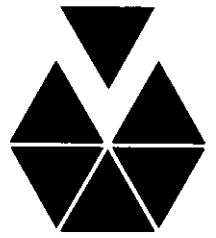
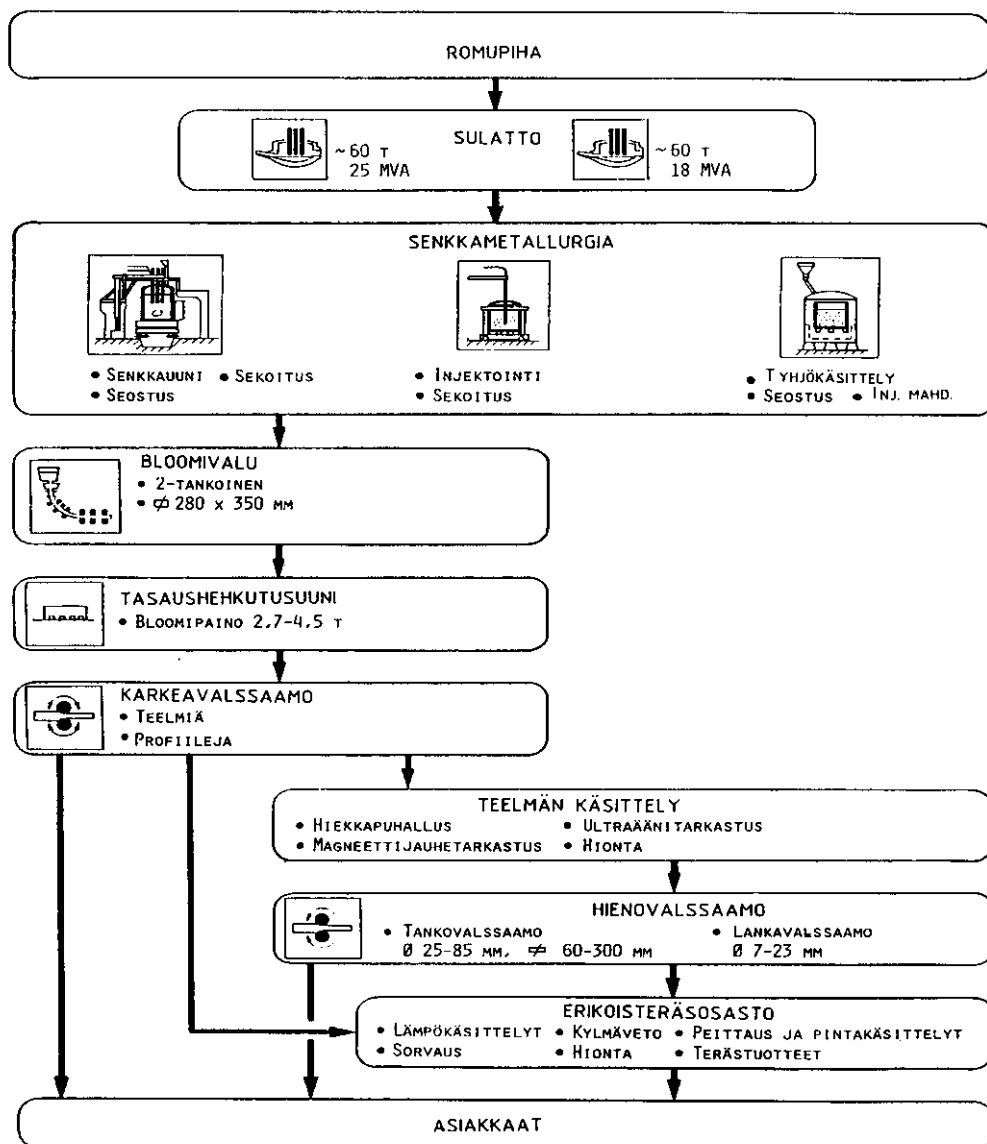


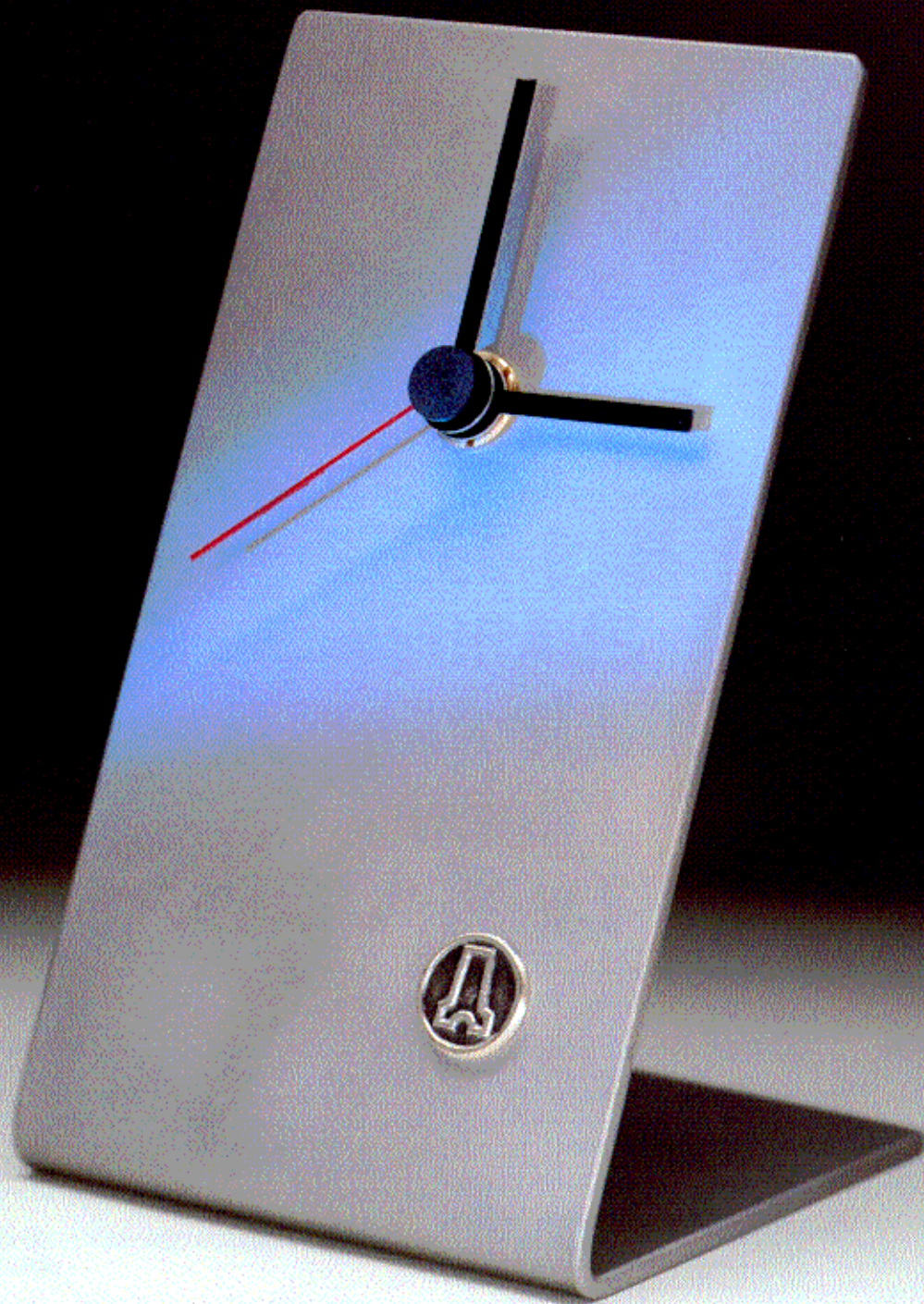
VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1989
47. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.





TERÄKSEN PAREMMUUS MITATAAN AJASSA.

Mittaa aika, jonka odotat tilaamaasi terästä. Tehokas tuotanto ja muuttuvat markkinaolot vaativat nopeutta ja täsmällisyyttä. Valitse teräs, joka tulee odottamatta.

Mittaa aika, jonka tarvitset vakuuttuaksesi teräksen laadusta. Vain testattu ja todistettu tieto johtaa oikeaan valintaan. Valitse teräksentoimittaja, joka antaa tietonsa suomeksi.

Mittaa aika, jonka odottamattomasti käyttäytyvä teräs vie tuotannoltasi. Teräksen ominaisuuksien tulee taipua tarpeisiisi, ei päinvastoin. Valitse teräs, joka on kehitetty tarpeesi tuntien.

Mittaa aika, joka teräksen tulee kestää. Asiakkaasi ostavat tuotteessasi turvallisuutta ja pitkä

käyttöikä. Valitse teräs, jonka tunnettu laatu on tuotteesi takuuna.

Ota aikaa, valitse Rautaruukin teräs.

Rautaruukki Oy, Teräsryhmä
Myynti ja tekninen asiakaspalvelu
PL 93, 92101 Raate, puh. 982-301,
telex 32312 steel sf, telefax 982-302 491

KUNNON TERÄKSEN AIKA
ON TULLUT.

 **RAUTARUUKKI OY**

JÄLLEENMYYJÄT: ASPO, KESKO, KONTINO, SOK, VALTAMERI

KOMETA OY

**Kotimainen
kalliopora**

PL 38 02661 ESPOO PUH. 90-511 41
TELEX 124298 TELEFAX 5114242



Hangon Kirjapaino Oy
Hangö Tryckeri Ab

Hangon Kirjapaino Oy
painaa myös

PETSAMON NIKKELI

kirjan, joka
ilmestyy marraskuussa

Vuorikatu 15-17, 10900 HANKO, 911-845 31
Mannerheimintie 16 A 3, 00100 HELSINKI, 90-642 505



PARTEK EXPO: 750 m² MED MODERNA LÖSNINGAR.

VÄLKOMMEN TILL PARTEK EXPO!



PARTEK HAR ÖPPNAT EN UNIK UTSTÄLLNING FÖR SITT DIGRA SORTIMENT AV BYGGPRODUKTER OCH TRANSPORTUTRUSTNINGAR. DEN PERMANENTA UTSTÄLLNINGEN PARTEK EXPO PRESENTERAR PRODUKTERNA PÅ ETT ÅSKÄDLIGT OCH MÅNGSIDIGT SÄTT MED HJÄLP AV MODELLKONSTRUKTIONER. PÅ PARTEK EXPO FÅR DU IDÉER, RÅD OCH SERVICE FÖR SMÅ OCH STORA BYGGPROJEKT.

**PARTEK EXPO ÄR ÖPPEN MÅNDAG KL. 8-18
OCH TISDAG TILL FREDAG KL. 8-16.
VÄLKOMMEN!**



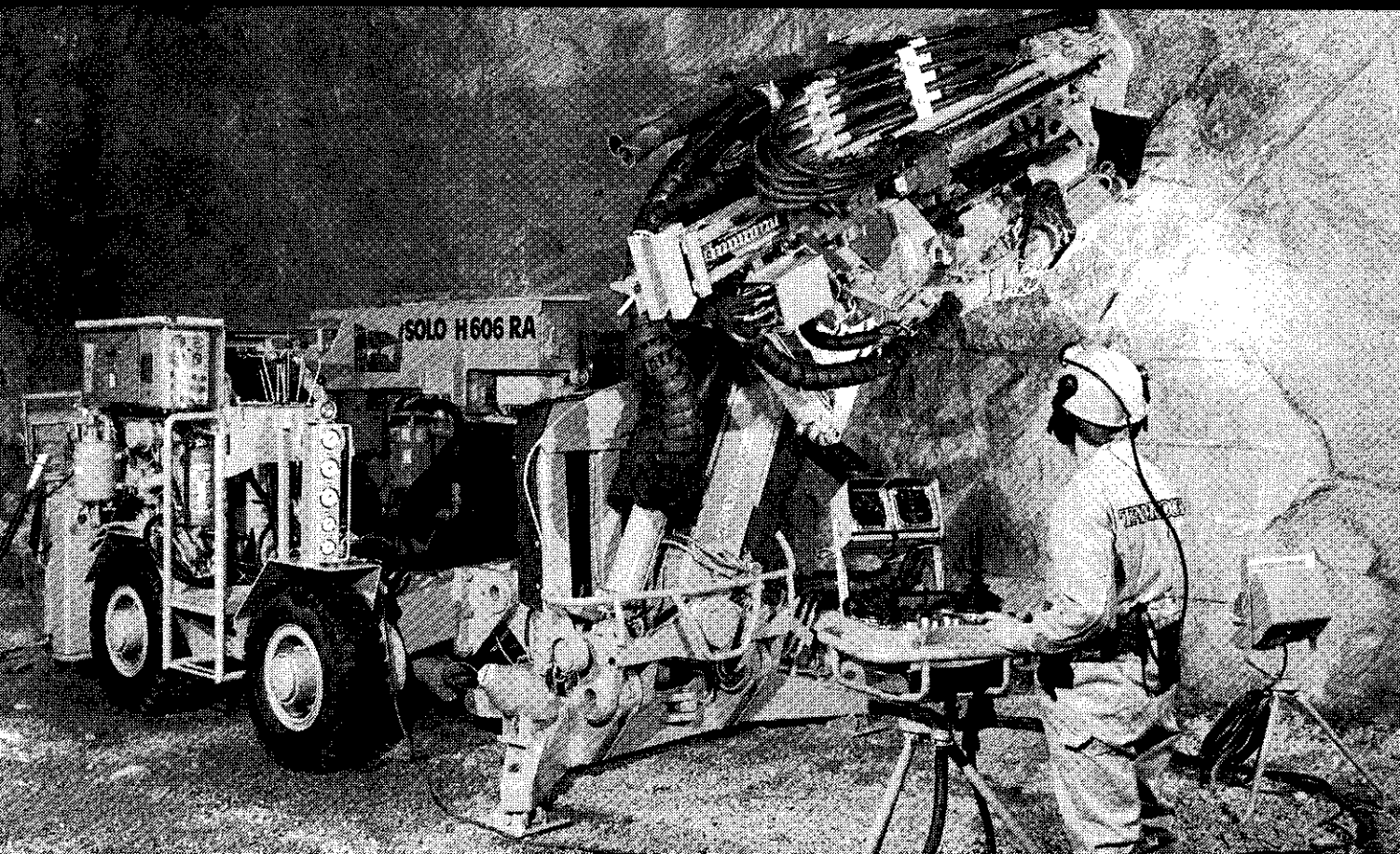
PARTEK EXPO
SÖRNÄS STRANDVÄG 25
00500 HELSINGFORS
TEL. (90) 394 4696 / INFO



TAMROCK

33310 TAMPERE

PUH. 931-2414111



Täyden palvelun LOUHINTATALO

TAMROCK

KOMETA

LIEBHERR



MACHINERY OY
LOUHINTA JA MAANSIIRTO

Ansatie 5, 01740 Vantaa PL 56, 00511 HELSINKI Puh. 90-890 522

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1989
47. vuosikerta

Julkaisija, utgivare:
VUORIMIESYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

Publisher:
THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND
METALLURGICAL ENGINEERS

VUORITEOLLISUUS – BERGSHANTERINGEN:

Päätoimittaja – Editor-in-Chief:

Prof. Martti Sulonen 90-4511
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
02150 Espoo

Toimittaja – Editor:

Dos. Heikki Laapas 90-4511
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
02150 Espoo

Toimitussihteeri ja ilmoituspäällikkö –
Managing Editor and Advertising Sales
Director:

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

Toimitusneuvosto – Editorial Board:

DI Matti Palperi, pj. 90-6162 415
Ovako Steel Oy Ab
Bulevardi 7
00120 Helsinki

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

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

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387
Geologian tutkimuskeskus
02150 Espoo

DI Olli Korhonen 90-4 211
Outokumpu Oy, Engineering
PL 86
02201 Espoo

Ilmoitushinnat vuodelle 1989

II ja III kansi = 4.180,- 1/2-sivu = 2.390,-
takakansi = 4.820,- 1/4-sivu = 1.420,-
1/1-sivu = 3.540,- Lisäväri/kpl = 1.300,-

{ Ammattihakemisto-ilmoitus 1/1 vsk = 540,-
Koko: leveys = 85 mm \diamond korkeus = 25 mm

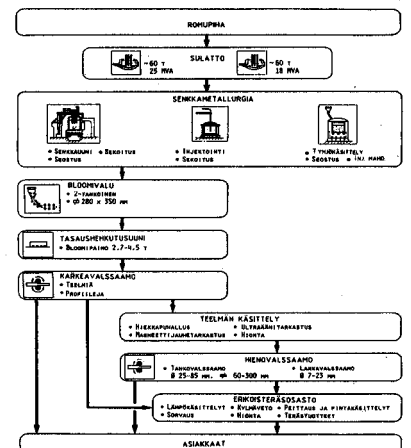
Vuosikerta = 85,- \diamond ulkomaille = 110,-
Irtonumero = 50,- \diamond ulkomaille = 60,-

SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

Pertti Voutilainen: Puheenjohtajan katsaus Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 17.3.1989	9
Olli Hermonen: Ympäristönsuojelu vuoriteollisuudessa	13
Seppo Blomqvist: Terästehdas ja ympäristö	15
Kaj Ahlman: Metallit ja terveys	18
Matti Helminen: Luonnonsuojelun näkökulma geologiseen tutkimukseen, malminetsintään ja kaivostoimintaan	20
Juhani Nuutilainen: Malminetsintä ja luonnonsuojelu	20
Reijo Salminen: Geotieteiden käyttö ympäristötutkimuksessa	21
Marjatta Virkkunen: Ympäristöön liittyviä hankkeita geologien piirissä	21
Lauri Holappa, Seppo Louhenkilpi: Jatkuvavalun teknologiaohjelma	22
Lars Witting, Martti Veistaro, Kari Terho, Tenho Hätönen, Uolevi Idman, Ilkka Seppälä: OVAKO STEEL Imatran Terästehtaan modernisointi vuosina 1986-1989	28
Heikki Vanhala, Markku Peltoniemi: Mineralisaatioiden luokittelu taajuus- ja aika-alueen laajakaista IP-mittausten avulla	34
Ville Räsänen, Antti J. Niemi: Jauhatusjärjestelmän jatkuvuustilan matemaattinen malli	40
Bengt Söderholm: Kultaseminaari Otaniemessä	43
Pertti Heikkilä, Juha Jokinen, Jouni Niemi: Kalliomurskeiden laatu ja sen parantaminen. Osa I: Murskeen laatu tuotantoprosessissa	44
Risto Rinne, Kauko Ingerttilä, Jaakko Leppinen, Pekka Mörsky: VTT:n mineraaliteekniikan laboratorio ja koetehdas	48
Heikki Niini: Yhteinen tulevaisuutemme	50
Lauri Holappa: Metallurgian opetus Teknillisessä korkeakoulussa	51
Berndt Grönblom – ansiomitalin jako 17.3.1989	53
Eero Mäkinen – ansiomitalin jako 17.3.1989	53
Petter Forsström -pris, jakotilaisuus 17.3.1989	53
Eugen Autere: Petsamon nikkeli	54
In Memoriam	56
Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. Hallituksen toimintakertomus vuodelta 1988	58
Jaostojen ja tutkimusvaltuuskunnan toimintakertomukset vuodelta 1988	59
Uusia jäseniä – Nya medlemmar	62
Uutta jäsenistä – Nytt om medlemmarna	63
Suoritettuja tutkintoja – Avlagda examina	64
Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1988	68
Malmimedian pääpalkinto Lestjärvelle	70

Kansikuva: Imatran terästehtaan prosessikaavio.

Cover: The steelmaking process of Imatra Steelworks.



**VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS
17.3.1989**

DI, KTK Pertti Voutilainen puheenjohtaja Outokumpu Oy PL 280 00101 HELSINKI	90-4031	Geologijasto DI Pekka Mikkola, pj. Suomen Malmi Oy Juvan teollisuuskatu 16 02920 ESPOO	90-8532422
Pääjohtaja Markku Mannerkoski varapuheenjohtaja Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT Vuorimiehentie 5 02150 ESPOO	90-4561	FK Sirkku Halonen, siht. Geologian tutkimuskeskus 02150 ESPOO	90-46931
Joht. Nuutti Vartiainen Larox Oy PI 29 53101 LAPPEENRANTA	953-5881	Kaivosjaosto DI Arto Hakola, pj. Outokumpu Oy Kemin kaivos PL 8 94101 KEMI	9698-69220
TkT Erkki Räsänen Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas PL 93 92101 RAAHE	982-302470	DI Ari Väisänen, siht. Outokumpu Oy Kemin kaivos PL 8 94101 KEMI	9698-69244
Toimistopääll. Esko Ulvelin Teknillinen tarkastuskeskus Kaivostoimisto Lönnrotinkatu 37 00180 HELSINKI	90-61671	Metallurgijaosto DI Matti Ketolainen, pj. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas PL 93 92101 RAAHE	982-302434
Prof. Heikki Papunen Turun Yliopisto Geologian laitos 20500 TURKU	921-945488	Ins. Eero Parviainen, siht. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas PL 93 92101 RAAHE	982-302355
Johtaja Raimo Rantanen Outokumpu Oy Harjavallan tehtaat 29200 HARJAVALTA	939-358111	Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto Prof. Kari Heiskanen, pj. Teknillinen korkeakoulu Mineraali- ja partikkeliteknikan laboratorio Vuorimiehentie 2 A 02150 ESPOO	90-4512789
Johtaja Jan Owren Oy Lohja Ab 08700 VIRKKALA	912-4511	DI Pertti Paulin, siht. Oy Lohja Ab 08700 VIRKKALA	912-4511
DI Lauri Siirama Kemira Oy Siilinjärven kaivos 71800 SIILINJÄRVI	971-400111	Tutkimusjohtokunta Johtaja Tom Bröckl, pj. Oy Partek Ab 21600 PARAINEN	921-742111
DI Rolf Söderström Oy Partek Ab 21600 PARAINEN	921-742111	Geologinen toimikunta: Prof. Heikki Niini, pj. Teknillinen korkeakoulu Materiaali- ja kallioteknikan laitos 02150 ESPOO	90-4511
DI Ismo Suominen Ovako Steel Oy Ab Kettinkitehdas Hirvikoskentie 76 32200 LOIMAA	923-27161	Kaivosteknillinen toimikunta: DI Pekka Lappalainen, pj. Outokumpu Oy Viscaria AB S-98186 KIRUNA Sverige	990-46-980-71000
Yhdistyksen sihteeri: I DI Erkki Pimiä Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus PL 87 02201 ESPOO	90-4211	Rikastusteknillinen toimikunta: DI Paavo Eerola, pj. Outokumpu Oy KTT 83500 OUTOKUMPU	973-561
II DI Martti Järvenpää Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT Metallurgian laboratorio Vuorimiehentie 5 02150 ESPOO	90-4565584	Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien sihteeri: FT Jyrki Parkkinen Geologian tutkimuskeskus Kivimiehentie 1 02150 ESPOO	90-46931
Yhdistyksen rahastonhoitaja: 31.8.1989 asti: DI Kalle Vaajoensuu Outokumpu Oy Kaivosteknillinen ryhmä 83500 OUTOKUMPU	973-561		
1.9.1989 alkaen: LuK Marjatta Parkkinen Outokumpu Oy PL 280 00101 HELSINKI	90-4031		

Puheenjohtajan katsaus Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 17.3.1989

Toimitusjohtaja Pertti Voutilainen, Outokumpu Oy

Lyhennelmä esitelmästä

YLEISTÄ

Vuoriteollisuudella on sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti takanaan hyvä vuosi. Erityisesti tämä pätee perusmetalliteollisuuteen, joka lähes kautta linjan on päässyt nauttimaan metallien korkeista hinnoista. Pitkään jatkunut kasvuvaihe maailmantaloudessa on merkinnyt hyvää kysyntää, johon tarjontapuoli ei kaikilta osin ole kyennyt vastaamaan.

Ennen kaikkea eräiden värikkien metallien tuotantokapasiteetti on ollut riittämätön. Perussyynä tähän on pidettävä liian pieniä investointeja uuteen kapasiteettiin lähes koko öljykriisin jälkeisen ajan jatkuneella huonojen hintojen kaudella. Tarjonnan supistumista ovat edesauttaneet monet lakot ja tuotantohäiriöt tärkeissä tuotajamaissa.

KULUTUS

Alustavat arviot perusmetallien kulutuksen kasvusta länsimaailmassa viime vuodelta ovat olemassa (kuva 1):

- Teräksen kulutus kasvoi 8,9 %. Ruostumattoman teräksen kulutus kasvoi peräti 12,7 %, mikä on noin kaksinkertainen luku viime aikojen keskimääräiseen kasvuvauhtiin verrattuna.
- Kuparin kulutus kasvoi 1,4 % ja
- Sinkin kulutus 4,6 %.
- Nikkelin kulutus on suuresti riippuvainen ruostumattoman teräksen tuotannosta ja kasvoi 3,9 %.
- Lyijyn kulutus kasvoi 2,8 % ja
- Alumiinin 3,9 %.

Vilkkään rakennustoiminnan ansiosta kasvoi sementin kulutus Suomessa vuonna 1988 3,5 %. Kotimaiset sementtitehtaat eivät valitettavasti kuitenkaan päässeet tästä kasvusta nauttimaan, koska kasvu katettiin tuomalla halpaa sementtiä itäblokin maista. Kotimaisten sementtitehtaiden käyttöaste viime vuonna oli vain 70 %.

Paperitehtaiden ennätyksellisen tuotannon johdosta oli myös talkin käyttö ennätyksellisen suurta. Talkkia tuotettiin vuonna 1988 17 % enemmän kuin edellisellä vuonna.

HINNAT

Perusmetallien hintakehitys on viimeksi kuluneen vuoden aikana ollut dramaattinen.

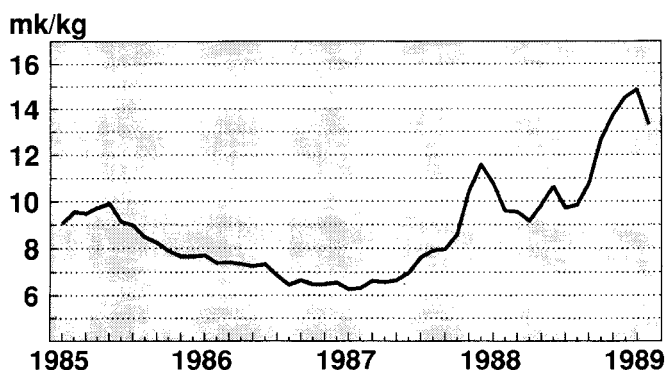
Kuparin hinta Lontoon metallipörssissä vuosikeskiarvoilla mitattuna nousi vuoden 1987 7,79 markasta/kg vuoden 1988 10,89 markkaan/kg eli 40 % (kuva 2).

Sinkin hinnan vastaavat vuosikeskiarvot olivat 3,51 mk/kg ja 5,21 mk/kg eli nousua oli 48 % (kuva 3).

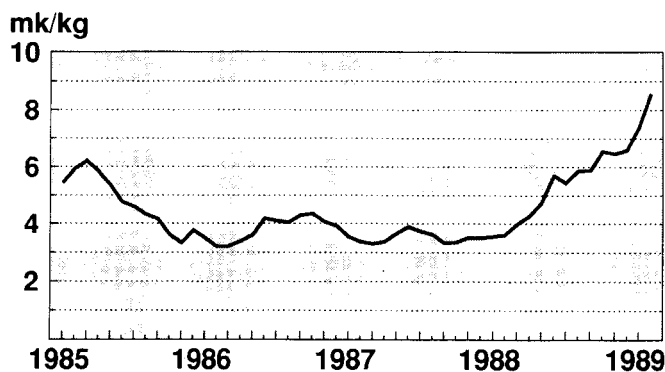
Dramaattisimman hintakehityksen koki nikkeli, jonka hinta

TERÄS (RUOSTUMATON)	8,9 % 12,7 %
KUPARI	1,4 %
SINKKI	4,6 %
NIKKELI	3,9 %
LYIJY	2,8 %
ALUMIINI	3,9 %

Kuva 1. Metallien kulutuksen kasvu 1988 (länsimaailma).
Fig. 1. Increase of metal consumption in 1988 (in Western countries)



Kuva 2. Kuparin hintakehitys (LME-noteeraukset).
Fig. 2. Price development of copper (LME Quotation).



Kuva 3. Sinkin hintakehitys (LME-noteeraukset).
Fig. 3. Price development of zinc (LME Quotation).

vuonna 1987 oli 21,33 mk/kg ja vuonna 1988 57,76 mk/kg. Nousua oli peräti 171 % (kuva 4).

Nikkelin hinnan raju nousu aiheutti myös ruostumattoman teräksen hinnan nousun, joka vuosikeskiarvolla mitattuna oli noin 30 % (kuva 5).

Kauppaterästen hinta ei yleensäkään vaihtelee yhtä rajusti kuin edellä mainittujen metallien hinnat. Hyvän markkinatilanteen ansiosta tapahtui tälläkin rintamalla kuitenkin merkittävä nousu. Kvarttolevyn vuosikeskihinta nousi 6,7 % (kuva 6).

TUOTANTO

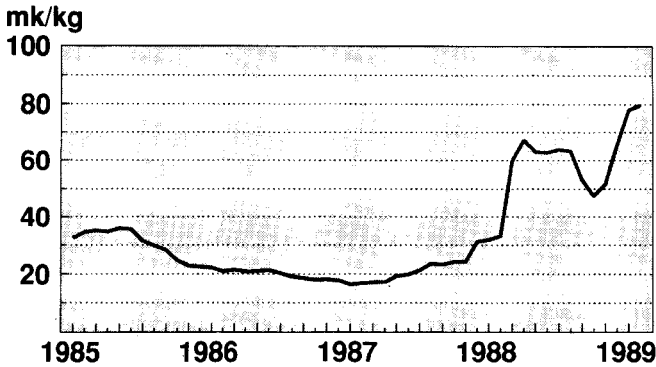
Malmin ja muiden hyötykivien yhteenlaskettu louhinta Suomessa kasvoi viime vuonna 4,9 % edelliseen vuoteen verrattuna (kuva 7).

Malmikaivosten tuotanto pysyi lähes entisellä tasolla. Louhin-

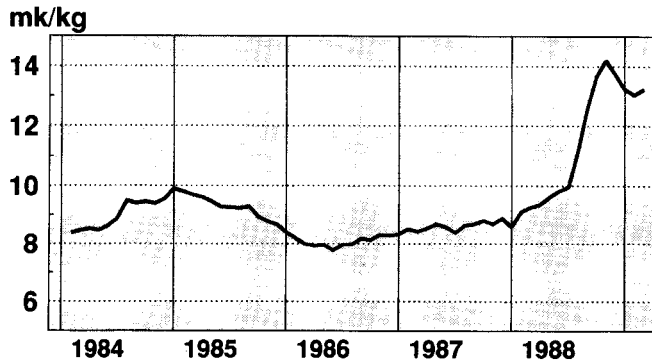
tamäärissä on viimeistä kertaa mukana Rautuvaaran kaivoksen tuotanto, jonka päätyminen lopetti yhden aikakauden kaivosteollisuu-
temme historiassa. Tonnimäärät kasvoivat eniten kalkkikaivosten ryhmässä, jossa ennen kaikkea Parainen ja Lappeenranta lisäsivät merkittävästi tuotantoaan. Mineraalikaivosten tuotannon suuri kasvu selittyi Siilinjärven hyvällä tuotantovuodella.

Metallurgisilla tehtailla viime vuosi oli erityisen hyvä ennen kaikkea teräksen tuotannossa, jossa kaikkien päätuotteiden tuotantomäärät nousivat merkittävästi. Merkittävimmän negatiivisen poikkeaman yleisestä linjasta teki kuparin tuotanto. Harjavallan kuparisulatto kärsi koko vuoden ajan laitevaurioista, mistä syystä tuotanto jäi suunniteltua alhaisemmaksi (kuva 8).

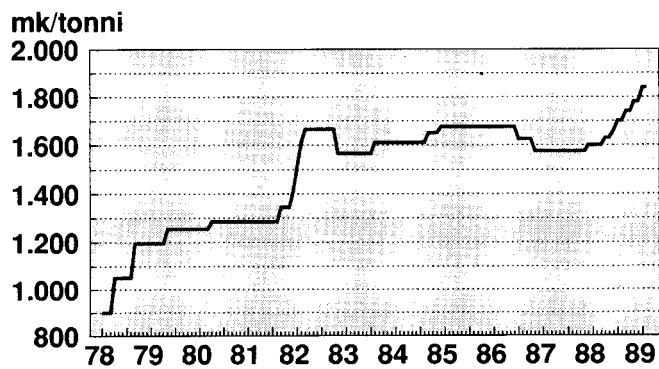
Mineraalituotteiden valmistajille vuosi 1988 oli erinomaisen hyvän kehityksen vuosi (kuva 9). Tuotannon kasvuluvut olivat korkeita ja erityisen korkeita tuotteissa, joiden yksikköhinta on kor-



Kuva 4. Nikkelin hintakehitys (Vapaa markkinahinta).
Fig. 4. Price development of nickel (Free market price).



Kuva 5. Ruostumaton teräs.
Fig. 5. Stainless Steel.



Lähde: Rautaruukki 15.3.1989

Kuva 6. Kvarttolevyjen hintakehitys (Rautaruukki's perushinta).
Fig. 6. Price development of plates (Rautaruukki's base price).

	1987	1988	Muutos
MALMIKAIVOKSET	6.097	6.126	+ 0,5 %
KALKKIKAIKOKSET	4.984	5.441	+ 9,2 %
MINERAALI- KAIKOKSET	7.904	8.332	+ 5,4 %
MUUT KAIKOKSET	174	200	+14,7 %
YHTEENSÄ	19.159	20.100	+ 4,9 %

Kuva 7. Malmin louhinta Suomessa (1000 t).
Fig. 7. Ore excavated in Finland (1000 tons).

	1987	1988	Muutos
RAAKATERÄS	2.669.409	2.798.000	+4,8 %
RAAKARAUTA	2.063.326	2.174.000	+5,4 %
JALOTERÄS (AIHIOT)	188.586	206.100	+9,3 %
SINKKI	151.467	156.076	+3,0 %
FERROKROMI	143.273	155.800	+8,7 %
KATODIKUPARI	59.538	53.939	-9,4 %
KATODINIKKELI	15.392	15.721	+2,1 %
KOBOLTTI	497	222	-55,3 %
KADMIUM	690	705	+2,2 %
MOLYBDEENI	262	-	-100 %
ELOHOPEA	144	130	-9,7 %
HOPEA (KG)	44.203	31.373	-29,0 %
SELEENI (KG)	10.447	9.068	-13,2 %
KULTA (KG)	1.776	2.035	+14,6 %
PLATINA (KG)	89	54	-39,3 %
PALLADIUM (KG)	120	106	-11,7 %

Kuva 8. Metallien tuotanto Suomessa (t).
Fig. 8. Metal production in Finland (tons).

	1987	1988	Muutos
KALKKIKIVI			
YHTEENSÄ	4.039	4.100	+1,5 %
APATIITTI	553	584	+5,6 %
TALKKI	324	379	+17,0 %
KVARTSI	234	272	+16,2 %
VUORIVILLAKIVI	109	152	+39,4 %
MAASÄLPÄ	52	56	+8,8 %
WOLLASTONIITTI	16	26	+65,1 %
VUOLUKIVI- TUOTTEET	15	20	+37,0 %
BARYYTTI	11	11	±0 %
SEMENTTI	1.426	1.504	+5,4 %

Kuva 9. Mineraalituotanto Suomessa (1000 t).
Fig. 9. Mineral production in Finland (1000 tons).

kea, mikä merkitsee mineraalituotannon jalostusasteen nousua.

Hyvän markkinatilanteen vallitessa on myös muokattujen metallituotteiden tuotantoa voitu lisätä (kuva 10). Ovakon tuotteita ei tällä listalla ole mainittu, mutta voidaan todeta, että myös Ovakon tuotanto lisääntyi merkittävästi.

	1987	1988	Muutos
TERÄSLEVYT, KUUMAVALS.	1.608	1.715	+6,7 %
TERÄSLEVYT, KYLMÄVALSS.	659	680	+3,2 %
RUOSTUMATON TERÄS, VALSSATUT TUOTT. PINNOITETUT	169	185	+9,5 %
TERÄSLEVYT TERÄSPUTKET (PL. RUOSTUM.)	246	286	+16,3 %
KUPARIPUTKET	279	308	+10,4 %
	26,8	27,3	+1,9 %

Kuva 10. Eräiden muokattujen tuotteiden tuotanto Suomessa (1000 t).

Fig. 10. Production of some semi-finished products in Finland (1000 tons).

INVESTOINNIT

Suomen vuoriteollisuuden suurimmat investoinnit olivat viime vuonna perusmetallien puolella ja siellä nimenomaan Imatralla ja Torniossa.

Imatran terästehtaan uudistusohjelma maksaa noin 500 milj. mk ja käsittää käytännöllisesti katsoen koko prosessin uudistamisen.

Tornio on aina 1970-luvun puolivälistä lähtien ollut Outokummun investointien pääkohteita. Viime vuonna valmistunut kuuma-valsaaamo lähti käyntiin hyvin ja oli omalta osaltaan auttamassa jaloterästehdasta erinomaiseen taloudelliseen tulokseen.

Rautaruukin investoinnit keskittyivät viime vuonna tuotannon tehokkuuden parantamiseen ja uusien tuotteiden lanseeraukseen markkinoille. Tärkeä investointikohte on ollut myös raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetusten tehostaminen.

Pienempi, mutta ainakin kaivosväen mieltä kovasti lämmittävä investointipäätös oli Saattoporan kultakaivoksen avaaminen Kittilässä. Se on pieni ja lyhytikäinen operaatio, mutta antoi uskoa kaivostoiminnan tulevaisuuteen Suomessa. Metallien korkeista hinnoista johtuen uskallettiin tehdä päätös myös Kerimäen Hälvälän ja Taipalsaaren Telkkälän malmien jatkeiden louhimisesta sekä kuljettamisesta Enonkoskelle rikastettavaksi. Samalla periaatteella louhitaan Kiuruveden Ruostesuon sinkki-kupari-pyriittimalmi, joka rikastetaan Pyhäsalmeilla.

MALMINETSINTÄ

Suomessa harjoitettavan malminetsinnän volyyminä käytiin viime vuoden aikana keskustelua. Asiaa kauppa- ja teollisuusministerin toimeksiannosta selvittänyt epävirallinen työryhmä tuli siihen joihtopäätökseen, ettei malminetsintäsaatsauksen volyymissä aivan lähi-vuosina näyttäisi olevan tapahtumassa merkittävää muutosta. Sen sijaan jos olemassa olevat suunnitelmat lasketaan yhteen, näyttäisi volyyminä ensi vuosikymmenen puoliväliin mennessä selvästi laskevan, mikä on seurausta lähinnä Outokummun suunnitelmista.

Tärkeää olisikin miettiä keinoja, joilla riittävä aktiviteetti tässä tärkeässä toiminnassa voitaisiin säilyttää riittävän suurena. Ennak-koluulottomasti pitäisikin mielestäni suhtautua mm. ulkomaisen rahan houkuttelemiseen suomalaiseen malminetsintään.

Geologian tutkimuskeskuksen johdolla on viime vuosina pohdis-

keltu muitakin malminetsinnän peruskysymyksiä:

— mitä etsitään, ja

— mistä etsitään.

"Mitä etsitään" -kysymykseen on vastattu laatimalla luonnos mineraalipoliittiseksi ohjelmaksi.

Kysymykseen "mistä etsitään" on vastattu menetelmäkehityksellä malminetsintäkartoituksen alalla. Tuloksena on automaattisin tietojenkäsittelymenetelmin voitu laatia ensimmäiset koko maata kattavat metallogeneettiset malmipotentialikartat mittakaavassa 1:2 milj.

GTK:n merkittävimmäksi malminetsintäprojektiksi voitaneen nimetä valtakunnallinen kaoliiniprojekti ja erityisesti Virtasalmen työmaa. Virtasalmen esiintymän inventointi on menossa ja hyvät toiveet ovat olemassa, että alueella olisi merkittävä esiintymä, jonka kaoliini täyttää paperiteollisuuden päällystyksessä käytettävän materiaalin laatuvaatimukset.

Iso osa GTK:n resursseista on viime vuosina suunnattu kulta-malmien tutkimiseen. Nyt painopistettä ollaan kuitenkin siirtämässä perusmetalleihin.

Outokummun kotimaisen malminetsinnän etsintäohjelmat tärkeysjärjestyksessä ovat olleet nikkelimalmien etsintä Etelä- ja Itä-Suomessa, jalometallien etsintä Lapissa ja sinkki-kuparimalmien etsintä Pyhäsalmi-Vihanti-alueella. Lapin jalometallien etsintäohjelma on jakaantunut Kittilän kultaprojektiin ja Kivalojen platina-metalliprojektiin.

Outokummun ja Suomen Malmin välillä solmittiin viime vuoden lopulla toimialarationalisointisopimus, jonka puitteissa Outokummun Malminetsinnän kenttätöitä siirtyy Suomen Malmin hoidettavaksi. Outokumpu pyrkii tällä toimenpiteellä lisäämään toimintansa joustavuutta ja alentamaan kiinteitä kustannuksiaan.

Malminetsintärintamalla on vielä mainittava Kajaani ja Outokummun sopima yhteistyösopimus Taipalsjärven esiintymän tutkimisesta ja mahdollisesta hyödyntämisestä yhteistyönä.

MUU KEHITYSTOIMI

Vuoriteollisuuden tutkimus- ja kehityspanoksen suurin ja merkittävin käynnissä oleva tutkimusprojekti lienee Soklin malmin hyväksikäyttöön tähtäävä selvitys- ja suunnittelutyö, jonka pohjalta Kemira vielä kuluvan vuoden aikana voinee päättää kaivostoimintaan ryhtymisestään.

Outokummun tutkimuspanoksesta huomattava osa on edelleen kohdistunut raaka-ainetarpeen tyydyttämiseen tulevaisuudessa. Merkittävä tutkimustoiminnan tulos oli päätös kestomagneettituotannon aloittamisesta — aluksi koetuotantomittakaavassa.

Rautaruukin tutkimustoiminnan painopiste oli viime vuonna terästuotteiden laadun parantamisessa. Yhtiön tavoite tuotantonsa jalostusasteen nostamiseen antaa myös jatkuvasti työtä tutkijoille ja tuotekehittäjille.

Ovakon tutkimus- ja kehitysresurssit ovat suuressa määrin keskittyneet toteutettavan rakennemuutoksen ja Imatran investointiohjelman toteuttamiseen.

Esimerkkinä innovatiivisen kehitystyön tuloksista voidaan mainita Tytyrin kaivoksella valmistettava kalkkikivijauhe voimalaitosten rikinpoistoon. Uusi tuote on myös ultrarapid-sementti, jonka käytöllä tehostetaan rakennuselementtien valmistusprosessia. Tämä tuote on puolestaan tulos luokituksen alueella toteutetusta kehitystyöstä.

TEKNOLOGIAN MYYNTI

Vuoriteollisuuden alan teknologiatuotteiden, joilla tarkoitan tässä yhteydessä sekä ns. tieto-taitoa että koneita ja laitteita, myynti on edennyt hyvää vauhtia. Suomalainen teknologia on entistä kysy-

tympää maailmalla. Uutena piirteenä tälläkin sektorilla on tullut voimakas kansainvälistymiskehitys.

RAKENNE- YMS. KEHITYS

Kulunut vuosi on vuoriteollisuudellamme ollut hyvän kehityksen ja monien tärkeiden ja kauaskantoisten tapahtumien aikaa. Osoitukseksi vuoriteollisuutemme huimasta kehitysvauhdista luettelen vielä seuraavat merkittävät tapahtumat rakennekehityksen alueella:

- Partekin ja Myllykosken välinen toimialajärjestely, jolla selkeytettiin työnjakoa kalkin ja eräiden mineraalien tuotannossa.
- Ovakon jatkamat toimialajärjestelyt pohjoismaissa ja Euroopassa.
- Rautaruukin toimet jatkojalostustuotannon vahvistamiseksi.
- Outokummun listautuminen Helsingin arvopaperipörssiin ja siitä edeltänyt neuvotteluratkaisu eläkekiistassa.
- Outokummun päätös toimialojensa yhtiöittämisestä ja siinä yhteydessä toteutettava henkilöstön edustus operatiivisten tytäryhtiöitten hallituksissa. Yhtiöittämisessä on myös Rautaruukki ollut aktiivinen.

SUMMARY

THE ANNUAL CONFERENCE OF THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS

Review by the President Mr. Pertti Voutilainen

1988 was a good year for the mining industry both in Finland and worldwide. Especially the base metal industry almost in its entirety enjoyed high prices resulting from good demand.

Above all the production capacity of some non-ferrous metals has been insufficient because little investment was made in new capacity during the industry's down times.

The consumption of steel increased most in the western countries. The development of base metals prices was dramatic. The price of nickel rose most, altogether 170 %.

Total ore excavated in Finland rose 4.9 % last year compared to the previous year. The production on the Rautuvaara Mine was included in this amount for the last time. At the metallurgical plants the production of steel was especially good last year.

For the producers of mineral products 1988 was an extremely good year of development. With prevailing good markets the production of semi-finished metal products has also increased.

In 1988 the largest investments in the Finnish mining industry

- ARAn lastauskonetuotannon siirtyminen Tampella-Tamrockin omistukseen.
- Rauma-Repolan aggressiivinen ote murskaindivisioonansa laajentamisessa ja kansainvälistämisessä.

JULKISUUS

Eräät vuoriteollisuusyrityksemme ovat viime aikoina saaneet osakseen hyvin paljon julkisuutta. Tämä osittain kyseenalainen kunnia kohdistui viime vuonna erityisesti Outokumpuun. Eläkeasia, Chilen kupari ja Kuusiluoto olivat pitkään kohu-uutisten aiheita. Tässä ei ole tilaisuutta lähteä syvällisemmin analysoimaan kohun syitä, mutta en luule suuremmin erehtyvänä kun sanon, että olemme vasta saaneet kokea esimakua tulevasta. Julkinen sana tulee tulevaisuudessa seuraamaan ja arvioimaan tekemisiämme etenkin ympäristöasioissa, joka on Vuorimiespäivien tämän vuoden teema, paljon aktiivisemmin ja aggressiivisemmin kuin ennen. Sen tosiasian kanssa on opittava elämään.

were in the field of base metals at Imatra and Tornio. The renovation programme of the Imatra Steel Works will cost FIM 500 million and it comprises in practice the modernization of the whole process.

The new hot rolling mill at Tornio was completed last year. The start up of operations at the Saattopora gold mine in Kittilä represented a small yet significant investment.

Rautaruukki's investments last year concentrated on improvement of production efficiency and on launching new products onto the market.

Last year there were discussions about the volume of exploration in Finland. It seems that by the middle of the next decade the volume will decrease. It would be important to devise ways to ensure that activity remains sufficiently high. We should without prejudice take an positive attitude towards attracting foreign currency for Finnish exploration.

Ympäristönsuojelu vuoriteollisuudessa

Dipl.ins. Olli Hermonen, Rautaruukki Oy, Oulu

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 17.3.1989

JOHDANTO

Suomen monipuolisen ja korkeatasoisen vuoriteollisuuden juuret ovat oman maaperän kaivannaisissa. Ilman kotimaisia kalkkikivi-, teollisuusmineraali- ja metallimalmiesiintymiä meillä ei olisi nykyisenlaista malmien jalostustoimintaa monine kerrannaisvaikutuksineen. Metallien perusteellisuus kattaa valtaosan maamme vuoriteollisuudesta, jonka osuus koko teollisuuden tuotannon bruttoarvosta on 6–7 %.

Alan tuotantoketjun alkupää on hyvin luonnonläheistä toimintaa. Tämä heijastuu vuoriteollisuuden parissa toimivien henkilöiden myönteiseen suhtautumiseen ympäristönsuojelukysymyksiin.

Vuoriteollisuus on tyypillistä perusteellisuutta, jossa aineille tapahtuu prosessin loppupäässä suurin muodonmuutos, esim. kivistä metalliksi, ja jossa toisaalta syntyy alkupäässä paljon hyödyntämätöntä, mutta ympäristölle vaaratonta luonnontuotemateriaalia. V. 1987 Suomen kaivosten kokonaislouhintamäärästä, 28 miljoonaa tonnia, saatiin yksi kolmasosa hyödynnettäviä tuotteita, toinen kolmasosa hyödyntämätöntä sivukiveä ja kolmas kolmasosa hyödyntämätöntä hienonnettua kiveä, pääasiassa rikastehiekkaa. Kemi-kaalien käyttö vuoriteollisuuden prosesseissa on yleensä vähäistä.

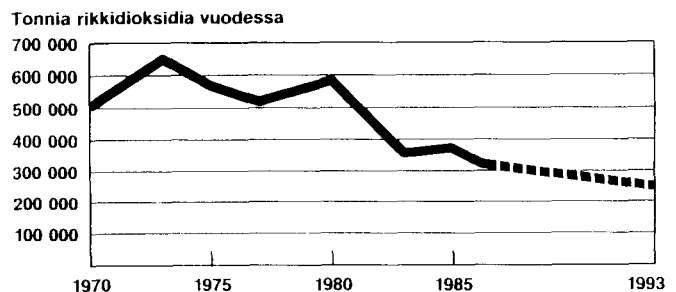
TEOLLISUUDEN YMPÄRISTÖNSUOJELUTILANNE

Vuoriteollisuuden osuus teollisuuden tai koko yhteiskunnan ympäristökuormituksesta on eräiden komponenttien osalta seuraava:

- Biologinen hapenkulutus oli v. 1984 alle 0,1 % Suomen vesistöjen vastaavasta kokonaiskuormituksesta, fosforikuormitus 0,3 % ja typpikuormitus 2 %. Teollisuuden vastaavista kuormituksista osuudet ovat alle 0,1 %; 1,3 % ja lähes 20 %.
- Teollisuuden typpioksidipäästöistä ilmaan alle 10 % ja rikkipäästöistä ilmaan 5–10 %.
- Kiintoainetta veteen n. 3 % teollisuuden vesistöön johtamasta kiintoaineesta.
- Metallipäästöt veteen metallista riippuen 15–80 % teollisuuden metallipäästöistä.

Kaikilla oleellisimmilla vesistöjen kuormitustekijöillä on selvä, pian 20 vuotta jatkunut laskeva suunta. Teollisuuden hiukkaspäästöt ovat nykyisin vain murto-osan 1970-luvun alun tasosta. Merkityksellisin hiukkaslähde on katujen pölyäminen. Typen oksidien päästöt Suomessa ovat lievässä kasvussa. Liikenteen osuus on lähes 60 %. Suomen rikkipäästöt ovat alle 1 % Euroopan kokonaispäästöistä. Vain runsas neljännes rikkilaskemasta Suomessa on peräisin omista lähteistä. Omat päästöt ovat nykyisin n. 300 000 tonnia vuodessa, joka on yli 40 % vähemmän kuin v. 1980. Rikkipäästöjen vähennys Suomessa jatkuu; vähentämistavoite 50 % v. 1980 tasosta vuoteen 1993 tullaan saavuttamaan (kuva 1).

Ympäristönsuojelukusteluissa helposti painotetaan puhdistustoimenpiteitä ja unohdetaan suhteuttaa puhdistusvaatimukset ympäristön laadun todelliseen paranemiseen. Samoin unohdetaan monesti se, että puhdistaminen voi aiheuttaa ympäristökuormitusta sekä puhdistuspaikalla että myös muualla. Tyypillinen asetelma



Lähde: Ympäristöministerio

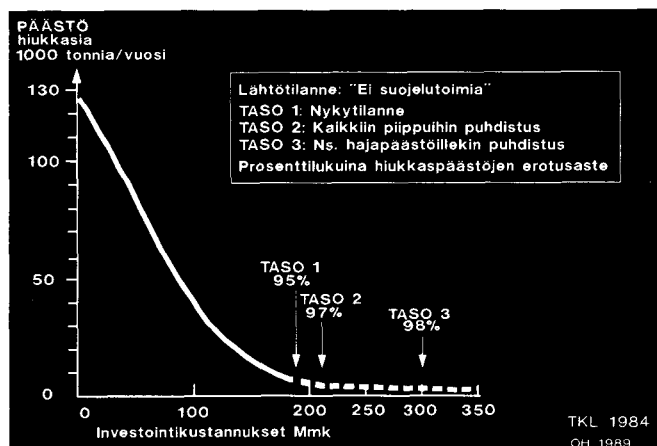
Kuva 1. Suomen rikkipäästöjen kehitys.

Fig. 1. Development of sulphur dioxide emissions in Finland.

on: puhdistaminen vaatii energiaa ja energian tuottaminen kuormittaa ympäristöä.

Suomen terästeollisuuden pölynpoistosta on aito esimerkki, joka lähtee siitä, että ilman mitään puhdistustoimenpiteitä olisivat hiukkaspäästöt n. 130 000 t/vuosi (kuva 2). Nykyisen 95 %:n puhdistustason saavuttaminen aiheuttaa tietyt kustannukset. Lisäämällä puhdistusaste 97 %:iin olisivat lisäpölytonnin kustannukset noin 10-kertaiset nykytasoon verrattuna ja lisäämällä 98 %:iin olisivat vastaavat lisäkustannukset noin 50-kertaiset. Ympäristön puhtaudessa tuskin voitaisiin havaita mitattavia eroja 97 ja 98 %:n puhdistusasteiden välillä.

Teollisuus ei tee ympäristönsuojelutyötä yksin, vaan osana yhteiskuntaa ja sen valvonnassa. Teollisuus odottaa yhteiskunnalta mm, että ympäristönsuojeluvaihtoiteet muotoillaan edelleenkin tutkimukseen perustuvan tiedon pohjalta.



Kuva 2. Ilmansuojelukustannuksia terästeollisuudessa.

Fig. 2. Costs of air pollution control in the steel industry.

VUORITEOLLISUUDEN VAIKUTUKSIA YMPÄRISTÖÖN

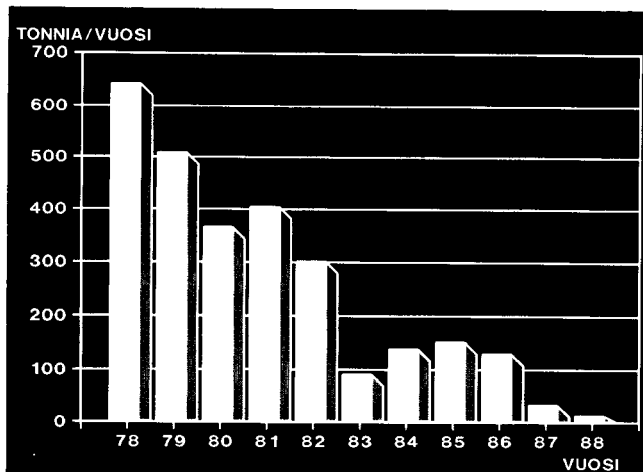
Varsinkin Lapin läänissä malminetsintä osuu useasti alueille, joille vaaditaan jonkinlaista lupaa. Läänin pinta-alasta tällaista on jo nyt noin 10 %. Mitä lähemmäksi malmin löytymistä edetään, sen vaikeampi on toimenpiteille saada lupa. Suomessa on kaivospiiri- ja valtausalueita yhteensä n. 300 km² eli noin 1 o/oo maan pinta-alasta. Kun ottaa huomioon, että vain murto-osa tutkimuskohteista johtaa kaivostoimintaan, tuntuu kohtuuttomalta, että tällaisia toimia vaikeutetaan lupia haettaessa. Kaivos kyllä jättää jälkensä, mutta kysymys on yhteiskunnalle koituvasta hyödyistä ja marginaalisesta ympäristön vahingoittamisesta.

ESIMERKKEJÄ VUORITEOLLISUUDEN PÄÄSTÖJEN JA YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN KEHITYKSESTÄ

Rautaruukki Oy:n Raahan terästehtaan rikkipäästöjen tiedettiin kasvavan 1970-luvun puolivälin jälkeen, kun Rautuvaaran rikkipitoinen rautarikaste otettiin käyttöön. Silloin tehtiin Rautaruukin aloitteesta Raahan alueella kasvillisuustutkimus, aloitettiin ilman rikkidioksidipitoisuuden mittausta ja neulastutkimukset. Kasvillisuustutkimus on uusittu v. 1982 ja vv. 1985–1987 Oulun yliopisto ja Metsäntutkimuslaitos tekivät Rautaruukin ja kuntien toimeksiantonosta laajan ympäristönsuraintutkimuksen. Tehtaan rikkipäästöt olivat suurimmillaan 1980-luvun alussa ja ovat sen jälkeen vähentyneet ja ovat viime vuosina olleet n. 40 % v:n 1980 tason pienemmät. Tänä vuonna ne tulevat olemaan n. 80 % alle vuoden 1980 tason eli n. 10 000 t rikkidioksidia. Raahan alueen ulkoilman rikkidioksidipitoisuus on vuosikeskiarvona laskenut 1980-luvun alun huippulukemasta 26 mikrogrammaa/m³ ilmaa viime vuoden alle 10:een. Vastaava ohjearvo on 40 ja luonnonsuojelun alueellinen ohjearvo 25. Kasvillisuus- ja metsätutkimukset osoittavat, että Raahan kaupunkialueella ja vähän sen ulkopuolella päästöillä on ollut vaikutuksensa puiden jäkäliin. Kaupunkialueen ulkopuolella ei ole todettu tehtaan päästöistä johtuvia metsän kasvuhäiriöitä eikä niitä tutkimuksen mukaan ole tulossa.

Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaiden ja Dalsbruk Oy Ab:n Koverharin terästehtaan jätevesikuormitukset ovat vähentyneet viimeisten 10 vuoden aikana 6–10:een osaan, Koverharin kiintoainekuormitus jopa 50:een osaan (kuva 3). Esim. öljyä menee Koverharissa viemäriin vain noin puolta ämpärillistä vastaava määrä vuorokaudessa.

Oy Partek Ab:n sementtiunien pölypäästöt Paraisten klinkkerituotannon yhteydessä olivat 1960-luvun alussa yli 10 000 tonnia



Kuva 3. Koverharin terästehtaan viemäriveden kiintoaine 1978–1988.

Fig. 3. Solids in the waste water from Koverhar Steel Works 1978–1988.

vuodessa. Pölynpoistotekniikan kehittyttyä asennettiin sähkösuotimet kaikkiin uuneihin. Pölypäästö laski jyrkästi 1960-luvun puolivälin jälkeen ja on nyt vain ”hippu” entisestä.

Edellä mainitut tehdaskohtaiset esimerkit osoittavat sen suuren kehityksen, mikä on viime vuosien aikana tapahtunut vuoriteollisuuden ympäristönsuojelussa.

ERÄITÄ VUORITEOLLISUUDEN YMPÄRISTÖNSUOJELUASIOITA

Vuorimiesyhdistyksen aloitteesta käynnistettiin v. 1984 lopussa vuoriteollisuuden ympäristönsuojelulle tärkeä projekti ”Kaivosten jätevesien ja kiinteiden jätteiden käsittely”. Se valmistui v. 1987 ja siinä olivat mukana lisäksi Vesi- ja ympäristöhallitus ja Ympäristöministeriö. Projekti on hyvin konkreettinen osoitus vuoriteollisuuden vilpittömistä ympäristönsuojelupyrkimyksistä.

LOPUKSI

Kansainvälisesti ottaen Suomen vuoriteollisuus kestää vertailun. Suora vertailu ei aina ole oikea. Tilanne esim. Keski-Euroopan tiheillä teollisuusalueilla on täysin toisenlainen kuin meillä.

SUMMARY

ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE FINNISH BASIC METALS AND MINERALS INDUSTRY

At the beginning of its production chain, basic metals and minerals industry produces large amounts of natural material (rock material) which cannot be utilized and which, in general, is environmentally safe. By the end of the production chain the rock material has undergone a great transformation on its way into metal.

Several examples from practice have shown that waste water load as well as dust and sulphur emissions from the basic metals and minerals industry of today are only a fraction compared to

those some 10 to 20 years ago.

The environmental protection level within the Finnish basic metals and minerals industry bears well comparison with international levels.

As an indication of its genuine aim of environmental protection the Finnish basic metals and minerals industry has published ”Handling of waste water and solid waste from mines”, a project carried out together with the relevant authorities.

Terästehdas ja ympäristö

DI Seppo Blomqvist, Outokumpu Oy, Tornion tehtaat, Tornio

TORNION TEHTAAT

Outokumpu Oy:n Tornion tehtaiden toiminta perustuu v. 1959 löydettyyn Keminmaan kromiittiesiintymään. Esiintymän hyödyntämisestä tehtiin päätös v. 1964 ja sen perusteella käynnistyi Torniossa ferrokromisulatto v. 1968. Tehdasta on sittemmin useampaan kertaan uudistettu ja laajennettu; tuotanto on tällä hetkellä yli 150 000 t ferrokromia vuodessa. Tuotannosta noin puolet käytetään omalla terästehtaalla. Keminmaan malmivarat takaavat toiminnan jatkumisen pitkälle tulevaisuuteen.

Päätös terästehtaan rakentamisesta tehtiin v. 1973 ja tehdas käynnistyi v. 1976. Tuolloin rakennetun sulaton ja kylmävalssaamon täydennykseksi valmistui v. 1987 lopussa kuumavalssaamo. Tehtaan tuotteet ovat kuuma- ja kylmävalssatut ruostumattomat ja haponkestävät teräslevyt ja -nauhat. Terästuotanto on tällä hetkellä yli 200 000 t/v. (kuva 1).

Viennin osuus Tornion tehtaiden tuotannosta on yli 80 %. Henkilökuntaa tehtaalla on n. 1300 henkeä. Kannattavuus on viime vuosina ollut hyvä ja tuotanto on edelleen kasvamassa.

YMPÄRISTÖ

Kuusikymmentäluvulla, tehtaan perustamisen aikoihin, Tornio oli idyllinen pikkukaupunki. Raskaampaa teollisuutta ei paikkakunnalla ollut. On luonnollista, että tehtaan tulo paikkakunnalle sekä näkyi että myös vaikutti ympäristöönsä. Positiivisina vaikutuksina voidaan kirjata tehtaan tuoma työ ja hyvinvointi. Muista vaikutuksista lienee merkittävin se, että idyllit pikkuhiljaa katosivat. Lisääntynyt liikenne toi myös omia haittatekijöitään. Tehtaan sijainti noin 10 km:n etäisyydeltä itse kaupungista pienentää kuitenkin häiritseviä vaikutuksia, kuten melua ym.

Ympäristöön tapahtuvien päästöjen suhteen joutui viimeisen vapaan lohijoen suulle rakennettu tehdas erityisen valvonnan kohteeksi. Paitsi Suomen ympäristölainsäädäntö, koskevat tehdasta erityisesti

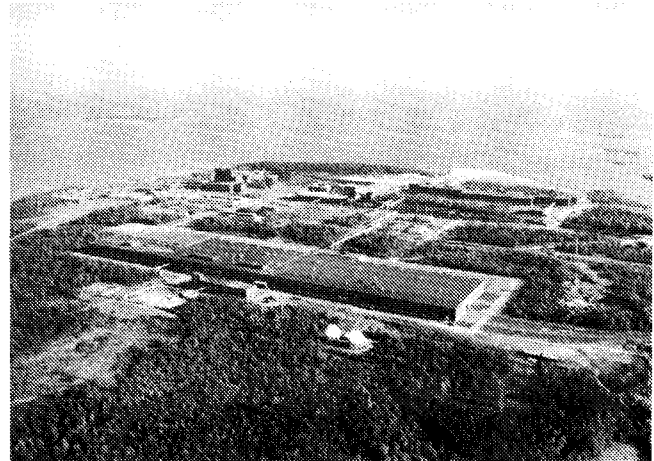
- Suomen ja Ruotsin välinen rajajokisopimus ja siihen liittyvät laki sekä asetus vuodelta 1971.
- yhteispohjoismainen ympäristönsuojelusopimus vuodelta 1974.

Rajajokisopimuksen mukaan vesioikeudelliset kysymykset käsittelee Suomalais-ruotsalainen rajajokikomisio. Se on sikäli ainutlaatuinen tuomioistuin, että sen päätöksistä ei voi valittaa. Suurimmaksi ympäristöongelmaksi onkin vuosien mittaan osoittautunut Ruotsin rajan läheisyys.

PÄÄSTÖKOHEET

Tehtaalla käytetään sekä jokivettä, joka puhdistetaan eri tarkoituksiin, että Pohjanlahdesta otettua murtovettä jäähdytyksiin. Koska jäähdytykset tapahtuvat suljetuilla lämmönvaihtimilla, ei jäähdytysvesi likaannu.

Likaantuneita prosessivesiä syntyy ferrokromitehtaan kaasunpussissa. Kaasuissa oleva kiintoaine, joka on pääasiassa rikastetta,



Kuva 1. Yleiskuva Tornion tehtaista.
Fig. 1. General view of Tornio Works.

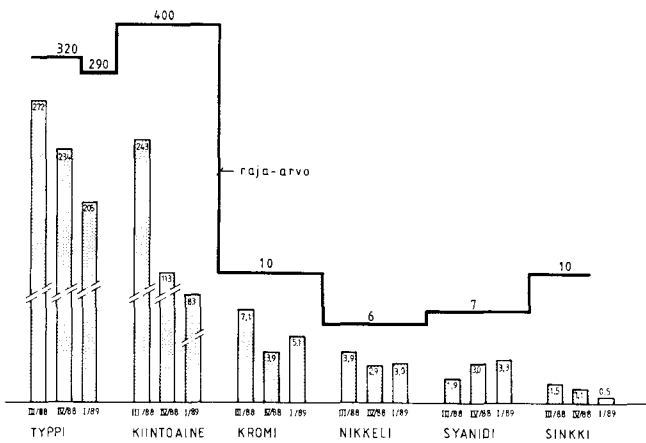
sekä valokaariuunin kaasuihin oleva sinkki ja syanidi pestään pois. Suurin osa syanidista poistetaan, kiintoaineet erotetaan selkeytysaltailla ja suurin osa vedestä kierrätetään uudelleen prosessiin.

Toinen päästölähte on peittaushapot, joissa neutraloinnin jälkeen on jäljellä vielä typpiä ja hiukan kromia ja nikkeliä. Pääosa, noin 80 %, peittaushapoista regeneroidaan, millä vastaavasti pienennetään typpi- ja metallipäästöjä. Terässulaton jatkuvavalun ja kuumavalssaamon vesikierto on suljettu, joten ainoastaan pieni määrä korvausvettä lasketaan terästehtaan muiden vesien kanssa selkeytysaltaiden kautta ulos. Todettakoon, että alunperin terässulatto rakennettiin päästöjen osalta ruotsalaisten normien mukaan.

Tehtaalla käytetään häkäkaasua korvaamaan polttoöljyä, joten rikkipäästöt ovat pienet. Päästöjä ilmaan tapahtuukin pääasiassa pölyn muodossa. Periaatteessa kaikissa päästökohteissa on jonkinasteinen puhdistus, ja meneillään olevat investoinnit parantavat niitä edelleen.

PÄÄSTÖJEN KEHITYS

Kuluneella vuosikymmenellä on ferrokromin tuotanto kolminkertaistunut ja terästuotanto yli kaksinkertaistunut. Tänä aikana on rajajokikomisio useaan otteeseen tiukentanut päästörajoja. Samanaikaisesti tuotannon kasvun kanssa ovatkin päästöt veteen pienentyneet. Rajajokikomisio on määrännyt raja- tai ohjearvot seuraaville: kiintoaine, Cr, Ni, Zn, N, CN ja öljy. Tällä hetkellä kaikkien näiden osalta ollaan selvästi alle vaatimusten. Todettakoon eniten keskustelua aiheuttaneista metalleista, kromi ja sinkki, että Kemi-



Kuva 2. Jätevesikuormitus mereen (kiloa/vrk).
Fig. 2. Tailing water load into sea (kg/day).

ja Tornionjoki tuovat alueelle kromia yli kymmenkertaisen määrän ja sinkkiä yli kolmesataakertaisen määrän verrattuna Tornion tehtaisiin. (kuva 2).

Ilmansuojelulain voimaantulon jälkeen on päästöjä ilmaan oleellisesti pienennetty (kuva 3) ja meneillään olevat investoinnit tulevat edelleen vähentämään niitä.

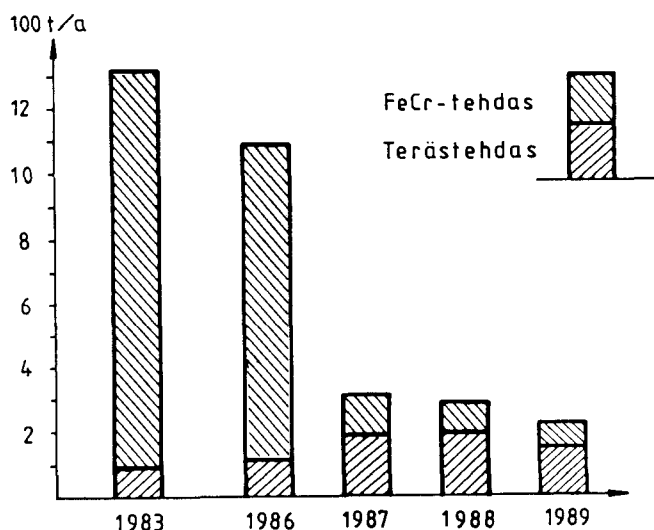
PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN

Koko tehtaan toiminnan ajan on päästöjä pienennetty eri tavoin. Ensimmäisessä vaiheessa on pyritty estämään niiden syntyminen, ja mikäli se ei ole onnistunut, on käytetty kulloinkin sopivaa puhdistusta, kierrätystä tai jopa kemiallista käsittelyä.

Alunperin rakennettua jätevesien selkeytystä laajennettiin v. 1988 noin 4,5 kertaiseksi. Sen ansiosta saadaan vedet entistä puhtaammiksi ja kierrätystä voidaan entisestään lisätä.

Saniteettijätevedet puhdistetaan biologis-kemiallisessa puhdistamossa, jonka toiminta on ollut tehokasta. Teräksen jatkuvavälilaitokselle rakennettiin alunperin vedenkäsittely, joka mahdollisti suljetun kierron.

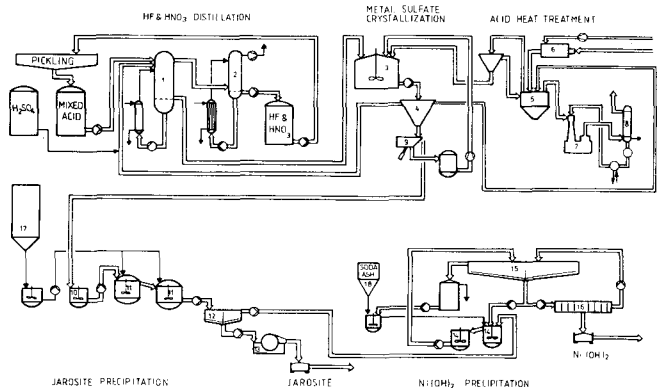
Ferrokromitehtaan syanidinpoisto on esimerkki tapauksesta, joka yritettiin ratkaista estämällä ongelman syntyä. Syanidi, samoin kuin sinkki, ovat valokaariuunista tulevassa häkäkaasussa, joka on puhdistettava. Pesurilla häkäkaasua puhdistettaessa molemmat



Kuva 3. Kokonaispölypäästöt.
Fig. 3. Total dust discharges.

muodostavat ongelman jätevedessä. Puhdistettaessa kaasu tekstiilikuitusuodattimella tai vastaavalla ongelmalta välttyttäisiin. Vuosikymmenen alkupuolella tehdyt useita miljoonia maksaneet tutkimukset kuitenkin osoittivat, että tällä hetkellä ei ole tekniikkaa, jolla häkäkaasun kuivapuhdistus hallittaisiin. Sen vuoksi jouduttiin kehittämään syanidinpoisto, jossa erilaisilla kierrätöksillä sekä käyttämällä vesi kuonan granulointiin saadaan suurin osa syanidista hajoamaan ja haihtumaan.

Kylmävalssaamon peittaushappojen neutraloinnilla ei enää 1980-luvulle tultaessa, tuotannon lisääntyessä ja lupaehtojen kiristyessä päästy vaadittuihin tuloksiin. Toimivaa prosessia peittaushappojen regeneroimiseksi ei ollut, jolloin yhtiössä jouduttiin itse ratkaisemaan ongelma ja tuloksena oli "The Outokumpu Process for Pickling Acid Recovery". Tällä menetelmällä regeneroidaan yli 80 % Tornion peittaushapoista uudelleen käyttöön, kuva 4.



Kuva 4. Outokumpun kehittämä peittaushapon talteenotto-prosessi.

Fig. 4. The Outokumpu Process for Pickling Acid Recovery.

Kuumavalssaamoa rakennettaessa lähdettiin alunperin siitä, että vedenkäsittely on suljetussa systeemissä. Se onkin toiminut suunnitellulla tavalla.

Ilmansuojelulain voimaantulon jälkeen on päästöjä ilmaan merkittävästi vähennetty. Se on tapahtunut sekä prosesseja kehittämällä että puhdistuslaitteita uusimalla. Esimerkkinä prosessikehityksestä on ferrokromisulaton etukuumennusrummun korvaaminen etukuumennussiiilolla. Tällöin pölymäärien pieneminen yhdessä kaasunpuhdistuksen uusimisen kanssa vähensi päästöjä.

Sintraamon kaasunpuhdistuksen uusiminen, jolla saatiin merkittävä vähennys pölypäästöihin ja tuotekäsittelyn sykloonierotuksen korvaaminen tekstiilikuitusuodattimella ovat esimerkkejä viime aikoina toteutetuista parannuksista.

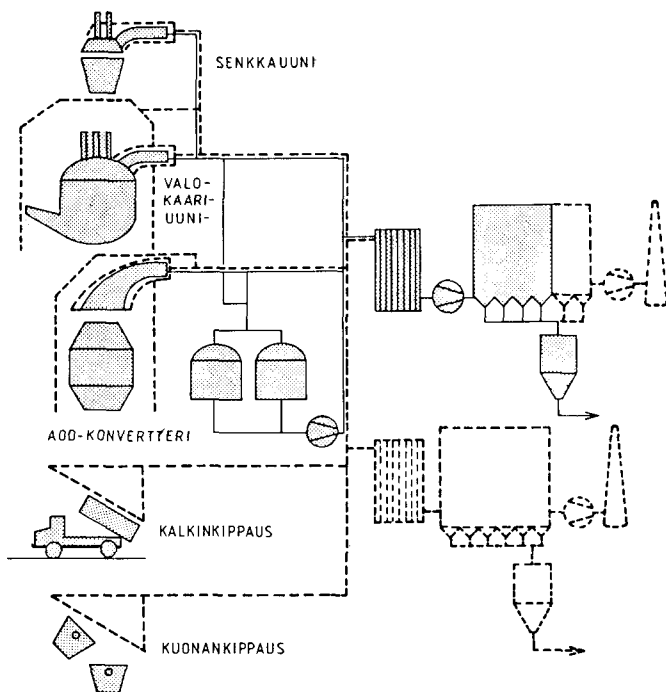
Mittavin hanke on meneillään oleva terässulaton kaasunpuhdistuksen uusiminen. Kustannuksiltaan yli 40 Mmk:n investoinnilla kaasunpuhdistusteho nelinkertaistetaan. Valokaariuuni, konverterti ja muitakin pölylähteitä koteloidaan, jolloin hajapäästöt eliminoidaan. Kuvassa 5 esitetty systeemi on ensi kesänä valmistuessaan ainoa laatuaan Pohjoismaissa.

Henkilöstön koulutus ja vastuuhenkilöiden nimeäminen ovat oleelliset tekijät, jotta laitteet toimisivat jatkuvasti niinkuin on suunniteltu.

VALVONTA

Rajajokikomission lupa jätevesien laskulle edellyttää sekä Suomen että Ruotsin valvovien viranomaisten hyväksymää tarkkailuohjelmaa. Sen mukaan suoritetaan jatkuvaa vesien määrän ja analyysin seuranta. Samoin ilmansuojeluilmoituksen päätös edellyttää ilmaan tapahtuvien päästöjen mittausta ja seuranta.

Päitsi päästöjen seuranta, edellyttävät luvat myös laajoja ympä-



Kuva 5. Terässulaton pölynpoisto.
Fig. 5. Dust removal for steel mill.

ristötutkimuksia. Vesistötarkkailussa tehdään fysikaalis-kemiallisia, kasviplankton- ja pohjasedimenttitutkimuksia ympäröivällä vesialueella. Kalataloudellinen tarkkailu edellyttää saaliskehityksen seurantaa, pohjaeläintutkimuksia, kalojen metallimäärytyksiä, sum-

putuskokeita ja koekalastuksia. Myös ilman laadun tarkkailu edellyttää erilaisia leijuma-analyyssejä ja sammalnäytteiden metallimäärytyksiä.

TULEVAISUUS

Tähän mennessä ei ole osoitettu tapahtuneen vahinkoa luonnolle tai ihmisille eikä korvauksiin ole tuomittu. Meneillään olevien investointien, terässulaton saneerauksen, uuden sintraamon valmistuksen ja hehkutus-peittauslinja I:n uudistamisen jälkeen on tilanne ympäristön suhteen niin hyvä kuin se nykytekniikalla voi olla. Suuria parannuksia ei enää ole mahdollista tehdä. Käyttämällä olevia laitteita tehokkaasti voidaan vaikutukset ympäristöön edelleen pitää luonnon sietokyvyn sallimissa rajoissa.

SUMMARY

STEEL WORKS AND ENVIRONMENT

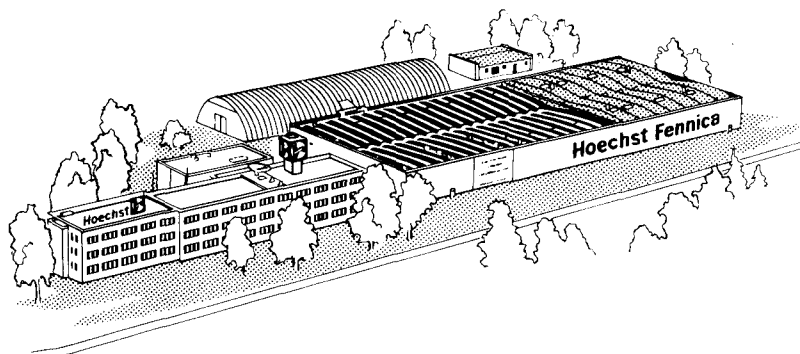
Outokumpu Oy Tornio Works produces ferro-chrome and stainless and acid resistant steel sheets and strips. During the time the Works have been in operation, a good 20 years, environmental legislation has undergone considerable changes.

During the time of activity the company's investments in the Works have been substantial and production continues to increase. In spite of expanding operational activity, emissions into the surroundings have been diminished and the share of environmental investments is important. The pollution load on the recipient has been reduced among others by developing a method to regenerate pickling acids and a decyanidization system as well as by increasing purification of waste waters. Emissions into the atmosphere have been reduced by developing environment-positive processes and by making investments in cleaning of gases.

Vuoriteollisuuskemikaalit

® Montanol ® Flotigam ® Flotisor ® Flotigol ® Arkopal ® Tylose ® Hostarex
® Labufloc

- kokoojat
- vaahdotteet
- säätäjät
- flokkulointi- ja suodatinapuaineet
- dispergointiaineet
- piirauta
- ym



Oy Hoechst Fennica Ab
Teollisuusosasto I
PL 237, 00101 Helsinki

Hoechst 

Metallit ja terveys

LKT Kaj Ahlman, Helsinki

JOHDANTO

Metallit ovat elintärkeitä ihmiselle. Samoin kuin moderni yhteiskunta ei tule toimeen ilman metalleja, ei myöskään ihmisen aineenvaihdunta pysty suoriutumaan ilman niitä. Toisaalta on painotettava jo Paracelsuksen 1500-luvulla esittämää toteamusta: "Kaikki aineet ovat myrkyjä, ei ole ainuttakaan, joka ei sitä olisi, vain annos erottaa myrkyt vaarattomasta."

Alkuaineiden jaksollisen järjestelmän elementeistä n. kolmenkymmenen metallin katsotaan olevan potentiaalisesti tai selvästi myrkyllisiä ihmiselle. Hippokrates kuvasi v. 370 eKr. ensimmäisenä metallimyrkytyksen lyijynsulattajalla. Ennen ajanlaskumme alkua tunnettiin myös elohopean ja arsenikin myrkyllisyys.

Ihmisen selvästi suurin metallilähde on ravinto. Toinen lähde on ilma. Työolosuhteissa altistuminen on edellisiin verrattuna vähäistä huomattavia yksilöllisiä poikkeuksia lukuunottamatta. Koska ihminen on metallien valmistaja ja käyttäjä sekä liikkeellepanija hän myös kuormittaa niillä itseään. Niinpä tiedetään Grönlannin mannerjäätikön lyijypitoisuuden kasvaneen viimeisten 800 vuoden aikana yli 200-kertaiseksi. Onkin syytä hyvissä ajoin kysyä, kuinka pitkään ajassa eteenpäin vielä kestämmme tätä kehityksen kulkua ja kuinka elolliselle luonnolle kauttaaltaan käy.

METALLIEN AINEENVAIHDUNTA JA BIOLOGINEN AKTIVITEETTI

Metallien vaikutus ihmisen aineenvaihduntaan on monimutkainen ja merkittävä. Ne poikkeavat monista muista kemiallisista aineista alkuaineina siinä, että elimistö ei pysty niitä syntetisoimaan, ei pilkkomaan eikä muutoinkaan muuttamaan niiden koostumusta. Ihmiselle välttämättömät metallit ovat osa määrättyjä entsyymitoimintoja. Koska niiden primaarinen tehtävä on vaikuttaa katalyyteinä, niitä tarvitaan perin pieniä määriä optimaalisen solutoiminnan ylläpitämiseen. Silti tunnetaan joukko puutostiloja, jotka johtuvat liian pienestä välttämättömän metallin saannista. Ylläpitämällä erilaisia homeostaattisia mekanismeja (tasapainotiloja) elimistö pystyy säätelemään tarvittavien metallien määrää joko varastoimalla niitä tai lisäämällä niiden erittymistä kulloinkin vallitsevan ravitsemustilanteen mukaisesti. Metallikuorman kasvaessa määrätyn rajan yli (vaihtelu on suuri eri metallien kesken) eivät elimistömme puolustus- ja varastointijärjestelmät enää riitä. Kysessä on silloin selvä tai vahvasti potentiaalinen myrkytystila.

Ihmisen entsyymijärjestelmien tarvitsemia metalleja ovat mm. kupari, koboltti, mangaani, molybdeeni, rauta, seleeni, sinkki, tina ja vanadiini. Tarpeettomia ja ihmiselimistölle myrkyllisiä metalleja ovat sen sijaan mm. arseeni, berylliumi, elohopea, kadmiumi, kromi, lyijy, nikkeli ja eräät jalometallit. Tosin viime aikoina on kuitenkin esitetty perustellusti, että myös arseeni, kromi ja nikkeli kuuluisivat ns. essentiellien metallien joukkoon.

Elimistössä metallit ovat riippuvaisia myös toisistaan. Tämä interaktio voi joko lisätä tai vähentää niiden omaa biokemiallista reaktiivisuutta. Niinpä seleeni "neutralisoi" kadmiumin, elohopean ja arsenikin myrkyvaikutuksia ja sinkin läsnäolon on osoitettu selvästi alentavan kadmiumin toksisuutta. Kuitenkin ovat tietomme metallien käyttäytymisestä elin- ja solutasolla sekä niiden haitta-

mekanismeista puutteelliset. Elimistö ei pysty hajoittamaan tai muuttamaan metalleja kuten esim. orgaanisia yhdisteitä. Sen sijaan ihminen pystyy sitomaan tai varastoimaan niitä eri elimiin valkuaisaineisiin liittyneinä komplekseina. Monet näin syntyneistä komplekseista ovat sitten vaarattomia elimistölle. Riippuen niiden puoliintumisajasta ne sitten säilyvät soluissa muutamasta päivästä vuosikymmeniin. Ellei sitominen kuitenkaan onnistu, vaikuttavat metallit myrkyinä esim. katkaisemalla elintärkeitä soluaineenvaihdunnan entsyymireaktioita, vahingoittamalla suoraan toimintasuolukkoa keuhkoissa, suolistossa ja munuaisissa tai laukaisemalla allergisia reaktioita. Eräät metallit lisäävät kiistattomasti pahanlaatuisien kasvainten kehittymistä, mutta näitäkään vaikutusmekanismeja ei vielä tunneta.

Edellä on metalleja pääosin kosketeltu elementaarina alkuaineina. Käytännössä kuitenkin ihminen altistuu erilaisille metalliyhdisteille, joiden aineenvaihdunta jo on edellisiä paljon monimutkaisempi. Koska altistuminen jatkuvasti lisääntyy, olisi tämäkin tapahtuma tiedollisesti tunnettava nykyistä paljon paremmin. Haasteellisia tutkimuskohteita metallien haittavaikutusten selvittämiseksi on runsaasti. Keskeisiä ovat vaikuttavan metallin kulloinkin olomuoto kudoksessa ja biologisen aktiiviteetin aste. Samoin tulisi tietää, miten ulkoa saatu altistannos kvantitatiivisesti vastaa pitoisuutta kudosis- ja solutasolla. Eräitä poikkeuksia lukuunottamatta ei myöskään vielä pystytä paikantamaan vahingollisia reaktioita elimissä, kudoksissa ja soluissa.

Metallin reaktiokelpoisesta olomuodosta kudoksessa, joko hyödyllisenä tai haitallisena on käytetty anglosaksista sanontaa bioavailability. Tähän käsitteeseen liittyvät metallimyrkytysten mekaniismien suurimmat salaisuudet, joita ei vielä läheskään yksityiskohtaisesti tunneta. Ennen kuin metalliyhdiste on joutunut verenkiertoelimistöön esim. suun kautta nautittuna, sen määrä veressä riippuu useasta tekijästä. Niinpä yhdisteen biotransformaatio on saattanut alkaa jo suoliston seinäsolujen aktioiden johdosta tai ovat maksasolut muuttaneet yhdisteen kemiallista koostumusta ja ekstrahoineet siitä osan, joka erittyy pois sappiteiden kautta. Suolistossa voivat eri metallit myös häiritä ja muuttaa toistensa ja muiden aineiden imeytymistä. Niinpä kadmiumi alentaa läsnäolollaan sinkin ja kuparin imeytymistä; kalsiumi puolestaan kadmiumin, sinkki kuparin sekä magnesiumi fluoriidien imeytymistä. Vanhastaan tiedetään maidon lisäävän lyijyn imeytymistä suolistosta.

Käytännön ongelmakysymyksiä haitatekijöiden määrittelyssä ja normien sekä altistumisrajoitusten asettamisessa ovat nimenomaisesti olleet juuri elimistössä vaikuttavien metalliyhdisteiden kemiallinen koostumus. Kun esimerkiksi kansainvälinen syöväntutkimusinstituutti (IARC) pari vuotta sitten teoreettisen tarkastelun, siihenastisten eläinkokeiden ja epidemiologisten tutkimustulosten perusteella päätti, että kaikki nikkeliyhdisteet ovat syövän syntyä edistäviä, herätti päätös arvostelua. Väliittömästi päätöksen jälkeen voitiinkin uusissa eläinkokeissa osoittaa, ettei tämä ainakaan määrättyjen nikkelioksiidien osalta pitänyt paikkaansa.

Edellä on yleisesti kosketeltu metallien ja metalliyhdisteiden aineenvaihduntaa sekä eräitä niiden erikoispiirteitä kudoksissa. Yhteenvetona voidaan todeta niiden myrkyvaikutusten riippuvan

monista sisäisistä ja ulkoisista tekijöistä. Ne vaikuttavat ihmiselämäntiloihin joutuneina moniin elimiin ja elinsysteemeihin. Niiden pääasiallisimpana myrkytyskohteena ovat spesifiset biokemialliset prosessit, ns. entsyymitoiminnot ja/tai solukalvot, joiden läpi ne joko diffundoituivat sellaisenaan tai määrätyn, aktiivisen kuljetusprosessin avulla. Ne todennäköisesti, että myrkyvaikutus perustuu interaktioon vapaan metallijonin ja kohdesolukon välillä. Ilmeisesti useat eri tekijät yhtäaikaaisesti aikaansaavat tässä tapahtumassa toksisen vaikutuksen. Niinpä kyseessä olevan metallin aineenvaihdunta saattaa olla identtinen ja kilpaileva jonkin elimistölle välttämättömän aineen kanssa. Tästä syystä tiedetään syntyvän kilpailua keskushermoston aineenvaihdunnassa esim. lyijyn ja kalsiumin kesken ja toisaalta lyijyn, raudan ja sinkin kesken verenmuodotuksessa. Ne solukot taas, joiden tehtävänä on kuljettaa metalleja, kuten suoliston, maksan ja munuaisten, ovat erityisen herkkiä myrkyvaikutuksille. Toisaalta näiden nimenomaisena tehtävänä on osallistua elimistön puolustusmekanismeihin muodostamalla valkuaisaine-metallikomplekseja ja siten sitoa ja varastoida metallit vaarattomiksi. Tällaisiin tunnettuihin solun sisässä havaittaviin kompleksikappaleihin sitoutuvat lyijyn lisäksi vismutti ja eräät elohopeayhdisteet. Toinen valkuaisaine, metallitioneiini puolestaan muodostaa komplekseja kadmiumin, sinkin ja kuparin kanssa. Ferritiini on rauta-valkuaisainekompleksi, joka myös on tunnistettavissa solun sisässä.

Monet muutkin tekijät kuten ikä, ruokavalio, ravitsemustila ja keskenään kilpailevien myrkyllisten metallien muut interaktiot vaikuttavat yhteisesti lopulliseen toksisuuteen. Lapset ovat erityisen herkkiä myrkytyksille siitä johtuen, että he nauttivat päivittäin huomattavasti suuremman kalorimäärän kehon painokiloa kohti kuin aikuiset. Lisäksi lasten ruoansulatuselimet absorboivat herkemmin metalleja. Yhtenä syynä myrkytysherkkyyteen on myös lasten maitodieetti.

Metallien aiheuttamia kemiallisia häiriöreaktioita ovat edellä mainittujen lisäksi yliherkkyyshäiriöt, joissa elimistön immuunivastemekanismit häiriintyvät. Elohopea, kulta, platina, berylliumi, nikkeli, kromi ja koboltti aikaansaavat vielä selittämättömästä syystä eräissä yksilöissä allergisia reaktioita. Immuunihäiriön laadusta riippuen ovat oireina joko ihottumat, limakalvoärsytys tai astma.

Metallialtistumisen pelättyjä seurauksia ovat pahanlaatuiset kasvaimet eli syöpätaudit. Vasta epidemiologisten tutkimusmenetelmien kehittyttyä 1960-luvulla on sairastavuus- ja kuolinsyysseurannassa voitu luotettavasti osoittaa syy-yhteyttä esiintyvän syövän ja metallialtistumisen välillä. Tieto on siis uutta lukuunottamatta arsenikin ja ihosyövän syy-suhdetta, mikä tunnettiin jo vuosisadan vaihteen aikoihin. Syövän syntymisen mekanismeja ei tunneta. Solut, joista syöpä alkaa, ovat saattaneet häiriintyä yksistään metallien välillisestä läsnäolosta, joka on ollut tarpeen räjähdysmäisen solukasvun alkamiseen. On myös mahdollista, että ko. reaktio johtuu ns. mutaatiosta eli soluperimän, DNA:n pysyvästä muuttumisesta metallijonin vaikutuksesta. Syövän syntyä edistäviä metalleja ovat ennen muuta arsenikki, berylliumi, kromi, nikkeli ja lyijy.

METALLIEN AIHEUTTAMAT AMMATTITAUDIT

Perinteisiä, ns. klassisia metallimyrkytyksiä ei enää kehittyneissä teollisuusmaissa tavata. Suomessakin on jo kulunut runsaat parikymmentä vuotta siitä, kun laivanromuttajilla ja akkutyöntekijöillä saattoi tavata toksista lyijykoliikkia ja vaikeata verenvähyyttä. Myöskään ei elohopean tai mangaanin aiheuttamia hermohalvauksia ole pitkään meillä tavattu. Metallikumetapaukset ovat nekin käyneet harvinaisiksi. Voidaankin kysyä onko nyky-yhteisössä lainkaan aiheita huoleen metallien mahdollisista terveydellisistä haitoista. Vastaus on yksiselitteinen. Aiheita huoleen on kahdestakin syystä. Ensimmäinen koskee ihmisten yleistä altistumista metalleille ympäristön saastumisen kautta. Toinen koskee ammattisaan altistuvia ihmisiä. Pitkäaikainen pienille määrille jatkuvasti altistuminen on reaalinen ongelma. Se on sitä perinteisen myrky-

vaikutuksen, syövän kehittymisen sekä sikiöön ja perimään mahdollisesti vaikuttavien ominaisuuksiensa takia.

Työterveyslaitoksen yhdessä tapaturmavakuutuslaitosten kanssa vuosittain laatimista selvityksistä voidaan todeta mm. vuoden 1986 aikana rekisteröidyn yhteensä 162 metallien ja niiden yhdisteiden aiheuttamaa uutta ammattitautitapausta. Näiden lisäksi on joukko tapauksia, joissa syyshde metalleihin sairauden aiheuttajana ei ole ollut tiedossa.

HAITTAVAIKUTUSTEN TORJUMINEN

Paras tapa estää metallien haittavaikutukset on tietenkin olla altistumatta niille. Se taas ei enää ole mahdollista ympäristöstä tulevan ja jatkuvasti kasvavan metallisaasteen takia. Sen vähentämiseen tarvittaisiin globaalisesti tehokasta yhteistyötä. Sen sijaan paikallista ympäristön metallikuormaa voidaan hyvinkin vähentää teknisillä toimenpiteillä, mikä onkin todellinen haaste suomalaiselle teollisuudelle.

Toisen maailmansodan aikana keksittiin ensimmäiset metallimyrkytysvasta-aineet, joiden avulla pystyttiin sitomaan toksiset metallit ja myös poistamaan ne elimistöstä. Puhumme kelatoivista aineista. BAL eli 2,3-dimercaptopropanooli on aine, joka suoneen ruiskutettuna pystyy kelatoimaan monia toksisia metalleja kuten epäorgaanista elohopeaa, antimonia, vismuttia, kobolttia, kromia, kulta ja nikkeliä. Aineen käyttö äkillisissä myrkytyksissä on pelastanut monen henkilön elämän. BAL ei kuitenkaan sovi kaikkien metallimyrkytysten hoitamiseen, koska sillä on omia sivuvaikutuksia ja se eräiden metallien kohdalla voi lisätä niiden myrkyllisyyttä. Toinen käytännössä tärkeä kelatoiva aine on kalsium EDTA, jonka merkitys nimenomaan lyijymyrkytystapauksissa on merkittävä. Edellisiä uudempi vasta-aine on penisilliiniamiini, joka kelatoi kuparia. Lyijyä, elohopeaa ja rautaa. Sen käytön haittana taas on sen samanaikainen hivenainemetallien kuten sinkin, kobolttin ja mangaanin sitominen. Neljäntenä vasta-aineena mainittakoon vielä äkillisissä nikkelikarbonyylimyrkytyksissä käytettävä tehokas kelaatti nimeltään ditiokarbamaatti.

LOPUKSI

Metallien ja terveyden välistä vuorovaikutusta voidaan kuvata ja ryhmittää monella tavalla. Niinpä edellä on lueteltu elimistölle välttämättömät, mutta potentiaalisesti myrkylliset metallit. Toisen ryhmän muodostakoot vahvasti myrkylliset ja monivaikutteiset metallit, joista esimerkkinä arsenikki, elohopea ja lyijy, kolmannen ryhmän voisi katsoa muodostuvan lääkkeellisesti käytetyistä, niinkään potentiaalisesti toksisista metalleista kuten vismutti, kulta ja litium sekä neljännen ryhmän vaarattomista tai vähätehoisista metalleista kuten antimoni, barium ja magnesiumi. Kokonaan toinen tapa on ryhmittää ihmiseen biologisesti vaikuttavat metallit esim. syöpää synnyttäviin, allergiaa aiheuttaviin ja elinmyrkyttäviin.

Metallien ja niiden yhdisteiden voittopuolisesti terveydentilaa haittaava vaikutus ekologisena sekä väestöön ja yksilöön kohdistuvana ongelmana on jo suuri. On aivan selvää, että puolustusmekanismit, joita ihminen omaa lähes uskottoman hienojen rakenteellisten ja aineenvaihdunnallisten ominaisuuksiensa ansiosta, petävät, jos niitä kuormitetaan liikaa. Niin pitkälle ei ole lupa mennä! Teollisuuden piirissä myös metallien valmistajien ja käyttäjien velvollisuutena onkin osallistua nyt ajankohtaiseen tutkimustyöhön ja terveydellisten vaarojen torjumiseen kaikilla torjunnan aloilla.

SUMMARY

METALS AND HEALTH

The metabolism of metals is briefly described and their essentiality versus toxicity is discussed. Special attention is paid to the role of the metal industry and the users of metallic products in polluting the environment. The author finally presents some domestic figures on occupational diseases caused by metals and the methods of therapy in acute intoxications.

Luonnonsuojelun näkökulma geologiseen tutkimukseen, malminetsintään ja kaivostoimintaan

FT Matti Helminen, Metsähallitus, Luonnonsuojelualuetoimisto, Helsinki

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 17.3.1989

Tietoja alueiden geologiasta tarvitaan luonnonsuojelualueita rajattaessa sekä niiden käytön ja hoidon suunnittelun pohjaksi. Täten geologisen tutkimuksen ja luonnonsuojelualueista vastaavien viranomaisten yhteistyön tulisi olla paljon nykyistä kiinteämpää. Ovathan maa- ja kallioperä suojelualueen olennaisia osia ja suoje-lukohteita siinä kuin alueen "elävä luontokin". Geologinen tutki-mus on useimmilla suojelualueillamme luvanvaraista samoin kuin muukin sellainen tutkimus, joka edellyttää näytteiden ottamista tai muuta varovaistakin luonnon muuttamista.

Malminetsintä on kuitenkin ristiriidassa suojelualueiden perusta-mistavoitteiden kanssa, koska sen tavoitteena on hyödynnettävän malmin tai muun kaivannaisen löytäminen. Malminetsintä valtion luonnonsuojelualueilla edellyttää ympäristöministeriön lupaa. Mi-nisteriö on kuitenkin kirjeellään 23.4.1986 oikeuttanut metsähalli-tuksen ja metsäntutkimuslaitoksen suojelualueiden hallintovirano-maisina myöntämään luvat ns. kevein menetelmin tapahtuvaan malminetsintään. Mm. syväkairaukset ja koekuopat edellyttävät kuitenkin edelleen ympäristöministeriön myönteistä kannanottoa. Kaikki lupahakemukset voidaan kuitenkin osoittaa suojelualueesta riippuen joko metsähallitukselle tai metsäntutkimuslaitokselle.

Luonnonsuojelualueen säännökset eivät estä kaivoslain mukai-sen valtauksen perustamista, mutta kaivoslain 71 §:n mukaan täl-laisella valtauksella voidaan toimia vain suojelualueen säännösten mahdollisesti rajoittamalla tavalla.

Kaivostoiminta uusiutumattoman luonnonvaran käyttönä ja luontoa yleensä olennaisesti muuttavana toimintana ei ole mahdo-lista luonnonsuojelualueella purkamatta rauhoituspäätöstä tai muuttamatta suojelualueen rajausta. Valtion maalle perustetun suo-jelualueen lakkauttaminen tai rajan muutos edellyttävät joko lain

tai asetuksen muutoksen riippuen siitä, onko alue perustettu lailla vai asetuksella. Suojelualueen lakkauttaminen tai pienentäminen vaatii käytännössä erittäin painavia taloudellisia perusteita mutta on toki mahdollista.

Irto-kullan huuhtonta "perinteisin menetelmin" on sallittua esi-merkiksi Urho Kekkonen ja Lemmenjoen kansallispuistoissa, vaika se aiheuttaakin palautumattomia luonnontilan muutoksia. Kulta-perinteen ja siis myös toimivien kultavaltausten säilyminen kuuluu erityisesti Lemmenjoen kansallispuiston runkosuunnitelman mää-rittelemiin tavoitteisiin, mutta koneellistunut, teollinen kullantuotanto on aiheuttanut vakavia ympäristöhaittoja myös valtausalueiden ulkopuolella. Koneiden käyttö vesipumppuja lukuunottamatta on Lemmenjoen kansallispuistossa kielletty 1988 annetulla järjes-tyssäännöllä. Konekaivajille on kuitenkin myönnetty siirtymäaika kunkin valtauskauden loppuun saakka.

Suojelualueiden ja luonnonmuistomerkkien perustaminen on Suomessa tehty paljolti biologisin, maisemallisin tai historiallis-kansatieteellisin perustein. Geologisin perustein lienee muodostet-tu vain muutama luonnon muistomerkki, joista yksi sijaitsee Hel-singin Kaivopuistossa. Tilanne saattaa olla seurausta geologien biolo-geja vähäisemmästä suojeluhenkisyydestä. Kunnon "vuori-mies" lienee arvostanut "maan kuoren rikkauksia" vain hyödyntä-miskohteina eikä ole pohtinut esiintymien säilyttämisen tarvetta. Meillä on kuitenkin varmasti lukuisia mineralogisia tai rakenne-geologisia esiintymiä tai irtaimien maalajien muodostumia, joiden säilyttäminen jälkipolville olisi yhtä perusteltua kuin jonkin eliöla-jin pelastaminen sukupuutolta. Miksi emme kokoaisi geologisten kohteiden suojeluohjelmaa esimerkiksi soiden- ja harjujen suoje-luohjelmien täydennykseksi?

Malminetsintä ja luonnonsuojelu

FT Juhani Nuutilainen, Malminetsintä, Outokumpu Oy, Lapin Malmi, Rovaniemi

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 17.3.1989

Suomen luonnonsuojelualueet jakautuvat epätasaisesti. Kun ehdo-tetut erämaa-alueet tulevat voimaan, on luonnonsuojelualueita 8 % maan pinta-alasta, Lapin läänistä kuitenkin jo 25 %. Kaivoslain mukaisia valtausalueita ja kaivospiirejä yms. on vain n. 1 promille pinta-alasta. Kun valtauksista pieni osa sattuu luonnonsuojelua-lueelle, ei malminetsintä liene mainittava haitta luonnonsuojelulle. Toisinpäin tilanne on erilainen eritoten Pohjois-Suomessa.

Valtauskirjalla saa kaivosoikeuden periaatteessa vielä löytämät-tömään malmiin. Malminetsintä eri tyyppisillä luonnonsuojelua-lueilla on luvanvaraista, ei siis kiellettyä. Asiasta on säännökset kaivoslaissa ja luonnonsuojelulaeissa. Logiikka vaatii, että jos malminetsintä on sallittua ja koska se taloudellisena toimintana tähtää kaivostoimintaan, niin kaivosoikeuden luonnonsuojelua-lueella tulisi olla periaatteessa selvän. Ympäristöministeriön käsi-

tyksen mukaan näin ei olisi, vaan kaivoksen perustamisoikeudesta jouduttaisiin päättämään erikseen korkealla taholla. Kun asiaa kos-kevia selventäviä säädöksiä ei ole, on perustaminen epäselvä ja valtauskirjalla saatu oikeus rajoitettu ilman että laki sitä rajoittaa. Tämä on omiaan vähentämään myös malminetsintää. Epäkohta tu-lisi korjata ja Vuorimiesyhdistys voisi olla siinä aloitteen tekijänä.

Ympäristöministeriö on antanut ohjeet malminetsintäorganisaatioille ja luonnonsuojelun paikallishallinnolle lupamenettelystä malminetsintään suojelualueella. Järjestelmä on todettu toimivaksi, vaikka puutteitakin on, lähinnä tutkimusaikojen pitenemisen vuoksi. Luvan ehdoista tapauksissa, joissa valtausalueilla jouduttaisiin merkittävämpiin töihin, esim. maanpoistoon, ei kuitenkaan ole toistaiseksi tietoa.

Kaivosoikeuden ja luonnonsuojelulakien keskisiä ristiriitoja

esiintyy Pohjois-Suomessa. Metsähallitus on Lemmenjoen kansallispuistossa, jossa kullanhuhdonta on alunperin lailla taattu, antanut järjestyssäännöissä kiellon, että koneellisen huuhdonnan tulee loppua, kun valtausaika päättyy. Tässä ei ole mm. sitä otettu huomioon, että valtauksella saatu oikeus malmiin jatkuu mm. kaivospiiriin voimassaoloajan ja on puututtu menetelmään, joka oli jo 1950-luvulla käytössä täällä. Ympäristöministeriö on myös suunnittelemassa luonnonsuojelualuetta Sodankylän Koitelaiseen. Han-

ketta on kerran lykätty malminetsinnän tähden. Kun alueelta on todettu ilmeisesti Suomen merkittävin kromimalmivaranto, jonka hyväksikäyttö voi tulla kyseeseen joidenkin vuosikymmenien kuluessa, tulisi mieluummin suojella alueen luontoa alemmanasteisella menettelyllä tai vähintään lakiin otettavalla lausumalla taata kaivosoikeus, kuten aikoinaan on taattu mm. Jussarön luonnonsuojelua muodostettaessa.

Geotieteiden käyttö ympäristötutkimuksessa

Professori Reijo Salminen, Geologian tutkimuskeskus, Espoo

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 17.3.1989

Ympäristötutkimusten nimellä tehtävä tutkimus on Suomessa niinkin muuallakin maailmassa tämän päivän tieteen muoti-ilmiö. Ympäristötutkimus käsitteenä on venyvä, osittain hämäräkin, täsmällistä määrittelyä ei löydy. Ihminen on omalla toiminnallaan aiheuttanut elinympäristöönsä muutoksia, jotka jo nyt vaikeuttavat omaa elämää (esim. metsätuhot). Näin ympäristötutkimukset ovat syntyneet pakon sanelemina. Ympäristötutkimuksessa on kyse laajasta ongelmakentästä joka vaatii monien tieteenalojen osaamista ja edellyttää että eri alojen tutkijat puhuvat samaa kieltä ja hahmottavat kukin oman osuutensa kokonaisuudesta. Tutkimus on suunnattava siten, että vaurioiden korjaus ja uusien estäminen on mahdollista.

Geotieteiden asema ympäristötutkimuksessa on keskeinen, koska maaperä on olennainen osa useimpien ekosysteemien toiminnassa. Yksinään geotieteet eivät kuitenkaan voi tuottaa merkittäviä tuloksia, vaan niiden tärkein tehtävä on täydentää omalta ratkaisuvalta osaltaan ekologista tutkimusta.

Tähän mennessä geotieteellisissä ympäristötutkimuksissa on keskitytty suurimmaksi osaksi ympäristössämme tapahtuneiden antropogeenisten kemiallisten muutosten seurantaan ja tutkimuksiin (hapan sade, maaperän happamoituminen, raskaat metallit, pohjaveden pilaantuminen, geolääketiede). Geotieteellistä ympäristötutkimusta voitaisiin merkittävästi lisätä yhdyskuntasuunnittelun sektorilla (maa- ja kiviainestutkimukset, maankäytön suunnittelu, kaatopaikkaselvitykset, maanvyörymät ja maanjäristykset). Ainoalaatuinen mahdollisuus geotieteillä on menneisyydessä tapahtuneiden ympäristömuutosten selvittämisessä (mikrofossiilitutkimukset, sedimentaatiotutkimukset). Vähäinen muttei niinkään vähämerkityksinen tehtäväkenttä geotieteellisissä ympäristötutkimuksissa on luonnon muistomerkkien suojeluun liittyvät selvitykset.

Geotieteellisten — niinkuin muidenkin alojen — ympäristötutkimusten päämääränä tulee tämän päivän yhteiskunnassa olla ihmisen toiminnan sopeuttaminen luonnon vaatimuksiin niin, että ihmisen olemassaolo uhkaavilta katastrofeilta vältytään.

Ympäristöön liittyviä hankkeita geologien piirissä

FM Marjatta Virkkunen, Geologian tutkimuskeskus, Espoo

Kuten edellä painetuista esitelmien tiivistelmistä ilmenee, Vuorimiesyhdistyksen Geologijaoston kokouksessa 17.3.1989 pidettiin Vuorimiespäivien yleisen teeman mukaisesti luonnon- ja ympäristönsuojeluun liittyviä esitelmiä. Niissä käsiteltiin aihetta geologien työhön ja mahdollisuuksiin liittyen. Kyseiseen teemaan liittyvät ajatukset ovat viime aikoina geologien piirissä tulleet entistä tärkeämmiksi. Nämä seikat eivät suinkaan enää jää pelkän puheen ja keskustelun asteelle, sillä esim. Geologian tutkimuskeskus on perustanut projektiorganisaatiot maksullista palvelutoimintaa varten kiviaines-, maa-aines- ja ympäristötutkimuksiin. Järkevä luonnonvarojen käyttö edellyttää luonnonvarojen inventointia samalla kun selvitetään suojeluun sopivat kohteet.

Ympäristöministeriö on tilannut GTK:lta luettelon geologisesti ja geomorfologisesti arvokkaista kallio- ja maaperäkohteista suojelua silmälläpitäen. Kohteet voivat kooltaan olla suurista kokonaisuuksista yksityiskohtiin. Vuorimiehiltä odotetaan erityisesti tietoa suojeltaviksi sopivista vanhoista kaivosmiljöistä, sillä ne ovat muuten katoavaa perintöä. Luonnollisesti myös kaikki muut mielestäsi tärkeät geologiset kohteet tulisi saada suojeltua. Kohteet tullaan luokittelemaan kansainvälisesti, kansallisesti, maakunnallisesti ja seudullisesti tärkeisiin. Luettelot painetaan ja niiden avulla tie-

toa geologiasta pyritään levittämään esim. kuntien ympäristölautakuntien kautta. Mahdolliset suojelupäätökset tehdään poliittisena päätöksenä tämän luettelointityön valmistuttua, lausuntokierroksen jälkeen.

Tietoja, mieluummin kirjallisena ja lähettäjän osoitetiedoilla varustettuna, pyydetään lähettämään osoitteella:

Geologian tutkimuskeskus
Kiviainestutkimukset
FT Irmeli Vuorela
02150 ESPOO

Vuorimiespäivien yleiseen teemaan liittyy myös meneillään oleva tapahtuma, "maakuntakivikilpailu". Tarkoituksena on valita kullekin Suomen maakunnalle tyypillinen kivilaji tai mineraali. Tapahtuman avulla pyritään saamaan ns. suuri yleisö havainnoimaan ja tuntemaan luontoa myös kivien osalta, kiinnostumaan maankamarasta. Yleensäkin tuttuun asiaan suhtautuu toisin kuin tunteemattomaan, sitä haluaa tarkkailla, suojella ja varjella tuhoutumasta. Kilpailun järjestäjinä ja sponsoreina ovat mm. Geologian tutkimuskeskus, Kiviteollisuusliitto, Suomen Matkailuliitto, Tiedekeskus Heureka ja Helsingin Yliopiston kivimuseo.

Jatkuvavalun teknologiaohjelma

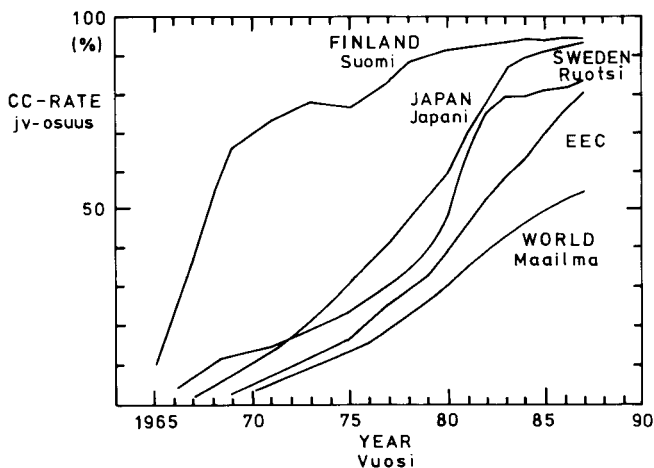
Professori Lauri Holappa, TkL Seppo Louhenkilpi, Teknillinen korkeakoulu, Metallurgian laboratorio, Otaniemi

VALANNEVALUSTA JATKUVAVALUUN

Jatkuvavalumenetelmän kehittäminen tutkimuslaitteistoista tuotantovälineiksi tapahtui 1950–60-luvuilla. Suomessa oltiin käyttöönottajien eturintamassa soveltamassa uutta teknologiaa. Imatran terästehtaalla otettiin v. 1965 käyttöön teelmäihioita valava 3-linjainen, kaarevakokillinen jv-kone valannevalun rinnalle. Rautaruukin terästehtaan valumenetelmäksi valittiin jatkuvavalu ja I investointivaiheessa v. 1967 asennettiin kolme levyaihiota valavaa pystykoneetta Raahen terästehtaalle. II vaiheessa rakennettiin lisäksi kaksi kaarevakokillista valukonetta v. 1976. Koverharin terästehtas käynnistyi v. 1971 ja valu tapahtui kahdella teelmäihioineella.

Outokumpu Oy:n Tornion jaloterästehtaan valumenetelmäksi otettiin pystysuora, taivutusmallinen jv-kone v. 1976. Näinollen jo 1970-luvun lopussa valettiin Suomessa yli 90 % teräksestä jatkuvavalumenetelmällä (kuva 1). Kun tuotannon siirto Imatran terästehtaan v. 1989 käyttöönotetulle bloomiaihiokoneelle tapahtuu täydessä mitassa, siirtyy valannevalu ja Suomen ensimmäinen jv-kone historiaan. Samalla nousee valssausaihiota valmistavan terästeollisuutemme jv-osuus 100 %:iin.

Rohkea, mutta oikein ajoitettu jv-tekniikan käyttöönotto oli eräs terästeollisuutemme menestystekijöitä 1970–1980-luvuilla. Merkitsihän se mm. lähes 10 %:n tuotoserolla selvää kilpailuetua valannevalua käyttäviin tehtaisiin. Luonnollisesti kuitenkin myös kilpailijat ovat reagoineet. Erikoisesti 1980-luvun alun vaikeat ajat, tuotannon supistukset ja terästeollisuuden heikentynyt kannattavuus pakottivat nostamaan tuottavuutta ja tehostamaan toimintaa. Tämä saatiin aikaan investoimalla uuteen teknologiaan ja näin myös jatkuvavalu yleistyi nopeasti (kuva 1). Ensimmäisenä reagoitiin Japanissa, mutta myös mm. Ruotsissa, Länsi-Saksassa ja Eng-



Kuva 1. Jatkuvavalun osuuden kasvu eräissä maissa vuosina 1965–87 (Lähde: Handbuch Stahl, Verlag Stahleisen).

Fig. 1. Growth of continuous casting rate in a few countries. (Ref. Handbuch Stahl).

lannissa on kehitys ollut nopeaa. Suomalaisten terästehtaiden kilpailuetu on kurottu umpeen.

Kehitys oli näkyvässä jo 1980-luvun alussa. Nähtiin, että kilpailukyvyyn säilyttämiseksi oli panostettava jatkuvavaluprosessin kehittämiseen. Keskeisiä alueita olivat:

- tekniikan korkea taso: koneiden uudistaminen, korjaukset, parannukset
- ohjausmenetelmien kehittäminen: mittausten menetelmät, instrumentointi, prosessin mallittaminen, prosessin ohjaus
- jv-metallurgisen tietotaidon parantaminen laajapohjaisen tutkimus/koulutusyhteistyön kautta.

Teollisuuden ja korkeakoulujen välisten keskustelujen tuloksena laadittiin tutkimusohjelma, joka samoihin aikoihin tapahtuneen TEKESin perustamisen ja teknologiaohjelmien käynnistämisen seurauksena muodostettiin teknologiaohjelmaksi ”Teräksen jatkuvavaluprosessin kehittäminen”. Tämä 5-vuotinen ohjelma käynnistettiin v. 1984 lopussa ja on toteutettu kahdessa vaiheessa 1985–87 ja 1988–89. Ohjelman toteuttamiseen ovat osallistuneet TKK, Metallurgian laboratorio päävastuullisena, Jyväskylän yliopiston matematiikan laitos ja Lappeenrannan TKK. Teollisuuden puolelta ovat mukana olleet kaikki teräksen jatkuvavalajat, Outokumpu Oy/Tornio, Ovako Steel/Imatra, Rautaruukki Oy/Raahen ja Dalsbruk Oy/Koverhar. Hankkeen rahoituksesta ovat vastanneet TEKES ja yritykset. TEKESin tavoitetutkimusrahoitus oli em. vuosille 2,2 milj. mk. Yritysten tutkimuskustannukset ovat vuosina 1985–89 arviolta 9 milj. mk ja hankkeen kokonaiskustannukset n. 16 milj. mk. Eräitä hankkeeseen liittyneitä tutkimuksia on myös tehty Suomen Akatemian tuella.

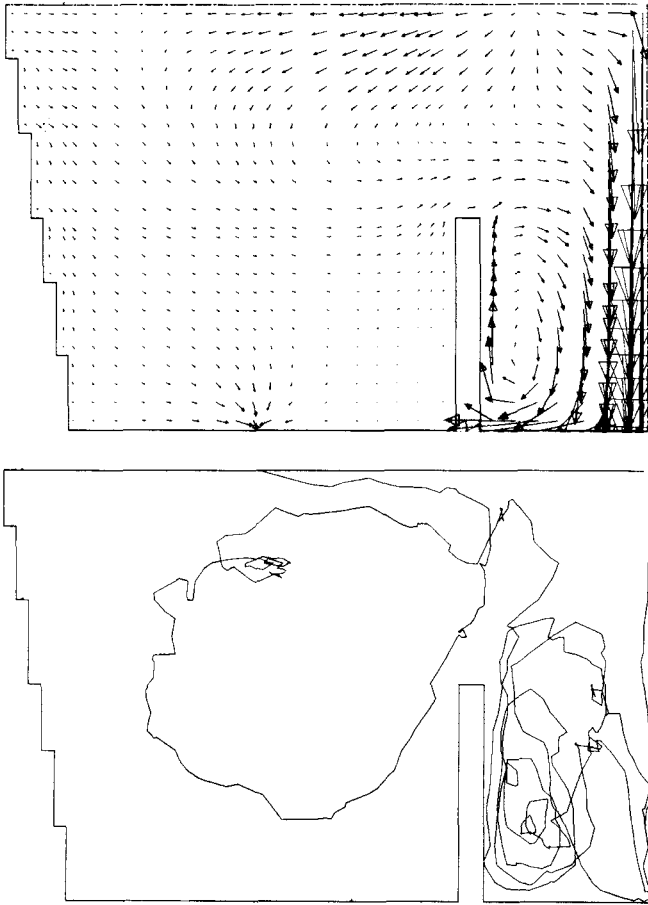
Verrattuna muihin teknologiahankkeisiin on tämä hanke ollut varsin pieni, erityisesti tavoitetutkimusrahoituksen osalta. Metallurgian alan tutkimukseen suunnattuna voidaan panostusta pitää kuitenkin kohtalaisen suurena ja kohdealueeltaan tärkeänä. Seuraavassa on esitetty eräitä hankkeen tutkimuskohteita ja saatuja tuloksia.

VÄLIALLASMETALLURGIAN MERKITYS KASVAA

Välialtaan (välisenkan) tarkoituksena on toimia välisäiliönä senkan ja kokillien välillä ja useampilinjaisilla koneilla jakaa sula teräs kokilleihin. Välialtaan merkitys teräksen kuonapuhautuksen parantamisessa ja varmistamisessa on erityisesti vaativilla teräslajeilla tullut tärkeäksi. Myös valulämpötilan (teräksen kokilliin tulolämpötilan) tarkkuus ja tasaisuus ovat tärkeitä ja niihin voidaan vaikuttaa välialtaassa. Em. kysymyksissä ratkaisevia ovat välialtaan koko, muoto ja virtaukset.

Jv-hankkeessa on tutkittu välialtaan muodon ja virtausohjainten vaikutusta virtauskuviioon ja viipymäaikaan vesimallikokeilla. Lukuksia levyaihi- ja bloomivälialtaita on rakennettu pleksistä ja tutkittu käyttäen johtokykymittausta, pH-mittausta ja merkkiainetekniikkaa.

Toinen käytetty menetelmä on virtausten matemaattinen mallittaminen. Tutkimus aloitettiin yhteistyöllä amerikkalaisen Ohio Sta-



Kuva 2. Fluent-ohjelmistolla simuloituja tuloksia eräässä 2-linjaisessa välialtaassa. Kuvassa on esitetty vain välialtaan vasen puolisko. Yläkuva: Virtausnopeuskuvio (keskiosan leikkauspinnalla). Alakuva: Kuonapartikkelin ($Q=3000 \text{ kg/m}^3$, $\phi=50 \text{ }\mu\text{m}$) eräs satunnaiskulkurata ko. olosuhteissa.

Fig. 2. Flow pattern in a two strand tundish calculated with FLUENT program (above). One stochastic trajectory of an inclusion (below).

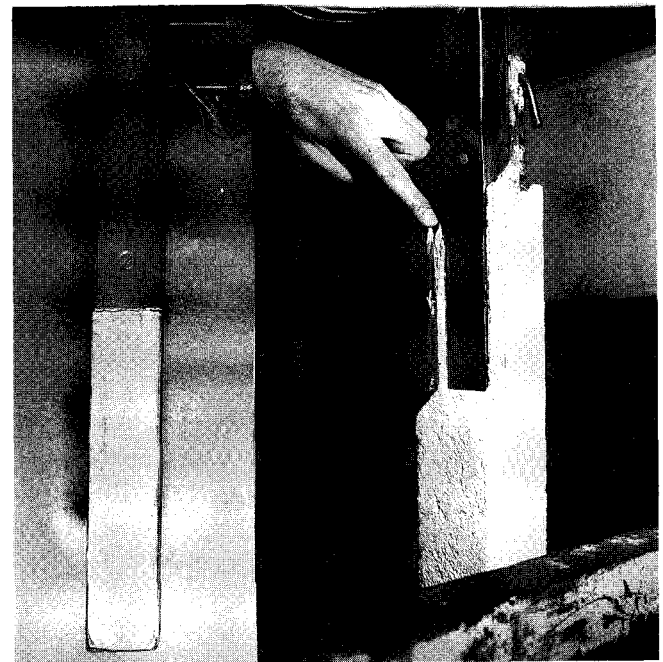
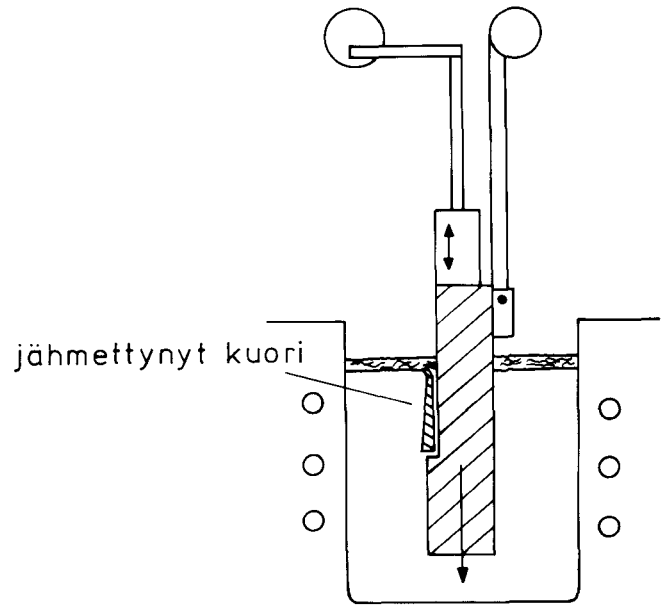
te Universityn kanssa ja on myöhemmin jatkettu soveltamalla kaupallisia valmisohjelmistoja (FLUENT, FIDAP). Tulokseksi saadaan virtausnopeuskuvia sekä selko virtauksen turbulentsuudesta/laminaarisuudesta. Myös epämetallisten kuonapartikkelien kulkuratoja ja erottumistodennäköisyyksiä voidaan laskea (kuva 2).

Väliallastutkimuksia on tehty paljon teollisuuden tarpeista lähtien, on testattu erilaisia vaihtoehtoja uusia välialtaita suunniteltaessa ja on pyritty optimoimaan virtauksia virtausohjaimilla olemassa olevissa välialtaissa. Sivutuotteena on tietämys vesi- ja maataattisista malleista kasvanut.

KOKILLI – JV-KONEEN SYDÄN

Kokillissa alkaa sulan jähmettyminen ahioksi, metallisulan pinnan ja vesijähdytetyn kokillin kohtauspisteessä – meniskuksessa – alkaa jähmeän kuoren muodostuminen. Meniskusalueen ilmiöt, kokillin liike, valupulverin muodostaman kuonan voitelu ja lämmönsiirto kokillin eri osissa ovat tekijöitä, jotka suurelta osin määräävät aihion pinnan ja pintakerroksen rakenteen ja vikojen synnyn. Tavoitteena on tasainen, halkeamavapaa pinta ja tasaisen paksumuinen pintakerros.

Meniskusalueen ja primäärijähmettymisen tutkimiseen on kehitetty laboratoriomittakaavainen kokillisimulaattori (kuva 3). Tällä



Kuva 3. Jv-simulaattorin kaaviokuva ylhäällä. Al_2O_3 :lla päällystetty kokilli vasemmalla ja keraamisen suojuksen ympäröimä kokilli valmiina kokeeseen oikealla.

Fig. 3. Schematic picture of the CC-simulator (top), a mould coated with Al_2O_3 (left), a mould inside a ceramic cartridge (right).

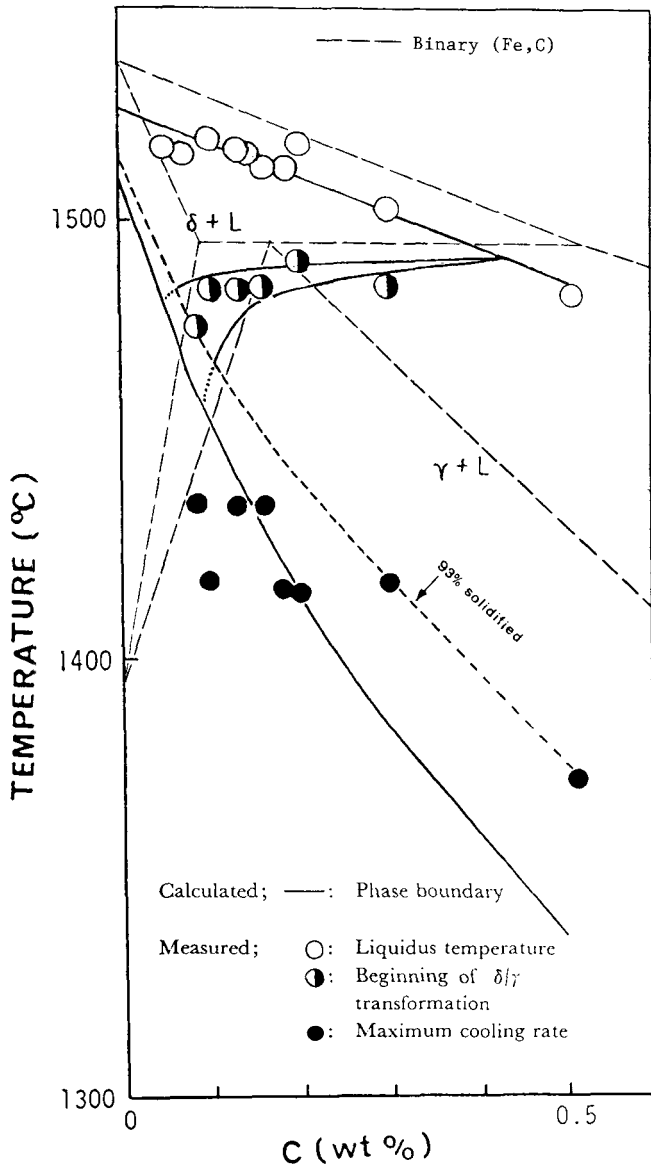
on tutkittu erikoisesti meniskusalueen lämmönsiirron vaikutusta kokillin edestakaisen liikkeen seurauksena syntyvän iskunjäljen muodostumiseen ja jähmettyvän kuoren rakenteeseen. Kokillin lämmönsiirto-ominaisuuksia on mitattu pinnoittamalla osa kuparikkolla erilaisilla metallisilla tai keraamisilla pinnoitteilla. Pinnoitteet yleisesti pienentävät lämmönsiirtoa ja puhutaan ns. hot-top-kokilleista.

Toinen kokilliin liittyvä tutkimusaihe on ollut sulavirtaukset kokillissa. Välialtaan ja kokillin välisen valuputken (jatketiilen) rakenteen vaikutusta virtauksiin kokillissa on tutkittu vesimalleilla.

AIHION JÄHMETTYMISEN PROBLEMATIIKKA

Aihion jäähdytys alkaa kokillissa ja jatkuu sen alapuolella toisiojähdytysalueella yleensä usean metrin matkalla. Aihion koosta ja valunopeudesta riippuen voi sulakartion pituus olla 15–20 m:iin saakka. Jäähdytys/lämmönsiirto ahiosta kontrolloi jäähdytysnopeutta. Syntyvään rakenteeseen (primääriiseen kiderakenteeseen ja suotautumiseen) vaikuttavat lämmönsiirron ohella teräksen koostumus, seostus, epäpuhtaudet, sulkeutumiset ja erkaumat. Myös sulassa tapahtuvalla luonnollisella tai sekoituksen aikaansaamalla konvektiolla voi olla huomattava vaikutus jäähdytysnopeuteen.

Aihion jäähdytystä kuvaamaan on kehitetty matemaattinen malli (Jyrki Miettinen, TKK), jolla voidaan kuvata matalaseosteisen hiiliteräksen jäähdytystä ja mikro-suotautumista. Kuvassa 4 esitetty mallilla laskettu ”dynaaminen tasapainopiirros” kuvaa jat-



Kuva 4. Laskettu ja kokeellisesti määritetty dynaaminen faasi-diagrammi systeemille 0.0–0.5 p%C + 2 p%Mn + 0.02 p%P + 0.005 p%S + 0.01 p%Si ($G = 0.5^\circ\text{C/s}$, $d = 360 \mu\text{m}$).

Fig. 4. Calculated and measured "dynamic" phase diagram for a steel with 0.0–0.5 wt% C, 2 wt% Mn, 0.02 wt% P, 0.005 wt% S, 0.01 wt% Si, cooling rate = 0.5°C/s , dendrite arm spacing $d = 360 \mu\text{m}$.

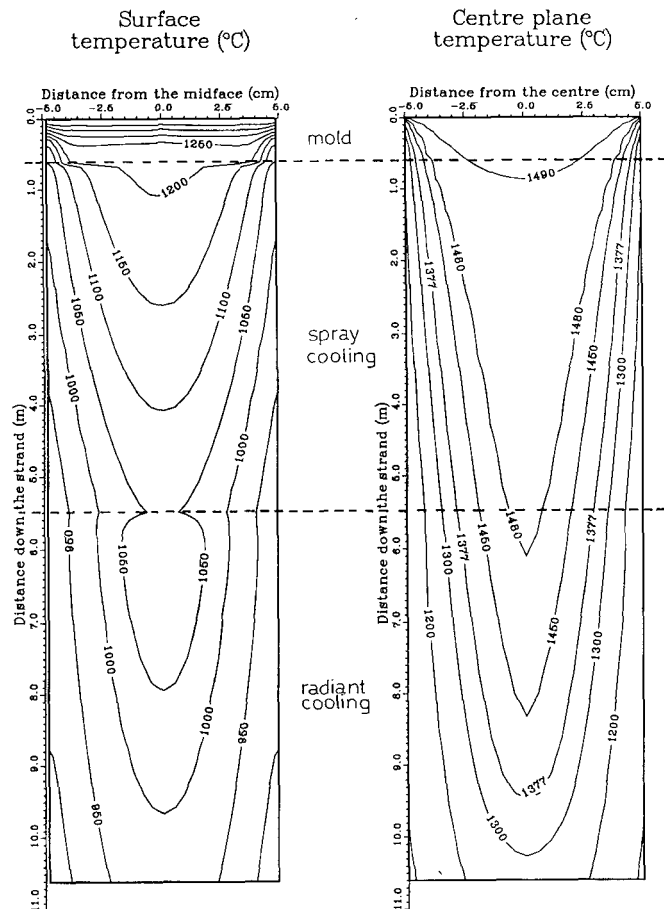
kuvavalun olosuhteissa tapahtuvaa jäähdytymisen kulkua, mikä poikkeaa huomattavasti todellisesta tasapainopiirroksesta. Vastava malli on kehitetty myös ruostumattomalle teräkselle.

LÄMPÖTILAMALLISTA SEKUNDÄÄRI-JÄÄHDYTYKSEN OHJAUKSEEN

Aihion jäähdytystä voidaan kontrolloida sekundääri (toisio-) jäähdytystä säätelemällä. Nykyaikaisissa ohjausmalleissa on säädön perustana aihion lämpötilamalli, matemaattinen työkalu, jonka avulla voidaan laskea aihion lämpötilajakauma kautta koko aihion.

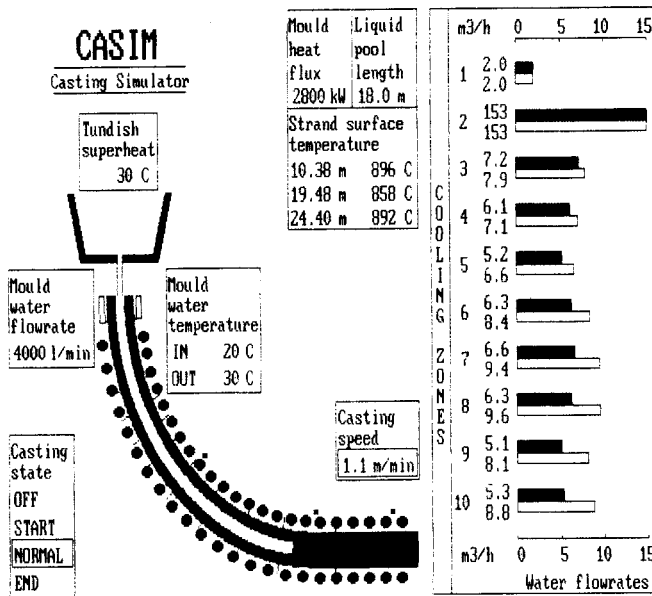
Hankkeen alkuvaiheessa kehitettiin Jyväskylän Yliopiston Matematiikan laitoksen ja TKK:n Metallurgian laboratorion yhteistyönä lämmönsiirtoyhtälöihin perustuva aihion staattinen, 2-dimensio-naalinen lämpötilamalli. Malli laskee aihion lämpötilajakauman, kun valunopeus, yllilämpö ja jäähdytystä vastaavat lämmönsiirto-kertoimet aihion reunalla annetaan. Lämpötilajakaumasta saadaan edelleen lasketuksi mm. sulakartion pituus ja ns. kaksifaasialueen (solidus- ja liquiduslämpötilojen välinen alue) sijainti. Laskentaesimerkki on kuvassa 5 (Erkki Laitinen/JY, Seppo Louhenkilpi/TKK).

Lämpötilamalliin perustuen on kehitetty sekundäärijäähdytyksen optimointimalli (Erkki Laitinen/JY, Seppo Louhenkilpi/TKK), jonka avulla voidaan laskea tarvittava jäähdytys kokillista leikkauspisteeseen saakka, kun tietyt jäähdytyskriteerit on annettu (esim. sulakartion maksimipituus, haluttu oikaisupisteen pinnanlämpötila jne). Jatkuvavaluprosessin sekundäärijäähdytyksen ohjaukseen on kehitetty dynaaminen malli (CASIM, Jukka Laine, Seppo Louhenkilpi/TKK), joka käyttää em. staattisella lämpötila-

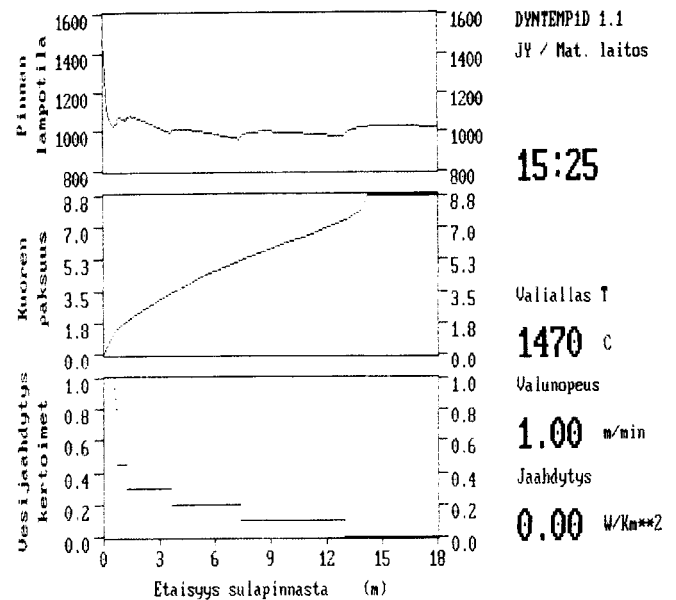


Kuva 5. Laskettuja lämpötilajakaumia ahiiossa. Vasemmalla pinnalämpötilajakauma, oikealla halkileikkauksen lämpötilajakauma.

Fig. 5. Calculated temperature distributions in a strand.



Kuva 6. CASIM-ohjausmallin näyttö.
Fig. 6. Example of the screen of the casting simulation and control program CASIM.



Kuva 7. Dynaamisen, reaaliaikaisen lämpötilamallin näyttö.
Fig. 7. Dynamic real-time temperature model. Surface temperature (top), shell thickness (middle), flow rate of cooling water (bottom).

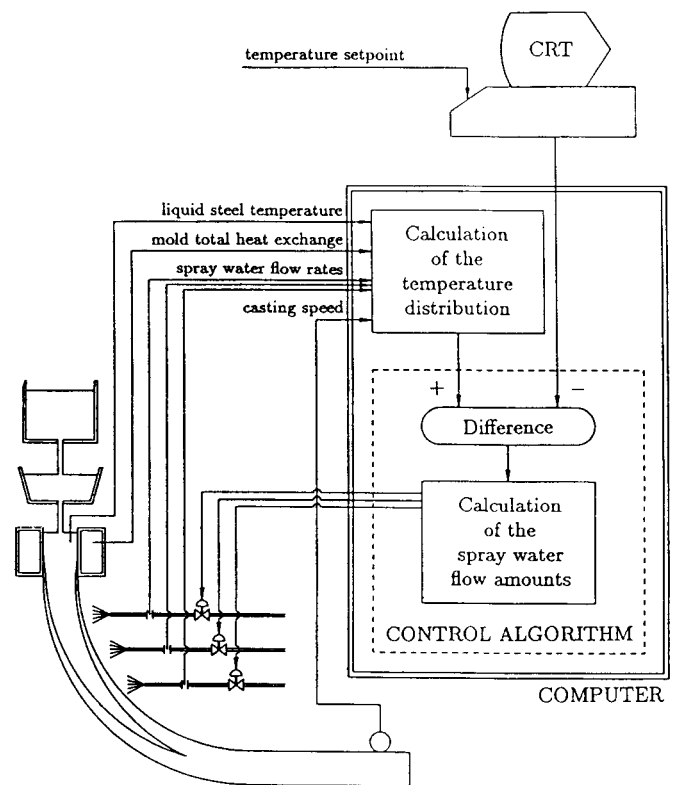
mallilla laskettuja jäädytys/lämpötilajakaumataulukkoja (kuva 6). Malli laskee valuparametrien funktiona (valunopeus, kokillilämmönsiirto, sulan yllämpö) sekä em. taulukoita käyttäen tarvittavat jäädytysvesimäärät, sulakartion piteuden ja aihion pinnan lämpötilat 2–10 s välein tietokoneen nopeudesta riippuen.

Staattisesta, 2-dimensionaalisesta lämpötilamallista on edelleen kehitetty dynaaminen, 1-dimensionaalinen lämpötilamalli. Mallilla voidaan reaaliajassa laskea tietokoneesta riippuen 10–20 s välein aihion lämpötilajakaumia valun aikana (DYNTMP, Erkki Laitinen, Timo Männikkö, Seppo Louhenkilpi) (kuva 7). Vastaavasti tästä on kehitetty dynaaminen ohjausmalli sekundäärijäädytys ohjaukseen (kuva 8). Tämä eroa edellämäitusta CASIM-mallista siinä, että se itsessään sisältää aihion lämpötilamallin; tällöin taulukoita ei tarvitse laskea etukäteen. Malli soveltuu kuitenkin ainoastaan levyaihiokoneille ja tarvitsee enemmän laskentakapasiteettia kuin CASIM-malli.

Esitetyt laskenta- ja ohjausmallit tähtäävät jäädytyksen optimointiin, niin että lämpötilan kehitys on tasainen ilman äkillisiä muutoksia ja jyrkkiä gradientteja. Käytännössä näitä ei kuitenkaan voida välttää johtuen jäädytyksen epäidealisuudesta, rullien aiheuttamasta jäädytyksestä, häiriöistä yms., joiden seurauksena aihioon syntyy lämpöjännityksiä. Jännityksiä syntyy myös ferrostaattisen paineen ja koneesta johtuvien mekaanisen puristuksen, taivutuksen tai vedon seurauksena.

Mikäli jännitykset ylittävät materiaalin muodonmuutoskyvyn, syntyy halkeamia. Lämpöjännitysten syntymistä on tutkittu käyttäen LTKK:n ANSYS-ohjelmistoa, joka kuitenkin osoittautui hankalaksi käyttää jäähdytettävien aihion jännitysten laskemiseen. Viime kuukausina on TKK:ssa kehitetty omaa, aineen viskoplastiseen käyttäytymiseen perustuvaa mallia, joka käyttää hyväkseen olemassa olevaa lämpötilamallia (T. Jormalainen, S. Louhenkilpi). Mallilla voidaan laskea myös faasinmuodonmuutoksesta aiheutuneet jännitykset.

Ferrostaattinen paine aiheuttaa aihioon pullistumista. Tämä puolestaan aikaansaa halkeamia ja makrosuotautumista. Tähän liittyen on kehitetty aihion pullistumisen laskentamalli (Jyrki Miettinen/TKK), joka myös käyttää hyväkseen lämpötilamallia. Malli itsessään perustuu primääriarvirumisen kaavoihin ja soveltuu ainoastaan levyaihiokoneille.



Kuva 8. Dynaamisen, lämpötilamalliin perustuvan sekundäärijäädytyksen ohjausmallin kaavio.
Fig. 8. Schematic diagram of the dynamic secondary cooling control system based on dynamic temperature model.

LABORATORIESTA KÄYTÄNTÖÖN

Jatkuvavalun teknologiaohjelma on sekä rahoitukseltaan että tutkimusohjelmaltaan voimakkaasti teollisuuspainotteinen. Edellä on lyhyesti referoitu korkeakoulututkimuksen pääkohteita. Tämän rinnalla on hankkeeseen sisältyen tehty terästehtaissa merkittävää ja laajaa tutkimus- ja kehitystyötä kaikilla edellä esiintyvillä otsikkoalueilla. Tuloksia ei tarkemmin käsitellä tässä yhteydessä, mutta ne on raportoitu hankkeen johtoryhmän kokouksissa ja sisäisissä raporteissa. Myös tutkijatasolla on ollut kiinteät yhteydet tehtaisiin ja tuloksia on pyritty testaamaan ja soveltamaan mahdollisimman nopeasti käytäntöön.

Aihion staattista lämpötilamallia on käytetty kaikissa hankkeessa mukana olevissa tehtaissa. Mallilla on pyritty löytämään uusia jäähdytysratkaisuja ja tasmentämään käytössä olevia. Toisiojähdytyksen ohjausmalli (CASIM) on sovitettu Rautaruukin ohjausjärjestelmään ja tullaan testaamaan lähiaikoina.

Väliallastutkimuksilla on optimoitu virtauksia välialtaissa ja testattu ratkaisuvaihtoehtoja uusia välialtaita suunniteltaessa (Rautaruukki, Imatra).

Jähmettymismallilla on tarkasteltu teräksen analyysivaihtelujen vaikutusta jähmettymiseen ja suoutautumiseen (hiiliteräkset, booriteräkset, ruostumattomat teräkset). Tulosten perusteella on mm. voitu optimoida koostumus niin että halkeamisherkkyys ko. lajilla pienenee.

Hankkeen yhteydessä on kehitetty eräitä mittausmenetelmiä (kokillin kitkanmittaus, tarkka valunopeus, kokillin liike) sekä mikro-tietokonepohjainen jv-prosessin tiedonkeruujärjestelmä. Järjestelmää on käytetty Koverharin ja Tornion terästehtailla ja se on osoittautunut erittäin hyväksi testattaessa ja arvioitaessa valukoneen kuntoa. Valutietojen käsittelyyn perustuen on rakennettu aihion laadun ennakoitijärjestelmä, ahiokortti (Jouko Katainen, Timo Männikkö/JY, Seppo Louhenkilpi/TKK), joka tiettyjen ennalta määritettyjen kriteerien mukaisesti paikallistaa aihion todennäköiset virhekohdat ja määrittelee kunkin aihion todennäköisen laadun (kuva 9).

```

-----
SLAB RECORD: TEKES/CONTINUOUS CASTING - DYNCOOLID
DATE: 25.02.1988 TIME: 14.34 MACHINE NO: 1
SEQUENCE NO: 80053 HEATING NO: 80214 QUALITY NO: 774-1 SLAB NO: 2
DIMENSIONS: 100 mm x 100 mm
START POSITION: 0.00 m SLAB LENGTH: 2.40 m
-----
SLAB (m) 0-----1-----2-----0
Level in tundish --o
Tundish superheat --o
Level in mold ----o
Mold heat removal --o
Friction in mold --o
Cast. speed, min/maxo
Cast. speed, change o
Liquid frontier ---o
Length of the pool -o
Surf. temp in unbend.o
AC: surf.temp./shello
Other breakdown ---o
-----

```

Kuva 9. Ahiokortti. Jokaiselle aihiolle tulostetaan ahiokortti, missä aihion todennäköiset virhekohdat on paikallistettu.

Fig. 9. Quality prediction card. An asterix denotes the position where a criterion exceeded its threshold value.

JULKAISUT JA OPINNÄYTETYÖT

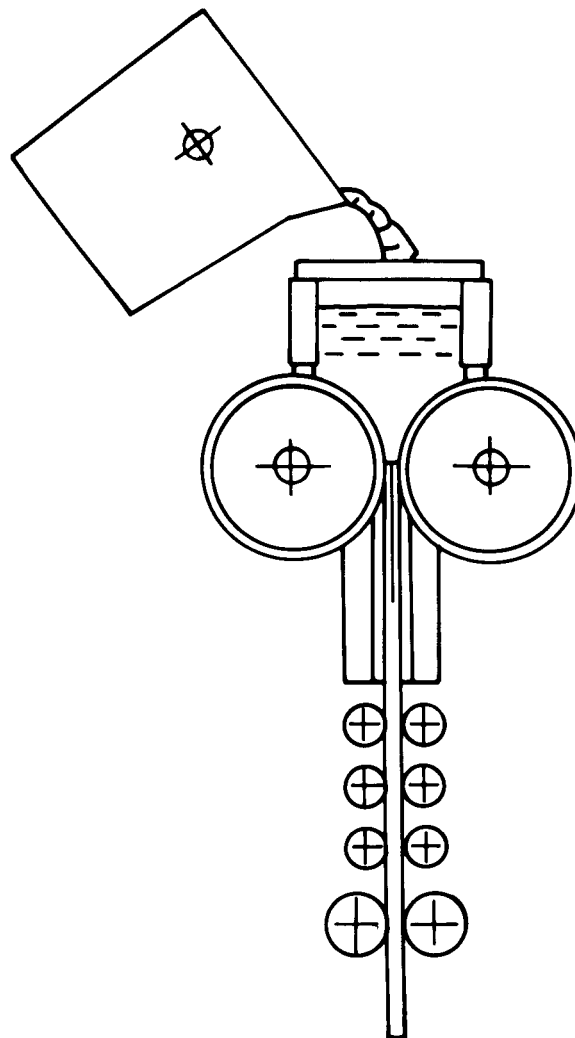
Hankkeen tulokset on pyritty dokumentoimaan raporttien ja julkaisujen muodossa. Suomenkielisiä tutkimusraportteja on julkaistu n. 30 kpl. Englanninkielisiä konferenssiesitelmiä ja julkaisuja on n. 20 kpl. Lisäksi on pidetty runsaasti luentoja ja esitelmiä erilaisissa koulutustilaisuuksissa. Näistä todettakoon INSKOn ja Vuorimiesyhdistyksen järjestämät kurssit "Kehittyvä jatkuvavalutekniikka (INSKO/261-85), ja "Virheet pois jatkuvavaluaihioista" (INSKO/188-87), joiden järjestämisessä ja toteuttamisessa oli jv-hankeella merkittävä rooli.

Opinnäytetöitä on hankkeen puitteissa valmistunut 1 väitöskirja, 4 lisensiaatintyötä ja lukuisia diplomitöitä ja pro-gradututkimuksia. Tulossa on vielä muutama jatkotutkintotyö. Osa julkaisuista on esitetty referenssilistassa.

JATKUAVALUTUTKIMUKSEN TULEVAISUUS

Jatkuvavalun teknologiaohjelma päättyy v. 1989 lopussa. Ohjelma ei tulle jatkumaan samassa muodossa. Suunnitteilla on yhteispohjoismainen, Jernkontoretin koordinoima jatkuvavalututkimusohjelma vuosille 1990-93. Suomen puolelta asiaa valmistellut työryhmä on esittänyt tutkimusaiheiksi: kokilli-ilmiot ja niiden hallinta, reoksidaatio valussa, valukoneen ominaisuuksien mittaaminen ja yhteydet aihion laatuun sekä jo kehitettyjen mallien jatkokehittäminen, testaus ja soveltaminen teollisuudessa.

Vaikka jatkuvavalun tekniikka tulee olemaan nykyisen tyyppistä vielä vuoden 2000 yli, on jo nähtävissä seuraava kehitysaskel. Uusilla valumenetelmillä pyritään valamaan lähelle lopullisen tuotteen mittoja "near net shape casting". Kehitys on jo varsin pitkällä ns. ohutaihiokoneiden suunnalla, mutta radikaalimpi edistysaskel olisi nauhavalu (kuva 10), joka eliminoisi karkeavalssauksen. Kehitystyötä tehdään monissa maissa ja Suomi (Rautaruukki Oy, TKK, VTT, KTM) on liittynyt mukaan pohjoismaiseen nauhavalun kehityshankkeeseen, jossa päävastuullisena on MEFOSin tutkimuslaitos Luulajassa.



Kuva 10. Eräs nauhavalun periaate. Koneella voidaan valaa muutaman mm paksua nauhaa.

Fig. 10. A two-roll strip casting machine for casting of a few mm thick strip.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Laitinen, E.*, Numerical approximation of heat transfer problems, Licentiate thesis at University of Jyväskylä, 1986.
2. *Louhenkilpi, S.*, Sekundäärijäähdytyksen matemaattinen mallittaminen ja säätö teräksen jatkuvavalussa, lisensiaatintyö, HTKK, Metallurgian laboratorio, 1987.
3. *Lempiäinen, R.*, Teräksen jäähdytminen ja suotautuminen, lisensiaatintyö, HTKK, Metallurgian laboratorio, 1987.
4. *Miettinen, J.*, Matemaattinen jäähdytysmalli matalaseosteisille teräksille, lisensiaatintyö, HTKK, Metallurgian laboratorio, 1988.
5. *Laitinen, E.*, On the simulation and control of the continuous casting process, väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, Sovelletun matematiikan laitos, 1989.
6. *Holappa, L., Louhenkilpi, S., Laitinen, E., Neittaanmäki, P.*, Optimization of the secondary cooling in the continuous casting of billets, in "Proc. of 24th Annual Conference on Metallurgists", August 18–21, 1985, Vancouver.
7. *Louhenkilpi, S., Holappa, L.*, Mathematical Modelling of Secondary Cooling in Continuous Casting and Its Application to Industrial Processes, 4th Japan-Nordic Countries Joint Symposium on Process Metallurgy Science and Technology: The Iron and Steel Institute of Japan, Tokyo, November 17–18, 1986.
8. *Koikkalainen, P., Laitinen, E., Louhenkilpi, S., Neittaanmäki, P., Holappa, L.*, FE-modelling of continuous casting problems, in "Proc. of Int. Confr. on Computational Mechanics", Tokyo May 25–29, 1986, Springer Verlag, 1986, pp. III 29–III 36.
9. *Miettinen, J.*, Mathematical Solidification Model for low-alloyed Steel, Third Int. Conf. Solidification Processing (1987), Ranmore House, Sheffield, U.K. September 21–24, 1987, 44–47.
10. *Miettinen, J.*, Mathematical Solidification Model for Stainless Steel, Scandinavian Journal of Metallurgy 17 (1988), 218–225.
11. *Laitinen, E., Neittaanmäki, P.*, On numerical simulation of continuous casting process, Journal of Engineering Mathematics (1988), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
12. *Laitinen, E., Neittaanmäki, P.*, On the numerical solution of the secondary cooling in the continuous casting process, C-TAT, Control Theory and Advanced Technology 4, No 3 (1988), Mita Press, Tokyo Japan.
13. *Laitinen, E., Neittaanmäki, P., Holappa, L., Männikkö, T., Louhenkilpi, S.*, On the Real-Time Control of the Continuous Casting Process, In "Proc. of EURO THERM seminar Nr. 6, Delft Netherlands, October 27–28, 1988.

SUMMARY

TECHNOLOGY PROGRAM ON CONTINUOUS CASTING OF STEEL

The first continuous casting machines were installed in Finland in the middle of the 1960's and since that all the new steelmaking capacity was built based on continuous casting. This frontier position was gradually lost in the 1980's when all the developed steelmaking countries turned to the new technology. In order to maintain its competitiveness the Finnish steel industry in cooperation with the Laboratory of Metallurgy at the Helsinki University of Technology started a technology program in 1984 which was supported by TEKES. The main achievements of the research work made in universities are described in this paper.

In tundish metallurgy, flow patterns, retention times as well as inclusion trajectories were studied by using water models and mathematical modelling. Mould phenomena as well were studied by water models. A special experimental technique, a hot simulator of the mould was built in order to study the effect of heat transfer at the meniscus level on oscillation marks and the surface structure of the strand.

Solidification phenomena and microsegregation were studied by developing a mathematical model for solidification of low alloyed

steel and stainless steel, respectively. A heat transfer model for the secondary cooling zone was developed and applied for a casting simulation and control model. Further a dynamic real-time temperature model was developed and applied in a dynamic control model for secondary cooling.

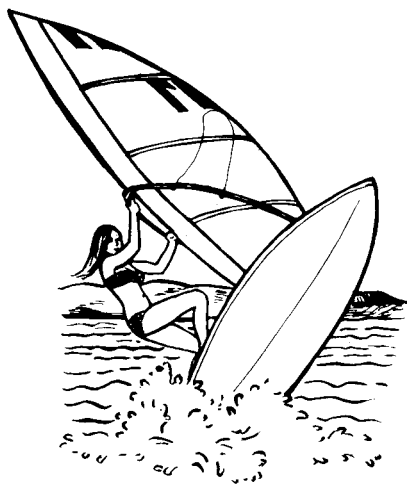
The research work is done in close cooperation with the steelplants. The basic data comes from the industry and the results are readily applied in steelplants. A few measuring devices and a data collection system as well as a system to predict the quality of the cast steel strand on the basis of casting circumstances were developed.

The research program has produced a great amount of doctor and licentiate theses, diploma works and pro gradu works. The program will be finished in 1989. In the future, research in the field of continuous casting is continued as a Nordic joint project, the main subjects being mould phenomena, reoxidation, measurements during casting as well as utilisation of models in the industry.

VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN



*toivottaa kaikille
lukijoilleen ja
ilmoittajilleen
oikein hyvää kesää
ja
tuloksellista syksyä*



VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN



*tillönskar alla sina
läsare och
annonsörer
en riktigt trevlig sommar
och
en resultatrik höst*

OVAKO STEEL Imatran Terästehtaan modernisointi vuosina 1986–1989

Yli-ins. Lars Witting, TkL Martti Veistaro, DI Kari Terho, DI Tenho Hätönen, DI Uolevi Idman ja DI Ilkka Sipilä, OVAKO STEEL Oy Ab, Imatra

LÄHTÖTILANNE

Imatran Terästehdas perustettiin vuonna 1936 ja on monen välivaiheen jälkeen kehittynyt nykyiseksi erikoisterästen valmistajaksi. Viimeisimmät suuret uudistukset tapahtuivat 1960 ja -70-luvulla, jolloin luotiin perusta erikoisteräksen valmistukselle.

1980-luvun alussa todettiin kilpailukyvyn ylläpitämiseksi tarpeelliseksi kehittää toimintaa kahdella tavalla:

- Kustannusrakennetta parannettiin taloudellisen pohjan luomiseksi jatkokehittämiseksi.
- Selvitetiin laitteiston perusteellisen modernisoinnin suuntaviivat.

Tuloksena oli investointiehdotus, jonka silloinen Ovako Oy Ab:n hallitus hyväksyi joulukuussa 1985. Toteutussuunnitteluun ryhdyttiin välittömästi, mutta kun uusi yhtiö Ovako Steel muodostettiin keväällä 1986 jouduttiin eräitä lähtökohtia arvioimaan uudelleen. Tässä selostuksessa kuvataan lopputulos.

MODERNISOINNIN TAVOITTEET

Tavoitteet ryhmiteltiin kolmen otsikon alle:

- Taloudellisuus.
- Laatu.
- Joustavuus.

Taloudellisuuden osatekijöitä ovat materiaalityö, energian käyttö sekä työn tuottavuus. Imatralla oli käytössä kaksi valumene- telmää: valannevalu sekä jatkuva teelmävalu. Valannevalu on kaikkien kolmen osatekijän kohdalla epätaloudellinen, joten päätettiin siirtyä yksinomaan jatkuvaan valuun. Energiatalouden parantamiseksi päätettiin käyttää aihoiden kuumapanostusta suoraan valun jälkeen. Työn tuottavuutta parannetaan usealla toimenpiteellä, mainittakoon automaatiotason nosto sekä valssaamalla yhden valssauslinjan vähennys.

Laatukäsite voidaan ymmärtää usealla tavalla, nimittäin sekä taise- n laadun varmistamisena että vaatimustason korottamisena. Myöskin uusien teräslajien valmistusmahdollisuudet on huomioitava. Nämä tarkastelut johtivat valitsemaan täydelliset senkkametal- lurgiset laitteet, ts. kuumennusta ja seostusta, injektointia sekä tyh- jökäsittelyä varten.

Koska Imatran terästehdas on erikoisterästen valmistaja, on sen kyettävä toimittamaan pieniäkin eräiä asiakkaille lyhyellä toimitus- ajalla. Kuitenkin taloudellisuus edellyttää myös varastojen mini- moimista, joten asiakkaita lähinnä olevan prosessivaiheen eli valssa- saamon tulee vastata tästä piirteestä. Tankovalssaamon moderni- sointi, joka valmistuu syksyllä 1989, on suunniteltu erityisesti joustavuutta silmälläpitäen.

AUTOMAATIO JA TIEDONKÄSITTELY

Edellämainitut tekijät asettavat erilaisia toisiinsa sidottuja, osittain ristiriitaisia vaatimuksia toiminnalle. Niiden hallinta edellyttää tie- toa sekä tiedon saantia oikeassa muodossa oikealla hetkellä.

Automaattinen tietojenkäsittely on tämän takia jaennetty 4:lle tasolle:

- Taso 4: Yhtiötaso; myynti, tilausten käsittely.
- Taso 3: Tehdastaso; tuotannosuunnittelu ja ohjaus.
- Taso 2: Prosessitaso; optimoiva prosessinohjaus.
- Taso 1: Laitetaso; suora digitaalinen säätö ja ohjaus.

Prosessinohjaukseen ja tiedonkäsittelyyn käytetään yli 10 % in- vestointikustannuksista.

TOTEUTUSPROJEKTIN ORGANISOINTI

Toteutusta varten projekti jaettiin kolmeen osaan:

- Metallurginen osasto.
- Tankovalssaamo.
- Infrastruktuuri.

Projektiryhmään muodostuivat seuraavat työtehtävät:

- Koko projektin johtaja
 - Hankintapäällikkö
 - Aikataulu- ja kustannusvalvonta
 - Projektiassistentti
- Metallurgisen osaprojektin päällikkö
 - Metallurgeja
- Valssaamon osaprojektin päällikkö
 - Valssaamoasiantuntijoita
- Infrastruktuuri-osaprojektin päällikkö
 - Rakennuspäällikkö
 - Sähköinsinööri
 - LVI- insinööri
 - Asennuspäällikkö
- Tuotannosuunnittelun ja automaation päällikkö
 - Tuotannosuunnittelun asiantuntijat
 - Automaatioasiantuntijat

Projektihenkilöstö vastasi koko prosessin suunnittelusta, hankin- nasta ja toteutuksesta aina kuumakokeisiin saakka. Hankinnat suo- ritettiin mahdollisimman suurina kokonaisuuksina eli laitekokonai- suudet valmiina asennettuna sisältäen kaikki prosessin edellyttämät apulaitteet. Suunnittelutoimistoja käytettiin rakennus-, sähköistys- ja LVI- suunnitteluun, joiden lähtöarvot saatiin toimittajien vaati- muksista sekä omista laskelmista. Investoinnin kokonaiskustan- nukset ovat 500 Mmk, josta metallurginen osa vaatii n. 50 %, tan- kovalssaamo 25 % ja infrastruktuuri 25 %. Seuraavassa esitykses- sä käsitellään projektin metallurgista osaa.

IMATRAN TERÄSTEHTAAN UUSI VALMISTUSPROSESSI: TOTEUTUKSEN PERUSLÄHTÖKOHDAT

Tuottavuuden kohottaminen sekä tuotteiden laatutason parantami- nen muodostivat tarvittavan tuotantokapasiteetin ja vanhan, toi- mintaan jäävän prosessiosan asettamien rajoitusten kanssa puitteet Imatran uudistamisprojektissa tehdyille layout- ja laitteistovalin- noille.

Sula teräs tuotetaan kahdella Imatralla vanhastaan käytössä olevalla valokaariuunilla, joiden panoskoko on n. 60 t. Valukoneen valamat aihiot puolestaan valssataan teelmiksi ja profiileiksi karkeavalssamossa käyttäen pääasiassa kuumapanostusta, toisin sanoen aihoiden suoraa panostusta tasauskuumennusuuniin siinä lämpötilassa, jossa ne valukoneesta tulevat. Näin saadaan aihoiden lämpösisältö käytettyä hyväksi ja laitoksen energiataloutta parannettua. Prosessikaavio on esitetty kuvassa 1.

Kysymykseen siitä, millainen aihio koko Imatran terästehtaan uudelle valukoneelle valittiin, vaikuttivat lopputuotteiden kokoalue ja vaatavuus. Näillä perusteilla valinta kohdistui isoon aihiookoon, 280×350 mm bloomiin. Valukoneen jatkuvan käytön kannalta katsottiin paremmaksi vaihtoehto, jossa tehdään poikkileikkaukseltaan vain yhdenkokoisia aihioita.

Vaatusuoraviivaisesta materiaaliavirrasta eri osaprosessin välillä sekä käytettävissä olevaan tilaan kohdistuvat rajoitukset johtivat uuden valmistusprosessin sijoittamiseen vanhan sulaton kanssa rinnakkain sijaitsevaan uuteen rakennukseen. Uuden prosessin layout on esitetty kuvassa 2.

Uuden laitteiston suunnittelun pohjana käytettiin 350 000 sula-tonnin vuosituotantoa tilanteessa, jossa valusangossa olevan sulan määrä on 80 tonnia. Tämä antaa mahdollisuuden myös teräksenvalmistusprosessin alkuosan, valokaariuuniprosessin, uudistamiseen jatkossa yhtä valokaariuunia käyttäväksi. Tässä yhteydessä tapahtuva siirtyminen hieman suurempaan panoskokoon on perusteltua niin tuotos- kuin tuotannon rytmien liittyvistä syistä.

Uusi uuni voidaan sijoittaa myöhemmin rakennettavaan laajennusosaan nykyisen teelmävalukoneen paikalle. Valusankojen ja sulan siirrot voidaan tällöin toteuttaa nyt hankittujen laitteiden toiminta-alueita jatkamalla ilman niihin tarvittavia suurempia lisäinvestointeja.

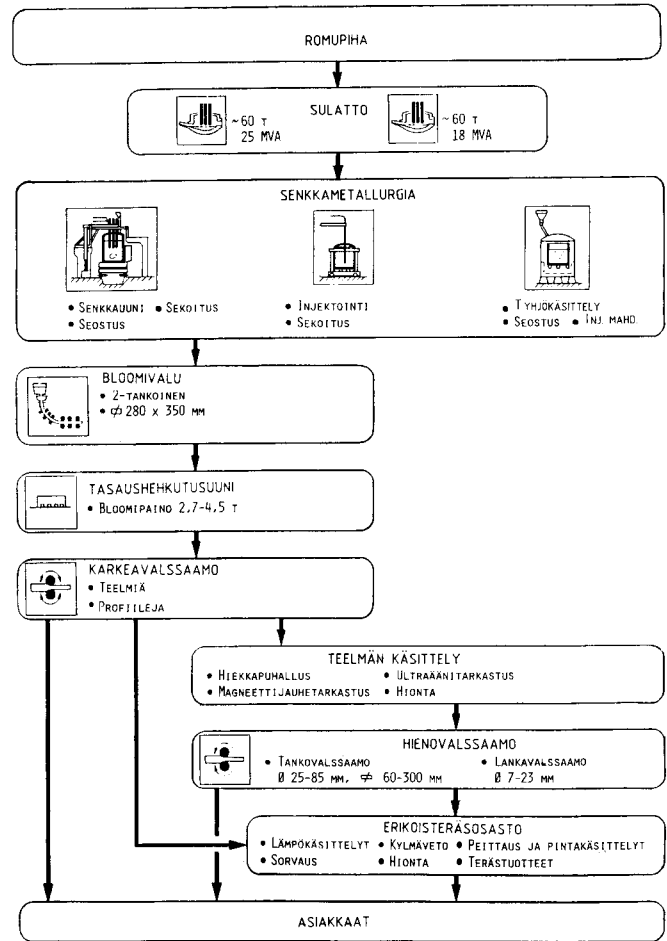
Valukone asettaa sinne vietävän terässulan laadulle ja lämpötilalle tarkat vaatimukset. Näitä vaatimuksia ei voida täyttää ilman korkealuokkaista sulankäsittelyä, senkkametallurgiaa.

Tärkeimpänä laitteena tällä alueella on senkkauuni. Imatran terästen valmistukseen liittyy vanhastaan CaSi-injektioinnin laaja käyttö, jonka vuoksi tarvittiin myös uusi injektioasema. Nosturin käyttötarpeen vähentämiseksi ja prosessin nopeuttamiseksi suunniteltiin nämä prosessivaiheet tapahtuviksi valusangon ollessa siirtovaunussa.

Koska sula on homogenisoitava senkkauuniprosessissa, varustettiin senkkavaunu ASEA-SKF-tyyppiseen induktiiviseen sekoitukseen tarkoitetulla laitteistolla tavanomaisen valusangon pohjasta tapahtuvan kaasuhuuhtelun lisäksi. Induktiivisen sekoituksen tiedetään soveltuvan hyvin puhtaiden terästen (sellaisten, joissa on vähän oksidisia kuonansulkuemia) valmistukseen hyvän hallittavuutensa vuoksi.

Teräksen liuennut vety on Imatran tuotteille haitallinen epäpuhtaus. Sulan vetypitoisuuden hallitsemiseksi päätettiin senkkametallurgiseen laitteistoon lisätä myös tyhjäkäsittelymahdollisuus. Kä-

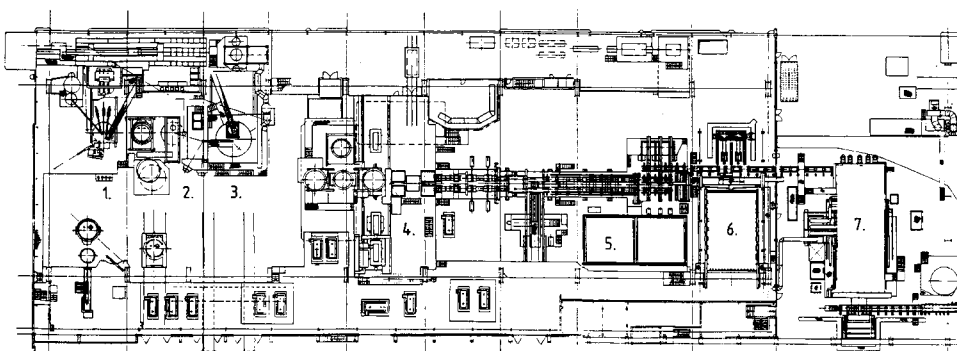
TERÄKSENVALMISTUSKAAVIO



Kuva 1. Imatran terästehtaan prosessikaavio.
Fig. 1. The steelmaking process of Imatra Steelworks.

sittely tapahtuu tankkityyppisessä tyhjäastiassa, johon valusanko suljetaan. Tähän ratkaisuun päädyttiin siksi, että se ei aseta valusangon reunan puhtaudelle sellaisia vaatimuksia kuin senkan päälle tulevan kannen käyttöön perustuva. Erillinen tyhjäkäsittelyasema antaa mahdollisuuden kahden senkkaisen samanaikaiseen käsittelyyn, toisen ollessa senkkauunin-injektioaseman alueella ja toisen tyhjäkäsittelyssä. Tämä antaa joustavuutta, jota tarvitaan koko tuotantolinjan oikean ajoituksen saavuttamiseksi.

Senkkauunissa ja tyhjäkäsittelyasemalla tapahtuvaa sulan seos-



1. senkkauuni
2. injektioasema
3. tyhjäkäsittelyasema
4. valukone
5. hitaan jäädytyksen kuoppa
6. kuumapuskuri
7. tasaushehkutusuuni

Kuva 2. Metallurgisen osaston layout.
Fig. 2. Layout of the metallurgical department.

tamista varten hankittiin laaja, automatisoitu seosaineiden käsittely- ja syöttölaitteisto, jota voidaan käyttää tulevaisuudessa myös uuden valokaariuunin tarpeisiin.

Tarve valukoneen tehokkaasta käytöstä johtaa vaatimukseen valutaukojen minimoimisesta ja erityyppisten sekvenssivalujen laajamittaisesta hyväksikäytöstä. Tämän aiheuttaman valusankojen ”lennossa” tapahtuvan vaihdon suorittamiseksi varustettiin valukone kääntötorilla.

Erikoisterästen valmistuksen edellyttämän aihoiden hyvän sisäisen laadun vuoksi valukoneelle valittiin suuri kaarevuussäde, 15 metriä. Samaan seikkaan vaikuttaa myös valun suorittaminen täysin suojattuna keraamisten valusuihkon suojaputkien avulla senkan ja välialtaan ja toisaalta välialtaan ja kokillan välillä. Monien teräslajien osalta haitallisen suotaumapyrkimyksen minimoimiseksi valukone varustettiin myös sähkömagneettisella sekoituksella (EMS) sekä kokillissa että toisiojähdytyksen alueella.

Kuumapanostuksen käyttö asettaa tiukat vaatimukset aihoiden pinnanlaadulle. Pinnanlaadun varmistamiseksi tarvitaan edistyneitä teknisiä ratkaisuja, kuten neljän epäkeskon välityksellä toimivaa kokillin liikekoneistoa ja vesisumuun perustuvaa toisiojähdytystä.

Valukoneen valamismahdollisuuksien varmistamiseksi lyhyissä tasauskuumennusuunin tai karkeavalssaamon häiriötilanteissa tarvitaan puskurikapasiteettia valukoneen ja uunin välillä. Tämä ratkaistiin suunnittelemalla kuumapuskuri, joka itse asiassa on uuni, johon noin yhtä sulatusta vastaava määrä valukoneelta tulevia aihioita voidaan siirtää ja pitää panostuslämpöisinä sopivaa panostusmahdollisuutta odottaessa.

Koska tasaisesti korkealaatuisen tuotannon tekemiseen tarvitaan tarkkaa prosessinohjausta, jonka avulla kukin teräslaji valmistetaan aina samalla tavalla, on myöskin selvää, että prosessiautomaation tulee olla hyvin korkealla tasolla. Toteutustavaksi valittiin kaksitasoinen järjestelmä, jossa alemman tason muodostaa varsinainen prosessiautomaatio, jonka avulla ylemmällä tasolla lasketut asetusarvot ja valmistustiedostoihin tallennetut teräslajikohtaiset toimintaohjeet pannaan täytäntöön.

SENKKAMETALLURGIA

Senkkametallurgian laitteiston pääosan muodostavat senkkauuni, pulveri-injektori ja tyhjökäsittelylaitteisto. Päälaitteiden lisäksi tarvitaan huomattava määrä apu- ja lisälaitteita.

- senkan kuivaajat
- senkan esikuumentajat
- sulan siirtovaunu
- senkkauunivaunu
- kuonanvetolaite
- seosainesiiiloista vaakavaunuineen
- seosaineiden lastausasema kuivauslaitteineen
- kalkkisiilo punnituslaitteineen

Senkkametallurgian laitteiston on toimittanut ASEA BROWN BOVERI päälaitteiden osalta ja seos- ja lisäaineiden käsittelylaitteet ABB:n alihankkijana RAUTE PRECISION Lahdesta.

Koko laitteisto on pitkälle automatisoitu. Tuotanto-ohjelma ja kaikki teräksen valmistuksessa tarvittavat ohjeet ja laskennat sekä raportoinnit hoidetaan ASEA MASTER järjestelmän avulla. Sen perustana on μ Vax-tietokone, joka saa osan tarvitsemistaan tiedoista ylempien tasojen kautta. Se käsittelee ja muokkaa tiedot sulatuskohtaisesti ja ohjaa samalla 1-tason automaatiojärjestelmää. Laitteiston ajo tapahtuu ALTIMin toimittamaan prosessiautomaatiojärjestelmään kuuluvien prosessimonitorien avulla. Useat toiminnot on automatisoitu sekvenssitoiminnoiksi, jolloin käyttäjä suorittaa käynnistyksen ja seuraa sekä valvoo tapahtumia sekä laitteistossa että prosessimonitorilta.

SENKKAUUNI

Senkkauunissa suoritetaan raakateräksen kuumennus ja analyysitarkennus. Seostusmäärät vaihtelevat teräslajista riippuen muuta-

masta kilosta useaan tonniin sulatusta kohden. Kuumennusnopeus valitaan tarpeen mukaan. Senkkavaunussa on laitteet induktiivista sulan sekoitusta varten. Myös kaasuhuuhdetta voidaan käyttää teräksen käsittelymääräksi. Senkkauuni on varustettu vesijähdytteillä, tiiviillä holvilla, savukaasun poistolla ja näytteenottoautomaatilla.

INJEKTOINTIASEMA

Injektio voidaan suorittaa senkkauuniradan toisessa päässä, johon senkkavaunu ajetaan, tai tarvittaessa myös tyhjäntankissa. Injektorissa on paineastia, johon syötetään injektointia pulveria kahdesta erillisestä varastosiiilosta. Itse injektointi sulaan teräkseen tapahtuu tulenkestävän lanssin avulla.

TYHJÖKÄSITTELYLAITTEISTO

Tyhjökäsittelylaitteiston muodostavat tyhjäntankki, johon senkka asetetaan nosturilla sekä tyhjänpumppu. Käsittelyn alkaessa ajetaan kansi tankin päälle, käynnistetään kaasuhuuhdetta senkan pohjasta ja aloitetaan tyhjän pumppaus. Tyhjänpumppu on höyryjektoripumppu. Pumppu on automatisoitu siten, että käyttäjä valitsee vain alasarjoituksen ja käynnistää pumpun. Tyhjän aikana teräksen käsittelyä seurataan videomonitorilla ja tarvittavia säätötoimia suoritetaan valmistuksen edetessä. Samalla voidaan suorittaa myös seos- tai lisäainelisiä. Myös täällä otetaan näytteet ja mitataan lämpötila automaattilla.

MUUT TOIMINNAT

Valmistuksen eri vaiheissa otetaan näytteitä ja suoritetaan lämpötilan tai liuenneen hapen mittauksia. Analyysinäytteet lähetetään laboratorioon putkipostin avulla ja tulos tulee aikanaan prosessimonitorille seostuslaskentaa varten. Vetytitoisuuden analysointia varten on erillinen laite, jonka avulla tyhjökäsittelyn pituus voidaan tarkasti määrittää.

Seosainesiiiloja on 24 kappaletta ja niitä täytetään päivittäin lastausaseman kautta. Tarvittaessa seosaineet kuivataan rumpu-uunilla. Siiiloston alla toimivat vaakavaunut punnitsevat seosaineet reseptin mukaan punnitus tarkkuuden ollessa 1–2 kg:n luokkaa.

SENKKAMETALLURGIAN LAITTEISTO

Senkkauuni:

- Panoskoko 35–80 ton
- Kuumennusnopeus max 7 °C/min
- Muuntajan kapasiteetti 17 MVA
- Ensiojännite 10 kV
- Induktiusekoitin
- max virranvoimakkuus 1000 A
- taajuus 0.3–3.0 Hz
- Energiankulutus 30–50 kWh/t

Injektioasema:

- Syöttönopeus 10–50 kg/min
- Paineastian tilavuus 0.6 m³

Tyhjökäsittelylaitteisto:

- Tankin tilavuus 120 m³
- Tyhjö 0.5 mbar
- Pumppaus tyhjiöön 6 min
- Höyryjektorien lukumäärä 6
- Höyrynkulutus 7000 kg/h
- Jähdytysveden kulutus 4500 l/min

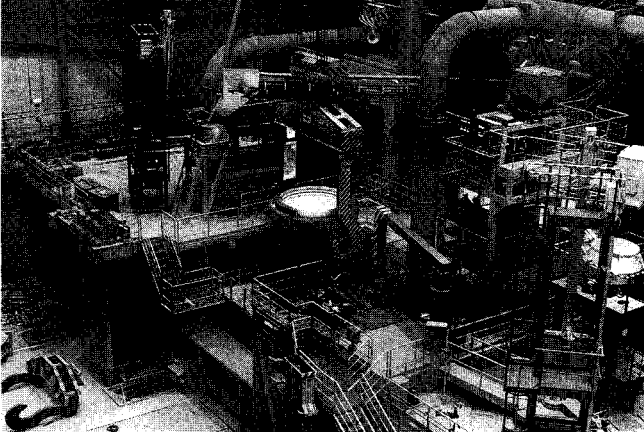
VALUKONE

Valukoneen ja sen tärkeimpien oheislaitteiden toimittaja on saksalainen MANNESMAN DEMAG HÜTTENTECHNIK.

SENKKATORNI

Senkkatorni ottaa vastaan nosturin tuoman täyden valusangon, kääntää sen valukoneen päälle ja kannattaa sarkoa valun aikana, jolloin nosturi vapautuu muihin tehtäviin. Senkkatorni mahdollistaa myös ns. perättäisvalujen suorituksen, jolloin tyhjä sarko vaihdetaan täyteen niin nopeasti, ettei valua tarvitse välillä katkaista.

Senkkatorni pystyy käsittelemään samanaikaisesti 130 t kuorman molemmissa nostovarsissa. Nostovarsia liikutetaan hydraulisesti ja niissä on vaaka-ankkurit. Tornin pyöritys tapahtuu sähkömoottorin avulla, kumpaankin suuntaan rajoituksesta. Sähkökatkon tai muun varsinaisen pyörityskoneiston häiriön aikana tornia voidaan pyörittää ilmamoottorilla, joka saa paineilman erillisestä tehtaan verkosta riippumattomasta säiliöstä.



Kuva 3. Valusankoa asetetaan senkkauuniin.
Fig. 3. Ladle is placed into the ladle car.

VÄLIALLASVAUNUT JA VÄLIALTAAT

Väliallasvaunuja on kaksi kappaletta. Jommalla kummalla siirretään väliallas esikuumennuspaikalta valukoneen kokillien päälle. Vaunut liikkuvat sähkömoottorien avulla. Väliallasta voidaan nostaa ja laskea vaunussa hydraulikan avulla 600 mm mikä mahdollistaa kiinteiden valuputkien käytön. Allas lepää vaunussa vaakanturien varassa, joten altaassa oleva teräsmäärä on koko valun ajan tiedossa. Välialtaan automaattinen pinnankorkeuden säätö perustuu myös punnitukseen.

Teräksen virtausta välialtaasta kokilliin säädetään sulkutankojen avulla joko manuaalisesti tai automaattisesti. Automaattikäytössä teräksen pinnankorkeus kokillissa mitataan radioaktiivisen säteilyjän avulla ja sulkutankoja säädetään tietokoneen ohjaamalla servohydrauliikalla siten, että pinnankorkeus pysyy vakiona.

PIKAVAIHTOYKSIKKÖ

Pikavaihtoyksikkö on yhtenäinen erillinen rungon varaan rakennettu kokonaisuus, johon kuuluu kokilli liikemekanismeineen ja sekoitinkeloineen ja kaksi ylintä toisiojähdytysvyöhykettä sekä ylin segmentti (tukirullasto) ja siinä sijaitseva lineaarisen sähkömagneettisen sekoittimen kela. Sekoittimen taajuus on 50 Hz.

Pikavaihtoyksiköitä on kaikkiaan kolme kappaletta — kaksi koneessa ja yksi valmiiksi huollettu ja linjattu varalla — ja kuten niistä voi päätellä, voidaan koko valukoneen ylin osa vaihtaa yhtenä kappaleena hyvin nopeasti.

KOKILLIT

Kokillit on valmistettu kuparilevyistä. Kokilli on tuettu neljästä kulmasta liikemekanismiin, jolla saadaan erittäin tarkka liike. Taajuus on säädettävissä esim. synkronisesti valunopeuden mukaan tai kiinteäksi. Kokillien ympärillä ovat sähkömagneettisen sekoitti-

men kelat. Sekoittimen taajuus on säädettävissä välillä 1,4...10 Hz.

TOISIOJÄÄHDYTYKSEN

Toisiojähdytys muodostuu kolmesta vyöhykkeestä. Jähdytys on ns. vesi-ilma tyyppinen, jolla saadaan tasainen ja säätövaltaaan laaja jähdytys. Toisiojähdytyksen säätö suoritetaan 2-tason tietokoneen avulla, käyttäen ns. dynaamista mallia, joka takaa tarkemman jähdytyksen kuin normaali valunopeuteen kytketty jähdytys.

POLTTOLEIKKAUS

Valuaihion jako bloomeiksi suoritetaan tietokoneella, joka on saanut sulatuksen tilaustiedot tuotannosuunnittelujärjestelmästä. Valuaihion leikkaus bloomeiksi suoritetaan maakaasu-happipolttimilla. Leikkaus on täysin automaattinen alku-, väli- (= kaksi sulatusta toisiinsa yhdistävä osa aihiota) ja loppupään leikkaus mukaan lukien.

LEIMAUS, NÄYTTEENOTTOPOLTIN, ULOSAJO

Irtileikatut bloomit siirtyvät rullarataa pitkin leimauslaitteelle. Tarvittaessa voidaan aihiota leikata näytepatkka erillisellä näyteleikkurilla. Näytteenotto ja näytteen siirto leikkurilta nostimen ulottuville tapahtuu täysin automaattisesti. Leimatut aihiot siirretään tämän jälkeen joko uunirullaradalle (kuumapanostus) tai ulosottopöydälle, josta ne viedään nosturilla pois.

AUTOMAATIO

Myös valukoneen automaatiojärjestelmä on kaksitasoinen. Konetta voidaan käyttää pelkästään 1-tason avulla, mutta tällöin kaikki ohjausparametrit on syötettävä käsin jokaista valua varten erikseen.

- 2-tason järjestelmällä on mm. seuraavat tehtävät:
- lajikohtaisten valuparametrien antaminen 1-tason järjestelmälle (toisiojähdytys, ohjevalunopeus, sekoittimien jännitteet jne.)
 - tuotannosuunnittelujärjestelmän lähettämien tilaustietojen muuttaminen optimoidusti bloomien leikkausohjelmaksi
 - prosessitietojen välitys 1-tasolta erilliseen prosessitietojen keräystietokoneeseen ja automaattinen aihoiden laadun arviointi
 - raportointi
 - yhteydet ympäröivien prosessiosien tietokoneisiin ajoitusta ja materiaalinseurantaa varten



Kuva 4. Valukoneen pääohjaamo. Pöydällä automaatiojärjestelmän näyttöpäätteet, katon rajassa sisäisen TV-valvontajärjestelmän monitorit.

Fig. 4. Control room of the bloom caster. Level I monitors are on the table, above window the monitors for closed circuit TV-system.

VALUKONEEN TÄRKEIMMÄT TEKNISET TIEDOT

Aihion poikkileikkaus	280×350 mm ²
Valukoneen kaarevuussäde	15 m
Linjojen välinen etäisyys	1600 mm
Linjojen lukumäärä	2
Valunopeudet	0.6 ... 0.9 m/min
Välialtaan koko	11.5 t
Valusangon koko	60 t (80 t)
Bloomien pituudet	3,6...6 m
Kokilliliikkeen iskunpituus	+/- 3 mm
Kokilliliikkeen taajuus	40...240 min ⁻¹

BLOOMIEN TASAUSHEHKUTUS

Kuumapanostusosuuden suunniteltu korkea taso heijastuu alueen layout ratkaisussa (kuva 2). Tavoitteiden tyydyttävä saavuttaminen edellyttää prosessin kahden päälaitteiston — valukoneen ja valssaamon — materiaalitasapainon jatkuvaa hallintaa muutamien minuuttien aikajänteellä. Tästä hallinnasta huolehtiminen jää tasauskuumennuslaitteiston ja valssaamon tehtäviksi: valuprosessin kulun määräävät lähes yksikäsitteisesti sulatuotantoon, teräslajiin ja laatuun liittyvät tekijät.

Tästä syystä normaalia laitekoonpanoa, kuumennusunia panostus- ja ulosottolaitteistoinen, täydennettiin erillisellä kuumapuskurilla.

Itse kuumennusprosessin erityisvaatimuksena on, että sen on kyettävä reagoimaan nopeasti laatuterästuotannon lukuisten teräslajien erilaisiin kuumennusvaatimuksiin.

Päälaitteistovalinnassa päädyttiin jatkuvatoimiseen ylä- ja alälämmitteiseen askelpalkkiuuniin seuraavista syistä:

- ★ Kuumennusprosessin hyvä hallittavuus
- ★ Materiaalinkuljetusmenetelmän soveltuvuus laatuterästuotantoon
- ★ Materiaalikäsitteilyn helpoko automatisointi
- ★ Kuumennuksen taloudellisuus
- ★ Kapasiteettiin nähden pieni tilantarve

Laitteistot on toimittanut saksalainen ITALIMPIANTI Deutschland GmbH.

ASKELPALKKIUUNI

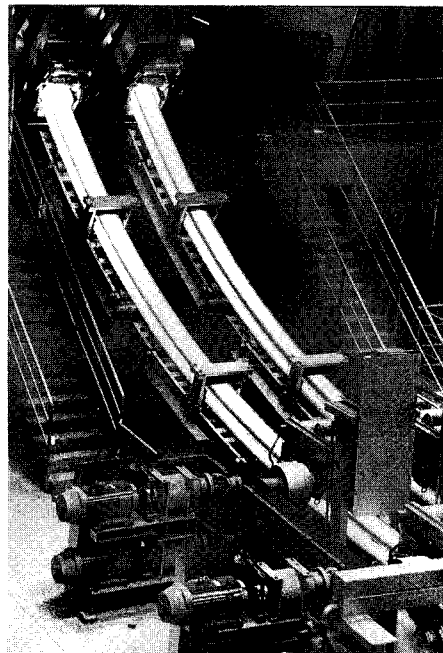
Bloomit panostetaan kuumina valukoneelta tai kuumapuskurista, tai kylminä kylmäpanostuspöydältä. Ne keskitetään uuniin pituutensa perusteella oikeaan asemaan askelpalkkeihin nähden uunirullaradan avulla ja askelpalkkikoneisto kuljettaa ne uuniin lävitse ulosottopaikalle. Kuumennettu bloomi nostetaan valssaamurullaradalle, jonka alkupäässä sijaitsee heikutushilseen poistava korkeapainepesuri. Tätä tarvitaan tiettyjen vaativien tuotteiden pinnanlaadun kohottamiseksi.

Liikkuvat askelpalkit on toteutettu 2-tasoratkaisuna (porraspalkki), mikä mahdollistaa uunin panostamisen eri tahdilla kuin ulosoton. Ratkaisun merkitys on niiden erikoistuotteiden valmistuksessa, joiden valssaussnopeus on hetkellistä valunopeutta merkittävästi pienempi.

Askelpalkkieristys on tehty kokonaisuudessaan keraamisilla kuituilla. Muilta osin uunin tulenkkestävissä rakenteissa on pitäyditty normaaleissa materiaaleissa.

Kuumapanostusta väistämättä seuraavan korkean savukaasulämpötilan haittoja on pyritty pienentämään erottamalla konvektiovyöhyke kuumennusvyöhykkeistä suoran säteilyn katkaisevilla seinämällä, lisäämällä konvektiovyöhykkeen pituutta lay-outin sallimaan rajaan saakka ja järjestämällä polttoilman esilämmitys siten, että sen lämpötila voidaan pitää suurella kapasiteettialueella juuri polttoilmaputkiston kestonajan alapuolella.

Energiataloutta parantaa lisäksi askelpalkkien kuumavesijäähdytysjärjestelmään liitetty savukaasujen jäännöslämpöä talteenottava lämmönvaihdin. Jäähdytysveteen talteen otettu lämpö hyödynnetään tehtaalla lämminvesijärjestelmissä.



Kuva 5. Valukoneen alapää. Aihiot tulevat ulos jäähdytyskammiosta oikaisukoneille, joiden moottorit ovat etualalla.

Fig. 5. The bow area of the caster. The motors of the withdrawal machines in the foreground.

KUUMAPUSKURI

Valssaamossa sattuvan lyhytkestoisen (max. 1h) häiriön aikana valetut aihiot voidaan pitää kuumina seuraavaan valutaukoon saakka kuumapuskurissa, jolloin ne voidaan panostaa tasausheikutus-uuniin ikäänkuin ne olisivat valusta tulossa.

Kuumapuskurin panostus tapahtuu ylhäältä sivuuntyönnettävien kansien kautta erikoisrakenteisella nostimella, mikä mahdollistaa aihoiden ulosoton valssaamon edellyttämässä järjestyksessä.

Halkeamaherkkien teräslajien takia puskurissa on lämmitys, jolla sen lämpötila voidaan pitää 750–800 °C:ssa. Lämmitysteho on mitoitettu peittämään puskurin lämpöhäviöt.

PROSESSIAUTOMAATIO

Aihoiden kuljetuksen ohjaus ja materiaalin seuranta automaation 1-tasolla on täysautomaattinen.

Uuni-instrumentoinnin perustaso on perinteinen elektronisiin yksikkösäätäjiin perustuva hajautettu järjestelmä. Näiden tiedot ja ohjaus on koottu PDP 11/73 prosessitietokoneeseen, jossa suoritetaan prosessitietojen esittäminen kaavioiden ym. aputoimien avulla ja joka suorittaa lisäksi tietojen keruun ja tallennuksen.

Lämmitysprosessin optimointi tehdään prosessimallin perusteella 2-tason automaation osana μ VAX-tietokoneessa, joka saa perustietonsa molemmilta alemman tason järjestelmiltä. Muihin prosessilaitteisiin ja tuotannosuunnittelujärjestelmään on yhteys Ethernet-verkon välityksellä.

TASAUSHEHKUTUSUUNI JA SEN OHEISLAITTEISTO

Askelpalkkiuuni:

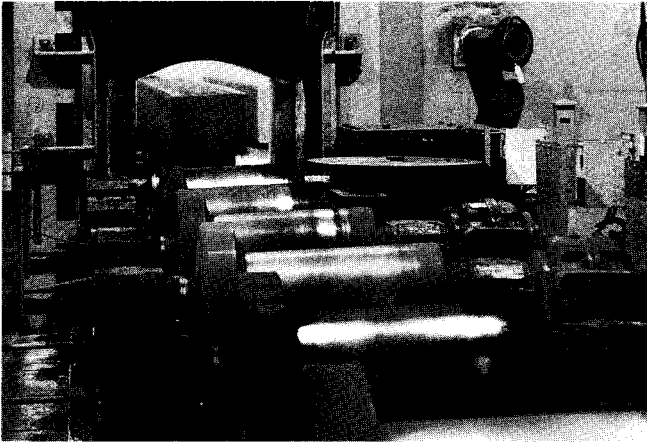
Ylä- ja alälämmitys
Tehollinen arinapinta-ala
Aihioipituus

107 m²
3,6...6,1 m
(2,7...4,5 t)

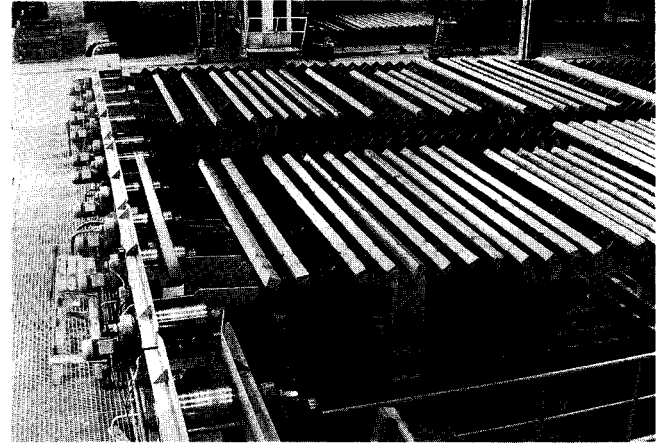
Uunikapasiteetti:

— kuumapanostus (750 °C)

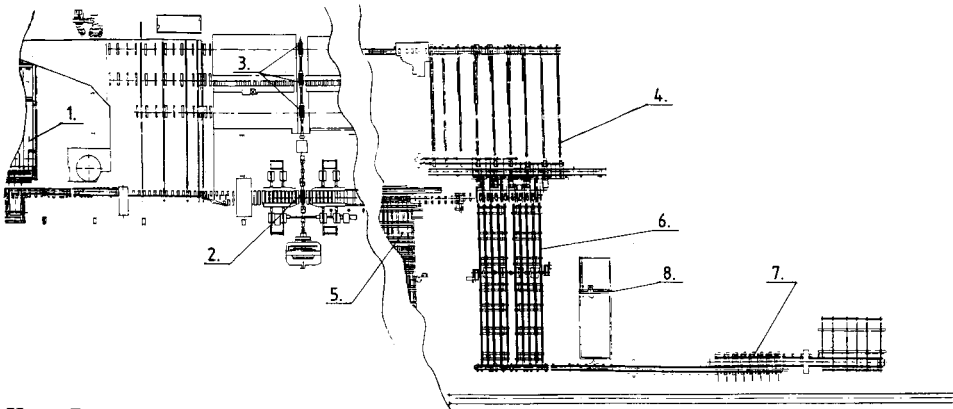
80 t/h



Kuva 6. Tasaushehkutusuunin panostus.
Fig. 6. Charging of bloom into the reheating furnace.



Kuva 8. Uusi jäädytysarina toiminnassa.
Fig. 8. The new cooling bed.



1. tasaushehkutusuuni
2. karkeavalssaamo, etupari
3. karkeavalssaamo, valmisparit
4. pyörötankojen siirtoarina
5. vanha jäädytysarina
6. uusi jäädytysarina
7. taakoitus-, sidonta- ja punnituslaitteet
8. sä- ja autom. laitteet

Kuva 7. Valssaamon layout.
Fig. 7. Layout of the heavy section mill.

— kylmäpanostus	45 t/h
Askelpalkit (liikkuvat/kiinteät)	2 + 2
— kuumavesijäähditys	max. 130 °C
Lämmitysvyöhykkeet (ylä-/ala-)	3 + 3
Polttoaine	maakaasu
Poltinten liitäntäteho	19 MW
Polttoilman lämpötila	max. 510 °C

Kuumapuskuri:

Aihiopaikkoja	15
Lämmitysvyöhykkeitä	2
Poltinteho	900 kW

Hilsepesuri:

Suutinten lukumäärä	4
Työpaine	200 bar

KARKEAVALSSAAMON UUSI JÄÄHDYTYSARINA

Aihiot valssataan nelioteelmiksi ja pyörötangoiksi nykyisellä karkeavalssaamolla. Valssaamon neljän valssiparin urat on uudelleen ryhmitelty tehokkaaseen bloomin valssaukseen sopiviksi. Teelmät ajetaan uudelle jäädytysarinalle. Myös profiilireiiltä valmistuvat pyörötangot jäädytetään uudella arinalla. Karkeavalssaamon layout on esitetty kuvassa 7.

Arinan on toimittanut länsisaksalainen HOESTEMBERGHE & KLÜTSCH. Toimitukseen sisältyy:

- sulatus- ja aihionumeron leimauslaite
- jäädytysarina 3,5...12 m teelmille
- teelmien taakoituslaite
- vannesidonta- ja punnituslaitteet

Linjan toiminta on laitetasolla automatisoitu. Leimaus, taakoitus ja punnitus ovat suorassa yhteydessä tuotannonohjausjärjestelmään (prosessitasoon). Valmiit taakat lastataan suoraan valssausahdissa junavaunuun tai peräkärriin.

SUMMARY

THE MODERNIZING OF OVAKO STEEL OY AB'S IMATRA STEELWORKS

OVAKO STEEL Oy Ab has revamped its secondary steelmaking and casting facilities in the Imatra Steelworks. The equipment commissioned in late 1988 and early 1989 include a ladle furnace, injection station, vacuum degasser, a bloom continuous caster and reheating furnace for the blooms. Auxiliary equipment for the above and process and production control systems were purchased as well.

The blooms produced by the caster will be mainly hot charged to the reheating furnace and rolled to billets and round bars in the heavy section mill where also a major overhaul and erection of a new cooling bed were made.

Throughout the new process equipment latest technology has been used to achieve the main targets of the 120 mill. US\$ investment project, these being competitive production costs with high product quality and flexibility of the new production line.

Mineralisaatioiden luokittelu taajuus- ja aika-alueen laajakaista IP-mittausten avulla

FK Heikki Vanhala ja apul.prof. Markku Peltoniemi, Teknillinen korkeakoulu, materiaali- ja kalliotekniikan laitos

JOHDANTO

Malminetsinnässä käytössä olevilla geofysikaalisilla mittaustekniikoilla saadaan paikallistettua petrofysikaalisilta ominaisuuksiltaan ympäristöstä poikkeavat kivilajit. Liittykö havaittuun anomaliaan taloudellisesti merkittävää mineralisaatiota, joudutaan ensisijaan tutkimaan pintanäytteenotolla tai syväkairauksella. Spektri-IP-menetelmällä on laboratorioissa ja paljastumilla tehtyjen tutkimusten perusteella /1/ mahdollista luokitella eri tyyppisiä mineralisaatioita suoraan mittaustuloksen perusteella, ja näin nykyistä tarkemmin ohjata näytteenottoa ja kairausa.

Laajakaista- eli spektri-IP-menetelmässä mitataan kiven kompleksista, taajuudesta riippuvaa ominaisvastusta usean dekadin, esimerkiksi 1 mHz-1 kHz, taajuusalueella. Mineralisaatioiden erotelu perustuu spektrin muotoon, joka riippuu lähinnä malmimineraalien raekokojakaumasta ja kiven taustaresistiivisyydestä /1, 2, 3/.

Maasto-olosuhteissa mitattava taajuusalue jää erilaisten häiriöiden takia kapeammaksi kuin laboratorio- ja paljastumatutkimuksissa. Lisäksi maastossa mitataan näennäistä spektriä, johon kiven petrofysikaalisten ominaisuuksien lisäksi vaikuttavat elektrodijärjestelmä, irtomaapeite ja mineralisaation sivukivi /4/.

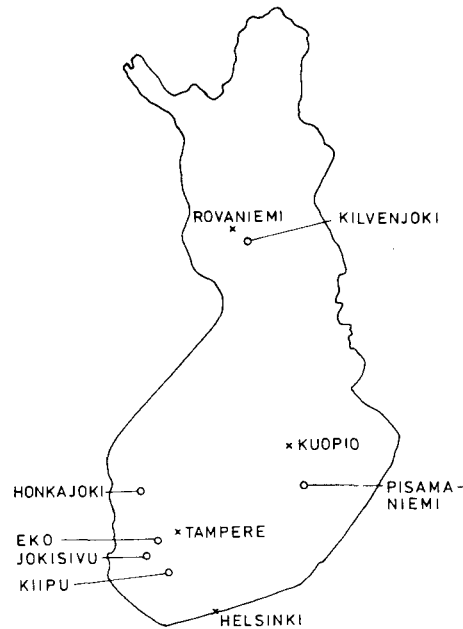
Teknillisen korkeakoulun Insinööri-geologian ja geofysiikan laboratoriossa toimi 1.1.1986–31.3.1988 välisenä aikana tutkimusprojekti "Mineralisaatioiden luokittelu spektri-IP-mittausten avulla". Projektin tavoitteena oli kehittää spektri-IP:n maastomittaus-tekniikkaa ja tulosten tulkintaa niin, että menetelmää voidaan käyttää malmi-alueiden luokitteluun normaaleissa malminetsinnän kenttämittausolosuhteissa. Kokonaisuudessa tutkimuksen tulokset on julkaistu kahdessa raportissa /5, 6/.

Hankkeen rahoitukseen osallistuivat Suomen Akatemia, Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Suomen luonnonvarain tutkimussäätiö sekä kalusto- ja henkilöstömenoin Geologian tutkimuskeskus, Outokumpu Oy ja Rautaruukki Oy, joiden kanssa yhteistyössä tutkimus tehtiin.

TESTIKOHTEIDEN GEOLOGIA JA MITTAUKSET

Testikohteiden sijainti on merkitty kuvaan 1. Honkajoki on magneettipitoinen gabrointruusio. Magnetiitin tekstuuri vaihtelee piroteesta verkkomaiseen. Kilvenjoki on emäksiseen kerrosintruusioon liittyvä jalometallipitoinen kuparikiisupirote. Kohdetta verrattiin läheiseen Kilvenjärven magneettikiisumineralisaatioon, jonka tekstuuri vaihtelee piroteesta kompaktiin. Pisamaniemi ja Eko ovat emäksisiin intruusioihin liittyviä Ni-Cu-mineralisaatioita. Malmimineraalien — magneettikiisu ja pentlandiitti — tekstuuri on verkkomainen. Isäntäkiivenä on magnetiittipiroteista ultramafiittia ja sivukivenä grafiittigneissä. Jokisivu on kvartsiuuniin liittyvä pirotteinen kultapitoinen kiisumineralisaatio. Kiipu on pirotteinen rikkikiisu-magneettiini-mineralisaatio.

Maastomittaukset tehtiin Phoenix Ltd:n taajuusalueen spektri-IP-laitteistolla. Yhteensä mitattiin dipoli-dipoli-konfiguraatiolla ja 20 metrin elektrodivälillä 229 spektriä. Jokisivua ja Kiipua lukuun-



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

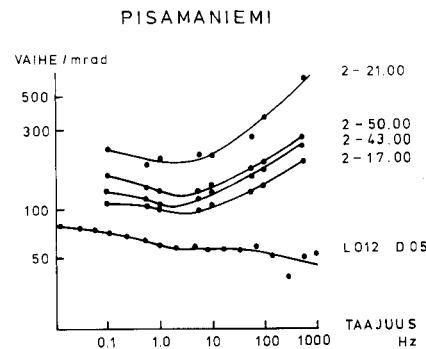
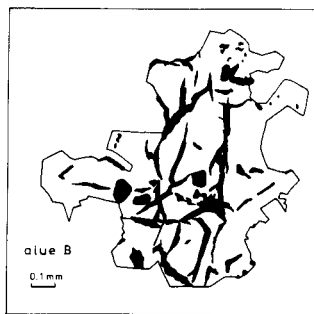
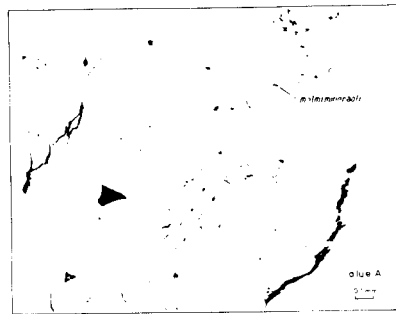
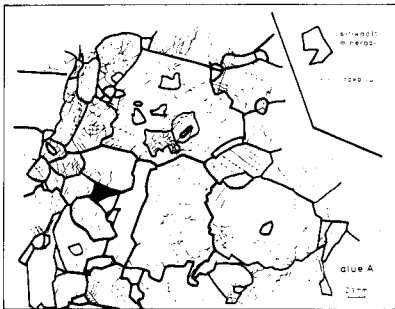
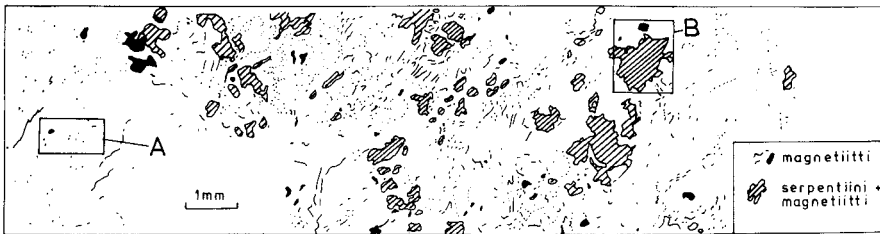
ottamatta kohteilla tehtiin myös maavastusluotaus. Laboratorio-spektrit, yhteensä 360 kpl, mitattiin taajuuksilla 0.1–500 Hz Geologian tutkimuskeskuksen petrofysiikan laboratoriossa. Ohutietutkimuksiin (95 kpl) ja laboratoriomittauksiin oli käytettävissä kairasydänaineistoa muista paitsi Jokisivun ja Kilvenjoen kohteista. Samat kohteet Kilvenjokea lukuunottamatta mitattiin myös Scintrex Ltd:n aika-alueen spektri-IP-laitteistolla.

MITTAUSTULOKSET

Pirotteisten kivilajien laboratorioissa mitatut vaihespektrit olivat tyyppillisesti tasaisia tai ääritäajuuksille kasvavia (kuva 2).

Homogeenisten pirotteisten kivilajien laboratorio-spektreistä lasketut raekokojakaumat /5/ vastasivat hyvin ohutietohavaintoja. Kuvasa 2 on Pisamaniemen metaoliviiniipyroksenien malmimineraalien tekstuuri ja laboratorio-spektrit. Spektreistä laskettu raekokojakauma on kaksihuippuinen, niin että toinen huippu on 1 mm:n ja toinen 10 µm:n kohdalla. Yhden mm:n raekoko-alueen koostuu serpentiiniksi ja magnetiitiksi muuttuneista oliviinirakeista. Samalla paikalla mitattu maastospektri (kuva 2) vastaa matalilla taajuuksilla hyvin laboratoriotuloksia.

Maastomittaukset tehtiin taajuusalueella 1/64–1024 Hz, mutta tulkinna ei 8–16 Hz:ä korkeampia taajuuksia käytetty liiallisen kohinan takia. Eri mineralisaatiotyyppien — grafiittigneissi, verkkotekstuuri ja pirote — vaihespektrien huiput ovat matalilla taajuuksilla, useimmiten mitatun taajuusalueen ulkopuolella (kuva 3).



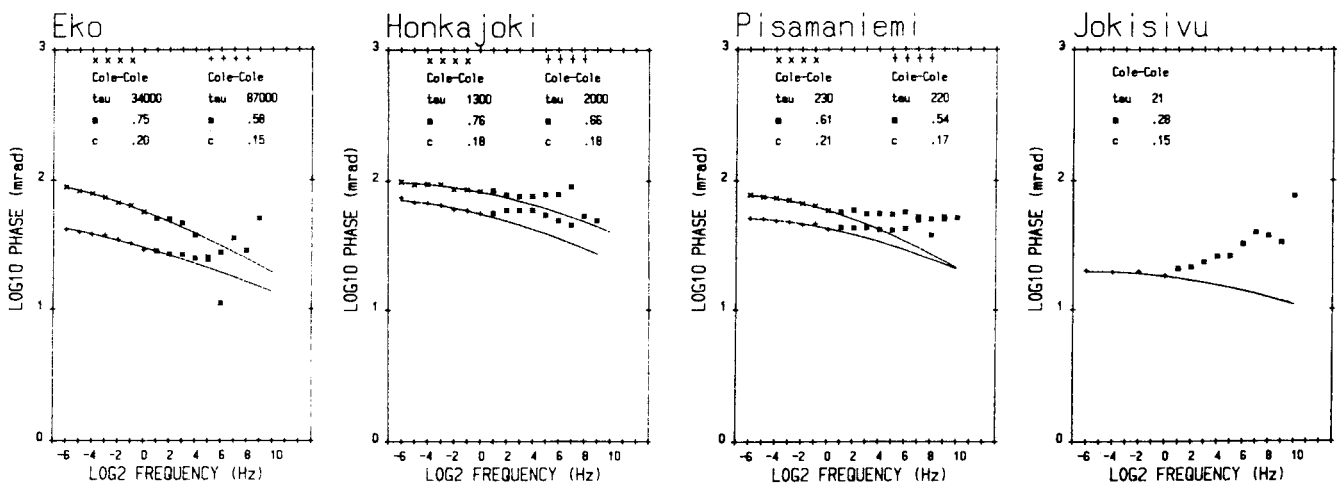
Kuva 2. Pisamaniemen metapyrokseeniitin (näyte 2-43) malmimineraalien tekstuuri, maastospektri (L012 D05) ja laboratoriospektrit (2-21, 2-50, 2-43, 2-17. Osasuurenoksessa A on silikaattimineraalien ja malmimineraalien tekstuuri ja osasuurenoksessa B serpentiini-magneettiirae /5/.

Fig. 2. Field (L012 D05 and laboratory spectra, (2-21, 2-50, 2-43, 2-17), and the ore mineral texture of metapyroxenite from Pisamaniemi. Section A displays a silicate mineral texture (right); Section B shows a serpentine-magnetite grain. /5/.

Pirotteisten kohteiden, kuten Pisamaniemi ja Jokisivu, spektreissä näkyy vaihesiirron kasvun tasoittuminen alimmilla taajuuksilla. Ekon grafiittigneissikohteella vaihesiirron kasvu sensijaan jatkuu voimakkaana alimmille taajuuksille asti. Honkajoen verkkotektuurin spektri on näiden välimuoto. Yli 1 Hz:n taajuuksilla vaihe-

siirto kasvaa taajuuden kasvaessa etenkin pirotteisilla kivillä. Aina-kin osa tästä kasvusta aiheutunee, kohinasta huolinmatta, hienora-keisesta pirotteesta.

Cole-Cole-sovitukseen /1/ käytettiin vaihespektrin matalia 1/64-1 Hz:n taajuuksia. Aikavakio — varautuvuusdiagrammilla

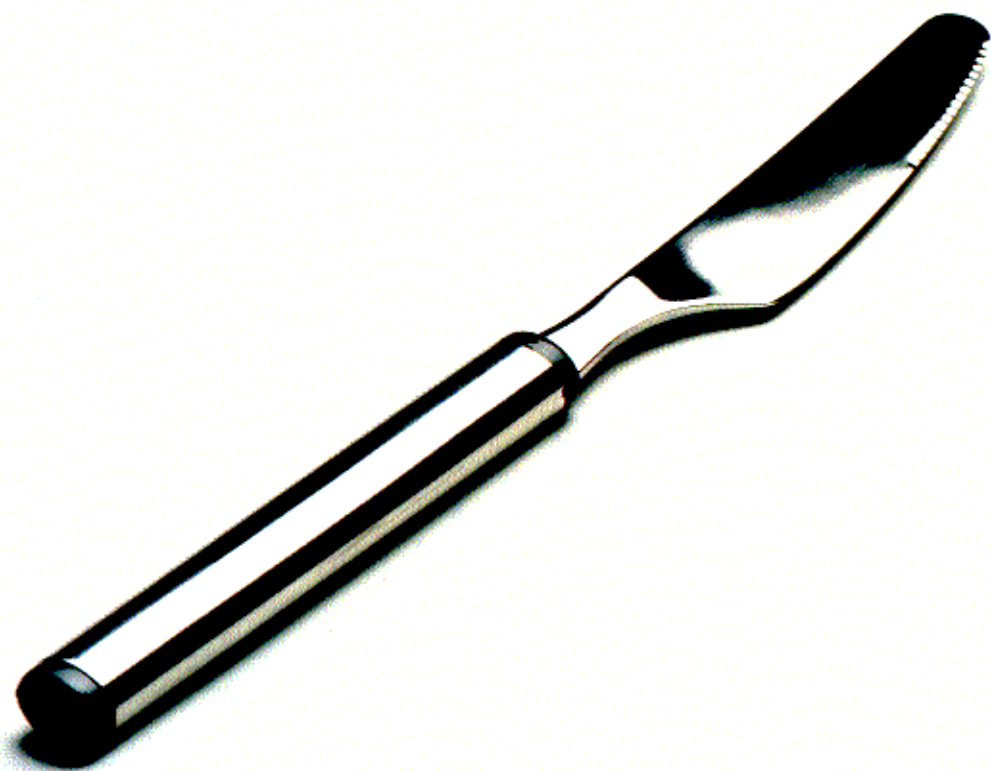


Kuva 3. Esimerkki mineralisaatiotyyppien näennäisistä vaihespektreistä, maastomittaustulokset. Cole-Cole-sovitukseen (ehyt viiva) on tehty taajuuksiin 1/64-1 Hz (pisteet). Eko — grafiittigneissi, Honkajoki — magneettiiverkkotekstuuri, Pisamaniemi — magneettiipirote, Jokisivu — Au-pitoinen kiusupirote /5/.

Fig 3. Example of apparent phase-angle spectra (point values) of different mineralization types, and Cole-Cole fitting (solid line) to frequencies 1/64-1 Hz. Eko — graphitic gneiss, Honkajoki — magnetite net texture, Pisamaniemi — magnetic dissemination, Jokisivu — Au-bearing sulphide dissemination /5/.

ERO ON MERKITTÄVÄ.

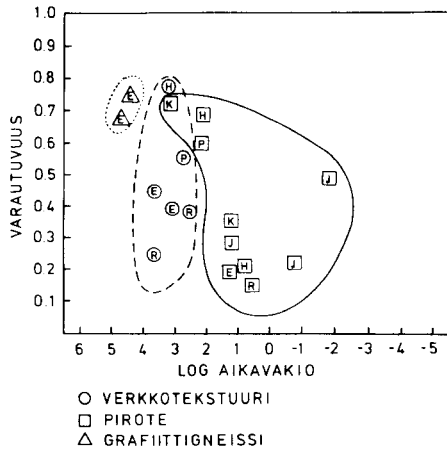
Muotoilijat jo 56 maassa merkitsevät tuotteittensa valmistusmateriaaliksi suomalaisen Polarit-jaloteräksen. Miksi? Eihän teräksen nimi näy lopullisessa tuotteessa. Heidän nimensä näkyy.





outokumpu
TERÄSTEOLLISUUS

95400 Tornio
puh. 9698-4521,
telex 3518 okto sf,
telefax 9698-452 620



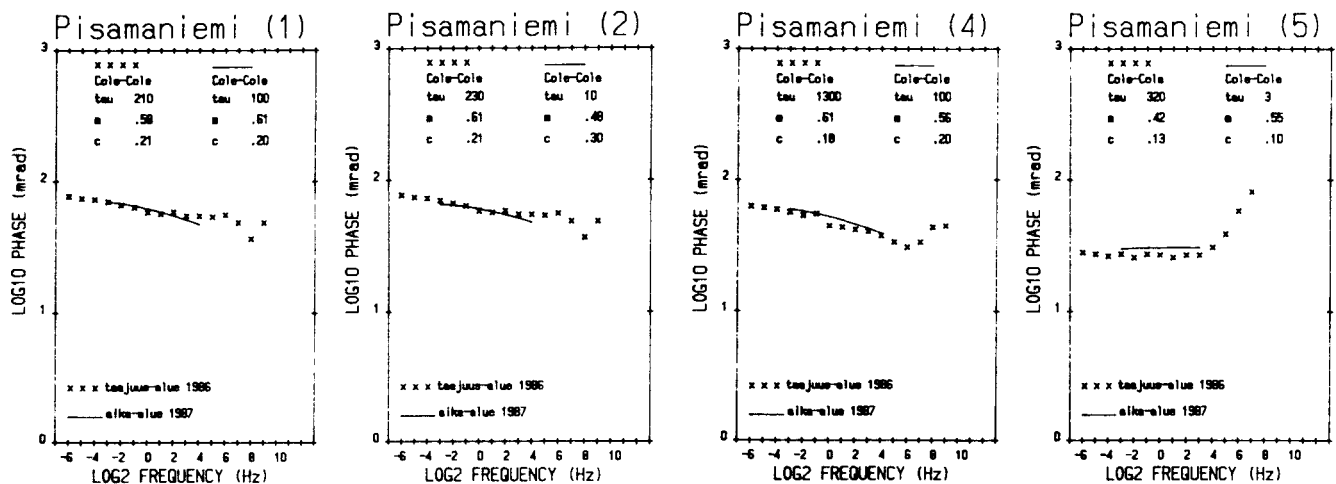
Kuva 4. Eri mineralisaatiotyyppien näennäisistä vaihespektreistä määritettyjen Cole-Cole-parametrien sijoittuminen aikavakio – varautuvuusdiagrammilla. H=Honkajoki, R=Kilvenjoki, P=Pisamaniemi, E=Eko, J=Jokisivu, K=Kiipu /5/.

Fig. 4. Apparent Cole-Cole parameters of different texture types obtained from phase spectra. Results are plotted in time constant – chargeability space. Verkkotekstuuri-net texture, pirote-dissemination. Grafiittigneissi-graphitic gneiss. H=Honkajoki, R=Kilvenjoki, P=Pisamaniemi, E=Eko, J=Jokisivu, K=Kiipu /5/.

grafiittigneissi, verkkotekstuuri ja pirote sijoittuvat eri kenttiin (kuva 4). Eri tyyppien aikavakiot poikkeavat toisistaan keskimäärin kaksi dekadia.

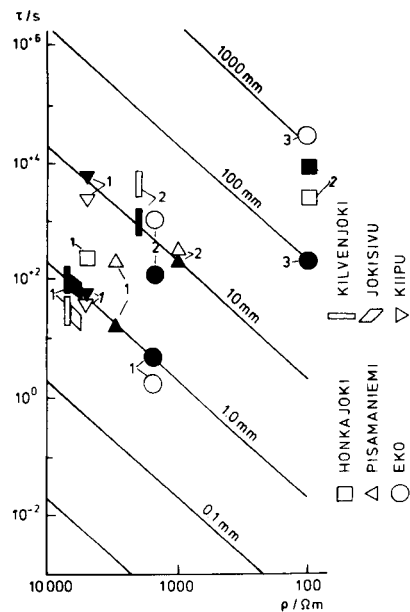
Maastomittauksista laskettiin raekokojakauma De Wittin /3/ yksinkertaisella pirotemallilla sekä tarkemmalla Saloheimon /2/ mallilla. Yhtenäinen tuloksista on esitetty kuvassa 5. Pirotteisten kivien laskettu raekoko on 0.5–2 mm, mikä vastaa hyvin ohut-hieistä ja näytteistä tehtyjä havaintoja. Verkkotekstuureiden lasketut raekoot vaihtelevat välillä 5–20 mm. Honkajoen verkkotekstuureille saatiin raekoksi 200–500 mm ja Eko grafiittigneissille 100–1000 mm.

Aika-alueen mittauksissa käytettiin 2 sekunnin pulssiaikaa, mistä johtuen suurin transientista ratkaistavissa oleva aikavakio oli 100 s. Aika- ja taajuusalueen Cole-Cole-parametrit olivat vertailukelpoisia, mutta poikkesivat yllämainitusta syystä etenkin aikavakion osalta numeroarvoiltaan toisistaan. Aika-alueen Cole-Cole-parametreista laskettu vaihespektri vastasi taajuuskaistalla 1/8 – 1–8 Hz hyvin mitattua vaihespektiriä (kuva 6). Matalammilla ja korkeammilla taajuuksilla vastaavuus oli heikompi johtuen osittain aika-alueen mittauksella saavutettavan taajuuskaistan kapeudesta



Kuva 6. Esimerkki taajuusalueessa mitatun näennäisen vaihespektrin ja aika-alueen näennäisistä Cole-Cole-parametreista lasketun vaihespektrin vastaavuudesta, Pisamaniemi /6/.

Fig. 6. Example of the correspondence between the measured apparent phase-spectra in the frequency domain (crosses), and the phase spectra calculated from the apparent time domain Cole-Cole parameters (solid line), Pisamaniemi test site /6/.



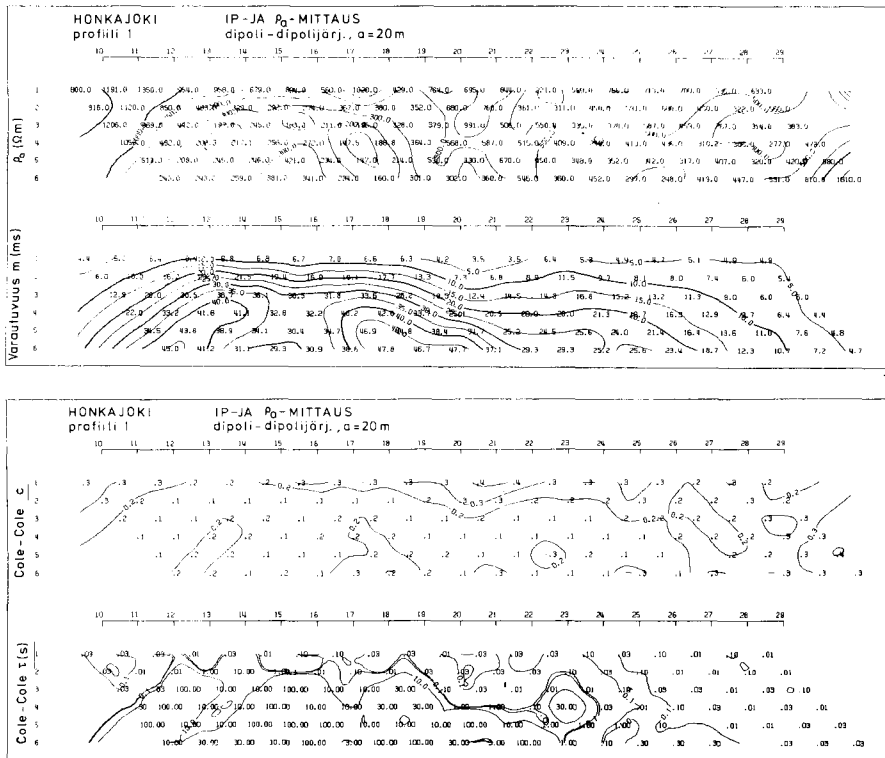
Kuva 5. Testimineralisaatioiden vaihespektreistä määritetyt näennäiset aikavakiot (tau/s) muodostumaresistiivisyyden (ohm-m) funktiona, avoimet symbolit. Raekokokäyrät on laskettu De Wittin /3/ mallin mukaan. Mustat symbolit: Raekoko laskettu Saloheimon mallin /2/ mukaan (K. Saloheimo, tiedonanto, /2/). Numerot kuvassa: 1 = pirote, 2 = verkkotekstuuri, 3 = grafiittigneissi /5/.

Fig. 5. Apparent time constants (tau/s) vs formation resistivity (ohm-m) for the deposits studied with the frequency domain method, open symbols. Straight lines for the grain size are computed using De Witt's /3/ model. Black symbols: Grain size computed with a model developed by Saloheimo /2/ (K. Saloheimo, communication, /2/). Numbers in the figure: 1 = dissemination, 2 = next texture, 3 = graphitic gneiss /5/.

/7/, osittain vaihemittausten kohinasta.

Useamman vastaanotindipolin samanaikainen mittaaminen ja tulosten esittäminen näennäisleikkauksina antaa mahdollisuuden kohteen muodon, koon, sijainnin, irtomaapeitteen paksuuden ja vierekkäisten polaroituvien muodostumien yhteisvaikutuksen arvioimiseen yhden dipolin mittausta paremmin. Esittämällä spektri-IP-informaatio, esimerkiksi Cole-Cole-parametrit, näennäisleikkauksina voidaan arvioida muodostuman laadullisten ominaisuuksien jakautumista syvyysuunnassa.

Kuvassa 7 on mittaustulos aika-alueen laitteistolla Honkajoen



Kuva 7. Aika-alueen spektri-IP-mittaus, Honkajoki, 2 s:n pulssiaika. Verkkotektuurinen magnetiittimineralisaatio on pisteiden 14–17 välillä /6/.

Fig. 7. Time domain spectral IP result from Honkajoki test site, 2 s pulse time. Magnetic mineralization with net texture is located between points 14–17 /6/.

kohteella tehdystä mittauksesta. Pisteiden 13/14–17 välille sijoituvan rikkaamman verkkotektuurimaisen magnetiitti-ilmeniittimälmän dimensioista ja irtomaapeitteen paksuudesta voi mallilaskujen /8/ perusteella tehdä hyvän arvion. Cole-Cole-näennäisleikkauksissa malmi rajautuu tarkasti, yhdistelmällä aikavakio $\tau \geq 10$ s ja eksponentti $c \geq 0.2$.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimus osoitti, että mineralisaatioiden erottelu raekoon perusteella spektri-IP-menetelmällä on mahdollista myös maasto-olosuhteissa. Erityisen hyvin menetelmä sopii tapauksiin, joissa samaan muodostumaan liittyy muilla menetelmillä samanlaisen vasteen antavat, mutta mineraalitekstuurltaan poikkeavat, taloudellisesti mielenkiintoinen ja mielenkiinnoton mineralisaatio. Esimerkkinä tällaisesta olivat Pisamaniemen ja Ekon magnetiittiprotte-

seen ultramafiittiin liittyvät Ni-Cu-mineralisaatiot. Samoin pirotteiset mineralisaatiot, kuten Kilvenjoen ja Jokisivun jalometalliaineet, joissa menetelmän avulla saadaan havainnollinen kuva raekojakaumasta, sopivat hyvin menetelmän käyttökohteiksi.

Aika-alueessa voitaneen matalien taajuuksien vaste mitata taa-juusalueutta vastaavasti pulssiaikaa pidentämällä. Laajan kaistan mittaamiseen ja tulkintaan taa-juusalueen menetelmä sopii periaatteessa aika-alueutta paremmin.

Korkeiden taajuuksien (10–1000 Hz) sisältämää spektri-informaatiota ja sen soveltuvuutta tulkintaan ei tässä yhteydessä pystytty ko. tulosten kohinan takia tutkimaan.

Tällä hetkellä tutkimus jatkuu laboratoriomittakaavassa. Tavoitteena on pirotteisten, etenkin kultapitoisten, mineralisaatioiden spektri-IP-mittaukseen perustuvan etsintämenetelmän kehittäminen. Menetelmän tutkiminen laboratoriossa onnistuu vain rajoitusti, ja mahdollisuuksia maastomittauslaitteiston hankkimiseksi selvitetään.

KIRJALLISUUS – REFERENCES

1. Pelton, W.H., Ward, S.H., Hallof, P.G., Still, W.R. & Nelson, P.H., Mineral discrimination and removal of inductive coupling with multi-frequency IP. *Geophysics* 43, 1978, 588–609.
2. Saloheimo, K., Model studies on spectral induced polarization. To be published in: *Acta Polytechnica Scandinavia, Applied Physics Series*.
3. De Witt, G.W., Parametric Studies of Induced Polarization Spectra. Master of Science Thesis. Department of Geology and geophysics, 1979, University of Utah, USA.
4. Soininen, H., The behavior of the apparent resistivity phase spectrum in the case of two polarizable media. *Geophysics* 50, 1985, 810–819.
5. Vanhala, H., Mineralisaatioiden luokittelu taa-juusalueen spektri-IP-mittauksen avulla. Tutkimusraportti — Research Report TKK-TGE A9, Espoo, 1988.
6. Vanhala, H., Aika- ja taa-juusalueen spektri-IP-mittauksien vastaavuus. Tutkimusraportti — Research TKK-IGE A10, Espoo, 1988.
7. Soininen, H., Inapplicability of pulse train time-domain measurements to spectral induced polarization. *Geophysics* 49, 1984, 826–827.
8. Hohmann, G.W., Three-dimensional induced polarization and electromagnetic modelling. *Geophysics* 40, 1975, 309–324.

SUMMARY

EVOLUTION OF ORE MINERALIZATIONS WITH FREQUENCY DOMAIN AND TIME DOMAIN SPECTRAL IP METHOD

In situ spectral IP measurements, both in frequency domain and in time domain, were made with dipole-dipole configuration and 20 meters electrode separation at six Proterozoic sulphide, oxide and graphic mineralizations in Finland. Resistivity soundings at the same targets and laboratory spectra from the core samples were also taken. Textures of the mineralizations were studied from thin sections.

Ore formations with a large difference in texture, like graphitic gneiss and in dissemination, can be separated on the basis of their phase-spectra time constants. A good correlation was found between the observed grain size and the grain sizes calculated from the apparent field phase-spectra in cases of homogeneous disseminated textures.

Improved flexibility in the pulse-time adjustment, in combination with the operational advantages of the method, would make the time domain technique into a realistic alternative as a wide-band prospecting method, too.

Jauhatusjärjestelmän jatkuvuustilan matemaattinen malli

Dipl. ins. Ville Räsänen ja prof. Antti J. Niemi, TKK, säätötekniikan laboratorio

JOHDANTO

Jauhituksen kuvaaminen matemaattisilla malleilla on tutkimuksen kohteena useissa teollisuusmaiden korkeakouluissa ja aihetta käsitellään toistuvasti kansainvälisissä symposiumeissa. Tutkimuksilla on käytännöllistä potentiaalia, kun otetaan huomioon jauhatusprosessin merkitys sekä mineraalitekniikan tuloksen että energian kulutuksen kannalta. Malleja tarvitaan myös jauhatusprosessien säädön kehittämiseen.

Viimeksi mainittuun tarkoitukseen käytetään yleensä puhtaasti kokemusperäisiä, esim. askelkokein saatuja dynaamisia malleja. Jatkuvuustilan kuvaamisessa ovat saaneet jalansijaa fenomenologiset mallit, jotka sisältävät mm. kineettisiä parametreja. Erityisesti myllyjen viipymisaikajakautumien ja karkean aineen palautuksen sisällyttämisessä malleihin esiintyy kuitenkin huomattavia eroja eri koulukuntien välillä.

Askelkokein saadut mallit ovat antaneet mahdollisuuden korkea-tasoisien säätömenetelmien soveltamiseen /1/. Kun nämä kuitenkin mm. edellyttävät uusia askelkokeita prosessin toimintapisteiden muututtua, on TKK:n säätötekniikan laboratoriossa lähdeytetty kehittämään malleja, jotka kuvaavat paremmin järjestelmän fyysikaalisia yksikköoperaatioita. Koska jatkuvuustilan mallien parametrit sisältyvät myös dynaamisiin malleihin, on analyysi kohdistettu aluksi jatkuvuustilaan, jota käsillä oleva raportti koskee. Pääsi jauhimon toiminnan valvontaan ja ohjaukseen, kehitetyillä malleilla tähdätään jauhimon simulointiin ja jauhatustulosten arviointiin prosessin suunnitteluvaiheessa. Tutkimuksen kokeelliseen osaan tarvittu kotimainen mittaustieto on määritetty Outokumpu Oy:n Vammalan kaivoksen jauhimossa suoritetuilla kokeilla.

LÄPIVIRTAUSMYLLYN MALLIT

Jauhatus katsotaan kinetiikaltaan lineaariseksi yksikköoperaatioksi, jota kuvataan 1. kertaluvun differentiaaliyhtälöillä, tyypillisimmin kuulajauhituksen tapauksessa.

$$\frac{dC_i}{dt} = \sum_{j=1}^{i-1} b_{ij}k_j C_j - k_i C_i \quad C_i(t=0) = C_i(0) \quad (1)$$

Malli (1) kuvaa sellaisenaan eräjauhatusta. Se esittää, miten kiintoaineen massaosuus kokoluokassa i kasvaa karkean aineen hienontuessa kokoluokasta j luokkaan i ($j=1, 2, \dots, i-1$) ja vähenee hienontuessa nopeudella $k_i C_i$. Nopeuskerroin k_j kuvaa kokoluokan j hienontumista ja b_{ij} ilmaisee osuuden, joka tällöin joutuu luokkaan i .

Yhtälöiden (1) ryhmä voidaan ratkaista kokoluokkien lukumäärän m ollessa mielivaltainen /2/. Ratkaisu on esitettävissä yhdellä kompaktilla vektoryhtälöllä, jonka kerroinmatriisin alkiolle on johdettu palautuskaavat /3,4/.

Läpivirtausmyllyssä on kiintoaineen ja nesteen viipymisaikajakautumat todettu lähes yhtäläisiksi eri tutkijoiden suorittamissa ko-

keissa /5/. Tämä viipymisaikajakautuma $g(t)$, joka määritetään esim. merkkiainekokeella, ja jauhautumisen malli voidaan superponoida keskenään läpivirtausmyllyn dynaamiseksi malliksi. Tämä lausuu konvoluutiointegraalin muodossa myllyn tuotteen raekokojakautuman $C_b(t)$ syötteen muuttuvan raekokojakautuman $C_a(t)$ funktiona /6/:

$$C_b(t) = \int_{-\infty}^t \underline{T} \underline{D}(t - \tau) \underline{T}^{-1} C_a(\tau) g(t - \tau) d\tau \quad (2)$$

$$\underline{D}(t) = \text{diag}(e^{-k_1 t}, \dots, e^{-k_m t}) \quad (3)$$

\underline{T} matriisi, jonka inverssi on \underline{T}^{-1} ja alkiot t_{ij} ovat:

$$t_{ij} = \begin{cases} 0 & , i < j \\ 1 & , i = j \\ \sum_{l=j}^{i-1} \frac{k_l b_{il} t_{lj}}{k_i - k_l} & , i > j \end{cases} \quad (4)$$

Jatkuvuustilassa C_a ja C_b ovat vakiovektoreita. Tällöin integraali (2) voidaan määrittää laskennallisesti vastaavan, algebrallisen kerroinmatriisin \underline{G} määrittämiseksi. Tämä on neliömatriisi, jonka dimensio on sama kuin erotettujen raekokoluokkien lukumäärä.

$$C_b = \underline{T} \underline{J} \underline{T}^{-1} C_a = \underline{G} C_a \quad (5)$$

$$\underline{J} = \text{diag}(J_1, \dots, J_m) \quad (6)$$

$$J_n = \int_0^{\infty} e^{-k_n t} g(t) dt \quad , \quad 1 \leq n \leq m \quad (7)$$

Mitä enemmän seuraluokkia erotetaan sitä suuremmaksi kasvaa siirtomatriisin alkioiden t_{ij} ja kineettisten parametrien k_i ja b_{ij} lukumäärä. Tästä syystä on eräjauhatuskokeiden nojalla kehitetty kokemusperäisiä algebrallisia kaavoja, jotka sisältävät rajoitetun määrän vapaita parametreja ja joista edellä mainitut parametrit ovat laskettavissa.

Tutkimuksessa käytetty kaavaryhmä perustuu viiteen parametriin k_0, α, β, M, s /7/. Näissä muuttujana x_i on seuraluokan i keskimääräinen raekoko; x_1 edustaa karkeinta luokkaa.

$$k_i = k_0 \left(\frac{x_i}{x_1} \right)^\alpha (1 - LP(z_i)) \quad (8)$$

$$b_{ij} = \left(\frac{x_{i-1}}{x_j} \right)^\beta - \left(\frac{x_i}{x_j} \right)^\beta \quad (9)$$

$$z_i = \frac{\lg \left(\frac{x_i}{M} \right)}{\lg s} \quad (10)$$

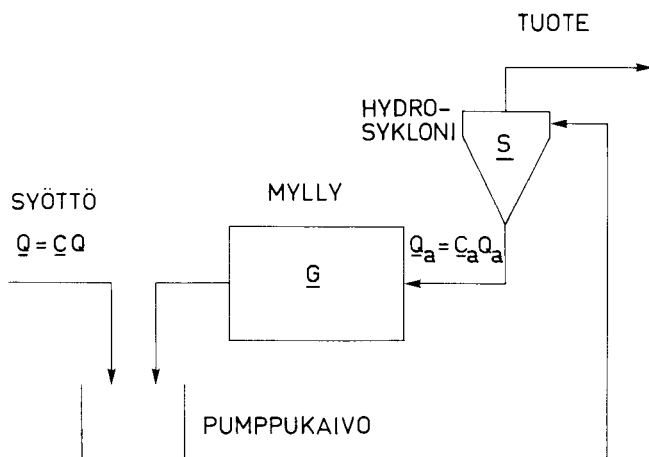
$$LP(z_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{z_i} \exp \left(-\frac{t^2}{2} \right) dt \quad (11)$$

Eräjauhatuskokeiden tulosten hajonnan vuoksi on yhtälön (8) viimeisen tekijän määrittävyyttä pidetty kyseenalaisena /4/. Numeerista sovitusta on kuitenkin käytetty myös läpivirtausmyllyn yhteydessä, sillä tämän toimiessa jatkuvuustilassa jauhatusolosuhteet eivät muutu ajan mukana. Mainittujen viiden yleisen parametrien arvot on tällöin määritetty avoimen piirin myllyn syötteestä ja tuotteesta otettujen näytteiden nojalla, ja niistä on edelleen laskettu k_i :n ja b_{ij} :n arvot /6/. Simuloitaessa näitä arvoja käyttäen myllyn jatkuvuustiloja eri toimintapisteissä on voitu määrittää laskennallisesti mm. syötön määrällisten muutosten vaikutus tuotteen raekokoon /6,8/.

SULJETUN JAUHATUSJÄRJESTELMÄN JATKUVUUSTILA

Tarkastellaan kuvan 1 mukaista suljettua jauhatuspiiriä. Voidaan osoittaa, että syklonin alitteeseen joutuvan kiintoaineen raeluokittainen virtausvektori Q_a piiriin jatkuvuustilassa voidaan laskea sarjamuotoisesta lausekkeesta, joka koostuu 0, 1, 2, 3, ..., ∞ kertaa kiertäneiden rakeiden osuuksista /9/:

$$Q_a = Q_a C_a = (I + S G + (S G)^2 + (S G)^3 + \dots) S C Q \quad (12)$$



Kuva 1. Suljettu jauhatuspiiri.
Fig. 1. Closed grinding circuit.

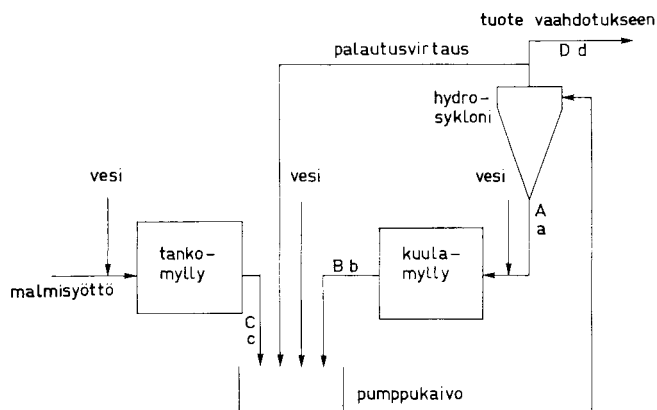
Tässä Q on piiriin tuleva ja Q_a syklonin alitteeseen kiintoainevirtaus (t/h) sekä C piiriin tulevan ja C_a syklonin alitevirtauksen raekokojakautumavektori. Diagonaalimatriisi S ilmaisee todennäköisyyden, jolla kuhunkin seuraluokkaan kuuluva rae joutuu syklonisessa syötevirtauksesta alitteeseen.

Matriisit G ja S ovat virtauksen funktioita, joten kiintoainevirtausvektorin Q_a määrittäminen edellyttää iteratiivisia laskelmia. Tällöin niiden sisältämille virtaus-, kiintoainepitoisuus- ym. muutujille annetaan sopivat alkuarvot ja lasketaan yhtälöstä (12) vastaava Q_a . Tämän ja piiriin tunnetun syöttövirtauksen QC nojalla saadaan G :n ja S :n argumenteille uudet arvot ja iterointia jatketaan jatkuvuustilan löytämiseksi. Kun se on saatu määritetyksi, ovat monet muut jauhatuspiiriin suureet, kuten tuotteen raekokojakautuma ja piiriin lietetiheydet, suoraviivaisesti laskettavissa.

Kuvatun mallin parametrien arvot on määritetty tuotannollisessa jauhimossa suoritettujen kokeiden nojalla ja mallilla suoritettujen simuloinnin tulos on pitänyt yhtä koetulosten kanssa. Muiden käyttöolosuhteiden simulointi on osoittanut, miten menetelmää voidaan soveltaa selvittäessä eri käyttöolosuhteiden vaikutusta laitoksen toimintaan ja tuotteen laatuun /6,8/.

PROSESSIKOE JA TULOKSET

Kineettinen perusmalli (1) on kehitetty lähinnä metallisia jauhin-kappaleita käyttävälle jauhatukselle. Vammalan kaivoksen /10/ jauhimo (kuva 2) soveltui siten vastaavien kokonaismallien testausten ja parametrien määrittämiselle kohteeksi, sillä siellä jauhatusta tapahtuu avoimen piiriin tankomyllystä ja suljetun piiriin kuulamyllystä koostuvassa järjestelmässä. Kuvattuja malleja ei ole sovellettu autogeenimyllyihin, joiden fenomenologinen mallitus on vielä kehityksen alaisena.

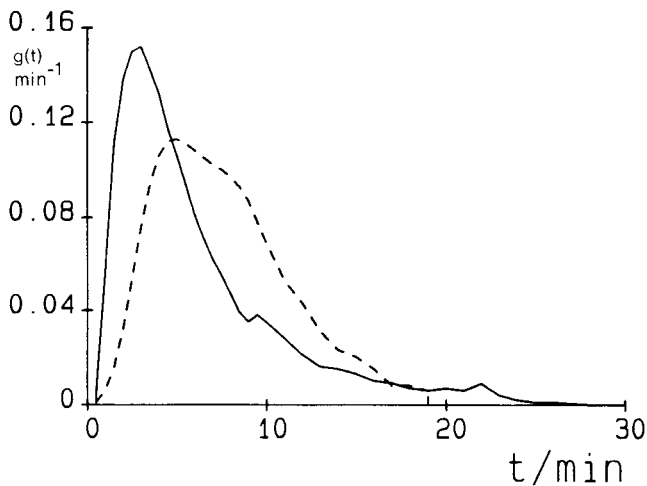


Kuva 2. Vammalan kaivoksen rikastamon jauhatusjärjestelmä. A, B, C, D kiintoainevirtauksia. a, b, c, d fraktion osuuksia kokonaiskiintoaineesta.

Fig. 2. Grinding system in the concentrator of Vammala mine. A, B, C, D solids flows. a, b, c, d parts of a fraction in total solids.

Jauhimon toimiessa normaalissa jatkuvuustilassa rekisteröitiin prosessista saatava mittaustieto ja otettiin näytteitä muiden suureiden kuten raekokojakautumien ja tiheyksien määrittämiseksi. Myllyjen viipymisaikajakautumat saatiin merkkiainekokeilla, mutta mitään jauhimon toimintaolosuhteisiin vaikuttavia kokeita ei tehty /11/.

Viipymisaikajakautumat määritettiin kemiallisella merkkiainelä, jonka aiheuttamat muutokset nestefraktion johtokykyyn rekisteröitiin. Erä $CaCl_2$ -liuosta syötettiin myllyyn ja ulostulosta otettuja näytteitä mittaamalla saatiin tankomyllylle jakautuma, joka toden-



Kuva 3. Myllyjen viipymisaikajakautumat; — tankomylly, --- kuulamylly.
Fig. 3. Residence time distributions of the mills; — rod mill, --- ball mill.

näköisyysfunktioiksi normalisoituna ilmenee kuvasta 3. Kierävän merkkiaineen vuoksi määritettiin kuulamyllyä testattaessa myös syötteen johtokyky ja viipymisaikajakautuma laskettiin pulsien Fourier'n muunnoksiin perustuvalla menetelmällä /12/. Tankomyllyn keskimääräiseksi viipymisajaksi saatiin 6,2 min ja kuulamyllyn 7,6 min.

Tankomyllyn viipymisaikajakautuma vastaa primäärisistä syötöstä määräytyvää läpivirtausta 0,56 m³/min. Kuulamyllyn tilavuusvirtauksen määrittämiseksi on laskettava ensin erikseen kiintoaine ja veden syötöt myllyyn. Valitsemalla laskentasuuret sopivasti voidaan tällöin eliminoida syklonin ylitteestä erotettu palautus, jota käytetään pumppukaivon pinnankorkeuden pitämiseen halutulla alueella. Kuvan 2 mukaisiin merkinnöihin saadaan myllyn syötteen määrätylelle fraktiolle:

$$\frac{A}{C} = \frac{d - c}{b - a} \quad (13)$$

Kuulamyllyn bruttoläpivirtaukseksi saatiin 1,57 m³/min.

Viiden kineettisen parametrien määrittämiseksi yhtälöissä (8–11) niille annettiin sopiviksi arvioituiden alkuarvot ja syötön tunnetun raekokojakautuman nojalla laskettiin mallia (5) käyttäen vastaava jakautuma C_b . Koska tämä poikkesi mitatusta jakautumasta C_b , parametrien arviointi muodosti optimointitehtävän. Minimoitava kohdefunktio määriteltiin seuraavasti (raeluokkien lukumäärä $m > 5$):

$$F = \frac{1}{m-5} \sum_{i=1}^m \frac{(C_{bi} - C_{bi})^2}{C_{bi}} \quad (14)$$

Optimointialgoritmiksi valittiin modifioitu Complex-menetelmä /13/. Tämän puitteissa määriteltiin viisiulotteiseen lukuavaruuteen monikulmio, jonka kukin kärkipiste määritteli vastaavat yleisten parametrien arvot. Minimoitava funktio F laskettiin kullekin arvojoukolle, minkä jälkeen huonoin kärkipiste, jota vastasi suurin F:n arvo, siirrettiin uuteen, muista kärkipisteistä määräytyvään paikkaan ja menetelyä toistettiin kunnes F:n arvo ei enää merkittävästi pienentynyt.

Määrittäessä kuulamyllyn parametreja saatiin niille varsin yksikäsitteiset arvot /11/. Näillä arvoilla esitettyä kokonaismallia käyttäen laskettu ulostulon raekokojakautuma oli lähellä mitattua (taulukko 1).

Määrittäessä tankomyllyn parametreja eri alkupisteistä lähtien ei päädytty tyydyttäviin estimaatteihin. Pelkän tankomyllyn edustaman, suhteellisen suoraviivaisen kohteen tapauksessa on esitetty malli (1) sovitettu muualla sekä eräjauhaukseen että avoimen pii-

Taulukko 1. Kokeellisesti mitattu ja estimoiduilla parametreilla laskettu kuulamyllyn ulostulon raekokojakautuma.

Table 1. Measured and estimated particle size distribution of ball mill output.

Fraktio (mm)	mitattu %	laskettu %
+ 0,84	9,4	9,475
0,59 - 0,84	3,7	3,415
0,42 - 0,59	4,7	4,784
0,297 - 0,42	6,3	6,921
0,210 - 0,297	10,5	10,19
0,149 - 0,210	12,6	12,16
0,105 - 0,149	12,6	12,1
0,074 - 0,105	9,4	8,977
0,053 - 0,074	6,3	7,812
0,044 - 0,053	5,7	4,701
- 0,044	18,8	18,87

rin läpivirtausjauhaukseen (5) (ks. esim. /14/), joten jokin mallin käytön edellytys, mahdollisesti muuttumaton jatkuvuustila näyttää jääneen kokeen tässä osassa täyttymättä. Kuulamyllylle mallin on todettu soveltuvan myös avoimen piirin jauhatuksessa /6/.

NUMEERINEN KÄSITTELY

Käytetyt tietokoneohjelmat laadittiin Fortranilla ja laskelmat suoritettiin Teknillisen korkeakoulun tietokoneella DEC-20. Parametrien arvioinnin ja suljetun piirin myllyn viipymisaikajakautuman määrittämisen ohella olennaisen ohjelmointitehtävän muodosti suljetun piirin jatkuvuustilan iteroiva laskenta (12). Viipymisaikajakautumat sisältyivät ohjelmiin koetuloksiin perustuvina lukusarjoina, eikä niitä approksimoitu analyttisesti.

Viipymisaikajakautuma riippuu läpivirtauksesta ja tämä riippuvuus /6/ sisällytettiin virtausta iteroivaan ohjelmaan. Koska myös hydrosyklonin toiminta riippuu sen tulosuureista, käytettiin kirjallisuudessa esitettyä mallia /15/ näiden riippuvuuksien huomioonottamiseen, vaikka tämän mallin kuten muidenkin, vastaavien mallien käyttöalueen on havaittu rajoittuvan toimintapisteen lähiympäristöön /6, 14/.

PÄÄTELMIÄ

Esitetty malli soveltuu kuulamyllyn kuvaamiseen ja sen parametrien arvojen määrittämiseen merkkiainekokeen, tavanomaisten prosessimittausten ja raekokoanalyysien avulla. Viipymisaikajakautumat, kiintoaineen ja veden virtaukset, kineettisten parametrien arvot sekä lietetiheydet voidaan määrittää myös myllyn ollessa suljetun jauhatuspiirin osa. Tankomyllyn parametrien määrittämisessä ei ole päädytty yksikäsitteisiin arvoihin eikä autogeenimyllyjä ole testattu.

Sellaisten, erityisesti kuulajauhaukseen perustuvien piirien toimintaa, joille malli on viritettävissä, voidaan tutkia myös testitilanteista poikkeavissa olosuhteissa. Suorittamalla laskelmia varioitavissa olevien toimitusparametrien eri arvoilla, voidaan etsiä niitä ohjauksia, jotka prosessiin kohdistettuina tuottavat optimaalisen jatkuvuustilan. Siirryttäessä etämmälle testitilanteen olosuhteista tulosten paikkansapitävyys kuitenkin heikkenee mallin käyttöalueen rajoitusten vuoksi. Toimintapisteen lähialueella malli soveltuu myös automaattisen säädön kehittämisen lähtökohdaksi.

Kuvatun kokeellisen ja laskennallisen tutkimuksen suoritti TKK:n säätötekniikan laboratoriossa ensimmäinen kirjoittaja diplomityönään, jota Outokumpu Oy:n puolesta ohjasi tekn. lis. R. Kalapudas. Kokeet suoritettiin Vammalan kaivoksen johdon ja henkilöstön myötävaikutuksella. Kirjoittajat kiittävät edellä mainittuja hyvästä yhteistyöstä.

KIRJALLISUUS-REFERENCES

1. Niemi, A. J., Heinonen, P., Jämsä, S.-L., Melama, H., Iivarinen, T. and Paakkinen, U., Preprints 14th Int. Mineral Proc. Congress, Paper III-5. Canadian Inst. of Mining and Metallurgy 1982.
2. Reid, K. J., Chem. Eng. Science, 20 (1965) 953-963.
3. Herbst, J. A., Grandy, G. A., Mika, T. S., Transactions of Institution of Mining and Metallurgy, Section C, 80 (1971) 193-198.
4. Heiskanen, K., On the estimation of system parameters in mathematical simulation of batch grinding. Väitöskirja, TKK, Espoo 1978.
5. Niemi, A. J., Acta Polyt. Scand., Ph 138 (1983) 137-143.
6. Niemi, A. J., Zuniga, R., World congress particle technology, Preprints 2: Comminution, 193-205. NMA, Nürnberg 1986.
7. Austin, L. G., et al., Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev., 15 (1976) 187-196.
8. Niemi, A. J., Ylinen, R., Automaatiopäivät 87, nide 3, 367-377. SSS r.y., Helsinki 1987.
9. Niemi, A. J., Proc. 18th APCOM Symp., 317-323. IMM, London 1984.
10. Vanha-Honko, L., Vormisto, K., Ahtiainen, J., Vuoriteollisuus-Bergshanteringen, 42 (1984) 104-110.
11. Räsänen, V., Jauhatusjärjestelmän simulointi ja ohjaus. Diplomityö, TKK, Espoo 1986.
12. Niemi, A. J., Zuniga, R., Flotation of sulphide minerals (ed. E. Forsberg), 397-408. Elsevier, Amsterdam 1985.
13. Umeda, T., Ichikawa, A., Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev., 10 (1971) 229-236.
14. Smith, H. W., Guerin, D., CIM Bulletin, 73 (1980) 133-138.
15. Plitt, L. R., CIM Bulletin, 69 (1976) 114-123.

SUMMARY

MATHEMATICAL MODEL OF GRINDING SYSTEM IN STEADY STATE

Dynamic model of the rotary, continuous grinding mill and steady state models of the mill and the closed circuit grinding are introduced. Experimental validation of the latter models is outlined. Since dynamic models include the same dependences and parameters as steady state models, the test results will benefit the development of automatic control of grinding.

Tracer tests made in the Vammala mill of Outokumpu Oy yielded the residence time distribution of the open circuit mill and, by means of a method based on Fourier transformations, that of the (closed circuit) ball mill. Subsequent evaluation of parameters of the ball mill, based on the measurements and particle size analyses, constitutes an optimization problem to which the modified Complex method was applied. Simulation of the closed circuit with the parameter data obtained shows a good agreement with experiments. A unique set of parameter data was not found for the rod mill in this study.

Kultaseminaari Otaniemessä

Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella pidettiin 10.-13.10.1988 jatkokoulutustapahtuma "Gold Deposit Evaluation Seminar", johon oli kytketty ATK-workshop. Seminaarin pääteemana oli kullannetsinnän ja -hyödyntämisen taloudellinen puoli. Tilaisuuden pääpuhujiksi järjestäjät olivat onnistuneet saamaan kansainvälisesti tunnetun mineraalitalouden asiantuntijan professori Brian Mackenzie Queen's Universitystä, Kanadasta sekä hänen oppilaansa tohtori Michael Doggettin samasta yliopistosta.

Mackenzie ja Doggett tutustuttivat kuulijat mineraaliesiintymien taloudelliseen arviointiin käytettyihin menetelmiin. Teoreettista puolta valotettiin runsain esimerkein Kanadasta ja Australiasta. Herkkyys- ja riskianalyysiin kiinnitettiin erityistä huomiota. Osanottajille tarjottiin tilaisuus kokeilla tietokoneohjelmia, jotka käsittävät riskianalyysia ja arvioitua tuottoa vaihtelevin taloudellisin premissin. Näitä mikroille sopivia ohjelmia on tarkoitus ruveta markkinoimaan tänä keväänä.

Tohtori Jyrki Parkkinen Outokumpu Oy:stä tutustutti kuulijat Outokumpu Data Systems'issä kehitteillä olevaan investointirahoitusta ja tuottavuutta käsittelevään laajempaan, kanadalaisten ohjelmaa ulottuvampaan, IKAROS-ohjelmaan.

Pohjoismaisia kultaesiintymiä esittelivät Christer Löfgren ja Jan Bida Terra Mining AB:n Björkdalin kaivoksesta Ruotsissa sekä Krister Söderholm A/S Bidjovagge Gruber'in Bidjovaggen kaivoksesta Norjassa. Edellisessä kiinnittyi huomio näytteenotetekniikkaan ja nopeuteen, jolla kaivos oli saatu toimintaan. Jälkimmäisessä korostui kaivosgeologin tärkeys selektiivisessä louhinnassa.

Tohtori Michael Harris BP Minerals International Ltd:stä antoi esimerkkejä BP:n harjoittamasta polymetallien tekniikasta Skotlannissa ja Ranskassa.

Pertti Hautala Outokummun geoanalyttisestä laboratoriosta kiinnitti esitelmässään huomiota näytteiden edustavuuteen, näytteiden preparointiin ja analysointiin liittyviin ongelmiin kultaesiintymiä arvioitaessa.



Kultaseminaarin pääalustaja professori Brian Mackenzie (keskellä) sananvaihdossa Pertti Hautalan kanssa. Oikealla tilaisuuden puheenjohtaja professori Heikki Niini.

Dosentti Heikki Laapas Teknillisen korkeakoulun mineraali- ja partikkeliteknologian laboratoriosta esitteli kullannetsintään liittyviä mineralogisia ongelmia.

Kaiken kaikkiaan seminaari antoi hyvän läpileikkauksen niistä ongelmista, jotka tänä päivänä liittyvät kullannetsintään ja esiintymien taloudelliseen hyväksikäyttöön.

Seminaariin osallistui 78 henkilöä 7 maasta. Tilaisuuden järjestivät Teknillisen korkeakoulun Materiaali- ja kalliotekniikan laitos, Vuorimiesyhdistys sekä Ruotsin Nämnden för Statens Gruvegenom (NSG).

Bengt Söderholm

Kalliomurskeiden laatu ja sen parantaminen

Osa I: Murskeen laatu tuotantoprosessissa

TKL Pertti Heikkilä, FM Juha Jokinen ja DI Jouni Niemi, Teknillinen korkeakoulu, kalliotekniikan laboratorio, Otaniemi

JOHDANTO

Asfalttipäällysteiden voimakkaan kulumisen sekä vanhojen päällysteiden hajoamisen vuoksi Liikenneministeriö käynnisti vuoden 1986 syksyllä Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelman (ASTO-projekti). TVH toimii tutkimuksen rahoittajana ja tilaajana, VTT pääkonsulttina sekä PANK ry jäsenyhteisöineen asiantuntijaelimenä. ASTO on kokonaisvaltainen päällysteiden kehittämissuunnitelma, joka sisältää päällystystekniikan kaikki osa-alueet. Tutkimuksen suoritusajaksi on viisi vuotta, 1987–1992. Projektin kokonaiskustannusarvio on noin 26.8 miljoonaa markkaa.

Syyskuussa 1987 ASTO-projekti tilasi Teknillisen korkeakoulun kalliotekniikan laboratorioilta kiviainestyöryhmän osatutkimuksen "Louhinta- ja murskaustavan vaikutus päällystekiviaineen laatuun". Osatutkimuksen tavoite on selvittää valmistustekniikan vaikutus murskeen mekaanisiin lujuusominaisuuksiin ja miten valmistustekniikkaa (louhinta ja murskaus) säätämällä vaikutetaan päällystekiviaineen lujuus- sekä muoto-ominaisuuksiin.

Kevät- ja kesäkaudella 1988 tehtiin räjäytys- ja murskauskoesarja viidellä eri louhoksella. Kokeiden tavoite oli selvittää kiviaineksen lujuus- ja muoto-ominaisuuksia ja niiden kehitystä murskausprosessissa sekä mahdollisuuksia parantaa päällystekiviaineen laatua sekä varovaisemmalla räjäytyksellä että erottamalla louhekan hienoin osa prosessista.

Tässä artikkelissa esitetään kenttäkohteiden normaalituotannon tutkimuksista saatuja tuloksia.

MURSKAUSKOKEET

KENTTÄKOhteet

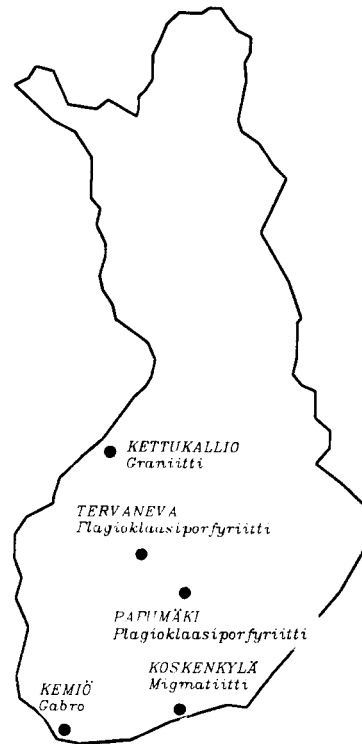
Tutkittavat kivilajit pyrittiin valitsemaan ASTO-projektin koetiekivien listalta. Kenttäkokeet tehtiin kuvan 1 esittämissä kohteissa. Papumäkeä lukuunottamatta louhokset ovat ASTO-kohteita.

Vaaleiden ja tummien syväkivien ryhmistä on yksi kohde kummastakin (Kettukallio ja Kemiö), vaaleita vulkaniitteja edustaa kaksi kohdetta (Papumäki ja Tervaneva) ja yhdessä seoskivikohde (Koskenkylä) on osia vaaleiden syväkivien ja vaaleiden sekä tummien vulkaniittien ryhmistä.

Louhinta

Kenttäkohteiden louhinnassa käytettiin \varnothing 64–76 millimetrin reikäkokoja. Porausruutuna 64 millimetrin reikäkoolla oli noin 4.5 m², 70 mm:llä noin 5.5 m² ja 76 millimetrin reikäkoolla noin 6.5 m². Kaikissa kohteissa varsipanoksen räjähdysaineena käytettiin ammoniittia. Vesirei'issä käytettiin yleisesti aniittia. Pohjapanoksena oli kaikissa kohteissa dynamiitti. Ominaispanostus eri kohteissa varsipanoksen osuudella oli 0.65–0.46 kg dyn/m³ ktr.

Rintauskorkeudet vaihtelivat noin 10 metrin ja 16 metrin välillä. Reiässä käytettiin kahta ryhmään C kuuluvaa VA-nallia, joista toinen oli reiän pohjalla ja toinen reiän pintaosassa noin 2.5–3 metrin syvyydellä.



Kuva 1. Vuoden 1988 louhinta- ja murskauskoeohjelman kenttä-tutkimuskohteet ja kivilajit.

Fig. 1. Test sites and rock types in the blasting and crushing research programme 1988.

Porauskaavio oli yleisimmin suorakaiteen muotoinen ja reiät olivat samassa linjassa. Reikäriivien välinen hidastus oli 1 nallinnumero eli 25 millisekuntia. Reunareivät hidastettiin seuraavalla numerolla. Voimakasta aurausta ei käytetty missään kohteessa.

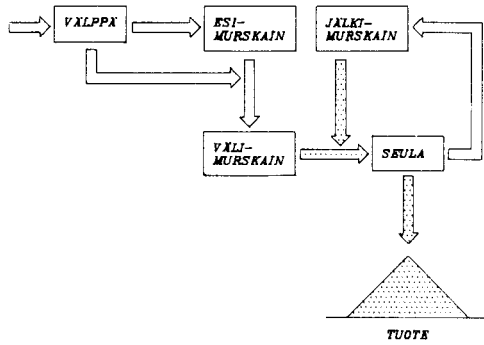
Murskaus

Kokeiden aikana kaikissa kenttäkohteissa tuotettiin päällystekiviainesta. Kettukalliolla, Kemiössä ja Tervanevalla tehtiin 0–16 mm tuotetta. Papumäessä tuotettiin 0–12 mm ja 12–20 mm lajitteita ja Koskenkylässä 0–12 mm ja 12–22 mm lajitteita.

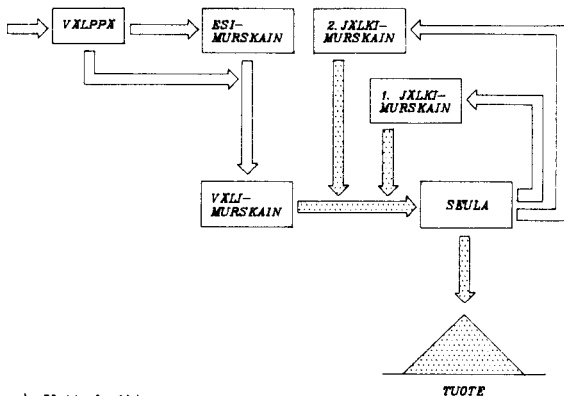
Kenttäkohteiden murskaamojen prosessikaaviot voidaan ryhmitellä kuvan 2 mukaisesti kolmeen eri tyyppiin, jotka ovat:

Tyyppi ä: Louheen hienoin osa ohittaa esimurskaimen. Välpän alite ja esimurskaimen tuote menevät välimurskaimen. Välimurskaimen tuote menee seulalle, josta erotetaan lopputuote. Lopputuotetta karkeampi murske ohjataan jälkimurskaimelle, jonka tuote palautetaan seulontaan. Kenttäkohteista Tervaneva, Kemiö ja Koskenkylä edustivat tätä kaaviotyyppiä. Koskenkylässä käytettiin kaksitasoseulaa, jonka ylite palautettiin takaisin välimurskaimen ja Kemiössä jälkimurskaimen rinnalla oli kapasiteettia tasaamassa toinen

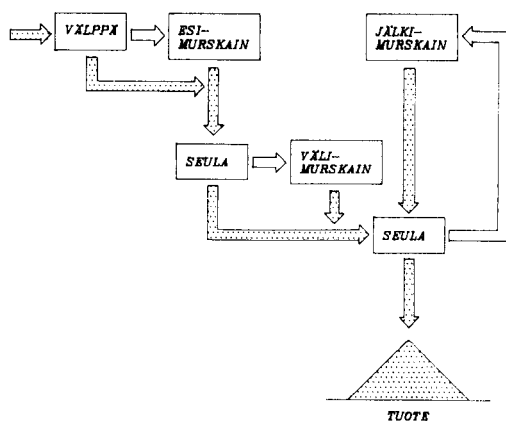
a) Tervaneva, Koskenkylä ja Kemio.



b) Papumäki



c) Kettukallio



Kuva 2. Kenttäkohteiden murskaamoiden prosessikaavioiden jako kolmeen eri tyyppiin. Rasteroidulla alueella kulkeva lopputuotefraktio erottuu lopputuotteeseen ilman seuraavia hienonnuvaiheita.

Fig. 2. Classification of crushing flowsheets in three different types. Final product fraction flowing in the shaded areas is separated to final product without further crushing.

jälkimurskain. Yhteistä kaikille kolmelle murskaamolle kuitenkin oli, että lopputuote muodostui väli- ja jälkimurskainten tuotteista. Tyyppi b):

Louheen hienoin osa ohittaa esimurskaimen. Välpän alite ja esimurskaimen tuote menevät välimurskaimeen. Välimurskaimen tuote menee kaksitasoseulalle, josta erotetaan lopputuote. Seulonnan karkein tuote ohjataan ensimmäiselle jälkimurskaimelle ja välituote toiselle jälkimurskaimelle. Jälkimurskainten tuotteet palautetaan seulontaan. Prosessin lopputuote muodostuu välimurskaimen ja jälkimurskainten tuotteista. Kenttäkohteista Papumäki edusti tätä kaaviotyyppiä.

Tyyppi c):

Louheen hienoin osa ohittaa esimurskaimen. Välpän alite ja esi-

murskaimen tuote menevät seulalle, jonka ylite ohjataan välimurskaimen. Välimurskaimen tuote ja seulan alite menevät seuraavalle seulalle, josta erotetaan lopputuote. Lopputuotetta karkeampi murske ohjataan jälkimurskaimelle, jonka tuote palautetaan seulontaan. Lopputuote muodostuu louheen sisältämästä lopputuotefraktiosta sekä esi-, väli- ja jälkimurskainten tuotteista. Kenttäkohteista Kettukallio edusti tätä kaaviotyyppiä.

Näytteenotto

Kenttäkokeissa otettiin näytteet louhekasasta, esimurskaimen tuotteesta, välimurskaimen tuotteesta, jälkimurskaimen (jälkimurskainten) tuotteesta ja lopputuotteesta. Näyte kerättiin prosessista 1–2 päivän aikana ottaen kustakin näytteenottopisteestä useita osanäytteitä. Näytteenotto aloitettiin prosessista vasta kun louhekas kuormaus oli edennyt keskimääräiseen kiveen eli prosessiin syötettiin kiveä riittävän korkeasta louherintauksesta. Tällöin rikokivien osuus ei päässyt sekoittamaan saatua tulosta.

LAATUKRITEERIT

Kalliomurskeiden laatuvaatimukset muodostuvat murskeen lujuudesta ja muodosta. TVH:n nykyiset päällystekiviaineksen laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Murskeiden laatuvaatimukset ja niiden vaatimusrajat. TVH 1988/1/.

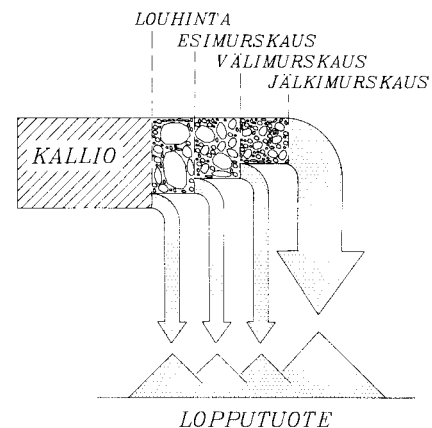
Table 1. Quality requirements for rock aggregates.

LAATU-LUOKKA	LAATUOMINAISUUS				
	LUJUUS			MUOTO	
	HIOUTU-VUUSLUKU	PARANNETTU HAURAU SARVO	LOS ANGELES -LUKU	PUIKKOISUUS (c/a)	LIUSKEISUUS (b/a)
A	≤ 1.8	≤ 18	≤ 20	≤ 2.5	≤ 1.5
I	≤ 2.3	≤ 22	≤ 25	≤ 2.5	≤ 1.7
II	≤ 2.8	≤ 26	≤ 30	≤ 2.7	≤ 1.8
III		≤ 30	≤ 35	≤ 2.9	≤ 1.9

Murskauskokeissa otetuista näytteistä määritettiin parannetut haurausarvot ja muotoarvot. Määritykset tehtiin kalliotekniikan laboratoriossa. Haurausarvot määritettiin parannettuna haurausarvona 8–12 mm lajitteesta. Määrityksiä tehtiin yleensä 10 kappaletta näytettä kohti. Muotoarvojen määritykset tehtiin 8–12 mm lajitteesta sadan rakeen mittaustuloksista.

TUOTTEEN LAATU PROSESSIN ERI VAIHEISSA

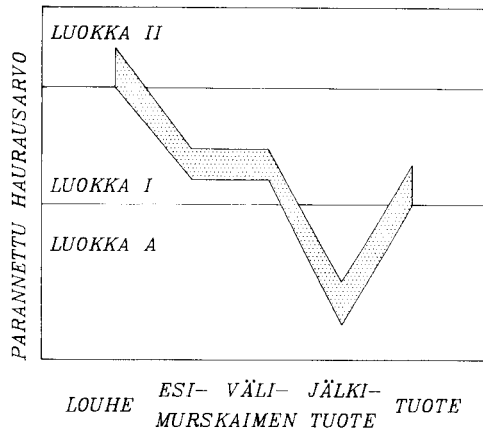
Lopputuotetta syntyy louhinta- ja murskausprosessin kaikissa hienonnuvaiheissa, kuva 3. Kenttäkohteiden murskausprosessien lopputuote muodostui 2–4 välituotteen seoksena.



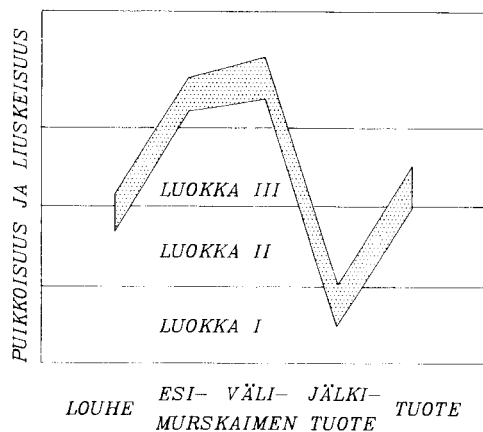
Kuva 3. Lopputuotefraktiota syntyy louhinta- ja murskausprosessin kaikissa hienonnuvaiheissa.

Fig. 3. The particle size fraction of the final product is produced at every stage of the blasting and crushing process.

a) Parannettu haurausarvo



b) Muotoarvot



Kuva 4. 8–12 mm lajitteen hauraus- ja muotoarvojen tyypillinen käyttäytyminen kuvan 2 a mukaisen murskausprosessin eri vaiheissa.

Fig. 4. Brittleness value and particle shape factors of 8–12 mm size fraction produced at different stages of the process. Typical behaviour in the flowsheet shown in Fig 2 a.

Kokeissa havaittu 8–12 mm lajitteen hauraus- ja muotoarvojen tyypillinen käyttäytyminen kuvan 2 a mukaisen prosessin eri vaiheissa on esitetty kuvassa 4.

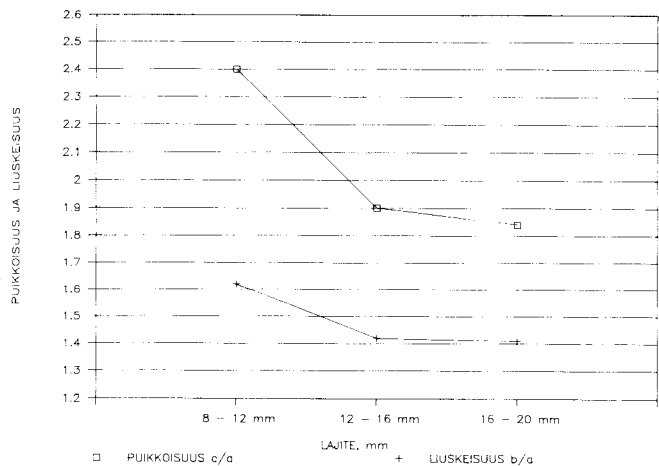
Kuvista 2 ja 4 nähdään, että kuvan 2 a tapauksessa prosessin lopputuote muodostuu yhdestä hyvälaatuisesta ja yhdestä heikkolaatuisesta komponentista siten, että hyvälaatuinen jälkimurskaimen tuote laimennetaan laadullisesti heikolla välimurskaimen tuotteella. Tilanne oli sama muilla tutkituilla kaaviotyypeillä, myös ainoassa tutkitussa nelivaiheisessa murskausprosessissa: ensimmäisen jälkimurskaimen tuotteen laatu oli välimurskaimen tuotteen laadun tasolla.

MUOTOARVOT ERI LAJITTEISSA

Kolmessa kenttäkohteessa tehtiin 0–16 mm tuotetta. Papumäessä tuotettiin 0–12 mm ja 12–20 mm lajitteita ja Koskenkylässä 0–12 mm ja 12–22 mm lajitteita. Kaikki muotoarvot määritettiin kuitenkin 8–12 mm lajitteesta. Kuvassa 5 on esitetty Koskenkylän jälkimurskaimen tuotteen muotoarvot 8–12 mm, 12–16 mm ja 16–20 mm lajitteista määritettynä.

Murskaimen asetus vaikuttaa tuotteen raemuotoon siten, että muodoltaan paras tuote sijoittuu seulakokoalueelle, joka on lähellä murskaimen asetusta. Kuvan 5 tuotteesta nähdään tämä riippuvuus: tutkituista näytteistä on raemuodoiltaan paras 16–20 mm lajite; murskaimen asetus oli noin 25 mm.

ERI LAJITTEIDEN MUOTOARVOT



Kuva 5. Koskenkylän jälkimurskaimen tuotteen muotoarvot eri lajitteista määritettynä.

Fig. 5. Particle shape factors in different particle size fractions from the product of the tertiary crusher in Koskenkylä quarry.

RAEMUODON VAIKUTUS MURSKAIDEN LUJUUTEEN

Parannetun haurausarvon määrittämisessä testataan murskenäytteen huumareissa muodostaman rakenteen kestoä iskukuormituksen. Lopputuloksen voidaan odottaa riippuvan murskekappaleiden sisäisestä lujuudesta ja murskekappaleiden muodosta.

Taulukossa 2 on esitetty vuoden 1988 tutkimusohjelman kenttäkohteiden murskenäytteiden parannetun haurausarvon ja muotoarvojen korrelaatio. Koskenkylän näytteissä ei ole korrelaatiota parannetun haurausarvon ja muotoarvojen välillä. Muissa kohteissa murskeen parannettu haurausarvo on osaksi selitettävissä muotoarvoilla.

Taulukko 2. Vuoden 1988 kenttäkohteiden murskenäytteiden parannetun haurausarvon sekä liuskeisuuden ja puiikkoisuuden korrelaatio.

Table 2. Correlation between brittleness value and particle shape factors in aggregate samples.

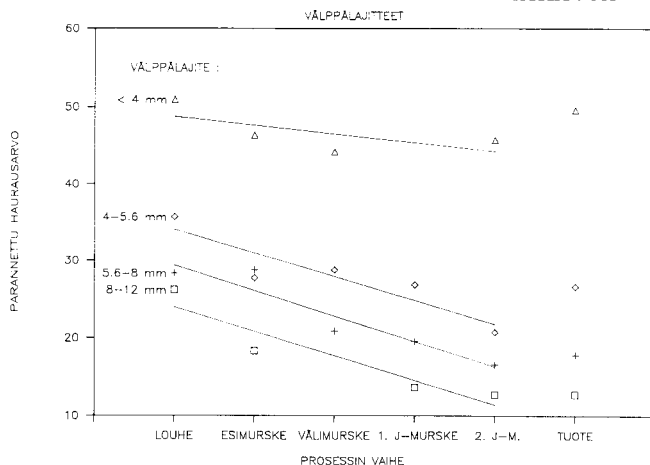
Kohde	Korrelaatio	
	c/a	b/a
Kettukallio	0.905	0.871
Koskenkylä	0.397	0.317
Kemiö	0.616	0.758
Tervaneva	0.780	0.761
Papumäki	0.745	0.723

KIVEN RAKENTEELLINEN LUJUUS

Lujuusarvojen irrottamiseksi murskeiden muotoarvoista Papumäen näytteet välpäätettiin. Näytteistä seulottu 8–12 mm lajite jaettiin edelleen neljään lajitteeseen 4 mm — 5.6 mm — 8 mm — 12 mm välppäsarjalla. Kuvassa 6 on esitetty Papumäen näytteille saadut tulokset.

Kuvasta 6 nähdään, että 4–5.6 mm, 5.6–8 mm ja 8–12 mm lajitteilla on sama trendi; kiven rakenteellinen lujuus paranee hienonnonuskertojen funktiona noin kolme haurausarvoyksikköä hienonnonusvaihetta kohti. Havaittu ilmiö voidaan selittää räjäytyksen

HAURAU SARVO PROSESSIN ERI VAIHEISSA



Kuva 6. Papumäen normaalituotannon näytteiden välppälajitteiden parannettu haurausarvo murskausprosessin eri vaiheissa.
Fig. 6. Brittleness value of riddled aggregate samples from different stages of the crushing process in Papumäki quarry.

kiveen aiheuttaneella vauriolla. Murskauksessa kivi rikkoutuu pitkin heikkousvyöhykkeitä ja siten kiven lujuus "palautuu" räjäytystä seuraavissa murskausvaiheissa. Mitä myöhäisemmässä vaiheessa kivi hienontuu lopputuotekokoon sitä lujempaa se on.

SUMMARY

QUALITY OF CRUSHED AGGREGATES AND WAYS OF IMPROVING IT

Part I: Quality of aggregate in crushing process

The quality requirements set on rock aggregates consist of the strength and shape properties of the aggregate. The strength of the aggregate is determined by the shape and structural strength of the particles.

In the crushed product the best shape properties are observed in the particle size fraction close to the setting. When producing pavement aggregates the setting of the final crusher is closest to the size of the final product; hence the product of the final crusher is better than the products of the previous crushing stages.

Blasting causes structural damage to rock material. In crushing,

YHTEENVETO

Murskeiden laatuvaatimukset muodostuvat murskeen lujuus- ja muoto-ominaisuuksista. Lujuusparametrina parannettu haurausarvo määräytyy murskekappaleiden muodosta ja sisäisestä lujuudesta.

Hyvämuotoisen tuotteen raekokoalue riippuu murskaimen asetuksista. Päälystekiviaineksen tuotannossa jälkimurskaimen asetus on lähinnä halutun lopputuotteen raekokoaluetta ja siten jälkimurskaimen tuote on muodoltaan parasta.

Räjäytys heikentää kiven rakenteellista lujuutta. Seuraavissa murskausvaiheissa kivi pyrkii rikkoutumaan pitkin heikkousvyöhykkeitä. Jälkimurskaimen tuote sisältää vähiten räjäytysten aiheuttamia vaurioita ja on siten rakenteeltaan lujempaa kuin prosessin alkupään tuotteet.

Murskaamoilla normaalissa käytössä olevissa tuotantoprosesseissa lopputuote sisältää hyvälaatuisen jälkimurskaimen tuotteen lisäksi yhden tai useamman heikkolaatuisen välituotteen.

Lopputuotteen laadun parantaminen on mahdollista parantamalla prosessin alkupään tuotteiden laatua, vähentämällä heikkolaatuisen tuotteen määrää tai erottamalla se pois lopputuotteesta. Parannusmahdollisuuksia käsitellään sarjan seuraavassa artikkelissa.

KIRJALLISUUS – REFERENCES

1. Tie- ja vesirakennushallitus. Kunnossapitotoimisto. Päälystysten työselytys 1988.

VTT:n mineraalitekniikan laboratorio ja koetehdas

Prof., TkL Risto Rinne, DI Kauko Ingerttilä, FT Jaakko Leppinen ja DI Pekka Mörsky,
Valtion teknillinen tutkimuskeskus, mineraalitekniikan laboratorio, Outokumpu

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) vahvistetun työjärjestyksen (15.3.1989) mukaan Mineraalitekniikan laboratorion (MIN) toimialana on malmien ja mineraalien hienonnuksen ja rikastuksen tekniikka, niihin liittyvä koetehdastoiminta sekä edellä mainittuja toimintoja palveleva mineralogia. Toimintaa säätelevät lisäksi Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta 10 päivänä maaliskuuta 1989 annettu asetus (218/89) ja 11 päivänä helmikuuta 1972 annettu laki (144/72). Laboratorion toiminnan suuntaamista ohjaa neuvottelukunta, joka muodostuu yritys- ja korkeakoulu-edustajista.

VTT:n mineraalitekniikan laboratorio sijaitsi alunperin Helsingissä, mistä se Vuoritekniikan laboratorion nimisenä siirtyi Otaniemeen VTT:n ensimmäisenä laboratoriona. Prof. R. T. Hukki toimi laboratorion johtajana. Prof. Hukki toimi samalla TKK:n mineraalien rikastustekniikan professorina.

Mineraalitekniikan laboratorio aloitti toimintansa Outokummun kaupungissa v. 1981. Täysimittaisen toiminnan voidaan kuitenkin sanoa päässeensä käyntiin v. 1988 aikana, jolloin uudet ajanmukaiset laboratorio- ja koetehdastilat valmistuivat. Rakennukset vastaanotettiin kesä-heinäkuun vaihteessa ja vihkiäiset pidettiin 17.8.1988. Laitehankinnat edistyivät siten, että loka-marraskuussa 1988 voitiin tehdä ensimmäiset täysimittaiset koetehdasajot. Osa varustamisesta siirtyi kuitenkin vuoden 1989 puolelle.

TILAT JA LAITERESURSSIT

Mineraalitekniikan laboratorioon kuuluvat seuraavat tilat:

- Laboratorio- ja toimistotiloja noin 2500 m²
- Koetehdastiloja noin 2000 m² murskaamo-, märkärikastus- ja kuivarikastamohalleineen.
- Jäteallas- ja kiertovesijärjestelmä 3- osaisine altaineen (1,65 ha)
- Seminaaritilat noin 50 henkilölle

Laboratorio- ja koetehdasrakennuksien yhteinen tilavuus on noin 33 000 m³.

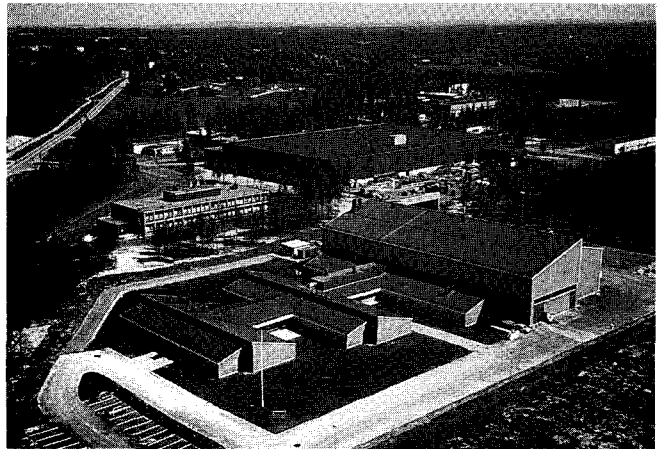
Valtaosa laboratorio- ja koetehdasvarustuksesta on uutta. Hankinnat on suunnattu yritysten- ja VTT:n yhteisten työryhmien suunnitteluvaiheessa tekemien suositusten mukaisesti. Varustamisen johtolankana on ollut ja on jatkossa teollisuuden ajankohtaisten tarpeiden huomioon ottaminen.

Rakennusten ja laitehankintojen kokonaisbudjetti on noin 55 milj.mk, mikä on jakaantunut jokseenkin tasan rakennus- ja laitekustannusten kesken.

HENKILÖRESURSSIT

Mineraalitekniikan laboratorion henkilöresursseja on kehitetty tähtäimenä täysi laboratorio- ja koetehdastutkimusvalmius. Tähän on nyt myös päästy, tosin suuremmissa koeajoissa voidaan tarvita myös ulkopuolista käyttöhenkilökuntaa.

Henkilöstön kokonaisvahvuus oli keväällä 1989 24 henkilöä, joista 21 vakituista ja 3 määräaikaissopimuksella. Henkilökunnasta oli akateemisesti koulutettuja 8, tekniikoja 3, laboratoriohenkilöitä



Kuva 1. Yleiskuva mineraalitekniikan laboratoriosta ja koetehdasta.

Fig. 1. Overall view of the mineral processing laboratory and pilot plant.

9 ja toimistohenkilöitä 4. VTT on varautunut henkilökunnan mahdolliseen lisäämiseen työtehtävien kehittymisen mukaisesti.

LABORATORIOTOIMINTOJA

RIKASTUSMINERALOGIA

Rikastusmineralogia on uusi alue MIN:n toiminnassa. Optisella mikroskopoinnilla tehtävän kvalitatiivisen mineralogian lisäksi tavoitteeksi on asetettu kvantitatiivinen rikastusmineralogia. Valmistumassa on SEM:iin (Scanning Electron Microscope) liitetty tietokoneohjelmisto, jolla saadaan nopeasti mineralogiset perustiedot malmi-, rikaste- ja jätenäytteistä (mineraalien massajakautuma-, sekarae- ja puhtaaksijauhatus tiedot) kvantitatiivisena kuva-analyyseinä. Tämän odotetaan tuovan ratkaisevaa parannusta rikastusmineralogiseen tutkimukseen.

MINERAALIEN HIENONNUS JA RIKASTUS

Malmien ja mineraalien murskaus ja jauhatus ovat mineraalien prosessitekniikassa merkittäviä yksikköprosesseja, joiden teknologia ja mm. energiankäyttö tulevat jatkuvasti olemaan kiinnostavia. Erikoishienon pigmenttialueen hienojauhatus ja luokitus ovat aluetta, jossa kiinnostus on kasvussa. Mineraalitekniikan laboratoriossa kuuluvat myös perinteiset energiantarpeen testaus- ja modernit hienonuden määrittäislaitteet perusvarustukseen.

Laboratoriovaahdotuksessa ovat Outokumpu Oy:n kehittämät kennot vakiolaitteita. Erikoislaitteita ovat kolonnivaahdotuslaitteisto ja tietokoneohjelmoitu vaahdotuskone, jolla voidaan automaattisesti tehdä laboratoriovaahdotuskokeiden kaikki operaatiot.

Ominaispaino- ja magneettiset erotusmenetelmät näyttävät myös



Kuva 2. SEM mineraalien kuva-analyytilaitteisto.
Fig. 2. SEM image analysis of the minerals.

nykyään löytävän uusia taloudellisia sovellutuksia. Kuiva-/märkä-, heikko- ja vahvamagneettisista erottimista voimakkainta vahvamagneettista erotusta edustaa hienollekin raeluokka-alueelle sopiva 2 teslan (T) syklisesti toimiva HGMS (High Gradient Magnetic Separator) märkäerotin.

PINTAKEMIA

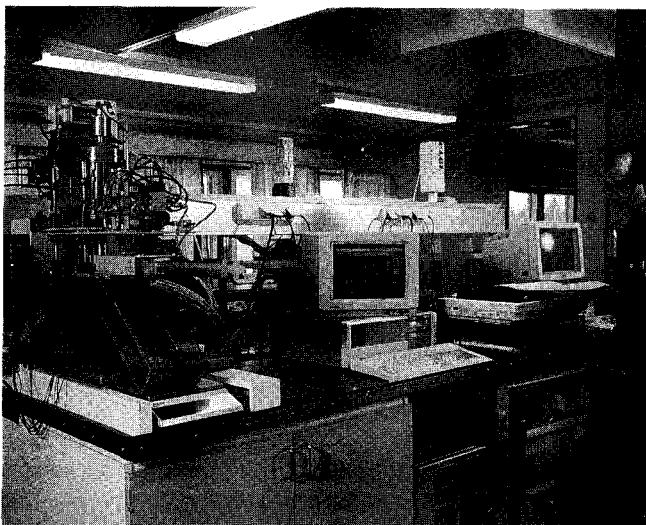
Vaahdotukseen liittyvien ilmiöiden ymmärtämistä on pidettävä entistä tärkeämpänä rikastusongelmien ratkaisemisessa. Perustutkimusluonteista työtä tehdään käyttäen mm. infrapunaspektroskopiaa (FTIR) sekä polarograafisen liuosanalyyysin ja voltammetrian apua.

VEDENEROTUS

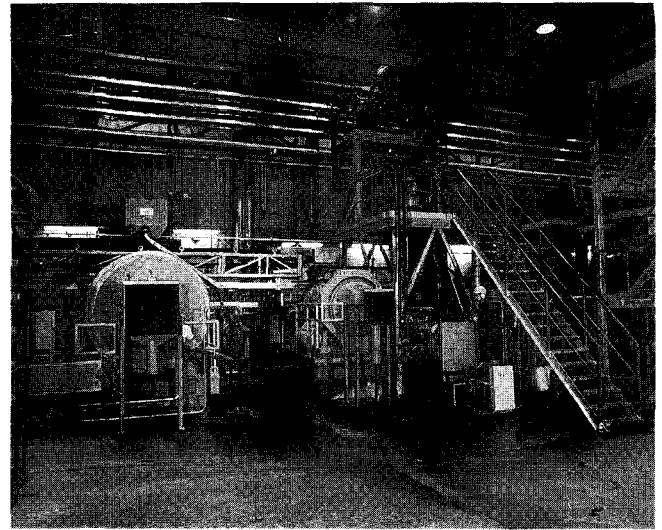
Sakeutus-, suodatus ja kuivatus kuuluvat osaprosesseina lähes jokaiseen märkärikastamoon. Uutta teknologiaa edustava painesuodatus ja innovatiivinen keraaminen ECOSUC-suodatin kuuluvat MIN-laitteistoihin.

HYDROMETALLURGIA

Hydrometallurgian alueella on tehty laboratoriomittaisia jalometallien liuotuskokeita, joihin on myös laskettava alustavat kasaliuotussimulointikokeet.



Kuva 3. Tietokoneohjattu laboratoriovaahdotuskenno.
Fig. 3. Computer-controlled laboratory flotation cell.



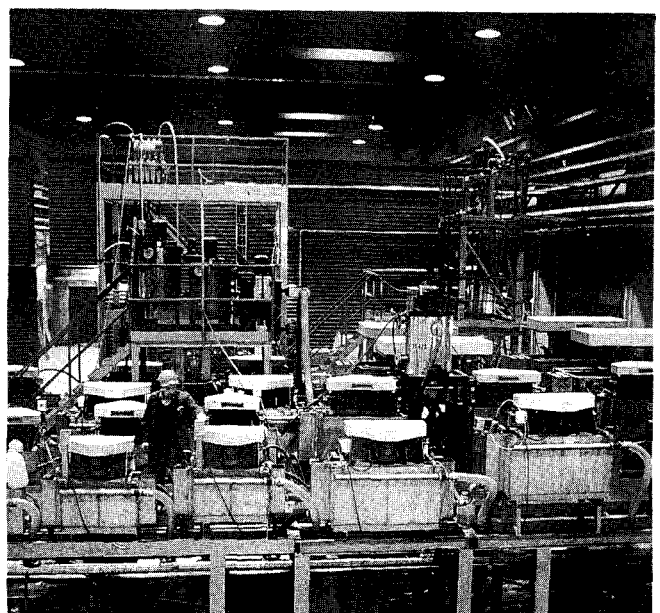
Kuva 4. Koetehtaan jauhatusosasto.
Fig. 4. Grinding section of the pilot plant.

KOETEHDAS

Merkittävimpana uutuutena on pidettävä Suomen olosuhteissa ainutlaatuisista koetehtaista, joka mahdollistaa metallisten ja teollisuusmineraalimalmien täydelliset prosessikoeajot. Koetehtas on suunniteltu siten, että yhden päivän aikana (kapasiteetti noin 10–40 t/h) voidaan murskata viikon koeajoa rikastamalla (kapasiteetilla 0,5–2,0 t/h) vastaava malmimäärä.

Murskaus tapahtuu kolmevaiheisesti: leuka- ja kara/iskumurskaimin. Murskatulle malmille on laadun tasoitusta varten rakennettu homogenisointivarasto. Rikastamalla voidaan tehdä sekä märkettä kuivarikastuskokeita. Tavanmukaisten jauhatuspiirien lisäksi on kehitteillä autogeenijauhatuspiirijärjestely, joka sisältää lohka-re- ja palajauhatuspiirien lisäksi kriittisen materiaalin murskauksen.

Rikastuksessa on täydellisten vaahdotusprosessiajojen lisäksi mahdollista tehdä myös ominaispainoon ja magneettisiin ominai-



Kuva 5. Koetehtaan vaahdotuskoneita.
Fig. 5. Flotation machines of the pilot plant.

suuksiin perustuvia kokeita ja niiden yhdistelmiä. Rikastuksen täydentämisessä on suunnitteilla pilot-kolonne- ja miniskimmer-vaahdotuslaitteistot samoin kuin kuivarikastuksen hienojauhatus- ja luokituslaitteistot. Koetehdas on monipuolisesti instrumentoitu ja va-

rustettu mm. PROSCON PM 210 -prosessitietokoneohjauksella ja COURIER 30-analysaattorilla. Rikastuksessa voidaan käyttää kiertovesijärjestelmää 3-osaisen jätealtaiston kautta.

SUMMARY

A NEW LABORATORY OF MINERAL PROCESSING AND A NEW PILOT PLANT

The new Laboratory of Mineral Processing and the Pilot Plant of the Technical Research Centre of Finland (VTT) went into operation in 1988. The institute is located in the town of Outokumpu. The laboratory section houses special laboratories for unit operations in mineral processing, such as crushing, grinding, flotation, magnetic and gravity separations, and dewatering. Additional special laboratories include mineralogy (SEM image analysis of

minerals), surface chemistry of flotation (Fourier transform infrared), and hydrometallurgy.

The new pilot plant comprises modern facilities for crushing, grinding (conventional and autogenous), flotation, gravity and magnetic separation. The plant is supported by an on-line COURIER process analyzer and a PROSCON process control system.

Yhteinen tulevaisuutemme

Taloudellisen geologian professori Heikki Niini, TKK, Otaniemi

YK:n alaisen Ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportti "Yhteinen tulevaisuutemme".

Norjan pääministerin Gro Harlem Bruntlandin johtama maailmankomissio sai raporttinsa valmiiksi jo 1987. Sitä on tiedotusvälineissä runsaasti käsitelty ja viime vuonna se ilmestyi myös suomeksi. Raportin poliittinen tavoite on vuoriteollisuudelle paitsi kiinnostava myös taloudellisesti tärkeä.

Raportti käsittelee maailmanlaajuisesti teollisen ja taloudellisen kehityksen uhattua tulevaisuutta. Raportti tuntuu painottuvan kehityksensä ympäristöongelmiin mutta samalla se tuo välttämättömästi esiin kansainvälisiä velvoitteita, jotka osaltaan koskevat myös Suomea. Raportin keskeinen sanoma on uudistuvien luonnonvarojen suojelu. Vuoriteollisuutta koskevat erityisesti raportissa esitetyt perustelut mineraalien kierrätykselle ja säästäväiselle käytölle sekä jätteiden ehdottomalle hoitamiselle samoin kuin ympäristövaikutusten tutkimuksen vauhdittamiselle.

Näihin yleistavoitteisiin voi empimättä yhtyä.

Raportin yleensä yleisluontoiset mutta kattavat, usein kriittiset tilannekuvat ja niistä johdetut päätelmät huipentuvat konkreettiseen ehdotukseen ympäristönsuojelun ja kestävä kehityksen oikeudelliseksi periaatteiksi. Luettelo käsittää 22 numeroitua kohtaa; ensimmäistä lukuunottamatta kaikki koskevat valtiollisia velvollisuuksia.

Vuorimiesyhdistyksen edustamien piirien ja toimintojen kannalta pidän näitä ehdotuksia täysin kannatettavina; ne ovat joko vanhastaan sopusoinnussa maassamme vallitsevan käytännön kanssa tai sitten uusina niin yleisluontoisia, että ne ovat sujuvasti sovellettavissa Suomeenkin.

VMY:n alalta löysin raportista kolme mainittavaa kommentin aihetta, jotka koskevat kallioperän resursseja:

1) Ydinenergian käyttöä pohdittaessa raportti tuntuu antavan selkeän vaikutelman, että uraanipolttoaineen loppusijoitukselle ei olisi vielä kehitetty tyydyttävää ratkaisua. Puuttumatta asian tiedonvälitykselliseen ja psykologiseen puoleen on kuitenkin todettava, että kyllä ydinenergiamaissa ja eritoten Suomessa on kehitetty — ja aivan YK:n erityisjärjestön IAEA:n ohjelmien ja suositusten

mukaisesti — teknisesti pätevät ratkaisut käytetyn polttoaineen sijoittamiseksi takaisin kallioperään, syvälle louhittaviin erikoisrakenteisiin tiloihin. Näihin ratkaisuihin kuuluu olennaisesti, että käytettyä polttoainetta ensin suhteellisen pitkään jäädytetään voimalaitoksilla valvotuissa oloissa ennen kallioon sijoittamista. Säteilys-, geologia-, louhinta- ja turvallisuusanalyysiasiantuntijain mukaan ne tällöin muodostavat tuleville sukupolville häviävän pienen riskin, paljon vähäisemmän kuin maan pintaosissa luonnostaan esiintyvä uraani.

2) Etelämannerta käsiteltäessä luonnehditaan sen mineraalivarojen hyödyntämisyrittäjiä hieman vähäntelevästi, eräissä kohdissa (s. 255) suorastaan "pätkähulluiksi". Tällaiset uskomukset — samoin kuin yleensäkin mineraalivarojen tiukan määräaikaisten loppumisennusteet — ovat vähintäänkin ennenaikaisia. On syytä korostaa — päinvastoin kuin raportti antaa ymmärtää —, että metalli- ja mineraaliresurssien riittävyyttä ei voida yksioikoisesti laskea nykyhetken tunnetuista varoista, vaan niitten määrä globaalisesti ottaen kasvaa kiihtyvästi ennen nykyesiintymien loppumista jo pelkästään alenevien cutoff-pitoisuuksien funktiona, mihin puolestaan väkisin johtavat kasvava kysyntä ja tekninen kehitys.

3) Maailman alueellisesti kovin epätasaisesti jakautuneitten mineraalivarojen etsintä- ja tutkimustoiminta sekä oikeudenmukainen hyödyntäminen nostattavat kaikenkaikkiaan esiin niin monitahoisia ja konfliktialttiita ongelmia, että niitten ratkaiseminen on tuskin alkuunkaan mahtunut tässä raportissa käsitelyihin asioihin.

On toisaalta ymmärrettävää, että e.m. kysymykset ovat raportissa hieman yksipuolisesti ja vaillinaisesti käsiteltyjä; 23-jäsenen komission oman — tosin suppean — kuvauksen mukaan siihen kuului lähinnä hallintospesialisteja, juristeja, poliitikkoja ja diplomaatteja, sekä muutama ekologi-biologi. Tästä lienee etua sanoman leviämisen kannalta, mutta epäkohdaksi jäänee, että komissio edusti niin täysin muuta kuin uudistumattomien luonnonvarojen teknis-taloudellista asiantuntemusta.

Metallurgian opetus Teknillisessä korkeakoulussa

Professori Lauri Holappa, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

Koska viime aikoina on käyty keskustelua metallurgian opetuksen tilanteesta ja tulevaisuudesta maassamme, katson velvollisuudeksi esittää näkemykseni opetuksesta vastuullisena henkilönä Teknillisessä korkeakoulussa. Puhuessani metallurgiasta tarkoitan ns. prosessimetallurgiaa, metallioppi eli fysikaalinen ja mekaaninen metallurgia jäävät tarkasteluni ulkopuolelle.

Professori M.H. Tikkanen loi metallurgian opetuksen TKK:ssa 1950-luvulla. Opiskellessani itse 1960-luvun alussa metallurgiaa oli opetuksen painopisteitä kemiallinen termodynamiikka, sulien ja kiinteiden aineiden, erikoisesti oksidien rakenne ("kiinteän aineen kemia") sekä luonnollisesti keskeiset metallurgiset prosessit. Lämmönsiirtokysymyksiin ja prosessitekniikkaan tutustuttiin erikoisopettajien pitämällä kursseilla. Korroosionestotekniikka muodosti oman luentosarjansa.

1970-luvun alussa tapahtui eräänlainen jakautuminen: perustettiin uusi "sovelletun prosessimetallurgian" professuuri vastaamaan erityisesti metallurgiseen prosessitekniikkaan kuuluvasta opetuksesta. Virka täytettiin vakinaisesti v. 1979 ja virkaan nimitetyt prof. Raimo Erikssonin kuoltua, virka täytettiin uudelleen v. 1981. 1970-luvun alussa perustettiin myös korroosionestotekniikan apulaisprofessuuri, joka muutettiin professuuriksi v. 1985 alusta. Vanhaa Tikkanen professuuria ruvettiin kutsumaan "teoreettiseksi prosessimetallurgiaksi".

Vanhat metallurgit muistelevat nostalgialla entisaikojen yleis-metallurgin koulutusta, kaikki opiskelivat samat metallurgiat ja metalliopot, erikoistuminen tapahtui diplomityövaiheessa, jos silloinkaan. Kirjoittajan tullessa nimitetyksi "teoreettisen prosessimetallurgian" professoriksi v. 1979 oli Opetusministeriön käynnistämä tutkinnonuudistus loppusuorallaan. Sen seurauksena jokaisella professorilla oli vähintäänkin yksi ns. syventymiskohde. Opiskelijat pääsivät korkeakoulun läpi suorittamalla perus- ja aineopintojen lisäksi kaksi syventymiskohdetta. Seurauksena oli, että opiskelijat enää harvoin suorittivat aihepiiriltään "kauempana" olevia syventymiskohdetta esim. prosessimetallurgit metallioppia. Luonnollisesti tiettyjä peruskursseja (mm. metalliseosten teoria) edelleen sisältyy pakollisiin opintosuorituksiin. Voidaan kuitenkin sanoa, että em. kolmesta professuurista 1980-luvulla valmistuneet ovat selkeästi prosessimetallurgeja.

TKK:n hallinnonuudistuksen v. 1986 jälkimainingeissa tapahtui jälleen muutoksia opetuksen järjestelyissä: perustettiin ns. Materiaalitekniikan instituutti v. 1988 alusta ja samalla "Materiaalitekniikan" (nimentarkennus vireillä) suuntautumisvaihtoehto. Nykyinen koulutusohjelman rakenne on esitetty taulukossa 1. Metallurgian opetuksen osalta muutos merkitsi sitä, että toinen alan varsinainen professuuri "sovellettu prosessimetallurgia" muutti olennaisesti profiiliaan ja siirtyi "materiaalitekniikan suuntautumisvaihtoehtoon". Uutta asemaa vastaavasti opetuksen pääpaino on jauhe-metallurgiassa ja keraameissa. Tilanteen näin muuttuessa otimme "teoreettisen prosessimetallurgian" tilalle käyttöön vanhan, itseasiassa koko ajan voimassa olleen professuurin nimen "metallurgia". Metallurgian opetuksen tavoitteena on antaa opiskelijoille vahva metallurginen perustietämys lähtien prosessien termodynamiisista, fysikokemiallisista perusteista ja täydentäen faasien/mate-

Taulukko 1. Materiaali- ja kalliotekniikan koulutusohjelman rakenne. (sve = suuntautumisvaihtoehto, alanimikkeet syventymiskohteita)

Table 1. Structure of the degree programme in Materials Science and Rock Engineering.

Kalliotekniikan sve	Metallurgian ja materiaali-kemian sve
Insinööri-geologia prof. H. Niini	Mineraali- ja partikkelitekniikka prof. K. Heiskanen
Sovellettu geofysiikka apul.prof. M. Peltoniemi	Metallurgia prof. L. Holappa, apul.prof. H. Jalkanen
Kalliorakentaminen prof. R. Matikainen	Materiaali- ja sähkökemian prof. S. Yläsaari
Fysikaalisen ja mekaanisen metallurgian sve	"Materiaalitekniikan" sve
Fysikaalinen metallurgia prof. V. Lindroos apul.prof. J. Kivilahti	Materiaalien valmistustekniikka prof. K. Lilius
Materiaalioppi prof. V. Lindroos apul.prof. J. Kivilahti	Materiaali- ja sähkökemian prof. S. Yläsaari
Metallien muokkaus ja lämpökäsittely prof. A. Korhonen	Puoliyohteet ja elektroniikan materiaalit prof. V. Lindroos, apul.prof. J. Kivilahti, apul.prof. T. Tuomi, prof. J. Sinkkonen
	Pintatutkimus ja -analytiikka prof. L. Niinistö, prof. J. Sinkkonen
	Polymeeritekniologia apul.prof. J. Seppälä

riaalien (sulien ja kiinteiden materiaalien, metallien, kuonien, sulfidien jne, keraamien) rakennetta ja ominaisuuksia käsittelevällä opetuksella. Pääpaino opetuksessa ja esimerkeissä on metallurgisissa prosesseissa (metallien valmistus), mutta samaa perustietämystä voidaan soveltaa laajemmin materiaalien korkealämpötila-valmistukseen. Tässä ei ole mitään ristiriitaa "perusmetallurgian" ja "uuden materiaalitekniikan" välillä: molemmat nojaavat samaan tiedolliseen perustaan — detaljitietouteenhan ei ole syytä mennä metallurgiassa niinkuin ei muussakaan opetuksessa.

Taulukossa 2 on esitetty metallurgian professuurin antama opetus v. 1989–90 opetusohjelman mukaisesti. Uutena on mukana materiaalien valu ja jähmettyminen, jossa pääpaino on jatkuvava-

Taulukko 2. Metallurgian oppituolin luennoimat opintojaksot lukuvuonna 1989–90. (ov = laajuus opintoviikkoina)

Table 2. Courses given by the Laboratory of Metallurgy.

Metallurgisten ja korkealämpötilaprosessien perusteet (4 ov)
Principles of metallurgical and high temperature processes

Korkealämpötilailmiöiden ja materiaalien termodynamiikka (4 ov)
Thermodynamics of high temperature phenomena and materials

Pyrometallurgisten prosessien teoria (5 ov)
Physical chemistry of pyrometallurgical processes

Materiaalien valu ja jäähdytys (2 ov)
Casting and solidification of materials

Tulenkestävät keraamiset vuorausmateriaalit metallurgisessa teollisuudessa: teoria (1 ov)
Refractory materials in metallurgical industry; fundamentals

Materiaalien korkealämpötilakemia (3 ov)
High temperature chemistry of materials

Uudet metallurgiset prosessit ja materiaalien synteesi (5 ov)
New metallurgical processes and synthesis of materials

Hydrometallurgia (2 ov)
Hydrometallurgy

Teoreettisen prosessimetallurgian jatkokoulutusseminaari (2–3 ov)
Graduate seminar on theoretical process metallurgy

Teoreettisen prosessimetallurgian tutkijaseminaari (2 ov)
Graduate seminar on research activities in theoretical process metallurgy.

luun liittyvissä perusilmiöissä. Tämän lisäksi antaa materiaalien valmistustekniikan professuuri virtauksen ja lämmönsiirron opetusta. Nykyisessäkin järjestelmässä opiskelijat valitsevat vähintään 2 syventymiskohdetta (useimmiten 3, koska opintoviikkoihin hyvin mahtuu). Metallurgian opiskelijoille suositellaan mm. materiaalien valmistustekniikkaa, fysikaalista metallurgiaa ja materiaali- ja sähkökemian. Uutena professuurina on prosessi- ja materiaalitekniikan osastolla aloittanut prosessien ohjauksen ja hallinnan professuuri (prof. Paavo Uronen), jonka tarjoama syventymiskohde sopii luonnollisesti myös hyvin metallurgeille.

TUTKIMUKSEN PAINOPISTEET

Laboratoriossamme työskentelee tällä hetkellä runsaat 20 tutkijaa tohtoreista teekkareihin.

Päätutkimusalueet ovat:

1. Raudan ja teräksen valmistus
 - Raudan konverttiprosessin mallittaminen, fosforin poisto.
 - AOD-prosessin kuonat
 - uudet raudan- ja teräksenvalmistusmenetelmät

SUMMARY

EDUCATION IN METALLURGY AT HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Metallurgical education at Helsinki University of Technology given by one professor since the 1940's was divided to Theoretical and Applied Process Metallurgy in the early 1970's. The latest progress, however, caused the alteration of the professorship of Applied Process Metallurgy to Materials Production Technology in 1988, powder metallurgy and ceramics as main fields. The main responsibility of metallurgical education belongs now to the chair

2. Sekundäärimetallurgia
 - "puhdas teräs"; deoksidaation kineettinen mallittaminen
 - metalli-kuonareaktioiden termodynaaminen malli
 - reoksidaatio
3. Jatkuva valu
 - sulan virtausten mallittaminen
 - kokillitapahtumat
 - toisiojähdytyksen mallittaminen ja optimointi
 - aihion jännitykset/halkeamat
 - uudet valumenetelmät: nauhavalu
4. Ei-rautametallurgia
 - sulfidien termodynamiikka ja konversio
 - epäpuhtauksien poisto kuparin valmistuksessa
5. RF-plasman soveltaminen materiaalitutkimuksessa
 - RF-plasmatekniikka/korkealämpötilaprosessit
 - materiaalien synteesi

MENNEISYYS – NYKYHETKI – TULEVAISUUS

Kuluneen vajaan 10 v:n periodin aikana on laboratoristamme valmistunut n. 70 diplomi-insinööriä, 11 lisensiaattia ja 7 tohtoria. Jatko-opiskelijoiden määrä on TKK:n parhaimmista. Viime vuosina ovat opiskelijamäärät "Vuoriteollisuusosastolla", nykyisellä Materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella, huolestuttavasti alentuneet. Tämä on näkynyt myöskin teollisuuden rekrytoimien insinöörien määrässä. Kuitenkin on ollut havaittavissa, että valmistuneiden sijoittuminen perusmetalliteollisuuteen on suhteellisesti pienentynyt. Eräänä syynä on ko. teollisuudenalan maineen romahtaminen tämän vuosikymmenen alussa. Vasta aivan viimeaikoina on todella yritetty kuvaa parantaa ja toivottavasti onnistuttukin.

Toisena syynä näkisin perusmetallin vähentyneen panoksen "vetää" tutkimustöitä korkeakoulussa. Vaikka tutkimustyöt nykyään rahoitetaan suurelta osin erilaisten laajempien ohjelmien puitteissa, voisivat firmat aktiivisella osallistumisella projekteihin hankkia "nimikkotutkijoita" ja sitä kautta saada kontaktia ja jalansijaa opiskelijoiden maailmaan. Tämä on mahdollista myös teekkareiden suhteen, aloittaahan huomattava osa opiskelijoista jo 3. ja 4. vuosikursilla työskentelyn MTG:n laboratoriossa tutkimusapulaisina tai tuntiasistentteina.

Tulevaisuuden suhteen olen joka tapauksessa varovaisen optimistinen. Opiskelijamäärä on kasvussa ja teekkarien kampanjointi kouluissa näyttää tuottavan tulosta. Myös laitoksen sisällä tilanne on stabiloitumassa ja sitä kautta työrauha palaa ja työskentelyolosuhteet paranevat.

Akuutin metallurgipulan helpottamiseksi on Oulun Yliopistossa menossa diplomi-insinöörien metallurgijatkokoulutus v. 1989 aikana. Osallistumme tähän antamalla opettajavoimaa ko. ohjelman käyttöön. Lukuvuonna 1989–90 tulee lisäksi muutama, Oulun Yliopistossa 3 vuotta prosessitekniikkaa opiskellut, suorittamaan yhden vuoden metallurgikoulutuspaketin TKK:ssa. Olemme jatkossakin valmiita tämän tyyppisiin yhteishankkeisiin. Nähdäkseni tämä olisi paras ja joustavin ratkaisu metallurgikoulutuksen hoitoon Suomessa.

of "metallurgy" (formerly theoretical process metallurgy). The courses given cover fundamentals of process metallurgy as well as the most crucial features of processes from the Finnish viewpoint. The central research projects of the Laboratory of Metallurgy are now in the field of iron- and steelmaking, secondary metallurgy, continuous casting, nonferrous metallurgy as well as plasma metallurgy and materials synthesis at high temperatures.

BERNDT GRÖNBLOM-ANSIOMITALI HELGE HAAVISTOLLE 17.3.1989

Kunnioittaakseen Suomen nykyaikaisen terästeollisuuden uranuurtajan, vuorineuvos Berndt Grönblomin elämäntyötä päätti OVAKO Oy Ab hänen syntymänsä 100-vuotispäivänä 20.12.1985 perustaa hänen nimeään kantavan kultaisen ansiomitalin.

Mitali voidaan antaa suomalaisen terästeollisuuden palveluksessa toimineelle tai toimivalle henkilölle, joka on ansioitunut alan kehittämisen tai pohjoismaisen yhteistyön rakentamisessa.

Mitalin jaosta päättää Vuorimiesyhdistyksen hallitus. Mitalia jaetaan alan yritysten merkittävien juhlallisuuksien yhteydessä tai yhdistyksen vuosikokouksessa. Mitalit numeroidaan ja niihin kaiveretaan saajan nimi ja luovutuspäivämäärä.

Mitalia kannetaan Vuorimiesyhdistyksen ja alan yritysten juhlatilaisuuksissa.

"Vuorimiesyhdistyksen hallitus on tällä kertaa päättänyt jakaa Berndt Grönblom-ansiomitalin vuorineuvos Helge Haavistolle, jonka ansioiden riittävyttä tämän mitalin saajaksi ei varmasti kukaan voi eikä halua asettaa kyseenalaiseksi. Helge Haavisto on Rautaruukin luoja ja erittäin ansioitunut pohjoismaisen yhteistyön rakentaja. Minä uskon, että kaikki täällä yhtyvät onnitteihini, kun minulla nyt on kunnia luovuttaa tämä mitali Sinulle" sanoi yhdistyksemme puheenjohtaja Pertti Voutilainen osuvasti vuosikokoustilaisuudessa.



Vuorineuvos Helge Haavisto vastaanottaa yhdistyksemme puheenjohtajalta Pertti Voutilaiselta ansiomitalinsa.

VÄINÖ JUNTUNEN SAI EERO MÄKINEN – ANSIOMITALIN

Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä jaettiin tänä vuonna Eero Mäkinen-ansiomitali kunniakirjoineen yhdistyksen edelliselle puheenjohtajalle, diplomi-insinööri Väinö Juntuselle.

"Väinö Juntunen, eli kaikille vuorimiehille Väiski, on erittäin aktiivisesti pitkään toiminut yhdistyksessämme. Yhdistyksen puheenjohtajana hän toimi vuosina 1985–88. Väiskillä on takanaan erittäin menestyksellinen ura vuoriteollisuuden palveluksessa ja hänen kokemuksensa tästä teollisuuden alasta on harvinaisen laaja. Hän on siinä mielessä harvinainen vuorimies, että hän on toiminut sekä perusmetallin että mineraalituotannon parissa osoittaen molemmissa erinomaista ammattitaitoa. Väiski Juntunen on Vuorimies isolla kirjaimella kirjoitettuna. Siitä asiasta voimme me kaikki, jotka hänet tunnemme, olla varmasti yksimielisiä. Näillä perusteilla on hänelle myönnetty yhdistyksemme ansiomerkki, Eero Mäkinen-mitali. Koko vuorimiesjoukon onnittelet Sinulle, Väiski!" Näillä sanoin luonnehti puheenjohtajamme Pertti Voutilainen edeltäjänsä ansiot.



Diplomi-insinööri Väinö Juntunen (vasemmalla) vastaanottaa puheenjohtaja Pertti Voutilaisen onnittelet.

PETTER FORSSTRÖM PRIS – PETTER FORSSTRÖMIN PALKINTO MARJA-MAIJA RIIPISALLE

Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 17.3.1989 jaettiin Oy LOHJA Ab:n lahjoittama 5.000,- suuruinen palkinto tunnustuksena VUORITEOLLISUUS-lehden numerossa 2/1987 julkaistusta ansiokkaasta artikkelista "Vedyn vaikutukset teräksessä".

VUORITEOLLISUUS-lehden toimitusneuvoston tekemän ehdotuksen perusteella oli yhdistyksen hallitus päättänyt myöntää palkinnon yllä mainitun artikkelin kirjoittajalle, dipl.ins., assistentti Marja-Maija Riipiselle.

"Vedyn vaikutukset teräksessä" kirjoitus käsittelee ansiokkaasti ja helposti ymmärrettävässä muodossa salakavalan vedyn usein yllättäviä, vahingollisia vaikutuksia terästen valmistuksen ja käsittelyn yhteydessä. Artikkelin perustuu Riipisen lisensiaattityöhön "Vedyn diffuusio ja varastoituminen teräksessä" Oulun Yliopiston materiaalteknikan laboratoriossa. Kirjoitus on hyvin laadittu, ja siinä valotetaan lukijalle mittauksiin perustuvien esimerkin muokkauksen ja sulkeumien vaikutuksista. Artikkelin antaa tietoa, joka etenkin terästen kanssa työskenteleville on aina ajankohtaista.



Dipl.ins. Marja-Maija Riipinen vastaanottaa hänelle myönnetyn Petter Forsström-palkinnon yhdistyksemme puheenjohtajalta Pertti Voutilaiselta.

Petsamon nikkeli-kaivos — Eräs vaihe maamme vuoriteollisuudessa

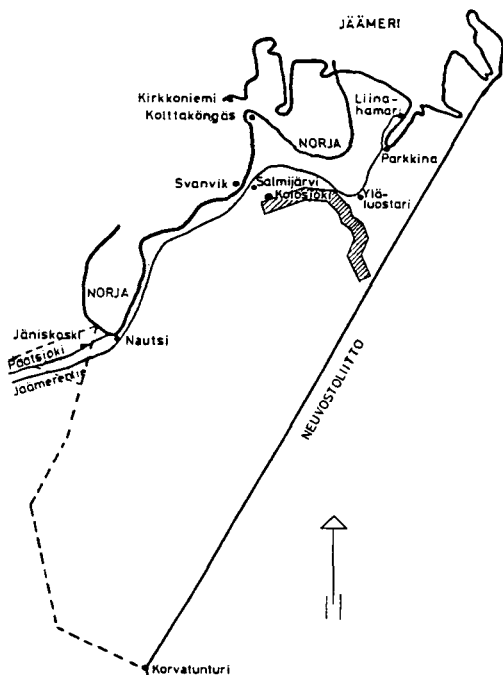
Eugen Autere

Moni nykypäivän vuorimies on kuullut puhuttavan Petsamon nikkelistä, mutta vain harvoilla on tarkka käsitys siitä, miten tämä aikoinaan Euroopan suurimmaksi ja rikkaimmaksi todettu nikkelimalmi löytyi, miten sitä hyödynnettiin ja mikä oli sen lopullinen merkitys Suomelle. Kun Petsamon alue Tarton rauhassa liitettiin Suomeen, ryhtyivät suomalaiset geologit innolla hakemaan sieltä Norjan puolella olevan Sydvarangerin rautamalmiesiintymän jatkeita. Pian todettiin, että rautasuonet eivät jatkuneet Petsamon puolelle, mutta alueelta löydettiin useita nikkeli- ja kupariesiintymiä. Eräs niistä, Kaulatunturin esiintymä, todettiin niin lupaavaksi, että sen varaan arveltiin voitavan perustaa kaivostoimintaa.

Suomesta ei kuitenkaan löytynyt rahoittajaa näin epävarmaan yritykseen. Syyt olivat selvät. Malmiesiintymä sijaitsi tietämässä erämaassa. Lähimmälle rautatiasemalle oli matkaa yli 450 km ja lähimmälle maantiellekin Salmijärvellä yli 20 km. Lisäksi kaivosalan ammattityövoimaa ei Suomessa siihen aikaan ollut saatavissa. Näissä oloissa oli selvää, että kaivostoiminnan aloittaminen vaatisi hyvin suuria pääomia. Suomen hallitukseen ei halunnut ryhtyä kaivosta rahoittamaan, varsinkin kun siihen liittyi suuria kaupallisia riskitekijöitä. Maailman nikkelimarkkinoita hallitsi silloin kanadalais-englantilainen konserni The International Nickel Co Ltd (Inco) ja se määräsi täydellisesti nikkelin markkinahinnat.

Esiintymää tarjottiin Incolle, joka olikin kiinnostunut asiasta. Incolle myönnettiin oikeus tutkimusten jatkamiseen ja kaivostoiminnan harjoittamiseen Petsamossa tietyllä kessessioalueella.

Toimintaansa varten perusti Inco Suomeen Petsamon Nikkeli Oy:n. Suoritettuaan alueella pari kesää tutkimuksia olivat tunnetut malmivarat kasvaneet kolminkertaisiksi ja niiden metallipitoisuus yli kaksinkertaiseksi. Inco oli yllättäen saanut haltuunsa erittäin rikkaan malmilöydöksen.



Incolle myönnetty kessessioalue (varjostettu) Petsamon tuntureilla.

The concession area (shaded) granted to the Inco (The International Nickel Co Ltd) on the mountain of Petsamo.

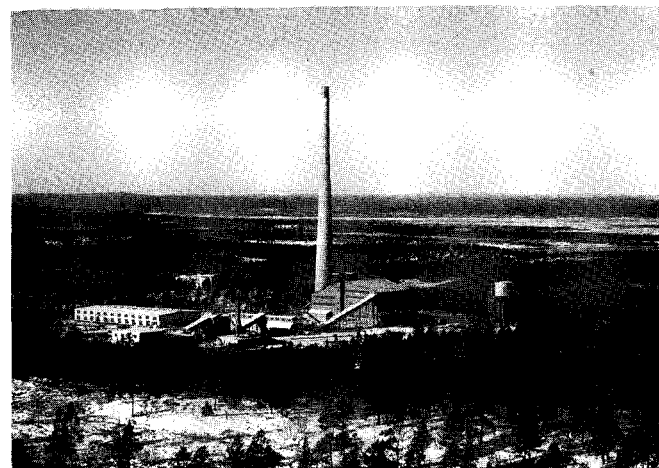


Nikkelimalmiin puhkeamispaikka Kaulatunturilla. Rakennukset ovat Geologisen tutkimuslaitoksen rakennuttamia tutkimuskämppejä. Taustalla oikealla Säräslaki.

The bursting place on the Kaulatunturi mountain. The buildings are research huts constructed by the Geological Survey of Finland. In the background on the right Säräslaki.

Löydöksen suuruus ja rikkaus muutti kanadalaisten suunnitelmia siten, että he päättivätkin rikastaa malmin Petsamossa sulattamalla sitä suoraan sähköuuneissa. Kanadassa tehtyjen suunnitelmien eräät elementit olivat suurempia, mitä siihen mennessä oli toteutettu maailmassa tai Euroopassa. Niinpä sähköuunit olivat maailman suurimpia ja konvertterit Euroopan kookkaimpia. Rikkipäästöjen vaikutusten vähentämiseksi sulaton savupiippu rakennettiin Euroopan korkeimmaksi jne. Myös kaivossuunnitelma oli erikoinen. Tuntureiden vaikeiden talviolosuhteiden vuoksi sulatto ja asutusalue sijoitettiin suojaiseen Kolosjoen laaksoon ja sieltä louhittiin Kaulatunturin alitse vaakasuora noin 2,6 km pituinen tunneli nikkeliyesiintymän alle. Malmia ei näin ollen tarvinnut nostaa kaivoksesta ylöspäin, vaan se laskettiin alas tunnelitasolle ja kuljetettiin sähköveturien vetämillä vaunuilla tehdasalueelle.

Talvisota keskeytti kuitenkin kanadalaisten aloittamat rakennustyöt ja he poistuivat Suomesta palaamatta enää takaisin. Venäläiset



Kolosjoen nikkelisulatto. Taustalla näkyy Salmijärven kylä.

The nickel smelting works of Kolosjoki. In the background is the village of Salmijärvi.

valloittivat nikkeliäalueen, mutta luovuttivat sen vastoin odotuksia takaisin Suomelle. Miksi näin tapahtui ei varmuudella tiedetä, mutta erilaisia selityksiä on asialle annettu.

Välirauhan aikana joutui Petsamon nikkeliestä huomattavan kansainvälispoliittisen mielenkiinnon kohteeksi. Nikkeli oli tärkeä strateginen metalli. Saksa, jonka nikkeliä tarve jo ennen sotaa oli noin 11 600 tonnia vuodessa, pyrki ostamaan koko Petsamon tuotannon. Sitä eivät Englanti ja Neuvostoliitto katsoneet kuitenkaan suopein silmin ja asiasta käytiin lukemattomia neuvotteluja ja vaihdettiin nootteja. Varmistaakseen nikkelin saannin saksalaisilla oli ns. Renntier-suunnitelma, jonka tarkoituksena oli ottaa Petsamon alue haltuunsa, jos Neuvostoliitto hyökkäisi Suomeen.

Lopulta Suomi teki sopimuksen Saksan kanssa ja suurin osa tuotannosta toimitettiin Saksaan. Saksa toimi myös rahoittajana kaivoksen ja sulaton rakentamisen loppuvaiheessa. Alussa yhteistyö saksalaisten kanssa tapahtui hyvässä asevelihengessä, mutta vähitellen alkoi pinnan alla kuohua. Syynä siihen oli saksalaisten maksama huono hinta nikkelistä sekä heidän yhä lisääntyvä sekaantumisen yhtiön asioihin. Saksalaiset puolestaan moittivat suomalaisia huonosta työnjärjestelystä ja liian pienestä tuotannosta. Lisäksi he pyrkivät estämään nikkelin valmistuksen kehittymistä Suomessa rajoittamalla nikkelimälmin toimituksia Outokummun tehtaille Harjavaltaan. Tilanne suomalaisten ja saksalaisten välillä muuttui uhkaavan kireäksi.

Kaivos ja sulatto ehtivät olla toiminnassa täydellä kapasiteetilla vain 16 kuukautta ennenkuin suomalaiset joutuivat poistumaan Petsamosta. Saksalaiset tuhosivat pian tämän jälkeen koko tehtaan ja Jäniskosken voimalaitoksen.

Petsamon Nikkeli Oy:n entiset toimihenkilöt perustivat vuonna 1984 PNO-historiaprojektin, jonka tarkoituksena oli laatia yhtenäis-

nen selvitys Kolosjoen nikkeli-kaupungin rakentamisesta ja siellä asuneiden ihmisten sosiaalisista oloista. Neljä vuotta kestäneiden tutkimusten jälkeen on tutkimus nyt valmis. Sen aikana on läpikäyty kaikki saatavissa ollut arkistomateriaali niin Suomessa kuin ulkomailla. Lisäksi on haastateltu noin 90 entistä kolosjokelaista. Tutkimukset ovat tuoneet esille monia yksityiskohtia, joista aikoinaan tietoja levisi vain huhupuheina ja jotka tapahtumapaikalla olleille kolosjokelaisillekin ovat jääneet epäselviksi. Oikeat tiedot ovat vasta nyt arkistojen avauduttua paljastuneet. Suomi eli tuolloin vaikeita aikoja. Suurvaltojen tavoitteiden erisuuntaisuus nikkeli-kaupungin syntymisestä, tehdaslaitosten rakentamisesta sekä siellä asuneiden ihmisten elämästä ja osallistumisesta viime sotiimme. Lopuksi esitetään Petsamon Nikkelin taloudellinen ja poliittinen tilinpäätös. Monet henkilökohtaiset muistelot hauskoista tapauksista ja sattuneista vaikeuksista elävöittävät kirjan sisältöä.

Kirja tulee etukäteisarvion mukaan olemaan noin 300–320 sivun laajuinen ja kooltaan 17×25 cm. Siinä on noin 120 aikaisemmin julkaisematonta valokuvaa, karttapiirustusta ja organisaatio-kaaviota ym. Vuorimiesyhdistys tulee myymään kirjaa ennakkotilaille arviohintaan noin 80–100,— kappaleelta. Kirjakauppa-hinta tulee olemaan noin 180–200,—. Kirja ilmestyy marraskuussa 1989.

Kirjan sisältö jakaantuu 12 lukuun:

1. PETSAMOSTA
2. NIKKELIMALMIN LÖYTÖHISTORIA
3. KANADALAISTEN AIKA PETSAMOSSA
4. RAKENTAMISTA JATKETAAN SUOMALAISTEN JOHDOLLA
5. KAULATUNTURIN NIKKELIKAIVOS
6. KOLOSJOEN SULATTO
7. ELÄMÄÄ KAIVOSYHDYSKUNNASSA
8. MALMINETSINTÄÄ JA LOUHINTAA PETSAMONTUNTUREILLA
9. PETSAMON NIKKELI— OMINAISPAINOAN PAINAVAMPI METALLI
10. PETSAMON NIKKELIN TOIMINNAN LOPPU
11. KOLOSJOKELAISET SODANTOIMISSA
12. JUTTUJA, MUISTELOITA

Kirjoittajat

Jaakko Liede
Arno Warma
Eugen Autere, Paavo Majjala
Eugen Autere
Jaakko Liede
Jorma Honkasalo
Erkki Nieminen
Paavo Haapala
Esko Vuorisjärvi
Eugen Autere
Jaakko Liede

Kirjasta kiinnostuneita pyydetään lähettämään ennakkotilauksensa oheisella kaavakkeella osoitteella:

LuK Marjatta Parkkinen
Outokumpu Oy
Tiedotusosasto
PL 280
00101 Helsinki

Tilaan Petsamon Nikkeliä käsittelevän kirjan
ennakkotilauksena hintaan 80–100,—/kpl.

Nimi

Osoite

Postitoimipaikka

Kirjojen lukumäärä

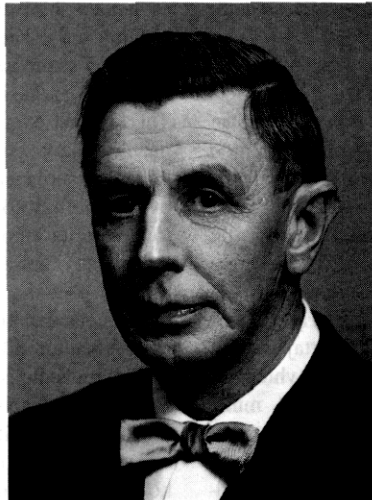
Allekirjoitus

SUMMARY

THE NICKELMINE OF PETSAMO — A PHASE IN THE MININGINDUSTRY OF OUR COUNTRY

The article contains the introduction of a book, which includes the history of the Petsamo nickel mine during the years 1937–1944.

In Memoriam



RISTO TAPANI HUKKI
7.10.1914–27.12.1988

Teknillisen korkeakoulun mineraalitekniikan täysin palvellut professori Risto Tapani Hukki kuoli Meltolan sairaalassa 27.12.88. Hän oli syntynyt Kuhmoisissa kansakoulun opettajien perheeseen ja saatuaan alkuopin kotona kävi koulua Lahden lyseossa, josta pääsi ylioppilaaksi 1934. Syksyllä 1935 hän aloitti opiskelun Teknillisen korkeakoulun kemian osastolla, mutta vaihtoi osaston sisällä uudelle Vuoriteollisuuden opintosuunnalle syksyllä 1937 eli tilaisuuden tultua. Diplomi-insinööriksi Hukki valmistui 1939. Tästä alkoi elämäntyö muodostua.

Syyskesällä samana vuonna nuori insinööri lähetettiin opintomatkalle Kanadaan ja Yhdysvaltoihin saamaan jatkokoulutusta korkeakoulun opettajatehtäviä varten. Syttyi toinen maailmansota ja kolmeksi vuodeksi suunnitellulta matkalta tohtoriksi valmistunut stipendiaatti pääsi palaamaan kotimaahan kesällä 1945. MIT:ssä Hukilla oli onni saada opettajakseen kuuluisa professori Antoine Gaudin, jonka johdolla hän suoritti tohtorin tutkintonsa. Tämän yhteyden välityksellä rikastustekniikan suurten pioneerien Arthur F. Taggart'in ja hänen opettajansa Robert H. Richard'in perinne siirtyi kaukaiseen Suomeen.

Sodan pahasti runtelemassa kotimaassa tohtoria oli odottamassa runsaasti erilaisia tehtäviä. Heti alkuun hän aloitti rikastustekniikan opetuksen Teknillisessä korkeakoulussa ja toimi samalla VTT:n vuorilaboratorion johtajana. Nimitys professoriksi tuli sitten 1.1.1947 alkaen. Kun oma Vuoriteollisuusosasto perustettiin mainitun vuoden syksyllä, tuli Hukista osaston ensimmäinen johtaja, mitä tehtävää hän hoiti 30.6.61 saakka.

Professori Hukki pysyi uskollisena opiskeluaikana valitsemalleen uralle koko työntäteisen elämänsä ajan. Malmien rikastaminen, siihen liittyvien monien ongelmien selvittely ja alaan kuuluvien laitteiden kehittäminen olivat suurimman osan hänen työ- ja ajatuskapasiteetistaan. Hänen hoitamansa virat tarjosivat sopivat puitteet yli kolme vuosikymmentä kestäneelle aktiiviselle toiminnalle, johon harvoin mahtui rentouttavia tuokioita. Teollisuus antoi runsaasti tutkimustehtäviä laboratoriolle ja konsultointiapua pyydettiin professorilta, jolla maailmassa avoimin silmin liikkuneena oli paljon kertomista ja runsaasti uusia ideoita. Vuosien kuluessa ja karttuessa näiden ideoiden määrässä ei ollut havaittavissa harvenemistä.

Työn ohessa syntyneet 650-sivuinen rikastustekniikan oppikirja, 60 teetellistä julkaisua, joista muutamat ovat varsin laajoja ja noin 150 alaan liittyvää patenttia sisältävät utteran miehen teknillisen elämäntyön julkisen ja luettavissa olevan kertomuksen. Sadat vuori-insinöörit ovat puolestaan hyödyntäneet saamaansa opetusta omilla työsarjoillaan ja ehkä huomaamattaankin laajentaneet perusopin antajan vaikutusta.

Professori Hukki arvosti hyvää ammattitaitoa, ilmenipä se millä alalla tahansa, ja teroitti sen merkitystä oppilailleen. Opetus oli innostavaa ja vaativaa, sillä loppuarvosana riippui kaikista oppilaan aikaansaannoksista ensimmäisestä välikuulustelusta loppupenttiin asti. Se opetti pitkäjänteisyyteen, jos oli halua oppia. Hyvän työselostuksen laatimiseen professori kiinnitti aivan erikoista huomiota: "Mitä ajoitte takaa, mitä teitte, mitä saitte?" Siinä oli kaava.

Kiven hienontaminen, erityisesti jauhatus ja siihen liittyvä luokitus olivat professori Hukin tutkimusten pääkohteina koko ajan. Hänen ylikriittisellä nopeusalueella tapahtuvaa jauhatusta koskevat tutkimuksensa muodostivat aikanaan kansainvälisen sensaation alan asiantuntijoiden keskuudessa. V. 1961 julkaistu eri hienontamisteorioiden yhteenveto, "Solomonic solution" puolestaan säilyttäneen arvonsa niin kauan kuin kiveä hienonetaan nykyisin menetelmin. Kansainvälisissä alan kongresseissa Hukki oli tunnettu ja tunnustettu osanottaja ja esiintyjä, joka hiotulla esityksellään aina herätti yleistä kiinnostusta.

Alussa mainitun pitkän opintomatkan varsinaisen opiskeluvaiheen jälkeen tohtorilla oli tilaisuus lähteä hankkimaan käytännön kokemusta suurissa puitteissa, kuten mm. Morencin jättiläisrikastamossa. Sehän käsitteli 10 päivässä Outokummun silloisen vuosituotannon. Tässä ympäristössä näköalat avartuivat ja mieleen jäi sopivia keskusteluaiheita kotiin palaamisen varalta. Täällä tarvittiinkin kaikki mahdollinen tieto ja taito avuksi ponnisteltaessa eteenpäin vaikeissa oloissa. Professori Hukin matka ja paluu sautuivat mahdollisimman hyvään aikaan, sopivasti ennen vuoriteollisuutemme voimakasta laajenemis- ja kehityskautta. Sen aikana opetuksen ja kokemuksen hedelmät olivat käytettävissä riittävän laajasti. Hänen työnsä merkitystä tältä kannalta voimme korkeintaan arvailla.

Yli 30 vuori-insinöörien ikäluokkaa on hiljentynyt kunnioittamaan arvostetun ja pidetyn opettajansa muistoa yhdessä lukemattomien muiden työtovereiden ja ystävien kanssa.

"Jumalan myllyt jauhavat hitaasti, mutta ne jauhavat äärettömän hienoksi". Jauhatuksen uupumaton tutkija on saanut levon.

Sit tibi terra levis!

Toimi Lukkarinen

Vuorimiesyhdistys r.y.:n kaivosjaoston sekä rikastus- ja prosessijaoston jäsenen Risto Tapani Hukki oli vuodesta 1945 lähtien.

Toimitus



LEIF HUMMELSTEDT
13.7.1927–16.1.1989

Professor Leif Hummelstedt avled oväntat den 16 januari i en ålder av 61 år. Han tjänstgjorde fram till sin död som professor i allmän kemisk teknologi vid Åbo Akademi kemisk-tekniska fakultet där han även var föreståndare för institutionen för teknisk kemi.

Professor Hummelstedt var född i Maxmo 1927. Han blev student i Kristinestad 1946 och avlade diplomingenjörsexamen vid Åbo Akademi 1951. Efter några år i industrins tjänst reste han till USA för studier vid Massachusetts Institute of Technology där han avlade en PhD-examen 1959. År 1962 utnämndes han till innehavare av den Borgströmska professuren i allmän kemisk teknologi efter att ha skött tjänsten som t.f. professor i drygt ett år.

Under sin tid i USA arbetade Hummelstedt som forskningsassistent vid MIT och under två år, efter avlagd doktorsexamen, som forskningskemist vid E.I. du Pont de Nemours & Co, N.J. Här blev han bekant med de moderna strömningarna inom den kemiska teknologin och han kunde som nyutnämnd professor som en av de första i Finland introducera ämnet kemisk reaktionsteknik i undervisningen. Han blev småningom även riksbekant för sina vida och djupa insikter i Finlands kemiska industri över vilken han bland annat skrev flera artiklar i utländska facktidskrifter.

Bland Leif Hummelstedts många förtroendeuppdrag kan nämnas att han var dekanus för kemisk-tekniska fakulteten under perioden 1966–1969. Utmärkande för honom var den kreativa och positiva inställningen till allt han företog sig och han anlätades därför ofta som expert i olika kommittéer när Åbo Akademi hade att fatta avgörande beslut. Men hans insatser kom också väl till pass i nationella sammanhang. Han var sålunda 1966–1969 medlem i den s.k. Rahola-kommittén för utvecklandet av den högsta tekniska undervisningen och 1967–1969 permanent sakkunnig i högskolerådets sektion för tekniska vetenskaper. Han var även sakkunnig vid besättandet av flere professurer; ett sakkunnigutlåtande som var under arbete hann han aldrig fullborda.

Sin forskningsverksamhet koncentrerade professor Hummelstedt på vätske-vätske extraktion inom hydrometallurgiska processer. Inom detta område var han internationellt känd genom sin omfattande och skarpsinniga vetenskapliga produktion som han presenterade i facktidskrifter och på kongresser. Han var medlem i redaktionsrådet för tidskriften Hydrometallurgy. Utan tvivel har Hummelstedts forskning och undervisning inom detta område varit till gagn även för den inhemska hydrometallurgiska industrin.

Leif Hummelstedt var en konstruktiv och positiv människa, en idealisk chef och en stimulerande samarbetspartner. Hans omfattande sakkunskap och mänskliga värme gav honom en naturlig auktoritet och man lyssnade gärna till och följde hans råd. För hans många vänner innebär professor Hummelstedts alltför tidiga bortgång en oersättlig förlust.

Lars-Eric Lindfors

Leif Hummelstedt var medlem i Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:s metallurgisektion från och med år 1988.

Redaktionen

För att hedra minnet av professor Leif Hummelstedt har en minnesfond upprättats vid Stiftelsen för Åbo Akademi. Den som önskar delta i insamlingen kan göra det via Stiftelsens konto i FBF Åbo, Helsingfors Bank 242818–62380.



MATTI HUITU
2.12.1948–9.3.1989

Myyntipäällikkö, dipl.ins. Matti Huitu, s. 2.12.1948 Vihdissä menehtyi liikenneonnettomuudessa Espoossa 9.3.1989. Hän valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1976 ja tuli valmistuttuaan Outokumpu Oy:n palvelukseen ensiksi Poriin tutkimusinsinööriksi ja siirtyi vuonna 1977 Kockolaan koboltitehtaalle käyttö- ja tuotekehitysinsinööriksi.

Vuonna 1984 hän siirtyi Espooseen ja toimi myyntipäällikkönä koboltipulvereiden markkinoinnissa niin kotimaassa kuin ulkomailla.

Matti Huitu vastasi Vihdissä sijaitsevan sukutilan hoidosta. Hän toimi myös paikallisen metsästysseuran, Härkölän erämiehet, puheenjohtajana. Sotilasarvoltaan Huitu oli vänrikki.

Tom Niemi

Vuorimiesyhdistys r.y.:n metallurgijaoston jäsen Timo Matti Pelervo Huitu oli vuodesta 1978 lähtien.

Toimitus

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1988

Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 45. vuosikokous pidettiin Messukeskuksessa Helsingissä 25.3.1988. Puheenjohtaja Väinö Juntunen avasi kokouksen ja esitti katsauksen maamme vuoriteollisuuden kehityksestä 1987. Yhdistyksen puheenjohtajaksi valittiin DI, KTK Pertti Voutilainen ja varapuheenjohtajaksi prof. Markku Mannerkoski.

Päätettiin muuttaa yhdistyksen sääntöjä siten että nuorten jäsenten liittyminen yhdistykseen tulee taas mahdolliseksi.

Yhdistyksen myöntämä Eero Mäkinen-ansiomitali luovutettiin prof. Martti Suloselle tunnustuksena hänen maamme vuoriteollisuuden ja Vuorimiesyhdistyksen hyväksi tekemästään arvokkaasta työstä.

Virallisten kokousasioiden jälkeen pidettiin seuraavat esitykset:

- Pääjohtaja Markku Mannerkoski, VTT: "Vuoriteollisuuteen liittyvä kehitys- ja tutkimustoiminta"
- FT Heikki Vartiainen, Kemira Oy: "Sokli tutkimustyömaana ja kaivos-hankeena"
- TkT Jyrki Juusela, Outokumpu Oy: "Tutkimus ja kehitystoiminta Outokumpu Oy:ssä."

Jaostot kokoontuivat iltapäivällä omien erikoisalojensa merkeissä.

Illallistanssiaisissa Hotelli Hesperian Ballroomissa vastasi isännyydestä Oy Partek Ab.

Toimihenkilöt

- Puheenjohtaja: DI, KTK Pertti Voutilainen
- Varapuheenjohtaja: Prof. Markku Mannerkoski
- Hallituksen jäsenet:
Johtaja Nuutti Vartiainen
TkT Erkki Räsänen
DI Asko Ojanen
DI Urpo Salo
Prof. Jouko Talvitie
Johtaja Jan Owren
DI Lauri Siirama
Yli-ins. Rolf Söderström
DI Ismo Suominen
- Rahastonhoitaja: DI Kalle Vaajoensuu
- Sihteerit: DI Erkki Pimiä
DI Martti Järvenpää

Yhdistyksen toiminta

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

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

Yhdistyksen edustajana Svenska Gruvföreningin vuosikokouksessa 24.11.1988 oli puheenjohtaja P. Voutilainen.

Vuorimiesyhdistyksen jäsenet tekivät suuren ulkomaan ekskursion Irlantiin Taran kaivokselle 11. – 12.11.1988. Ekskursioon osallistui 105 henkeä.

Jaostot

Pääosan yhdistyksen jäsentöinnistä on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

Jaostot ovat järjestäneet koulutus- ja esitelmätilaisuuksia sekä ammatillisia retkiä jäsenistönsä alalta. Tarkemmin jaostojen toiminta on esitetty kunkin omassa toimintakertomuksessa.

Jaostojen toimihenkilöinä ovat olleet:

- Geologijaosto: puheenjohtaja, DI Pekka Mikkola; sihteeri, LuK Marjatta Parkkinen
- Kaivosjaosto: puheenjohtaja, DI Arto Hakola; sihteeri, DI Ari Väisänen
- Metallurgijaosto: puheenjohtaja, DI Matti Ketolainen; sihteeri, Ins. Eero Parviainen
- Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto: puheenjohtaja, TKT Hans Allenius; sihteeri, DI Pertti Paulin.

Yhdistyksen ja jaostojen jäsenmäärät

Yhdistyksen jäsenmäärä 31.12.1988 oli 1872, jossa lisäystä edellisvuodesta on 42. Uusia jäseniä hyväksyttiin 64. Kuoleman kautta poistui 12 ja erosi 9.

Jaostojen jäsenmäärät olivat seuraavat: Geologijaosto 408. Kaivosjaosto 421. Metallurgijaosto 1023. Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto 279.

Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunnan sääntömääräinen vuosikokous oli 25.2.1988. Tutkimusjohtokunta kokoontui vuoden 1988 aikana viisi kertaa. Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana toimi DI Antti Mikkonen 25.2.1988 saakka ja siitä lähtien FL Tom Bröckl.

Varapuheenjohtajana toimi 25.2.1988 saakka DI Markku Leiritie ja siitä lähtien DI Esko Alopaeus. Tutkimusvaltuuskunnan sihteerinä toimi FM Ole Lindholm.

Toimikuntien puheenjohtajina toimivat:

- Geologian toimikunta: prof. Heikki Niini.
 - Kaivosteknillinen toimikunta: prof. Raimo Matikainen.
 - Rikastusteknillinen toimikunta: DI Paavo Eerola.
- Lisäksi tutkimusjohtokuntaan ovat kuuluneet lisäjäsenenä DI Antti Mikkonen 25.2.1988 lähtien ja asiantuntijajäsenenä DI Urpo Salo.

Toimikauden aikana oli käynnissä yhteensä 22 tutkimusprojektia ja esiselvitystä.

Pohjoismaista yhteistyötä on jatkettu.

Tutkimusjohtokunnan kutsusta vierailivat Svenska Gruvföreningin toimitusjohtaja Sven-Gunnar Bergdal ja Bergteknisk Forskning'in tutkimusjohtaja Tomas Franzen 7.12.1988 Paraisilla keskustelemassa Bergteknisk Forskning'in puiteohjelman "Gruva 2000" vaikutuksesta lähivuosina tapahtuvaan pohjoismaiseen yhteistyöhön.

— Geologisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous pidettiin 7. – 8.6.1988 Koliilla.

— Pohjoismaiset kaivosteknilliset toimikunnat kokoontuivat 9. – 10.2.1988 Otaniemessä.

— Pohjoismainen rikastusteknillisten toimikuntien MINTEK-kokous pidettiin 6. – 8.9.1988 Altassa Norjassa.

Raportteja pohjoismaisilta veljesjärjestöiltä tutkimusvaltuuskunta sai vuoden 1988 aikana 9 kpl Ruotsista ja 6 kpl Norjasta.

Tutkimusvaltuuskunnan tukemien tutkimusten rahoitus oli kaikkiaan n. 4 milj. markkaa vuonna 1988.

Helsingissä 17. maaliskuuta 1989

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y:n HALLITUS

Pertti Voutilainen
puheenjohtaja

Erkki Pimiä
sihteeri

TUOSLASKELMA 1.1.1988 – 31.12.1988

Tulot

Jäsenmaksut.....		118.893,48
Tutkimusvaltuuskunta.....	379.899,—	
Tutkimukset ja esiselvitykset.....	161.563,60	
Selosteet.....	2.015,—	543.477,60
Vuoriteollisuus-lehti.....		159.769,—
Myynti.....		10.521,50
Lahjoitukset.....		5.000,—
Korkotulot.....		11.019,96
Tulot yhteensä		<u>mk 848.681,54</u>

Menot

Tutkimusvaltuuskunta.....	212.577,73	
Tutkimukset ja esiselvitykset.....	222.186,60	
Selosteet.....	9.406,—	444.170,33
Jäsentöiminta ja koulutus.....		6.892,34
Matkat ja avustukset.....		21.372,40
Virkaillijapalkkiot.....		21.406
Vuoriteollisuus-lehti.....		183.389,65
Vuosikokouskulut.....		28.047,57
Toimisto ja sekalaiset.....		9.189,60
Menot yhteensä		<u>714.467,89</u>
Tilikauden ylijäämä		<u>mk 134.213,65</u>

TASE 31.12.1988

Vastaavaa:

Rahat		
— Postisiirtotili	16.741,44	
— Talletustilit	205.150,17	221.891,61
Saamiset		
— Tilisaamiset	89.676,50	
— Siirtosaamiset	186.516,37	276.192,87
		<u>mk 498.084,48</u>

Vastattavaa:

Vieras pääoma		
— Tilivelat	192.268,90	
— Siirtovelat	21.553,—	213.821,90
Oma pääoma		
— Ylijäämä ed. vuod.	150.048,93	
— Tilikauden ylijäämä	134.213,65	284.262,58
		<u>mk 498.084,48</u>

SALDOT 31.12.1988

Tutkimusvaltuuskunta

Saldo 31.12.1987	—2.502,87	
V. 1988 ylijäämä	+99.307,27	
Saldo 31.12.1988		+96.804,40

Yhdistyksen toiminta

Saldo 31.12.1987	+152.551,80	
V. 1988 ylijäämä	+34.906,38	
Saldo 31.12.1988		+187.458,18
Koko Yhdistyksen saldo 31.12.1988		<u>mk +284.262,58</u>

TALOUSARVIO VUODELLE 1989

Tulot

Jäsenmaksut		120.000,—
Tutkimusvaltuuskunta		
— Tutkimusjäs. vuosimaksut	282.500,—	
— Osallistuminen tutkim.	250.000,—	
— Selosteiden myynti	5.000,—	537.500,—
Lehti		170.000,—
Lahjoitukset		5.000,—
Solmioiden ym. myynti		10.000,—
Korkotulot		9.500,—
		<u>mk 852.000,—</u>

Menot

Tutkimusvaltuuskunta		
— Hallinto ja johtokunta	132.500,—	
— Tutkimukset ja esiselv.	405.000,—	
— Selosteiden valmistus	15.000,—	552.500,—
Jäsentoiminta ja koulutus		60.000,—
Matkat ja avustukset		27.500,—
Lehti		180.000,—
Virkailijapalkkiot		22.000,—
Vuosikokous		25.000,—
Toimisto ja sekalaiset		45.000,—
		<u>mk 912.000,—</u>

Tilikauden alijäämä

		<u>mk 60.000,—</u>
Tutkimusvaltuuskunta		—15.000,—
Lehti		—10.000,—
Muu toiminta		—35.000,—

GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS 1988

Toiminta

Geologijaoston päätapahtumat toimintavuonna 1988 ovat olleet vuosikokous, ekskursion ja symposium. Jaoston johtokunta on kokoontunut 6 kertaa.

Vuosikokous. Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 25.3.1988 Messukeskuksessa Helsingissä. Kokouksessa oli läsnä 138 jaoston jäsentä. Kokouksen jälkeen esitelmöivät:

- Ylitarkastaja Urpo J. Salo, Kauppa- ja teollisuusministeriö
- Professori Jouko Talvitie, Geologian tutkimuskeskus
- TKT Matti Ketola, Outokumpu Oy ja
- FM Rolf Boström, Oy Partek Ab

aiheesta "Malmiensaannin tehtävä ja tarkoituksenmukainen organisointi Suomessa yhteiskunnan ja vuoriteollisuuden kannalta". Esitelmät julkaistiin VMY:n monistesarjassa B, no 42.

Syksyn ekskursion 11-12.11. suuntautui Irlantiin Taran kaivokselle. Matka toteutettiin yhteistyössä kaivosjaoston ja rikastus- ja prosessiteknikan jaoston kanssa. Ekskursiolle osallistui noin 30 geologijaoston jäsentä.

Symposium aiheesta "Mineraalisten raaka-aineiden tarve ja saatavuus Suomessa" pidettiin 25.11.1988 Helsingin yliopiston pienessä juhlasalissa. Päivän aikana kuultiin 10 esitelmää. Osallistujia oli 150. Esitelmät koottiin monisteeksi, sarja B, no 43.

Kairaus-89 koulutuspäivien suunnittelu toteutettiin vuoden 1988 puolella.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna on geologijaoston puheenjohtajana ollut DI Pekka Mikkola, varapuheenjohtajana FL Elias Ekdahl, sihteerinä LuK Marjatta Parkkinen ja muina jäseninä FM Osmo Inkinen, FM Kurt Karlsson ja FT Heikki Vartiainen.

Jäsenmäärä

Geologijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1988 lopussa 408. Uusia jäseniä liitettiin 12 ja kuoleman kautta poistui 2.

Pekka Mikkola
puheenjohtaja

Marjatta Parkkinen
sihtööri

KAIIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1988

Toiminta

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

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin Messukeskuksessa, Helsingissä 25.3.1988 klo 14.00 alkaen. Läsnä oli n. 100 henkilöä. Kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- Prof. Raimo Matikainen: "Kaivosteknillinen tutkimustoiminta Teknillisessä Korkeakoulussa"
- DI Matti Pulkkinen: "Tietokoneavusteinen kaivossuunnittelu"
- Johtaja Bertil Roslin: "Viinikulttuuri ja viiniosot Suomessa"

Syysretken kohteena oli Irlanti ja Irlannin teollisuus. Matkalla tutustuttiin erityisesti Taran sinkkikaivokseen. Muita vierailukohteita olivat mm. Industrial Development Authority of Ireland ja irlantilaisen viskin valmistuksen ja tuotteiden esittelyyn erikoistunut Whiskey Corner, Dublinissa. Kaivosjaostosta matkalle osallistui n. 45 henkeä.

Tammikuussa järjestettiin täydennyskoulutusseminaari: "Avolouhosten seinämien puhdistus ja lohkaroitumiseen vaikuttavat tekijät." Seminaariin osallistui n. 30 henkeä.

Jaosto on osallistunut täydennyskoulutusjärjestelmän laadintaan VMY:n hallituksen asettamassa komiteassa.

Kalliomekaniikan toimikuntaan nimettiin kaivosjaostosta DI Pekka Lovén.

Kaivosjaoston puheenjohtaja on toiminut Bergsprängningskommitténin, Svenska Gruvföreningenin, BEFO:n sekä NIF:n yhdysmiehenä.

TKT Pekka Särkkä on toiminut ISRM:n yhdysmiehenä.

FM Ole Lindholm on toiminut ISM:n yhteyshenkilönä.

Prof. Raimo Matikainen on toiminut VMY:n edustajana World Mining Congressin kansainvälisessä järjestelytoimikunnassa.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna 1987 on jaoston puheenjohtajana toiminut DI Arto Hakola, varapuheenjohtajana DI Eero Laatio ja johtokunnan muina jäseninä DI Jorma Illi, DI Tauno Manunen, DI Erkki Wiinämäki, prof. Raimo Matikainen ja DI Matti Heiniö. Sihteerinä on toiminut DI Ari Väisänen.

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä oli vuoden 1988 lopussa 420 henkeä. Lisäystä edellisvuodesta oli 14 henkeä.

Arto Hakola
puheenjohtaja

Ari Väisänen
sihtööri

METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1988

Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimintakauden aikana vuosikokoukseen ja syyskokoukseen.

Metallurgijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 25.3.1988 Helsingissä Messukeskuksessa. Läsnä oli parhaimmillaan 296 jäsentä.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- Prof. emeritus Matti H. Tikkanen: "Korkeakoulun ja teollisuuden välinen yhteistyö ja tulevaisuuden näkymät: Muistelemista ja mietteitä"
- Prof. Pentti Kettunen: "Korkeakoulujen ja talouselämän välinen yhteistyö ja tulevaisuuden näkymät"

Sessio 1: "Savukaasujen rikinpoisto"

- FM Timo Kenakkala: "Savukaasujen rikinpoisto LIFAC-menetelmällä"
- TkL Matti Hiltunen: "Rikinpoisto AHLSTRÖM PYROFLOW - kattoissa"
- TKT Jussi Asteljoki: "SULFRED - Outokumpu Oy:n kehittämä uusi jätteen savukaasujen puhdistusmenetelmä"

Sessio 2: "Uudet investoinnit alan suurteollisuudessa"

- DI Eero Rättyä: "Outokummun Tornion kuumavalssaamo - osa integroitua ruostumattoman teräksen tuotantoketjua"
- DI Matti Tolonen: "Rautaruukki Oy:n koksamon rakentaminen ja käynnistys"

Lauantain ekskursion tehtiin Helsingin kaupungin energialaitoksen Salmisaaren voimalaitoksille. Ekskursioon osallistui 46 jäsentä.

Jaoston kesäretki tehtiin 26.8.1988 Rautaruukki Oy:n Otanmäen vaunu- ja vaunutehtaalalle sekä Vuokatin kuntokeskukseen. Kesäretkelle osallistui 16 jäsentä.

Syyskokous pidettiin 26.10.1988 Teknillisellä korkeakoululla Helsingissä. Kokoukseen osallistui 36 jäsentä.

Kokouksesitelmät:

- Johtaja Jyrki Juusela, Outokumpu Oy
- Johtaja Esko Erkkilä, Rautaruukki Oy
- "Prosessi-insinööri koulutus teollisuuden näkökulmasta"
- Laitoksenjohtaja, professori Raimo Matikainen, HTKK
- "Teknillisen korkeakoulun uusi osastojako"

Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (metallurgian VAT) kautta. Puheenjohtajana on toiminut TKT Veikko Heikkinen.

Yhteistoiminnassa INSKO:n kanssa järjestettiin seuraavat koulutustilaisuudet:

- "Konepajojen metalliraaka-aineiden JOT-toimitukset" keväällä 1988. Läsnä oli 14 osanottajaa.
- "Kehittyvä prosessimetallurgia" syksyllä 1988. Läsnä oli 31 osanottajaa.

Metallurgijaoston Korkeakouluyhteistyöelin kokosi koulutuskalenterin, joka julkaistiin keväällä ja syksyllä 1988.

Tiedotus

Jaoston lehti "Metallurgijaosto tiedottaa" on ilmestynyt kolme kertaa.

Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston puheenjohtajana on toiminut DI Matti Ketolainen, varapuheenjohtajana TKT Kalevi Nikkilä, sihteerinä ins. Eero Parviainen ja jäseninä DI Mikko Häkämies, DI Timo Kekkonen, DI Hannu Savisalo, DI Ville Sipilä ja apul.prof. Tuomo Tiainen.

Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1988 lopussa 1023. Vuoden 1988 aikana uusia jäseniä hyväksyttiin 31 henkilöä.

Matti Ketolainen

puheenjohtaja

Eero Parviainen

sihteerinä

RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1988

Toiminta

Rikastus- ja prosessiteknikan jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 25.3.1988 Messukeskuksessa Helsingissä. Syysretkeily suoritettiin 11.–12.11.1988 Irlantiin, Outokumpu Oy:n Taran kaivokselle.

Vuosikokouksessa 25.3.1988 valittiin johtokuntaan uudeksi jäseneksi DI Alpo Maksimainen.

Kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

— Prof. Brian Scarlett, Delft University of Technology, Faculty of Chemical Engineering and Chemistry:

"Particle technology — Finer processes for finer particles"

— DI Risto Lindsberg, Outokumpu Oy:

"Kolonnivaahdotuskone — erityispiirteet ja käyttö"

Kokouksessa oli läsnä 55 osanottajaa.

Jaoston syysretki suoritettiin 11.–12.11.1988 Irlantiin kohteena Outokumpu Oy:n Taran sinkkikaivos ja -rikastamo. Retki oli yhteinen kaivos- ja geologijaoston kanssa. Outokumpu Oy:n paikalliset järjestelyt olivat hyvät ja varsinaisen tekniikan lisäksi tutustuttiin laitoksen jätevesien käsittelyyn ja jätealueen tulevaan hoitosuunnitelmaan, johon liittyviä kokeiluja suoritetaan jo tässä vaiheessa.

Syysretkeilyyn osallistui eri jaostoista yhteensä 105 jäsentä.

Toimihenkilöt

Jaoston johtokunnan kokoonpano on 25.3.1988 lähtien ollut seuraava:

Puheenjohtaja: Hans Allenius
Varapuheenjohtaja: Kari Heiskanen
Alpo Maksimainen
Jaakko Seppälä
Markku Virtanen
Sihteerit: Pertti Paulin

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä 31.12.1988 oli 279 jäsentä, lisäystä edelliseen vuoteen verrattuna 3 jäsentä.

Jaoston johtokunta kokoontui toimintavuoden aikana 4 kertaa.

Hans Allenius

puheenjohtaja

Pertti Paulin

sihteerinä

OTTEITA TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTAKERTOMUKSESTA VUODELTA 1988

Tutkimusvaltuuskunta (TVK)

Tutkimusvaltuuskunnan vuosikokous pidettiin 25.2.1988 Helsingissä. Tutkimusvaltuuskuntaan kuului tutkimusjäseninä 23 yritystä, joilla oli edustaja valtuuskunnassa. Valtuuskuntaan kuuluivat lisäksi yksi VMY:n hallituksen nimittämä asiantuntijajäsen ja VMY:n neljän jaoston puheenjohtajat. Kokoukseen osallistuivat lisäksi tutkimusjohtokunta, VMY:n rahastonhoitaja sekä TVK:n sihteerit.

TVK:n puheenjohtajana toimi DI Antti Mikkonen 25.2.1988 saakka ja siitä lähtien FL Tom Bröckl. Varapuheenjohtajana toimi 25.2.1988 saakka DI Markku Leirintie ja siitä lähtien DI Esko Alopaeus. Sihteerinä toimi FM Ole Lindholm.

Kertomusvuoden aikana tutkimusjäsenistössä tapahtuneet muutokset:

Uusia tutkimusjäseniä ovat:

- Lemminkäinen Oy
- Rammer Oy
- Suomen Vuolukivi Oy
- Teollisuuden Voima Oy

Tutkimusjäsenyydestään on eronnut:

- Imatran Voima Oy

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano:

Tutkimusjäsen ja sen varsinainen edustaja, varamies (suluissa)

Ara Oy,	DI Pekka Vauramo,	(DI Harri Hursti),
Geoseismo Oy,	MSc Calin Cosma,	(DI Reijo Korhonen),
Finnminerals Oy,	DI Hannu Haveri,	(DI Jouko Olkkonen),
Oy Forcit Ab,	Ins Kalle Ylätalo,	(FM Rolf Strandberg),
Oy Förby Ab,	DI Karl Haahti,	(DI Jarmo Suvio),
Kemira Oy,	DI Antti Mikkonen,	(DI Lauri Siirama),
Larox Oy,	Ins Pertti Ovaskainen,	(DI Mikko Häkämies),
Lemminkäinen Oy,	Ins Seppo Kupila,	(DI Bjarne Liljestrand),
Oy Lohja Ab,	FM Heikki Latva,	(DI Tom Lindeberg),
Myllykoski Oy ja		
Ruskealan Marmorin Oy	DI Harri Koivisto,	(FM Kurt Karlsson),
Orion-Yhtymä Oy,	DI Toivo-Matti	
Normet,	Karppanen,	(DI Matti Koskinen),
Outokumpu Oy,	DI Esko Alopaeus,	(DI Paavo Eerola),
Outokumpu Oy,	DI Pentti Seppänen,	(DI Tauno Manunen),
Oy Partek Ab,	FL Tom Bröckl,	(FM Esko Lundén),

Rammer Oy,	DI Pekka Heikkonen,	(DI Timo Sippus),
Rauma Repola Oy,	DI Veikko Linnola,	(DI Jouka Suominen),
Rautaruukki Oy,	DI Esko Pöyliö,	(FT Aimo Hiltunen),
Roxon Oy,	DI Alpo Maksimainen,	(Ins Rauno Ihatsu),
Suomen Malmi Oy,	DI Pekka Mikkola,	(FM Esko With),
Suomen Vuolukivi Oy,	Ins Reijo Vauhkonen,	
Oy Tampella Ab,		(DI Pasi
Tamrock,	DI Rolf Ström,	Latva-Pukkila),
Teollisuuden Voima Oy,	FM Timo Äikäs,	(DI Mauri Toivanen),
Terraplan Oy,	FM Paavo Taanila,	(Ins Kalevi Hytti),
YIT-Yhtymä Oy,	DI Pekka Liisanantti,	(TkL Tuomo
		Tahvanainen),

VMY:n hallituksen nimittämä asiantuntijajäsen: DI Urpo Salo, KTM

VMY:n jaostojen puheenjohtajat:
DI Pekka Mikkola, Geologijaosto
DI Arto Hakola, Kaivosjaosto
TKL Hans Allenius, Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto
TT Juho Mäkinen, Metallurgiajaosto

TVK:n toimintaan ovat tutkimusjäsenen lisäksi kertomusvuoden aikana aktiivisesti osallistuneet seuraavien laitosten tai virastojen edustajat:

- Helsingin Teknillinen Korkeakoulu
- Helsingin Yliopisto
- Oulun Yliopisto
- Geologian Tutkimuskeskus
- Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus
- Kauppa- ja teollisuusministeriö

Tutkimusjohtokunta

Tutkimusjohtokunta kokoontui kertomuskauden aikana viisi kertaa:
3.2. Helsingissä, 25.2. Helsingissä, 19.5. Paraisilla, 29.9. Outokummussa, 15.12. Helsingissä.

Tutkimusjohtokunnan kokoonpano oli seuraava:
DI Antti Mikkonen Kemira Oy, puheenjohtajana 25.2. saakka, FL Tom Bröckl, Oy Partek Ab, puheenjohtajana 25.2. lähtien, DI Markku Leiritie, Oy Partek Ab, varapuheenjohtaja – 25.2., DI Esko Alopaeus, Outokumpu Oy, varapuheenjohtaja 25.2. – Prof. Heikki Niini, TKK (Geol. toimikunta), Prof. Raimo Matikainen, TKK (Kaivostekn. toimikunta), DI Paavo Eerola, Outokumpu Oy, (Rikastustekn. toimikunta), DI Antti Mikkonen, Kemira Oy (lisäjäsen 25.2. lähtien), DI Urpo Salo, KTM (asiantuntijajäsen).

Tutkimustoimikunnat

- Geologinen toimikunta (pj. prof. Heikki Niini).
- Kaivostekninen toimikunta (pj. prof. Raimo Matikainen).
- Rikastustekninen toimikunta (pj. 13.2. asti TKL Hans Allenius ja siitä lähtien DI Paavo Eerola).

Tutkimukset

Käynnissä olleet tutkimukset ja selvitykset

Suoraan tutkimusjohtokunnan valvonnassa oli projekti:
– Kaivosten jätevesien ja kiinteiden jätteiden käsittely.

Geologisen toimikunnan valvonnassa olivat seuraavat projektit ja selvitykset:

- Näytteenotto ja havainnointeiko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvityksessä.
- Geologisen tutkimusurakoinnin sopimusehdot.
- Malmiaiheiden luokittelu spektri-IP-mittausten avulla.
- Kalliokaivojen paikantaminen.
- Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet.
- Syvä sähköiset melminetsintämenetelmät.
- Malmivara-arvion laatimissuhte.

Geologinen toimikunta ja Kaivosteknillinen toimikunta ovat yhteistoiminnassa valvooneet:
– Kallioteknisen tutkimustarpeen kartoitus.

Geologinen toimikunta on seurannut seuraavan projektin edistymistä:
– Geofysiikan ja geokemian kompleksitulkinat.

Kaivosteknisen toimikunnan valvonnassa olivat seuraavat esiselvitykset ja projektit:
– Kallion jännitystilän mittaussyvässä poranrei'issä.
– Taloudellinen irroitus avolouhoksilla.

- Korkeiden avolouhosseinämien puhdistus.
- Mining in Finland.
- Louhintalaatu.
- Jyrsivät louhintamenetelmät.
- Maanalaisen lastauksen tehokkuuteen vaikuttavat tekijät.
- Kapeiden malmien louhinta korkeissa jännitystilastoissa.

Rikastusteknillisen toimikunnan valvonnassa olivat seuraavat esiselvitykset ja projektit:
– Sakeutus-suodatus
– Mineraalitekniikan tutkimuksen tarveanalyysi.
– Näytteenotto.
– Tietokonemallit.

Seminaarit tai muut toimintaan liittyvät kokoukset

Rikastusteknillinen toimikunta järjesti 28.1.1988 Oulussa "miniseminaarin" jonka aihepiiri oli: Hienojen raeluokkien rikastus.

Tutkimusjohtokunnan aloitteesta järjestettiin 3.3.1988 Helsingissä seminaari: Kaivosten kiinteiden jätteiden ja jätevesien käsittely.
Jatkotoimenpiteiksi ehdotettiin, että VMY, Ympäristöministeriö ja Vesi- ja ympäristöhallitus nimeäisivät yhteisen työryhmän seuraamaan kaivosten ympäristösuojelutilannetta. Tutkimusjohtokunta on ryhtynyt tarvittaviin toimenpiteisiin.

Tutkimusvaltuuskunta järjesti yhdessä Nämnden för Statens Gruvegendom (NSG):n ja TKK:n Materiaali- ja kalliotekniikan laitoksen kanssa Otaniemessä kansainvälisen seminaarin: Gold Deposit Evaluation Seminar, 10.–13.10.1988.

Kaivosteknillinen toimikunta yhdessä Geologisen toimikunnan kanssa järjesti
– Louhintateknillisen tutkimuksen valtakunnallinen tarveanalyysi. Projektin läpiviemiseksi neuvoo-antavan kokouksen 4.10.1988 Otaniemessä ja samaan aiheeseen liittyvän seminaarin.
– Kalliotekniikan tutkimustarpeen kartoitus 1.11.1988 Otaniemessä. Kertyneen materiaalin perusteella on laadittu kalliotekniikan tutkimus- ja kehitysohjelma.

Pohjoismainen yhteistyö

Tutkimusjohtokunta:
Tutkimusjohtokunta ja eri toimikunnat ovat pitäneet yhteyttä pohjoismaisiin veljesjärjestöihin.

Tutkimusjohtokunnan kutsusta vierailivat Svenska Gruvföreningen toimitusjohtaja Sven-Gunnar Bergdahl ja BeFo:n tutkimusjohtaja Tomas Franzén 7.12.1988 Paraisilla. Neuvotteluihin, jotka koskivat BeFo:n puiteohjelman "Gruva 2000" vaikutusta lähivuosiin tapahtuvaan pohjoismaiseen yhteistyöhön osallistivat Tutkimusjohtokunnan edustajina puheenjohtaja Tom Bröckl, Raimo Matikainen ja Ole Lindholm.

Geologinen toimikunta:
Geologisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous pidettiin 7.–8.6.1988 Koliilla.

Ruotsista oli 2 ja Norjasta 3 osanottajaa.
Kokouksessa pidettiin useita esitelmiä ja katsauksia. Keskusteltiin malminetsinnän ja kaivostoiminnan tilanteesta ja pohdittiin pohjoismaisessa yhteistyössä tehtäviä projekteja.

Kaivosteknillinen toimikunta:
Pohjoismaiset kaivosteknilliset toimikunnat kokoontuivat 9.–10.2.1988. Gruvforskningsmötet pidettiin Otaniemessä TKK:n suojissa.
Kokouksessa pidettiin useita esitelmiä ja katsauksia. Erityisen huolen aiheena oli pohjoismaisissa yleinen vuorialan opiskelijakato, johon etsittiin lääkettä. Toinen keskusteluaihe oli ruotsalaisen puiteohjelman "Gruva 2000" vaikutus pohjoismaisen yhteistyön mahdollisuuksiin.

Pohjoismainen Kaivosmittauskomitea:
Pohjoismainen kaivosmittauskomitea on vuoden aikana kokoontunut useita kertoja.

Komitean tärkeimmät tehtävät ovat:
– alan tietotaidon pitäminen ajan tasalla
– luoksepäsemättömien tilojen kartoitus
– digitaalisen kaivoskartan lainvoimaisuus
– tietokoneavusteisen kaivoskartan valmistus
VMY:n edustajana pohjoismaisessa kaivosmittauskomiteassa on Ole Lindholm.

Pohjoismainen poranreikäseismiikkakomitea:
Kaivosteknillinen toimikunta on seurannut pohjoismaisen poranreikäseismiikkakomitean toimintaa ja PORANREIKÄSEISMISTEN MENETELMIEN KEHITTÄMISPROJEKTIA. Kehitystyö on jatkunut. Komitea ko-

koontui 9.2.1989 Uppsalassa, jolloin puheenjohtaja FM Ole Lindholm luopui komitean jäsenyydestä.

Uudeksi puheenjohtajaksi valittiin Dr. Ing. Tore Lasse By, Norges Geoteknisk Institut. Komitean nimi nykyaikaistettiin muotoon: NORDISK T FORUM FÖR INGENIÖRSGEOFYSIK, ja siihen kuuluu kaksi edustajaa kustakin maasta. VMY:n edustajina ovat FL Lennart Laurén, Oy Partek Ab ja MSc Calin Cosma, joka on pohjoismaiden edustaja ISRM:n Crosshale Seismic-työryhmässä.

Rikastusteknillinen toimikunta:

Pohjoismaiden rikastusteknillisten toimikuntien MINTEK-kokous pidettiin 6.–8.9.1988 Altassa, Norjassa. Kokoukseen osallistui Suomesta:

DI Paavo Eerola, pj.
Prof. Kari Heiskanen
DI Esko Pöyliö
Prof. Risto Rinne
DI Antti Virtanen
FM Ole Lindholm, sihteeri

Kokouksessa pidettiin useita katsauksia ja esitelmiä. Huolenaiheena oli alan opiskelijakato ja tutkijaresurssien puute.

Raportit ja tiedottaminen

Tutkimusten raportointi:

Vuoden 1988 aikana julkaistiin tutkimusvaltuuskunnan tukemista tutkimuksista seuraavat raportit:

- A 81 "Measurement of rock stress in deep boreholes."
A 82 "Avolouhosseinämien puhdistus."
A 83 "Economic blasting in open pits."
A 85 "Mineralisaatioiden luokittelu taajuusalueen spektri-IP-mittauksia käyttämällä."
A 86 "Kalliokaivon paikantaminen."
B 41 "Mineraalitekniikan valtakunnallinen kehittämissuunnitelma 1988."
B 44 "Kalliotekniikan tutkimus- ja kehittämissuunnitelma 1988."
ja monisteet: "Tutkimusurakkasopimus."
"Painevalssimurskaus."
"Räjähteetön tunnelilohinta."

Pohjoismaista saadut raportit

Seuraavia kertomusvuoden aikana saapuneita julkaisuja voi lainata sihteeriltä:

Svenska Gruvföreningen

- "Arbetskadestatistik vid svenska malmgruvor år 1986."
Meddelande 170
A. "Marknadsutsikter för svensk gruvindustri."
B. "Exploration and mining in Canada in the 1980's."
C. "Forskningsprogrammet "Gruvteknik 2000"."

Stiftelsen Bergteknisk Forskning BeFo:

- "Numeriska beräkningsmodeller för projektering av berganläggningar."
"Svenska bidrag till ISRM:s sjätte internationella bergmekanikkongress Montreal 1987."
"Drill hole deviations governed by the rock structure."
"Fullborrad tunnel i Kymmen, NV Värmland."
"The Bolmen tunnel, research project, final report Mellanhålsseismik."
"BeFo annual report 1987."

Stiftelsen Mineralteknisk Forskning MinFo:

- MinFo 13 "Konferens i mineralteknik 1987."
MinFo 14 "Processvattencirkulation."

Bergverkenes Landssammenslutnings Industrigruppe BVL/Bergforskningen, Norja:

- "Årsberetning 1986/87-arbejdsplan 1988."
TR 63/3 "Datamaskinassistert gruvemåling og gruveplanlegging."
TR 71 "Mølleregulering ved Norfloat A/S."
TR 72/1 "Miljø ved dieseldrift."
TR 72/2 "Helkroppsvibrationer."
TR 73 "Undersøkelse av permroll og ferrous wheel permanent starkfelt separator."
TR 74 "Sammenligning av laboratorie og driftsfiltrering."

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta

Tom Bröckl
puheenjohtaja

Jyrki Parkkinen
sihteeri

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 12.1.1989

- Hakala, Risto**, FK, s. 25.5.1941. Rautaruukki Oy Raahan rautatehdas, laboratorio-osaston päällikkö. Os.: Eteläkallio 29, 92129 RAAHE. Jaosto 3.
Hartikainen, Aimo, FK, s. 16.10.1951. Geologian tutkimuskeskus, geologi. Os.: Puijonsarventie 3, 70260 KUOPIO. Jaosto 1.
Kallo, Sakari, DI, s. 21.7.1959. Rautaruukki Oy Raahan rautatehdas, tutkimusinsinööri. Os.: Pappilantie 5 B, 92149 PATTIJOKI. Jaosto 3.
Keskisaari, Tapio, Ins., s. 23.9.1949. Larox Oy, luokitinosaston johtaja. Os.: Saratie 3 A 1, 53920 LAPPEENRANTA. Osasto 4.
Krogell, Ole, DI, s. 25.7.1947. Oy Lux Ab, försäljningsingenjör. Os.: Tallmo, 04220 KERAVA. Jaosto 3.
Lindberg, Leif, FM, f.1.9.1953. Oy Partek Ab, Isolationsindustri, Pargas, utvecklingschef. Adr.: Malmnäs vägen 9 A, 21600 PARGAS. Sektion 3.
Malinen, Markus, DI, s. 20.12.1963. Rautaruukki Oy Tutkimuslaitos (TKK), yliopistotutkija. Os.: Soukankuja 16 B 20, 02360 ESPOO. Jaosto 3.
Nenonen, Keijo, FK, s. 6.1.1953. Geologian tutkimuskeskus, Maaperäosasto, tutkija. Os.: Viides linja 4 B 66, 00530 HELSINKI. Jaosto 1.
Ruokanen, Markku, DI, s. 15.2.1961. TTK Metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn lab., tutkija. Os.: Malminkatu 32 A 3, 00100 HELSINKI. Jaosto 3.
Solin, Peter, FK, f.26.3.1956. Oy Partek Ab, utvecklingsingenjör. Adr.: Revonkatu 3–5 12B, 20760 PIISPANRISTI. Sektion 3.
Verstraete, Erik, DI, s. 8.8.1944. COPR, Bryssels, Marketing Manager. Os.: Sterrebeeldlaan 6, Overijse, 1900 BELGIUM. Jaosto 4.
Westman, Kyllikki, FK, s. 29.3.1941. Rautaruukki Oy, Raahe, tutkimusinsinööri. Os.: Ruskontie 14 E, 92120 RAAHE. Jaosto 3.

Kokouksessa 13.3.1989

- Ekblom, Aimo**, Ins., s. 21.11.1935. Oy Förby Ab/Karl Forsström Ab, toimitusjohtaja. Os.: 25640 FÖRBY. Jaostot 2 ja 4.
O'Flaherty, Tom, Ins., s. 2.10.1953. Outokumpu Oy, Project Engineer. Os.: Yrjönkatu 7 A 2, 83599 OUTOKUMPU. Jaosto 1.
Halonen, Sirkku, FK, s. 10.3.1957. Geologian tutkimuskeskus, tutkija. Os.: Luotsikatu 3 B 16, 00160 HELSINKI. Jaosto 1.
Hämäläinen, Pentti, FL, s. 9.3.1939. Kemira Oy, Espoon tutkimuskeskus, projektipäällikkö. Os.: Kulmanotko 12, 02320 ESPOO. Jaosto 1.
Karinen, Liisa, DI, s. 5.7.1955. Outokumpu Oy Tutkimuskeskus, tutkimusinsinööri. Os.: Peiponkatu 2, 28450 VANHA-ULVILA. Jaosto 3.
Lalu, Antero, DI, s. 29.3.1944. (Ovako Oy, Imatra), eläkkeellä. Os.: Javalavakatu 5 A 10, 15520 LAHTI. Jaosto 3.
Laurila, Tero, Ins., s. 10.9.1951. Suomen Malmi Oy, käyttöpäällikkö. Os.: Tuohimäentie 87 B, 00670 HELSINKI. Jaosto 1.
Liimatainen, Martti, s. 23.6.1938. Outokumpu Oy Malminetsintä, työ-päällikkö. Os.: Kansalaiskoulunkatu 3 C 5, 83500 OUTOKUMPU. Jaosto 1.
Lybeck, Katarina, Dipl.&Exec.Secretary, s. 17.2.1948. Outokumpu Oy, Koneerijohto, informationsdirektör. Adr.: Stenbergstranden 4 H 105, 01620 VANDA. Jaostot 1 ja 3.
Niemi, Jukka, Ekon., s. 23.11.1946. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kokkola, paikallisjohtaja. Os.: Äsmuksenkujat Ra 2, 67700 KOKKOLA. Jaosto 3.
Oikarinen, Päivi, DI, s. 26.4.1957. Outokumpu Oy Engineering, proses-simetallurgi/ferroseosteknologia. Os.: Alakalliontie 2 D 13, 02760 ESPOO. Jaosto 3.
Ojala, Reijo, DI, s. 29.9.1944. Rautaruukki Oy Raahan terästehdas, osastopäällikkö. Os.: Pereentie 24, 92129 RAAHE. Jaosto 3.
Perander, Kenneth, DI, f. 2.4.1949. Dalsbruk Oy Ab, Ekenäs, direktör för träprodukterna. Adr.: Östra Strandgatan 1, 10600 EKENÄS. Sektion 3.
Rautio, Tauno, FK, s. 31.10.1958. Suomen Malmi Oy, geologi. Os.: Haapanatie 35 b 12, 90150 OULU. Jaosto 1.
Simos, Tapio, Ekon., s. 8.9.1950. Dalsbruk Oy Ab, markkinointijohtaja. Os.: Jokitie 9, 00780 HELSINKI. Jaosto 3.
Smolksy, Sirpa, KTK, s. 20.7.1947. Suomen Teräksen- ja Metallintuottajien Yhdistys, toimitusjohtaja. Os.: Kelohongantie 10 I, 02120 ESPOO. Jaosto 3.
Suvenen, Kari, Ins., s. 24.7.1950. Larox Oy, projekti-insinööri. Os.: Tietäjänkatu 8 as. 1, 53100 LAPPEENRANTA. Jaosto 4.
Vartiainen, Timo, Ins., s. 9.7.1955. Larox Oy, markkinointijohtaja. Os.: Niittyvillantie 11 D, 53920 LAPPEENRANTA. Jaosto 4.
Veistinen, Mauri, TKT, s. 26.3.1953. Outokumpu Magnets Oy, toimitusjohtaja. Os.: Lähderannantie 17 E, 02720 ESPOO. Jaosto 3.

UUTTA JÄSENIÄ—
NYTT OM MEDLEMMARNA

- Ahokas, Turo**, DI. Outokumpu Data Systems Oy, ATK-suunnittelija.
Alaniska, Heino, Ins. A/S Bidjovagge Gruber, Tuotantopäällikkö.
Alasaarela, Eija, DI. Os: IV-Huvilatje 1 D, 02730 ESPOO.
Almgren, Gunnar, prof. Tekniska Högskolan i Luleå, Adr.: S-95187 LULEÅ, SVERIGE.
Antikainen, Juha, TkL.
Anttonen, Risto, FM. A/S Bidjovagge Gruber, Malminetsintägeologi.
Apajalahti, Mikko, DI. Rautaruukki Oy, Keskushallinto, Kaupallisten asioiden apulaisjohtaja.
Arola, Veikko, DI. Os: 56 Joseph St., BRAMPTON, Ont., L6X 1H8 CANADA.
Arvilommi, Markku, DI. Outokumpu Oy Kiinteistöpalvelut, Projektipäällikkö.
Asikainen, Lauri, DI. Os: Reuharinkatu 9 B 7, 33410 TAMPERE.
Astermo, Nils-Åke, Civiling. Adr: Kompasstigen 34, S-93151 SKELLEFTEÅ, SVERIGE.
Auranen, Ilpo, DI. Lokomo Oy, Os: PL 306, 33101 TAMPERE.
Backman, Johan, DI. Ovako Oy Ab, Imatra, Markkinointipäällikkö.
Boström, Rolf, FM. Adr: Ålandsvägen 36, 22100 MARIEHAMN.
Degerth, Martin, DI. Adr: Granevägen 12, S-18265 DJURSHOLM, SVERIGE.
Ekari, Pentti, DI. Eläkkeellä.
Ekberg, Markus, FK. A/S Bidjovagge Gruber, Geologi.
Engman, Gösta, Ins. Dalsbruk Oy Ab, Toimitusjohtaja, Rautaruukki Oy:n johtokunnan jäsen.
Erkkilä, Esko, Yli-ins. Rautaruukki Oy Keskushallinto, Johtaja, Johtokunnan jäsen.
Eskola, Ilkka, DI. Oy Atlas Copco AB, Kaivos- ja rikastustekniikkaosasto. Päällikkö.
Eskola, Pertti, DI. Os: Poronpolku 1 B, 13500 HÄMEENLINNA.
Euro, Heikki, DI. Ara Oy, Os: PL 434, 20101 TURKU.
Fager, Kurt, DI. Brukens Oy, Verkställande direktör.
Falck, Olof, DI. Os: Hauenkalliontie 4 A 6, 02170 ESPOO.
Glumoff, Tapio, FM. Os: Pallokentänkuja 6 A 8, 21800 KYRÖ.
Gustafsson, Jukka, DI. Os: Veijarinkulma 4, 02770 ESPOO.
Gustafsson, Lennart, Civ.ing. Adr: Häkängårdsgatan 54, S-43436 KUNGSBACKA, SVERIGE.
Haga, Ingmar, FM. Outokumpu Mines Ltd, Canada, Exploration Manager, Os: Suite 4850, 1 First Canadian Place, P.O. Box 360, TORONTO, Ont, CANADA M5X 1E1.
Hakari, Hannu, DI. Outomec Oy, Myyntipäällikkö/anodilaitteet, Os: Helenankatu 9 as 27, 05800 HYVINKÄÄ.
Heikkilä, Sakari, Tkt. Os: 210 Maple Av., ST. LAMBERT, P.Q. CANADA, J4P 2R9.
Helasuo, Kalevi, DI. K-Consulting Oy, Toimitusjohtaja.
Helenius, Asko, DI. Outokumpu Copper Oy, Tutkimus- ja kehityspäällikkö.
Helppi, Kalevi, Ins. Outokumpu Copper Oy, Vedetyt tuotteet-div., Liiketoiminnan kehityspäällikkö.
Hietanen, Seija, DI. Os: Consulate of Finland, 1300 Post Oak Boulevard, Suite 1990, HOUSTON, TEXAS 77056, USA.
Huggare, Tor-Leif, DI. Adr: Vitabandetsvägen 6 A 5, 02700 GRANKULLA.
Huhta, Juha (Jussi), FK. Eläkkeellä, Konsultoiva geologi, Os: Tontunmäentie 34 E, 02200 ESPOO.
Huhtelin, Taisto, DI. Valmet Automation Oy, Apulaisjohtaja/Markkinointi ja teknologia.
Hukkanen, Eero, DI. Os: Rantarinne 1, 90240 OULU.
Intonen, Tero, DI. Os: Laivurintie 14, 90520 OULU.
Isomaa, Jorma, FM. YK (UNDP) Filippiinit, Asiantuntija.
Jokinen, Kari V. J., DI. Raisio-yhtymä, Raisio Engineering, Johtaja.
Jortikka, Markku, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kupari-nikkeliryhmä, Tehdaspalvelupäällikkö.
Juntunen, Väinö, DI. Eläkkeellä.
Jylhä, Juha, DI. Outokumpu Oy Engineering, Myyntipäällikkö/Metallurgian tulosyksikkö. Os: Kolkerannankuja 3, 02940 ESPOO.
Järvinen, Tapani, TkL. Outokumpu Copper Oy, Vedetyt Tuotteet, Divisionan johtaja.
Kauppinen, Hannu, DI. Os: 1 KP, 71910 ALAPITKÄ.
Kemppinen, Seppo, TkL. Outokumpu Oy Tutkimuskeskus, Tutkimusinsinööri. Os: Harakankuja 1, 28300 PORI.
Keränen, Risto, DI. Outokumpu Oy Engineering, Hankintapäällikkö.
Keskinen, Kari, TkL. Neste Oy Porvoon tuotantolaitokset, Tutkimusinsinööri.
Kilponen, Jaakko, DI. Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, Suunnitteluinsinööri. Os: Tornitie 4 B, 86900 PYHÄKUMPUN.
Kirjavainen, Vesa, TkL.
Kivimäki, Mikko, Varatuomari. Os: Kontionkuja 7, 02100 ESPOO.
Kivistö, Tuomo, Ins. Os: Myllyniitty, 02420 JORVAS,
Klarin, Anja, Tkt. A. Ahlström Corp., Konepajateollisuus ja teollinen automaatio, Tutkimus- ja kehitysjohdaja.
von Knorring, Mary, FL.
Koivikko, Lauri, DI. Eläkkeellä.
Korhonen, Antti, Tkt. Prof. TKK, Metallien muokkaus ja lämpökäsittely. Os.: Kunnallisneuvoksentie 23 E, 00930 HELSINKI.
Koski-Lammi, Erkki, DI. Os: Mäkitie 18, 18100 HEINOLA.
Krekula, Jukka, Ins. Os: Vasamatie 2 B 29, 28370 PORI.
Kuivala, Aimo, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kupari-nikkeliryhmä, Kupariyksikön johtaja.
Kupila, Seppo, Ins. Lemminkäinen Oy, Apulaisjohtaja, Rakennusosaston päällikkö.
Kuusela, Pekka, DI. Os: Pitkäsillankatu 31 B 29, 67100 KOKKOLA.
Laako, Tero, DI. Os: Knuutinlaakso 11, 02400 KIRKKONUMMI.
Lahtinen, Ulla-Riitta, TkL.
Lappalainen, Pekka, DI. Outokumpu Oy Viscarian kaivos, Kaivososaston päällikkö.
Latva-Pukkila, Pasi, DI. Os: Heinintie 12 as 1, 39160 JULKUJARVI.
Lehtonen, Matti, FL.
Leimala, Raimo, DI. Outokumpu Oy Tutkimuskeskus, Vanhempi tutkija.
Leinilä, Timo, DI. Os: Aarretie 4, 25500 PERNIÖ.
Leino, Hannu, DI. Tamrock, 33310 TAMPERE.
Lempainen, Eero, DI. Os: Ristijuovantie 20, 28200 PORI.
Leppänen, Yrjö, DI. Outokumpu Copper Oy, Koneistetut kuparituotteet, Tulosyksikön päällikkö.
Liedes-Jauhainen, Outi-Maria, DI, FK. Os: Liuskekuja 1 B 13, 00710 HELSINKI.
Liimatainen, Jyri, TkL.
Manninen, Veikko, DI. Os: 10600 TAMMISAARI.
Manunen, Tauno, DI. Outokumpu Australia Pty. Ltd., Thalanga J.V., Kaivospäällikkö.
Marjonen, Reino, FM. UN Revolving Fund for Natural Resources Exploration, Special Advisor to the Director. Os: Matinkatu 14 B 16, 02230 ESPOO.
Mattelmäki, Matti, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kupari-nikkeliryhmä, Nikkelyksikön johtaja.
Mellin, Lennart, Geelem Consultants Ltd, Business Consultant.
Merenmies, Martti, DI. Os: Rauhankatu 30; 26100 RAUMA.
Merikanto, Nils, TkL. Outokumpu Copper Oy, Valssatut tuotteet, Divisionan johtaja.
Meriläinen, Markku, FK. Os: Tuomaalankatu 1 F 32, 94600 KEMI.
Miettinen, Martti, DI. Rautaruukki Oy Engineering, Myyntipäällikkö.
Mäkelä, Ulla, DI. Os: Otakallio 4 C, 02150 ESPOO.
Mäntymäki, Tarmo, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kupari-nikkeliryhmä, Henkilöstö- ja tehdaspalveluosaston johtaja.
Niva, Markku, DI. Os: Vantaankallio 4 B 69, 01730 VANTAA.
Nordberg, Kari, DI. Rautaruukki-konserni, Teräsryhmä, Tuotantojohtaja.
Ojanperä, Mauri, DI. Os: Lattomerentie, 28400 ULVILA.
Orivuori, Esko, DI. Kalliosuunnittelu Oy Rocklan Ltd, Suunnittelija. Os: Paasipolku 6, 01700 VANTAA.
Ovaskainen, Pertti, Ins. Lacad Oy, Toimitusjohtaja.
Paalumäki, Tauno, DI. Partek Oy, Lappeenrannan tehtaait, Kaivospäällikkö, Os: Paraistentie 12, 53500 LAPPEENRATA.
Pajala, Tapani, DI. Os: Aarritie 29 A, 28370 PORI.
Pajari, Juha, DI. Oy Lohja AB Mineraaliteollisuus, Apulaisjohtaja, Tuotantopäällikkö.
Palm, Olle, FL. Os: Nahkurinpiha 3 as 2, 20110 TURKU.
Parviainen, Asko, TkL. Outokumpu Oy Engineering, Kehitysjohdaja/Uusi liike-toiminta.
Parviainen, Osmo, DI. Eläkkeellä.
Patrikainen, Pekka, FK. Kotitonuntie 6-8 A 1, 02200 ESPOO.
Perander, Kenneth, DI. Adr: Östra Strangatan 1, 10600 EKENÄS.
Pesonen, Ahti, DI. Os: Peukaloisentie 1 A 4, 28360 PORI.
Pesonen, Jukka, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Sinkki-tulosyksikön myyntipäällikkö.
Pietinalho, Jussi, DI. Dalsbruk Oy Ab, Koverhar, Paikallispäällikkö.
Pieviläinen, Timo, DI. Outokumpu Oy Engineering, Suunnitteluautomaatio, CAD-insinööri, Os: Hevosmäki 4 H, 02410 KIRKKONUMMI.
Pirkola, Pentti, Ins. Rautaruukki Oy Engineering, Projektiosaston päällikkö.
Pirttijärvi, Esko, Ekon. Os: Kalannintie 24 as A, 00430 HELSINKI.
Pitkänen, Heikki, DI. Rautaruukki Oy Engineering, Projekti-insinööri, Os: Ampuhaukantie 4 B 48, 90250 OULU.
Pojjärvi, Jaakko, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kupari-nikkeliryhmä, Kupariyksikön kehityspäällikkö.
Polvi, Veikko, FM. Os: Saarentie 8 A 2, 28300 PORI.
Puhakka, Juha, Ins. Os: Laurinkatu 19 as 2, 55100 IMATRA.
Pulkkinen, Juhani, DI. Os: Kyläkatu 1 B 2, 38200 VAMMALA.
Purra, Pekka, DI. Outokumpu Metals (USA), Inc., Cobalt/Nickel Sales Manager, Os: 1724 Brookdale Rd. Apt. 14, NAPERVILLE, ILL. 60540, USA.
Päiväläinen, Markku, Ins., Kandelinin Seuraajat Oy.
Päärne, Antti, DI.
Pöllä, Jukka, DI. Os: Vehkatie 25-29 as 19, 04400 JÄRVENPÄÄ.

Rajalahti, Matti, DI. Outokumpu Data Systems Oy.
Rantanen, Raimo, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kuparinnikkeliryhmä, Ryhmän johtaja.
Rasilainen, Heikki, DI. Os: Atlaksenkuja 4 A 4, 00740 HELSINKI.
Rauhämäki, Eero, FL. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus, Mining Services, Neuvotteleva kaivosgeologi/Pohjoismaiden ulkopuoliset projektit.
Raukko, Paavo, ins. Outokumpu Oy Engineering, Neuvostoliiton kaupan tehtävät.
Relander, John, DI. Outokumpu Oy Engineering, Myyntijohtaja/Metallurgian tulosityksikkö.
Rimmistö, Jukka, Ins. Os: Havinrinne 6, 29200 HARJAVALTA.
Roitto, Klaus, DI. Adr: Ellipsgränden 9 A 6, 02210 ESBO.
Romu, Martti, FL. Oy Lohja Ab Rakennusaine- ja mineraalteollisuus, Projektipäällikkö.
Rosenback, Leif, DI. Os: Tuulimylyntie 1 C 41, 00920 HELSINKI.
Rosenberg, Eino, Ins. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kupari, Taloussuunnittelu-päällikkö, 29200 HARJAVALTA.
Rukajärvi, Jorma, DI. Os: Kirkkoputaantie 14 C, 95450 TORNIO.
Ruusunen, Pertti, DI. Outokumpu Copper Oy, Kupariputket, Divisioonan johtaja.
Ruutu, Kari, DI. Ovako Acero, S.A., Toimitusjohtaja, Residencial Camp Polis II, C/Notre, Torre Adosada 68, 08950 Esplueques de Llobregat (BARCELONA), ESPANJA.
Rönkkö, Kyösti, FL. Adr: Porfyrvägen 18, S-98140 KIRUNA, SVERIGE.
Saarinen, Reino, DI. Lemminkäinen Oy Rakennusosasto, Projektipäällikkö/Kalliorakentaminen.
Saarnikko, Ari, DI. Os: Kirjavantolpantie 8 C 21, 05830 HYVINKÄÄ.
Salmi, Teijo, DI. Os: Haltianpolku 11 C 20, 04440 JÄRVENPÄÄ.
Salmi, Veli, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kuparinnikkeliryhmä, Kupariyksikön tuotantopäällikkö.
Siikavuo, Aarne, DI. Ovako Steel Oy AB, Imatra, Hallintojohtaja.
Soikkeli, Timo, TkL.
Soininen, Eero, Ins. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus, Mining Services, Kehitys- ja markkinointijohtaja, Os: Museokatu 22, 83500 OUTOKUMPU.
Soininen, Saara, FK. Scanoptics Oy, Myyntipäällikkö, Os: Linnustajantie 15 F 34, 02940 ESPOO.
Stenfors, Rauli, DI. Outokumpu Copper Oy, Porin Putkitehdas, Tulosityksikön päällikkö.
Stephanson, Ove, Prof. Högskolan i Luleå, S-95187 LULEÅ, SVERIGE.
Stigzelius, Erik, DI. Os: Mozartstraat 72, 6661 BM; ELST, (GLD) HOLLAND.
Suhonen, Riitta, DI. Vakuutusosakeyhtiö Sampo, Vahinkotarkastuksen päällikkö, Os: Kaitaistentie 6 B 18, 20310 TURKU.
Sundqvist, Pekka, DI. Os: Rantapolku N 4, 90940 JÄÄLI.
Suominen, Sauli, DI. TEK-MUR, Tekninen Muuras Oy, Toimitusjohtaja.
Suvanto, Hannu, DI. Outokumpu Data Systems Oy, Jaospäällikkö.
Särkkä, Pekka, Tkt. Neste Oy Maakaasu, Pääasiantuntija/Kalliosäiliötekniikka.
Söderholm, Krister, FM. Viscaria Ab, Projektleidare/Pahtohavare, Viscaria Ab, S-98186 KIRUNA, SVERIGE.
Taavitsainen, Kalevi, DI. Ovako Steel Oy AB, Imatra, Tuotantopäällikkö.
Tanner, Teemu, DI. Oy Tampella Ab, ATLANTA, USA, Johtaja/Liiketoiminnan kehitystehtävät.
Tiitinen, Heikki, DI. Os: Sepetlahdentie 2-4 Y 56, 02230 ESPOO.
Tiitola, Tero, DI. Outokumpu Copper Oy, Porin Valssaamo, Tulosityksikön päällikkö.
Toivonen, Pentti, DI. Os: Ylätie 20, 40420 JYSKÄ.
Tuohino, Tuomo, DI. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus, Mining Services, Projekti-insinööri.
Tuokkola, Pekka, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kuparinnikkeliryhmä, Kuparisulaton päällikkö.
Turunen, Pertti, FK. Os: Pääpirtintie 12 D, 96460 ROVANIEMI.
Tuutti, Juhani, DI. MBA. Os: Liisankuja 2 B 30, 02230 ESPOO.
Uusinoka, Raimo, FT. Os: Lehtikatu 5 A 1, 33340 TAMPERE.
Uusitalo, Reijo, DI. Outokumpu Oy Kaivosteollisuus, Pyhäsalmen kaivos, Kaivososaston päällikkö.
Vaaranrinta-Puhakka, Tuula, DI. Oy Tampella Ab Tamrock, Project Manager, Os: Puutarhakatu 29 D 85, 33210 TAMPERE.
Vaarno, Pekka, Yli-ins. Rautaruukki Oy, Teräsryhmän johtaja.
Vatilo, Heikki, DI. Os: Kartanonkulma 2 A 1, 02360 ESPOO.
Vierros, Tero, DI. Suomen Sandvik Oy, Kallioporat-osaston päällikkö.
Virta, Eero, DI. Leinovaltu Oy Vantaan valimo, Valimopäällikkö.
Virtanen, Henri, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, Kuparinnikkeliryhmä, Kupariyksikön prosessimetallurgi.
Väisänen, Seppo, FL. Outokumpu Oy Engineering, Myyntipäällikkö/Kaivos- ja rikastusteknikan tulosityksikkö.
Vänskä, Ari, Ins. Savon Kuljetus Oy, Kuljetuspäällikkö, Os: Matinkuja 1 as 3, 79100 LEPPÄVIRTA.
Väätäinen, Anne, TkL.
Wasén, Kai, FK. Os: Kannustie 2, 28430 PORI.

Ylönen, Heikki, TkL.

Äikäs, Kari, TkL. Inststo Saario & Riekkola, Kalliosuunnittelun ja rakennusgeologian toimialapäällikkö, Os: Tapani Löfvinginkatu 7 C 13, 06100 PORVOO.

Öhberg, Antti, DI. Os: Lukionahde 5 E 49, 02710 ESPOO.

Öhqvist, Henrik, DI. ABB Stahl AB, Markkinointijohtaja, Os: P.O. Box 265, LARNACA, CYPRUS.

SUORITETTUJA TUTKINTOJA – AVLAGDA EXAMINA

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos

Geologian ja minaralogian osasto

Filosofian tohtorit:

Toukokuun 19. päivänä 1989 tarkastettiin julkisesti FL **Yrjö Kähkösen** väitöskirja "Geochemistry and petrology of the metavolcanic rocks of the early proterozoic Tampere schist belt, southern Finland". Vastaväittäjänä toimi prof. Carl Ehlers ja valvojana prof. Ilmari Haapala. Väitöskirja on julkaistu sarjassa Geological Survey of Finland, Bulletin 345.

Toukokuun 26. päivänä 1989 tarkastettiin julkisesti FL **Mikko Nirosen** väitöskirja "Emplacement and structural setting of granitoids in the early proterozoic Tampere and Savo schist belts, Finland – implications for contrasting crustal evolution". Vastaväittäjänä toimi dos. Kalevi Korsman ja valvojana prof. Ilmari Haapala. Väitöskirja on julkaistu sarjassa Geological Survey of Finland, Bulletin 346.

Filosofian liseniaatit:

Lahtinen, Raimo: "Rautalammin Pukkiharjun sulfidiesiintymän ja sen sivukivien geokemia ja petrologia".

Rautalammin kunnassa sijaitseva Pukkiharjun sulfidiesiintymä (Cu-Zn) liittyy Savon liuskejaksioon kuuluvaan Pukkiharjun vulkaanisegmenttiin assosiaatioon, joka näkyy aeromagneettisella harmaasävykartalla kolmion muotoisena anomaliana. Pukkiharjun alue on osa granulitifiasieksessa metamorfoitunutta Rautalammin lohkoa, jossa esiintyy hypersteenigranitoideja (1880 Ma) ja Rastinpään gneissimäinen tonaliitti (1920 Ma).

Pukkiharjun alueella esiintyy runsaasti erilaisia amfibolitteja, jotka on tulkittu laavoiksi, tuffeiksi ja tuffiiteiksi. Lisäksi on tavattu mafista agglomeraatti-tuffibreksiaa. Amfiboliittien kemiallinen koostumus vastaa nuorten merellis-transitiaalisten kaarten tholeiittisia vulkaniitteja. Erona on joidenkin näytteiden korkeat Mg-, Cr- ja Ni-pitoisuudet, jotka osoittavat niiden suhteellisen primitiivistä luonnetta. Erot amfiboliittien geokemiassa voidaan selittää fraktioivalla kiteytymisellä, jossa kiteytyvinä faaseina ovat voineet olla oliviini (+kromispinelli)-klinopyrokseeni-plagioklaasi. Alueella esiintyvät kvartsi-porfyryri ja osin myös kvartsi-maasälpäliuskeet on tulkittu natriumrikaiksi happamiksi vulkaniiteiksi, jotka muodostavat tholeiittisten amfiboliittien kanssa bimodaalisen sarjan. Vulkaanisegmentissä assosiaatioissa esiintyy lisäksi karbonaatti- ja kalkkisirikaattirikkaita kiviä, erilaisia kiillepitoisia gneissejä ja grafiittipitoisia kiviä. Alueelta on myös tavattu tonaliittisia gneissejä, plagioklaasigneissejä, granaatti-ortoamfiboli/ortopyrokseeni-kordieriittikiviä ja gneissejä sekä mikrotonaliittijouonia.

Pukkiharjun Cu-Zn-malmi-alue on tulkittu karbonaattirikkaissa kivissä esiintyväksi vulkaanis-ekshalatiiviseksi Cu-Zn-mineraalisäatioksi, jonka lyijyisotooppien koostumus, malmimetallien pitoisuudet ja esiintymisyylit sekä mineralisoitumiseen liittyvät muuttumisilmiöt vastaavat Vihanti-Pyhäsalmi-Pielavesialueen Cu-Zn-esiintymistä kuvattuja piirteitä. Erona on baryytin sijaan esiintyvä hyalofaani. Mineralisoituneisiin kiviin liittyy paikoin kordieriitti-sillimaniittigneissejä, jotka ovat hydrotermisesti muuttuneiden kivien metamorfisia vastineita.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaförening ry:n tutkimuslustoet, kirjat ja julkaisut

Tutkimuslustoet: sarja A

A 9	"Rikastamoiden jätelueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—
A 10	"Kuulurakenteet"	20,—
A 20	"Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 22	"Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24	"Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—
A 25	"Geofysikaaliset kenttätöet I — Painovoimamittaukset"	20,—
A 27	"Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—
A 32	"Seulontaa"	40,—
A 34	"Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—
A 36b	"Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39	"ATK-menetelmien käyttö kallioeräkartoituksissa"	25,—
A 42	"Kaivosten työympäristö"	50,—
A 47	"Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 50	"Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52	"Suunnattu kairaus"	50,—
A 53	"Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54	"Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 55	"Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,—
A 56	"Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—
A 57	"Palontorjunta kaivoksissa"	50,—
A 58	"Paikan ja suunnan määritys geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—
A 59	"Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—
A 60	"Holvautuminen purkumenetelmät"	50,—
A 61/1	"Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—
A 62	"Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiyhdisteistä"	30,—
A 63	"Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64	"Suomessa tehdyt kallion jännitystilän mittaukset"	50,—
A 65	"Kiintoaineen ja veden erotus"	50,—
A 66	"Pohjavesikysymys kalliotiloissa"	50,—
A 67	"Crosshole seismic investigation"	70,—
A 68	"Automation of a drying process"	70,—
A 69	"Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittaus"	50,—
A 70	"Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimääritys pääalkuainekoostumuksen perusteella"	50,—
A 71	"Kallion tarkkailumittaukset"	50,—
A 72	"Elementtimenetelmien käyttö kaivostilojen lujuuslaskennassa"	50,—
A 73	"Crosshole seismic method"	50,—
A 74	"Pölynerotus ja ilmansuojelu"	70,—
A 75	"Heikkousvyöhykkeiden geofysikaaliset tutkimusmenetelmät"	90,—
A 76	"Teollisuusmineraaliesiintymien raaku- ja malmityyppikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla"	50,—
A 77	"Kaivosten jätevedet, kiinteät jätteet ja ympäristönsuojelu"	50,—
A 78	"Suomen kaivokset ja ympäristönsuojelu"	50,—
A 79	"Kaivosten kiinteiden jätteiden ja jätevesien käsittely — Ohjeita ja suosituksia"	50,—
A 80	"Hienojen raeluokkien rikastus"	100,—
A 81	"Measurement of Rock Stress in Deep Boreholes"	50,—
A 82	"Avolouhosseinämien puhdistus"	70,—
A 83	"Economical Blasting in Open Pits"	50,—
A 84	"Näytteenotto ja havainnonteko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvittelyssä"	50,—
A 85	"Mineralisaatioiden luokittelu taajuusalueen spektri-IP-mittauksia käyttämällä"	100,—
A 86	"Kalliokaivojen paikantaminen"	30,—

Koulutus- ja seminaarimonistoot, kalliomekaniikan päivien esitelmämonistoot sekä muut julkaisut: sarja B

	hinta	
B	"Kalliomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84"	50,—
B 12	"Kalliomekaniikan sanastoa"	10,—
B 14	"Kaivossanasto"	8,—
B 16	INSKO 106-73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
B 17	INSKO 49-74 "Skänkmallurgi-Senkkmallurgin"	45,—
B 18	INSKO 90-74 "Investointit ja käyttöläskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
B 19	INSKO 45-75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
B 23	"Laatokan-Perämeren malmivyöhyke"	40,—
B 25	"Raakulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivos-toiminnassa"	50,—
B 27	"Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,—
B 29	"Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,—
B 30	"Teollisuusmineraalisesinaari"	50,—
B 32	"Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisesinaari"	50,—
B 37	"Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä"	50,—
B 38	"Tuotantominaeralogian seminaari 16.1.1986"	60,—
B 39	"Maanalaisen louhintatyömaan sähköistys ja automaatio"	100,—
B 40	"Vuorimiesyhdistyksen tutkimuslustoeten kirjoitusohjeet"	—
B 41	"Mineraalitekniikan tutkimuksen valtakunnallinen kehittämishjelma 1988"	50,—
B 42	"Malminetsinnän tehtävä ja tarkoituksenmukainen organisointi Suomessa yhteiskunnan ja vuoriteollisuuden kannalta"	30,—
B 43	"Mineraalisten raaka-aineiden tarve ja saatavuus Suomessa"	50,—
B 44	"Kalliotekniikan tutkimus- ja kehityshjelma"	50,—
B 45	"Kairaus -89 koulutuspäivät"	100,—

VMY:n solmio { sininen, 100% silkki 70,—
viinipunainen, —" — 70,—

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti vuosikerta Suomessa 85,—
vuosikerta ulkomailla 110,—
Eero Mäkinen-mitali 200,—

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempiä numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero.

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta DI Kalle Vaajoensuu mieluummin kirjallisesti osoitteella:
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
Outokumpu Oy Kaivosteknillinen toimisto
83500 OUTOKUMPU
tai puh. 973-561

LuK Marjatta Parkkinen hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenrekisteriä. Mikäli osoite, tehtävät tai vakanssi on muuttunut, pyydämme lähettämään muutostoimituksen kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" palstalle.

Os.: Outokumpu Oy, Tiedotusosasto,
FAX 90-4032429
PL 280, 00101 Helsinki

NatK Marjatta Parkkinen sköter om Bergmannaföreningens medlemsregister. Om er adress, arbetsuppgifter eller tjänst har ändrats, anhåller vi om skriftlig ändringsanmälan, till "Nytt om medlemmarna" spalten.

Adr.: Outokumpu Oy, Informationsavdelningen,
FAX 90-4032429,
PB 280, 00101 Helsingfors

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy ALGOL Ab
- DALSBROK Oy Ab
- Oy FORCIT Ab
- HANGON KIRJAPAINO Oy
- Oy HOECHST FENNICA Ab
- Oy HÖGANÄS Ab
- KALLIOSUUNNITTELU Oy, ROCKPLAN Ltd
- KEMIRA Oy Vihtavuoren tehtaat
- KOMETA Oy
- KUUSAKOSKI Oy
- LAROX Oy
- Oy LOHJA Ab
- MACHINERY Oy, Louhinta ja maansiirto
- OUTOKUMPU Oy, Terästeollisuus
- OVAKO STEEL Oy Ab
- Oy PARTEK Ab
- RAUTARUUKKI Oy, Terästeollisuus
- Insinööritoimisto SAANIO & RIEKKOLA
- SANDOZ OY
- SUOMEN MALMI Oy
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- Oy TRELLEX Ab
- VOLVO AUTO Oy Ab, Koneosasto
- WIHURI Oy, WITRAKTOR

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

Lehden painatuskustannusten pienentämiseksi ja ulkoasun yhtenäistämiseksi kirjoittajia pyydetään noudattamaan seuraavia ohjeita:

Käsikirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkia 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuuvilteineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten. 4 konekirjoitusarkkia = noin 1 sivu.

Pääotsikot ja alaotsikot erotetaan toisistaan selkeästi.

Kuvat ja taulukot numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit sekä näiden **englanninkieliset käännökset** kirjoitetaan erilliselle arkkile. Kuvien olisi mahdollista yhden palstan leveydelle (85 mm), mutta ne on piirrettävä vähintään kaksinkertaiseen kokoon ottaen viivapaksuuksia ja kirjainkokoja valittaessa huomioon pienennyksen vaikutus. Kuvia ei varusteta kehysviivoin. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen. Kuvien ja piirustusten tulisi mieluiten olla musta-valkoisia.

Kaavat ja yhtälöt on kirjoitettava selvästi ja yksinkertaiseen muotoon, mahdollisuuksien mukaan välttäen ala- ja yläindeksien, erikokoisten merkkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä SI-yksiköitä.

Kirjallisuuvilteet numeroidaan jatkuvasti // suikuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

1. *Järvinen, A.*, Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 34 (1976) 35—39.
2. *Kirchberg, H.*, Aufbereitung bergbaulicher Rohstoffe, Bd 1. Verlag Gronau, Jena 1953.

Jokaiselle artikkelille on ilmoitettava **englanninkielinen otsikko sekä laadittava kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto — summary** — pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivää.

Palauttakaa **aina** käsikirjoitus yhdessä korjatun oikovedoksen kanssa takaisin toimitukseen.

Keväällä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **helmikuun loppuun** mennessä, syysnumeroon tarkoitetut **syyskuun loppuun** mennessä.

Eripainoksia toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella. Eripainoksien minimimäärä on 100 kpl.

Niissä on tapahtunut magnesiumin ja kaliumin lisäystä sekä natriumin, kalsiumin ja strontiumin köyhtymistä. Malmimetalleilla sekä bariumilla ja arseenilla esiintyy suhteellista vyöhykkeisyyttä (Ba,As)-Ag-Zn-Cu-Co-Ni, joka vastaa vulkaniitteihin liittyvien massiivisten sulfidimalmien yleistä vyöhykkeisyyssarjaa. Alueelta löydetty mineralisoituneet lohkareet eivät ole peräisin esiinkaivetuista mineralisoituneista paljastumista, vaan niiden lähtökallio sijaitsee todennäköisemmin lohkareiden löytöpaikan pohjoispuolella olevassa magneettisessa anomaliassa. Litogeokemiallisen tulkintamallin mukaan Pukkiharjun kansakoulun pohjoispuolella olevien kairanreikien kiisuuntumat kuvaavat mineralisaation alapuolella olevaa muuttumispiippua ja mineralisoituneet lohkareet distaalisempaa ympäristöä. Mahdollinen proksimaalimineralsaatio saattaa sijaita kairanreikien 8 ja 16 välissä tai niiden alla.

Poutiainen, Matti: "Metamorfinen fluidifaasin kehitys Joroisten-Sulkavan alueella".

Joroisten-Sulkavan alueen progressiivisesti metamorfoituneissa kivissä esiintyvät fluidisulkeumat on jaettu neljään pääryhmään: (1) H₂O, (2) CO₂, (3) H₂O-CO₂ ja (4) CH₄-N₂. Tutkimustulokset perustuvat eri deformaatiovaiheisiin liittyvissä kvartsijuonissa (D₂-D₄), metapeliiteissä, tonaliiteissa ja D₃-D₄ granitoideissa tavattuihin fluidisulkeumistoihin. Metamorfoosin progressiivinen vaihe kulminoitui tutkimusalueella 1.83–1.81 Ga sitten pääasiassa D₂-deformaatiovaiheen aikana.

H₂O- ja CO₂-fluidityyppien alueellinen jakautuminen indikoi fluidifaasin koostumusmuutosta kohti CO₂-rikkaampaa fluidia metamorfoosiasteen noustessa. Muutos fluidifaasin koostumuksessa sattuu yhteen metapeliittien alkavan migmatiittituumisen kanssa, mikä johtuu veden siirtymisestä syntyneeseen sulaan faasiin (magma). CH₄-sulkeumia esiintyy D₂- ja D₃-D₄-kvartsijuonissa vähiten metamorfoituneilla alueilla. Sulkeumien N₂-pitoisuus saattaa liittyä biotiitin hajoamisreaktioihin.

Kvartsijuonissa ja metapeliittien matriksikvartsissa esiintyvien CO₂-rikkaiden sulkeumien jäätymisspötelämpötilat osoittavat, että CH₄ ja N₂-komponenttien määrä sulkeumissa laskee metamorfoosiasteen noustessa. Vesisulkeumien keskimääräisen suolapitoisuuden on myös todettu laskevan 6.5 paino%:sta 1.9 paino%:iin NaCl-ekv. metamorfoosiasteen noustessa.

CO₂-sulkeumien tiheyksiin perustuva geobarometria yhdessä mineraalien tasapainosuhteista määritettyjen metamorfisten lämpötilojen kanssa indikoi paineen vaihdelleen tutkimusalueella välillä 3.5–5.0 kb. Tulokset osoittavat myös, että D₂- ja D₃-deformaatiovaiheisiin liittyvät kvartsijuonet ovat käyneet läpi saman metamorfisen kehityskaaren kuin niitä ympäröivät isäntäkivien. Migmatisoivissa mikroklinit-graniiteissa tavattujen vanhempien CO₂-sulkeumien tiheys Sulkavan termisen doomin alueella viittaa graniittien intrudoituneen kuoren syvenemistä osista metamorfoituneisiin metapeliitteihin D₄-deformaatiovaiheen aikana.

Joroisten-Sulkavan alueen tektoonis-metamorfinen kehityksen viimeisiä vaiheita edustavat hyvin alhaisen tiheyden omaavat CO₂- ja CH₄-N₂-sulkeumat.

Filosofian kandidaatti:

Forsberg-Heikkilä, Carita Linnea: "Tsuomasvarrin kerrosrakenteen ultramafinen intruusio Utsjoella".

Hämäläinen, Arja: "Satakunnan jotunialueen geologisen karttakuvan historiallinen kehitys sekä uuteen tutkimusaineistoon perustuva kallio-peräkarttaluonnos".

Juhanen, Marko Mikael: "Sotkamon Närhiniemen alueen geologias-ta, kivilajeista ja petrografiasta".

Karppinen, Marja: "GeoTieto, yleiskäyttöinen PC-tietokannanhallintajärjestelmä geologisten aineistojen käsittelyyn".

Laine, Eeva-Liisa: "Sammatin ympäristön ultramafiset ja mafiset kivet".

Luukkonen, Ari: "Sodankylän Nattastuntureiden graniittistokin petrografia, rakenne ja geokemia".

Mulaha, Timothy Oduo: "The Ndiru Hill carbonate, South Nyanza district, Western Kenya".

Mänttari, Irmeli: "Venetekemän peridotitiitti ja siihen liittyvä Ni-Cu-mineralisaatio Pieksämäen maalaiskunnassa".

Nyamai, Christopher M.: "The mineralogy of the uncomphgrites and turjates from the South Rangwa complex, Western Kenya".

Pouttu, Topi: "Sörvarangerin raitaiset rautamalmit ja niihin liittyvät kivilajit".

Viita, Carita Helene: "Kymin stokki, myöhäinen intruusiofaasi Viipurin rapakivigraniittikompleksissa".

Viluksela, Ahti: "Rantasalmen ja Parikkalan-Punkaharjun vulkaniittien petrografia, geokemia ja tektonomagmaattinen luonne".

OULUN YLIOPISTO

Geofysiikan laitos

Filosofian kandidaatti:

Vaaraniemi, Esko: "EGT:n pohjoislohkon sähkömagneettiset litosfääritutkimukset".

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Materiaali- ja kalliotekniikan laitos

Tekniikan tohtorit:

Tekn.lis. **Kari Knuutilan** väitöskirja "Anodic dissolution behaviour of heazlewoodite (Ni₃S₂) in perchloric acid solution", tarkastettiin perjantaina 16.12.1988 Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella. Virallisina vastaväittäjinä olivat professori Klaus Hein (Bergakademie Freiberg, DDR) ja dosentti Olof Forsén (TKK) sekä valvojana professori Kaj Lilius.

Mineraalisulfidien teollisten liuotusprosessien kehittäminen edellyttää sulfidiyhdisteiden liukenemismekanismin tuntemista. Tässä työssä on tutkittu mineraalisulfidien liukenemistä sähkökemiallisena ilmiönä. Anodisena reaktiona tapahtuu mineraalin rikin hapettuminen elementaaririkiksi tai sulfaateiksi, jolloin sulfidimineraali ei enää ole stabiili ja metalli-ionit liukenevat vesiliuokseen. Heazlewoodiitin, Ni₃S₂:n, liukenemisen problematiikka liittyy nikkeli-prosessin osavaiheeseen, nikkelikiven liuotukseen. Heazlewoodiitin liukeneminen on hidas reaktio, koska heazlewoodiitti muodostaa hapetuessaan pinnalleen milleriittiä, NiS, jonka edelleen hapettuminen vaatii voimakkaita hapettimia ja usein autoklaaviolosuhteita.

Nikkelisulfidim käyttäytymistä on tutkittu hapettavissa olosuhteissa lämpötila-alueella 20–80 °C sähkökemiallisin menetelmin, kuten polarisaatioajoilla sekä potentio- ja galvanostaattisilla kokeilla. Reaktiomekanismit on määrätty kuluneen sähkömäärän ja kemiallisten analyysien avulla. Hapetusreaktiossa muodostuneen elementaaririkin määrän selvittämiseksi on työssä kehitetty sähkökemiallinen menetelmä, joka perustuu elementaaririkin pelkistykseen kuluneen sähkömäärän mittaamiseen. Saatujen tulosten pohjalta on analysoitu yksityiskohtaisesti heazlewoodiitin anodisen liuotamiseen liittyvät osareaktiot ja niiden etenemisasteet.

Tekn. lis. **Vesa Ollilaisen** väitöskirja "The Influence of Structure and Alloying on the Cold-Formability of Ferritic Steels and the Utility of Uniaxial Tensile Testing in its Assessment" tarkastettiin perjantaina 27. tammikuuta 1989 Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella. Virallisina vastaväittäjinä toimivat professori Z. Marciniak (Varsovan teknillinen korkeakoulu) ja professori Heikki Kleemola (VTT) sekä valvojana professori, emeritus Martti Sulonen.

Työn tarkoituksena on tutkia ferriittisten niukkaseosteisten terästen kylmämöuvattavuuden riippuvuutta näiden rakenteesta ja seostuksesta. Kylmämöuvattavuuden arviointi perustuu materiaaliparametreihin. Erityistä huomiota kiinnitetään niihin mekanismeihin, joilla kromiseostus vaikuttaa teräksen myötölujuuteen. Jännitys-venymäriippuvuutta, etenkin muokkauslujittumista, sekä sitkeyttä kuvaavien materiaaliparametrien soveltuvuutta arvioidaan. Samoin tarkastellaan yksiaksiaalisen vetokokeen hyväksikäyttöä kylmämöuvattavuuden määrittämisessä.

Tekniikan lisensiaatti:

Aromaa, Jari: "Sähkökemiallisten mittausten automatisointi mikrotietokoneen avulla".

Sähkökemian on tieteenala, jossa samantapaisilla mittauksilla tutkitaan useita hyvinkin erilaisia ilmiöitä. Tyypillisiä sähkökemian piiriin kuuluvia

käytännön aloja ovat hydrometallurgiset prosessit, pintakäsittelytekniikka, akut ja paristot sekä myös korroosioilmiöt. Sähkökemiallisiin ilmiöihin liittyä aina varauksensiirto kahden eri faasin välisen rajapinnan ylitse, ja yleisimmässä tapauksessa toinen faaseista on kiinteä ja toinen neste. Sähkökemiassa varauksenkuljettajina toimivat tavallisimmin kiinteässä tilassa elektronit ja liuoksessa varautuneet ionit. Varauksensiirtoreaktioissa varaus siirtyä rajapinnan ylitse faasista toiseen ja se voidaan havaita sähkövirtana.

Sähkökemiallisissa mittauksissa tutkitaan pääasiassa kahta suuretta, jotka ovat tutkittavalla rajapinnalla vallitseva potentiaali sekä rajapinnan ylitse kulkeva virta. Koemenetelmästä ja erityisesti tulosten tulkinnasta riippuen mittaustulokset kuvaavat erilaisia ilmiöitä. Käytännössä samalla koemenetelmällä voidaan koeparametrejä muuttamalla tutkia useita eri ilmiöitä, joten tulosten tulkinnassa on oltava kriittinen sekä tuettava sähkökemiallisia mittauksia myös muilla menetelmillä. Kokeiden luonne vaihtelee huomattavasti ja siten myös kokeen ohjaaminen ja tulosten keruumenetelmät muuttavat tapauskohtaisesti.

Tässä työssä on esitetty TKK:n korroosion ja materiaalikemian laboratoriossa kehitetty automaattinen mikrotietokonepohjainen mittaussjärjestelmä. Automaatiolla pyritään sekä kokeen suorituksen helpottamiseen että tulosten käsittelyn tehostamiseen. Mittausjärjestelmän ohjelmisto on kehitetty tavallisimpien sähkökemiallisten mittausten suorittamiseen, ja tätä tarkoitusta varten on laadittu viisi erillistä ohjelmaa potentio- ja galvanostaattisten kokeiden, polarisaatioajojen ja syklovoltaammogrammien ajamista, paikallisen korroosioherkkyyden tutkimista sekä polarisaatiovastuksen määrittämistä varten. Työn lopussa on käyty lävitse ohjelmien toimintaa esimerkkiajojen avulla sekä arvioitu niiden luotettavuutta ja rajoituksia.

Jokilaakso, Ari: "Tutkimus tetraedriitin suspensiosulatuksen kinetiikkaa".

Tämän työn teoreettisessa osassa luodaan katsaus sulfidien rikasteiden liekkisulatuksen matemaattisiin malleihin, jotka kuvaavat rikastepartikkelien lämpötilakäyttäytymistä hiukkas-kaasu -suspensiossa. Mallien antamia tuloksia verrataan keskenään sekä kirjallisuudessa julkaistuihin kokeellisiin mittaustuloksiin partikkelien lämpötiloista. Kirjallisuudessa esitetyt mallit on jaettu kolmeen ryhmään, joista ensimmäiseen on kerätty yksinkertaiset mallit ja toiseen hieman pidemmälle vietyt mallit, jotka ottavat huomioon lämmönsiirron lisäksi aineensiirron. Kolmannen ryhmän mallit ovat erityisesti lämpösiirron osalta hyvin pitkälle vietyjä.

Kokeellisessa osassa on aiheena antimonin poisto tetraedriitirikasteesta korkeissa lämpötiloissa hiukkas-kaasu-suspensiossa. Tarkastelun pohjaksi on sama koehjelma tehty myös puhtaalle kalkopyriitirikasteelle, jolloin on voitu verrata tetraedriitirikasteen käyttäytymistä samoissa olosuhteissa käsitellyn puhtaan rikasteen käyttäytymiseen. Kalkopyriittia koskevia tuloksia on voitu verrata kirjallisuudessa julkaistuihin tuloksiin, jotka on saatu vastaavilla laitteistoilla, ja todeta tulokset hyvin yhteneviksi ja toisiaan täydentäviksi. Siten tässä tutkimuksessa käytetty laitteisto ja menetelmä sopivat hyvin liekkisulatuksunin reaktiokulussa tapahtuvien hapetusreaktioiden tutkimiseen.

Koeolosuhteet olivat lämpötilan osalta 500–1100 °C ja reaktiokaasun happipitoisuuden osalta 0–50 %O₂. Myös reaktiomatkan vaikutusta tutkittiin. Antimonin poistumista suosivat kirjallisuudessa ilmoitettujen pasutus-kokeiden ja termodynaamisten laskelmien perusteella korkeat lämpötilat ja hyvin pienet happipitoisuudet. Sama tulos saatiin tässä tutkimuksessa käytetyllä laitteistolla ja menetelmällä. Parhaat olosuhteet olivat tässä tutkimuksessa maksimilämpötila 1100 °C ja 2 % happea reaktiokaasussa. Tällöin poistui syötteen sisältämästä antimonista n. 83 %.

Kempainen, Seppo: "Hienojakoisen kromiitirikasteen hiilipelkistys dc-plasmareaktorissa".

Tutkimustyössä on selvitetty hienojakoisen kromiitirikasteen hiilipelkistystä plasmareaktorissa syötettäessä rikaste yhdessä fluksien ja kiinteän pelkistimen kanssa plasmapolttimen kuumaan (≈ 6000 °C) kaasuliekkiin. Pelkistysreaktiot alkoivat suspensiossa "in-flight", jonka jälkeen pelkistys jatkui sulapelkistykseenä reaktorissa. Prosessin ainoana energianlähteenä toimi 220 kW:n d.c.-plasmasuuhkukolttin.

Työn teoreettisessa osassa on käsitelty yleisesti plasman ominaisuuksia, plasmageneraattoreita ja plasmateknologiaan perustuvia ferrokromin valmistusprosesseja. Lisäksi on tarkasteltu kromiitin sulatuskuonia sekä selvitetty kromiitin pelkistyskäyttäytymistä plasmasulatusolosuhteissa ja kuonakoostumuksen vaikutus kromiitin pelkistymiseen.

Työn kokeellisessa osassa tutkittiin pelkistämäärän ja kuonakoostumuksen vaikutusta hienojakoisen kromiitirikasteen pelkistymiskäyttäytymiseen plasmasulatusolosuhteissa. Pääasiallinen pelkistysmekanismi oli sulapelkistys. Kromiittispinellin liukeneminen kuonaan ja kuonan pelkistymisen riippui sekä pelkistämäärästä että kuonakoostumuksesta. Suurilla pelkistämäärillä happamalla kuonalla päästiin lähes Cr- ja Fe-vapaaseen kuonaan. Kuonan emäksisyyden nosto hidasti kromiittispinellissä olevan Cr₂O₃:n liukenemista kuonaan. Epäpuhtaustuokomponenttien, rikin ja fosforin, höyrystymisen havaittiin olevan erittäin voimakasta plasmapolttimen kuumassa kaasuliekkissä.

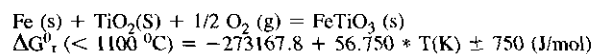
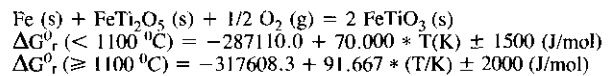
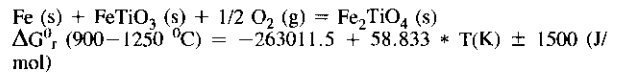
Rannikko, Harri: "Fe-Ti-O -systeemin termodynamiikkaa alhaisissa hapen osapaineissa lämpötila-alueella 900–1475 °C".

Tässä kokeelliseen osaan painottuvassa työssä tutkittiin Fe - Ti - O -systeemin termodynamiikkaa sekä kiinteässä että sulatilassa kahdella eri menetelmällä.

Ensimmäisessä koesarjassa mitattiin ko. ternäarisissä esiintyvien kolmen 3-faasisysteemin tasapainohapenpaineet kiinteäelektrolyyttitekniikkaa käyttäen lämpötila-alueella 900–1250 °C. Tutkitut tasapainosysteemit olivat:

- 1^o Fe-ilmeniitti (FeTiO₃)-ulvospinelli (Fe₂TiO₄)
- 2^o Fe-ilmeniitti (FeTiO₃)-pseudobrookiitti (FeTi₂O₅)
- 3^o Fe-ilmeniitti (FeTiO₃)-rutiili (TiO₂)

Mittausten perusteella voitiin edelleen laskea kunkin oksidin muodostumisen Gibbs'in funktion standardimuutokselle, ΔG^o_r, seuraavat lämpötilariippuvuudet:



Em. määritysten kirjallisuusvertailu osoittaa tulosten yhtenevän hyvin muiden tutkijoiden tuloksiin.

Toisessa koesarjassa selvitettiin Fe_xO - TiO₂ -kuonien tasapainokoostumuksia lämpötila-alueella 1350–1475 °C ja eri hapen osapaineissa tasapainotus-sammutus-menetelmää käyttäen. Kaasutasapainotuslaitteisto (H₂ - H₂O - Ar -kaasu) testattiin kiinteäelektrolyyttikennolla, jolla varmistettiin käytettyjen tasapainotusolosuhteiden luotettavuus.

Sammutettujen näytteiden analyysien pohjalta laskettiin komponenttien Fe_xO ja TiO₂ aktiivisuudet ja aktiivisuuskertoimet eri olosuhteissa, laadittiin stabiilisuusdiagrammi log p_{O₂} vs. 1/T(K) ja ehdotettiin tulosten pohjalta korjaus aikaisemmin julkaistun tasapainopiirroksen korkeilla TiO₂ -pitoisuuksilla.

Lisäksi ko. kuonasysteemiin sovitettiin regulaarista liuosmallia, jota sen todettiin noudattavan pitoisuusalueella 30–70 mol-% FeO. Edelleen systeemin kationien Fe²⁺ ja Ti⁴⁺ väliseksi vuorovaikutusenergiaksi määritettiin:

$$\alpha 1400 \text{ }^\circ\text{C (Fe}^{2+} - \text{Ti}^{4+})/\text{J} = -35232 \pm 6400$$

$$\alpha 1450 \text{ }^\circ\text{C (Fe}^{2+} - \text{Ti}^{4+})/\text{J} = -29687 \pm 6600$$

joka vastaa kirjallisuusarvoja kohtuullisesti.

Sainio, Pentti: "Tärinävaurioiden minimointi asutuskeskuslouhinnassa".

Työ on tehty 1987–88 Helsingissä osana laajempaa pohjoismaista tutkimusprojektia, jonka tavoitteena on ollut asutuskeskuslouhintasuunnittelun kehittäminen.

Tutkimuksessa on analysoitu noin 10 vuoden ajalta kaupunkilouhintojen yhteydessä saadut kokemukset. Lisäksi on selvitetty ne keskeisimmät asiat, jotka tulevat kysymykseen asutuskeskuslouhintojen suunnittelussa, kun pyritään mahdollisimman hyvään teknis-taloudelliseen tulokseen ja vaurioiden minimoimiseen turvallisuusnäkökohdista siiti tinkimättä.

Kentätutkimusosassa on sovellettu kirjallisuusosassa ja kaupunkilouhinnassa saatua käytännön laskenta- ja suunnittelumallia Forumin kalliotilojen louhintaan. Havaituista louhinnan aiheuttamista vaurioista on yksityiskohtaisesti selvitetty niiden syyt, laajuus, määrällinen jakautuminen rakennuksessa, maksimitärinä vauriokohteissa sekä korvaus tai korjauskustannusten määrät kiinteistöittäin.

Saatuja kokemusten ja tutkimusten perusteella on laadittu aikaisemmas-ta käytännöstä poiketen johdonmukaisesti etenevä suunnittelumalli, jossa varsinkin ympäristön riskianalyysin merkitystä on erityisesti korostettu.

Diplomi-insinööri:

Alli, Jukka: "Raemuodon vaikutus kalliomurskeen laatuun".

Anttila, Jaakko Kustaa: "Epäorgaanisten materiaalien korkealämpötilasynteisin fysikokemialliset perusteet".

Bärs, Klas Rainer: "Utvecklingen av ett tolkningsprogram för en elektromagnetisk djuplodningsmetod".

Kukkonen, Jari: "Termisellä ruiskutuspinnoitteella suojatun teräksen korrosio-ominaisuudet happamassa liuoksessa".

Miettinen, Jyrki Matti: "Matemaattinen jäähmettymismalli matalaseostisille teräksille".

Nikolov, Stefan Nikolov: "A study of impurity distribution between copper matte and calcium ferrite slag".

Piippo, Juha: "A study of passivation phenomenon during copper electrolysis".

Pärnänen, Pekka: "Erään yrityksen puolijohdeollisuuden alalla toimivan tulosyksikön liiketoimintasuunnitelma".

Ranta, Heikki: "Teräksen mikrorakenteen mallintaminen kuumavalssauksessa".

Raustela, Jarmo Antero: "Seostuksen vaikutus Neo-magneettien ominaisuuksiin".

Romu, Kari: "Karkenevien alumiiniseosten lämpökäsittely".

Ruokonen, Jaana: "Lavian koereiän petrofysikaalinen huokoisuustutkimus".

Sieviläinen, Marja Leena: "Mineraalituotannon taloudellinen merkitys sekä geokartoitushankkeet Suomen kehitysysteistyön kohdemaissa".

Syrjänen, Pauli: "Kalliotilojen lujitus märkäseosruiskubetonilla".

Talja, Jyri: "Tutkimus ruostumattomien martensiittisten teräsjaubeiden sintrautuvuudesta".

fall spatter and scoria deposits to ordinary lava flows. The total erupted volume has a minimum value of 37,5 million cubic meters. This basaltic fissure eruption shows two particularly interesting features, namely a cyclic variation in eruption mechanism and both a pronounced postdepositional welding and rheomorphism of the air-fall ejecta.

The Biskupsfell eruption occurred in three distinct phases. The initial activity phase was a hydrovolcanic one producing highly fragmented ash- and lapilli-sized tephra. The second activity phase, representing the main eruption phase was characterized by alternating Hawaiian lava fountaining and by several discrete Strombolian explosions. The eruption products consist of coarse spatter bombs and of coarse to lapilli-sized scoria. The deposits range from non-welded and agglutinated layers to partly and densely welded. Many of the densely welded units show evidence of secondary, rheomorphic flow. The third eruption phase was marked by simple upwelling of very fluid lavas through the previous explosion craters. The main controls of the intense welding of the air-fall deposits have been high discharge and high accumulation rates, which to a great extent prevented cooling of the clasts during the fire fountain events and during the deposition, respectively. The rheomorphic flowing of the densely welded deposits was then basically controlled by the high, uneven topography.

ÅBO AKADEMI

Institutionen för geologi och mineralogi

Filosofie licentiat:

Karhunen, Ritva: "Eruption mechanism and rheomorphism during the basaltic fissure eruption in Biskupsfell, Kverkfjöll, north-central Iceland".

Biskupsfell eruption in Kverkfjöll, north-central Iceland, took place during post-glacial time along a north-northeasterly extending fissure. The fissure is at least 8 km long: the southern part disappears under the glacier Vatnajökull. The eruption products range from hydrovolcanic ash and air-

Filosofie kandidater:

Jaanus-Järkkälä, Mirja: "En bassängstruktur av tidigt proterozoiska sedimentära och intrusiva bergarter i Otanmäki".

Ståhlström, Axel: "Två volframmineraliseringar på Kuskoiva i Tuntsa, nordöstra Lappland".

Virtanen, Kari Erik: "Stratigrafiska och strukturgeologiska undersökningar i metavulkaniska lagrade bergarter, Merimasku, SW Finland".

MYÖTÄTUULTA
SINUNKIN
PAINOTUOT.
TEILLES!



HANGON KIRJAPAINO OY

Vuorikatu 15—17, 10900 Hanko

Puh. 911-84 531

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1988
Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu tn	Malmia tai hyötykivenä tn	Kaivostyöntekijöitä v. 1988			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avo-louhos	maan alla	yht.	
Malmikaivokset									
1. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	4 738 850	1 081 250	67	—	67	119 736
2. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	Outokumpu Oy	1 159 139	1 098 886	—	101	101	171 324
3. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	Outokumpu Oy	1 171 782	966 200	—	130	130	220 701
4. Enonkoski	Enonkoski, Savonlinna	Ni, Cu	Outokumpu Oy	889 761	684 938	3	45	48	82 374
5. Hannukainen ¹⁾	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	1 950 400	671 900	8	—	8	15 033
6. Vammala	Vammala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	587 813	490 100	—	62	62	105 944
7. Rautuvaara ¹⁾	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	400 300	400 300	—	19	19	32 709
8. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	870 487	337 527	27	—	27	46 213
9. Keretti	Outokumpu	Cu, Zn, Co	Outokumpu Oy	360 476	317 033	—	67	67	143 418
10. Ruostesuo	Kiuruvesi	Zn, Cu	Outokumpu Oy	63 120	31 200	3	—	3	4 420
11. Hälvälä	Kerimäki	Ni	Outokumpu Oy	199 075	26 125	9	4	13	24 656
12. Kirakkajuppura ²⁾	Tervola	Pt, Pd	Outokumpu Oy	55 620	2 165	1	—	1	1 700
13. Saattopora	Kittilä	Au	Outokumpu Oy	144 031	—	2	—	2	3 162
14. Telkkälä	Taipalsaari	Ni	Outokumpu Oy	21 238	—	—	—	—	—
Malmikaivokset 14 kpl				12 612 092	6 107 624	120	428	548	971 390
Kalkkikivikaivokset									
1. Parainen	Parainen	Klk	Oy Partek Ab	1 790 242	1 661 728	22	4	26	49 239
2. Ihalainen	Lappeenranta	Klk, Wol	Oy Partek Ab	1 036 183	881 693	19	—	19	30 485
3. Tytyri	Lohja	Klk	Oy Lohja Ab	825 628	825 628	—	55	55	90 857
4. Mustio	Karjaa	Klk	Oy Lohja Ab	525 136	322 472	8	—	8	15 325
5. Ruokojärvi	Kerimäki	Klk, Dol	Ruskealan Marmori Oy	297 016	292 552	1	19	20	34 000
6. Siikainen	Siikainen	Dol	Oy Partek Ab	310 366	250 368	5	—	5	8 750
7. Kalkkimaa	Tornio	Dol, Kv	Saxo Oy	202 000	202 000	2	—	2	3 400
8. Ryytimaa	Vimpeli	Dol	Oy Partek Ab	203 293	198 213	4	—	4	6 900
9. Sipoo	Sipoo	Klk, Dol	Oy Lohja Ab	181 655	181 655	—	14	14	21 900
10. Äkäjoensuu	Kolari	Klk	Oy Partek Ab	167 400	167 400	3	—	3	4 000
11. Vampula	Vampula	Dol	Oy Partek Ab	396 944	163 792	6	—	6	9 600
12. Ankele	Virtasalmi	Dol	Saxo Oy	168 530	144 417	2	—	2	3 232
13. Förby	Särkisalo	Klk	K. Forsström Oy	154 993	119 990	—	13	13	22 991
14. Paltamo	Paltamo	Dol	Juuan Dolomiittikalkki Oy	12 981	11 681	2	—	2	2 600
15. Juuka	Juuka	Dol	Juuan Dolomiittikalkki Oy	11 050	10 450	2	—	2	2 500
16. Louepalo	Tervola	Dol, marm.	Lapin Marmori Oy	4 825	1 625	2	—	2	3 282
17. Sinermänpalo	Kittilä	Cr-marm.	Lapin Marmori Oy	166	149	—	—	—	530
Kalkkikaivokset 17 kpl				6 288 498	5 435 813	76	105	181	309 591
Mineraalikaivokset									
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, Klk	Kemira Oy	8 836 204	6 965 121	71	—	71	124 836
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	1 249 053	457 622	16	—	16	30 593
3. Kinahmi	Nilsä	Kv	Oy Lohja Ab	242 824	234 903	4	—	4	7 500
4. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	Oy Lohja Ab	206 758	198 820	6	—	6	11 820
5. Horsmanaho	Polvijärvi	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	343 097	198 744	2	—	2	3 945
6. Lipasvaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Partek Ab	218 315	154 458	6	—	6	10 993
7. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Partek Ab	48 214	31 504	1	—	1	2 348
8. Tulikivi	Juuka	Vuolukivi	Suomen Vuolukivi Oy	105 600	29 800	13	—	13	23 400
9. Kvartsila	Nilsä	Kv	Oy Lohja Ab	20 768	20 768	—	—	—	160
10. Nunnanlahti	Juuka	Vuolukivi	Nunnanlahden Uuni Oy	93 402	19 286	12	—	12	20 842
11. Haapaluoma	Peräseinäjoki	Ms	Oy Lohja Ab	17 800	17 800	1	—	1	220
12. Mieslahti ²⁾	Paltamo	Tlk, Ni	Oy Partek Ab	15 591	10 417	1	—	1	741
13. Hiekkämäki	Nilsä	Kv	Oy Lohja Ab	5 590	5 590	—	—	—	80
Mineraalikaivokset 13 kpl				11 403 216	8 344 833	133	—	133	237 478
Muut kaivokset: Vuorivillan ja Sementinvalmistuksen kiviaineisia									
1. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	54 530	54 530	—	—	—	943
2. Näträmälä	Imatra	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	36 078	36 078	—	—	—	1 320
3. Ybbnäs	Parainen	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	40 700	32 600	—	—	—	1 320
4. Sallittu	Suomusjärvi	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	30 700	30 700	—	—	—	3 580
5. Kuurmanpohja	Joutseno	Al, Fe	Oy Partek Ab	22 990	22 990	—	—	—	1 080
6. Piilola	Kolari	Al	Oy Partek Ab	14 000	14 000	—	—	—	200
7. Mustämäki	Lemi	Al, Fe	Oy Partek Ab	8 618	8 618	—	—	—	96
Muut kaivokset 7 kpl				207 616	199 518	5	—	5	8 538
Kaikki kaivokset 51 kpl				30 511 422	20 087 786	334	533	867	1 526 997
1) toiminta päättyi 2) koelouhintana									

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1986	1987	1988
Rikasteet tonnia			
Rautarikasteita yhteensä	973 497	896 300	814 150
— Rautarikaste	643 000	648 000	555 550
— Pasutteen (Siilinjärvi ja Kokkola); ei käyttöä, varastoitu	330 497	249 300	258 600
Rikkirikaste	546 782	621 050	614 940
Kromirikaste, palarikaste ja valuhiekka	678 091	542 734	619 723
Sinkkirikaste	124 410	107 878	124 306
Nikkelirikaste	110 161	104 416	128 762
Kuparirikaste	111 916	85 568	86 378
Kobolttirikaste	116 024	38 257	-
Lyijyrikaste	4 552	5 128	4 863
Metallit ja metallurgisia tuotteita tonnia			
Raakateräs	2 586 200	2 669 409	2 798 000
Raakarauta	1 978 000	2 063 326	2 174 000
Jaloteräs (aihiot)	172 183	188 586	206 100
Sinkki	155 397	151 467	156 076
Ferrokromi	133 676	143 273	155 800
Katodikupari	64 235	59 538	53 939
Katodinikkeli	17 791	15 392	15 721
Koboltti	1 348	497	222
Kadmium	522	690	705
Molybdeeni	256	262	-
Elohopea/kg	146 138	144 047	130 204
Hopea/kg	37 096	44 203	31 373
Seleen/kg	5 693	10 447	9 068
Kulta/kg	1 172	1 776	2 035
Platina/kg	120	89	54
Palladium/kg	96	120	106
Mineraalit tonnia			
Kalkkikivi yhteensä	3 876 076	4 039 146	4 094 800
Kalkkikiven käyttö			
— Sementin valmistus	1 967 545	2 053 833	2 149 700
— Maanparannuskalkki	1 184 226	1 203 238	1 072 300
— Kalkinpoltto	380 716	382 496	417 500
— Rouheet, tekn.jauheet ym.	330 529	397 579	455 300
Apatiitti	527 495	553 279	583 542
Talkki	284 179	324 474	378 843
Kvartsi	232 265	233 508	271 800
Vuorivillakivi	156 986	109 224	152 200
Maasälpä	47 049	51 632	56 200
Sementinvalmistuksen lisäkiveä	25 771	23 000	22 600
Wollastoniitti	16 795	15 768	26 040
Vuolukivituotteita	10 035	14 768	20 225
Baryytti	6 969	11 000	10 993
Sementti tonnia	1 421 800	1 426 200	1 503 683

MALMIMANIAN PÄÄPALKINTO LESTIJÄRVELLE

Osuuspankkijärjestö ja Geologian tutkimuskeskus (GTK) jakoivat valtakunnallisen malminetsintäkilpailun Malmimanian pääpalkinnon Vaasassa keskiviikkona 19. huhtikuuta. Stipendit menivät tällä kertaa kokeneille, aiemminkin kunnostautuneille malminetsijöille. 40.000 markan pääpalkinto luovutettiin juhlatilaisuudessa lestijärveläiselle Niilo Rantamäelle. Hänen kotikunnastaan löytämänsä irtolohkare sisälsi sinkkiä, kuparia, lyijyä ja hopeaa. Löydön johdosta GTK on tehnyt alueelle valtausvarauksen ja aloittanut tutkimukset lohkarin emäkallion löytämiseksi.

Muut valtakunnalliset pääpalkinnot, arvoltaan 30.000, 20.000 ja 10.000 markkaa, menivät lieksalaiselle Onni Silvennoiselle, valtimolaiselle Hannu Heikkiselle ja mustasaarelaiselle Mats Ahlskogille. Silvennoisen hirvenmetsästysmatkalla Lieksan Ruunaalta löytämä kivenlohkare sisälsi nikkeliä ja kuparia merkittäviä määriä. Outokumpu Oy jatkaa emäkallion etsimistä alueelta. Hannu Heikkinen puolestaan löysi metsätien ojasta Valtimon Sivakasta sinkkiä, lyijyä ja hopeaa sisältäneitä irtokiviä. Kajaani Oy tutkii löytöaluetta myös emäkallion selville saamiseksi.

Neljäs palkituista, Mats Ahlskog, löysi Mustasaaren Mälsornasta mielenkiintoisen grafiitinäytteen, jonka hiilipitoisuus on erittäin korkea. Suomesta ei ole useisiin vuosikymmeniin tehty yhtä merkittävää grafiittilöytöä. GTK jatkaa löydön tutkimuksia.

Malmimanian valtakunnallisten palkintojen jaon yhteydessä muistettiin yhteensä 25 000 markan tunnustus- ja harrastuspalkinnoin 13 malminetsijää ruotsinkieliseltä Pohjanmaalta. Alueelta löytyi viime vuonna tavallista runsaammin merkittäviä teollisuusmineraaliesiintymiä.

Tavoitteet saavutettiin — 118 000 näytettä saatiin

Kolmivuotisen Malmimania-projektin aikana on noin 15 000 malminetsijää lähettänyt kansannäytteitä tutkittavaksi runsaat 118 000 kappaletta. Lupaavimmat näytteet ovat peräisin Kolarista, Juvalta, Tammelasta, Valkeakoskelta ja Ilmajoen-Peräseinäjoen alueilta,

kertoi kilpailutoimikunnan puheenjohtaja, prof. Jouko Talvitie Geologian tutkimuskeskuksesta.

Hänen mukaansa Malmimania-projekti oli menestys ja ylitti tavoitteensa, sillä pitkään jatkunut kansannäytteiden väheneminen saatiin käännettyä nousuun. Erityisen myönteistä oli uusien malminetsijöiden mukaantulo koko kansakunnalle hyödylliseen harrastukseen. Myönteistä oli paitsi näytemäärien lisääntyminen myös niiden laadun paraneminen.

Suuri kiitos projektin onnistumisesta kuuluu Jouko Talvitien ja GTK:n ylijhtaja L.K. Kauranteen mukaan malminetsintäorganisaatioiden ulkopuolisille tukijoille, kuten osuuspankkijärjestölle, kunnille, työvoimaministeriölle ja maakuntaliitoille, jotka ovat panostaneet projektiin yhteensä 6,5 milj. markkaa. Myös maamme kaivosyhtiöt ovat olleet merkittävällä raha- ja työpanoksella hankkeessa mukana.

Ylijhtaja Kauranne korosti myös Malmimanian myönteisiä välillisiä vaikutuksia. Ne ovat ilmenneet mm. uusina rakennus- ja murskekiviprojekteina Keski-Suomessa, Kainuussa ja Etelä-Karjalassa, oppimateriaalin tuotantona ja kilpailun yhteydessä valistusta antaneiden malmiasiamiesten hyvänä sijoittumisena geologikoulutustaan vastaaville työmarkkinoille.

Malminetsintä ansaitsee tukensa

Johtaja Tapio Kukkonen Osuuspankkien Keskusliitosta muistutti ylijhtaja Kauranteen tavoin malminetsinnän ansaitsevan vähintäänkin nykyisen suuruisen yhteiskunnan ja elinkeinoelämän tuen.

— Kansainvälistymisessämmekin on erittäin tärkeää, että osaamme arvostaa omia luonnonvarojamme, myös maaperässämme olevia malmeja ja teollisuusmineraaleja. Malminetsinnän huomattava merkitys yhteiskunnallemme ilmenee uusien kaivosten avaamisena ja sitä tietä uusien työpaikkojen saamisena kehitysalueille. Tämän vuoksi koko kansan etu olisi innostaa malminetsijöitä palkinnoilla ja koulutuksella, tähdensi Tapio Kukkonen.

Geologijaoston toimintasuunnitelma vuodelle 1989

Kairaus-89 koulutustapahtuma pidettiin 8. –9.2.1989 Hyvinkäällä.

Ekskursio Geologijaosto järjestää ekskursion Outokumpu Oy:n Enonkosken kaivokselle ja sen ympäristöön syyskuussa 1989.

Geofysiikan neuvottelupäivät pidetään marraskuussa 1989 Joensuussa.

Koulutustapahtuman aiheeksi on valittu **rakennuskivet**.

Valmistelut on tarkoitus tehdä vuonna 1989, ja itse tapahtuma pidetään alkutalvesta 1990.

Marjatta Parkkinen

VMY:n kaivosjaoston **SYSEXCURSIO** suuntautuu Viikin kalliorakennustyömaalle to. 28. syyskuuta 1989.

Kaivosjaoston jäsenille lähetetään kutsu excursiolle elokuun alkupuolella.

Sihteeri

PALVELUHAKEMISTO

KALLIOPORAT

KOMETA OY

Kotimainen kalliopora

PL 38 02661 ESPOO Puh. 90-51141
TELEX 124298 TELEFAX 5114242

KUORMAAJIA JA DUMPPEREITA



KUORMAAJIA JA DUMPPEREITA
LOUHEEN KUORMAUKSEEN JA
KULJETUKSEEN.

Volvo Auto Oy Ab

Koneosasto
Taivaltie 1 puh. 90-53051
01610 Vantaa

KEMIAN TUOTTEITA

SANDOZ OY

Vattuniemenkatu 8, 00210 Helsinki · Puh. (90) 682 681

METALLINJALOSTUSTA



KUUSAKOSKI

METALLISTEN
JÄTERAAKA-AINEIDEN
JALOSTAJA
Pääkonttori
Espoo 90-811 511

KONSULTTITOIMISTOJA



KALLIOSUUNNITTELU OY ROCKPLAN LTD

Kellosilta 4 00520 Helsinki Puh. 90-14 22 44

TULEN- JA HAPONK. MATERIAALIT

OY HÖGANÄS AB

Timmermalmintie 19 A, 01680 Vantaa
Puh. 90-852 961
Telefax 90-852 9666



INSINÖÖRITOIMISTO SAANIO & RIEKKOLA

Laulukuja 4, 00420 HELSINKI Puh. 90-5666500 Fax 90-5663354

- Kalliotilojen yleissuunnittelu
- Kalliorakennussuunnittelu
- Rakennesuunnittelu
- Kalliotekniset laskelmat
- Rakennusgeologia

URAKOINTIPALVELUT

SUOMEN MALMI OY

FINNEXPLORATION 

Juvan teollisuuskatu 16, PL 10 puh. 90-853 2422
02921 Espoo telefax 90-853 3010

VUORIMIESYHDISTYS— BERGSMANFÖRENINGEN r.y:n

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 16.–17.3.1990

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin
postitettavassa kutsussa.

VUORIMIESYHDISTYS— BERGSMANFÖRENINGEN r.y:s

ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors den 16.–17.3.1990

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

Larox kaksoispyörresyklonilla kaksivaiheinen luokitus yhdellä pumppauksella

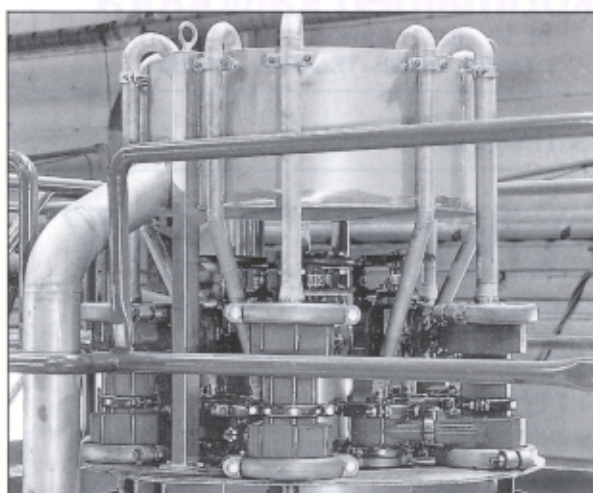
Kaksoispyörresyklonia käytetään kaivostäytteen luokituksessa ja teollisuusmineraalien liejunerotus- ja ylikarkeiden rakeiden poistotehtävissä.

Kaksoispyörresykloni on rakenteeltaan yksinkertainen. Laite muodostuu tasapohjaisesta syklonista, jonka alaosaan johdetaan pesuvesi, ja siihen kytketystä hydrosyklonista. Saat kaksivaiheisen syklonoinnin aikaan yhdellä pumppauksella.

LAROX

—classification—concentration—
filtration—

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



Uuden menetelmän ansiosta:

- vähemmän pumppuja
 - yksinkertaisempi prosessi
- pienempi sähkönkulutus
parempi luokitustulos

Venttiili joka kestää ja toimii

Etsitkö venttiiliä, joka toimii luotettavan varmasti vaikeissakin olosuhteissa? On sataprosenttisen tiivis, kestää kulutusta ja syövyttäviä aineita. Joka ei tukkeudu. Joka vähentää tehohäviötä ja jonka ainoa kulutusosa on letku.

Kun siirät kuluttavia lietteitä, jauheita tai raemaisia aineita, asenna prosessiisi LAROX-letkuventtiili. Se toimii varmasti! Letkumateriaaleja laaja valikoima tarpeen mukaan (luonnonkumi, butyyli, nitrili, eteeni-propeeni jne.).

Myös korkeille paineille.
Halkaisija jopa 1000 mm asti.

LAROX

—classification—concentration—
filtration—

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



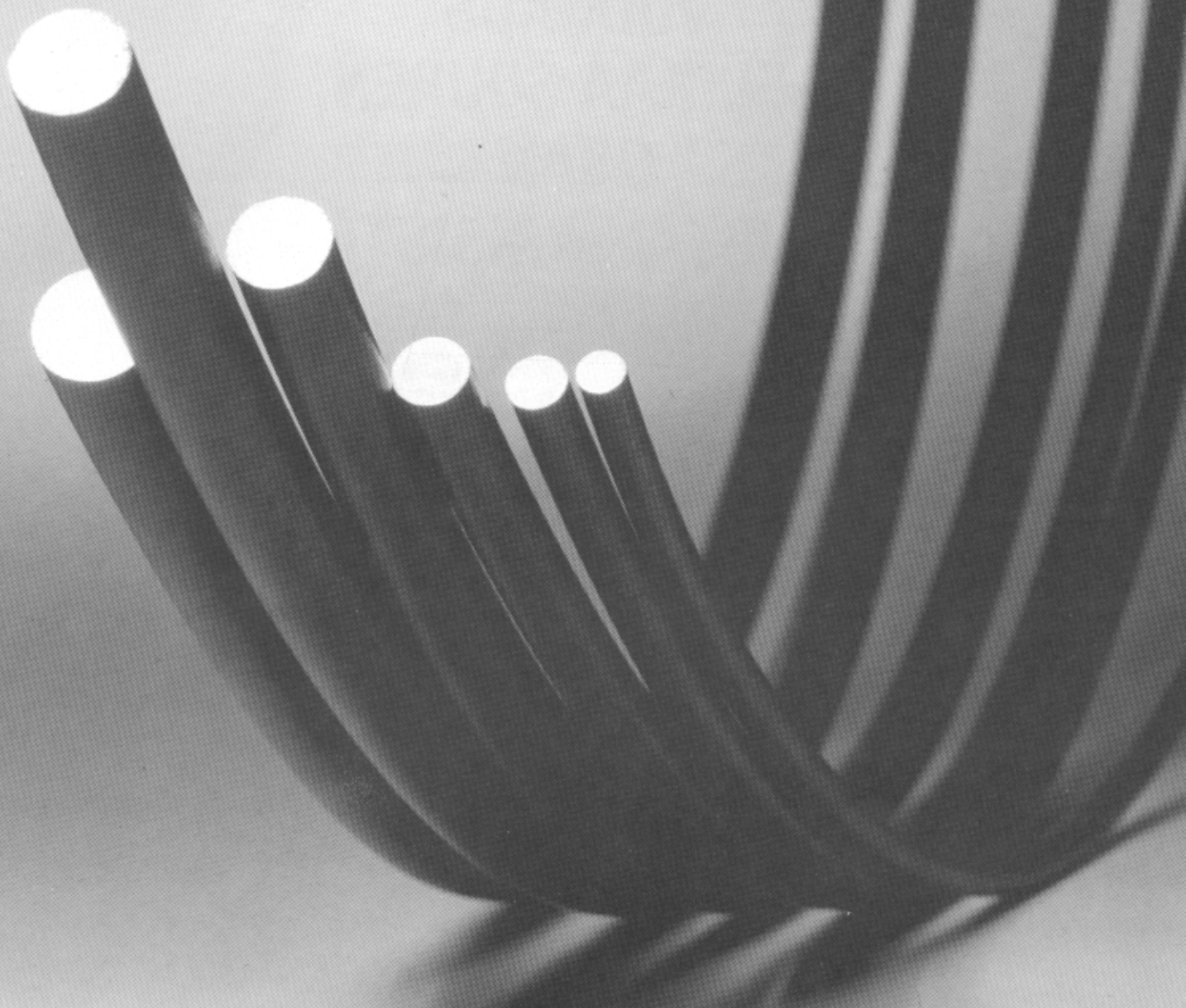
Käytöt:

- käsipyörä
- pneumaattinen
- hydraulinen
- sähköinen

Koot: \varnothing 25...1000 mm

Paineet: 0,2–0,6–1,0–1,6–2,5 MPa

Valssilangat rakennusteollisuudesta autoteollisuuteen



Dalsbruk Oy Ab
Raatihuoneentori
PL 66
10601 Tammisaari
Puh. (911) 62 400
Telex 13190 dbruk sf
Telefax (911) 15 053



DALSBRUK

Myynti kotimaahan:
Juvan teollisuuskatu 19
PL 24
02921 Espoo
Puh. (90) 84 901
Telefax (90) 853 1957



STEEL-CAP VUORAUUS LEIKKAA SUUREN OSAN KUSTANNUKSISTA

Trellex steel-cap on vuoraus autogeeni- ja semiautogeenimyllyjä varten, siinä yhdistyvät kumin ja teräksen kulutuskestävyys. Se on erikoiskehitetty, kulutuskestävä valuteräs, joka antaa parhaan jauhatuksen.

Moduulinen steel-cap vuoraus on kevyt ja helppo käsitellä. Se kestää vähintään yhtä kauan kuin koko teräsvuoraus sekä pienentää käyttö- ja huoltokustannuksia.

MARKKINOIDEN KUSTANNUSSÄÄSTÄVIN VUORAUUS !

Verratessa Trellex steel-cap vuorausta tavalliseen teräsvuoraukseen voidaan mainita seuraavat edut.

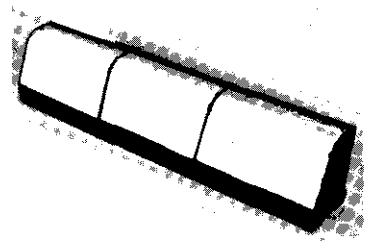
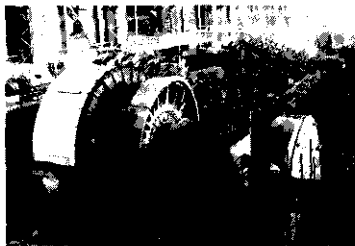
- ▶ Yksinkertaisempi ja nopeampi vuorauksen vaihto

- ▶ Pienemmät asennuskustannukset
- ▶ Pidemmät huoltovälit
- ▶ Yksinkertaisempi ja nopeampi huolto
- ▶ Vähemmän odottamattomia seisokkeja
- ▶ Parannetut työolosuhteet

Kaikki edut huomioiden vuoraus on kustannuksia säästävä.

Trellex steel-cap vuoraus autogeeni- ja semiautogeenimyllyjä varten perustuu teräksen ja kumin optimaaliseen yhdistelmään. Moduulijärjestelmä varmistaa sen, että kaikki elementit ovat täysin samanlaisia kuin muut Trellex-myllyn vuorausosat.

Soita meille, niin kerromme lisää. Säästämisen aika on nyt!



TRELLEBORG
Trellex

Pääkonttori:
Kolmihaarankatu 3-5
33330 TAMPERE
Puh. 931-2818111
Telefax 931-430 122
Telex 22118

Helsingin konttori:
Vattuniemenkatu 13
00210 HELSINKI
Puh. 90-692 6500
Telefax 90-692 6082
Telex 125332 VGOY SF

Oulun konttori:
Toivoniementie 9
90500 OULU
Puh. 981-227 847
Telefax 981-223 849