int. J. Refract. Met & Hard Mater.* 16 (1998) 353-368.
44. Suzuki H., Hayashi K., Taniguchi Y., *Trans. Jpn. Inst. Met.* 22(19819) 758-764
45. Tobioka US Patent 4,277,283
46. Nemeth US Patent 4, 610,931
47. Yohe US Patent 4,548,786
48. Schwarzkopf M., Exner E., Fischmeister H.F., Schintelmeyer W., *Mat. Sci. Eng A* 105 (1988) 225-231.
49. Frykholm R., Ekroth M., Jansson B., Andren H-O., Ågren J., *Int. J. of Refract. Met & Hard Mater.* 19 (2001) 527-538.
50. Rupp S., Paper presented at the International Gorham Conference on Cutting Tools and Machining Systems, 21-23 May 2001, Atlanta, USA.
51. Rupp S., US Patent 6,221,469, 2001.
52. Rupp S., US Patent 6,015,614, 2000.
53. Rupp S., Karlsson L., US Patent 20020012818A1, 2002.
54. Rupp S., EP1122334, 2001.

Maailma täynnä putkia

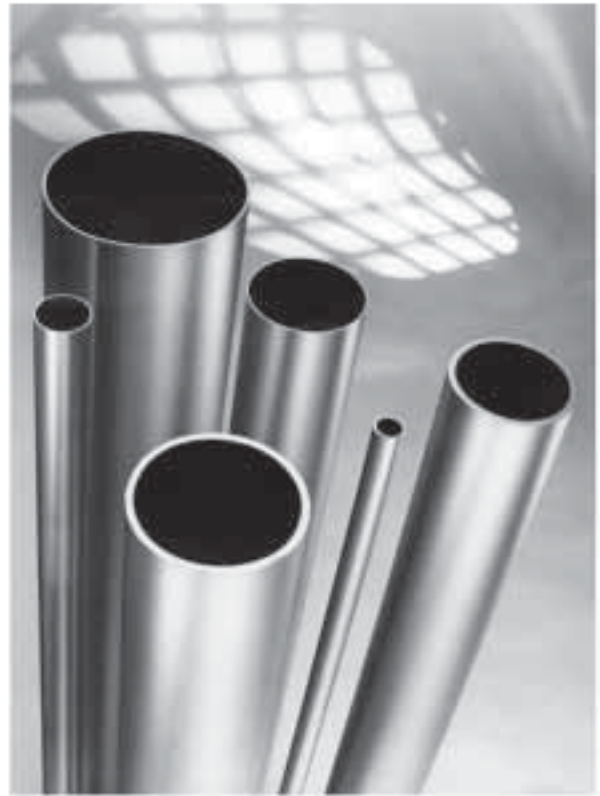
Jaron putkituotteet.

Kestämään korroosiota, painetta ja korkeita lämpötiloja. Kaikkialla maailmassa.



Oy JA-RO Ab

PL 15
68601 Pietarsaari
Puh 06 786 5111
Fax 06 786 5222
www.ja-ro.com



BEST IN STAINLESS

Miranet

MINING DRILLING EXPLORATION

PUH. +358-(0)9-801 9671
www.miranet.fi

Teräksien ja alumiinien pintakäsittelymenetelmiä

KURT FAGER, TOIMITUSJOHTAJA,
BODYCOTE LÄMPÖKÄSITTELY OY

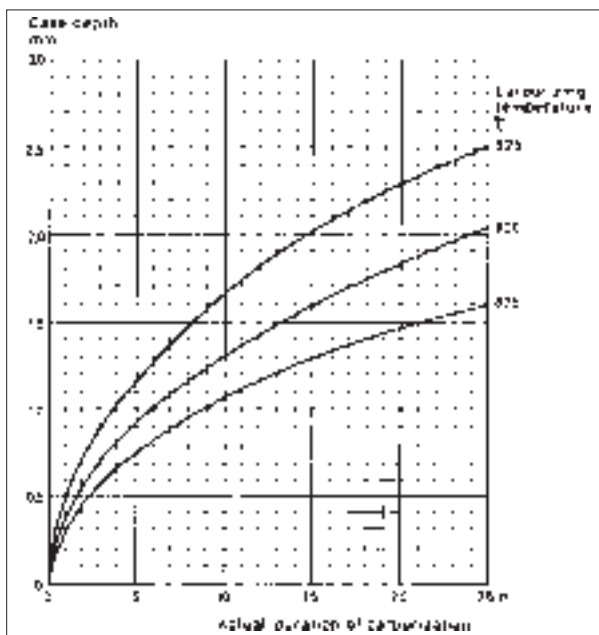
Johdanto

Bodycote International plc on johtava lämpö- ja pintakäsittelyjen alihankkija maailmassa. Suomessa Bodycote on suorittanut teollisuudelle näitä palveluja yli 50 vuotta. Seuraavassa tarkastellaan eniten kysytyjä menetelmiä, eli hiiletyskarkaisua, tyytystä ja anodisointia. Vaikka nämä kaikki ovat olleet jo pitkään käytössä, ne ovat tänä päivänäkin erittäin ajankohtaisia. Teollisuus on suuresti riippuvainen niistä ja uusia sovelluskohteita löytyy jatkuvasti. Kaikki kolme menetelmää ja niihin liittyvä prosessilaitteisto ovat edelleen voimakkaan tutkimuksen ja kehityksen kohteena eri puolilla maailmaa.


Hiiletyskarkaisu

Teräksen kovuus karkaisun jälkeen on riippuvainen hiilipitoisuudesta. Tätä ominaisuutta käytetään hyväksi hiiletyskarkaisussa, jossa kappale kuumennetaan hiiltä luovuttavassa väliaineessa lämpötiloissa 880 ... 980 °C. Tällöin pinnan hiilipitoisuus kohoaa sisustaan verrattuna ja sammutuksessa pinta tulee kovemmaksi. Hiilettävänä väliaineena käytetään tavallisesti kaasua esim. propania, metanolia tai asetonia. Kovuus kasvaa hiilipitoisuuden mukana tiettyyn hiilen maksimiarvoon, joka on riippuvainen teräksen muusta seostuksesta. Tavallisesti suurin kovuus hiiletyskarkaisussa saavutetaan hiilipitoisuuksilla C = 0,65 ... 0,90 %.

Hiiletyskarkaisussa aikaansaadaan kappaleen pintaosiin kova kulumista kestävä rakenne sisustan säilyessä sitkeänä. Yleensä



Kurt Fager - Curriculum Vitae

| | | |
|-------------|--|---|
| 1971 | DI, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto |  |
| 1972 – 1974 | Tutkimusins., Oy Fiskars Ab | |
| 1974 – 1977 | Laboratorion päällikkö, Oy Airam Ab Kometa Tehtaat | |
| 1977 – 1979 | Metallurgi, Oy Suomen Bofors Ab | |
| 1980 – 1986 | Osastopäällikkö, Oy Suomen Bofors Ab | |
| 1987 – 1989 | Osastajohtaja, Oy Uddeholm Ab | |
| 1989 – 1997 | Toimitusjohtaja, Brukens Oy | |
| 1997 – | Toimitusjohtaja, Bodycote Lämpökäsittely Oy | |

tavoitellaan pintakovuutta n. 58 ... 62 HRC (n. 650 ... 750 HV). Pintaosiin muodostuu puristusjännitystilä, mikä huomattavasti parantaa väsymisominaisuuksia. Optimaalinen väsymiskestävyys saavutetaan kun valitaan teräs siten, että sisustan kovuus karkaisun ja päästön jälkeen on n. 35...40 HRC. Tulokseen vaikuttaa voimakkaasti myös hiiletyskarkaisusyvyys. Standardin SFS 5020 mukaan hiiletyskarkaisusyvyys DC on se etäisyys pinnasta, missä kovuus on 550 HV1. Hiiletyskarkaisusyvyys on riippuvainen lämpötilasta ja pitoajasta, **kuva 1**. Tavallisia hiiletysyvyksiä ovat 0,3 ... 2,5 mm. Sammutusaineena on öljy, suolakylpy tai vesi-polymeeriseos. Eri sammutusaineet johtavat erilaiseen sammutus-tapahtumaan mm jäähtymisnopeuden suhteen. Tämä vaikuttaa karkenemistulokseen ja mittamuutoksiin. Yleensä pyritään optimaaliseen karkaisutulokseen mahdollisimman pienillä mittamuutoksilla, koska suuret mittamuutokset vaativat suuria työvoimaroja ja kallista jälkityöstöä. Öljy on tavallisin käytetty sammutusaine. Sammutuksen jälkeen kappaleet päästetään lämpötilassa 160 ... 220 °C.

Hiiletyskarkaisu suoritetaan useimmiten kaasutiiviissä kammi-, kuilu- tai läpisyöttöuunissa, johon käsittelyn aikana syötetään hiiltä luovuttavaa kaasua. Koska hiiletyskarkaisulla ratkaisevasti vaikutetaan kappaleen lopulliseen lujuuteen on prosessia valvottava tarkasti. Lämpötilan lisäksi valvotaan jatkuvasti uunin hiilipotentialia ns. happisondin avulla. Tarvittaessa, esim. pitkällä pitoajalla, otetaan uunista prosessin aikana folionäytteet, joita polttamalla voidaan myös seurata hiilipitoisuutta. Uunipanoksen mukana seuraa näytepaloja joista jälkeinpäin mitataan kovuudet sekä usein myös hiilipitoisuus ja mikrorakenne. Hiiletyskarkaisu kappale on kova ja näin ollen hankala työstää. Jos jokin kohta

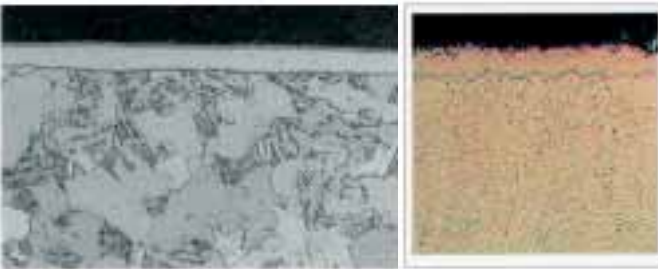
Kuva1. Hiiletysyvyys pitoajan ja lämpötilan funktiona 1/1.
Figure 1. Case depth versus duration and temperature of carburization 1/1.

halutaan työstää karkaisun jälkeen se usein suojamaalataan ennen hiiletyskarkaisua. Suojattu kohta ei hiilety eikä näin ollen karkene kovaksi.

Hiiletyskarkaisu on koneenrakennuksessa eniten käytetty pintakarkaisumenetelmä. Sitä käytetään mm hammaspyörien, akselien ja holkkien valmistuksessa. Se on edelleen ylivoimainen kun teräskappaleessa halutaan yhdistää korkea lujuus, sitkeys ja kulumiskestävyys. Nämä ominaisuudet rohkaisevat teräksen- ja uuni-valmistajia uusiin innovaatioihin. Laitepuolella uusinta tekniikkaa edustavat vakuumihiiletysuunit. Vakuumihiiletyksessä prosessi tapahtuu alipaineessa, jolloin voidaan käyttää korkeampia lämpötiloja mikä lyhentää pitoaikoja, eli nopeuttaa prosessia. Vakuumikarkaisussa sammutus tapahtuu kaasussa, mikä on helppä verrattuna yllä mainittuihin sammutusaineisiin ja tämä vuorostaan vähentää mittamuutoksia sammutuksen yhteydessä. Vakuumihiiletys eliminoi rakenteen sisäistä hapettumista parantaen mikrorakennetta ja lopputulosta. Vakuumihiiletys on jo käytössä mm autoteollisuuden moottorivalmistuksessa.

Typetys

Typetyksellä (Nitrous) tarkoitetaan käsittelyä, jossa teräskappaleen pintaan johdetaan typpeä ja useissa tapauksissa myös hiiltä niin matalassa lämpötilassa, ettei teräksen perusaineessa käsitteilyn aikana tapahdu faasimuutoksia. Käsittelylämpötila on yleensä 450 ... 600 °C. Typetyksen ideana on erilaisten nitridien muodostaminen kappaleen pintaosiin. Uloimpana pintaan muodostuu yhdistekerros, **kuva 2**. Yhdistekerros on erittäin kova ja sillä



Kuva 2. Typetyskarkaistun teräksen pintarakenne (Bodycote Värmebehandling AB).

Figure 2. Nitrided surface layer of steel (Bodycote Värmebehandling AB).

on hyvä kulumiskestävyys. Se on hyvin ohut, yleensä n. 5 ... 20 µm. Pysyessään ehjänä se myös parantaa korroosionkestävyyttä. Yhdistekerroksen alle muodostuu väsymislujuuutta parantava paksumpi diffuusiokerros, joka voi olla jopa n. 1 mm paksu. Typetysuunit ovat tavallisesti kaasutiiviitä kuilu- ja kammiouneja tai suolakylpyuneja

Typetystuloksen arvioinnissa käytetään pintakovuutta ja typetyssyvyyttä. Näihin vaikuttaa lämpötilan lisäksi pitoaika, **kuva 3**. Pintakovuuteen vaikuttaa lisäksi voimakkaasti teräksen koostumus. Kovuus nousee kun teräksessä on runsaasti nitridejä muodostavia seosaineita kuten Cr, Mo, V, Ti ja Al. Runsasseosteisillä teräksillä pintakovuus yhdistekerroksessa nousee jopa yli 1600 HV. Nuorrutusteräksillä saavutetaan n. 900 ... 1200 HV ja rakeneteräksillä n. 700 ... 900 HV. Koska yhdistekerros on ohut sen kovuusmittaus on tehtävä mikrokovuusmittarilla käyttäen pieniä kuormia. Standardin SFS 5022 mukaan typetyssyvyyden DN on se etäisyys pinnasta, missä kovuus on 50 HV korkeampi kuin perusaineen kovuus.

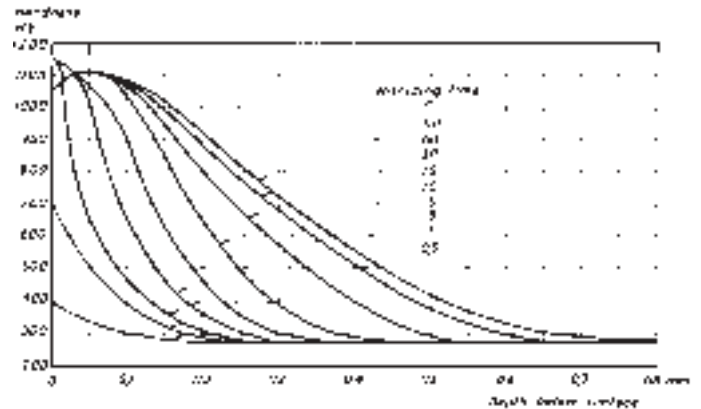


Figure 3. Hardness and depth as a function of nitriding time in gas nitriding 111.

Kuva 3. Kovuuden ja syvyyden riippuvuus pitoajasta kaasutypetyksessä 111.

Figure 3. Hardness and depth as a function of nitriding time in gas nitriding 111.

Typetyksessä muodonmuutokset ovat erittäin vähäiset. Tämän ansiosta typetettävät kappaleet voidaan työstää lopullisiin mittoihin, eikä jälkityöstöä käsitteilyn jälkeen suoriteta. Edellytyksenä on kuitenkin, että typetystä edeltävä päästö tai jännityksenpoistoehkus on tehty oikein. Mittapysyvyys ja monipuolisuus on tehnyt menetelmästä varteenotettavan haastajan hiiletyskarkaisulle monessa sovelluksessa mm. ajoneuvoteollisuudessa.

Kaasutypetys

Perinteisessä kaasutypetyksessä uunitilaan johdetaan ammoniakkaasua. Käsittelylämpötila on tavallisesti välillä 500 ... 530 °C. Ammoniakin hajaantuessa ko. lämpötilassa saadaan prosessiin tarvittava typpi, joka kulkeutuu kappaleen pintaan. Tyypilliset pitoajat ovat 30 ... 90 h. Useimmiten kappale jäähtyy käsittelyn jälkeen suojakaasussa uunin mukana. Kaasutypetyksessä kappaleen pintaan muodostuu yhdistekerros (γ' - ja ϵ -nitridejä) ja sen alle diffuusiokerros, jonka paksuus riippuu pitoajasta. Menetelmän etuja ovat paksun diffuusiokerroksen lisäksi tasaiset lämpötilanvaihtelut. Kaasutypetyksessä voidaan myös etukäteen suojamaalata ne kohdat joiden halutaan säilyvän pehmeinä käsittelyssä. Haittapuolina on pidettävä pitkiä pitoaikoja ja usein haurasta yhdistekerrosta. Koska yhdistekerros on erittäin kova se on myös hauras. Tämä tosiasia on huomioitava kaikissa typetyksen menetelmissä, mutta kaasutypetyksessä tilanne voi korostua mm. yhdistekerroksen koostumuksen ja paksuuden johdosta. Laadunvalvonta on hiiletyskarkaisun tavoin tarkkaa. Uunin tyypipitoisuuden seurannan lisäksi tulosta valvotaan panoksen mukana seuraavien koepalojen avulla.

Hiilitypetys kaasussa

Menetelmä eroaa kaasutypetyksestä pääasiassa uunin atmosfäärin, lämpötilan ja pitoaikojen suhteen. Ammoniakin lisäksi uuniin syötetään käsittelyn aikana hiiltä sisältävää kaasua esim. hiilidioksidia. Käsittelylämpötila on n. 570 ... 580 °C ja pitoaika tavallisesti 2 ... 6 h.

Samanaikainen typpeä ja hiiltä sisältävien kaasun syöttö johtaa typetyksen ja hiilityksen, jossa uloimpana on ϵ -nitridiä sisältävä yhdistekerros ja sen alla diffuusiokerros. Tämä yhdistekerros on todettu sitkeämmäksi kuin kaasutypetyksessä syntyvä, mikä on eräs hiilityksen etuja. Lyhyemmät pitoajat tekevät menetelmästä taloudellisemman verrattuna kaasutypetykseen. Hiilitype-

tyksellä ei kuitenkaan saavuteta yhtä paksuja diffuusiokerroksia jotka tukevat yhdistekerrosta ja parantavat väsymiskestoja.

Hiilitypetys suolakylvyssä

Tässä menetelmässä käsittely tapahtuu syanaattikylvyssä n. 580 °C:ssa. Kylvystä kappaleen pintaan tunkeutuu typen lisäksi myös hiiltä aikaansaaden samankaltaisen yhdiste- ja diffuusiokerroksen kuin hiilitypetyksessä kaasussa. Menetelmän etuja ovat sen nopeus. Myös ruostumattomia teräksiä voidaan käsitellä, mikä yleensä ei onnistu aikaisemmin mainituissa kaasumenetelmissä. Tällöin on huomioitava, että tyyppi heikentää ruostumattomien teräksien korroosionkestoa pinnassa. Tyypillisiä pitoaikoja ovat 1 ... 3 h. Varjopuolia ovat suolasta aiheutuvat haitat, kuten esim. lämpöshokit ja epäpuhtaat tuotteet. Suojamaalausta ei voi käyttää tämän menetelmän yhteydessä. Prosessin laadunvalvonta edellyttää kylvyn ja koepalojen säännöllistä analysointia.

Plasmatyyppi

Plasmatyyppiä suoritetaan alipaineuunissa, **kuva 4**. Käsiteltävät kappaleet kytketään virtalähteen katodiin ja itse uunikammio anodiin. Uunin ollessa alipaineessa siihen johdetaan typpeä sisältävää prosessikaasua. Typen lisäksi kaasu usein sisältää vetyä ja hiiltä. Alipaine säädetään alueelle 0,1 ... 10 mbar käsittelystä

riippuen. Kun jännite katodin ja anodin välillä nostetaan 200 ... 1500 V:iin, uunissa oleva kaasu ionisoituu ja positiiviset typpi-ionit iskeytyvät katodin pintaan aiheuttaen tyytetytapahtuman. Tavallisia käsittelylämpötiloja ovat 450 ... 600 °C ja pitoajat 10 ... 40 h. Käsittelyn jälkeen kappaleet tavallisesti jäähtyvät hitaasti uunin mukana.

Muuttamalla kaasun koostumusta, painetta ja lämpötilaa voidaan vaikuttaa yhdistekerroksen nitridikoostumukseen. On mahdollista aikaansaada yhdistekerros, jossa esim. on pelkätään γ' - tai ϵ -nitridejä tai näiden yhdistelmiä. Parametreja muuttamalla voidaan myös vaikuttaa yhdistekerroksen paksuuteen. Myös ruostumattomien teräksien tyyppi onnistuu kuten suolakylvyssä, vrt. yllä. Tarvittaessa on myös mahdollista suojata ne kohdat joiden halutaan säilyvän pehmeinä. Prosessin lopputulosta seurataan koepalojen avulla. Plasmatyyppiä yhdistyvä monet aikaisemmin mainittujen kaasun- ja kylpymenetelmien hyvät ominaisuudet. Haittapuolina voidaan pitää panostuksen vaatimaa tarkkuutta, mikä hidastaa prosessia. Myös laitteistojen korkeaa hintaa voidaan pitää haittana.

Mustanitrus

Mustanitrus on Suomessa vakiintunut nimitys tyytetyksikäsittelylle, jossa hiilitypetyksen jälkeen tehdään hapettava jälkikäsittely esim. vesihöyryllä tai ilokaasulla lämpötilassa n. 500 °C. Hapetuskäsittely lisää merkittävästi hiilitypetetyn pinnan korroosionkestävyyttä heikentämättä hiilitypetyksen antamia ominaisuuksia, kuten kulumis- ja väsymiskestävyyttä. Käsittelyllä saadaan myös musta, hyvännäköinen pinta, joka ei kaipaakaan jälkikäsittelyä, **kuva 5**.

Mustanitrus on suhteellisen uusi menetelmä ja se leviää maailmalla yhä laajemmille alueille – usein erikoisilla kauppanimillä. On hyvä muistaa, että lähes kaikki pohjautuvat hiilitypetykseen, johon on liitetty jälkihapetus (Nitrocarburizing with postoxidation). Menetelmää käytetään jo alueilla, joissa aikaisemmin on totuttu käyttämään kovakromausta, nikkelointia ja sähkösinkitystä.

Mikäli halutaan siirtyä jostain menetelmästä mustanitruukseen tai muuhun tyytetyksimenetelmään tämä on tehtävä harkiten. On selvítettävä sopiiko käytettävissä oleva teräs tähän vai onko materiaalia vaihdettava, jotta välttyttäisiin haurastumiselta, odottamattomilta mittamuutoksilta tai kovuuden alenemisilta. Hyviä valintoja voivat olla eri teräsvalmistajien tyytetysteräkset, joita myös Suomessa viime vuosina on kehitetty.

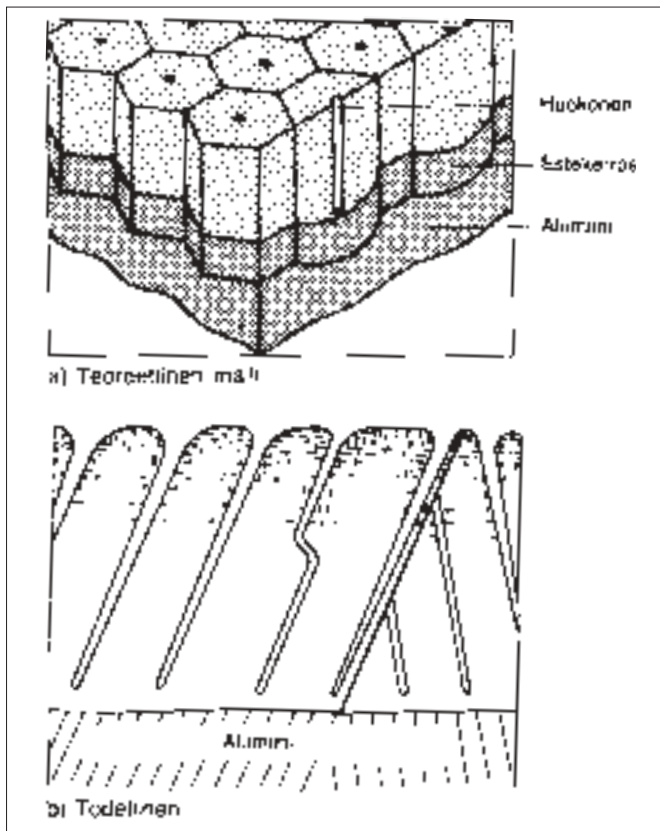


Kuva 4. Plasmatyytetysuuni (Bodycote Lämpökäsittely Oy).

Figure 4. Plasmanitriding furnace (Bodycote Lämpökäsittely Oy).

Kuva 5. Blacknite-mustanitratutuja osia (Bodycote Lämpökäsittely Oy).

Figure 5. Blacknite-nitrided parts (Bodycote Lämpökäsittely Oy).



Kuva 6. Anodisointikerroksen rakenne [4].
Figure 6. Structure of anodized surface [4].

Anodisointi

Anodisointi on alumiinin yleisin pintakäsittelymenetelmä, jossa elektrolyttisesti hapettamalla muodostetaan alumiinin pintaan luontaisen kaltainen kova, kulutusta ja korroosiota kestävä oksidikerros. Edustavan ulkonäön hyvin säilyttävä, pysyvä ja lukuisilla väri vaihtoehdoilla värjättävissä oleva oksidikerros muodostetaan itse perusmetallista.

Anodisointi suoritetaan usein rikkihappoliuoksessa (n. 20 °C), jossa kappale on anodina. Kun järjestelmään kytketään tasavirta alumiinin pintakerros hapettuu pylväsmäisesti muodostaen kenno-rakenteen, jossa on runsaasti huokosia, **kuva 6**. Yleisesti voi sanoa, että 1/3 kerroksesta on alkuperäisen alumiinipinnan yläpuolella ja 2/3 on sen alapuolella. Mitoituksessa on kuitenkin huomioitava anodisointia edeltävä etsaus, jossa pintaa poistuu. Tavallisia kerrospaksuuksia ovat 5 .. 25 µm. Paksuudeltaan 20 µm:n kerros syntyy n. tunnissa.

Tiivistys ja korroosionkesto

Mahdollisimman suuren korroosiokestävyyden saavuttamiseksi oksidikerros on tiivistettävä ionivaihdetussa vedessä tai vesihöyryssä lämpötilassa > 96 °C tai kylmätiivistyksenä kemiallisen reaktion avulla. Tällöin oksidikerroksen huokokset umpeutuvat synnyttäen hyvän korroosiosuojan. Karkeasti ottaen anodisointikerroksen korroosionopeus on viidesosa suojaamattoman alumiinin korroosionopeudesta. Galvaaniseen korroosioon on kuitenkin suhtauduttava yhtä vakavasti kuin suojaamattomalla alumiinilla. Kontakti kupariin ja sen seoksiin sekä myös suojaamattoman raudan ja teräksen kanssa on estettävä. Liittämistarvikkeisiin on valittava sinkittyä tai ruostumatonta terästä. Erityisesti raken-

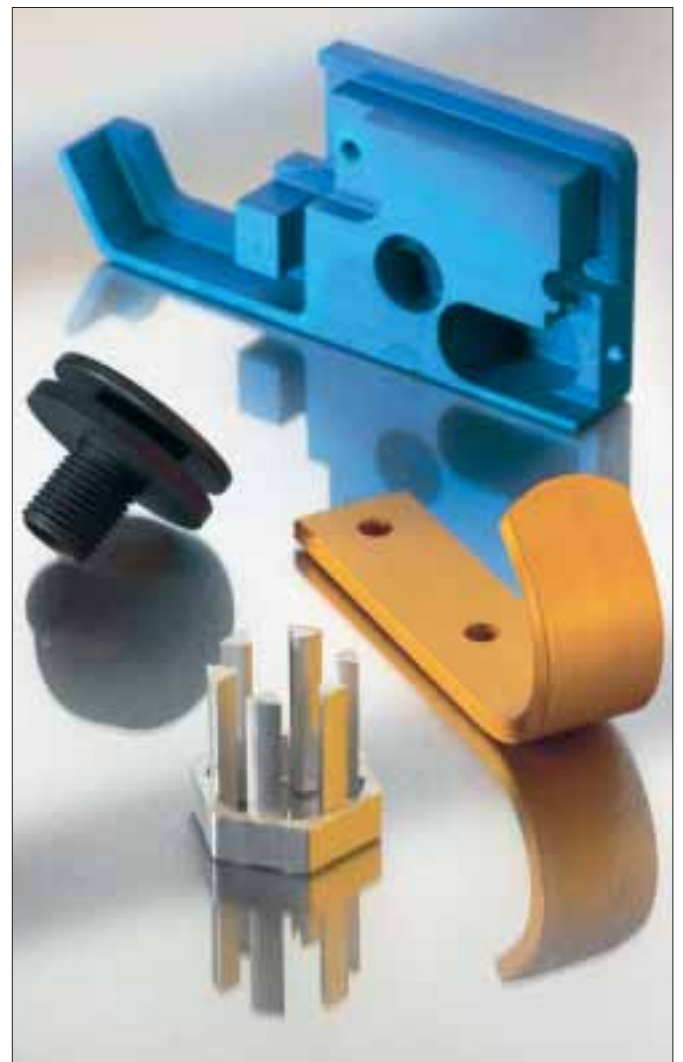
nuksilla esiintyy paljon alkalisia sementti- ja kalkkituotteita. Anodisointi on tarkasti suojattava näitä vastaan. Laasti, erityisesti lämpimänä, aiheuttaa rumia syöpyymiä kerrokseen.

Värianodisointi

Mikäli pinta halutaan värjätä se suoritetaan ennen tiivistystä. Värjämällä kappaleelle saadaan erittäin näyttävä pinta, **kuva 7**. Tavallisimmat menetelmät ovat adsorptiovärjäys ja sähkövärjäys.

Adsorptiovärjäyksessä kappale upotetaan värikylläiseen tai siihen ruiskutetaan väriä, jolloin kerroksen huokokset täyttyvät väriaineella. Seuraavassa tiivistyksessä huokokset suljetaan ja väriaine näkyy kerroksen läpi. Väri valikoima on hyvin laaja ja kustannukset kohtuulliset. Värien sään- ja valonkestävyyteen voi vaikuttaa valitsemalla oikea väri oikeaan käyttökohteeseen. Sähkövärjäyksessä kappale upotetaan metallisuoloja sisältävään kylpyyn, jossa sähkön avulla saostetaan kyseisen metallin oksideja ja hydroksideja anodisointikerroksen huokosten pohjalle. Näin saadaan aikaan useita värisävyjä vaaleasta pronssista aina mustaan asti. Menetelmän etuna on mm. värien erinomainen sään- ja valonkestävyys, minkä takia niitä käytetään rakennusten julkisivuissa. Värien perustamiskustannukset ovat korkeat verrattuna adsorptiovärjäykseen.

Kuva 7. Värianodisoituja osia (Bodycote Pintakäsittely Oy).
Figure 7. Color anodized parts (Bodycote Pintakäsittely Oy)



Kovuus ja kulumiskestävyys

Alumiinioksidi on erittäin kova (> 1000 HV). Huokoisuudesta johtuen pintakerroksen kovuus on kuitenkin pienempi n. 300 ... 450 HV. Tässä kuten tyytetyksen yhdistekerrosta mitattaessa on käytettävä mikrokovuusmittaria pienellä kuormalla. Kerroksen kulumiskestävyys on erittäin hyvä. Paras kulumiskestävyys saavutetaan kun pinnankarheus on pieni. On kuitenkin huomioitava, että kovuudesta johtuen kerros on erittäin hauras ja murtuu taivuttaessa tai muokattaessa. Ulkonäöllisistä syistä on suositeltavaa taivuttaa alumiini lopulliseen muotoonsa jo ennen anodisointia.

Alumiini antaa laajat mahdollisuudet tämän päivän suunniteluun. Sen etuja ovat keveys muokattavuus, korroosionkesto, ulkonäkö ja kulumiskestävyys. Anodisointikerros myös eristää hyvin sähköä. Perinteisten käyttökohteiden lisäksi anodisoitua alumiinia käytetään yhä enenevässä määrin koneenrakennusteollisuudessa. □

KIRJALLISUUSVIITTEET

1. Thelning K-E, Steel and its heat treatment, Butterworths (1984) 444 – 544.
2. Fager K., Nitroc – nopea kaasutyytysmenetelmä, Konepajamies nro 4, 1980.
3. Jyrkäs K., Mustanitruuksella kulutuskestävyyttä ja korroosionsuojaa, Konepajamies nro 3, 1994.
4. Höglund K. ja Pyöriä E., Alumiinin anodisointi, Metallien Pinnoitteet ja Pintakäsittelyt, Met –julkaisuja 3/1999, 116 – 124.
5. Alumiinin pintakäsittely, Suomen Galvanoteknisen Yhdistyksen julkaisuja No 5 (1996) 158 – 185.
6. Anodizing Processes, Metals Handbook (ASM) Ninth Edition, Volume 5, Surface Cleaning, Finishing and Coating (1982) 585 – 600.

SUMMARY

The surface treatments of the metal industry have been cornerstones of the subcontracting business for a long time. This trend continues as the principal suppliers are outsourcing their activities and the subcontractors specializing in certain processes. Case hardening and nitriding play an important part in the heat treatment of steel. The anodizing subcontracting is of great importance in the surface treatment of aluminium.

Metallurgijaoston koulutustapahtumat

Konvertteri- ja sähköunimetallurgia

26. - 27.11.2002, POHTO

Kurssi antaa kuvan konvertteri- ja sähköunimetallurgian nykytilasta ja tulevaisuudesta sekä tarjoaa mahdollisuuden kokemusten vaihtoon. Kurssin keskeisiä teemoja ovat perusmetallurgia, uudet prosessit ja mallintaminen.

Tilaisuus on tarkoitettu tutkimus-, kehitys- ja käyttöhenkilöstölle metallurgisessa teollisuudessa sekä tutkimuslaitoksissa ja korkeakouluissa.

Metallituotteiden integroitu tuotekehitys

08. - 09.05.2003

Tulenkestävät materiaalit

02. - 03.10.2003, POHTO

Tiedustelut

Kehittämispäällikkö Markus Hietala ja kehittämisassistentti Irja Kellokoski, puh. (08) 5509 700 ja s-posti: etunimi.sukunimi@pohto.fi, kertovat mielellään lisää ylläolevista tilaisuuksista.

Esitetilaukset ja ilmoittautumiset

Esitteitä voit tilata asiakaspalvelustamme, mistä saat myös ensi vuoden tilaisuuksista kertovan Kehittämispalvelut 2003 -kirjan.

Ilmoittautumiset tilaisuuksiin viimeistään kaksi viikkoa ennen tilaisuuden alkua, POHTO/asiakaspalvelu puh. (08) 5509 722 tai s-posti: asiakaspalvelu@pohto.fi



Vellamontie 12, 90500 OULU

Puh. (08) 5509 700, faksi (08) 5509 843

E-mail: asiakaspalvelu@pohto.fi, www.pohto.fi

Sähkösaostettujen pinnoitteiden valmistus

T&K JARI AROMAA, TEKNILLINEN KORKEAKOULU, KORROOSION JA MATERIAALIKEMIAN LABORATORIO

Johdanto

Pintakäsittelytekniikka on yleisnimitys erilaisille pinnan käsittely- ja päällystysmenetelmille, joiden tarkoituksena on suojata pintaa tai muuttaa sen ominaisuuksia. Pintakäsittelymenetelmät voivat olla mekaanisia, kemiallisia tai sähkökemiallisia. Pintakäsittelyn tavoitteena on suojata pinnoitettava materiaali vaurioitumiselta ja korroosiolta sekä antaa pinnalle haluttu ulkonäkö tai halutut mekaaniset ominaisuudet. Tuotetta suunniteltaessa on usein vaikeaa löytää perusmateriaali, joka täyttäisi kaikki asetetut vaatimukset. Pinnoittamisella voidaan saada halutut pintaominaisuudet ja käyttää halvempaa perusmateriaalia. Pinnoitteen tarkoituksenahan on antaa rakenteissa käytettyjen materiaalien pinnoille sellaisia ominaisuuksia, joita niillä luonnostaan ei ole. Pintakäsittelyllä voidaan pidentää käyttöikää, parantaa ulkonäköä ja helpottaa pintojen puhtaanaapitoa. Pintakäsittelyllä ja teollisella muotoilulla voidaan antaa tuotteelle loppusilaus, joka erottaa sen kilpailijoista.

Pinnoitteen valinnan lähtökohta on sille asetetut vaatimukset. Valinta on aina kompromissi pinnoitteen ominaisuuksien, valmistusmahdollisuuksien ja hinnan välillä. Pinnoitteen on esimerkiksi kestettävä kulutusta ja korroosiota, sen on oltava tiivis ja lujuutta kiinni perusmateriaalissa, kohtuullisen helppo valmistaa ja poistaa ja lisäksi riittävän edullinen ja helposti saatavissa. Käytettävissä olevilla pinnoitusmenetelmillä voidaan usein täyttää kunnollisesti vain osa esitetystä vaatimuksesta. Pinnoitusmenetelmien kehittyminen on mahdollistanut yhä useampien materiaalien käytön pinnoitteina. Oikean pinnoitteen valinta edellyttää, että pinnoitetyyppien tärkeimmät ominaisuudet tunnetaan. Metallisille pinnoitteille ovat ominaisia hyvä lämmönkestävyys, sähkön- ja lämmönjohtokyky sekä usein kovuus, kulutuskestävyys ja kiilto. Keraamiset pinnoitteet ovat kovia, kulutusta ja lämpöä kestäviä, mutta hauraampia ja eristäviä. Hyviin tuloksiin päästään usein yhdistämällä eri pinnoitetyyppejä. Esimerkiksi maalattu kuumasinkitys suojaa terästä tehokkaasti syövyttävässä ilmastossa.

Kun pinnoitteen vaatimukset on asetettu, määritetään pinnoitteen paksuusluokka ja valitaan pinnoitteen valmistusmenetelmä. Pinnoite tai sen valmistusmenetelmä eivät saa heikentää rakenteen lujuutta tai muita ominaisuuksia. Yleisesti käytettyjä teknisten pinnoitteiden valmistusmenetelmiä ovat esimerkiksi sähkösaostus, hitsauspinnoitus ja terminen ruiskutus. Näillä menetelmillä voidaan valmistaa metallisia pinnoitteita, keraamipinnoitteita ja komposiitteja. Uudempia menetelmiä ovat esimerkiksi termisiin ruiskutusmenetelmiin luettavat plasmaruiskutus ja de-tonaatiopinnoitus sekä erilaiset kaasufaasimenetelmät, laserkäsittelyt jne. Sähkösaostus voi arkeologisten löytöjen perusteella olla yli 2000 vuotta vanha teknologia /1/. Menetelmän teoria on yksinkertainen, sen toteutus saattaa olla monimutkainen ja sovelluksia on paljon. Sähkösaostettuja pinnoitteita valittaessa on tiedettävä miten pinnoitusprosessi toimii, mitkä ovat pinnoitteen ominaisuudet ja kuinka pinnoite ja perusaine vaikuttavat toisiinsa.

Jari Aromaa - Curriculum Vitae

Syntynyt 1960 Helsingissä
Diplomi-insinööri, Teknillinen korkeakoulu, 1985
Tekniikan lisensiaatti, Teknillinen korkeakoulu, 1988
Tekniikan tohtori, Teknillinen korkeakoulu, 1994
Teknillinen korkeakoulu, tutkija, 1985-1990
Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tutkija, 1990-1991
Outokumpu Research Oy, tutkimusinsinööri, 1991-1993
Teknillinen korkeakoulu, tutkija, 1993-1998
Teknillinen korkeakoulu, yliassistentti, 1998-



Sähkösaostuksen historiaa

Uudella ajalla sähkökemian ensimmäinen sovellus oli galvanotekniikka. Tämä käsitti sekä pinnoittamisen että sähkömuovauksen ja -työstön. Ensimmäiset onnistuneet kokeilut metallien saostamisesta tehtiin jo 1800-luvun alussa. Saksalaissyntyinen Moritz Jacobi kehitti sähkömuovauksen 1801 keksitystä happamasta kuparikylylvystä vuonna 1838 työskennellessään Pietarissa. Sähkömuovauksessa saostetaan metallia muotin päälle, ja menetelmästä tuli yleinen erilaisten taide- ja koriste-esineiden kopioinnissa. Elkingtonin veljekset pinnoittivat jalometalleilla Birminghamissa 1836 ja Christofle-niminen yritys Pariisissa 1841. Useita patenteja ja jalometallipinnoituksesta julkaistiin Englannissa, Ranskassa ja Saksassa 1840-luvulla. Useiden tavallisten metallien, kuten nikkelin, kromin, tinan ja lyijyn saostusprosessit keksittiin 1840- ja 1850-luvuilla. Monien prosessien saattaminen käytännössä toimivaksi kesti kuitenkin 1900-luvun alkuun saakka. /2/

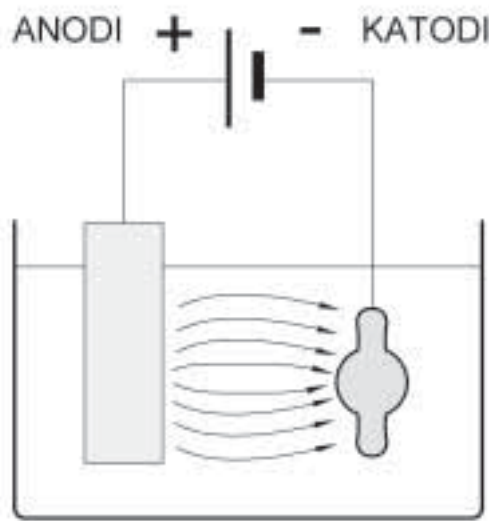
Galvanotekniikka pysyi jonkin aikaa harrastelijoiden huvina, mutta se siirtyi 1860-70-luvulla massatuotannon asteelle. Pariisissa pinnoitettiin satoja valurautaisia patsaiden jäljennöksiä ja lyhtypylväitä paksulla, noin millimetrin paksuisella kuparikerroksella. Näitä pinnoitettuja kappaleita on edelleen jäljellä, muun muassa patsaiden jäljennöksinä suihkulähteissä. Jäljennösten teko sähkömuovauksella taide-esineistä, museoiden kokoelmista ja lähes kaikista mahdollisesta alkoi olla merkittävää liiketoimintaa 1800-luvun viimeisinä vuosikymmeninä. Esimerkiksi South Kensington Museum julkaisi 1872 hinnaston, jossa oli noin 500 esinettä. Jäljennökset saattoivat olla kooltaan hyvinkin suuria, Pariisin Oopperan julkisivuun 1874 valmistettu kuparinen muusapatsas oli 20 jalkaa korkea. /3/

Sähkösaostuksen kehitys kulki yhdessä sähkötekniikan kehityksen kanssa 1840-luvulta 1920-luvulle. Aluksi pinnoituksessa käytettiin galvaanisia kennoja. Tasavirtageneraattori tuli käyttöön virtalähteenä 1870-1880. Tasavirtageneraattoreita alettiin korvata tasasuuntaajilla 1930-luvun alussa. Tähän oli syynä se, että generaattorit häiritsivät radiolähetysten vastaanottoa /4/. Hopeapinnoittajana aloittanut James Elkington julkaisi useita patenteja kuparin elektrolyyttisestä valmistuksesta vuosina 1865-1870 ja aloitti kuparin valmistamisen. Tasavirtageneraattorin keksiminen

mahdollisesti puhtaan kuparin valmistamisen suuressa määrässä, mikä edelleen mahdollisesti sähköteknisen teollisuuden.

Sähkökemiallinen saostusprosessi

Saostusprosessi käsittää yleensä kolme prosessivaihetta, jotka ovat esikäsitteily, pinnoitus ja jälkikäsitteily. Esikäsitteilyn tarkoituksena on irrottaa pinnoitettavan esineen pinnalta epäpuhtauksia. Esikäsitteilyvaiheet käsittävät rasvanpoiston ja peittauksen. Varsinainen pinnoitus tapahtuu metallisuolaliuoksessa, joka voi sisältää useita eri happoja, emäksiä, suoloja, kompleksinmuodostajia sekä orgaanisia lisäaineita. Jälkikäsitteilyjä ovat erilaiset tiivistyskäsitteilyt, passivoinnit, silaukset ym. Metallipinnoitteita saostetaan suolaliuoksesta sähkövirran avulla. Pinnoitettavalta esineeltä vaaditaan, että sen pinta on sähköä johtava. Sähkösaostus voidaan toteuttaa joko upottamalla pinnoitettava kappale kylpyyn tai sivelepinnoituksena, jolloin kappaleen koko ei ole rajoituksena. Pinnoitettava esine on katodina ja anodina toimii joko saostettava metalli tai joissakin tapauksissa liukenematon anodi, **kuva 1**. Liukenemattomat anodit ovat esimerkiksi platinaa, grafiittia, lyijyä tai ruostumatonta terästä. Liukeneva anodi syöttää virtaa liuottamalla metallia ja samalla huolehditaan kyllyn metallitasapainosta. Liukenematon anodi syöttää virtaa käynnistämällä liuoksessa jonkin hapetusreaktion ja kyllyn metallitasapainosta huolehditaan kemikaalisäilyksillä.



Kuva 1. Pinnoituksen periaate.
Figure 1. The principle of electrodeposition.

Sähkösaostus rajoittaa pinnoitettavan kappaleen muotoa. Kaikissa pinnoitusprosessin vaiheissa on päästävä käsiksi kaikkiin pinnan kohtiin oli kyse sitten upotuksesta liuokseen tai mekaanisesta työvaiheesta. Kappaleessa ei saa olla teräviä reunoja, pieniä harjanteita tai syvänteitä eikä myöskään ahtaita kulmia. Täysin tasaisia pintoja olisi myös vältettävä ja profiloitava ne lievästi. Tällä estetään kappaleen muodonmuutokset esikäsitteilyn aikana.

Perusmetallin pinnan laadulla on suuri merkitys pinnoituksen onnistumiseen, sillä kaikki perusmetallin virheet heijastuvat pinnoitteeseen. **Kuvassa 2** on esitetty pinnoitettavan metallin ja sisäisen rakenteen tekijöitä, jotka vaikuttavat pintakäsittelyssä. Tyypillisiä virheitä, jotka vaikuttavat pinnoitteen kiinnipysyvyyteen ja huokoisuuteen ovat sulkeumat, murtumat, halkeamat ja huokokset, pinnan korroosiovauriot sekä pinnan muokkaus rakenne. Näitä virheitä on lähes mahdotonta korjata muuten kuin vaihta-

malla perusmetalli virheettömään, esimerkiksi hiomalla tai käyttämällä välipinnoitteita. Pinnan puhtaus vaikuttaa pinnoitteen tarttumiseen ja kiinnipysyvyyteen. Orgaanisen lian, oksidikerroksen tai hiukkasten peittämälle pinnalle pinnoite ei tartu tai siihen jää vikoja.



Kuva 2. Pinnoitettavan metallin pinnan ja sisäisen rakenteen virhetekijöitä, jotka vaikuttavat pintakäsittelyssä.

Figure 2. Some factors on metal surface and metal structure that will affect the electrodeposition.

Pinnoitteen paksuus on eräs sen tärkeimmistä ominaisuuksista. Yleensä kulutus- tai korroosionkestävyys määrää pinnoitteen paksuuden, mutta joissakin tapauksissa pinnoitteen paksuus vaikuttaa rakenteen toimintaan, kuten kierteissä ja sovitteissa. Pinnoitteessa olevien virheiden todennäköisyys on kääntäen verrannollinen pinnoitteen paksuuteen. Virheet muodostuvat lähinnä kolmesta syystä: pinnoitteen sisäisten jännitysten lauetessa muodostuu halkeamia, pinnoitteeseen jää saostumisen aikana huokosia ja käytön aikana pinnoitteeseen tulee kulumis- ja korroosiovaurioita. Metallipinnoitteiden käyttäytymisessä on kaksi täysin erilaista ryhmää. Kuten muutkin pinnoitteet, metallipinnoitteet toimivat erottamalla suojaavan metallin syövyttävästä ympäristöstä. Erot metallipinnoitteiden käyttäytymisessä ilmenevät, kun pinnoitteeseen tulee vaurio. Epäjalot pinnoitteet alkavat syöpyä perusaineen sijasta, kuten esimerkiksi sinkki teräksen pinnalla. Epäjalot pinnoitteet voivat syöpyessään tukkia vauriot ja siten palauttaa myös pinnoitteen "barrier-efektin". Jalot pinnoitteet, kuten kromi, sen sijaan kiihdyttävät perusmetallin korroosiota, **kuva 3**.

Epäjalot pinnoite syöpyy



Epäjalot pinnoite jalolla perusaineella, esimerkiksi sinkki teräksen päällä.

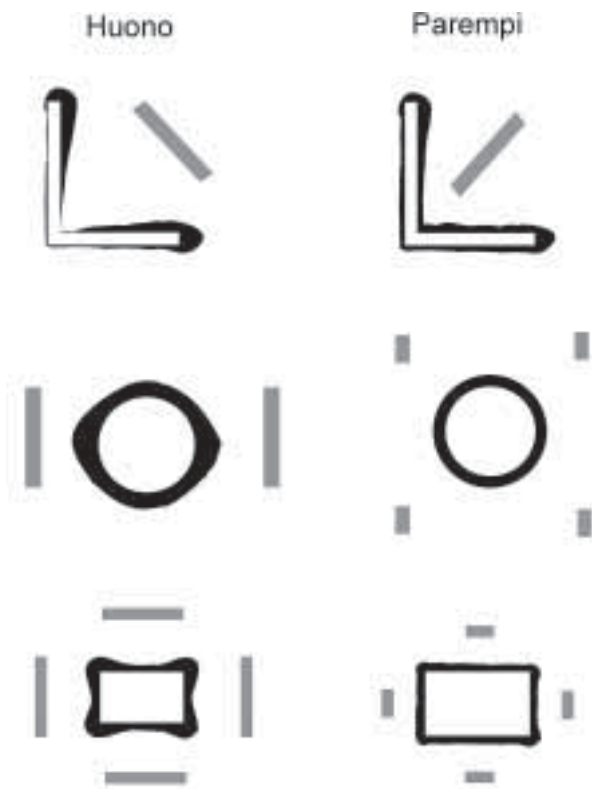
Epäjalot perusaine syöpyy



Jalot pinnoite epäjalon perusaineen päällä, esimerkiksi kromi teräksen päällä.

Kuva 3. Epäjalon ja jalon metallipinnoitteen syöpyminen.
Figure 3. Corrosion of an active and a noble metal deposit.

Sähköisesti saostettu pinnoite ei aina ole paksuudeltaan tasainen. Tämä johtuu siitä, että pinnoitettaessa voimakkain virrantiheys esiintyy kappaleen ulkonevissa osissa ja terävissä kulmissa. Samassa kappaleessa saattaa pinnoitteen maksimipaksuus olla 10-20 kertaa niin suuri kuin minimipaksuus. Pinnoite ohjataan saostumaan tasaisesti koko kappaleelle käyttämällä apuanodeja tai muotoanodeja. Apuanodi on ylimääräinen pieni anodi, joka asetetaan esimerkiksi syvennyksen sisälle. Muotoanodi on erikoisanodi, joka seuraa kappaleen muotoa mahdollisimman tarkasti. Näillä vaikutetaan virranjakaumaan pienentämällä elektrodien välimatkaa tasaisen pinnan tai syvennyksen kohdalla verrattuna välimatkaan harjanteen tai nurkan kohdalla. Teräviä kulmia voidaan lisäksi varjostaa eristävillä levyillä ym. Pinnoitettavan alueen reunoissa käytetään usein johtavaa teippausta sekä lankavirityksiä ylimääräisen virran johtamiseksi pois. **Kuvassa 4** on esitetty esimerkkejä virranjakauman hallitsemisesta elektrodijärjestelyillä.



Kuva 4. Virranjakauman hallinta elektrodijärjestelyillä tasaisen pinnoitepaksuuden saamiseksi.
Figure 4. Control of current distribution to obtain an even deposit thickness.

SÄHKÖSAOSTUKSEN TEORIAA

Katodille saostunut metallimäärä on teoriassa suoraan verrannollinen käytettyyn sähkömäärään Faradayn lain mukaan. Pinnoitusprosessissa tapahtuu myös joitakin sivureaktioita. Epäjaloilla metalleilla, kuten nikkelillä, kromilla ja sinkillä, tärkein sivureaktio on vedynekehitys. Katodilla voi tapahtua myös metalli-ionin pelkistymistä ilman, että se saostuu, tai vieraan, tavallisesti jalomman metalli-ionin keraasaostumista. Kaikki sivureaktiot vaikuttavat pinnoitteen laatuun. Vedynekehitys tuottaa pinnalle vetykuplia, jotka varjostavat alleen jääneen alueen, jonne pinnoite ei voi saostua.

Pinnoitteen saostumista esineen pinnalle säätelee virranja-

kauma. Virranjakauma jaetaan primääri- ja sekundääri- virranjakaumaan. Primääri- virranjakauma riippuu katodin muodosta, anodien sijoittelusta katodin ympärillä sekä anodin ja katodin etäisyydestä toisistaan. Virta kulkee elektrolyytissä lyhyintä reittiä, joten anodin lähelle saostuu enemmän metallia kuin kauemmas anodista. Sekundääri- virranjakauma toimii katodin pinnalla primääri- virranjakaumaa tasoittavana tekijänä. Pinnoitteen saostumista voidaan hallita sopivilla anodijärjestelyillä. Epätasaisella primääri- virranjakaumalla paksumpi pinnoite kertyy kappaleen nurkkiin ja anodien lähialueille. Kuoppiin ja syvennyksiin saostuu vain ohut kerros. Epätasaisella pinnoitteen saostamisella voidaan aiheuttaa myös jännityksiä, jotka vääristävät pinnoitettavan kappaleen.

Useimmissa happamissa pinnoituskylvyissä metallit ovat hydratoituneina ioneina, eli positiivinen metalli-ioni on yhden tai useamman vesimolekyylin ympäröimä. Näissä kylvyissä metalli-ionien pitoisuus on korkea. Hydratoituneita ioneja ovat esimerkiksi $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$, $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}$ ja $\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_7^{2+}$. Vesimolekyylit irtoavat metalli-ionista sen saostuessa. Väkeviä, happamia kylpyjä käyttämällä saadaan suuria saostusnopeuksia. Emäksisissä kylvyissä metalli-ionit ovat sitoutuneet johonkin muuhun kompleksimuodostaan kuin veteen. Metallit muodostavat negatiivisia komplekseja, joista metalli saostuu. Esimerkiksi syanidi-ionin kanssa metallit muodostavat negatiivisia komplekseja, kuten $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$ ja $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$. Näissä kylvyissä saostumaan kykenevän metallin pitoisuus on hyvin pieni. Kun metallin pitoisuus on pieni, pinnoite kykenee tasoittamaan kappaleen pinnan tehokkaasti, mutta kasvunopeus on pieni.

Jotta kationi voisi saostua katodille, sen pitää kulkeutua katodille ensin elektrolyytissä katodifilmille sekä sitten katodifilmin läpi. Katodifilmin diffuusiokerroksen paksuus on 10-100 μm , ja siinä kationit liikkuvat pitoisuuserojen aiheuttaman diffuusion avulla. Metallionin lähestyessä metallipintaa siihen sitoutuneet vesimolekyylit alkavat irrota. Metallipinnan läheisyydessä sähkökentän voimakkuus on jo niin suuri, että kaikki vesimolekyylit ovat irronneet. Tässä vaiheessa metalli-ioni pelkistyy metalliatomiksi, adsorboituu kappaleen pinnalle ja siirtyy pintadiffuusion avulla sopivaan kasvupaikkaan muuttuen osaksi metallihilaa. Pinnoitteen aineensirtonopeuden ja saostumisreaktion nopeuden keskinäinen suhde vaikuttaa voimakkaasti pinnoitteen rakenteeseen.

Sähkösaostetun pinnoitteen mikrorakenne

Sähkösaostetun pinnoitteen kasvu tapahtuu samojen vaiheiden kautta kuin metallin jäähdytys sulasta. Ensimmäisessä vaiheessa pinnalle muodostuu ytimiä. Ytimet alkavat kasvaa kokoa muodostaen kiteitä, kunnes ne törmäävät toisiin kasvaviin kiteisiin. Tämän jälkeen pinnoite alkaa kasvaa paksuutta tai pinnoitteen päälle muodostuu uusia ytimiä, jotka alkavat kasvaa ja kasvuprosessi jatkuu. Saostuman ydintyminen voi olla yhdellä kerralla tapahtuvaa tai progressiivista. Saostuman kasvu voi olla yksi-, kaksi- tai kolmiulotteista.

Sähkökemiallisesti saostetun metallin raekoko riippuu ydintymisen ja kiteenkasvun suhteellisista nopeuksista. Jos ytimien ja atomien muodostumisnopeus on suuri ja kiteenkasvu on hidasta, raekoko on pieni. Päinvastaisessa tapauksessa saostuma kasvaa paikallisena ja karkearakeisena. Sähkösaostetun pinnoitteen rakenne riippuu pinnoituskyllyn koostumuksesta, kyllyn lisäaineista, saostusolosuhteista, perusmetallista ja saostettavasta metallista. Monikiteiselle saostumalle esitetään viisi kasvutapaa /5/:

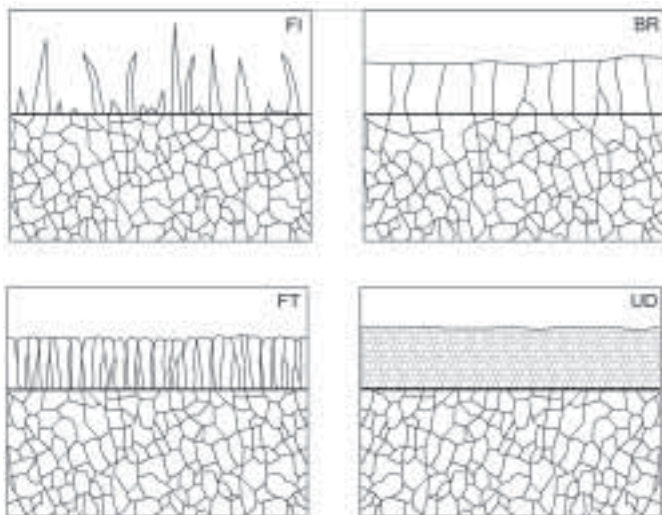
- Sähkökentän mukaan suuntautuneet erilliskiteet, Field orientated isolated crystal type (FI),
- Perusmateriaalin mukaan suuntautunut kasvu, Basis-orientated reproduction type (BR),
- Sähkökentän mukaan suuntautunut rakenne, Field orienta-

ted texture type (FT),

- Ei-suuntautunut dispersiotyyppinen rakenne, Unorientated dispersion type (UD),

- Kaksostunut muoto, Twinning intermediate type (Z).

Periaatekuvia saostumien kasvutavoista on esitetty **kuvas**sa 5.



Kuva 5. Sähkösaostetun pinnoitteen kasvutapoja Fischerin /5/ mukaan.

Figure 5. Growth mechanisms of electrochemically deposited metal, after Fischer /5/.

FI-tyyppin kiteet kasvavat erilliskiteinä ja kasvu tapahtuu sähkökentän suuntaisesti ja kohtisuorassa perusmateriaalin pintaan nähden. FI-tyyppin rakenne on tavallisin matalalla sulavilla metalleilla, kuten sinkillä. FI-tyyppin rakenne ei muodosta jatkuvaa pinnoitetta, mihin saostettaessa pyritään. Saostumista voidaan tehdä jatkuvia ja yhteen kasvaneita lisäaineita käyttämällä. BR-tyyppin rakenne muodostuu, kun perusaineen kiderakenne alkaa toistua pinnoitteessa. BR-tyyppin rakennetta voi esiintyä, kun perusaineella ja pinnoitteella on sama hilarakenne. Rakenteessa on esimerkiksi tiivispakkauksellisia kuutiollisia tai pylväsmäisiä kiteitä. Joskus kiteet voivat kasvaa niin suuriksi, että elektrolyytti jää saostuman sisälle kiteiden väliin.

Z-tyyppinen rakenne esiintyy, kun kasvumeکانismi muuttuu BR-tyyppistä FT-tyyppiin. BR-tyyppinen kasvu seuraa pohjamateriaalin tekstuuria. Kun saostuma on riittävän paksu, niin pohjamateriaalin vaikutus rakenteeseen katoaa ja rakenne muuttuu FT-tyyppiksi. FT-tyyppisen rakenteen kiteet kasvavat sähkökentän suuntaisesti kuitumaiseksi rakenteeksi. UD-tyyppinen rakenne koostuu kiteistä, jotka eivät muodosta mitään säännöllistä rakennetta. UD-rakenne muodostuu yleensä hyvin pienikokoisista rakeista.

Pinnoitteen mikrorakennetta säädellään metallipitoisuuden, saostusvirrantiheyden ja lisäaineiden avulla. Näillä voidaan vaikuttaa saostuvien kiteiden muotoon ja kokoon sekä joissakin tapauksissa myös pinnoitteen kideorientaatioon. Pinnoitteen rakenteen säätelyn periaate on, että polarisaation kasvattaminen pienentää raekokoa. Polarisaation kasvattaminen voidaan käsittää kasvuprosessin jarruttamisena. Ydintyminen vaatii suurempaa polarisaatiota kuin kiteenkasvu. Mitä suurempi on polarisaatio, sitä enemmän ytimiä muodostuu. Kiteenkasvu taas edellyttää pintaan adsorboituneen atomin kulkeutumisen sopivaan kasvupaikkaan, eli mikrorakenteessa johonkin nurkkaan tai kärkeen. Pinnoitteen rakenne riippuu adsorboituneiden atomien muodostumisnopeuden ja pintadiffuusion nopeuden suhteesta. Tärkeim-

pien saostuman rakennetta muuttavien tekijöiden vaikutus on seuraava:

- Kylvyn metallipitoisuuden kasvattaminen pienentää aineensiirtopolarisaatiota, jolloin raekoko kasvaa.

- Kylvyissä käytettyjä lisäaineita on kahta lajia. Inhibiitit kasvattavat polarisaatiota ja pienentävät raekokoa kun taas aktivaattorit pienentävät polarisaatiota ja kasvattavat raekokoa. Kylvyissä saatetaan käyttää samanaikaisesti sekä inhibiittejä että aktivaattoreita halutun rakenteen saamiseksi.

- Virrantiheyden nosto kasvattaa aineensiirtopolarisaatiota ja pienentää raekokoa.

- Lämpötilan nosto parantaa aineensiirtoa, eli pienentää aineensiirtopolarisaatiota ja tuottaa suuremman raekoon.

- Pinnoitettavan kappaleen liikuttaminen tai kylvyn sekoittaminen pienentävät aineensiirtopolarisaatiota ja kasvattavat raekokoa.

Pinnoitteen ominaisuudet riippuvat raekoosta ja hilassa olevista rakennevirheistä. Mitä suurempaa polarisaatiota saostuksessa on käytetty, sitä enemmän rakennevirheitä muodostuu. Ominaisuuksia, joihin voidaan vaikuttaa, ovat esimerkiksi kovuus, sitkeys, sähkönjohtokyky, korroosionkestävyys, kulutuskestävyys ja sisäiset jännitykset. Esimerkiksi pinnoitteen kiilto riippuu raekoosta ja mikroskooppisesta epätasaisuudesta. Kiiltävien pinnoitteiden raekoko on yleensä alle $0,3 \mu\text{m}^2$. Kiiltäviä pinnoitteita saadaan aikaan käyttämällä ns. kiiltolisiä. Kiiltoliset ovat inhibiittejä, jotka adsorboituvat saostuman aktiivisimpiin paikkoihin estäen metallin saostumisen niihin. Sähkökemiallisesti saostettujen pinnoitteiden kovuus on yleensä suurempi kuin valettujen metallien, ja se vastaa usein voimakkaasti muokatus metallin kovuutta. Matalalla sulavien metallien, kuten sinkin ja tinan kovuus on valettuna ja sähkösaostettuna samaa luokkaa. Mitä enemmän saostumassa on rakennevirheitä ja mitä pienempi on sen raekoko, sitä kovempaa metalli on. Pinnoitteen kulutuskestävyys on hyvä, kun sen rakenne koostuu pienistä rakeista, joista osa on sitkeitä ja osa hyvin kovia. FT-tyyppin rakenteet ovat usein hyvin kulutusta kestäviä. /6/

Pinnoituskylvyn ominaisuudet

Pinnoituskylvyn kykyä muokata pintaprofiilia kuvataan erilaisilla "kyvyillä", jotka ovat levityskyky, tasoituskyky ja peittokyky. Levityskyky ("throwing power") kuvaa kylvyn kykyä muodostaa tasainen pinnoite monimutkaisen kappaleen päälle. Peittokyky ("covering power") kuvaa sitä, kuinka syväälle pintaprofiiliin kuoppaan pinnoite yleensä kykenee saostumaan. Tasoituskyky ("levelling power") kuvaa pinnoitteen kykyä tasoittaa mikroprofiilia. Kylpy, jolla on hyvä tasoituskyky saostaa pinnoitetta tehokkaammin mikroprofiiliin syvennyksiin.

Levityskyky jaetaan makro- ja mikrolevityskykyyn, joista edellinen kertoo kuinka pinnoite jakautuu esimerkiksi kierteiden yli ja jälkimmäinen kuinka pinnoite jakautuu esimerkiksi työstönaarmujen suuruusluokkaa olevien poikkeamien yli. Makrolevityskyky kuvaa myös pienimmän ja suurimman pinnoitteen paksuuden suhdetta. Kun näiden suhde on lähellä yhtä on levityskyky parhaimmillaan. Mikro- ja makrolevityskyky ovat vastakkaisia. Makrolevityskykyä voidaan parantaa pienentämällä metallipitoisuutta, kasvattamalla virrantiheyttä ja pienentämällä sekoitusta. Mikrolevityskykyä voidaan parantaa kasvattamalla metalli-ionien pitoisuutta, nostamalla lämpötilaa tai parantamalla sekoitusta.

Peittokyky kuvaa pinnoitteen kykyä peittää esine pinnoitteella, eli se on alhaisin virrantiheysalue, jossa pinnoitetta voi muodostua. Mitä korkeampi tämä virrantiheys on, niin sitä parempi on peittokyky. Peittokyvyllä on merkitystä vain aivan pinnoituksen alkuvaiheessa. Peittokyky kuvaa, kuinka suuri osa pinnasta peittyy metallilla, mutta ei kerro mitään pinnoitteen jakautumisesta. Peit-

tokyky ei yleensä ole ongelma pinnoituksessa, mutta kromauksessa peittokyky on kromin erikoisen saostumismekanismien takia huono.

Tasoituskky kuvaa pinnoitteen kykyä tasoittaa mikroprofiilin huippuja ja laaksoja. Tasoituskkyä voidaan parantaa pienentämällä virrantiheyttä tai lisäämällä metalli-ionien pitoisuutta. Tasoituskkyyn vaikutetaan erilaisilla lisäaineilla. Koska tasainen pinta on kiiltävä, lisäaineita kutsutaan usein kiiltolisiksi. Kiiltolisät kulkeutuvat katodifilmin läpi ja adsorboituvat mikroprofiilin huippuihin hidastaen pinnoitteen saostumista niihin. Kun pinnoite ei voi saostua huippuihin, sen on kulkeuduttava muualle, eli siis mikroprofiilin syvennyksiin.

PINNOITTEIDEN SOVELLUKSIA

Sähkösaostetut pinnoitteet ovat metalleja, metalliseoksia tai komposiitteja. Pinnoitemetalli valitaan halutun erikoisominaisuuden mukaan, kuten kromin kovuus tai sinkin uhrattava korroosiosuoja. Metallipinnoitteiden käyttökohteet ovat monipuoliset. Sähkösinkki on korroosiosuoja, sinkin omaa kestävyyttä parannetaan passivoimalla kromaattikylvyssä. Nikkeli on yleinen välipinnoite ja korjauspinnoite. Kupari on välipinnoite, korroosionesto-pinnoite, lämmön- tai sähkönjohde jne. Kromi on kulutusta ja korroosiota kestävä. Alumiini on uhrattava korroosiosuoja, joka kilpailee sinkin kanssa. Tina on korroosiosuoja. Messinkiä käytetään koristetarkoituksiin ja kumin tartuntapinnoitteena teräksen päällä. Hopea on korroosiosuoja, koriste-pinnoite, kitkan pienentäjä laakereissa, sähköinen kontaktipinta ja juotosalusta. Kulta on korroosiosuoja, ulkonäköpinnoite ja sähkökontaktien pinnoite. Rodium on hopean korroosiosuoja ja sillä saadaan parhaat sähköiset kontaktit kovaan kulutukseen. Usealle metallille on olemassa erilaisia kylpyjä, joilla saadaan aikaan erilaiset pinnoitteen ominaisuudet. Esimerkiksi kiiltokromia käytetään ulkonäköisistä ja teknistä kromia kulutuskestävyyden takia.

Sivelypinnoitus on erikoissovellus, joka sopii kenttäolosuhteisiin ja suurten kappaleiden käsittelyyn. Tavanomaisesta elektrolyttisestä pinnoituksesta poiketen siinä käytetään kylvyn asemesta liukenemattoman anodin päälle kiedottua kuitumateriaalia, jota kostutetaan elektrolyttiliuoksella. Tällä kynällä ja tasavirralla sivellään pinnoite haluttuun kohtaan. Sivelypinnoituksella voidaan käsitellä lähes kaikkia metalleja. Sivelypinnoitus kohdistuu tavallisesti vain osaan kappaleen pintaa. Menetelmällä saadaan mittatarkkoja, tiiviitä ja hyvin kiinnipysyviä pinnoitteita. Etuja ovat laitteiston siirrettävyys ja soveltuvuus kenttäkäyttöön, mahdollisuus yksinkertaisempaan paikallisten pinnoitusten tekemiseen verrattuna pinnoituskylpyihin ja matala pinnoituslämpötila.

Puhtaiden metallien lisäksi voidaan saostaa erilaisia metalliseoksia. Näissä kylvyissä on liuenneena kaikkia seokseen tarvittavia metalleja. Seoksen koostumus hallitaan lisäaineiden ja saostusvirrantiheyden avulla. Esimerkiksi sinkkipinnoitteiden korroosionkestävyyttä voidaan parantaa myös saostamalla seospinnoitteita kuten Zn-Ni, Zn-Cr-Co tai Zn-Sn. Tavallisia seospinnoitteita ovat muun muassa messinki, pronssi ja lyijy-tinaseokset. Messinkipinnoite on hyvä tartuntapinta teräksen ja kumin välille. Pronssipinnoitteita käytetään koristetarkoituksiin, mutta niillä saadaan myös korroosiota kestävä ja kova pinta. Lyijy-tinaseoksia käytetään juotusmateriaalina.

Metallin mukana voidaan saostaa kiinteitä partikkeleita, jolloin puhutaan komposiittipinnoitteesta tai yhdistelmäpinnoitteesta. Elektrolyttiin dispergoidaan hienojakoisia kiinteitä partikkeleita, jotka keraosuvat pinnoitemetallin kanssa. Pinnoite muodostuu heikon kemiallisen sidoksen muodostuessa partikkelin ja pinnoitettavan kappaleen välille sekä matriisimetallin saostuessa ja sulkiessa partikkelit sisäänsä. Käytetyimmät matriisimetallit ovat kupari, nikkeli ja kromi. Komposiittipinnoitteella on

sekä metallimatriisiin että partikkelien fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Pinnoitteilla voidaan parantaa liukuominaisuuksia ja kulutuksenkestävyyttä, mutta korroosionkestokyky määräytyy pääasiassa matriisimetallin perusteella. Mitä enemmän pinnoite sisältää partikkeleita, ja mitä tasaisemmin ne ovat jakautuneet pinnoitteeseen, niin sitä paremmat ovat pinnoitteen mekaaniset ominaisuudet. □

KIRJALLISUUSVIITTEET

1. Foley, R., Measures for preventing corrosion of metals. NBS special publication 479, National Bureau of Standards, Washington 1977, s. 67-76.
2. Galvanotechnik 100(2002) 1, s. 70-92.
3. Dubpernell, G., Westbrook, J., Selected topics in the history of electrochemistry. The electrochemical Society, Princeton 1978.
4. Persson, L., Galvanoteknikens historia. Elektroteknisk och kemisk ytbehandling, Band 1. Ytforum, Linköping 1994, s. 6-31.
5. Fischer, H., Elektrolytische Abscheidung und Elektrokristallisation von Metallen, Springer Verlag, Berlin 1954.
6. Galvanotechnisches Fachwissen, A. Strauch (ed.), Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1983, s. 71-104.

SUMMARY

Electroplating can be defined as deposition of a layer of metal electrolytically to a base metal to enhance or change its properties and appearance. Electroplating is done in a solution called electrolyte, also known as a "plating bath". The plating bath is a specially designed chemical bath that has the desired metal dissolved in solution. Theoretically, the thickness of the electroplated layer is determined by the time of plating, and the amount of available metal ions in the bath relative to current density. The electroplating processes will not conceal preexisting surface blemishes such as scratches, dents, or pit. The plating process has a tendency to make most surface imperfections even more noticeable. It is therefore necessary to remove any undesirable surface marks prior to the plating process. The inherent shape and contour of the object can affect the quality of the plated layer. Metal objects with sharp corners and edges will tend to have thicker plated deposits on the outside corners and thinner deposits in the recessed areas. This occurs because the current flows more densely around the outer edges of an object than the less accessible recessed areas. Careful placement of the anodes and modification of the bath and current density are necessary to offset this effect. Properties of the deposit are influenced by microstructure and surface morphology. These can be controlled by controlling the structure of the deposit with process parameters, that affect nucleation and crystal growth rate. The most commonly used materials for electroplating are zinc, chromium, tin, nickel, copper and precious metals. Electroplating is used to create a more desirable finish, or to give the part surface special mechanical properties such as wear resistance. Electroplating is also used in the electronics industry to apply coatings of a material that has better conductive properties. Brush plating, alloy deposits and composites are also common methods and coating types.

Why we shall learn the language of Mother Earth also in the future

PROF. KRISTER SUNDBLAD, TURUN YLIOPISTO

INTRODUCTION

At the beginning of this year, I was invited to give a lecture on the theme "What type of education does a geologist need in the year 2010?" at the annual meeting of the Finnish Association of Metallurgists, Mining Engineers and Geoscientists in Tampere on April 5, 2002. I guess that the organizers of the meeting thought that a professor, who had the experience in geology teaching at several universities in Scandinavia before coming to his present position in Turku, would have the appropriate wisdom to know what will happen in this near, but yet distant future. My first reaction to this request was, however, that I would have preferred to be in the audience rather than in the speakers' position when such a lecture was held. Who could possibly know how the future will be, particularly if the political and economic evolution in general and the geology-based industry in particular will continue to be as fast and complex as it has been during the past 10-15 years? Who even knows if there will be operating mines in Finland by then?

The most simple, although also pessimistic, answer on the question addressed by the organizers is therefore: "Some basic training in minerals, rocks and soils, explained in general plate tectonic and glaciogenetic views, combined with one or the other field course (which, however, probably will be cancelled due to limited economy)". Furthermore, it would not surprise me if some people in the year 2010 also would argue that priority should be given to education in unconsolidated sediments and water, due to their importance for environmental protection problems in contrast to the (by then non-existing?) domestic mineral industry. I fear that this scenario may prove to be realistic in 2010, but I very much hope that geologists, the public and not the least our politicians will be aware of the role geology has for society so that decisions on future geological education systems will not only be based on short-sighted market interests or political fashion.

It is thus my opinion that the balance between the increasing consumption habits of modern human culture and the limited resources of our planet must be handled in a conscious, competent and more optimistic way than just letting the current trends in market economy and politics determine the future of the education systems in geology.

Krister Sundblad - Curriculum Vitae

Krister Sundblad was born and raised in Stockholm, Sweden in 1952. He studied at Stockholm University where he obtained his M.Sc. (Fil. Kand) degree in chemistry (and mathematics + physics) in 1974 and his Ph.D. (Fil. Dr.) degree in geology in 1981. He was engaged with metallogenic problems related to the Swedish part of the Palaeozoic Caledonides at the Geological Survey of Sweden (SGU) from 1974 to 1986, the first five years as summer assistant, and after 1979 as permanently employed. In 1983, Sundblad was on leave from SGU working with gold prospecting in Nicaragua. He was assistant professor (Docent) at Stockholm University from 1987 to 1997, now focussing on metallogenic problems in the Precambrian of Sweden and adjacent regions. In 1997 he became professor in ore geology at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) in Trondheim where he remained until 2001. During this period he focused his research interests on Phanerozoic metallogenetic problems in the Norwegian Caledonides and on Svalbard. Sundblad is professor in geology in Turku since 2001.



WHAT DOES THE LANGUAGE OF MOTHER EARTH TELL US?

Based on my previous experience from resource geology in Sweden and Norway, and my present role in Finland, I will approach the problem from a Nordic and global perspective, hoping that I also will be heard and understood by those who take the decisions on future education systems inside and outside Finland. In order to arrive at my conclusions, I will therefore address, and try to answer, four questions:

1. WHAT IS A GEOLOGIST?

If we shall have a chance to speculate in what kind of education a geologist shall have in 2010, we must first define what a geologist is, independent of historical trends or potential economic benefits. In my mind, a geologist is a person who has a particular knowledge on minerals, rocks, sediments, fossils and/or water, regardless of where in the world he/she is active and regardless of in what economic system he/she lives. With such a knowledge base, the geologist may contribute to the understanding of...

- ... the structure, composition and history of our planet
- ... the geological processes that *have been, still are* and *will continue to be* active within the Earth or on its surface
- ... the occurrence of anomalous concentrations of minerals and hydrocarbons
- ... the origin of life and the biological evolution throughout the Earth's history

2. WHAT IS THE BENEFIT FOR SOCIETY WITH SUCH A GEOLOGICAL KNOWLEDGE?

As a consequence of the wide spectrum of specializations that can be identified in geology, there are many types of skills and competence profiles that have developed in the geosciences. Some of these are of high interest for industrial purposes, others are considered useful by other sections of society, while yet other skills are of less immediate use for society. With the following examples of specific competence profiles that are currently demanded in society, we see that geologists are unique in providing a scientific base for:

a. finding and quantifying natural resources

The concept "natural resources" includes a number of raw material types that are exploited for metal production, as well as covering the need of the society with respect to reagents, bulk compounds, construction materials, energy and drinking water. Most of these resources can be exploited for domestic purpose and/or be exported to foreign markets. For a long time Finland has been a significant producer of metals, industrial minerals and dimension stones on the domestic and international markets, while most energy resources (oil, gas and uranium) have had to be imported.

i. Mineral resources

Although most people in the western world do not consider mineral resources as an important issue, they are probably unaware about the amount of mineral resources each person is a daily consumer of, simply by traveling in cars, buses, trains or air planes, by using computers, TV-sets, telephones or other electronic tools or even by using ordinary products as newspapers, paint and toothpaste. In order to be able to find, quantify and eventually exploit the various resources, we need specialists in all these fields, regardless where in the world the resources are explored or exploited.

Because the amount of mineral products consumed in the western world shows no sign of decline, there is no doubt of the future need of mineral resources also in Finland. I am, therefore, convinced that Finland will remain as a significant producer of mineral resources and that mining and exploration activities will be carried out for a long time, even after 2010. Nevertheless, I am uncertain whether this future mining will be carried out by domestic or multinational companies and we can now identify two possible future scenarios for Finland:

1) Domestic companies will be less active in exploring and exploiting natural resources. We will then become more import-dependent and passive observers when international companies will take over the expert role of Finnish mineral resources. In that case we may approach a Latin American situation, where there will be a risk that geologists educated in domestic universities will be more rarely employed in the exploration and mining companies. However, the recent take-over of the Pyhäsalmi mine by the Canada-based Inmet company in Finland gives, fortunately, no support to such a gloomy perspective. The present staff at Pyhäsalmi has still a very positive attitude towards training and employing of Finnish students, something which is very important for the future mining culture in Finland.

2) Domestic companies remain the principle participants in metal production. In that case, geologists educated in Finland will more likely become employed at all levels in the companies. This will provide better options to keep high competence levels on domestic resources and will also be an important base for Finnish exploration companies in case they wish to return to the role as actors on the global exploration market.

Which of these two scenarios that will be most true in 2010 is difficult to predict, but the decisions taken by companies and politicians today will govern the reality in 2010. Regardless of which decision taken, there is also a clear trend of European integration and globalization in all sectors of society today. Nowadays, students have far larger opportunities to go abroad for shorter and longer study visits and even for employment. With this new international climate, combined with continuing resource dependence in the western world, it would be irresponsible not to maintain a domestic level of knowledge and competence in geology in order to be able to provide a conscious resource management in a national and international perspective.

ii. Water

Access to clean drinking water is a relatively large resource problem in many countries in the world, partly because it is a bulk compound that not can be imported from distant sources. The majority of the worlds population is restricted to groundwater as the main drinking water resource, which requires specific knowledge of geology and hydrology, particularly in densely populated areas and in arid to semi-arid regions. Even if these problems are much less critical in a lake-rich country as Finland, urban regions here also require qualified geoscientific knowledge for the determination of both the quantity and quality of potential water resources (as currently is done for Turku).

iii. Energy

Oil, gas, coal are the most important examples of hydrocarbon-based energy resources that are vital for the industrial world, regardless of if these resources can be exploited from domestic deposits or have to be imported. Due to lack of domestic resources, most European countries (including Finland) are strongly import-dependent of oil and gas. Some industrialized countries have developed nuclear power programmes but it is very rare that this kind of domestic energy production is based on domestic uranium resources. As a consequence, also this energy system creates commonly an import dependence, which not always is a result of lack of domestic uranium resources. In the case of Finland and Sweden for example, such domestic mineral resources are well documented but are not exploited due to more or less conscious and logical political decisions.

b. understanding short- and long-term environmental changes and predicting future geological events

It is far too often assumed that environmental problems can be solved by bioscientific competence alone. The simple fact that some rocks have high contents of some elements while other rocks have high contents of other elements is fundamental to any geologist but is completely unknown to those who have not the most basic knowledge of geochemistry. As a consequence, environmental variations related to natural, but nevertheless anomalous, geochemical compositions of sediments or rocks cannot be understood properly if the geological knowledge is missing. Without such knowledge, it is easy to misunderstand the potential contamination effect of some industrial activity (related or unrelated to mining operations) and any other anomalous but *natural* metal concentration (e.g. radioisotopes in granitic rocks or high Cr-Ni contents in soil underlain by primitive mafic rocks).

For most people, the magnitude of the geological time scale is as difficult to assess as distances in the universe. Words like "always" and "originally" have therefore often a very precise and definite meaning when nature is described in common language and when the memory reference is restricted to historical records. For a geologist, who is trained to understand the everlasting geological processes that are responsible for the evolution of the Earth through the millions and billions of years, such words have a more relative connotation. The ability of geologists to view natural processes through various time perspectives is of particular importance when short- and long-term environmental changes shall be understood and when future geological events shall be predicted. By understanding processes in the past, geologists have therefore a unique competence in also predicting future natural processes, something which is important for the society in many ways.

Although earthquakes are rather rare and modest in Finland, they represent together with volcanic eruptions, one of the critical hazards that threaten many urban regions daily elsewhere in

Fig. 1a. This map (reproduced from Geological Survey of Finland Bulletin 23) became the first coherent map of the Fennoscandian bed rock when it was published by J.J. Sederholm in 1907. Sederholm (1863-1934) was a pioneer in revealing the long and complex Precambrian geological history of Fennoscandia and was Director of the Geological Survey of Finland between 1893 and 1934. Since Sederholms map was printed 95 years ago, many refined versions of the pre-Quaternary geology of Fennoscandia have been published.

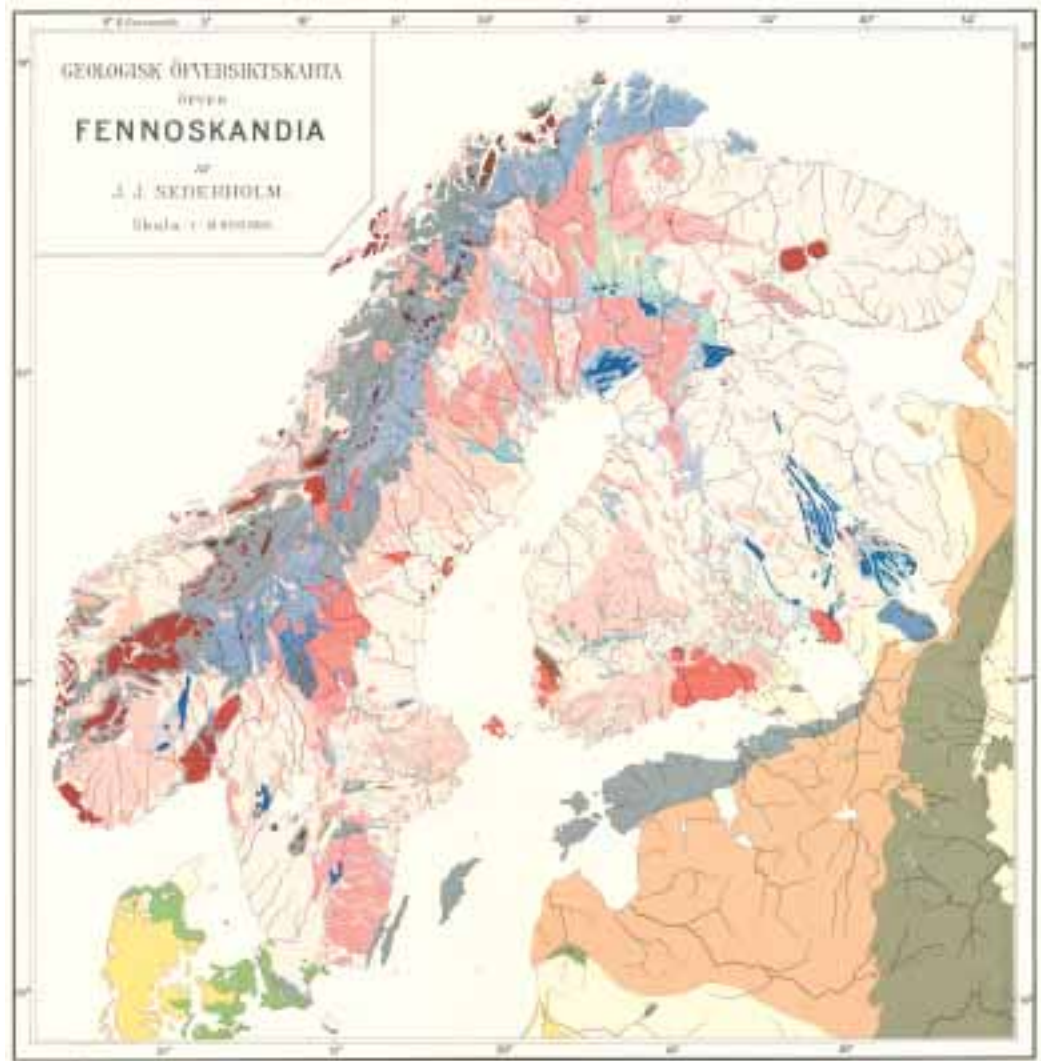
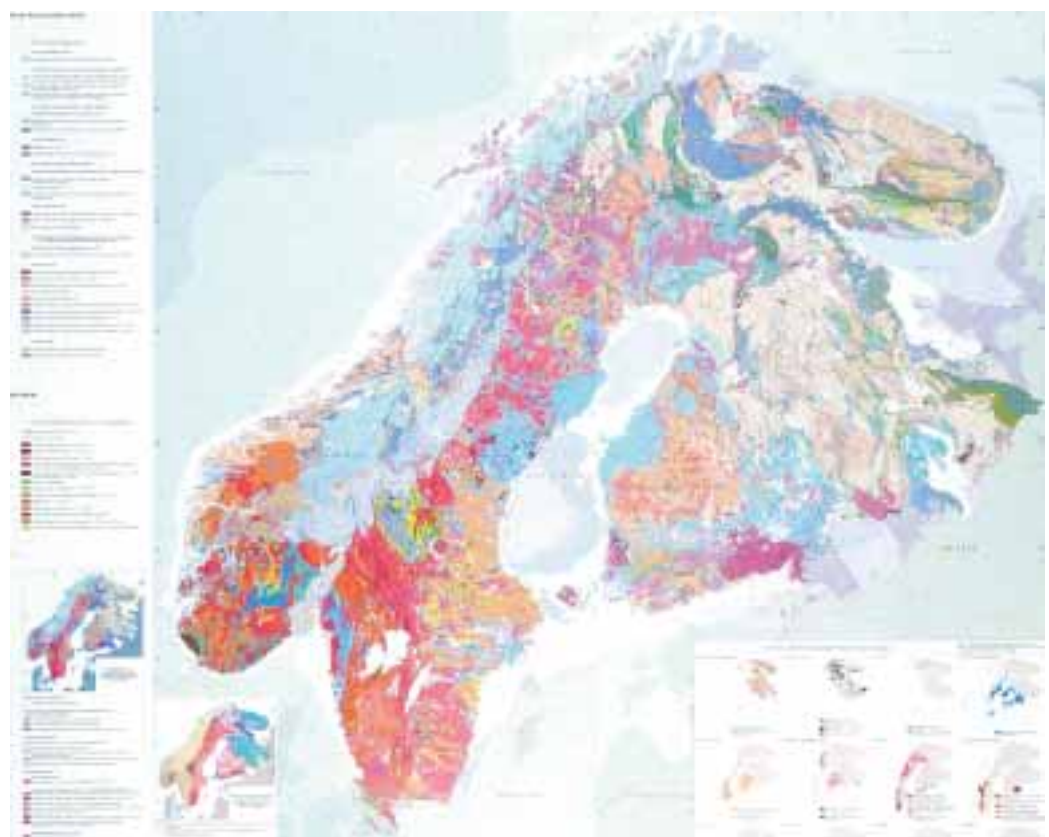


Fig. 1b. The most recent was issued as a joint publication by the Geological Survey of Finland, Sweden, Russia and Norway in 2001. This kind of geological maps form the base for our understanding of the geological history of the Earth as well as for applied aspects so that metallogenetic models can be developed of use for new discoveries of mineral resources. (Photo: Jari Väättäinen, GTK)



the world. These hazards are vital for millions of people and affect societies in both the industrialized and third world. With an increasing global concern in all sectors of society, it should be a natural consequence if the leading scientific nations could cooperate to create international research programs with the focus to improve methods to predict these hazards, wherever they may occur next time. This should be as important as e.g. the UN-led military operations in various conflict areas in the world.

Climatic variations are an example of natural processes which in a short-sighted perspective may appear to be less dramatic than hazards related to volcanism and earth quakes. This kind of climatic variations are well documented for many thousands of years back through investigations of natural archives as peat, lake sediments and continental ice sheets. The recent raise in global temperature is particularly interesting in this respect since some scientists argue that it is related to man-induced factors while others claim that it may be part of natural variations. If the present rate of global heating will continue for another century or so, regardless of the reasons behind it, it will have severe effects on the enormous quantities of water, currently bound to the vast ice sheets of Greenland and Antarctica. If these continental ice sheets begin to melt, it will lead to a global raise of the sea level with dramatic implications for all coastal regions in the world. Another possible consequence of climatic changes is related to the drop in average temperature that the entire North Atlantic region will experience in case the circulation pattern of the Golf stream will be disturbed. A deeper knowledge of what controls the climatic variations on Earth is therefore vital if we shall be able to understand some of the most important questions in the current environmental debate. Geologists must have a central role in this debate.

The selection of appropriate sites for nuclear waste disposal is yet another issue which requires a complex and deep knowledge of rock properties and geological history at the sites proposed for waste disposal in order to be able to predict potential future geological events. Such a competence can only be achieved from a broad and inter-disciplinary investigation of previous geological processes, before any prediction can be made on where and

when future deformation zones, weathering systems or any other geological system may become active.

c. understanding origin, history and composition of our planet as well as the origin and history of life

A significant part of human culture as well as our view of ourselves as a species, and our role in the universe, is firmly based on a deep knowledge and understanding of the planet where we live. It is therefore fundamental for all human cultures that a basic understanding of the origin, history and composition of our planet, as well as the origin and history of life on Earth, can be maintained and cultivated. It is only geoscientists who have the competence to transfer this heritage from generation to generation and who can formulate arguments against pseudo scientific ideas on the origin of Earth put forward by creationists. It is also only geologists who can answer simple (but yet difficult) questions from the public like "how mountains and oceans are formed", "when and how the Earth was formed" and "when and why dinosaurs disappeared from Earth". Also from this human perspective, it is evident that the society always will need to maintain and cultivate knowledge and competence in a broad spectrum of geoscience discipline.

3. HOW CAN GEOLOGICAL KNOWLEDGE AND COMPETENCE BE MAINTAINED AND CULTIVATED?

Knowledge is the base for all competence. There are, however, many things that we may know, even if we not necessarily understand them. If we shall maintain and cultivate knowledge and competence we can therefore distinguish between four steps: a. Preserve knowledge; b. Cultivate knowledge into understanding (= creating competence), c. Preserve competence and d. Cultivate competence.

Although data and information can be stored in physical archives, these archives do not represent knowledge or competence unless there is an active carrier of the information. Maintenance of knowledge and competence must therefore be stored in both physical and human archives. What has been archived and experienced by one generation must be carefully preserved (in docu-



Fig. 2. Enormous quantities of water are bound to continental ice sheets in the Arctic and Antarctic. These frozen water magazines are very sensitive to any change in the climate or in the patterns of oceanic currents. A proper understanding of the global heating, and the reasons behind it, is thus vital for geoscientists and the whole human culture. Photograph taken by Mirja Koivisto over Oscar II Land at Svalbard in July 2000.

ments) as well as transformed to later generations (through learning). The former cannot replace the latter and vice versa. Documentation and learning are thus parallel branches of the same ambition to maintain knowledge and competence.

a. Preservation of knowledge

Most of the human cultural and scientific competence is stored in written or printed documents in various libraries and archives all around the world. One disadvantage with this system is that the amount of information that continuously has been created by previous generations is so large that it is already impossible to overview. Another disadvantage is that paper documents are highly vulnerable to fire and other physical destruction processes.

The modern answer to this problem is to store information electronically and new and better alternatives are continuously offered on the market (from magnetic tapes to hard disks and CD-ROM). One disadvantage with such systems is that they also are highly vulnerable to physical destruction processes. In addition, the improvement of computer techniques is so rapid that documents, stored in some electronic form ten years ago, are already now hardly accessible anymore by modern computer programs. In order to overcome this, we must either continuously update all previous documents to modern computer programs or constantly develop programs that can read all previous generations (and brands) of programs. The awkward consequence of this fast and efficient technical "progress" of the IT-society is that it today is more difficult to open and read documents that were created as computer files during the 1980:ies than it is to read the texts written in the Dead Sea Scrolls, the poems of Shakespeare or the publications by Steno and Trüstedt.

Regardless whether we finally can solve the problems of finding suitable systems for document storage, no documentation as such is enough for creating knowledge. Basic knowledge can only be retained by human beings who have been educated, in both a systematic and logical way, in the fundamental aspects of a given scientific field. Examples on elements in basic geological knowledge are the most common types of minerals, rocks and sediments combined with simple explanations on how they are formed as well as an explanation on how they build up our planet.

b. Cultivating knowledge into understanding

Letters and words are examples of knowledge essential for creating a base for understanding. Everyone who can read, knows that if we want to understand a simple text, it is essential to know the letters in the alphabet, how the words are spelled and the connotation of each word. The combination of the words will make the sentences meaningful and the combination of sentences will give us an understanding of the text. In the language of Mother Earth, the minerals are the letters while the rocks are the words. Every rock type represents a unique combination of minerals in the same way as every word represents a unique combination of letters. Once that we know enough about minerals and rocks (including the processes that form them), we are able to understand the meaning of a set of rocks and their individual spatial and temporal relations in a specific area. By careful observations of the relations between the rocks in several areas, we will gradually read and understand the complex, but beautiful history of Earth. The more knowledge we therefore have on minerals, rocks and ores, the better base we will have for understanding the geological environment. To learn about minerals and rocks, as well as their formation conditions, is thus a type of



Fig. 3. Geology can not only be taught in the lecture halls or laboratories. A significant part of the training must be done as field courses and summer employments. Only this kind of training, combined with teaching in theories and how to use modern analytical tools, can give students knowledge and an ability to understand the complex geological history of our planet and how to discover natural resources. On this picture is a group of Finnish students listening to a field lecture presented by Timo Kilpeläinen (Turun Yliopisto). Photograph taken by Heikki Papunen (Turun Yliopisto) in eastern Finland in 1996.

knowledge that produces a base for an understanding of our environment and our planet.

A proper understanding of geology can therefore only be obtained when a necessary base of knowledge already is received, so that the knowledge can be cultivated through integrated learning of facts and processes as well as through practical training. The so-obtained human archives are the only systems that can allow for proper understanding and eventually creating competence, although these human archives of course have a number of limitations with respect to remembering, forgetting and life length. Note e.g. that *remembering* is a process that needs constant cultivation. If competence is not maintained, it will be forgotten and become inaccessible for future needs. *Forgetting* is an irreversible process. Once the wheel is forgotten, it has to be invented again before it can be taken into use. The *life length of human competence* is usually not more than a few decades (a geologist is commonly between 25 and 30 years old when leaving university for his/her first job and he/she will retire at an age of about 65 years). A consequence of these simple facts is that it will be very difficult to reopen a scientific discipline, that for some narrow-sighted reason has been closed down, because after only a few decades there will be no one who has the skill and experience to teach the topic anymore.

In the previous sections, we have already seen the need for future generations to have access to geology competence on a broad basis. Education and training of new student generations in all these geoscientific fields will therefore be continuously necessary. With expanding understanding of local geological environments and the whole Earth, there will be an increasing need for theoretical training in traditional geological disciplines, such as mineralogy and petrology as well as in all new branches of geosciences, such as isotope geology and geochemistry. It is also fundamentally important that geologists, also in the future, must →



Fig. 4. It is important that top scientists are not isolated from teaching. One good example of this is Gunnar Kullerud (1921-1989), who laid the fundament to sulphide mineral chemistry. This scientific field has a number of applications for ore geology, from theoretical-thermodynamic aspects concerning temperature and pressure conditions for ore genesis to economic aspects on how to improve industrial metal beneficiation from ores. Kullerud graduated from the Technical University in Trondheim in 1947 but spent most of his later research career abroad. He was a frequent guest professor to a number of universities all over the world and has been the inspirator for numerous young students of ore geology. The mineral kullerudite (NiSe_2) was discovered for the first time in the Kuusamo region in Finland by scientists at the Outokumpu company (Geological Survey of Finland Bulletin 115, 113-125) and was named after Gunnar Kullerud. Photograph taken by the author in a lecture hall at Oslo University in June 1976.

have access to qualified and extensive training in field geology, both as field courses and as summer employments. With all the respect for all the advanced analytical tools that exist today and may exist in the future, all data obtained from such instruments are merely numerical values which represent a quantification of certain parameters for a sample. If we do not have an adequate control of the geological context for the sample, based on proper field investigations, such data will be impossible to evaluate properly. Practical training in field work is thus as important for geology students as it is for those who train to become pilots, surgeons or actors. Private industry, the national geological surveys and all other potential employers of geologists have therefore key roles in maintaining a high competence level for future generations of geoscientists.

c-d. Preserving and cultivating competence

The best way to preserve and cultivate competence in a given field is to create new levels of knowledge and competence, i.e. be active in research. This can be done at the universities, at research institutes (e.g. the national geological surveys) or in the private industry. Regardless as to where the research is carried out, one important aim is to arrive at the specific research goals, i.e. obtain new knowledge about a specific topic and have it published. Even if the immediate needs of the society for research results are obtained through special programmes in applied re-

search, progress in applied science is often the results of long and thorough efforts in basic research. If the modern society does not invest enough resources into cultivation of basic research, the scientific base for innovations for the industry and the development of society will be missing, when the industry and the society one day will need it.

The main aim of the research activity is also different depending on where it is carried out. For the industry it is first of all important to create a product as fast as possible or to find a mineral deposit before any competing companies will do it. For the university researchers it is equally important to obtain research results as such *and* to maintain and improve their own competence. The reason why competence improvement also is a goal in itself for a university researcher is that a university teacher, who is active in moving the front lines of knowledge in his/her particular field, will also be the best ambassador for his/her scientific branch in teaching and supervising students. A modern society therefore needs an active and skilful research competence, both because the outputs of the research programmes may be used in the development of new products and because a skilful research staff (provided that it is tied to teaching) is the best guarantee for obtaining a high-quality recruitment of new generations of scientists. In an ideal university, a balance between active research and teaching is therefore the best way of maintaining a long-term high competence in research and development for the society.

Even if the society would show the most generous attitude towards research at the universities, the financial systems for that kind of research support must be sensitive for which goals this support shall reach. It is always a risk that research financing may fail to achieve one of the important goals mentioned above (competence improvement of the university teacher) if the research grant helps to develop segregated university cultures, where top scientists are encouraged to concentrate on research only and to isolate themselves from students. Such a system has of course the advantage that the best researchers can focus all their resources on producing cutting-edge scientific results and to publish them in highly ranked journals, thus allowing themselves to compete with other top scientists. Such a system is, however, contraproductive for the universities if they shall fulfil the goals in being the centers for higher education. The students are thereby only seldomly allowed to come in contact with leading scientists and are instead restricted to receive their teaching from less competent scientists. A further disadvantage is that the teaching staff will be stuck in a teaching system, where they will have difficulties to follow new trends in the topics they are supposed to be experts in. This, combined with a frustration over being the least appreciated partner in a segregated research-teaching university system, will add to an even more negative teaching atmosphere. It is therefore important that national research councils are conscious on the role that research financing has, and should have, for the universities.

Bilingualism and trilingualism

Finland is a bilingual nation and is by law required to provide teaching in both Finnish and Swedish. In addition to the bilingual traditions of Finland, there is also an increased need to provide courses in English after Finland's enter into the European Community and the commitment to follow the Bologna treaty. As a result, Finnish universities now take active part in international student cooperation programmes and the University of Helsinki has e.g. an expressed ambition to become the leading university in the Baltic Sea region. In order to meet these challenges, a large extent of flexibility in the teaching programmes must be expected. Although it is evident that the teaching staff at most universities has no problems to communicate in English, extra

resources should e.g. be allowed to the departments so that each teacher can be provided appropriate time and techniques to fulfill these goals. It is noted that if such a skill in trilingual teaching thus will be obtained, it will be a major extra quality for Finnish universities, not the least with the purpose to develop methods for distance teaching, inside and outside Finland. The current bilingual system, combined with the ambitions to become an even more active partner in international cooperation, is thus considered to be a fruitful way of preserving the ethnic and cultural traditions in Finland at the same time it will provide an open door to allow for mobility of students in both national and international perspectives.

4. DO WE HAVE A GEOLOGICAL HERITAGE WORTH MAINTAINING AND CULTIVATING IN FENNOSCANDIA?

Fennoscandian geology is unique in its variability of rocks, ores and unconsolidated sediments. Together, these provide an archive of geological events through the Earth's history, from the formation of Archaean gneisses in Lapland and Karelia to the formation of Quaternary sediments and ground water systems all over Fennoscandia. During this long history, a number of sedimentary, magmatic and metamorphic events have taken place within a number of orogenic cycles as well as anorogenic and intracontinental rifting periods. Many of these billion-year old rock-forming events were fertile with respect to anomalous concentrations of metals. Repeated epochs of glaciation during the last few millions of years created a unique combination of mountain terrains, forest-land, farming land and lakes. When Fennoscandia became uninhabited after the retreat of the last ice sheet, these early settlers soon discovered minerals that were of use for their culture, first in the lake sediments and later in the bed rock. In this way, the billion-year old anomalous concentrations of metals became *natural resources*, which have been of use and benefit for generation after generation ever since the Iron Age and are still today the base for the mineral dependent culture of the western world.

The broad spectrum of geological events and processes has, however, not only served our culture with natural resources and a charming landscape. The Nordic scientific community has played a unique historical role in developing new internationally recognized knowledge in both geology and inorganic chemistry. There are no other regions in the world where so many chemical elements (e.g. ^3Li , ^{21}Sc , ^{23}V , ^{27}Co , ^{28}Ni , ^{34}Se , ^{39}Y , ^{42}Mo , ^{58}Ce , ^{64}Gd , ^{65}Tb , ^{68}Er , ^{70}Yb , ^{72}Hf , ^{73}Ta , ^{74}W , ^{90}Th) have been recognized for the first time, discoveries which were immediate results of a close contact between miners and scientists. In this way, the pioneers in chemistry paved the way for pioneers in mineralogy and petrology who discovered and described numerous new minerals (e.g. bastnäsite, gahnite, hedenbergite, kullerudite, laitakarite,argasite, scheelite, seinäjokite, selenocosalite, skutterudite, spodumene, ulvöspinel and valleriite) and rock types (e.g. trondhjemite, ijolite and umpektite) in Fennoscandia. These discoveries formed a base to develop an understanding of the long and complex history of the Earth's crust by combining field observations, microscopy and/or analytical techniques related to geochemistry and isotope geology. We should therefore be proud of the achievements in mineralogy, petrology, stratigraphy, geological modeling and exploration that have been done by previous scientists in the Nordic countries, e.g. by:

Nicolaus Steno who already in 1669 established pioneering crystallographic principles on minerals.

Daniel Tilas, who in 1740 understood how to make use of boulder tracing in ore exploration, long before glaciation models were formulated for Fennoscandia.

Carl Wilhelm Scheele, Axel Fredrik Cronstedt, Anders Gustaf

Ekeberg, Nils Gabriel Sefström and Jöns Jacob Berzelius, who in the 18th and early 19th centuries discovered a number of new metals, long before they had any practical or commercial use.

Hampus von Post, Otto Torell and Axel Erdman, who during the 1850:ies refined the theories for glaciated terranes in Fennoscandia (originally proposed by the Swiss naturalist Louis Agassiz), which laid the base for understanding the geological and climatic recent history in the entire Arctic region.

Alfred Elis Törnebohm, who defined the skarn concept in Bergslagen (1875) and Pitkäranta (1891), long before it became known as a world-wide important ore type.

Alfred Elis Törnebohm, who also defined nappe tectonics in the Scandinavian Caledonides in 1896, long before the concepts of continental drift and plate tectonics were invented.

Jakob Johannes Sederholm and Wilhelm Ramsay, who in 1907 put forward a coherent Fennoscandian perspective on the Precambrian in Finland, Sweden, Norway and westernmost Russia and defined the basics of orogenic cycles in the entire Fennoscandian Shield.

Otto Trüstedt, who in 1908 refined the ideas expressed by Tilas (1740) on how to use boulder tracing in ore prospecting, which led to the discovery of the major Outokumpu ore deposit.

Pentti Eskola, who defined the metamorphic facies concept in 1920, which still forms the basis for all metamorphic petrology.

Victor Moritz Goldschmidt, Kalervo Rankama and Thure Georg Sahama, who developed a deeper understanding of the planet during the 1920:ies to 1960:ies by establishing two new branches of the geosciences; *Geochemistry* and *Isotope Geology*.

Gunnar Kullerud, who in the 1950:ies laid the fundament for a new branch within ore petrology; sulphide mineral chemistry. This research was based on Kullerud's early observations of the relationships between sulphide mineral paragenesis and metamorphic facies in the Norwegian Caledonides.

Anna Hietanen and David Gee, who in 1975 developed the first plate tectonic models for the Svecofennian and Caledonian orogenies respectively.

If we wish to learn about the planet Earth, we will therefore achieve a lot if we only learn about our own geological and scientific history. If such an understanding is combined with an experience from other regions in the world, e.g. where volcanoes, sediments and ores are actively formed, then we are equipped with appropriate knowledge and understanding to meet the challenge for geoscientists of the 21:st century.

CONCLUSIONS

After answering the four questions in this text, I have become convinced that we must provide a geological education system in 2010 such that our future students will be able to read and understand the full language of Mother Earth. If this language shall be understood, we cannot provide teaching with a reduced alphabet or a limited vocabulary.

Geology concerns the composition, origin and evolution of our planet, from the inner core to the thin and complex shell of bedrock, soil, water and air. Geology covers all aspects, from basic research on the genesis and history of the planet to applied research on the composition and distribution of natural resources of metals, oil, gas and water. The close interaction of results obtained from studies of active processes and those obtained from studies of ancient terrains has made us more aware than ever about Hutton's and Lyell's classical concept that "The present is a key to the past". By an increased understanding of the formation of ancient mountain belts, on the evolution of life and on the natural changes in climate, we will receive unique information to →

distinguish between what is normal, anomalous and anthropogenic for our planet. With an increased concern about environment protection in the public community, geologists are already, and should be, in a key position to evaluate any change in the natural environment. It is only through maintaining an active research level on our natural resources we may be able to make adequate decisions on long term resource planning and environmental protection. The present is thus not only a key to the past; the past should also be a key to the present.

We must therefore maintain a broad geoscientific education system, which includes all topics and all levels of teaching, from the basics in how to recognize minerals, rocks and unconsolidated sediments to creating an ability to apply advanced modern analytical techniques to geological problems. The education system must integrate theoretical studies and practical training as well as be open to foreign students to come to us and encourage our own students to get experience from other parts of the world. Financial systems, which lead to a situation where teaching is handed over to less research competitive scientists, will in turn lead to reduced teaching quality and impoverished quality of new generations of geoscientists. The education system must have economical frames to allow for the university teachers to maintain and develop their competence through integrated teaching and research programs. In this way, we will be able to maintain and cultivate the heritage of Tilas, Scheele, Trüstedt and Eskola, so that we also in the future can continue to understand the complex relation between our civilization and the character, origin and natural resources of our planet.

This is necessary ...

.... unless we accept to be inactive observers when foreign companies are exploiting national mineral resources.

.... so that we can take a national and international responsibility in environmental protection programs and to contribute to global questions on resource management with respect to minerals and water.

.... so that we can continue to contribute new and improved knowledge about our geological history to the national and international scientific communities in order to predict future climatic changes and natural hazards.

None of these questions are of interest only to geologists. The public in general and politicians in particular must become more aware of what are facts and what is fiction in any topic related to our planet.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper was presented as an invited lecture at the annual meeting of the Finnish Association of Metallurgists, Mining Engineers and Geoscientists (Vuorimiesyhdistys) in Tampere on April 5, 2002. The contribution has benefitted from the encouraging discussion and comments by several colleagues in the audience, particularly Jussi Aarnisalo and Seppo Väisänen (both Outokumpu OY). The encouragement and input from Nigel Cook (NGU, Trondheim) as well as Olav Eklund, Matti Räsänen and Kirsti Korkka-Niemi (Turun Yliopisto) when writing this text is also warmly appreciated. □

OUTOKUMPU OYJ:N SÄÄTIÖ

Outokumpu Oyj:n Säätiö, jonka tarkoituksena on edistää maamme metallien valmistuksen ja jalostuksen, metalli- ja kaivosteknologian, malmigeologian ja niiden liiketoiminnan tutkimusta ja opetusta yliopistoissa, julistaa haettavaksi seuraavat apurahat vuodeksi 2003.

1. Opiskelija-apurahat

- Eero Mäkisen muistorahastosta stipendejä á 700 euroa Säätiön toimialaa koskevia opintoja varten korkeakouluissa ja yliopistoissa opintomenestyksestä riippuen vähintään 80-100 opintoviikkoa suorittaneille opiskelijoille.

2. Tutkija-apurahat

- Ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneille lisensiaattityön tai väitöskirjan tekemiseen 1-3 vuodeksi 13.500 euroa vuodessa.
- Tutkimusryhmille Säätiön toimialalla suoritettavia suurehkoja useampivuotisia tutkimusprojekteja varten.
- Apurahoja post-doctoral -tutkimuksiin.

3. Kansainvälistymistä edistävät apurahat

- Opintojen loppuvaiheessa oleville opiskelijoille erikoisopintojen, diplomityön tai laudaturtyön tekemiseen ulkomaisessa korkeakoulussa tai yliopistossa.
- Ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneille erikoisopintojen, lisensiaattityön tai väitöskirjan tekemiseen ulkomaisessa korkeakoulussa tai yliopistossa.
- Matka-apurahoihin ja julkaisukuluihin.

4. Professori-apuraha

- Apuraha, jonka suuruus on 10.000 euroa, myönnetään virassa olevalle professorille hakemuksen perusteella. Apurahalla on tarkoitus kannustaa uusien tutkimusprojektien aloittamista sekä antaa tunnustusta mm. aktiivisesta tutkimusryhmien ja väitöskirjatöiden johtamisesta.

Hakemukset, jotka on tehtävä Säätiön hakemuslomakkeelle, on osoitettava Säätiön hallitukselle. Hakemusten on oltava perillä viimeistään torstaina 26. syyskuuta 2002 ennen klo 16.00 Outokumpu Oyj:n Säätiöllä, PL 143, 02201 Espoo.

Tietoja Outokumpu Oyj:n Säätiön toiminnasta, haettavista apurahoista ja apurahojen hakemuslomake löytyvät Säätiön kotisivulta <http://www.outokumpu.com/foundation>.

Hakemuslomakkeita voi tilata puh. (09) 421 2122 tai sähköposti riitta.tolonen@outokumpu.com.

Lähempiä tietoja antaa Outokumpu Oyj:n Säätiön asiamies Matti Ketola, Outokumpu Oyj, puh. (09) 421 4221 tai 0400-676 888.

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Materiaali- ja kalliotekniikan osasto SUORITETTUJA TUTKINTOJA 2001

DIPLOMI-INSINÖÖRIT

- Aleksi Ahti** S-113 13.2.2001 Juotosprosessin laatu ja liijyttömät juotteet aaltojuotosprosessissa – erittäin hyvä (4), professori Kivilahden valvonnassa
- Toni Kaskiala** Mak-77 13.2.2001 Kupla-nestedispersion lämmönsiirto – erittäin hyvä (4), dosentti Taskisen valvonnassa
- Veera Vauhkonen** Mak-32 13.2.2001 Rakennuskiven louhinnan mallintaminen kaivossuunnitteluohjelmalla – erittäin hyvä (4), professori Särkän valvonnassa
- Risto Schildt** Mak-46 23.3.2001 Viskositeetin on-line mittaus vaahdotuksessa – erittäin hyvä (4), professori Heiskasen valvonnassa
- Erkko Elonen** S-113 24.4.2001 Failure Analysis of Flip Chips in a Laminate Based Multi Chip Module – erittäin hyvä (4), professori Kivilahden valvonnassa
- Sari Koivisto** Mak-32 24.4.2001 Production Scheduling in Cut & Fill Mines Using Simulation – erittäin hyvä (4), professori Särkän valvonnassa
- Seija Koikkalainen** S-113 24.4.2001 Urasahattujen piikiekkojen lasitusprosessi mikromekaanisten antureiden valmistuksessa – erittäin hyvä (4), professori Kivilahden valvonnassa
- Olli Sihvo** Kem-90 24.4.2001 Intelligent Field Devices – a Part of Asset Management – erittäin hyvä (4), professori Jämsä-Jounelan valvonnassa
- Simo Ikonen** Mak-45 22.5.2001 Integrated Thermal Device for Controlling Gas and Humidity Sensor Temperatures – kiitettävä (5), professori Lindroosin valvonnassa
- Mika Silander** Mak-45 22.5.2001 Materiaalinpoiston optimointi piikiekkoproessissa – erittäin hyvä (4), professori Lindroosin valvonnassa
- Jari Haapala** Mak-32 26.6.2001 Open Pit Optimization of the Sola Talc Deposit – erittäin hyvä (4), professori Särkän valvonnassa
- Tuomas Laamanen** Mak-32 26.6.2001 Kalliotilojen vesivuotojen syyt – erittäin hyvä (4), professori Pekka Särkän valvonnassa
- Matti Lattu** Mak-65 26.6.2001 Suorasammutetun ja mikroseeostetun teräksen kovuuden mallintaminen – erittäin hyvä (4), professori Seppo Kivivuoren valvonnassa
- Tomas Lehtimäki** Mak-33 26.6.2001 Detaljerad 3D-tolkning och behandling av markradardata – exempel från mätningar i stenbrottsmiljö – synnerligen goda (4), professori Markku Peltoniemi
- Kalle-Pekka Ohvo** S-113 26.6.2001 Pastanpainoparametrien optimointi – hyvä (3), professori Jorma Kivilahden valvonnassa
- Tommi Riekkinen** S-113 26.6.2001 Tantaaliyhdisteisiin perustuvat ohutkalvovastukset ja diffuusiiovallit – erittäin hyvä (4), professori Jorma Kivilahden valvonnassa
- Tuomas Waris** S-113 26.6.2001 Erikoistiheän liitosalustan paneelivalmistus ja karakterisointi – erittäin hyvä (4), professori Jorma Kivilahden valvonnassa
- Sampo Hämäläinen** Mak-45 10.7.2001 Metal Contamination in Silicon Epitaxy – erittäin hyvä (4), professori Veikko Lindroosin valvonnassa
- Pasi Laukka** S-113 4.9.2001 Muistimoduulin valmistus ja karakterisointi IMB-tekniikalla – erittäin hyvä (4), professori Jorma Kivilahden valvonnassa
- Tanja Mantere** TU-22 4.9.2001 Suomalaisten organisaatioiden laadunkehitysprojektit ja käytetyt laatutyökalut, aineistona Master of Quality-koulutusohjelmaan osallistuneiden loppuyöraportit 1993-2000
- Jani Salo** S-113 4.9.2001 Orgaaniseen alustaan integroitujen passiivikomponenttien ja mikroläpivientien valmistus additiivisella tekniikalla – erittäin hyvä (4), professori Jorma Kivilahden valvonnassa
- Tommi Suni** Mak-45/S-69/S109 4.9.2001 Low Temperature Silicon Wafer Bonding – kiitettävä (5), professori Pekka Kuivalaisen valvonnassa

Ari Jääskeläinen Mak-45 25.9.2001 Magnetomechanical Properties of Ni₂MnGa – erittäin hyvä (4), professori Veikko Lindroosin valvonnassa

Lauri Pajunen Mak-85 25.9.2001 Lyijyanodioiden aktivointi metallioksidilla – erittäin hyvä (4), professori Olof Forsénin valvonnassa

Sonja Voipio Mak-33 25.9.2001 Mereen upotettujen ammusten magneettinen paikannus – kiitettävä (5), professori Markku Peltoniemen valvonnassa

Juha Kärki Mak-65 23.10.2001 Lujien austeniittisten ruostumattomien ohutlevyterästen kylmämuovattavuus – erittäin hyvä (4), professori Seppo Kivivuoren valvonnassa

Tarja Nuoranne Mak-65 23.10.2001 Dual-faasisen teräslangan ominaisuudet ja kylmätysstävyyden – erittäin hyvä (4), professori Seppo Kivivuoren valvonnassa

Jari Nieminen S-113 20.11.2001 Kiihtyvyyssanturin tuotantolinjan ylösajo – erittäin hyvä (4), professori Jorma Kivilahden valvonnassa

Jiri Niemistö Mak-113 20.11.2001 Luotettavan liitosalustan evaluointi MEMS-sovellutukseen – erittäin hyvä (4), professori Jorma Kivilahden valvonnassa

Elina Wanne Mak-65 20.11.2001 Jauhemetallurgisen AISiNi-seoksen ominaisuudet ja kierrätettävyyden – erittäin hyvä (4), professori Seppo Kivivuoren valvonnassa

Timo Lehtonen Kem-100 18.12.2001 Täyteaineistetut polypropeenit lämpövuoratuissa pakkaussovelluksissa – erittäin hyvä (4), professori Jukka Seppälän valvonnassa

Vadim Falcon Mak-46 18.12.2001 Recycling of the Plastics from Mobile Phones, - hyvä (3), ma.professori Harri Lehdon valvonnassa

Ari Hirvonen Mak-45 28.12.2001 Sulakerrostusmenetelmällä valmistetun työkaluteräksen ominaisuudet – erittäin hyvä (3), professori Veikko Lindroosin valvonnassa

Eero Hurmalainen Mak-33 28.12.2001 Louhintaräjätystärinän vaikutus herkkiin laitteisiin – erittäin hyvä (4), professori Markku Peltoniemen valvonnassa

Juha Kanto S-113 28.12.2001 Developing Production Control System by Discrete-Event System Simulation – erittäin hyvä (4), professori Eero Elorannan valvonnassa

Marjo Lievonen Mak-33 28.12.2001 Röntgenfluoresenssimenetelmä geologiassa raskasmetallipitoisuuksien määrittämisessä – erittäin hyvä (4), professori Markku Peltoniemen valvonnassa

Sari Manninen Mak-32 28.12.2001 Vesitunnelien vaurioitumisprosessit – kiitettävä (5), professori Pekka Särkän valvonnassa

Federico Martin Mak-32 28.12.2001 Interpretation Methods in Hydraulic Fracturing Stress Measurements – erittäin hyvä (4), professori Pekka Särkän valvonnassa

Eero Valovirta Mak-37 28.12.2001 Rikitettyjen terästen valettavuuteen vaikuttavat tekijät – erittäin hyvä (4), professori Lauri Holapan valvonnassa

Toivo Wanne Mak-32 28.12.2001 Rock Strength and Deformation Dependence on Schistosity – kiitettävä (5), professori Pekka Särkän valvonnassa

TEKNIKAN LISENSIAATIT

Hannu Pyy Mak-33 22.5.2001 Rakennuskivien säilyvyys ja käyttöikä verrattuna betonijulkisivuihin – hyväksytty, professori Heikki Niinin valvonnassa

Hannamari Hankaniemi Mak-37 12.6.2001

Synthesis of Chromium Nitrides as a Certified Reference Material for Nitrogen in Electron Probe Microanalysis – hyväksytty, professori Heikki Jalkasen valvonnassa

Ilkka Satola Mak-32 23.10.2001

Yielding Cable Bolt for Mechanized Cable Bolting – hyväksytty, professori Pekka Särkän valvonnassa

Mia Pohjola Mak-37 18.12.2001 Numerical Simulation of Fluid Flow Phenomena and Inclusion Behaviour in a Continuous Casting Tundish - hyväksytty, professori Lauri Holapan valvonnassa

TEKNIKAN TOHTORIT

Hanna Järvenpää Mak-46 26.6.2001 Quality Characteristics of a fine Aggregates and Controlling their Effects on Concrete – hyväksytty, professori Kari Heiskasen valvonnassa

Zhijun Han Mak-37 28.12.2001 Bubble Bursting Phenomena on the Free Surface of Iron Melt and at the Slag/Iron Interface – hyväksytty, professori Lauri Holapan valvonnassa

Antero Pehkonen Mak-85 28.12.2001 The Effect of Dissolved Ozone on the Corrosion Behaviour of Some Stainless Steels – hyväksytty, professori Olof Forsénin valvonnassa

SUORITETTUJA TUTKINTOJA 2002

DIPLOMI-INSINÖÖRIT

- Mika Holmberg** S-113 22.1.2002 Dual interface -kortin valmistus – erittäin hyvä (4) – professori Kivilahden valvonnassa
- Henri Lehtonen** Mak-45 31.1.2002 Printable Electronics as a

Disruptive Technology – erittäin hyvä (4) – professori Lindroosin valvonnassa

Aino Vuori Mak-33 28.2.2002 Seismisen refraktioluotauksen tulkintamenetelmien vertailu – kiitettävä (5) – professori Peltoniemen valvonnassa

Jussi Heinonen Mak-85 19.3.2002 Corrosion of Strands and Rebars Used in Rock Bolting – erittäin hyvä (4) – professori Forsénin valvonnassa

Kari Koho Mak-45 19.3.2002 Eräiden NiMnGa-muistimetalliseosten käyttäytyminen puristuksessa – erittäin hyvä (4) – professori Lindroosin valvonnassa

Otso Tiili Kem-90 19.3.2002 Vaahdotuskennosarjan pintojen säätöstrategian suunnittelu ja implementointi – erittäin hyvä (4) – ma.professori Jämsä-Jounelan valvonnassa

Samu Koskinen S-113 23.4.02 Tilastollinen laadunvalvonta elektronisten liitäntälaitteiden tuotannossa – erittäin hyvä (4) – professori Kivilahden valvonnassa

Hanna Leväniemi Mak-33 23.4.2002 Aeromagneettisen mittaustuotteen interpolointi vaakagradientin avulla – kiitettävä (5) – professori Peltoniemen valvonnassa

Outi Koivisto Mak-45 14.5.2002 Characterization of Thin Film Resistors Sputtered with Two Different Chromium Silicide Targets – erittäin hyvä (4) – professori Veikko Lindroosin valvonnassa

Teemu Ruotsalainen Kem-100 14.5.2002 Nanohuokoisten materiaalien valmistaminen hierarkkisesti järjestäytyneiden kampamallisten supramolekyylien avulla – kiitettävä (5) – professori Jukka Seppälän valvonnassa

Kimmo Korhonen Mak-33 28.5.2002 Geomagneettiset mallit ja IGRF-apletti – kiitettävä (5) – professori Markku Peltoniemen valvonnassa

Mika Mäkinen Mak-77 28.5.2002 Kuparioksidin sulfatoituminen leijupetireaktorissa – erittäin hyvä (4) – dosentti Pekka Taskisen valvonnassa

Riku Uotila Kem-100 28.5.2002 Toughening Silica Filled Polypropylene with Functionalized Polyolefins – erittäin hyvä (4) – professori Jukka Seppälän valvonnassa

Sami Vapalahti Mak-45 28.5.2002 Simulation of Fluid Flow, Heat Transfer and Solidification in Continuous Casting – erittäin hyvä (4) – professori Veikko Lindroosin ja professori Lauri Holapan valvonnassa

Jarmo Ylikerälä Mak-77 28.5.2002 Kovametallien vaikutus timanttityökalujen ominaisuuteen – erittäin hyvä (4) – ma.professori Mikhail Gasikin valvonnassa

Juulia Harju S-113 4.6.2002 Characterization of Electroless Nickel Plating Process – erittäin hyvä (4) – professori Jorma Kivilahden valvonnassa

Harri Kalaja Mak-33 4.6.2002 Sähkömagneettisten mittaustulosten kolmedimensionaalinen mallintaminen – tyydyttävä (1) – professori Markku Peltoniemen valvonnassa

Marisanna Koponen Mak-113 4.6.2002 Erikoisohuen moduulin valmistus ja karakterisointi ”integrated module board” -teknologialla – erittäin hyvä (4) – professori Jorma Kivilahden valvonnassa

Mika Lindqvist Mak-46 7.6.2002 Sähkö- ja elektroniikkaromun teknis-taloudellinen tarkastelu – erittäin hyvä (4) – professori Kari Heiskasen valvonnassa

Teppo Syrjänen

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos, Geologian ja mineralogian osasto

SUORITETTUJA TUTKINTOJA 2001

FILOSOFIAN MAISTERIT

Kaartamo Kari: Kymmin stokin reunapegmatiittimuodostuman (Stockscheider) rakenteesta ja mineralogiasta.

Karanko Anu: An algorithm for determination of fracture zone orientation using borehole data.

Kulikoff Mikael: Kallioperän vedenjohtavuuden ennustaminen neuroverkoilla.

Käpyaho Asko: Pohjan Kuovilan karbonaattikivien esiintymisympäristön petrologia ja geokemia.

Mustajärvi Juha: Ilomantsin Hoskon kultamineralisaatio ja sen rakennegeologinen kontrolli.

Sorvali Juha: Saarijärven kaupungin pohjavesivarat ja pohjavesiympäristön hoito.

Takala Mikael: An Outokumpu-type deposit at Luikonlahti, Finland.

Tammisto Eveliina: Huhtiniemen (Lappeenranta) pohjavesialueen hydrogeologiset olosuhteet ja suojelusuunnitelma.

FILOSOFIAN TOHTORIT

Elliott Brent: The petrogenesis of the 1.88–1.87 Ga post-kinematic granitoids of the Central Finland Granitoid Complex.

Leveinen Jussi: Conceptual and analytical modeling of fracture zone aquifers in hard rock – Implications of pumping tests in the Pohjukansalo well field, east-central Finland.

TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Rakennetekniikan laitos, rakennusgeologian laboratorio

Diplomityö

Tammikari Markku (2001): Tie- ja maarakennusala uusiotuotteiden käyttäjänä

TURUN YLIOPISTO

Geologian laitos/Geologia ja mineralogia

OPINNÄYTTEET 2001

Pro gradu –tutkielmat

Hatva, Eeva-Maria: Merigeologiset akustis-seismiset luotaukset ja aeromagneettiset matalalentomittaukset pääkaupunkideudun vedenalaisten ruhjeiden tulkinnassa.

Juurela, Jari: Malmin jauhatustarpeen mallintaminen kuva-analyysin perusteella.

Pussinen, Ville: Kiviaineksen lujuteen vaikuttavat tekijät ja eri kallioalueiden soveltoisuus asfalttikiviainekseksi.

Ylinen, Jari: Pyhäsalmen syvämalmin malmimineralogiasta.

Lisensiaatti-tutkielmat

Väisänen, Markku: Tectonic evolution of the Svecofennian Orogen in SW Finland: structural, petrological and U-Pb zircon dating (SIMS) constraints.

Geologian laitos/Maaperägeologia

Pro gradu –tutkielmia

Lehto, Kimmo: Selvitys käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa käytettävän bentoniitin ominaisuuksista ja niiden määrittämisestä.

Leppäniemi, Lauri: Ylhäinen-Kärkkä pohjavesialueen suojelusuunnitelma maankäytön suunnittelun tarpeisiin.

Lintu, Johanna: Kerrospakkakartta Kirkkonummen Veikkolan pohjavesialueesta.

Nykänen Marko: Vammalan kaivostoiminnan vaikutus Rautaveden ja Kokemäenjoen pohjasedimenttien nikkelipitoisuuksiin.

Väitöskirjoja 2001

Korkka-Niemi, Kirsti: Cumulative geological, regional and site-specific factors affecting groundwater quality.

ÅBO AKADEMI

Institutionen för geologi och mineralogi

Pro-graduavhandlingar 2001

Henrik Wik: Felkorrigerig och tolkning av emissionsspektrometriskt geokemiskt data från Outokumpuområdet.

Jon Engström: Strukturgeologisk tolkning över Bjensböleområdet, Kimito SV Finland.

Åsa Edfelt: Petrologisk beskrivning av bergarterna runt mineraliserings i Arkalaområdet, Pyhäsalmi.

OULUN YLIOPISTO

Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto

SUORITETUT DI-TUTKINNOT VUONNA 2001

Aaltonen, Jani Inbound Transactions in World Wide Web, Kess 08.01.2001

Hallikainen, Ilkka Analysis of new products' manufacturability, Haapasalo 08.01.2001

Palokangas, Jaakko Laatukustannusten seurantarjestelmän kehittäminen tietoliikenneteollisuuden yritykseen, Haapasalo 08.01.2001

Poikolainen, Ilkka Lyhyen kierron materiaalitalouden parantaminen, Kuopanportti 08.01.2001

Rajala, Pasi Logistiikan kehittäminen terästehtaan ja putkitehtaan välillä, Kess 12.02.2001

Tantarimäki, Juha LoopBrowser asiakaspalvelutuotteena, Leiviskä 12.03.2001

Yli-Petäys, Juha APROS ohjelmiston hyödyntäminen voimalaitosten simuloinnissa, Kortela 12.03.2001

Karjalainen, Teemu Pintavesilaitoksen pH-säädön suunnittelu, Kortela 09.04.2001

Malinen, Antti Mäntyläjohtislaamon laajennuksen esisuunnittelu, Muurinen 09.04.2001

Moilanen, Jani Tutkimus siistaamon vesikierrosta, Kuopanportti 09.04.2001

Virolainen, Niina Dynaamisen putkivirtaussekoittimen hyödyntäminen sakeussäädössä, Kortela 09.04.2001

Välimäki, Janne Hajautettu kalanteriautomaatio, Ylinen 09.04.2001

Erkkilä, Jouni Lyhyen kierron PH-säätö, Kortela 07.05.2001

Ninunen, Kimmo Sintrausseoksen kaasunläpisevyyden hallinta kosteuden avulla, Leiviskä 07.05.2001

Penttinen, Sasu Paperikoneen katkoherkkyysindikaattorin on-line testaus, Leiviskä 07.05.2001

Timonen, Pentti Pekiloprosessin korkeamman tason säätöjen kehittäminen, Halme 07.05.2001

Iiro, Tapio Turvallisuusjohtamisen kehittäminen teräksen jatkojalostustehtaalla, Väyrynen 28.05.2001

Kallio, Kimmo Sulkeumat Rautaruukin valmistamissa teräksissä, Härkki 28.05.2001

Kangas, Pekka Prosessin stabilisuuden vaikutus paperin laatuun, Leiviskä 28.05.2001

Kauppinen, Lasse Sanomalehtipaperin pituusleikkuri rullauksen vaikutus vaihtokatkoihin painokoneella, Niinimäki 28.05.2001

Koskenkari, Tuomo Elohopean ympäristö- ja terveystaikutukset sekä niiden vähentämismahdollisuudet klooriteollisuudessa, Keiski 28.05.2001

Mattila, Mitri Lasersuoravalotus piirilevyteollisuudessa, Ylinen 28.05.2001

Niemi, Suvi Sulfidimalmin vaahdotuksen mallintaminen, Kuopanportti 28.05.2001

Pasanen, Saija Web-ohjelmistokehityksen parantaminen, Case: LifeChart Com Finland Oy, Kess 28.05.2001

Prykäri, Tatu Työpaikka- ja ympäristömelututkimus metsäteollisuuslaitoksessa, Väyrynen 28.05.2001

Riihimäki, Hannele Aktiivinen raportointi toteutettuna XML:n avulla, Leiviskä 28.05.2001

Saloranta, Antti Tietokantojen käyttö hajautetun Java-ympäristön toteutuksessa, Leiviskä 28.05.2001

Matero, Juha Ikääntyneet ja vammaiset matkaviestimien käyttäjinä, Väyrynen 03.09.2001

Mitikka, Teemu Dewatering and Thickening in Mechanical Pulping, Niinimäki 03.09.2001

Männistö, Eeva Valuputken kuluminen kuonarakilla ruostumatton teräksen jatkuvavalussa, Härkki 03.09.2001

Ruusunen, Mika Pienimittakaavaisen puun polttoprosessin identifiointi, Leiviskä 03.09.2001

Tuhkanen, Henna Kuivapainomittauksen käyttö päällystyskoneen päällystämääränprofiiliin säädössä, Leiviskä 03.09.2001

Ylönen, Reeta Teräksen käytönaikaiset ympäristövaikutukset, Keiski 03.09.2001

Forstén, Santeri Pyrolyysinesteiden faasierotuksen tutkiminen, Muurinen 01.10.2001

Kangas, Jani Lämmönsiirto pakokaasukatalysaattorissa, Tanskanen 01.10.2001

Koivisto, Arto Kuljetusverkoston tehokkuus ja laatu talopakettitoimituksissa, Kess,Lehtinen 01.10.2001

Koskinen, Jyrki Hierreprosessin hallinta, Leiviskä 01.10.2001

Koskinen, Piia Ulkomaantyössä sattuneet työtaturmat, Väyrynen 01.10.2001

Laukkanen, Timo Hiomakiven terävyyden hallinta asiantuntijajärjestelmällä, Leiviskä 01.10.2001

Luhtaanmäki, Saara Mekaanisen massan valmistuksen kiertovesien puhdistaminen elektrolyttisellä flokkulaatiolla, Niinimäki 01.10.2001

Mattelmäki, Antti Sulfaattisellutehtaan haihduttamon ja soodakattilan kehittämisvaihtoehdot, Niinimäki 01.10.2001

Nuortimo, Kalle Suomen kemianteollisuuden jätevesien ja poistokaasujen käsittely, Keiski 01.10.2001

Viinikainen, Petri Internet Avaintenvaihtoprotokollan käytettävyys Mobiili Internetin sovelluksissa ja kommunikaatiossa, Leiviskä 01.10.2001

Ylikunnari, Jukka Liuottajan säätö, Leiviskä 01.10.2001

Hakala, Outi Automatic shape optimisation combined with CFD

modellin, Leiviskä 05.11.2001

Hulkkonen, Riina-Maarit Electrokinetic remediation of copper and chromium contaminated soils, Sillanpää 05.11.2001

Keto-Tokoi, Anne Tislauksen primäärisuunnittelu, Tanskanen 05.11.2001

Mattila, Jari Pesun mallintaminen organosolv-prosesseissa, Tanskanen 05.11.2001

Sivonen, Jukka Propulsiosäädön testausmenetelmät, Leiviskä 05.11.2001

Toro, Jani Kenttäväylän integraatioedut suunnittelujärjestelmässä, Kortela 05.11.2001

Virtanen, Visapekka Teräksen pinnan integraatioedut suunnittelujärjestelmässä, Leiviskä 05.11.2001

Aspegren, Pasi Lämmönsiirto pellettipatjassa kromiitin nauhasintrauksessa, Härkki 03.12.2001

Haataja, Ville Langattomiin tietoverkkoihin perustuva paikannus siisätiloissa, Kortela 03.12.2001

Konola, Katja Aktiivilielaitoksen toimintaan vaikuttavat tekijät, Niinimäki 03.12.2001

Pekkala, Timo Erään sellutehtaan jätteiden hyötykäyttöasteen lisääminen, Niinimäki 03.12.2001

Pyykönen, Urpu Software Project Risk Management, Kess 03.12.2001

Sulasalmi, Marko Eurostatin tilastointimallin soveltaminen yrityksen työtaturmien torjunnan kehittämiseen, Väyrynen 03.12.2001

Syrjä, Karri Märän pään kemialliseen ja mikrobiologiseen tilaan vaikuttaminen päällystettyä hienopaperia valmistavalla paperikoneella, Kuopanportti 03.12.2001

Torkko, Margit Elintarvikealan sopimusvalmistajan toiminnan kehittäminen, Lehtinen/Kess 03.12.2001

Poikajarvi, Janne Tärkeiden pohjavesialueiden kloridipitoisuuksien pitkäaikaisseuranta Oulun tiepiirin alueella, Sillanpää 03.12.2001

SUORITETUT LISENSIAATIN TUTKINNOT VUONNA 2001

Ahola, Timo Paperikoneen katkoherkkyden ennustaminen, Leiviskä 08.01.2001

Lassi, Ulla Kolmikatalyytin terminen deaktivoituminen: Ikätylämpötilan, -atmosphäärin ja -ajan vaikutus katalyytin aktiivisuuteen ja rakenteellisiin ominaisuuksiin, Keiski 28.05.2001

Mäki, Anne Aihoiden kuumennusuunin numeerinen virtausmalli, Härkki 12.02.2001

Sallinen, Mikko Roboting Surface Inspection: Range Data Acquisition with Estimation of Spatial Uncertainties, Heikkilä 08.10.2001

SUORITETUT TOHTORIN TUTKINNOT VUONNA 2001

Anttila, Juha Catalytic Activity of Formic Acid – Application in the Development of Pulping Processes Based on Formic Acid, Pohjola 12.11.2001

Frantti, Tapio Timing of fuzzy membership functions from data, Leiviskä 08.10.2001

Kamula, Riitta Flow over weirs with application to fish passage facilities, Hooli 08.10.2001

Kirvesoja, Heli Experimental ergonomic evaluation with user trials: EEE product development procedures, Väyrynen 21.06.2001

Pasanen, Antti Phenomenon-Driven Process Design methodology. Computer implementation and test usage, Pohjola 10.12.2001

Pesonen, Lasse Implementation of design to profit in a complex and dynamic business context, Leiviskä 08.10.2001

Röpenen, Jyrki Tuotantokentällä tehtävien toimenpiteiden vaikutus turvetuotannon valumavesien määrään ja laatuun, Lakso 15.03.2001

Ämmälä, Ari Fractionation of Thermomechanical pulp in pressure screening. An experimental study on the classification of fibres with slotted screen plates, Niinimäki 21.06.2001

KORUNDI



Kuva: Kari Kinnunen

Korundi on mineraaleista kovimpia, heti timantista seuraava. Sillä on kaksi jalokivinä käytettyä muunnosta, punainen rubiini ja sininen safiiri. Safiiri tosin voi olla myös kirkas, vihreä, oranssi tai punertavakin. Hyvälaatuiset, kookkaat jalokivilaatuiset korundit voivat maksaa miljoonia. Smirgeli on rakeisen korundin, magnetiitin, hematiitin ja spinellin muodostama kova kivilaji, josta valmistetaan hioma-aineita. Maailman merkittävien jalojen korundimuunnosten löytöpaikka on Myanmarin Mogok.

Kova juttu

Korundin nimen uskotaan olevan muinaisintialaista alkuperää. Sama asu toisuu monissa kielissä; sanskritin *kuruvinda*

da, hindin *kurund*, telugun *kuruvindam* tai tamiin *kurundam*. Mineraali tuotiin Eurooppaan 1700-luvun lopulla ja sitä nimitettiin korundin ohella myös *timanttisälväksi* tai *kovasälväksi*. Osuvia nimiä kumpikin, ja pelkän kovuuden lisäksi nimitysten taustalla oli mineraalin käyttö hionta-aineena kiinalaisissa ja intialaisissa kivihioimoissa.

Korundi on toiseksi kovin mineraali heti timantin jälkeen, tosin vain 1/140 timantin kovuudesta, mutta 7 kertaa kovempi kuin topaasi, joka on kolmanneksi kovin. Kidejärjestelmä on joidenkin lähteiden mukaan trigoninen, toisten taas heksagoninen. Joka tapauksessa kiteet ovat kuusitahoisia prismoja, usein keskeltä tynnyrimäisesti pullistuneita. Korundin ominaispaino on 4 g/cm³ eli se on kohtalaisen helppo erottaa esimerkiksi jokisorasta huuhtomalla.

Korundilla on kaksi jalokivimuotoa, *punainen rubiini*, ja *sininen safiiri*. Rubiinin nimi tulee latinan punaista merkitsevästä *rubus*-sanasta ja safiirin nimi kreikan sinistä tarkoittavasta *sapheiros*-sanasta, joka ilmeisesti oli kuitenkin idästä tullut laina. Antiikin aikana safiiriksi nimetty mineraali tunnetaan nykyisin *lapislatsulina*. Aikanaan kiveä nimitettiin myös *hyasintiksi*, joka nykyisin tarkoittaa paitsi jouluista kukkaa, myös keller-

tävää zirkonimuunnosta. Oranssista korundista käytetään nimitystä *padparadsha*, joka merkitsee singaleesin kielessä lootuksenkukkaa.

Väri vaihtelee. Korundi voi olla väritön, valkoinen, harmaa, ruskehtava, kellertävä, oranssi, vihreä sekä punainen tai sininen. Värin saavat aikaan pienet määrät eri metalleja. Rubiinin punaväri on peräisin kromista, ruskeaan vivahtavissa muunnoksissa on lisäksi rautaa. Safiirin sininen puolestaan johtuu raudasta ja titaanista.

Rakeinen ei-jalokiviluokan korundi esiintyy yhdessä magnetiitin, hematiitin ja herkyniitin kanssa kivilajina, jota nimitetään *smirgeliksi*. Sitä on louhittu erityisesti Naxoksen saarelta Kreikasta.

Timantista seuraavat

Paitsi kovuudeltaan, korundin jalokivimuunnokset ovat myös rahalliselta arvoltaan timantista seuraavia. Kirkas väri, läpinäkyvyys, vähäiset sulkeumat ja eheys ovat edellytyksiä kunnan hinnalle. Jos ehdot täyttyvät, esimerkiksi muuttaman kymmenen karaatin rubiinista saattaa saada jopa 20.000 US\$ karaatilta eli peukalonpään kokoisella mötikällä voi hankkiutua liki miljonääriksi.

Kelpo kaupпамiehет osaavat paran-

nella luonnon jälkiä myös mineraalimaailmassa. Kuumementamalla mineraaleja niiden väriä voidaan muuttaa. Esimerkiksi ruskehtavaan vivahtava rubiini voi muuttua kirkkaan punaiseksi ja samalla sen läpinäkyvyys (ja hinta) paranevat, kun kiteen sisäiset pikku viat korjaantuvat.

Nimillä kikkailu on iät ja ajat kuulunut mineraalikauppaan. Yleensä mineraaleista pyritään tekemään jalompia kuin ne luonnostaan ovat. Niinpä monia punaisia mineraaleja on nimetty rubiineiksi, parhaana esimerkkinä pyrooppigranaatti, josta tunnetaan toista kymmentä eri nimitystä, mm. Kapin rubiini, Arizonan rubiini, Böömin rubiini jne.

Vastaavia muista mineraaleista käytettyjä nimiä ovat esimerkiksi Brasilian rubiini, joka on vaaleanpunainen topaasi, Siperian rubiini, joka puolestaan on punainen turmaliini ja spinellirubiini eli punainen spinelli. Valtaosa nimistä on todennäköisesti kehitetty edistämään kauppaa, mutta vanhoina aikoina sekaannukset olivat myös tahattomia. Esimerkiksi muutamat vanhat tunnetut "rubiinit" ovat nykyaikaisin menetelmin tutkittuna osoittautuneet aivan muiksi mineraaleiksi. Englannin kuninkaan kruunuun istutettu kuuluista Mustan Prinssin rubiini, jota aikanaan pidettiin maailman suurimpana hiottuna rubiinina, osoittautuikin jokunen aika sitten spinelliksi.

Tavallinen harvinaisuus

Korundi on pääasiassa, joskaan ei pelkästään, metamorfisten kivilajien mineraali. Se esiintyy killeliuskeissa ja -gneiseissä sekä kiteisissä kalkkikivissä ja dolomiiteissa sekä karsikivissä. Sitä tavataan myös pegmatiiteissa ja erityisesti niukasti piihappoa sisältävissä syväkivissä kuten syeniiteissä ja nefeliinisyeniiteissä sekä eräissä lamprofyrijuonissa.

Rubiini ja safiiri esiintyvät kallioperässä jalokivilaatuisina niin harvinaisina, ettei niitä yleensä kannata louhia. Maailman rubiini- ja safiirituotannon keskeisillä alueilla Myanmarissa, Thaimaassa ja Sri Lankassa kiviä huuhdotaan jokisorasta tai -hiehasta, joihin luonto on esirikastanut ne. Silti esimerkiksi Myanmarin tärkeimmällä tuotantoalueella Mogokissa jalokivipitoisesta maakerroksesta löytyneistä rubiineista vain 1 % on jalokiviksi kelpaavia. Samasta kerroksesta saadaan tosin myös safiiria, beryylliä, granaattia, topaasia ja muita jalo- ja korukiviksi kelpaavia mineraaleja.

Afganistan, Pakistan ja Vietnam tuottavat kirkkaan punaisia rubiineja, kun taas Intiasta, Venäjältä, Australiasta ja Norjasta saadaan tummia, joskus lähes läpinäkymättömiä kiviä. Intia tuottaa lisäksi hyvin arvokkaita ruiskukan sinisiä safiireja ja Australia sekä Nigeria tumman sinisiä.

Suomestakin korundia on löydetty monista paikoista ja erilaisista geologi-

sista ympäristöistä. Pegmatiiteista sitä on löytynyt mm. Helsingin Kapteeninkadulta ja Kemiön Rosendalin pegmatiitin kontaktivyöhykkeestä. Kalkkikivistä sitä on tavattu puolestaan eri paikoista Lounais-Suomen esiintymiä. Lemmenjoen kullanhuuhtojille sorasta löytyvät korundit ovat hyvä kullan "sivutuote", vaikka eivät jalokiviluokkaa olekaan.

Jalokiviä omasta pajasta

Kovuutensa vuoksi korundia käytetään hionta-aineena sekä luonnosta saatavana että synteettisenä mineraalina. Luonnon korundin käyttö vähenee, sillä synteettisen korundin ohella mm. piikarbidi korvaavat sitä.

Runsaat sata vuotta sitten korundia opittiin valmistamaan keinotekoisesti. Vuonna 1877 ranskalainen kemisti Edmond Frémy onnistui kasvattamaan ensimmäiset kohtuullisen kokoiset jalokivilaatuiset rubiinit laboratoriossa. Hän käytti ns. sulatetekniikkaa (flux melt). Hienoksi jauhetun alumiinioksidin ja kromin (antaa punaisen värin) seos sulatettiin upokkaassa, sulamista edistävässä liuottimessa. Sula massa pidettiin kuukausikaupalla hyvin korkeassa lämpötilassa ennen kuin sen annettiin hitaasti jäähtyä, jolloin kiteytyminen alkoi.

Toinen ranskalainen, August Verneuil, kehitti toisen menetelmän, ns. liekkisulatuksen (flame fusion). Siinä hienoksi jauhetut raaka-aineet valutettiin uuniin ja läpi yli 2000 C-asteisen liekin, joka sulatti ainekset. Sulat pisarat tippuivat alustalle ja kiteytyivät. Kun alustaa vedettiin alaspäin, syntyi pitkulainen sylinterimäinen kide.

Synteettiset korundit vastaavat kiderakenteeltaan luonnon mineraaleja, mutta ne voidaan erottaa mikroskoopilla tai lupilla luonnontuotteista sulkeumiensa

vuoksi. Verneulin rubiineihin kehittyvä valmistustavasta johtuvia enemmän tai vähemmän säännöllisiä sulkeumajonoja. Sulatteesta hitaasti kiteytyneissä mineraaleissa ovat puolestaan erilaiset harso- ja höyhenrakenteet tyypillisiä.

Synteettiset rubiinit ja safiirit ovat luonnon kiviä huomattavasti halvempia.

Lemmen ja viisauden kuumat kivet

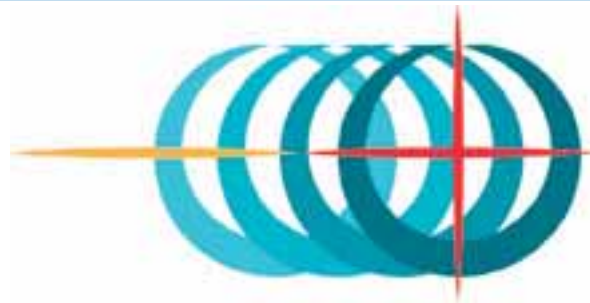
Tosi mineraalioskoviin rubiini lähettää lämmintä, parantavaa säteilyä, jonka ihmiset muinoin sanoivat voivan kiihtyä punahehkuseksi kuumuudeksi, riittävän tehokkaaksi vedenkeittoon. Kätevä retkeilyvaruste! Rakkauden kiveksikin sitä on mainittu ja sen sanotaan ympäröivän kantajansa kauneuden auralla ja jopa muuttavan hänen ulkonäköään. Niin mainio kivi taskussa tekisi perin hyvää kaikille meille koiran repimän perkeleen näköisille karpaaseille.

Luotettavien lähteiden mukaan rubiini lisää oikeamielisyyttä, onnea, intohimoa, rohkeutta, intoa ja jalomielisyyttä. Fyysisinä vaikutuksina kannattaa mainita suotuisat vaikutukset tulehduksiin, korkeaan kolesteroliin, seksuaalisiin estoihin ja veren myrkytystiloihin (aiheuttajina esim. paloviina, kaffi jne.). Kannattaisikohan tehon toteamiseksi järjestää kaksoissokkoteesti kohderyhmänä monityydyttämättömät rasvahapot eli juopot, lihavat erotomaanit.

Safiiri kuuluu olevan pyhien siunausten kivi, joka vetää käyttäjänsä puoleen suojelusta ja profeetallista viisautta ja innostaa luovaan ilmaisuun, mietiskelyyn ja elähdyttää sisäistä näkemystä. Kipeän ihmispolon kuumeista raatoa se viilentää ja lievittää tulehduksia sekä tyrehdyttää verenvuodon nenästä. Nyrkkeilijän oiva apu, hanksaan sijoitettuna ainakin. □

Kuva: Jari Väättäinen





METALLURGIA

Metallurgian Mahdollisuudet 1999 - 2003

TEKNOLOGIAOHJELMAN VUOSISEMINAARI 3

Tiistaina 1.10.2002, Dipoli, Otaniemi, Espoo

OHJELMA

Seminaarin puheenjohtajana toimii toimitusjohtaja Ossi Virolainen, AvestaPolarit Oyj Abp

- 11.30 Ilmoittautuminen ja kahvi
12.00 **Seminaarin avaus**
Ohjelman johtoryhmän pj., toimitusjohtaja Kari Tähtinen, Imatra Steel Oy Ab
12.05 **Liiketoimintaprosessien kehittäminen AvestaPolarit-konsernissa**
Toimitusjohtaja Ossi Virolainen, AvestaPolarit Oyj Abp
12.20 **Integra – Nopeutta ja joustavuutta Tornion jaloterästehtaalla**
Toimitusjohtaja Niilo Suutala, AvestaPolarit Stainless Oy
12.45 **Akuta – Uusilla mallinnustyökaluilla tarkkaan ahiokuumennukseen**
Projektipäällikkö Jarmo Laine, Oulun yliopisto, Materiaalitekniikan laboratorio
13.05 **Pesä – Lämpurtoja vai uhkapeliä, masuunin uudet innovaatiot!**
Päämetallurgi Kyösti Heinänen, Rautaruukki Oyj, Rautaruukki Steel
13.30 **Konverto – Edistysaskeleet teräskonvertterin mallinnuksessa ja ohjauksessa**
Terästuotannon kehityspäällikkö Heikki Ylönen, Rautaruukki Oyj, Rautaruukki Steel
13.55 Kahvi
14.20 **Nopeasti markkinoiden muutoksiin reagoiva valmistus**
Professori, teknologiajohtaja Juhani Pylkkänen, ABB Oy
14.45 **Lead – Ketteryyttä tilaus-toimitusprosessiin**
Toimitusjohtaja Jussi Helavirta, Outokumpu Poricopper Oy
15.10 **HydroCopper™ – Kuparin hydrometallurginen valmistus: Uusi oikotie?**
Johtaja Tapani Järvinen, Outokumpu Oyj, Metallurgy
15.35 **Teknologiaohjelma päättyy 2003! Mitä sen jälkeen?**
Ohjelman johtoryhmän ja koordinaatioryhmän jäsen Kari Keskinen, Tekes
15.50 **Seminaarin päätös**
16.00 Cocktails

Tilaisuus on maksuton ja avoin kaikille. **Ilmoittautuminen 25.9.2002 mennessä: www.tekes.fi/ohjelmat/metalli tai** Leena Sorvaniemi, MET, puhelin (09) 192 3380

Neljimmäinen veljeksistä

Johtamisen SIETÄMÄTÖN KEVEYS



Perinteisen johtamiskulttuurin mukaan esimies johtaa ja on sen tähden oikeassa. Mikäli esimies joskus kuitenkin sattuisi olemaan väärässä, ei sillä ole siinä merkitystä, sillä esimies on asemansa luoman statuksen turvin aina oikeassa ja organisaatio toimii hänen tahdonsa mukaan. Kysymys siitä, onko johtajan valitsema tapa toimia oikea tai oikean suuntainen, on toisarvoinen. Tähdellistä on, että esimiehellä on kaikkivaltiaat missio, tavoitteet ja visio, jotka eivät ole alaisten hallussa eivätkä hallittavissa. Alaisia saatetaan kuulla, mutta ei kuunnella. Alaiset, jotka ovat johtajaa pätevämpiä ja tietävät liikaa, siirretään toisiin, vähempiarvoisiin tehtäviin, koska he ovat uhka johtajan auktoriteetille ja saattavat tuoda kykynsä esiin virkatien sivuute. Alaisella on neljä tapaa toimia: Hyväksyä ja alistua, kapinoida ja kiukutella, sabotoida tai lähteä. Näistä ensimmäinen ja viimeinen ovat moraalisesti hyväksyttäviä, muut tuomittavia.

Johtajaksi tullaan seuraavista syistä: Omistajuus, ikä, virkaikä, perimä, koulutustausta, etninen tai kielitausta tai sodan voittaminen. Joskus se on seurausta osoitetusta henkilökohtaisesta kyvykkyydestä eli pätevydestä, kunnes Peterin periaate iskee: Pätevä johtaja etenee organisaatiossa pätemättömyytensä tasolle, minkä jälkeen tie katkeaa. Uran taittuminen tässä vaiheessa koskee vain kyvykkyytensä perusteella ylenneitä johtajia. Ei muita. Julkishallinnossa johtajuus on seuraus enemmistön jäsenyydestä.

'Voitimme sodan ja olemme siitä syystä oikeassa. Väärä politiikkane johti hävittyyn sotaan ja tuon politiikan johtajia on rangaistava'. "En alistu historian tuomittavaksi, kirjoitan sen itse", sanoi Churchill ryhtyessään kirjoittamaan 2. maailmansodan historiaa, josta hänelle myönnettiin Nobelin kirjallisuuspalkinto.

'Olen vanhempi ja kokeneempi ja tiedän kuinka asioiden pitää olla. Olen sen tähden oikeassa. Ehkä joskus opitte ymmärtämään tästä jotain'. Vaihtoehtoisesti: 'Olen nuorempi ja paremmin koulutettu. Teikäläisillä on toinen jalka haudassa. Valitettavasti ette vielä ole eläkeiässä'.

'Olen ollut täällä kauemmin ja tunnen talon tavat. Esityksenne ei toimi täällä, se ei sovi perinteisiimme eikä kulttuuriimme. Meidän ei pidä juosta kaiken maailman muotivirtausten perässä'. "Jos haluat munata itsesi, innostu jostakin", pilkkasi Kauppalehti joskus 90-luvulla.

'Olen tämän yrityksen omistaja. Minun rahani ovat kyseessä ja edellytän niille tuottoa. Tiedän sen vuoksi, mikä on oikein ja miten tätä yritystä on johdettava. Vaadin, että toteutatte käskyni viimeistä piirtoa myöten'. Sovellutus: 'Olemme ostaneet yrityksenne. Tapanne toimia on läpeensä väärä. Kaikki mitä sanotte ja mitä olette tehneet aikaisemmin on ollut väärin'. Vae Victis.

'Olen täällä demokraattisesti valitun elimen nimittämänä puolueeni edustajana. Olette väärässä sen tähden, että edustatte eri puoluetta. Vain meidän edustamamme linja on oikea. Ja mikäli puolue ei joihinkin asioihin ota kantaa, niin minä asemiani perusteella päätän kuitenkin'.

Asetetun johtajuuden kaikkivaltius korostuu yrityskaupan yhteydessä. 'Tulitte ostetuksi syystä, että olitte väärässä. Toiminnassanne ei ollut mitään hyvää. Vain meidän tapamme tehdä asioita on oikein. Muutamme kaiken'. Kansainvälisen yritysoston kyseessä ollen mitä suurempi kulttuuriero on olemassa, sitä kyseenalaisempi on ostetun yrityksen toi-

mineen johdon kohtelu ja kohtalo. Kokonaan riippumatta kyseisen managementin tasosta ja aiemmasta menestyksestä. Uusi kulttuuri ajetaan sisään ja aittaa kaatuu unohtaen, että setä ei käskemällä ole täti. Kulttuurierot, naivius, sivistymättömyys tai heikompi koulutustausta ei ole hidaste uuden johdon toiminnalle. Uusi tapa toimia on oleellisempi tavoite, kuin tuloslaskelman viimeinen rivi.

Jonkinmoisena ihmeenä voi pitää sitä, että huolimatta johtajakoulutuksen ylisevuotavasta tarjonnasta, jonka myös kysyntä määrällisesti kohtaa, ei oleellista johtamiskulttuurin muutosta varsinaisesti ole havaittavissa. Selitys lienee, että koulutukseen, oppiakseen uutta, hakeutuvat ne, jotka sitä eivät tarvitse, kun taas johtajat Jumalan armosta eivät katso sitä tarvitsevansa. Tahi, mikäli mukana oleminen ja muu osallistujajoukko nostaa johtajan statusta, on osallistuminen toki välttämätöntä. Miten oppi omaksutaan ja sovelletaan, on toisarvoista. Tunneälyä on tunneälyttömän vaikea opiskella omaksumisesta puhumattakaan.

Alaisella on kaksi moraalisesti hyväksyttävää toimintamallia, jäädä tai lähteä. Edellisestä on seurauksena turhautuminen, jälkimmäisestä hyppy tuntemattomaan. Mikäli onnistuu lähtemään muualle kuin eläkeputkeen. Todellista johtajuutta, auktoriteettia, ei oteta, anneta, osteta, saada eikä peritä, vaan sen karisma on ansaittava vuodesta toiseen joka päivä uudelleen. □

Luottamuksellinen Vuoriteollisuus-lehti nyt netissä

Vuorimiesten oma lehti Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on viidenkymmenenyhdeksän vuoden ajan välittänyt alan kuulumisia VMY:n jäsenille. Liikkeellelähtö tapahtui kesken jatkosodan ja sotilasviranomaisten määräyksestä lehti varustettiin merkinnällä "Luottamuksellinen" ja kappaleet numeroitiin. Numerosta 2/2002 Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on luettavana yhdistyksen verkkosivuilla osoitteella www.vuorimiesyhdistys.fi.

Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningin perustettiin tammikuussa 1943 ja lehden ensimmäinen numero ilmestyi 20. elokuuta 1943. Ensi vuosi on näin ollen juhlavuosi sekä yhdistykselle että lehdelle.

Lehden sisällön rakenne on vuosien varrella vaihdellut yhteiskunnallista ja teknistä kehitystä kuvastaen. Vuosien takaiset kirjoitukset ja artikkelit saattavat antaa tämän päivän vuorimiehelle ajatteleminen aihetta ja virikkeitä sen lisäksi, että niiden lukeminen auttaa näkemään oman teknisen osaamisensa kehityksen perspektiivissä. Tavoitteena tehdä vuorimiehet tietoisiksi arvokkaista perinteistään lehden toimitusneuvosto on päättänyt tästä numerosta lähtien varata erillisen palstan lehden itsetutkisteluun. Tulomme tarkistelemaan lehden edesottamuksia silloin ennen, eri näkökulmista. Näin aloituskerralla keskitymme lehden silloiseen toimintaympäristöön ja henkilöihin sen ympäriällä.

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen ei ole mikään katulapsi, vaan näki päivän valon Kämpin juhlerokossa 15.5.1943 Vuorimiesyhdistyksen ensimmäisen vuosikokouksen yhteydessä. Lehden 40-vuotisnumerossa 1/1983 tekn.lis. Heikki Aulanko kirjoittaa: "Ko-

kouksessa päätettiin myös ryhtyä julkaisemaan omaa aikakauslehteä nimeltään Vuoriteollisuus-Bergshanteringen. Lehden piti ilmestyä 4-6 kertaa vuodessa. Lehden rahoittamiseksi päätettiin ottaa yhteys vuorialalla toimiviin yrityksiin avustusten saamiseksi. Kokous oli



myös sitä mieltä, että kesäkokous ja retkeily olisi järjestettävä ja hallitus sai tehtäväkseen palata asiaan myöhemmin. Kokouksessa kuullut kolme mielenkiintoista esitelmää muodostivat lehden ensimmäisen numeron. Vuosikokouksen illalliset olivat Kämpin peilialissa, läsnä oli 47 henkeä.”.

Vuorimiesyhdistyksen hallitus muodosti vastaperustetun lehden toimitusvaliokunnan. Hallituksen ja toimitusvaliokunnan puheenjohtajana toimi vuorineuvos Eero Mäkinen, Outokumpu Oy. Varapuheenjohtaja oli bergsrådet Berndt Grönblom, Oy Vuoksenniska Ab, ja muut jäsenet olivat doktor Åke Bergström, Oy Vuoksenniska Ab, tohtori Paavo Haapala, Petsamon Nikkeli Oy, insinööri (dipl.ins.) Ilmari Harki, Outokumpu Oy, insinööri (dipl.ins.) Olli Simo-

la, Oy Lokomo Ab, ingeniör (dipl.ing.) Eskil Strandström, Lojo Kalkverk Ab, ja ingeniör (dipl.ins.) Gunnar Wallenius, Wärtlilä-konsernen, Uusi-Wärtlilä.

Lehden ensimmäisenä päätoimittajana oli dipl. ins. Uolevi Raade, joka silloin oli Kauppa- ja teollisuusministeriön kotimarkkinateollisuusosaston toimistöpäällikkö. Näin ollen toimituksen osoite oli komea: Kirkkokatu 14, IV kerros. Lehti painettiin Tilgmannin kirjapainossa.

Ensimmäisenä vuonna, 1943, ilmestyi kaksi lehteä. Toinen numero saatiin posttiin juuri joulun alla, 20.12.

Näiden ensimmäisten numeroiden tarkastelu tuo esille joitakin eroja nyky-lehteen verrattuna. Ensinnäkin suomea ja ruotsia käytettiin rinnakkain sekä artikkeleissa että ilmoitusmateriaalissa. Artikkelien lyhennyksissä saksankieli oli

nykyisen englannin tilalla.

Erillisiä pääkirjoituksia ei harrastettu eikä kansikuvia. Etukannesta löytyi sisällysluettelo ja takakannesta ainoastaan painotalo Tilgmannin puumerkki. Ilmoitukset sijoitettiin lehden alku- ja loppuosaan erikseen tekstimateriaalista. Ainoastaan tekstisivut numeroitiin. Ensimmäisessä numerossa oli 24 tekstisivua ja 6 ilmoitussivua. Kakkosnumerossa tekstisivujen määrä oli pudonnut 20:een mutta ilmoitussivuja oli samat 6.

Vaikutusvaltainen lukijakunta

Vuoriteollisuuslehti syntyi erikoisissa olosuhteissa. Suomi oli sodassa. Kaikista tarvikkeista ja materiaalista oli pulaa. Teollisuus oli suurelta osin valjastettu palvelemaan maan puolustusta ja vuoriteollisuus oli silloin eräänlaisessa avainasemassa. Näin uusi lehti joutuikin vironomaisten tarkkailuun. Aina välirauhaan saakka merkintä ”Luottamuksellinen” säilyi lehden kannessa. Luottamuksellinen lehti jaettiin kuitenkin myös jossain määrin sisäpiiriin eli Vuorimiesyhdistyksen ulkopuolelle. Professori Toimi Lukkarinen toteaa nimittäin laatimassaan 50-vuotishistoriikissa (Vuoriteollisuuslehti 1/1993) että yhdistyksen jäsenmäärä perustamisvuoden lopussa oli 118 ja vielä vuoden 1944 lopussa 155. Kuitenkin vuorimiesyhdistyksen arkiston ainoassa kappaleessa (sekä kopio) lehden ensimmäisestä numerosta on järjestysnumero 162.

Tarkkaa painosmäärää emme tiedä mutta mikään valtti ilmoitusten myynnissä se ei ollut. Tilanne tulisi lehden osalta jatkumaan aina näihin päiviin saakka. Teollisuusneuvos Herman Stigzelius puuttui pulmaan ensimmäisessä pääkirjoituksessaan vastaanottaessaan päätoimittajan tehtävät syksyllä 1948. Painoksen suuruus oli silloin noin 300 kappaletta. Hänen viestinsä lehden sidosryhmille kuului: ”..Sen (lehden) jatkuvan ilmestymisen turvaaminen on varmaan ilman minkäänlaisia perusteluja hyvin lähellä monien ilmoittajien sydäntä, mutta lienee kumminkin epäroiville syytä huomauttaa, ettei painoksen suuruus vaan lukijakunnan ostokyky määrää ilmoittamisen kannattavuutta, ja että lehtemme lukijakunnan muodostavat vuori-, metalli-, kalkki-, sementti- ja kivi-teollisuuden johtohenkilöt, joidenka käsiensä kautta hyvinkin huomattava osa teollisuutemme ostoista tapahtuu.”

Herman Stigzelius ei lioitellut. Yhdistyksen ensimmäisessä jäsenluettelossa, päivätty 9.12.1944, 155 jäsenen joukossa on 11 vuorineuvosta.□

KOONNUT: BEF

34 (128) VUORITEOLLISUUS - BERGSHANTERINGEN

| | | |
|--------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Maisteri | Kuussa, Leino | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| Ingeniör | Kraft, Johansson, Johan | H-lora, Oy Vuoksenniska Ab |
| Bergmästare | Krause, Anders | H-lora, Industri Oy |
| Professör | Krause, Ernst | H-lora, Oy Vuoksenniska Ab |
| Ingeniör | Krause von Scheide, H. | |
| Maisteri | Kuussa, Leino | Välkälä, Oy Vuoksenniska Ab |
| Ingeniör | Kuussa, Leino | H.K. Pössönen, Oskari Oy |
| Professör | Lundström, Aarne | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| Insinööri | Lautakari, Aarne | H.K. Geologian tutkimuslaitos |
| | Lavonius, Otto | Jyväskylän Bergiläsk. 4-12 C |
| | Levanto, E. I. | Pori, Metalliteollisuus |
| | Lindström, Erik | H.K. Pössönen, H.A. |
| | Lindström, Teuvo | |
| | Loja, Lauri | Elektron, Leijon, Kalkiteollisuus Oy |
| | Loja, Erja | |
| Magister | Lopander, Evert | Hillevaara, Oy Vuoksenniska Ab |
| Ingeniör | Lohi, Carl | Ekonoberg, Metallteollisuus |
| Ingeniör | Mahala, Teuvo | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| | Mattlar, Uno | Imatra, Oy Vuoksenniska Ab |
| | Meijer | Pargas, Petsamon Nikkeli Oy |
| Doktor | Mäkinen, Eero | Teollisuuden Valtion Työväenkeskus |
| Yhteiskunta | Mäkinen, Eero | H.K. Outokumpu Oy |
| Insinööri | Mäkinen, Eero | Tasavalmi, Paakkala |
| Vuorineuvos | Mäkinen, Eero | Tampere, Oy Lokomo Ab |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | H-lora, Petsamon Nikkeli Oy |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Tampere, Oy Lokomo Ab |
| Doktor | Mäkinen, Eero | H-lora, Pinta Kalkiteollisuus Ab |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Imatra, Oy Vuoksenniska Ab |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Oulussa, Lojo Kalkiteollisuus Ab |
| Insinööri | Mäkinen, Eero | Keski, Boman Oy |
| | Mäkinen, Eero | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| | Mäkinen, Eero | Kärnä, A. Ahlström Oy |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| | Mäkinen, Eero | H.K. Pössönen, Oskari Oy |
| Maisteri | Mäkinen, Eero | H.K. Kauppa- ja teollisuustutkimus |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Rajasaari, Oskari Oy |
| Insinööri | Mäkinen, Eero | Työväen Valtion Työväenkeskus |
| | Mäkinen, Eero | H-lora, Oy Vuoksenniska Ab |
| Professör | Mäkinen, Eero | Aho, Valdemar 6 |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Osasto, Outokumpu 21, Sverige |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Hillevaara, Outokumpu Oy |
| Maisteri | Mäkinen, Eero | Pargas, Petsamon Nikkeli Oy |
| Doktor | Mäkinen, Eero | H.K. Pössönen 1 |
| Insinööri | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | Tampere, Oy Lokomo Ab |
| Vuorineuvos | Mäkinen, Eero | Jyväskylän Valtion Työväenkeskus |
| Insinööri | Mäkinen, Eero | Tampere, Teollisuus Oy |
| Insinööri | Mäkinen, Eero | H.K. Industri Oy |
| Doktor | Mäkinen, Eero | |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Imatra, Oy Vuoksenniska Ab |
| Diagnostiker | Mäkinen, Eero | Elektron, Leijon & Co |
| Ingeniör | Mäkinen, Eero | Välkälä, Harvi |
| | Mäkinen, Eero | Oulussa, Lojo Kalkiteollisuus Ab |
| Vuorineuvos | Mäkinen, Eero | H-lora, Pinta Kalkiteollisuus Ab |
| Doktor | Mäkinen, Eero | Imatra, Oy Vuoksenniska Ab |
| Magister | Mäkinen, Eero | H-lora, O. Ruusuvirta H.A. |
| Insinööri | Mäkinen, Eero | Pöytä, Carl Pössönen Ab |
| | Mäkinen, Eero | L. A. Levanen, Vuoriteollisuus, H.K. |
| | Mäkinen, Eero | Kuhvanen 3 |
| | Mäkinen, Eero | Outokumpu Oy, Vuoriteollisuus |
| | Mäkinen, Eero | Tampere, Metalliteollisuus, H.A. 21 |
| | Mäkinen, Eero | Kisko, Oskari |
| | Mäkinen, Eero | Hillevaara, Outokumpu Oy |
| | Mäkinen, Eero | Vuoriteollisuus, Oy Vuoksenniska Ab |
| | Mäkinen, Eero | Pori, Metalliteollisuus |
| | Mäkinen, Eero | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| | Mäkinen, Eero | H-lora, Pöytä H.A. |
| | Mäkinen, Eero | Mitta, Wästlila-konserni |
| | Mäkinen, Eero | Vuoriteollisuus, Uusi-Välkälä |
| | Mäkinen, Eero | H-lora, Pinta Kalkiteollisuus Ab |
| | Mäkinen, Eero | Hillevaara |
| | Mäkinen, Eero | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| | Mäkinen, Eero | Yläjärvi, Outokumpu Oy |
| | Mäkinen, Eero | H.K. Pössönen 4-9 |
| | Mäkinen, Eero | Pori, Metalliteollisuus |
| | Mäkinen, Eero | H-lora, Petsamon Nikkeli Oy |
| | Mäkinen, Eero | H-lora, Teoll. 11 A |
| | Mäkinen, Eero | Hillevaara |
| | Mäkinen, Eero | Outokumpu, Outokumpu Oy |
| | Mäkinen, Eero | H.K. Teolliteoll. 11 |
| | Mäkinen, Eero | Hillevaara, Oy Vuoksenniska Ab |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |
| | Mäkinen, Eero | |



Siis mitä enemmän tunnemme nykymusiikkia, sitä enemmän pidämme jazzista. Ja mitä enemmän tunnemme amerikkalaisia, sitä enemmän arvostamme brittejä. Ja mitä enemmän joutuu tekemisiin suomalaisen oluen kanssa, sitä enemmän kuluu irlantilaisista.

SIIS on verkottuneisuus ja firman oheistoimintojen out sourcing päivän avainsanoja, eikä välttämättä syyttä. Siis urbaanilla kaupunkilaisjärjellä (kieltäydymme käyttämästä termiä 'maalaisjärjellä') vapauttaa ko. kehitys uskomattomia määriä seisoskelevaa työvoimaa aiemmista suoja-työpaikoistaan. Kunhan ollaan hötkyilemättä naurettavuuksiin saakka. Maantieteellisiä eroja verkottuneisuudessa tosin kehityksessä vielä ilmenee: Paljasti nimittäin Sitran maan kehitysalueilla tekemä pienteollisuuden verkottumisselvitys kaikkiaan 161 verkottunutta yritysrypystä. Jolloin todettiin, että Itä-Suomen kehitysalueilta löytyi niinkin monta kuin yksi verkostoitunut yritysrypäs.

SIIS johtaa härmäläinen tulopolitiikka ja Robin-Hood-verotus, (lue: perinteinen kateus) kotimaisen oppineiston syvenevään kurjallistumiseen ja sitä tietä yhä laajenevaan aivovuotoon. Eli häipyvät meikäläiset high-tech osaajat sekä ulkomainen sijoituspääoma kipinkapin leveämmän leivän (lue: kevyemmän verotuksen) perässä muille maille. Mahtaisiko olla niin, että EU-vetoinen ja -tasoinen veropolitiikka lopulta olisi se tasaavampi ja tasapuolistavampi ja kansallisesti kohottavampi konsti näissä geimeissä. Kun ei kaikilla kuitenkaan voi olla keskimääräistä alhaisempia tuloja, niin kuin täällä perinteisesti on vaadittu. Muuten: On Tekniikan Akateemisten Liitto, tämä Tekniikan Partiolaiset, julkistanut kansainvälisen selvityksensä, jossa on todettu suomalaisen insinöörin olevan halpatyövoimaa. Mistähän se mahtaa johtua, TEK? Olisiko jotain ken-

ties pitänyt asiantilan korjaamiseksi joskus itse tehdä? Eikä vain hyssytellä noudatellen vanhaa saksalaista arkkiviisautta: *Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen!*

SIIS aiotaan Ruotsissa ensi vuonna panna pystyyn kansanäänestys EMUun liittymisestä eli Euron käyttöönotosta. Hmh. Demokratiolla on puolensa, mutta kansanäänestys *tästä* asiasta kuuluu samaan kategoriaan kuin liittymisen Natoon tai ydinvoiman rakentaminen, joista mistään ei missään olosuhteissa tule ko. äänestystä pitää. Ja syystä, ettei valtaosalla medelsvenssoneja eikä meikäläistä lotto – tuulipuku – simofrangén – iltapäivälehtikansaa ole minkäänlaista todelliseen tietoon perustuvaa mahdollisuutta ottaa asiaan muuta kuin tunteeseen perustuvaa kantaa. Siis veikkaamme, että svedut tulevat kaatamaan Euro-hankkeensa, ja pääosin vain siksi, etteivät raaski luopua nostalgisesta kurnustaan.

SIIS lisää Natosta muuten: Olemme itse paukuttaneet päättämme Natoon liittymisen puolesta, emmekä sinänsä pidä ko. puolustusliiton laajenemista Itä-Eurooppaan päin varsin haitallisena. Paitsi, milloin kuulemme tunnetun itäisen lähinaapurimme *myös* pyrkivän jäseneksi. Siis Herra varjelkoon meitä uudelta YYA:lta ja siltä, että uudet liittolaisemme katsoisivat meitä uhkaavan jonkun tunnistamattoman vaaran, ja Naton peruskirjan oikeutuksella tulisivat sitten meitä tänne suojelemaan. Olisi muuten kiintoisaa kuulla, mitä uusilla natolaisilla kuten polakeilla ja tsekeillä on sanomista ent. isonveljen Troijan puuhevosta muistuttavasta hankkeesta.

SIIS haukuskelevat maan pää-TV kanava sekä tietyn tahon yleisönosastokirjoittelijat tuhmia israelilaisia, joiden ne väittävät alunpitäen varastaneen raukkojen palestiinalaisten maan. Ja edelleen lähes ylistävät näitä islamin puuduttamia itsemurhaiskujen tekijöitä. Mitä luulisitte, oi lukijat, ajaisiko Karjalan palauttamisen asiaa, jos pari entistä evakkoa vuosimallia 39/44 menisi ja paukauttaisi itsensä ja muutaman vanjan päiviltä Viipurin torilla?

SIIS "ajatelma" (Tekniikka & Talous 31.1.02): Puu, joka taipuu, ei taitu tuulessa. Nimim. Hay. No ei taitu niin. Emmekä malta olla esittämättä aforismille jatkoa: Puu, joka taipuu tuulessa, taipuu jo pienessäkin tuulessa. Nimim. Jees-miehistä tarpeekseen saaneet. **J.T.**



TÄMÄ PÄÄSIHTTEERIN PALSTA ON MINUN KIRJOITTAMIS-TANI VIIMEINEN. Jouduin näet Tampereella valitun uuden hallituksen järjestäytymiskokouksessa 29.5. ilmoittamaan, että työtehtävissäni Geologian tutkimuskeskuksessa tapahtuneiden muutosten johdosta valtionyönantaja oli katsonut oikeaksi peruuttaa pääsihteerin toimen hoitamisen mahdollistaneen sivutoimilupani. Kun ajallisesti jonkinmoinen rupeama VMY:n eri tehtävissä jää nyt taakse, ei liene synneistä suurin panna tämän palstan täytteeksi jotain matkan varrella kokemaani.

NYKYISEN PUHEENJOHTAJAN ISÄ, TUOLLOINEN LUIKONLAHDEN KAIVOKSEN JOHTAJA EKI-VILLE HEISKANEN piti omalta osaltaan huolen yhdistyksen keski-ään alentamisesta ja edellytti, että

alaisensa nuori geologi liittyy VMY:n jäseneksi. Eki-setä ei ainoastaan edellyttänyt, vaan toimi Briitansa kanssa niin, että tunsimme, vaimoni Hustru ja minä jo ensimmäisillä vuorimiespäivillämme 1970 tullemme osallisiksi kultapossukerhon jäsenyydestä. Mahdoton on unohtaa tunnelmaa, joka vallitsi Seurahuoneen baarissa lauantain lounaan jatkoilla Ekin isännöidessä luikonlahtelaisten pöytää kiinalaismaljakkojen tehdessä puuttuvien istuimien virkaa. Siitä se alkoi ja Tampereelle asti se on kestänyt, jopa niin, että käydessäni YK-vuosieni aikana Suomessa

ulkoministeriöltä rahaa kerjäämässä pyrin satuttamaan matkani Vuorimiespäivien ajankohtaan. Useimmiten se myös onnistui. Jottei väärää käsitystä syntyisi, jatkuu osallistumiseni Tampereen jälkeenkin, tosin vailla paineita kaiken onnistumisesta.

ENSIMMÄISEEN LUOTTAMUSTOIMEENI YHDISTYKSES-SÄ, TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN GEOLOGISEN TOIMIKUNNAN JÄSENEKSI, luiskahdin 1978 oltuani sitä ennen valtuuskunnan monessa toimessa esimieheni professori Aimo Mikkolan käsikassarana. Monessa oli tuohon aikaan Ampa mukana ja minä myös. Kokkolasta käsin suoritin sitten asevelvollisuuteni ensin geologijaoston johtokunnan jäsenenä 1983 ja puheenjohtajana seuraavasta vuodesta kolme ajast'aikaa eteenpäin. Suomen Geologisen Seuran kanssa yhdessä järjestetyt ekskursiot Lappiin ja Pohjanmaan satelliittimalmiesintymille saivat joukot liikkeelle vuorityön henkivakuutusta, malminetsintää pönkittämään. Samaa pönkittämistä varten järjestettiin seminaari Keisarillisen Aleksanterin Yliopiston arvokkaissa tiloissa, joissa niin moneen tärkeään asiaan on valtakunnassa vaikutettu. Pönkittämistä näytään taas suunniteltavan, kun Vuoriteollisuuslehden 4/2002 teemaksi on suunniteltu Mihin menet Suomen kaivosteollisuus.

MAAILMALTA PALATTUANI VUODEN 1994 lopulla tulin seuraavan vuoden vuosikokouksessa valituksi hallituksen jäse-

neksi geotietäjien mandaatilla. Vuoriteollisuuslehden kehittämistyöryhmä Matti Palperi, Tuula Puhakka, Seija Sundholm ja Pekka Purra luovutti raporttinsa hallitukselle parhaaseen rapuaikaan 1995 Inkoon Storöissä. Raportti johti hallituksen puheenjohtaja Aulis Saarisen tiedustelemaan, josko olisin valmis ottamaan vastaan toimitusneuvoston puheenjohtajuuden tehtävänäni uudistaa Vuoriteollisuuslehti raportin hahmottelemalla tavalla. Aukku lienee nykäissyt oikeasta narusta, kun tuumaan suostuin ja hommaan ryhdyin marraskuun lopulla samana vuonna. Uuden luomiseen luonnollisena kuuluvan hitausmomentin jälkeen vauhtiin päästiin 1996 marraskuussa, kun toimitusneuvosto hankki hallitukselta päätöksen ammattitoimittajien kiinnittämiseksi Vuoriteollisuuslehteä tekemään. Vaik-

ka Leena ja Budju Forsten joutuvat tätäkin juttua edelleen työstämään, kiellän heitä jyrkästi muuttamasta mitään seuraavasta virkkeestä. Ilman Leenan ja Budjun ammattitaitoa ja sitoutuneisuutta Vuoriteollisuus-Bergshanteringen ei numero numerolta yhä edelleen keräisi kasvavaa kiitosta. Saman vuoden joulukuussa suostui vuorilafkan assistenttikollegani professori Jouko Härkki lehden päätoimittajaksi meille nyt neljä kertaa vuodessa näkyvin seurauksin. Tosikot ry:n kantaviin voimiin kuuluva monilahjakkuus Pekka Purra, joka tuossa yllä on jo mainittu

otti toimitusneuvoston puheenjohtajan tehtävät vastaan ryhtyessäni hoitamaan VMY:n pääsihteeriyttä toukokuun alusta 2000. Nolosti tämä menee kehumisen puolelle, vaan minkäpä voit. Pekka on juoksuttanut viestikapulaa hurjasti kiihdyttäen. Mihin kehitys kehittyäkään, kun mittapuuksi ottaa Tampereen Vuorimiespäiviä käsitelleen viime numeron. Kun se, johon tämäkin juttu tulee, ei ole tätä kirjoittaessani vertailtavana, on paha mennä sanomaan, oliko edellinen paras kautta aikojen.

OTIN PÄÄSIHTTEERIN TEHTÄVÄT VASTAAN VUORIMIESYHDISTYKSEN ENSIMMÄISELTÄ PÄÄSIHTTEERILTÄ, automaation osaja Veikko Appelbergilta. Kaikki paperille ja diskeille dokumentoitu oli niin järjestelmällistä, että minä en samanlaista kykene seuraajalleni jättämään, vaikka yrittäisin. Koko tänä kahden vuoden aikana, jona olen tätä järjestyksessä toista yhdistyksen pääsihteeriyttä saanut hoitaa, on Veikko aina ollut valmis tietoonsa jakamaan ja asioita resuneeraamaan. Ennen kuin poistun verkosta, vielä tärkein pääsihteerin tointa hoitaessani, Ullis. Mihinkä olisin joutunut ilman rahakirstumme hoitajaa, arkistovastaavaa ja Vuorimiespäivien monenmoisista asioista huolehtija Ullista. Kiitos!

Markku Mäkelä poistuu verkosta. □





Odottelua Verlan pihamaalla.

1996 se hyväksyttiin Unescon ylläpitämäksi suojelukohteeksi.

Matka jatkui... Linja-autossa on tunnelmaa. *Sanna-Leena* piti puhetta viran puolesta, *Kaija Marmo* kertoi tunnettuun tapansa kaskuja Mikkelistä ja muualtakin. *Valtsu Vuoliolta* irtosi pari sensuurin läpikäynyttä viitsiä, allekirjoittanutkin pani lusikkansa soppaan, ja niin saavuttiin Orimattilaan Soile Yli-Mäyrän Taide-
linnaan.

Pettymys oli melkoinen, kun taiteilija itse, jossa olisi ollut silmänruokaa (ainakin herroille!) yhtä paljon kuin tauluisaan, ei ollut kiireiltään kerinnytkään paikalle. Oppaamme oli hieman vaisu, mutta taide puhui kyllä puolestaan. Taulut olivat värikylläisiä, ja mielipiteet niiden erinomaisuudesta erkanivat, niin kuin pitääkin. Kauppaakin käytiin. Tarjolla oli t-paitoja, kortteja, kirjoja. Taulut taisivat

Kevätretki

Jälleen on aika muistella menneitä eli vuorinaisten kevätretkeä. Retkelle lähdettiin mielet virkeinä ja vastaanottavaisina varhain lauantaiaamuna 4.5.2002. Valitettavasti vain 50 nopeimmin ilmoittautunutta mahtui mukaan.

Koska kevätretki ei useimpien mielestä "oo mittää" ilman parempien puoliskojen mukanaoloa, heidät siis oli tänäkin vuonna kutsuttu mukaan. "Akkavalta" kuitenkin säilyi suhteessa 30-20.

Retkemme ensimmäinen etappi oli Pohjois-Kymenlaaksossa sijaitseva Verlan ruukkialue, joka on muodostunut vanhan, 1800-luvulla perustetun kartonkitehtaan ympärille. Saimme Verlassa todella mainion oppaan, *Jussi Lemminkäisen*, toiselta ammatiltaan kirkkoväärin, kuten hän itse asian ilmaisi.

Internetistä ja esitteistä voimme lukea Verlan historiasta, mutta Jussin johdoksella pääsimme sisälle oikeaan Verlan henkeen ja uskollisten, todella työhönsä antautuneiden ihmisten maailmaan, missä lakkoilu oli tuntematon asia. Esimerkkinä mainittakoon vaikka Maria, joka työskenteli 51 vuotta samalla paikalla punniten pahvia niin, että voimme vieläkin nähdä hänen jalkojensa jättämät jäljet lattiasa. Eläkkeelle Maria suostui lähtemään vasta 77-vuotiaana ja puolisokeana sillä verukkeella, että hänet luvattiin kutsua apuun aina tiukan paikan tullen.

*Taide-
linnassa.*



*Penni
ajatussistanne,
Ritva Rinne ja
Olli Korhonen!*



Verlassa valmistettua korkealaatuista pahvia on tilattu ja toimitettu ympäri maailman, mutta meille vuorinaisille tuttu ja nostalginen tuote on mm. pahviset kuvataulut, joita ennen muinoin järjestäjät kouluissa toivat maantiedon tai kasviopin tunneille havaintoesineiksi. Muistanemme myös pahvisen Työmies-askin, Verlan tuotantoa sekini.

Verlan pahvitehdas lakkautettiin v. 1964, museoksi se muutettiin v. 1972 ja v.

jäädä entisiin nauoihinsa.

Kotimatka alkoi suunnitelmien mukaisesti klo 17 nautittuamme vahvistukseemme paikalliset kakkukahvit Orimattilassa. Ennen pääkaupunkiin saapumista Sanna-Leena kiitti matkalle osallistuneita vuori-niin-naisia-kuin-miehiäkin ja toivotti kaikille hyvää kesää. Ja kuin pisteenä i:n päälle, *Raimo Matikainen* tarttui mikrofoniin ja esitti kiitokset johtokunnalle hyvin järjestetystä retkestä. □

Uusia jäseniä - nya medlemmar

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

Kokouksessa 29.5.2002

Konola, Raquel, FK, 20.12.1961, tutkimusinsinööri, Outokumpu Mintec Oy, raquel.konola@outokumpu.com, Outokumpu Mintec Oy, Riihitontuntie 7 C, 02200 ESPOO jaosto: geo, rik

Haapala, Jari Otto Hermanni, DI, 9.7.1973, Simulation Specialist, Cybercube Oy, jari.haapala@cybercube.fi, Urheilukatu 16 B 24, 00250 HELSINKI jaosto: kai

Hakkarainen, Juha Jarkko, DI, 12.10.1970, asiakastukipäällikkö, Larox Oyj, jarkko.hakkarainen@larox.com, Larox Oyj, PL 29, 53101 LAPPEENRANTA jaosto: rik

Honkivaara, Kati Annukka, 149 ov, 4.1.1974, opiskelija, TKK, materiaali- ja kalliotekn. os., khonkiva@cc.hut.fi, Topeliuksenkatu 7 B 31, 00250 HELSINKI jaosto: rik

Kaksonen, Jussi Markus, DI, 16.12.1975, kehitysinsinööri, Nordkalk Oyj Abp, jussi.kaksonen@nordkalk.com, Nordkalk Oyj Abp, 53500 LAPPEENRANTA jaosto: rik

Kontola, Kimmo, ins., 9.5.1962, automaatiotuotelinjan johtaja, Outokumpu Mintec Oy,

kimmo.kontola@outokumpu.com, Outokumpu Mintec Oy, PL 84, 02201 ESPOO jaosto: rik

Lehikoinen, Satu Johanna, 170 ov, 6.5.1976, diplomityöntekijä, TKK, materiaali- ja kalliotekn. os., sjeleik@cc.hut.fi, Vieraskuja 5 F 71, 02770 ESPOO jaosto: rik

Lindqvist, Mika Olavi, 146 ov, 18.2.1969, diplomityöntekijä, TKK, materiaali- ja kalliotekn. os., mika.lindqvist@outokumpu.com, Mankkaantie 30 E, 02180 ESPOO jaosto: rik

Santavuori, Marja Kaisa, 164 ov, 25.10.1974, diplomityöntekijä, TKK, materiaali- ja kalliotekn. os., msantavu@cc.hut.fi, Vieraskuja 5 E 63, 02770 ESPOO jaosto: rik

Uutta jäsenistä

Niiranen, Sami, DI, suunnitteluinsinööri, Posiva Oy, 27160 OLKILUOTO, 02 83723765, sami.niiranen@posiva.fi

Koivistoinen, Pertti, eläkkeellä 1.2.2002 lähtien Outokumpu Mining Oy:stä, Senior Metallurgist Koivis Oy:ssä, e-mail: koivistoinen.pertti@luukku.com

Pääsihteerin paikka haussa

Yhdistyksessämme on avautunut pääsihteerin toimi kesän alussa.

Pääsihteeri hoitaa yhdistyksen jokapäiväistä toimintaa ja hänen tehtäviinsä kuuluu sääntöjen mukaan toimeenpanna yhdistyksen hallituksen antamat tehtävät, toimia yhdistyksen kokousten ja hallituksen sihteerinä, vastata yhdistyksen jäsenluettelosta ja kirjanpidosta rahastonhoitaja apunaan, valmistella yhdistyksen vuosikokous hallitusten päätösten mukaisesti, toimia muiden yhdistyksen toimihenkilöiden hallinnollisena esimiehenä sekä muut hallituksen määräämät yhdistyksen toimintaan liittyvät tehtävät. Työ on osapäiväistä.

Pääsihteerin palkkaa hallitus yhdistyksen varsinaisten jäsenten piiristä saatujen hakemusten perusteella. Tehtävä täytetään mahdollisimman pikaisesti.

Pyydän yhdistyksen jäseniä lähettämään **vapaamuotoiset hakemukset** alla olevaan osoitteeseen **15.9.2002 mennessä**.

Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen ry:n hallituksen psta
Kari Heiskanen, pj.

OSOITE

TKK/Mekaanisen prosessi- ja kierrätystekniikan laboratorio, PL 6200, 02015 TKK tai kari.heiskanen@hut.fi

VUORITEOLLISUUS -LEHDEN osoitteenmuutokset

Vuorimiesyhdistys,
Bergsmannaföreningen r.y.
c/o Ulla-Riitta Lahtinen
Kaskilaaksontie 3 D 108
02360 ESPOO
09-813 4758
fax 09-813 4758
0400-456 195

ulla-riitta.lahtinen@vuorimiesyhdistys.fi

Ilmoittajat/Annonsörer

Oy AGA Ab
Avainlaskemat Oy
Bodycote Lämpökäsittely Oy
Fundia Wire Oy Ab
Geologian Tutkimuskeskus
ITS-vahvistus Oy
Oy JA-RO Ab
Kemira Oy
Kova-Kromi Oy
Lemminkäinen Construction Ltd
Metorex International Oy
Metso Endress+Hauser Oy
Metso Minerals Oy
Miranet Oy

Msir Management Consulting Oy
Nordkalk Oyj Abp
Outokumpu Copper Products Oy
Outokumpu Oyj:n Säätiö
Pohto
Rautaruukki Oy
Sandvik Tamrock Oy
Oy E.Sarlin Ab Uunit
Sulzer Pumps Finland Oy
Tamfelt Oy Ab
Teollisuuden Voima Oy
Warman int. Scandinavia Oy
VTT Kemiantekniikka
YIT-Insinöörirakentaminen

Asiaa tiedotuksesta

Kaivosjaosto tiedottaa kiireellisistä asioista usein sähköpostitse.

Pyydämme jäseniä huolehtimaan, että mahdollinen sähköpostiosoitteenne on mukana ja oikeaksi päivitettyinä yhteystiedoissanne.

Jaoston yli 420 jäsenestä vain 180 on ilmoittanut sähköpostiosoitteensa ja noin 25 näistäkin on vanhentuneita.

Osoitteenne voitte ilmoittaa ja päivittää osoitteisiin:

ulla-riitta.lahtinen@vuorimiesyhdistys.fi

tai

jari.honkanen@sandvik.com

Kaivosjaoston kotisivut

Kaivosjaoston vuoden 2001 toimintakertomus ja 2002 toimintasuunnitelmat sekä muuta informaatiota esim. syysretkistä löytyy osoitteesta

www.vuorimiesyhdistys.fi/kaivos

Sähköä Suomelle!

Puhdasta energiaa, ydinvoimalla.



Teollisuuden Voima Oy

27160 Olkiluoto
Puh. (02) 83 811
www.tvoy.fi

Syysekskursio 17.-18.9.2002 Pohjois-Suomeen

Jaosto järjestää 17.-18.9. ekskursioon Pohjois-Suomeen. Ekskursiokohteita ovat Artic Platinum Partnership projektin tutkimuskohteet ja Avesta Polarit Crome Oy:n Kemini kaivos ja Ferrokromitehdas.

Ekskursiomestarina toimii Heikki Puustjärvi Outokumpu Oy:stä. Ekskursion noin hinta on 1-hengen huoneessa 150 € /hlö ja 2-hengen huoneessa 120 € /hlö. Hinnat sisältävät bussimatkat, majoituksen hotellissa sekä kaikki ohjelmaan merkityt ruokailut. Huomatkaa ohjelman yhteydessä, että ekskursio alkaa Rovaniemeltä ja päättyy Rovaniemelle. Mukaan mahtuu 30 henkilöä ilmoittautumisjärjestyksessä. Tarkempi ohjelma ja maksukuitti lähetetään osallistujille myöhemmin.

Tiedusteluihin vastaa Heikki Puustjärvi Outokumpu Oy (puh. 013-556 312).

Sitova ilmoittautuminen viimeistään 15.8.2002 mennessä

Geologijaoston sihteerille Jaana Lohvalle.

Yhteystiedot:

Jaana Lohva

Geologiantutkimuskeskus, PL 96, 02151 Espoo

puh. 020550 2309

fax. 020550 12

e-mail. jaana.lohva@gsf.fi

Litosfääri 2002 -Symposium 12.-13.11.2002

Suomen kansallinen litosfäärikomitea (ILP) järjestää kaksipäiväisen Litosfääri 2002 –symposiumin GTK:ssa, Espoossa. Pyydämme esityksiä litosfääriin koostumukselta, rakenteelta ja kehitykseltä sekä niistä prosesseista, jotka muokkaavat litosfääriämme osana Itä-Euroopan kratonia. Ohjelma koostuu esitelmistä, posteriesityksistä sekä lyhyistä tiedonannoista.

Järjestelytoimikunta valitsee suulliset esitelmät tiivistelmien perusteella. Opiskelijoiden tekemät posterit arvioidaan ja parhaat palkitaan.

Osallistumismaksu on 35 € (opiskelijat 10 €), tiivistelmien jättöaika 15.9. ja ilmoittautumisen määräaika 18.10.2002.

Tarkemmat tiedot ohjelmasta, ilmoittautumisesta sekä kirjoitusohjeista on nähtävillä osoitteessa

<http://www.seismo.helsinki.fi/ilp/lito2002>

Lisätietoja: Raimo Lahtinen (GTK) 020 550 2484, Annakaisa Korja (HY) 09-191 44425, Lauri Pesonen (HY), Olav Eklund (TY), Sven-Erik Hjelt (OY)
e-mail: lito2002@seismo.helsinki.fi

Sivutuotteiden kierrätys ja jätteiden käsittely aiheina Luulajassa

”Recycling and Waste Treatment in Mineral and Metal Processing – Technical and Economical Aspects”

HARRI LEHTO, T & K TOIMITTAJA

Yleistä

Konferenssin pitopaikka oli Hotel Nordkalotten Luulajassa Pohjois-Ruotsissa, jossa on myös usein pidetty vuotuinen ”Conference in Mineral Processing”-ta- pahtuma. Järjestäjinä toimivat The Minerals, Metals & Materials Society (TMS), The Foundation for Metallurgical Research (MEFOS) ja Luulajan Teknillinen Korkeakoulu (LTU). Nimensä mukaisesti konferenssissa keskityttiin metallien valmistuksessa syntyvien sivutuotteiden kierrätykseen ja jätteiden käsittelyyn. Pyrkimyksenä oli tarkastella näitä kysymyksiä niin käytännölliseltä, taloudelliselta kuin myös tieteelliseltäkin kannalta. Alue oli varsin laaja, ja esitysten kirjo myös monessa eri suhteessa erittäin vaihteleva. Tason vaihtelu korostuu jätteiden käsittelyyn ja kierrätykseen liittyvissä tutkimuksissa ja saavutuksissa, koska tuntuu siltä, että ainakin toistaiseksi siellä on tilaa vielä aika monenlaisille yrittäjille.

Konferenssiin oli ilmoittautunut noin 350 osallistujaa, joista suurin osa luonnollisesti Euroopasta, mutta osallistujia oli myös Japanista, Australiasta, USA:sta ja Etelä-Amerikasta.

Aihealueet

Plenaarin kuusi esitystä käsittelivät varsin fokusoidusti raudan ja teräksen valmistusta, painottaen niihin liittyviä sivutuoteasioita ja haasteita sekä mahdollisuuksia. Alustavista esityksistä vastasivat mm. SSAB Tunnplåt AB, Sweden ja AvestaPolarit Oyj Abp, Finland.

Plenaarin jälkeen osallistujilla oli mahdollisuus valita useasta eri aihekokonaisuudesta omasta mielestään ne mielenkiintoisimmat kuunneltavat ja kommentoitavat esitykset. Jokaisena kolmena esitelmäpäivänä oli mahdollisuus valita kuudesta eri istunnosta oma suosikki. Kun päivän mittaan vielä aihepiirit hieman vaihtuivat myös eri sessiopaikkojenkin sisällä, niin välillä olisi tarvittu jo melkein opaskoiraakin. Aivan loogisesti

aiheet oli kuitenkin jaoteltu. Seuraavassa on listattu hieman aihepiirejä, joista oli kustakin vaihteleva määrä esitelmiä.

Jätevesien käsittely ja kierrätys.
Mekaaninen prosessointi; puhtaaksijauhatusta, hienonnusta ja erotusta.
Jätteidenkäsittelystrategiat.
Elektroniikkaromun kierrätys.
Elohopeapitoisten jätteiden käsittely.
Ei-rautapitoisten metallien kierrätys.

Rautaromun käsittely sekä raudan ja teräksen valmistuksen sivutuotteiden kierrätys.

Kuonan prosessointi ja hyödyntäminen.

Alumiinin kierrätys.

Mineraalien prosessoinnin sivutuotteiden kierrätys.

Sivutuotteiden hyödyntäminen keräämisessä teollisuudessa.

Pyrometallurgisten menetelmien käyt-




Second Announcement and Preliminary Programme

TMS Fall 2002 Extraction and Processing Division Meeting on

Recycling and Waste Treatment in Mineral and Metal Processing: Technical and Economic Aspects

16-20 June 2002, Luleå, Sweden




The highlights are

Iron melting trial at Luleå University of Technology

slag granulation at HIFUM

Organised jointly by

tö sivutuotteiden käsittelyssä ja hyödyntämisessä.

Teollisuus- ja yhdyskuntajätteiden lämpökäsittely.

Lukumääräisesti eniten esityksiä oli erilaisten jätevesien käsittelystä ja niiden sisältämien eri ainesosien poistamisesta tai talteenotosta.

Toisaalta esimerkiksi uusia tai modifioituja mekaanisia erotusmenetelmiä esitettiin yllättävän vähän. Allekirjoittanut jäi hieman kaipailemaan mm. erilaisten sensorien käyttöä metallien ja metalliseosten tunnistamisessa. Näistä oli kaksi esitystä. Myös niinkin ”tavallisesta” aihepiiristä kuin magneettinen erotus, oli tässä yhteydessä ainoastaan yksi esitys.

Elektroniikkaromun kierrätyksestä oli myös yllättävän vähän esityksiä, ainoastaan viisi kappaletta. Niistäkin pari oli lähinnä tilannekatsauksia.

Ei-rautapitoisten metallien kierrätyksen esitelmissä käsiteltiin mm. erilaisten katalyyttijätteiden, akkujen ja patterien prosessointia. Näiden metallien yhteydessä oli esityksiä myös pyrolyysitekniikoiden käytöstä. Kuparin, sinkin ja lyijyn kierrätys oli pääosassa 11 eri esitelmässä.

Raudan- ja teräksenvalmistuksessa syntyvien sivutuotteiden kierrätystä käsiteltiin viidessä eri esityksessä. EAF – pölyjen prosessoinnille oli varattu myös oma sessionsa.

Alumiinin kierrätystä koskevilla esityksillä käsiteltiin mm. sulatusuunien teknologiaa sekä sekundäärialumiinin sulatuksen kinetiikkaa. Kaksi esitystä käsitelti myös bauksiitin liuotuksessa syntyvän sivutuotteen (red mud) prosessointia.

Muuta

Konferenssin yhteydessä järjestettiin myös tutustumiskäynnit SSAB:lle ja MEFOS-tutkimuskeskukseen Luulajassa.

Konferenssin viimeisenä päivänä To 20.6 oli vielä mahdollisuus osallistua ekskursionille AvestaPolarit:in Tornion terästehtaalle tai Boliden:in Rönnskärin tuotantolaitokseen Ruotsissa. Olipa konferenssin avajaispäivänä järjestetty saaristoajelua myös Luulajan edustalla, että ulkomaalaisilla olisi mahdollisimman paljon ihmeteltävää. Kuinka moni tuohon osallistui, siitä ei ole allekirjoittaneella mitään tietoa. Toisen konferenssipäivän banketin yhteydessä tutustuttiin myös LTU:n alueella toimivan Teknikens Hus:in tiloihin.

Kokonaisuudessaan konferenssi oli hyvin järjestetty, ja hieman laajemmalla maantieteellisellä perspektiivillä ajateltu-

na paikka ja ajankohtahan ovat varsin eksoottisia.

Lopuksi vielä luettelo suomalaisten esityksistä ko. konferenssissa, julkaisussa järjestyksessä, sillä poikkeuksella että luettelon ensimmäinen esitys oli yksi viidestä plenaariesityksestä:

Kemppainen, Jorma. Cost benefit from recycling in stainless steel manufacturing.

Hemminki Toni. Life cycle inventory of the steel product – By-products, recycling and credits.

Hintikka V., Parvinen P., Sten P., Laukkanen J., Kalapudas R., Leppinen J. Recovery of metals from contaminated shooting range soils.

Hiltunen A., Kanniala R. Effects of blast furnace parameters and granulation process on properties of granulated blast furnace slag.

Mäkikyrö Marko. Slag-based binders in road stabilization.

Levonmäki M., Hartikainen H. Agricultural use of slag.

Vaittinen Ismo. The product status of slag (from iron and steel industry) viewed through regulations.

Kaksonen A. H., Fisher S.J., Franzmann P.D., Riekkola-Vanhanen M-L., Puhakka J.A. Loading rates and substrate utilisation kinetics of fluidized-bed treatment of simulated zinc processing wastewater in sulfate-reducing bioreactors.

Pöyliö E., Makkonen H., Laitila L., Heino J., Hiltunen A., Härkki J. Optimal recycling of the iron ore based steelmaking dusts, scales and sludge.

Kääntee U., Zevenhoven R., Backman R., Hupa M. Modelling of cement manufacturing process to study possible impacts of alternative fuels.

Tohka A., Zevenhoven R. Brominated flame retardants – a nuisance in thermal waste processing. □

Rikastus- ja prosessijaoston kuulumisia

Jaoston johtokunta on ehtinyt kokoontua uudella kokoonpanolla jo kerran Tampereella pidettyjen Vuorimiespäivien jälkeen. Kokouksessa oli kolme pääteemaa.

Vuorimiespäivät 2002, joista keskusteltiin lähinnä VMY:n pääsihteerin koostaman palauteraportin pohjalta.

Koulutus- ja seminaariasiat tulevalle vuodelle 2003 ja siitä eteenpäin. Tästä asiasta on keskusteltu lähes joka kokouksessa, ja mietitty mm. sitä mikä olisi paras toteutustapa, ja minkälaisella porukalla. Tämä on asia josta jäsenistöä tullaan myös lähestymään postitse tai sähköpostitse, lähinnä kartoittaaksemme niitä aihealueita, jotka ovat päällimmäisinä jäsenkunnan mielessä. Tarkkaille siis postiasi, ja vastaa !

Kesän kynnyksellä olette saaneet myös **syksyn ekskursion** koskevan kirjeen, ja toivottavasti halukkaat ovat muistaneet ilmoittautua. Ekskursio on nimittäin ollut menestys, ja tämänhetkisten tietojen mukaan paikat ovat täynnä, ja jopa lisäpaikkoja on jonkin verran jär-

jestetty. Kohdehan on tällä kerralla Irlanti, ja ekskursion toteutetaan yhdessä kaivosjaoston kanssa **syyskuun 2002 loppupuolella**. Tästä matkasta raportoidaan luonnollisesti myös seuraavassa lehdessä.

Nyt kun kesä ja mahdolliset kesälomat ovat suunnilleen jo suurimmalla osalla onnellisesti takanapäin on aika taas puskea eteenpäin. Rikastus- ja prosessijaoston johtokunta toivottaa kaikille jäsenilleen erittäin hyvää syksyä ja voimia puskea alkutalven sohjossa eteenpäin !

*Parhain Vuorimiesterveisin, H&H
Heikki Pekkarinen & Harri Lehto*

PS.

Uusia jäseniä tulee muutama silloin toinen tällöin. Varsinkin nuoria jäseniä on saatu mukaan tyydyttävästi. Muilta osin on vielä parantamisen varaa. Tutkaillkaa ympäristöänne, ja pyrkikää aktivoimaan vielä jaostoon kuulumattomia.

Jaksamme taas muistuttaa, että edelleen palautuu postia, koska jäsenen nykyinen **osoite** on meille tuntematon. Mikäli uskotte voivanne vaikuttaa positiivisesti tähän asiaan, niin kiitämme jo etukäteen. Myös **sähköpostiosoitteet** on syytä päivittää.

Em. asioissa välittäkää tietonne suoraan yhdistyksen rahastonhoitajalle **Ulla-Riitta Lahtiselle**. □

Kansainvälinen Bodycote toimii Suomessa viidellä paikkakunnalla, Vantaalla, Espoossa, Tampereella, Vaasassa ja Pieksämäellä. Tarjoamme asiakkaillemme maan kattavimman lämpö- ja pintakäsittelyohjelman.



KUMPPANINNE TULEVAISUUDEN TEKNOLOGIASSA

Bodycoten visio on olla valmistavassa teollisuudessa toimivien yritysten eturivin yhteistyökumppani. Viime vuosina olemme investoineet laajasti uudenaikaisimpaan lämpökäsittelyteknologiaan. Uusin pintakäsittely-palvelumme on alumiinin anodisointi ja siihen liittyvät toiminnot. Kerromme mielellämme lisää.

Bodycote LÄMPÖKÄSITTELY OY
Kisällintie 7, 01730 Vantaa
Puh. 09-2766 510, fax 09-2766 5151

www.bodycote.fi

Lämpökäsittelypalvelumme

- Nuorutus (Karkaisu ja päästo)
- Hiihtykarkaisu
- Typpihietys (Karbonitrus)
- Kaasutypetus
- Hiihtypetus (Nitroc®)
- Plasmatypetus (Plasnit®)
- Blackite® (Mustanitraus)
- Plasox® (Plasmanustanitraus)
- Induktiokarkaisu
- Työkalukarkaisu
- Alipainelämpökäsittely
- Pakkaskarkaisu
- Kuumakylpykarkaisu (Etappikarkaisu)
- Bainittikarkaisu
- Hehkutus (myös Al- ja Cu-seokset)
- Al-erkautuskarkaisu
- Al-vanhennus
- Kovakromaus
- Hiekkapuhallus

Kalkkikivi kuuluu jokaiseen päivään

Kalkkivijauhe on maailman eniten käytetty rakennustuotteiden täyteaine. Tämän talon pinnassa on perinteinen kolmikerroksinen kalkkisementtirappaus. Laastin runkoaineena on Nordkalkin jauhettua kalkkikiveä ja sideaineena sammutettua kalkkia.

Kalkkikivi on kaunis ja helppo käsitellä, ja sen takia sitä on käytetty rakennusaineena kautta aikojen. Paitsi laasteissa ja tasoitteissa, kalkkikivipohjaisia tuotteita käytetään betonissa, sementissä, tiilissä, kattohuovassa ja seinälevyissä.

www.nordkalk.com

 **Nordkalk**

Palvelu- hakemisto



Tamfelt Oyj Abp
Suodatinkankaat
PL 427, 33101 TAMPERE
Puh. (03) 363 9111
Telefax (03) 363 9639
E-mail: filter.fabrics@tamfelt.fi
Internet: www.tamfelt.fi



SARLIN
Uunit



Kehittää, valmistaa ja markkinoi teollisuusuuneja ja lämpökäsittelylinjoja 'avaimet käteen' -periaatteella.

OY E. SARLIN AB • Sarlin Uunit
Järvihaantie 10, 01800 Klaukkala • Puh. (09) 878 9280 • Fax (09) 8789 2811

AGA

Member of the Linde Gas Group

Oy AGA Ab, puh. 010 2421, www.aga.fi

YIT

Osaava kalliorakentaja

www.yit.fi

YIT RAKENNUS OY

Kalliorakentaminen

PL 36 (Panuntie 11), 00621 HELSINKI

Puhelin 020 433 111, Faksi 020 433 3747

Palvelemme ja suoritamme geolan tutkimusta kentällä ja ajanmukaisissa laboratorioissamme.

Geologian tutkimuskeskus

Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

Puh. 020 550 20
Fax. 020 550 12



GTK



**LEMMINKÄINEN
CONSTRUCTION**

- ★ kalliorakentaminen
- ★ maa- ja betonirak.
- ★ pohjarakentaminen
- ★ projektinjohto

Esterinportti 2, 00240 Helsinki
Puh. 15991

**Lietepumput
Suodattimet • Syklonit
Muut rikastuskoneet**



Metso Minerals Oy
Kärkikuja 2, 01740 Vantaa
Puh. (09) 221 950, fax (09) 2219 5292

Automaation kenttälaitteet

Neles- ja Jamesbury -venttiilit sulkuun ja säätöön
Endress+Hauser - ja Satron -kenttälaitteet:
analyysi, virtaus, paine, pinta ja lämpötila

Metso Endress+Hauser Oy,
PL 310, 00811 HELSINKI
Puh. 020 483 160
Fax 020 483 161



Rikastustutkimuksen kärjessä

PROSESSIT

Mineraalitekniikka

Tutkijankatu 1 83500 OUTOKUMPU
Puh. 013-5571, fax 013-557 557



**WARMAN INTERNATIONAL
SCANDINAVIA OY**

Aleksanterinkatu 15 A, 15110 LAHTI
Puh. 03-877 350 Fax 03-877 3511

- Slurry-pumput
- Syklonit
- Slurry-venttiilit



**Galighor
ASH PUMP
WEMCO**

SCHABAUER

ITS VAHVISTUS OY

- Ruiskubetonointi
- Injektointi
- Pultaus ja ankkurointi
- Porapaalut
- Perustusten vahvistus
- Betonisaneeraus
- Lattioiden nostot ja -stabiloinnit
- Maarakenteiden stabiloinnit ja -tiivistyksket

Kaivostie, 71470 Oravikoski
puh. 017-5544 216, fax. 017-5544 217
tai Hatanpään valtatie 34 A, 33100 Tampere
puh. 03-2732 212, fax. 03-2732 213

Johtavat tuotteet – tehokkaimmat ratkaisut

Kaivosteollisuuteen ja mineraalien käsittelyyn



www.metsominerals.com

Metso Minerals tarjoaa maailman johtavat tuotteet ja järjestelmät kaivos- ja mineraaliteollisuudelle.

Svedala: Pumput ja rikastuskoneet jauhatukseen, luokitukseen, erotukseen, sakeutukseen ja kuivaukseen.

Nordberg: Yksittäisistä kiinteistä ja liikkuvista murskaimista, seuloista ja syöttimistä täydellisiin murskaus- ja seulontalaitoksiin.

Trellex: Jauhatusmyllyjen vuoraukset, seulaverkot sekä kuljetinhihat ja kuljetinkomponentit.

Lindemann: Metallimurskaimet ja -leikkurit, briketointi- ja paalaus-koneet.

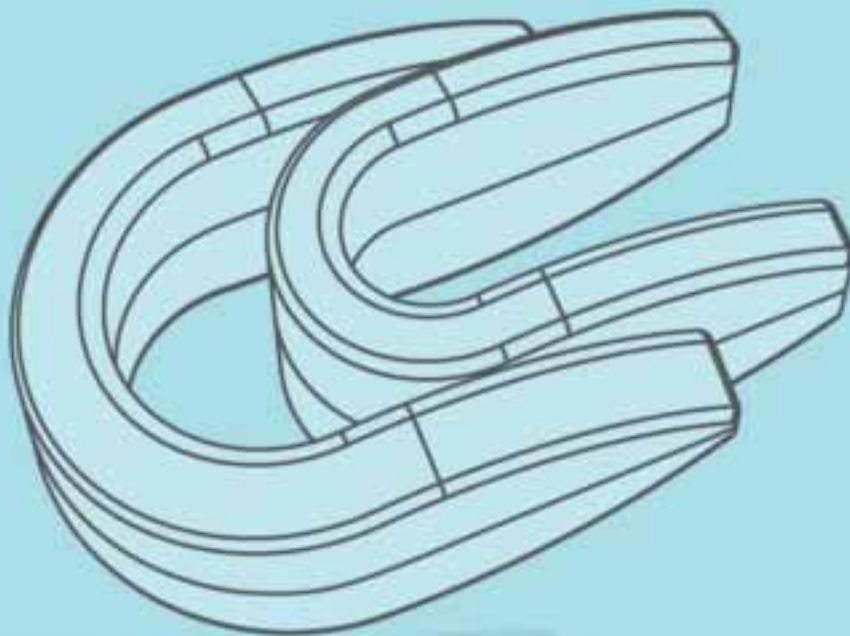
Metso Minerals (Finland) Oy
Vantaa, puh. (09) 221 950
Tampere, puh. 0204 84 142



PROTOT - JIGIT - TESTERIT - GRAY-MODEL - MA
GRAY-MODEL - MOCK-UP - TYHJIÖVALUT - CAD
TYHJIÖVALUT - CAD/CAM - CNC - MEKANIikka
MEKANIikkASUUNNITTELU - MUOTOILU - MAI

CAM COMPANY LTD OY

MALLINNUS - VIIMEISTELYT - ESISARJAT - YM
KOKOONPANO - SOURCING - TESTAUSPALVELU



Cam Company Ltd Oy on prototyyppi- ja mallinvalmistuksen sekä automaatio- ja testauslaitteiden suunnittelun ja toteutuksen ammattilainen Salossa.

Ymmärrämme tuotekehityksen maailman ja nopean markkinoilletulon merkityksen.

Palveluumme kuuluu kokonaisuuden toimittaminen tuotteen syntyviivoista aina esisarjoihin saakka.

Jos olette etsineet hyvää toimittajaa ja luotettavaa kumppanuutta, olette löytäneet etsimänne.

TUOKAA MEILLE IDEANNE, ME TOIMITAMME TEILLE TUOTTEEN !

CAM COMPANY LTD OY

Satamakatu 38
24100 SALO

www.camcompany.fi

tel. 02-723 2222

info@camcompany.fi

fax. 02-723 2208