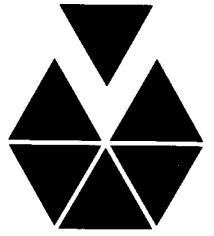
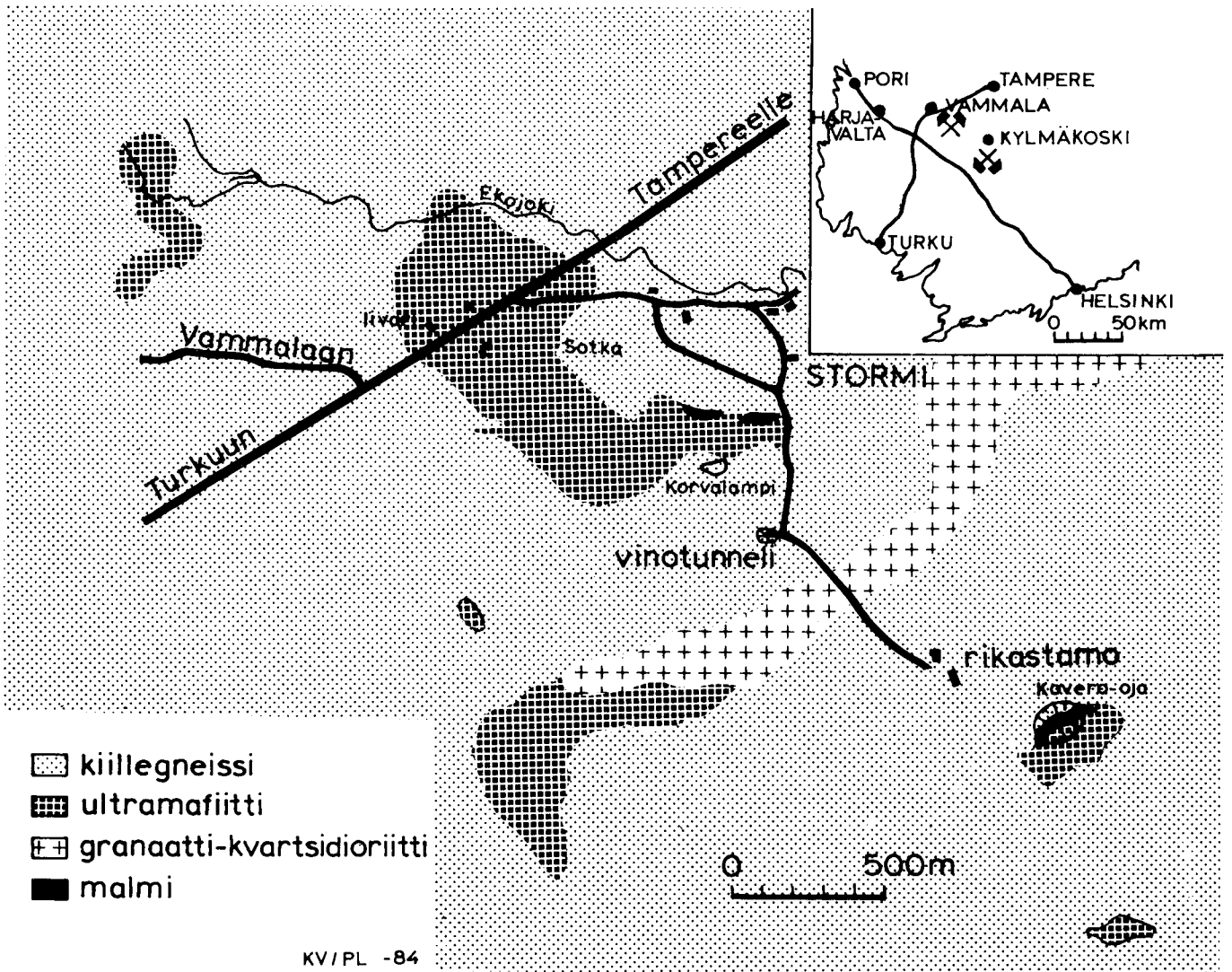


VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 2 1984
42. vuosikerta

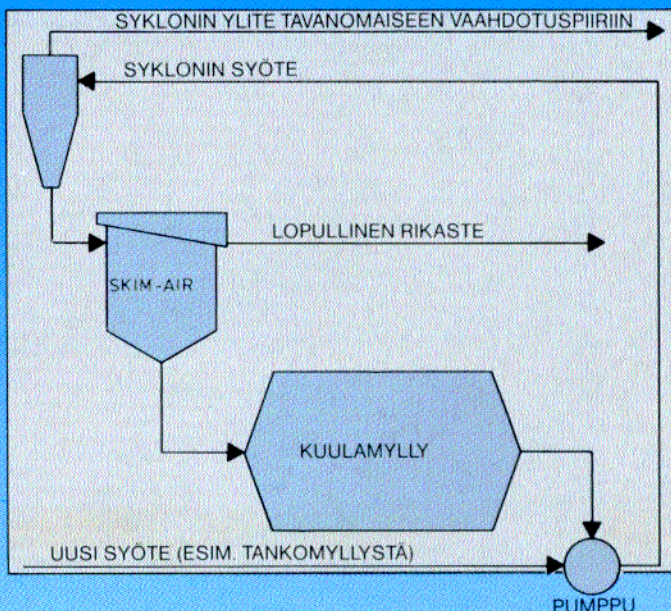
Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.



KV/PL -84

OUTOKUMPU

"Flash Flotation"-prosessi



Outokumpu Oy:n kehittämä "Flash Flotation"-prosessi tuottaa lopullisen rikasteen yhdessä vaahdotusvaiheessa. Prosessin keskeisenä osana on Outokumpu Oy:n uusi "Skim-Air"-vaahdotuskone. "Skim-Air"-vaahdotuskoneella saadaan suoraan karkeasta, sakeasta syötteestä (esim. syklonin alitteesta) lopullinen rikaste.

"Skim-Air"-vaahdotuskennon antamat edut ovat jo nähtävissä Outokummun omilla laitoksilla Vuonoksessa, Hammaslahdessa, Vammalassa ja Harjavallan kuonarikastamolla sekä Outokummun asiakkaiden käytössä Suomessa, Ruotsissa, USA:ssa ja Kanadassa.

"Flash Flotation"-prosessin edut:

- korkeampi kokonaissaanti (vältetään ylijauhatukselta)
- "Flash Flotation"-prosessissa saanti jopa 30-60 % kokonaissaannista
- alhaisemmat vedenpoistokustannukset koska "Skim-Air"-in rikaste on normaalia karkeampaa
- pienemmät kennotilavuudet tavanomaiseen vaahdotukseen verrattuna

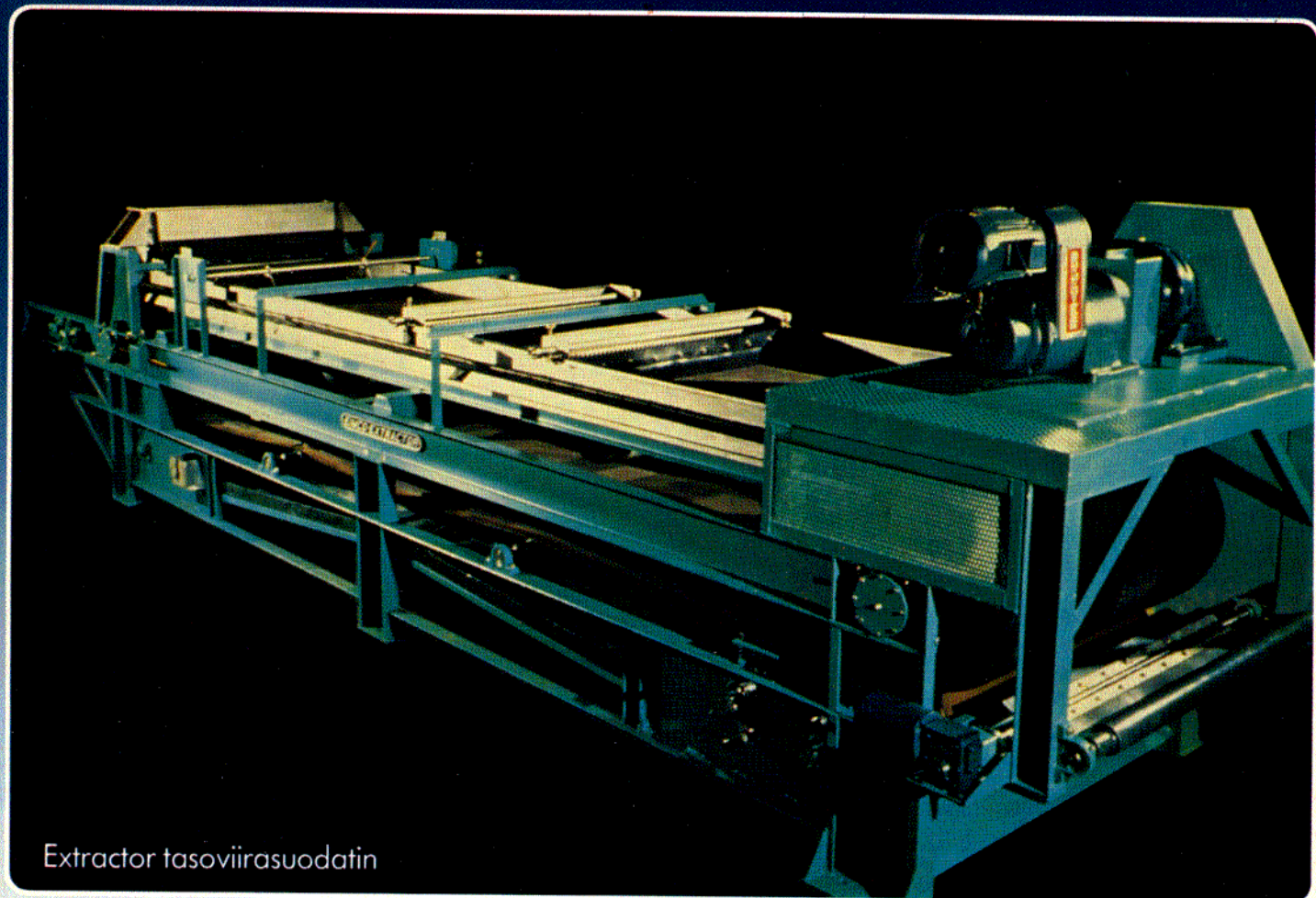
Yhteyshenkilö: DI Hannu Penttilä

Outokumpu, Konepajateollisuus
Puh. 90-4211
PI 27
02201 Espoo 20



OUTOKUMPU

KAIVOSTEOLLISUUDEN SUODATTIMET JA SAKEUTTAMET ENSOLTA



Extractor tasoviirasuodatin

Enso-Konepajaryhmä tarjoaa kaivosteollisuudelle laajan ohjelman suodattimia ja sakeuttimia kiinteiden aineiden erottamiseksi nesteistä.

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

Näiden Envirotech Corporation'in lisenssillä valmistamiemme laitteiden luotettavuudesta kertovat lukuisat referenssit kaivosteollisuudesta ympäri maailmaa.

ENSO

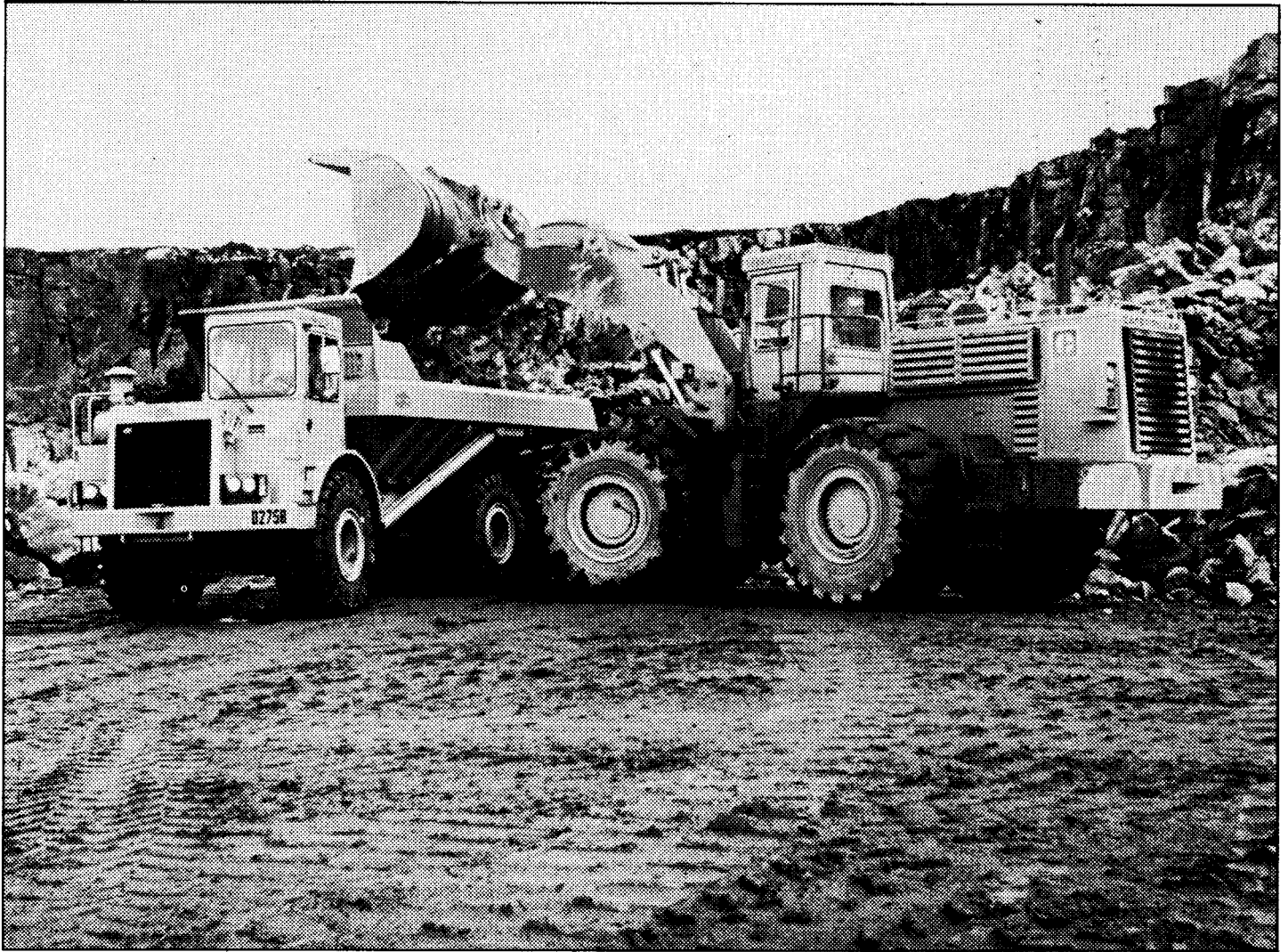
ENSO-GUTZEIT OY

KONEPAJARYHMÄ

PL 34, 57101 SAVONLINNA 10

PUHELIN 957-21936, TELEX 5613 enso sf

LUOTETTAVA TYÖPARI AVOLOUHOKSIIN JA MAANALAIISIIN KAIVOKSIIN

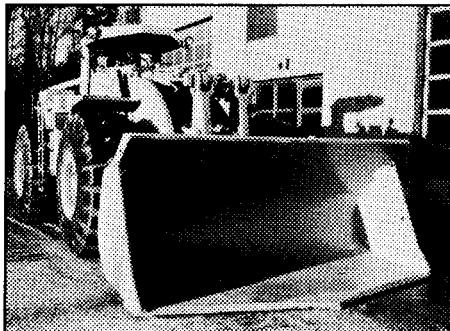


CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA & DJB KAIVOSDUMPPERI

Valitse alla olevista Sinun tarkoitukseesi parhaiten soveltuva työpari:

Dumpperi

DJB D25C	(22,7 t)
DJB D330C	(30 t)
DJB D35C	(32 t)
DJB D350C	(32 t)
DJB D400	(36 t)
DJB D44	(40 t)
DJB D550	(50 t)



Kuormaaaja

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

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

Ota yhteys! Soita 90-826 311



DJB ENGINEERING LIMITED
Peterlee, Co. Durham,
England, SR6 2HX



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

Atlas Copco



BROKK 250

hydraulinen kauko-ohjattu iskuvasara.

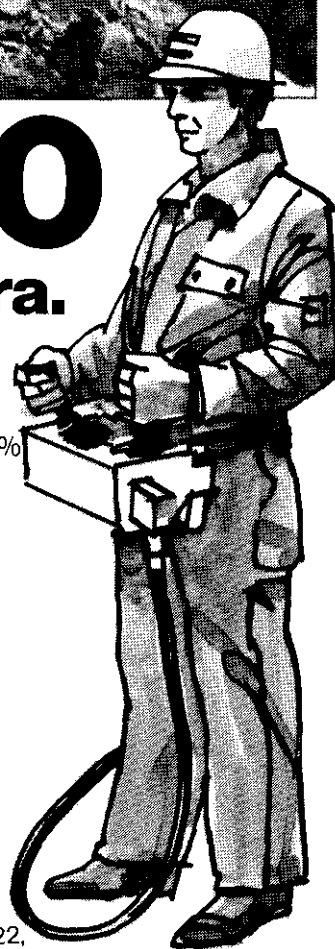
Rikkoo ja piikkaa taloudellisesti ja tärinättömästi.

BROKK 250 on Atlas Copcon uusi puomiin asennettulla hydraulisella iskuvasaralla varustettu, sähkö- tai dieselkäyttöinen yleiskone purku-, saneeraus-, piikkaus- ja rikutustöihin rakennustyömailla ja kaivoksissa. BROKK 250 on asennettu hydraulimoottoreilla liikuteltavalle 4-pyöräalustalle, jossa on tukijalat. Pitkä puomi ja 360° kääntöpöytä antavat hyvät ulottuvuudet joka suuntaan. Kauko-ohjauslaitteen ansiosta käyttäjää ei rasita tärinä, ja hän voi sijoittua paikkaan, josta parhaiten voi ohjata konetta. Uunien vuorauksien purkutöissä ja tunnelien rusnauksessa käyttäjä voi pysytellä turvallisen etäällä koneesta. Pölyn sitoo vesihuuhtelulaitte.

BROKK 250:n iskuenergia on 600% vastaavia käsikäyttöisiä laitteita suurempi, työteho jopa kymmenkertainen ja kustannukset esim. rikottua betonikuutiota kohden vain 1/5...1/3 käsikäyttöisiin menetelmiin verrattuna. BROKK 250 mahtuu ahtaisiin paikkoihin: halkaisijaltaan 200 cm pyöreästä aukosta, 130 x 180 cm ovesta, pyörät irrotettuna 165 cm pyöreästä aukosta ja 80 x 150 cm ovesta.

TALLBERG
ATLAS COPCO

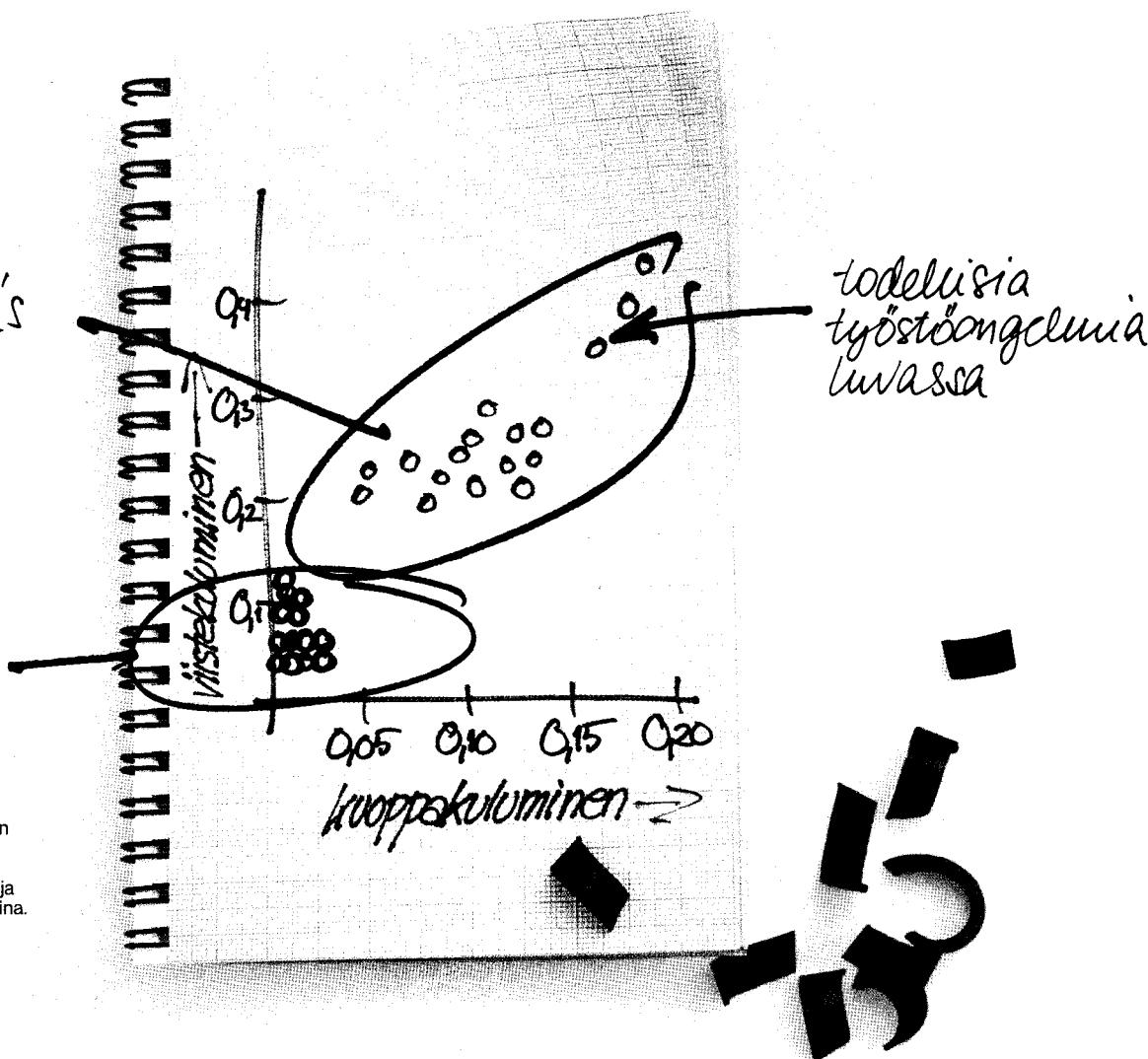
Helsinki puh. 90-670112, Turku puh. 921-373777, Tampere puh. 931-633622,
Kuopio puh. 971-122411, Kokkola puh. 968-17255, Oulu puh. 981-222255,
Kotka puh. 952-25411.



OVAKON M-TERÄSTEN AIHEUTTAMISTA SÄÄSTÖISTÄ ET VOI VÄLTÄÄ.

normaali
standarditeräs

M-teräs



M-käsittelyn vaikutus kovametalliterän kulumiseen.
Kuva perustuu käytännön lastuamiskokeisiin, joissa lastuamisolosuhteet ja työstöarvot on pidetty muuttumattomina. Pisteet esittävät saman teräslajin erisulatuksia.

OVAKON M-TERÄKSET

Ovakon M-teräkset ovat standarditeräksiä. Niitä nimitetään M-teräksiksi, koska ne valmistetaan Ovakon kehittämällä M-käsittelyllä, joka parantaa oleellisesti teräksen lastuttavuutta. Lisäksi tällä menetelmällä hallitaan entistä tarkemmin teräksen rakenne ja analyysi.

Ei siis ole ihme, että Ovakon M-teräkset ovat tänään suomalaisen konepajateollisuuden kasvassa käytössä. Sitä osoittaa myös se, että yli 90% erikoisterästemme kotimaan toimituksista käy läpi M-käsittelyn.

M-TERÄKSET SÄÄSTÄVÄT SELVÄÄ RAHAA

Olemme suorittaneet seuranta- ja vertailututkimuksia tuotanto-olosuhteissa yhdessä terästen käyttäjien kanssa. Tutkimukset ovat todistaneet kiistatta, että M-teräkset säästävät selvää rahaa.

Tässä lyhyt kertaus siitä miten säästöt syntyvät:

Terien kesto

Kuvasta näet, että terän viestikuluminen on tasainen vähäistä ja kuoppakuluminen lähes olematonta.

Normaaliin teräksen verrattuna teräspalat kestävät M-terästä työsteissä jopa nelinkertaisesti - kun työstöarvoja ei muuteta. Turhat teränvaihdot jäävät pois ja koneen hukk aika vähenee.

Vähemmän "susia"

Koska terien vaihtoväli harvenee, vähenee myös teränvaihdon yhteydessä mahdollinen tai yhäntämätön työkappaleen hylkääminen.

Lastuamisnopeus

Vaihtoehtona terien kestoajan pidentämiseksi on nostaa lastuamisnopeutta aina 20-30%. Koneen kapa-

siteetti kasvaa. Parhaassa tapauksessa M-teräksen siirtyminen voi korvata muuten väistämättömän koneinvestoinnin.

Tasalaatuisuus

Kuva kertoo myös Ovakon M-terästen kiistattomasta tasalaatuisuudesta. Sen kautta vähennetään raaka-aineesta johtuvat tuotannon häiriöriskit minimiin.

Säästöä toimitustilassa

Valmiin kappaleen nuorrutuskustannukset jäävät pois. Nuorrutettu M-teräs on yhtä helppo lastuta kuin vastaava normaali teräs pehmeäksi hehkutettuna.

TAKAAMME LASTUTTAVUUDEN

Me emme Ovakossa ainoastaan

vaitä, että M-teräkset olisivat paremmin lastuttavia. Me takaamme sen. Jokaisen tehtaalta lähtevän M-teräslatituksen lastuttavuus on varmistettu.

ET VOI VÄLTÄÄ M-TERÄKSEN AIHEUTTAMIA SÄÄSTÖJÄ

M-teräkset ylittävät lastuttavuusominaisuuksillaan reilusti kaikki normaalit standarditeräkset. Saat ne kuitenkin standarditerästen markkinahintaan. Tuotantosäästöt on helppo laskea selvänä rahana. Näistä säästöistä et voi välttää käyttäessäsi M-teräksiä.

M-TERÄKSIÄ SAAT VARMASTI

Ovakon M-käsitellyt erikoisteräksiä varastoivat ja markkinoivat: Kontino, Starckjohann - Telko ja Ovakon oma Erikoisteräsvarasto Turenkissa.

Kevään kuluessa tehtaalta lähtevät M-teräkset ovat ovakolaiseen tapaan rullamerkattuja koko tangon pituudelta. Selvä etu teräksiä tunnistettaessa.

OVAKO
SUOMALAISTA TERÄSTÄ

Kotimaan myyntiosasto
PL 790, 00101 Helsinki 10,
puh. (90) 616 21
telex 122354 ovate sf

Erikoisteräsvarasto
Teollisuuskuja 1, 14200 Turenki,
puh. (917) 834 41,
telex 2370 ovatu sf

Riko kivet prosessia keskeyttämättä



**Ota Rammer
ja puomi**

Rammer hydraulivasara Rammer-
puomiin asennettuna

- rikkoo ylisuuret kivet säleiköllä ja esimurskaamalla
- selvittää säleikölle syntyvät ruuhkat
- selvittää esimurskaamalla tukkeumat ja holvaantuneet kivet
- eliminoi vaaralliset räjäytykset

Rammer Oy
Taivalkatu 8, 15170 Lahti
Puh. (918) 514646, telex 16265
Kari Veijalainen
autoon 949/201 114,
kotiin (918) 804925



KOVAN PAIKAN HIHNA



Nokian kuljetushinnat on tehty kestämaan kovaa käyttöä, kovia pohjoismaisia olosuhteita. Niiden luotettavuus ja pitkä ikä perustuvat jatkuvaan tutkimus- ja kehitystyöhön.

Koviin töihin lujat hinnat, ne saa Nokialta.

NOKIA

Tekninen kumi

33330 TAMPERE

Puh. 931-430 222, telex 22118 gummi sf

TÄYSI HYÖTY.

Mausser Oy



Vuoriteollisuuden tuotteiden jalostaminen vaatii monipuolisia, teknisesti viimeistelyä ja taloudellisesti toimivia laitteita. Vain siten on saatavissa täysi hyöty jalostettaessa malmi teollisuuden raaka-aineeksi.

Rauma-Repola Oy on yksi Suomen suurimmista metalliteollisuusyrityksistä. Yhtiön tuotantoon kuuluu joukko vuoriteollisuustuotannon keskeisiä laitteita: Lokomo-leuka-, kara- ja kartiomurskaimet sekä seulat ja syöttimet sekä Parkanon konepajan valmistamat myllyt, kiekko-suotimet, anodiunit ja kaivosjunat. Niitä toimii tänä päivänä eri puolilla maailmaa – Alaskasta Filippiineille, Tokiosta Montrealiin.

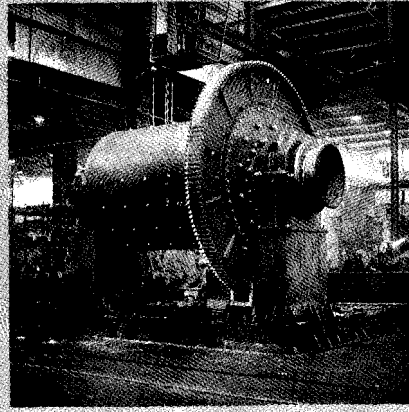
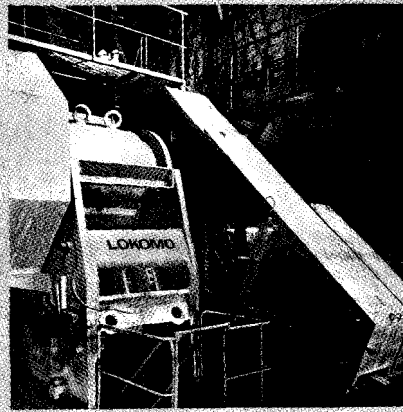
Ottakaa täysi hyöty vuoriteollisuudestanne! Soittakaa tai kirjoittakaa – se on ensimmäinen askel taloudellisiin tuotantoratkaisuihin.

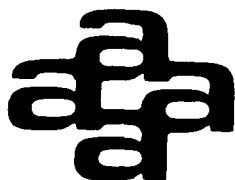


RAUMA-REPOLA

NELES OY LOKOMO
Murskaintehdas
PL 306
33101 TAMPERE 10
Puh. (931) 33100
Telex 22133 rrlak sf

Parkanon konepaja
39700 PARKANO
Puh. (933) 1151,
Telex 22156 rrpno sf





KOMETA

SUOMALAISENA

tuotteena **KOMETA** -kallioporan on menestyttävä kotikentällään pystyäkseen kilpailemaan vientimarkkinoilla.

LAATUOMINAISUUDET

ovat keskeisiä kilpailutekijöitä kotimaisten ja ulkomaisten tuotteiden paremmuutta mitattaessa. Suomalainen **KOMETA** kestää erinomaisesti laatuvertailut.

AMMATTITAITO

on tärkeä tekijä **KOMETA** -porassa. Suomalainen porantekijä ammattimiehenä osaa työnsä ja kotimaiset **KOMETA** -porat ovat kehitetyt suomalaisten tarpeita vastaaviksi.

TIETO

on tuottanut osaamisen ohella uusia poraustyötä helpottavia tuotteita **KOMETA** ssa. Kometalaiset ovat ratkaisseet myös vaikeiden kivilajien porausongelmat.

SUOMALAISET

ovat sitä mieltä, että kotimaisen **KOMETA** -poran ostaminen ja käyttäminen edistää suomalaista tuotantoa ja luo työpaikkoja.

KOTIMAINEN

KOMETA vuodesta 1951, uutta kehittäen ja luoden.

OY AIRAM AB

KOMETA

Lampputie 4 00750 HELSINKI 75

PL 6 00751 HELSINKI 75

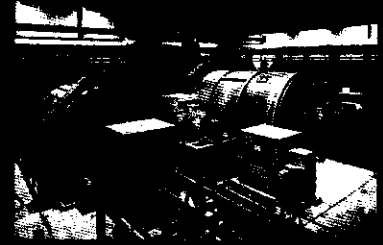
Puh: 36921 Telex: 124298

Pidä jauhatuskustannukset kurissa. Valitse markkinoiden luotettavin kiinnitysjärjestelmä.

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

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

Tähän tapaan mietittiin LKAB:ssa valittaessa Viscariaan Trelleborgin myllyvuoraukset.



JÄLJITELTY MUTTA YLIITTÄMÄTÖN

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

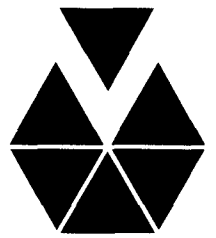
Taitaapa 20 vuoden etumatka olla ylivoimainen kopioitavaksi. Ja markkinoiden matalin kiinnitysjärjestelmä mahdollistaa kumiosien täydellisen hyväksikäytön.

TRELLEBORG 
Trellex-tuotteet

Myynti nyt omissa käsissä:

Oy Trelleborg Ab
Lauttasaarentie 54 B, 00200 HELSINKI
Puh. 90-692 6500, 692 6600
telex: 125332 vgoj

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 2 1984

42. vuosikerta

Julkaisija, utgivare:
**VUORIMIESYHDISTYS -
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

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

VUORITEOLLISUUS - BERGSHANTERINGEN:

Päätoimittaja — Editor-in-
Chief:

Prof. Martti Sulonen 90-4554 122
Teknillinen korkeakoulu
Vuoriteollisuusosasto
02150 Espoo 15

Toimittaja — Editor:

Dos. Heikki Laapas 90-4554 122
Teknillinen korkeakoulu
Vuoriteollisuusosasto
02150 Espoo 15

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

Ins. Lars Heikel 90-781 396
Punahilkantie 5 A 6
00820 Helsinki 82

Toimitusneuvosto — Editorial
Board:

DI Matti Palperi, pj. 90-6162 713
Ovako Oy Ab
Bulevardi 7
00120 Helsinki 12

TkT Jorma Rekola 90-811 511
Kuusakoski Oy
PL 6
02781 Espoo 78

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

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387
Geologian tutkimuskeskus
02150 Espoo 15

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

Ilmoitushinnat vuodelle 1985

Kansisivut 3.250,—, muut sivut 2.750,—

1/2 s. 1.850,—, 1/4 s. 1.150,—, lisäväri 1.000,—

Vuosikerta 55,—, ulkomaille 70,—

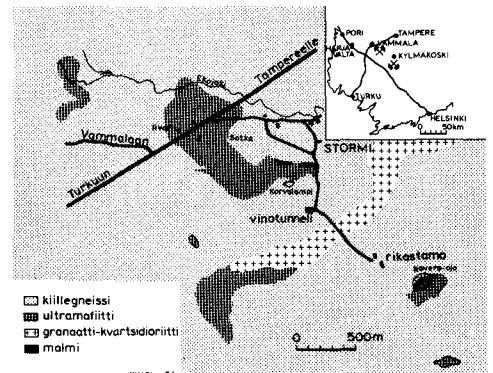
Irtonumero 30,—, ulkomaille 35,—

SISÄLTÖ ■ INNEHÄLL

Markku Mannerkoski: Malminetsinnän näkymät	73
Martti Sulonen: Levynmuovauksen metallurgiaa	75
Martti Kokkola, Seppo Penninkilampi: Sinkki-kuparimalmin kuvastuminen moreenissa Hammaslahden kaivoksella	81
Timo Kopperoinen, Ilkka Tuokko: Sotkamon Taivaljärven Ag-Zn-Pb-esiintymä	84
Toimi Lukkarinen: Havaintoja maamme nikkelimalmien rikastamisesta	88
Raimo Viitala, Pekka Salminen: Porattavuustutkimukset Teknillisessä korkeakoulussa	94
Jorma Pakkanen: Teräsputkien valmistus ja kehitysnäkymät	99
Lasse Vanha-Honko, Kauno Vormisto, Jaakko Ahtiainen: Outokumpu Oy:n Vammalan kaivos	104
Vuorimiesyhdistys jäsenenä Tieteellisten seurain valtuuskunnassa	111
Tutkimusvaltuuskunnan tiedotuksia	113
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	114
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	114
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	116
Kongresseja ja kurseja	126

Kansikuva:
Vammalan kaivoksen sijainti (pohjana yleistetty kivilajikartta).

Cover:
Location of Vammala mine (simplified map of bedrock).



VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS
30.3.1984

DI Olli Hermonen puheenjohtaja Rautaruukki Oy Keskuskonttori PL 217 90101 Oulu 10	981-327 711	Kaivosjaosto DI Carl-Fredrik Bäckström, pj. Oy Lohja Ab Tyttyri 08100 Lohja 10	912-24 411
DI Georg Ehrnrooth varapuheenjohtaja Oy Lohja Ab 08700 Virkkala	912-41 511	FK Heikki Latva, siht. Oy Lohja Ab Tyttyri 08100 Lohja 10	912-24 411
DI Pentti Hintikka Oy Tampella Ab Tamrock 33310 Tampere 31	931-32 400	Metallurgijaosto DI Matti Palperi, pj. Ovako Oy Ab PL 790 00101 Helsinki 10	90-6 162 713
Prof. Lauri Hyvärinen Geologian tutkimuskeskus 02150 Espoo 15	90-46 931	TkL Raimo Levonmaa, siht. Outokumpu Oy Porin tehtaat PL 60 28101 Pori 10	939-26 111
TkT. Kalevi Kiukkola Kemira Oy Malminkatu 30 00100 Helsinki 10	90-440 281	Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto DI Timo Niitti, pj. Outokumpu Oy PL 27 02201 Espoo 20	90-4 211
DI Jaakko Lautjärvi Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas 92170 Raahensalo	982-301	DI Hannu Penttilä, siht. Outokumpu Oy PL 27 02201 Espoo 20	90-4 211
DI Markku Leiritie Oy Partek Ab 21600 Parainen	921-742 111	Tutkimusvaltuuskunta DI Timo Välttilä, pj. Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos 86900 Pyhäkumpu	984-41 250
Prof. Toimi Lukkarinen Teknillinen korkeakoulu Vuoriteollisuusosasto 02150 Espoo 15	90-4554 122	Geologinen toimikunta: Prof. Heikki Niini, pj. Teknillinen korkeakoulu Vuoriteollisuusosasto 02150 Espoo 15	90-4554 122
DI Mikko Palviainen Outokumpu Oy PL 27 02201 Espoo 20	90-4 211	Kaivosteknillinen toimikunta: DI Pentti Seppänen Outokumpu Oy 83500 Outokumpu	973-561
TkT Kari Tähtinen Ovako Oy · Ab Imatra 55100 Imatra 10	954-63 688	Rikastusteknillinen toimikunta: TkL Hans Allenius VTT, Metallurgian laboratorio Mineraalitekniikan jaosto Metallimiehenkuja 2 02150 Espoo 15	90-4565 570
DI Juhani Vahtola Outokumpu Oy Kokkolan tehtaات PL 26 67101 Kokkola 10	968-19 011	Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien sihteeri: DI Anneli Salonen Outokumpu Oy Vihannin kaivos 86440 Lampinsaari	982-85 381
Yhdistyksen sihteerit: I DI Erkki Tyni Rautaruukki Oy Keskuskonttori PL 217 90101 Oulu 10	981-327 711		
II DI Heikki Savolainen Oy Lohja Ab 08700 Virkkala	912-41 511		
Yhdistyksen rahastonhoitaja: DI Pekka Sundquist Rautaruukki Oy Keskuskonttori PL 217 90101 Oulu 10	981-327 711		
Geologijaosto FT Markku Mäkelä, pj. Outokumpu Oy Kokkolan tehtaات PL 26 67101 Kokkola 10	968-19 011		
FK Ritva Harinen, siht. Oy Partek Ab 21600 Parainen	921-742 111		

DI Pekka Sundquist hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenkortistoa. Mikäli osoite, tehtävä tai vakanssi on muuttunut, pyydämme lähettämään muutosisilmoituksen mieluummin kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" palstalle.
 Os.: Rautaruukki Oy, PL 217, 90101 Oulu 10, puh. 981-327 711.

DI Pekka Sundquist sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister. Om er adress, arbetsuppgift eller tjänst har ändrats, anholder vi om ändringsanmälan, helst skriftlig, till "Nytt om medlemmarna" spalten.

Adr.: Rautaruukki Oy, PB 217, 90101 Oulu 10, tel. 981-327 711

Malminetsinnän näkymät

Kauppa- ja teollisuusministeriö asetti seitsemän vuotta sitten "Malmiteollisuuden", jonka puheenjohtajana oli ministeriön teollisuusosaston ylijohtaja ja jäsenenä alan teollisuuden ja tutkimuksen sekä valtiovarainministeriön arvovaltaisia edustajia. Toimikunnan työn lähtökohdaksi oli oletettu, että rikasteiden saanti maailman raaka-ainemarkkinoilta oli — pitkällä tähtäyksellä — vaikeutumassa ja niiden suhteellinen hinta nousussa. Mineraalien tarpeemme arveltiin kuitenkin todennäköisesti kasvavan. Kun lisäksi lähes kaikkien tuolloin louhinnan kohteina olleiden metallimalmikaivostemme tiedettiin ehtyvän parissa vuosikymmenessä, varsinkin kun tuotantoa oli kustannusten paineessa pakko nostaa mittakaava-etuisten saavuttamiseksi, malminetsinnän katsottiin kaipaavan merkittävää tehostamista. Toimikunnan tuli ehdottaa tähän tähtäviä toimenpiteitä. Niiden tarvetta perusteltiin myös raaka-aineiden saannin häiriöttömyyden tärkeydellä sekä kansantaloudellisilla eduilla. Onnistumiseen katsottiin olevan hyviä edellytyksiä, koska maamme oli malmien esiintymisen kannalta vielä puutteellisesti tutkittu, koska monet tunnetut geologiset muodostelmat tiedettiin malmikriittisiksi, koska oli löydetty lukuisia malmilohkareita, joiden emäkalliota ei tunnettu ja koska geofysikaalisen ja -kemiallisen kartoituksen ansiosta oli tiedossa runsaasti malmiviitteitä, joiden tarkempaan tutkimukseen ei vielä ollut päästy käsiksi.

Toimikunta teki lukuisia, sittemmin monin osin toteutettuja ehdotuksia. Ne liittyivät kotimaisten organisaatioiden väliseen malminetsintäyhteistyöhön, silloisen Geologisen tutkimuslaitoksen hallinnollisiin järjestelyihin, kansainvälisiin yhteistyöprojekteihin, geologian alan koulutukseen sekä toiminnan rahoitukseen. Panostusta on eri tavoin lisätty merkittävästi näihin asti.

Kuluvan vuoden aikana metallisia malmeja louhivat yhtiömme Outokumpu Oy ja Rautaruukki Oy ovat julkistaneet suunnitelmat supistaa malminetsintäänsä, ensiksi mainittu noin 30 %:lla ja viimeksi mainittu noin 50 %:lla tarkoituksenmukaisen siirtymävaiheen aikana. Mitä "Malmiteollisuuden" asettamisen jälkeisenä aikana on tapahtunut tai on jäänyt tapahtumatta, kun mielialat ovat näin muuttuneet?

Vastauksia tähän kysymykseen saa kauppa- ja teollisuusministeriön tämän vuoden alussa asettaman "Malmityöryhmä -84:n" kesän korvalla valmistuneesta mietinnöstä. Kaikki ei ole käynyt niin kuin alun seitsemättä vuotta sitten pelättiin tai toivottiin. Raaka-ainemarkkinat eivät ole vaikeutuneet vaan monien metallien, aivan erityisesti raudan, kohdalla vallitsee ylitarjontatilanne. Malmien reaali hinnat eivät ole tänä kautena nousseet. Toiselta puolen, vaikka maassamme on jatkuvasti

paikallistettu monia uusia huomionarvoisia mineralisaatioita, mihinkään nykykriteerein hyviin malmeihin ei ole päästy käsiksi. Kun rikasteiden hinnat ovat pysyneet alhaalla, sekä vanhat että uudet löydöt ovat valuneet käsistä, jääneet reserviin.

Mineraali ei ole muuttunut malmiksi, kuten voi käydä hintojen kohotessa, vaan on tapahtunut jopa päinvastoin. Kun samaan aikaan myös metallurgisen jalostuksen kannattavuus on ollut huono, on ymmärrettävää, että yritykset ovat ryhtyneet vertaamaan yhä tarkemmin malminetsintään sijoittamiensa varojen suuruutta kaivostoiminnan tuotannon arvoon sekä siihen muuhun, tällaisissa oloissa suuremmalla todennäköisyydellä tulosta tuottavaan tutkimus- ja kehitystyöhön, jota vastaavilla summilla voitaisiin harjoittaa. Kaivokset ovat olleet nykyisin hintasuhtein usein tappiollisia, malminetsintään on käytetty varoja suhteessa kaivosten tuotannon bruttoarvoon lähes 7 % eli yli kaksinkertaisesti sen mitä Ruotsissa ja Norjassa ja moninkertaisesti niin paljon kuin tutkimukseen ja tuotekehitykseen maamme teollisuudessa yleensä, eikä uusia kannattavia kaivoksia kuitenkaan ole avautunut tai avautumassa. Yhtiöt haluavat keskittää malminetsintänsä projekti-kohtaisesti kulloinkin tietoon tullessiin lupaaviin malmiviitteisiin ja toivovat voivansa jättää alan jatkuvat perusselvitykset lähinnä Geologian tutkimuskeskukselle.

Yhtiöt eivät ole lähteneet kaavailemaan supistuksia kevytmielisesti. Onkin syytä torjua se näran tunne, joka jokaisen kunnan vuorimiehen kai on aluksi vallannut, kun näistä aiheista on kuultu. Ainakaan tilanne ei korjaannu mieltä purkamalla. Paras keino olisi tietysti sellaisten esiintymien löytäminen, jotka olisivat nykyisin hintasuhtein kunnan malmeja. Siihen ei kuitenkaan kukaan pysty väkisin eikä lyhyessä ajassa kuin poikkeuksellisella onnella. Mitä sitten tulisi tehdä?

— "Malmityöryhmä -84" vastasi pääkysymykseen seuraavasti:

— Maamme malminetsinnän nykyinen kokonaisvolyyymi tulisi jatkuvasti ylläpitää.

— Valtion määrärahoja tulisi lisätä kaivosyhtiöiden panosten mahdollisia supistuksia vastaavasti.

Ensimmäinen vastaus valtion taholta on jo saatu. Se oli kielteinen. Ei ole vaikeata arvata, että syynä on ollut paitsi yleinen hankaluus sijoittaa ylläpitäviä, suuria menoeriä valtion budjettiin, myös se periaate, että valtio tukee yleensäkin avustuksin nimenomaan sellaista teollisuuden tutkimus- ja kehitystyötä, johon teollisuus myös itse on valmis sijoittamaan. Valtion lisätukea pyydetessä ei siis pidetä hyvänä sellaista perustelua, että ko. toiminta on liiketaloudellisesti kannattamaton.

Neuvottelut eivät kuitenkaan ole päättyneet. Juuri tätä kirjoitettaessa (10.12.1984) niitä jälleen käydään. Tulevathan myös kaivosyhtiöt itse joka tapauksessa käyttämään malminetsintään vastaisuudessaakin huomattavia summia. On myös kiistatonta, että tavanomaisen yritysکوhtaisen liiketaloudellisen tarkastelun ohella on otettava huomioon, että malminetsintä on poikkeuksellisen pitkäjännitteistä, että riski on siinä suuri ja että myös kansantaloudelliset ja varmuusnäkökohdat ovat sellaiset, että korkea valtion suora rahoitusosuus on hy-

vin perusteltavissa.

Eteen tulleesta tilanteesta on tietenkin pyrittävä selviytymään mahdollisimman hyvässä yhteisymmärryksessä. Erityisen tärkeätä on välttää sellaisen ilmapiirin syntyminen, jossa kaivosyhtiöiden tutkimusmyönteisyyttä alettaisiin epäillä tai malminetsintää sinänsä väheksyä. Se olisi perin haitallista menetelmäkehitykselle, jota kipeästi kaivataan, sekä kehitystyössä onnistumisen edellytyksenä olevalle alan koulutukselle ja perustutkimukselle.

Markku Mannerkoski
Geologian tutkimuskeskuksen valtuuskunnan puheenjohtaja

Heikki Miekk-ojan muistoluennon tarkoituksena on kunnioittaa professori Heikki Miekk-ojan muistoa ja elämäntyötä sekä edistää metalliopin tuntemusta, opetuista ja teollista soveltamista maassamme.

Poikkeuksellisen tuloksekkaan elämäntyön metalliopin opetuksen alalla suorittanut professori Miekk-oja (1908 – 1973) toimi Teknillisen korkeakoulun metalliopin professorina 1953 – 1972. Hän käynnisti maassamme alallaan tieteellisen tutkimuksen, koulutti suuren joukon tohtoreita, lisensiaatteja ja diplomi-insinöörejä ja vaikutti monin tavoin mm. kirjansa ”Metalloppi” välityksellä voimakkaasti metalliopillisen tietouden leviämiseen maassamme.

Heikki Miekk-ojan muistoluento
Vuorimiespäivillä 30.3. 1984

Levynmuovauksen metallurgiaa

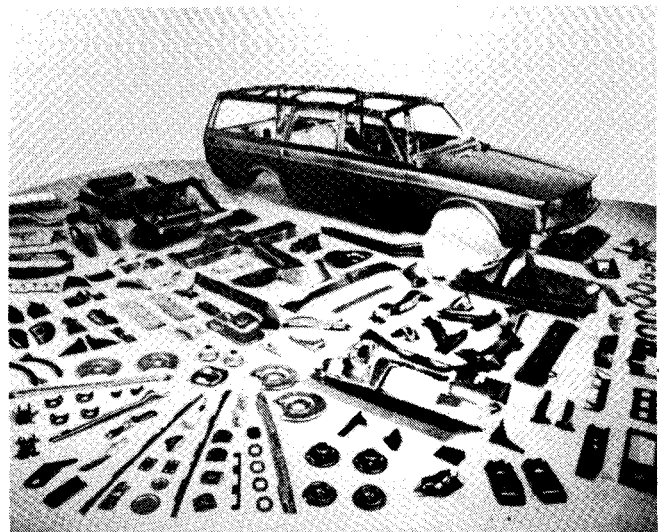
Professori Martti Sulonen, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratorio

JOHDANTO

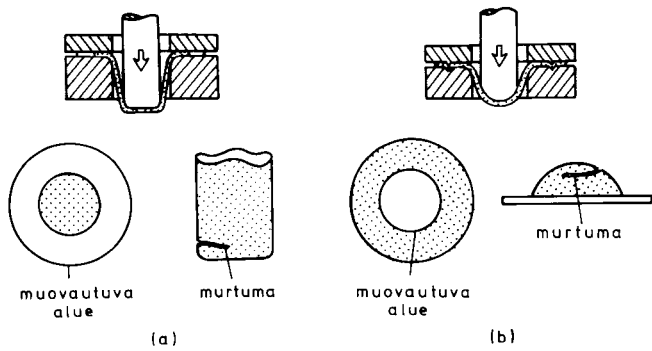
Ohutlevy on nykyajan materiaaleja. On jopa sanottu, että teräs-ohutlevy on maailman tärkein teollisuustuote. Tätä ehkä hieman yllättävää väitettä perustellaan sillä, että ohutlevyä käytetään niin laajalti ja moniin eri tarkoituksiin, että siitä valmistettujen tuotteiden merkityksen ja tuotearvon ja ohutlevyn korvaamattomuuden niissä huomioon ottaen sitä todella voidaan pitää tärkeimpänä teollisuustuotteena. Ohutlevyn käyttäjiä ovat konepajateollisuus, metallituoteteollisuus, laivanrakennus, sähkökoneteollisuus, rakennusteollisuus jne. Tyypillinen suuren käyttäjä on autoteollisuus (kuva 1).

Teollisuusmaiden teräksen kulutuksesta n. 20 % on teräs-ohutlevyä. Ei-rautametalleista kupari ja kupariseokset ja alumiini seoksineen ovat tärkeitä ohutlevymateriaaleja.

Ohutlevyn — ja sama pätee olennaisesti karkealevyinkin suhteen — monikäyttöisyys perustuu osaksi siihen, että se on suhteellisen lujaa, kohtuullisen hintaista ja helpolla liitettävää, sitä on helppo maalata, sinkittää, pinnoittaa muovilla jne. Pääsyy ohutlevyn laajaan käyttöön on kuitenkin siinä, että siitä voidaan sen plastisuutta hyväksikäyttäen muovaamalla valmistaa melko monimutkaisinkin muotoisia tuotteita, sekä puolivalmisteita, osia että valmiita tuotteita.



Kuva 1. Erään automallin sisältämät muovatut ohutlevyosat.
Fig. 1. Formed sheet metal parts of a car model.



Kuva 2. Syvävetäminen (a) ja venytysvetäminen (b) sekä vetomurtumien tyypillinen sijainti.

Fig. 2. Deep drawing (a), stretch drawing (b) and typical draw failures.

Tavallisimpia muovausoperaatioita, eräänlaisia perusoperaatioita, ovat syvävetäminen, venytysvetäminen (kuva 2) ja taivuttaminen. Todellisten kappaleiden muovauksessa, kappalemuodosta riippuen, on useinkin kyse näiden perusoperaatioiden yhdistelmästä, jossa eri operaatioiden osuus saattaa muovauksen aikana vaihdellakin.

Muovauksen menestyksellinen suorittaminen riippuu itse levyaineen muovattavuudesta ja sen pinnanlaadusta, muovatavan kappaleen muodosta, käytetystä muovausmenetelmästä, työkaluista, voitelusta ja muovausnopeudesta. Nämä ovat mekaaniseen metallurgiaan liittyviä asioita ja siksi esitys onkin otsikoitu nimellä "Levynmuovausten metallurgia". Kun aikoinaan sovelletun metalliopin professuuri perustettiin — nimi muutettiin myöhemmin paremmin oppiaineen sisältöä kuvaavaksi "Metalliopin, erityisesti metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn" professuuriksi — mekaaniseen metallurgiaan liittyvät asiat siirtyivät pois fyysikaalisen metallurgian eli silloiselta professori Miekko-ojan opetuslta. Mutta likeinen yhteys näiden kahden metallien fyysikaalista luonnetta ja mekaanista käyttäytymistä tutkivan ja käsittelevän oppiaineen välillä on itsestään selvyys.

Metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratorion kiinnostus levynmuovaukseen on kasvanut sitä mukaa kuin kotimainen ohutlevytuotanto ja toisaalta myös sitä käyttävä teollisuus on kehittynyt ja laajentunut. Konepaja- ja muussakin levyä käyttävässä teollisuudessa levynmuovaukseen liittyvät ongelmat ovat nimittäin siinä määrin luonteeltaan metallurgisia tai ainakin sellaisia, että nykyaikaisen metallurgisen koulutuksen antamalla asiantuntemuksella niitä voidaan pätevästi käsitellä. Laboratoriossamme onkin jo vuosia toiminut levynmuovauksen eri puoliin keskittynyt tutkijaryhmä, jonka vahvuus on vuosittain vaihdellut kolmesta viiteen henkeen. Sen pääasiallisena vetäjänä on toiminut dosentti (nyk. professori) Heikki Kleemola ja pitkäaikaisia jäseniä ovat olleet dosentti Antti Korhonen, diplomi-insinöörit Arto Ranta-Eskola ja Jarmo Kumpulainen, tekn.lis. Rauno Rintamaa, diplomi-insinöörit Simo Mäkimattila, Juha Nuutinen, Pertti Eskola ja eräät muut. Ryhmällä on ollut hyvät yhteydet sekä levyä tuotavaan että sitä käyttävään teollisuuteen. Tässä esityksessä käsitellään levynmuovauksen yleistä taustaa vasten eräitä metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratoriossa tehtyjä levynmuovausten metallurgiaan liittyviä tutkimuksia ja niiden tuloksia.

MUOVATTAVUUS JA SEN MÄÄRITTÄMINEN

Metallien muovattavuus on materiaaliominaisuus, joka käsitteenä voidaan määrittellä kyvyksi kestää annettu muodonmuu-

tos. On osoittautunut, että muovattavuutta ei voida yksioikaisesti mitata tai ilmoittaa millään yksittäisellä ominaisuus suurella, kuten esimerkiksi aineenkoetusvetokokeessa materiaalille määritetyllä venymällä, myötö- tai murtorajalla tai niiden suhteella, murtokouromalla, kovuudella tai muulla niihin verrattavalla suurella, vaikkakin tällaisia käsityksiä on silloin tällöin ilmennytkin.

Kvalitatiivislaatuista muovattavuuden ennustearvoa on kuitenkin erällä vetokokeesta määritettävillä suureilla. Niitä ovat

- aineen muokkauslujittumiseksponentti n
- plastinen venymäsuhde eli r -indeksi ja
- muokkauslujittumisen venymänopeuseksponentti m .

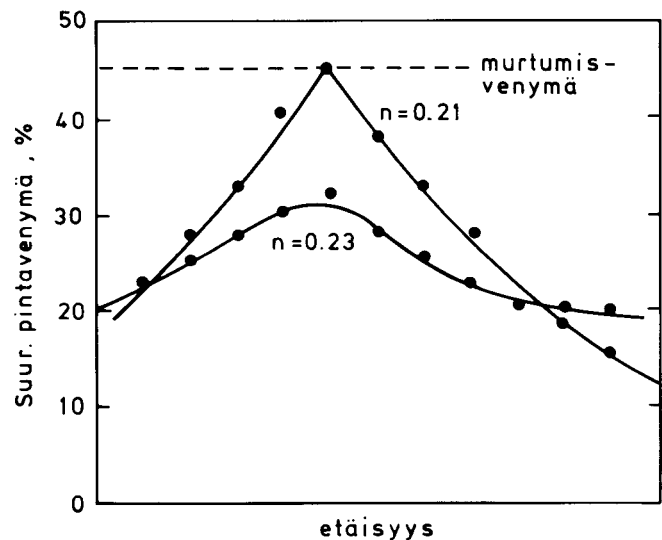
Muokkauslujittumiseksponentti n liittyy aineen muokkauslujittumiskyvyn kuvaamiseen. Jos nimittäin esitetään vetokokeessa, sen plastisella alueella, todellista jännitystä eli voimaa jaettuna todellisella, hetkellisellä poikkileikkauspinta-alalla todellisen eli logaritmisvenymän funktiona, saadaan monille metalleille pätevä ns. Hollomon'in yhtälö $\sigma = K\epsilon^n$. Lujittumiseksponentti n on lukuarvoltaan yhtä kuin tasavenymä. Muutamille tavallisimmille ohutlevymateriaaleille n :n arvot on ilmoitettu taulukossa 1.

Suuri n :n arvo merkitsee sitä, että muovatavan kappaleen murtumiselle kriittisessä nopeasti ohenevassa kohdassa oheneminen hidastuu, sillä muokkauslujittuminen siirtää deformaation laajemmalle alueelle (kuva 3).

Taulukko 1. Lujittumiseksponentin n arvoja.

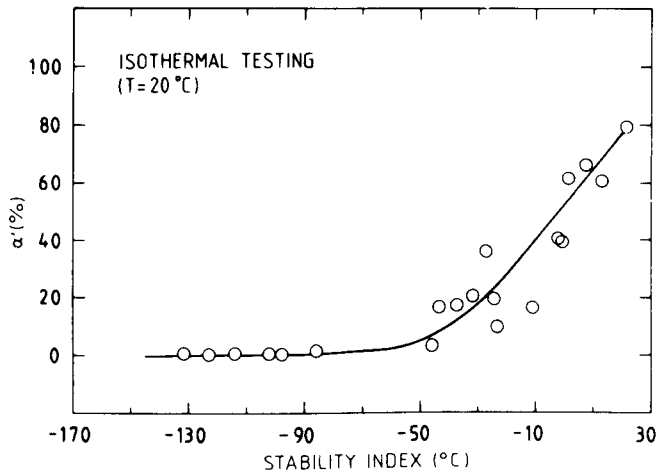
Table 1. Values of strainhardening exponent n .

Alumiini	0,20 – 0,25
Al-tiivistetty teräs	0,20 – 0,25
Tiivistämätön teräs	0,20 – 0,25
Kupari	0,30 – 0,40
Ms 63	0,45 – 0,50
18/8-teräs	0,50 – 0,55



Kuva 3. Lujittumiseksponentin vaikutus venymäjakaamaan: kriittisen alueen venymäjakauma on tasaisempi teräksellä, jonka n -arvo on suurempi (0,23).

Fig. 3. The influence of the strain hardening exponent on the strain distribution: strain in the critical region is more uniformly distributed for the steel having the higher n -value (0,23).



Kuva 4. Muokkausmartensiitin määrän ja teräksen stabiilisuusindeksin välinen riippuvuus vetokoesauvoissa.
Fig. 4. The interrelation between the stability index and the amount of strain induced martensite as measured from tensile test specimens in isothermal testing.

Erityisen suuria n :n arvoja on mm. austeniittisilla ruostumattomilla teräksillä, mikä johtuu plastisen deformaation indukoiman muokkausmartensiitin aiheuttamasta lujittumisesta. Muokkausmartensiitin syntyminen edellyttää muovauslämpötilan pysymistä tietyn, seoskoostumuksesta riippuvan rajalämpötilan alapuolella. Kuva 4 esittää Rintamaan tutkimusten mukaista muokkausmartensiitin määrän riippuvuutta ko. teräksen koostumuksen ja raekoon perusteella määräytyvästä stabiilisuusindeksistä. Huoneenlämpötilassa tapahtuvassa muokkauksessa martensiittia syntyy, kun stabiilisuusindeksi on -50 °C tai korkeampi.

Niukkahiilisillä ferriittisillä muovausteräksillä n :n arvo taas heikkenee kaikkinaisen seostuksen vaikutuksesta, ollen hyvin niukkahiisellä seostamattomalla teräksellä n . 0.28.

Uusin tulokas muovattavien terästen alalla ovat ns. kaksifaasi- eli dualfaasiteräkset, joiden mikrorakenne on ferriittimartensiittinen tai ferriittisbainiittinen. Tällainen rakenne muokkauslujuutta huomattavan voimakkaasti muistuttaen tässä suhteessa ruostumattomia teräksiä. Sanotun mikrorakenteen saavuttaminen ei kuitenkaan edellytä mitään erityistä seostusta, vaan pikemminkin tietynlaista lämpökäsittelyä, esimerkiksi hehkutusta $A_1 - A_3$ -lämpötilavälissä ja nopeata sammutusta huoneen lämpötilaan. Erään suomalaisen keksinnön mukaan tähän sammutukseen voidaan yhdistää kuumasinkitys Zn + 5 % Al -sulakylvyssä.

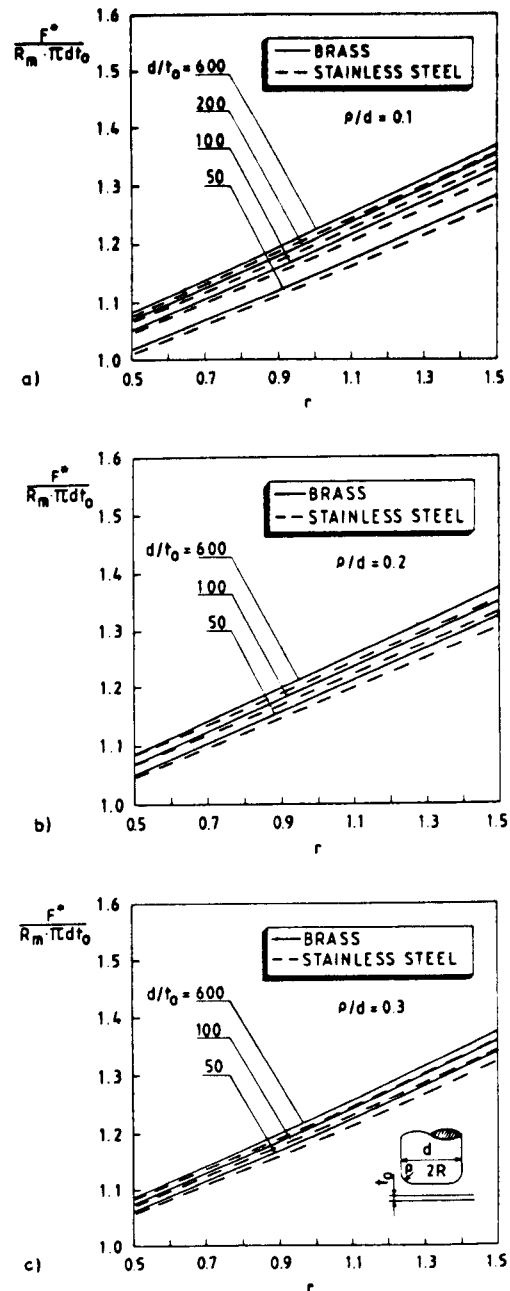
Plastinen venymäsuhde eli **r -indeksi** tarkoittaa vetosauvan poikittaisen ja paksuusvenymän suhdetta mitattuna n . 15 – 20 %:n plastisen venymän jälkeen. Homogeenisilla isotrooppisilla aineilla r saa arvon yksi, mutta todellisilla metalleilla huomattaviakin poikkeuksia tästä aiheuttaa kideopillinen suuntautuneisuus eli tekstuuri (taulukko 2). Kiteiden

Taulukko 2. r -indeksin arvoja.

Table 2. Values of anisotropy coefficient r .

Alumiini	0,4 – 0,6
Tiivistämätön teräs	1,0 – 1,3
Al-tiivistetty teräs	1,3 – 1,7
Ti-seostettu teräs	1,5 – 2,0
Kupari	0,8 – 1,0
Ms 63	0,8 – 0,9
18/8-teräs	0,8 – 1,2

suuntautuessa esimerkiksi rekristallisaation seurauksena niille ominainen ominaisuuksien anisotrooppisuus siirtyy koko kappaleeseen johtaen mm. teräksillä levyn paksuussuuntaisen lujuuden kasvuun. Tällainen teräs kestää hyvin muovausta, koska se ei helpolla kuroudu paksuussuunnassa, vaan deformaatio tapahtuu pääasiallisesti pinnansuuntaisina muodonmuutoksina. Näin ollen syvävedossa tekstuuriin ansiosta laipan kohdalla deformaatio helpottuu, ja painimen särmällä, jossa murtuminen eniten uhkaa, se vaikeutuu eli päästään suurempiin vetoihin. Antti Korhonen on teoreettisin laskelmin osoittanut yhteyden r -arvon ja murtumiseen johtavan muovausvoiman välillä (kuva 5). Käytettäessä materiaalia, jonka r -arvo on korkea, syvemmät vedot, harvemmat vetovaiheet ja monimutkaisemmat muodot ovat mahdollisia.



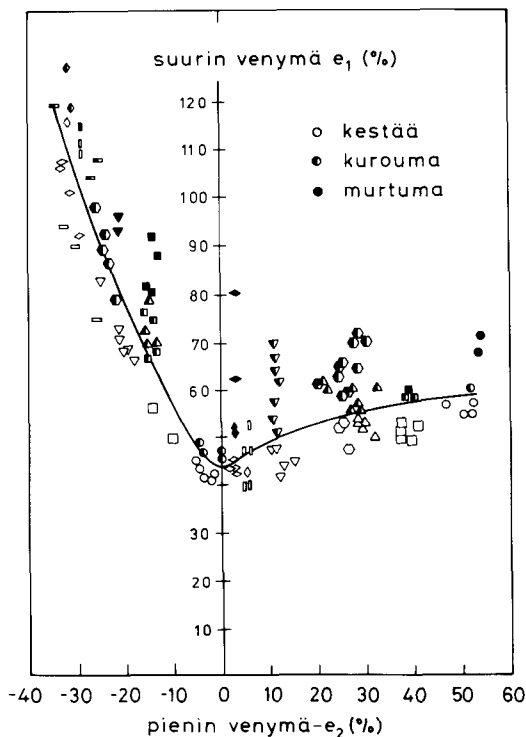
Kuva 5. Murtovoiman (dimensiottomana suureena) riippuvuus r -arvosta eri muovausgeometriolla messingille ja ruostumattomalle teräkselle.

Fig. 5. The non-dimensional fracture load for brass (CuZn37) and stainless steel (AISI304) as a function of the anisotropy coefficient and the forming geometry.

Muokkauslujittumisen venymänopeusekspONENTTI m kuvaa puolestaan venymisnopeuden vaikutusta muokkauslujittumiseen. Koska murtuminen muovauksessa on seurausta paikallisesti nopeutuneesta muodonmuutoksesta, on venymän mukana nopeasti lujittuva aine hyvin vetoa kestävä. Tällaisia materiaaleja ovat ns. superplastiset aineet, joista yleiseen muovauskäyttöön vain harvat soveltuvat. Ominaisuuden saavuttamiseen tarvittava seostus tai käsittely kohottaa nimittäin siinä määrin materiaalin hintaa.

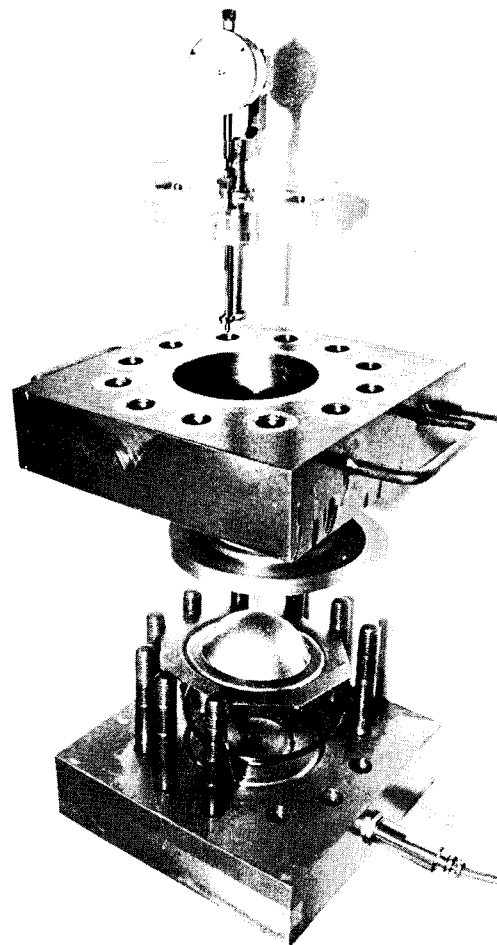
Levynmuovauksessa muodonmuutokset ovat harvoin jännitys- ja venymäsuhteiltaan niin yksinkertaisia kuin aineenkestusvetokokeessa. Pikemminkin ne ovat vaihtelevia yhdistelmiä taivuttamisesta, syvävetämisestä ja venytysvetämisestä. Siksi vetokokeesta saatavat materiaaliparametrit eivät riittävästi kuvaa käytännössä yleensä kaksi- tai kolmiakselisen jännitystilan alaisena tapahtuvia muovausoperaatioita. Tämä on jo kauan tunnustettu ja siksi on käytetty tunnettua Erichsenin kuppikoetta haluttaessa tutkia materiaalin muovauskäyttäytymistä. Tämän antamat tulokset, vaikka periaatteessa soveltuisivatkin jossain määrin nimenomaan venytysvedettävyyden arviointiin, osoittavat niin paljon hajontaa, mikä osaksi johtuu pienestä testauspinta-alasta, että eivät anna riittävää kuvaa muovattavuudesta.

Mahdollisuudet parempaan muovattavuuden arviointiin avautuvat ns. **rajamuovattavuuspiirrosten** eli **FLD-diagrammien** avulla. Gensamer oli jo vuonna 1946 esittänyt, että muovattavuuden rajat näyttäviä määräytyvän levyn pinnan-suuntaisten eli pintavenymien mukaan. Kuitenkin vasta 1960-luvun puolivälin vaiheilla Keeler, Goodwin ja Backofen yksityiskohtaisesti analysoivat muovattavuuden rajoja ja esittivät rajamuovattavuuspiirrosten määrittämisen ja soveltamisen periaatteet suunnilleen sellaisina kuin niitä nykyään käytetään. Rajamuovattavuuspiirros esittää suurin pintavenymä – pienin pintavenymä-koordinaatistossa ne paikalliset venymäyhdistelmät, jotka vielä voivat muovauksessa esiintyä, ennen kuin seurauksena on kuroutuminen tai murtuminen, kuva 6.

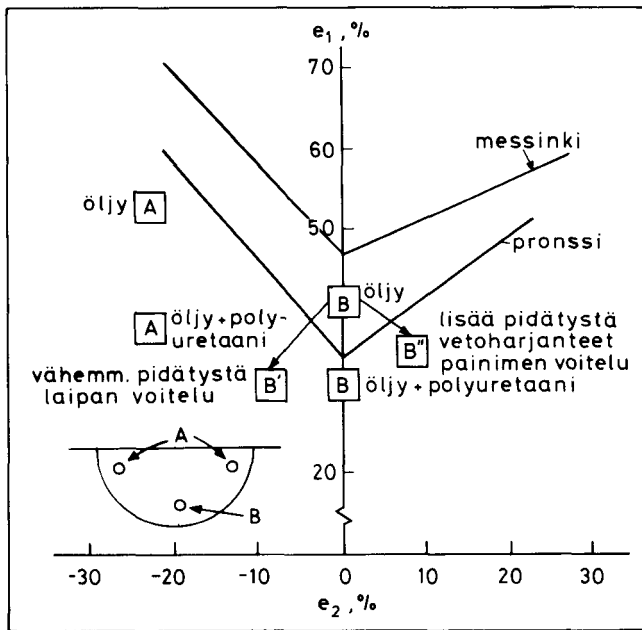


Kuva 6. Tyypillinen rajamuovattavuuspiirros teräkselle.
Fig. 6. Typical FLD-diagram for steel.

Vaikkakin rajamuovattavuuspiirroksia voidaan plastisuusteorian pohjalta laskeakin, käytetään niiden laatimiseen yleensä kokeellista määrittystä. Se tapahtuu mittaamalla sähkökemiallisesti, valokuvauksellisesti tai liimattua muovikalvoa käyttäen levyn pinnalle siirretyn tarkan ympyräverkkokuvion muutokset muovauksen aikana ja/tai sen jälkeen. Muovauksen aikana muutoksia voidaan seurata valokuvaamalla. Haluttaessa aivan tarkkaan tutkia esimerkiksi murtuman syntyä voidaan filmi ajaa takaperin ja näin selvittää murtumiskohdan tapahtumat. On selvää, että muovausrajan asema, ts. sen venymäyhdistelmä, riippuu käytetyn ympyräkuvion, jonka mittamuutoksista venymämääritykset tehdään, koosta ja siitä, kuinka läheltä murtumaa mittaukset tehdään. Tämän ja eräiden muiden tulkintahankaluuksien takia Kleemola ja Kumpulainen ovat esittäneet, että muovausrajaksi otettaisiin se piste, jossa venymäpolussa havaitaan äkkinäinen, murtumaa edeltävä kääntymisen tasomuodonmuutoksen suuntaan. Samassa tutkimuksessaan he osoittivat, että mm. kirjallisuudessa esitettävissä rajamuovattavuuspiirroksissa usein esiintyvä rajakäyrän muoto, jossa vasemmalta ja oikealta tulevat käyrän osat eivät leikkaa toisiansa tasomuodonmuutoksen kohdalla vaan venytysvetopuolella, johtuu mittausteknisistä seikoista, eikä ole todellinen. Rajamuovattavuuspiirrosten määrittämiseen tarvittavien koekappaleiden muoto ja muovaustapa nimittäin saattaa vaihdella paljonkin. Hydraulisella pullistuskokeella tapahtuvan määrityksen ohella, jossa kitkatekijä on poissuljettu, on käytössä myös erilaisia paininmenetelmiä. Meillä näihin määrityksiin jo aikaisessa vaiheessa alettiin käyttää hydraulista pullistinlaitteistoa (kuva 7), rakentaji-



Kuva 7. Hydraulinen pullistuslaitteisto.
Fig. 7. Hydraulic bulge apparatus.



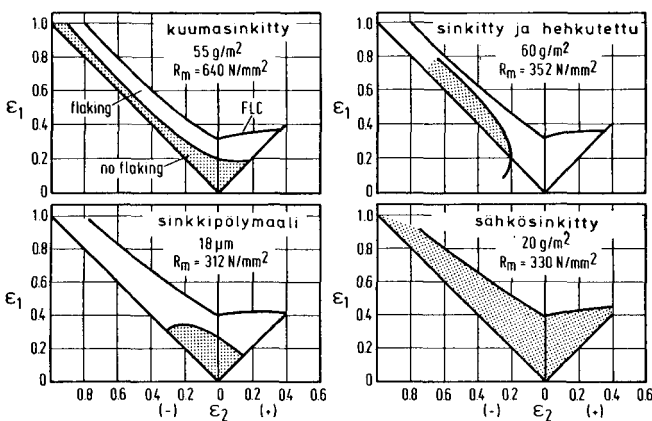
Kuva 8. Esimerkki rajamuovattavuuspiirroksen käytöstä sekä voitelun ja vetojärjestelyjen vaikutuksista vedon onnistumiseen.

Fig. 8. An example of application of the FLD-diagram showing the influence of lubrication and drawing conditions on the success or failure of the draw.

na Kleemola ja Ranta-Eskola. Eri venymisyhdistelmät saadaan muuttamalla kupin geometriaa. Mittaus tapahtuu kalotin huipun kohdalta. Teollisuudessa on käytössä yksinkertaisempia menetelmiä.

Rajamuovattavuusdiagrammin hyväksikäyttöä valaisee kuva 8. Messinki soveltuu puolipallomaisen kappaleen aineeksi pelkkää öljyvoiteluakin käyttäen, mutta pronssi edellyttää muutosta voitelussa ja/tai vetojärjestelyissä, joilla keinoin kriittisten kohtien venymät siirtyvät rajakäyrien turvalliselle puolelle.

Rajamuovattavuuspiirroksia voidaan laatia myös pinnoituille materiaaleille. Kuva 9 osoittaa, miten eri menetelmin tehdyn sinkityksen hilseilyrajat suhtautuvat perusmateriaalin rajakäyriin.



Kuva 9. Eri tavoin sinkkipinnoitettujen teräsohutlevyjen rajamuovattavuuspiirroksia.

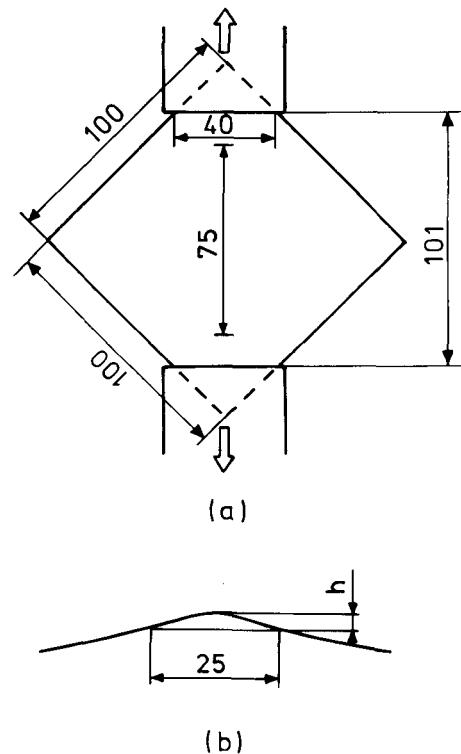
Fig. 9. FLD-diagrams of differently Zn-coated steel sheets.

MUOVAUSPROSESSIN HALLINTA

Muovauksen onnistumista ja halutun kappalemuodon saavuttamista voi rajoittaa myös rypytyminen kesken vedon. Syvävedossa sitä esiintyy tavallisimmin aihion laippaosassa, joka joutuu kehäsuuntaisesti tyssäytymään (kuva 2). Ilman pidätystä muovattaessa, kuten toisinaan todella tehdään, on tyydyttävä mataliin vetoihin. Kumpulainen ja Kleemola ovat veranneet havaittua rypytyistä teoreettiseen ennusteeseen ja toteavat yhteensopivuuden hyväksi. Mitä suurempi on veto suhde ts. aihion halkaisijan suhde vedettävän kupin halkaisijaan ja mitä ohuempaa vedettävä materiaali on, sitä helpommin se rypytyy.

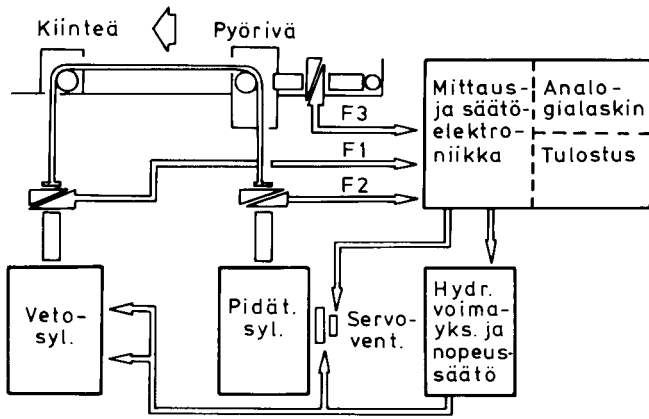
Eräitä esim. kartiokkaita kappalemuotoja vedettäessä rypytyistä pyrkii tapahtumaan jo vetorenkään ohittaneessa seinämässä. Tämän välttämiseksi voidaan käyttää ns. hydromekaanista muovausta, jossa ulkoisella nestepaineella pakotetaan aihio muovautumaan painimen määräämään muotoon.

Japanilaiset ovat muovattujen kappaleiden laatu- ja muoto- ja muototarkkuus. Automatisoitujen tuotantolinjojen häiriötönnän toiminnankin kannalta nämä ovat tärkeitä tekijöitä. Poikkeamia työkalujen määräämstä kappalemuodosta syntyy seurauksena muovauksen epähomogeenisuudesta sekä jäännösjännitysten vaikutuksesta, jotka nekin aiheutuvat samasta epähomogeenisuudesta. Koska mitta- ja muototarkkuus riippuvat myös muovattavasta materiaalista, on kehitetty ns. Yoshida-koe. Siinä vedetään neliömäiseen levynäytteen halkaisijan suunnassa 1 %:n venymä, kuva 10. Syntyvän kohouman korkeus indikoi sitä, kuinka herkästi ko. materiaalia muovattaessa syntyy muoto- ja muototarkkuus. Käyttämällä kokeessa poikittaista sidettä saadaan sen poistamisen jälkeen indikaatio myös jäännösjännityksen vaikutuksista. Voidaan myös käyttää poikittaista venytystä estämään kohouman syntymä. Tällaisilla kokeilla on osoitettu mm., että kriittinen lom-



Kuva 10. Yoshida-koe, (a) koekappaleen kiinnitys, (b) kohouman mittaus.

Fig. 10. Yoshida test, (a) clamping of the sample, (b) measurement of the bulge.



Kuva 11. Kitkanmittauslaitteen toimintaperiaate.
Fig. 11. Operation principle of the friction tester "Frictometer".

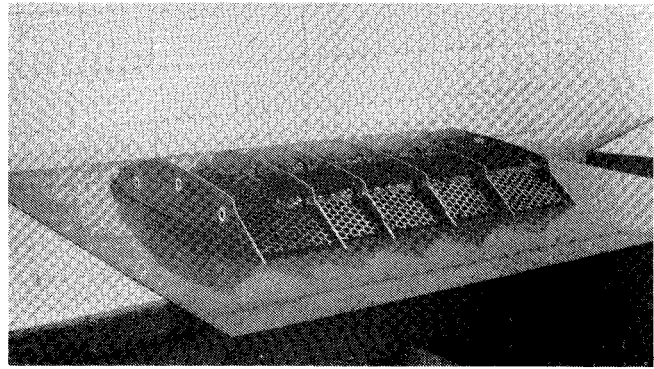
mahdukseen johtava jännitys määräytyy materiaalin myötölujuuden ja muokkauslujittumisen mukaan ja että r -arvolla on verraten monimutkainen jännitystilän luonteesta riippuva vaikutustapa lommahduserkkyteen. Jännösjännityksen suhteen on havaittu, että matala myötölujuus, suuret n - ja r -arvot venytysuunnassa, mutta pieni r -arvo venytykselle poikkitaivassa suunnassa johtavat matalaan jännösjännitystasoon kappaleessa.

TYÖKALUTEKNIikka

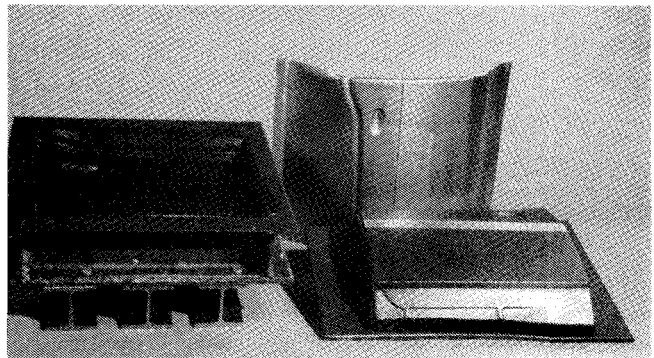
Kitka ja voitelu ovat tärkeitä tekijöitä, joilla voidaan vaikuttaa paljon muovausprosessiin ja sen tulokseen. Kun kitkan mittaamiseen levynmuovauksessa vallitsevissa olosuhteissa — ottaen huomioon mm. sen, että muovauksen aikana tapahtuva plastinen deformaatio ilmeisesti muuttaa myös pinnan geometriaa ja sen kemiallisia ominaisuuksia — ei ole ollut sopivia keinoja olemassa, on laboratoriossa yhdessä Fiskars Oy:n kanssa suunniteltu kitkakertoimen mittauslaite "Frictometer", joka mahdollistaa hyvin levynmuovauksen kitkatilannetta vastaavan kitkakertoimen määrittämisen (kuva 11). Laitteessa vedetään levyliuskaa kahden lieriömäisen työkalun yli, joista toinen on vapaasti pyörivä, toinen kiinteä. Vetovoima ja pidätysvoima valitaan niin, että vedettäessä tapahtuu plastinen muodonmuutos. Mittaamalla vetovoima, pidätysvoima ja pyörivään työkaluun vaikuttava voima kitkakerroin voidaan laskea.

Tietyillä lämpö- ja pinnoituskäsittelyillä voidaan työkalujen kestoikää vaikeissa vetotapauksissa, esimerkiksi ruostumattomien terästen muovauksessa, pidentää huomattavasti. Tätä koskevaa laajaa tutkimusta ja kehitystyötä ei ole mahdollista kuvata tässä yhteydessä yksityiskohtaisesti.

Suomen olosuhteissa ovat muovattavien tuotteiden valmistussarjat useinkin verraten lyhyitä. Tästä seuraa, että teräksestä tai valuraudasta valmistettävien työkalujen kustannukset kohoavat korkeiksi. Meillä on ilmeisesti vain vähän kiinnitetty huomiota mahdollisuuteen käyttää esim. sopivista muovilaaduista tai matalalla sulavista metalliseoksista valmistettavia halpoja lyhyen sarjan työkaluja. Työkalukustannuksissa saavutettava säästö on tällöin 50 – 80 %:n luokkaa; myös valmistusajan lyheneminen saattaa olla arvokas etu. Yhdistämällä tähän pienoismallitekniikka myös työkalujen muotoiluun ja kappaleiden mitta- ja muototarkkuuteen liittyvät ongelmat saattavat löytää hyvän ratkaisun. Tämä edellyttää kuitenkin työkalujen suunnittelijoilta metallien muovaukseen liittyvän metallurgisen tiedon hallintaa. Kuvat 12 ja 13 esittävät erästä pienoismallitutkimusta, jonka perusteella valmistettiin erikoisautomallin takaoven lyhytsarjatyökalut.



Kuva 12. Kappaleen alkuperäismallin valmistus muovista.
Fig. 12. Construction of the original model of the part.



Kuva 13. Valmiit pienoistyökalut ja niillä vedetty auton oven aihio.

Fig. 13. Scaled-down model tools and a drawn car door element.

Edellä on vain lyhyesti voitu kuvata sitä monipuolista ja metallurgille mielenkiintoista tutkimus- ja työkenttää, jonka levynmuovaus tarjoaa. Kun metallurgisen teollisuutemme tuottama ohutlevyvalikoima jatkuvasti monipuolistuu ja toisaalta maassa on ehkä 200 – 300 ohutlevyä muovaavaa yritystä, rohkenen otaksua, että Heikki Miekk-ojankin aikanaan korostama ajatus tutkimuksen suuntaamisesta sellaisiin kohteisiin, jotka ovat hyödyksi kotimaiselle teollisuudelle, saattaa osaltaan tätenkin toteutua.

SUMMARY

HEIKKI MIEKK-OJA MEMORIAL LECTURE: METALLURGY IN SHEET METAL FORMING

Sheet metals are one of the most important material groups in today's technology their in most cases excellent formability being one of the main reasons for their wide use.

For successful forming of complicated parts a considerable amount of metallurgical knowledge and expertise is needed. Many problems encountered in forming and materials selection for forming, if not always purely of metallurgical nature, can, however, be solved by metallurgists. Against a general background formability of sheet metals and its characterization, forming process control and the tools used are treated and a number of examples of research and development work performed in the Laboratory of Metal Working and Heat Treatment at Helsinki University of Technology are given in the lecture. As particular cases a recently developed friction tester and the short run tool technology are mentioned.

Sinkki-kuparimalmin kuvastuminen moreenissa Hammaslahden kaivoksella

Fil.kand. Martti Kokkola, Outokumpu Oy, Malminetsintä, Espoo
Geotekn. Seppo Penninkilampi, Outokumpu Oy, Malminetsintä, Outokumpu

YLEISTÄ

Outokumpu Oy:n Hammaslahden kaivos sijaitsee Pohjois-Karjalassa n. 20 km Joensuusta kaakkoon. Maasto on loivasti kumpuilevaa, pääasiallisesti metsän peittämää moreenimaata, jossa tunnetaan vanhemman luoteisen ja nuoremman läntisen jäätikön liikkeen aiheuttamat moreenikerrokset (Repo 1957). Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sinkki-kuparimalmin kuvastumista aluetta peittävässä irtomaakerroksessa geokeemiallisen moreenitutkimuksen keinoin.

Hammaslahden malmi on kvartsibreksiapohjainen sinkki-kuparimalmi, jossa tutkimuksen kohteena olevassa osassa sinkkipitoisuus kohoaa yli 2 % kuparipitoisuuden jäädessä alle 1 %. Ympäristön kivet ovat kloriittuutunutta kiilleliusketta, jossa on turbidiittisiä piirteitä. Mineralisaation länsipuolella on mustaliuskekerros, jossa tavataan anomaalisessa määrin nikkeliä (4–500 ppm).

MOREENITUTKIMUKSET

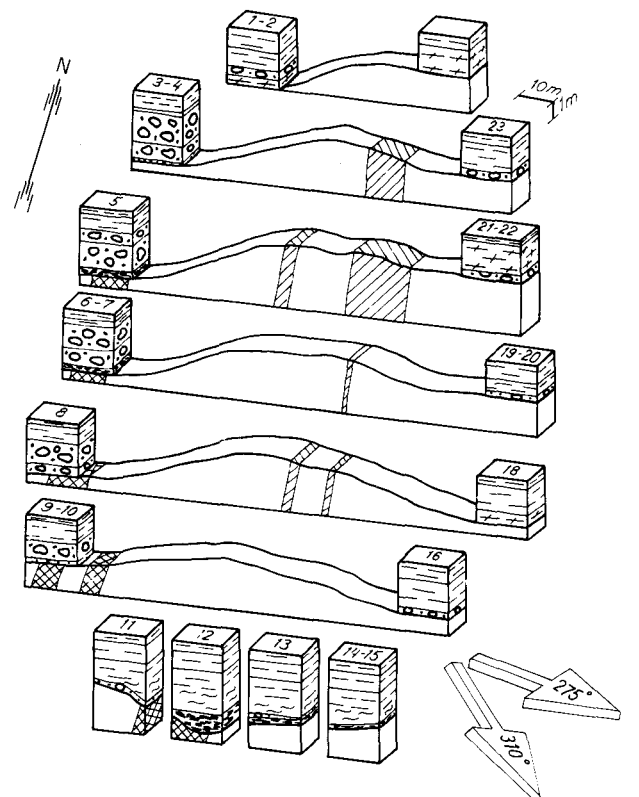
Näytteenottoa ja havainnointia tehtäessä irtomaapeite tutkimuksen kohteena olevan Z-avolouhoksen osalta oli kokonaan poistettu ja louhinta aloitettu. Muutamista silokalliopinoista voitiin kuitenkin mitata selvät uurteet, joista vanhempi osoitti keskimäärin suuntaa 310° ja nuorempi suuntaa 275°. Suuntaus- ja kivilaskuja moreenista ei suoritettu.

Havainto- ja näytteenottopaikat sijoitettiin avolouhoksen luiskiin mahdollisimman tasaisin välein. Kullakin havaintopisteellä rintausta puhdistettiin ja irtomaapeitteen stratigrafia havainnointiin. Kaikista havaituista kerroksista otettiin näytteet. Paksuista kerroksista otettiin näytteet vähintään 1 m välein. Havaintojen perusteella laadittiin kaavakuva louhoksen irtomaapeiteistä. Piirrokseseen on myös merkitty malmi ja sen länsi- ja osittain myös lounaispuolella sijaitsevan mustaliuskekerroksen sijainti (kuva 1).

Paksuimmat irtomaapeitteet tavattiin avolouhoksen länsireunalla, missä siltikerroksen alla esiintyi kaksi erillistä moreenipatjaa. Alinna tavattiin muutamissa paikoin vielä rapakalliota. Itäreunalla irtomaapeite oli huomattavasti ohuempi. Siellä tavattiin vain yksi moreenipatja, joka asunsa perusteella muistutti länsireunalla todettua ylempää, nuorempaa moreeniyksikköä.

Moreeninäytteet seulottiin -74 µm fraktioon, joista analysoitiin AAS-menetelmällä typpihappoliuoksesta kupari, sinkki, nikkeli, koboltti, lyijy, hopea ja rauta sekä rikki gravimetrisesti ja kromi XRF-menetelmällä. Moreenin hienoainekseen raskasmetallipitoisuuksiin ovat Hammaslahdessa voimakkaammin vaikuttaneet sekä sinkki-kuparimalmi että länsiosassa sijaitseva herkästi rapautuva mustaliuske, jonka rapautumistuotteet ovat aiheuttaneet nikkelin anomaalisuutta moreenissa. Tämä selvä ero metallilähteissä aiheuttaa eroja myös

näytteiden nikkeli-sinkkisuhteessa. Vastaavanlainen mutta heikompi ero on myös nikkeli-kuparisuhteessa.



MAAPERÄ

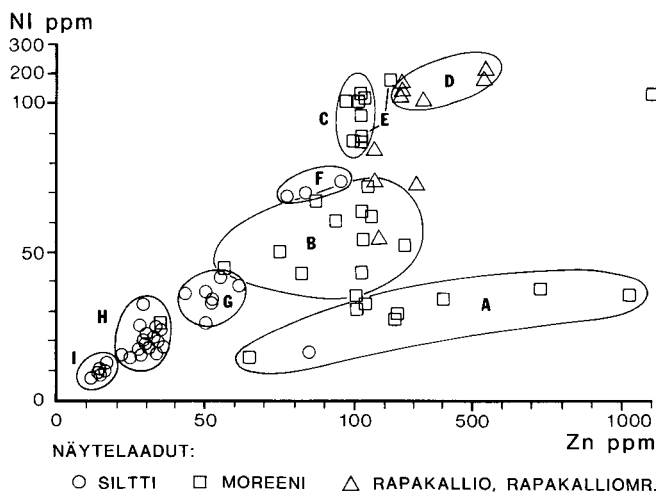
KALLIOPERÄ	SILTTI	TÄYTEMÄÄ
ZN-CU-MALMI	MOREENI	
MUSTALIUSKE	RAPAKALLIO	

Kuva 1. Irtomaapeitteen kaavakuva Hammaslahden kaivoksella. Kaavioon on merkitty malmin sekä avolouhoksen länsi- ja eteläosassa sijaitsevan mustaliuskekerroksen sijainti. Länsipuolella tavataan kaksi erillistä moreenipatjaa, itäpuolella ainoastaan yksi. Ylimpänä stratografiassa on silttejä ja lounaisosissa taas alimpana rapakalliota. Nuolet osoittavat jäätikön liikesuuntia. Laatikoissa olevat numerot vastaavat havaintopisteitä.

Fig. 1. Overburden Z-open pit in Hammaslahti mine. Kallioperä = bedrock, Zn-Cu-malmi = Zn-Cu-ore, mustaliuske = black-schist, siltti = silt, moreeni = till, rapakallio = weathered bedrock, täytemää = filling earth. Arrows indicate the directions of the icemovements.

Moreenin, rapakalliomoreenin ja siltin nikkeli-sinkkipitoisuuksien keskinäiset vaihtelut jakaantuvat selvästi erilaisiksi silloin kun mustaliuskeen tai malmin vaikutus on dominoiva (kuvat 2 ja 3). A-kentässä näytteiden sinkkipitoisuus on korkea, mutta nikkelpitoisuus alhainen. Yhtä lukuunottamatta näytteet ovat moreenia ja ne sijoittuvat avolouhoksen itäreunalle nuorempaan moreeniin. Kentässä B sijaitsevat moreeninäytteet edustavat lähinnä tausta-alueita, jossa ei voida havaita enempää malmin kuin mustaliuskeenkaan vaikutusta. Näytteet ovat pääasiassa moreenia ja ne sijoittuvat yhtä lukuunottamatta avolouhoksen länsilaidalle mustaliuskeen "yläpuolelle". Kentässä C sijaitsevia moreeninäytteitä sen sijaan dominoi mustaliuske, mikä ilmenee suhteellisen korkeana nikkelpitoisuutena sinkkipitoisuuden sen sijaan edustaessa lievästi kohonnuttua tausta-arvoa. Nämä näytteet sijoittuvat mustaliuskekerroksen välittömään läheisyyteen moreenikerroksen alaosaan avolouhoksen länsilaidalla. Kentässä D sekä nikkeli- että sinkkipitoisuus on voimakkaasti anomaalinen. Kenttä koostuu rapakallionäytteistä, jotka sijoittuvat moreenikerroksen alaosaan avolouhoksen eteläosassa. Kentät F, G, H ja I muodostuvat siltinäytteistä, joissa näkyy sinkin ja nikkelin pitoisuuksien aleneminen. Nämä näytteet sijoittuvat loittonevasti mustaliuskeen vaikutuspiiristä.

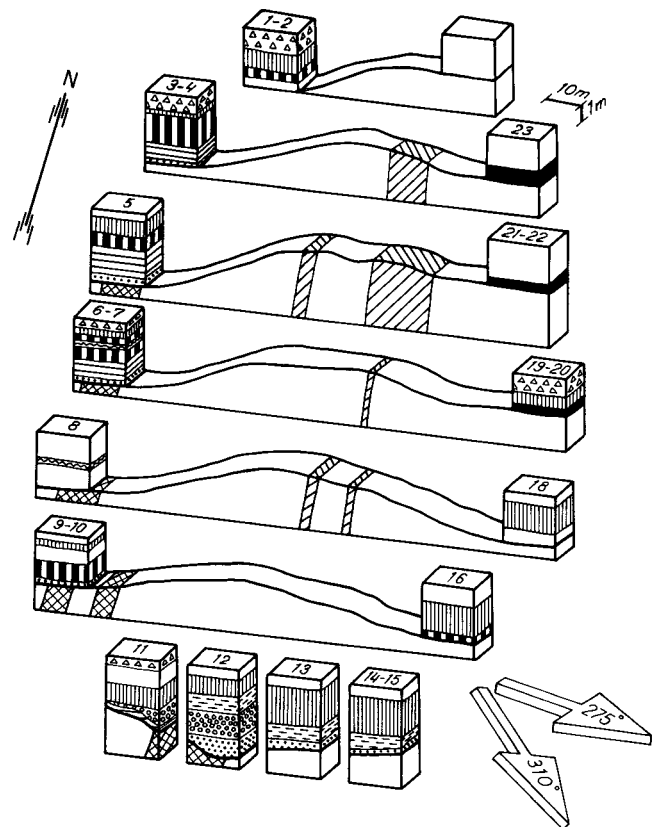
MAAPERÄSTÄ OTETTUIEN NÄYTTEIDEN
NI- JA ZN-PITOISUUKSIEN KESKINÄINEN VAIHTELU



Kuva 2. Nikkeli/sinkkisuhteen vaihtelun muodostamat kentät. Kirjaimet A-I vastaavat kuvassa 3 esitettyjä geokemiallisia kerrosyksiköitä.

Fig. 2. Ni/Zn ratios in different samples. The fields A-I point to the geochemical units in Fig. 3.

Pitoisuuksien antaman stratigrafiakuvan perusteella (kuva 3) voidaankin päätellä, että vanhempi moreenikerros (C) on jäätyneenä suojannut topografisesti alempana olevaa mustaliusketta nuoremman jäätikön liikkeen synnyttämän moreenikerroksen muodostuessa. Näin ollen mustaliuskeen vaikutusta ei voida havaita nuoremmassa 275° suunnasta liikkuneessa moreenikerroksessa vaan sen anomalia koostuu malmin aiheuttamista kohonneista sinkki- ja kuparipitoisuuksista. Malmin on topografiassa ylempänä ja näinollen ollut nuoremman jäätikön virtauksen rouhittavana. Varsin selvästi tämä näkyy verrattaessa avolouhoksen länsi- ja itäpuolelta otettujen ylempien moreeninäytteiden metallipitoisuusvaihteluita toisiinsa



ZN-CU-MALMI
MUSTALIUSKE
MAAPERÄN GEOKEMIAALLISET KERROSYKSIKÖT
A B C D E F G H I

Kuva 3. Nikkeli/sinkkisuhteen perusteella ryhmitellyt geokemialliset kerrosyksiköt. Korkeimmat nikkeli-sinkkisuhdet tavataan moreenissa ja rapakalliomoreenissa avolouhoksen länsireunalla, alhaisimmat moreenin suhdelukuarvot taas itäpuolella moreenikerroksessa.

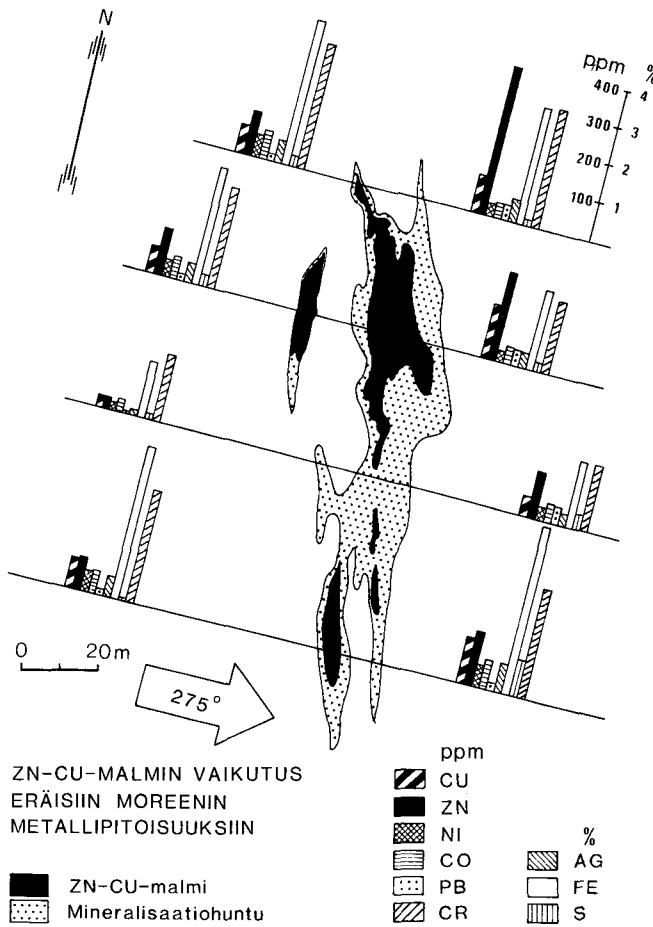
Fig. 3. The geochemical units according to Ni/Zn ratios. The highest values are met in the W-part and the lowest in the E-part of the open pit.

(kuva 4). Malmin pohjoisosassa, missä sinkkipitoisuudet ovat suhteellisesti korkeammat, näkyy tämän vaikutus selvästi itäpuolen voimakkaampina anomaliaina. Keskiosassa heikomman mineralisaation alueella myös itäpuolella anomalia on heikompi kun taas eteläosassa sinkki-kuparisuhde on suhteellisen tasainen.

Metallipitoisuuksien vaihtelu nuoremmassa moreenipatjassa malmin länsi- ja itäpuolella on huomattava. Kuparin, sinkin ja lyijyn lukuarvojen prosentuaalinen kasvu indikoi lähellä olevaa puhkeamaa (taulukko 1).

YHTEENVETO

Hammastahlan kaivoksen Z-avolouhoksen irtomaapeitekerroksesta tehdyssä pienimuotoisessa geokemiallisessa tutkimuksessa on todettu malmin aiheuttaman geokemiallisen anomalian kuvastuvan selvästi nuoremmassa moreenissa louhoksen itäpuolella. Tällä alueella ei tavata vanhempaa, pohjoisemman jäätikönliikkeen aikaansaamaa moreenikerrosta. Malmin länsipuolella oleva mustaliuske-kerros ei sen sijaan



Kuva 4. Metallipitoisuuksien vaihtelu malmin länsi- ja itäpuolella nuoremmassa moreenikerroksessa.

Fig. 4. Concentrations of different elements in the younger tillbed on the W- and E-sides of the open pit.

näy nuoremmassa moreenipatjassa. Tämä selittyy sillä, että vanhempi moreeni on jäätyneenä suojannut topografiassa syvemmällä olevaa mustaliusketta nuoremmasta läntisen virtauksen tapahtuessa. Malminetsinnällisesti havainto on merkittävä, sillä jos malmi ja mustaliuske olisivat toisiinsa nähden sijainniltaan eri asemassa, saattaisi malmin aiheuttama anomalia mahdollisesti peittyä mustaliuskeen suhteellisesti voimakkaampaan anomaliaan ja täten harhauttaa malminetsijää.

Taulukko 1. Metallipitoisuuksien lukuarvojen muutokset nuoremmassa moreenikerroksessa malmin länsi- ja itäpuolella.

Table 1. Concentrations of different elements in the younger tillbed on the W- and E-sides of the open pit.

Alkuaine	Malmin W-puoli			Malmin E-puoli			Ka:n muutos	
	min.	maks.	ka(8kpl)	min.	maks.	ka(7kpl)	lukuarvo	%
CU ppm	32	82	63	38	480	157	+94	+149
ZN "	34	125	87	65	1360	451	+364	+418
NI "	26	68	48	14	37	39	-9	-19
CO "	10	19	15	6	19	12	-3	-20
PB "	6	18	13	12	180	68	+55	+423
AG "	0.2	0.7	0.50	0.2	1.2	0.56	+0.06	+12
CR "	183	362	273	172	311	244	-49	-18
FE %	1.6	4.1	3.2	1.3	4.5	2.7	-0.5	-16
S "	0.01	0.46	0.18	0.09	1.11	0.23	+0.05	+28

KIRJALLISUUS — REFERENCES

Reino Repo: Untersuchungen über die Bewegungen des Inlandeises in Nordkarelien, Bull. Comm. Geol. N:o 179 Helsinki 1957.

SUMMARY

HAMMASLAHTI MINE

Small-scale geochemical studies on the overburden of the Z-open pit at the Hammaslahti mine have shown that a geochemical anomaly caused by the ore manifests itself distinctly east of the open pit in till produced by younger glacier movement. The older till layer deposited by the glacier movement from a more northerly direction is lacking and hence any influence that the ore may have had on it is unknown. An interesting point, however, is that the black schist layer west of the ore deposit does not manifest itself in the younger till layer. This can be attributed to the fact that the frozen older till layer protected the black schist during the younger glacier flow from the more westerly direction. In terms of exploration the observation calls for some caution, because if the positions of the ore and the black schist had been reversed, the geochemical information given by the till layer might have been essentially different and misleading to the prospector.

VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANFÖRENINGEN ry:n

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 29.—30.3.1985.

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANFÖRENINGEN ry:s

ÅRSMÖTE

hålls i Helsingfors den 29.—30.3.1985.

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

Sotkamon Taivaljärven Ag-Zn-Pb-esiintymä

Fil.maist. Timo Kopperoinen ja fil.maist. Ilkka Tuokko, Kajaani Oy, Malminetsintä

ESIINTYMÄN LÖYTYMINEN

Syksyllä 1980 Oulun yliopiston Kuhmon malmiprojektin tutkijat löysivät Sotkamon Tipasjärven eteläpuolella paljastumista karkeafragmenttista pyroklastista hapanta vulkaniittia, jossa oli kiisupitoisia fragmentteja ja juonia. Kivi muistutti ulkoasultaan sellaisia vulkaniitteja, jotka ovat tyypillisiä esimerkiksi Kanadan massiivisten sulfidimalmien yhteydessä. Tämän innoittamana tutkijat etsivät lähiympäristöstä lohkkareita ja löysivätkin Taivaljärven kanavasta sekä tyhjiin lasketun Taivaljärven pohjasta kvartsi-serisiittiliuskelohkkareita, joissa oli sinkkivälkettä ja lyijyhohdetta. Parhaissa lohkkareissa todettiin olevan 2 % sinkkiä, 0,5 % lyijyä ja 100 g/t hopeaa. Maapeitteen alainen puhkeama löytyi geokemiallisella näytteenotolla noin 600 m jäätikön tulosuuntaan lohkkareista. Kajaani Oy:n tekemä ensimmäinen kairausreikä lävisti esiintymän toukuussa 1981 sen paksuimmalta kohdalta.

GEOKEMIALLISET JA GEOFYSIKAALISET TUTKIMUKSET

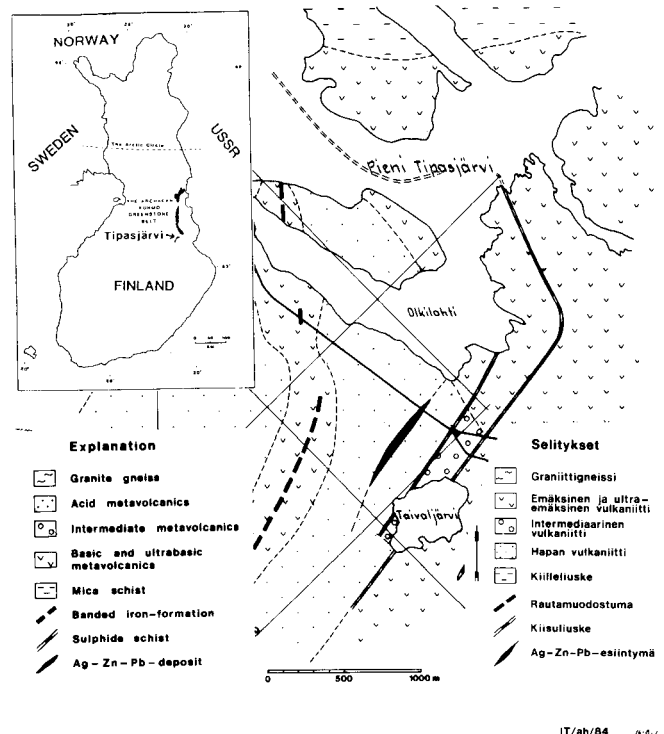
Taivaljärven esiintymän kohdalla on selvä moreenin geokemiallinen anomalia, jossa sinkin, lyijyn ja hopean pitoisuudet ovat 100, 10–100 ja 2–20 kertaiset taustaan verrattuna. Lohkkareviuhkan ja puhkeamalta päin virtaavien vesien vaikutusalueella sijaitsevan Taivaljärven pohjasedimenteissä ei ole havaittavaa metallipitoisuuksien anomalisuutta.

Geofysikaaliset tutkimukset ovat käsitäneet seuraavia mittausmenetelmiä: magneettinen, VLF-R, Slingram, Turam, SP, IP ja gravimetrinen. Kuitenkin esiintymä on erotettavissa selvästi vain VLF-R- ja IP-menetelmillä sekä syväkairausreikässä tehdyissä latauspotentiaalimittauksissa. Mineralisaation ulkopuoliset rautamuodostumat, kiisuliuseket ja välittömästi mineralisaation itäpuolelle sijoittuvat rikkikiisuhorontit sen sijaan tulevat esille yleensä voimakkaina anomaliaina käytettäessä muita mittausmenetelmiä.

ESIINTYMÄN GEOLOGINEN SIJAINTI

Taivaljärven esiintymä sijaitsee Tipasjärven liuskejaksosn stratigrafisesti alimpana olevan happamista metavulkaniiteista koostuvan Koivumäki-muodostuman yläosassa (kuvat 1 ja 2), kyaniittipitoisten kvartsiittien sekä kiisuliusekiden alapuolella. Muodostuma koostuu pääosin happamista tuffeista, joissa on tyypillisesti 2–4 mm:n kokoisia kvartsihajarakeita, joita usein tavataan vulkaanisyyntysten sulfidimalmien lähistöllä.

Karkeafragmenttisia pyroklastisia kiviä tavataan useissa kohdin liuskejaksolla, laajimmillaan Koivumäen ympäristössä. Koivumäki-muodostuman kyaniittikvartsiitit ja erityisesti



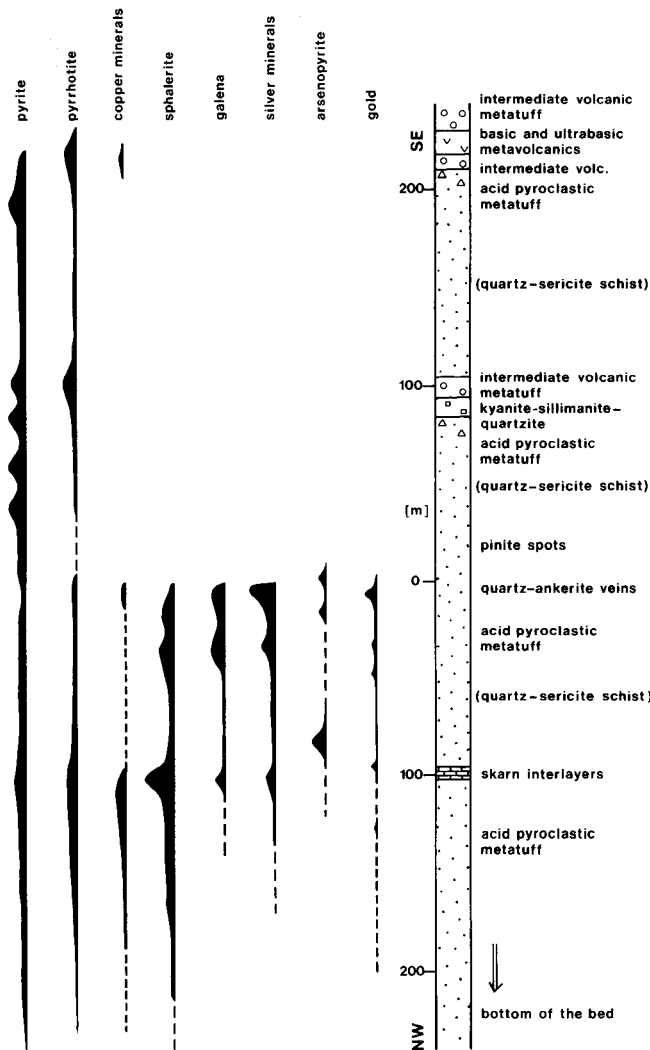
Kuva 1. Taivaljärven Ag-Zn-Pb-esiintymän sijainti ja geologia.

Fig. 1. Location and geology of the Taivaljärvi Ag-Zn-Pb deposit.

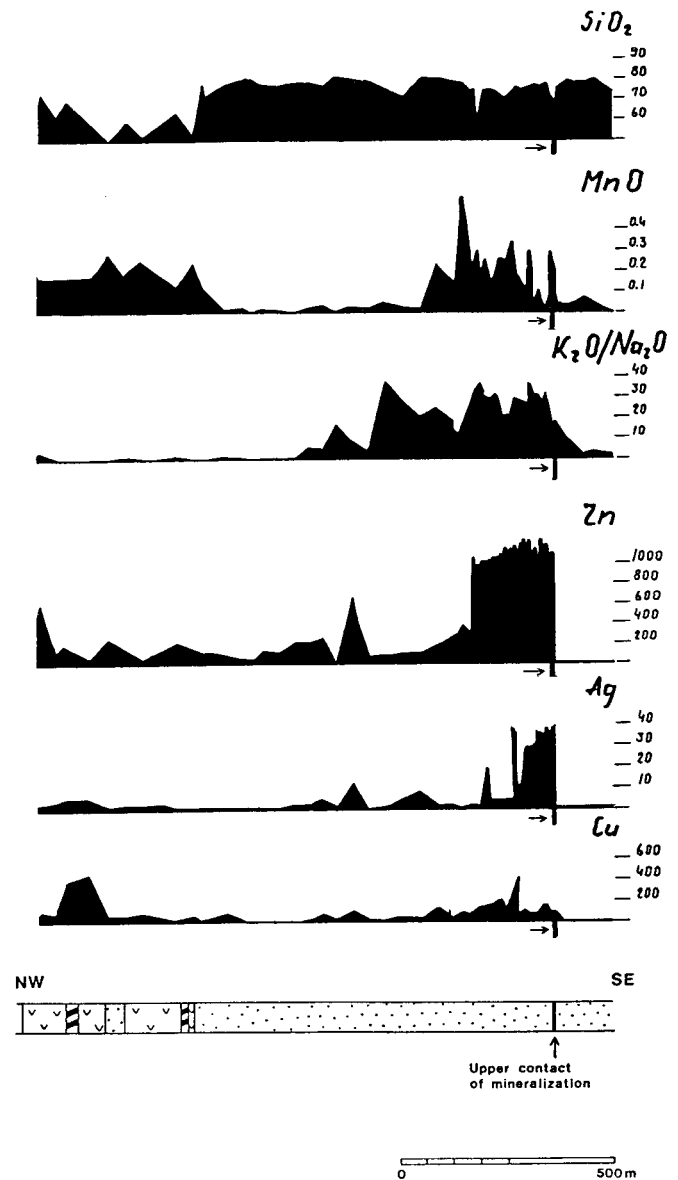
rautamuodostumat ja kiisuliuseket ovat olleet merkittäviä johtohorizontteja alueen tutkimuksissa. Koivumäki-muodostuman päällä on tholeiittisia metabasalteja sisältävä Vuoriniemi-muodostuma, jossa vulkaaniset primaarirakenteet ovat yleisiä. Jälkimmäisen muodostuman päällä on vuorostaan komatiiteista koostuva Kallio-muodostuma, jossa tavataan muun muassa spinifex-rakenteita todisteena kivien vulkaanisesta luonteesta.

TAIVALJÄRVEN ESIINTYMÄN KEMIALLISESTI MUUTTUNUT YMPÄRISTÖ

Makroskooppisesti esiintymän isäntäkivi eroaa ympäristöstään vain taloudellisesti merkittävien metallisulfidipitoisuuksiensa puolesta. Runsaasti hopeaa sisältävissä osissa kiville on lisäksi usein ominaista se, että siinä on runsaasti ankeriittia ja



Kuva 2. Yleistetty poikkileikkaus Taivaljärven esiintymästä.
Fig. 2. Schematic section across the Taivaljärvi deposit.



Kuva 3. Poikkileikkaus Koivumäki-muodostumasta: eräiden pää- ja hivenalkuaineiden pitoisuudet. Selitykset ks. kuva 1.
Fig. 3. Section across the Koivumäki Formation, contents of some major and trace elements. For explanations see Fig. 1.

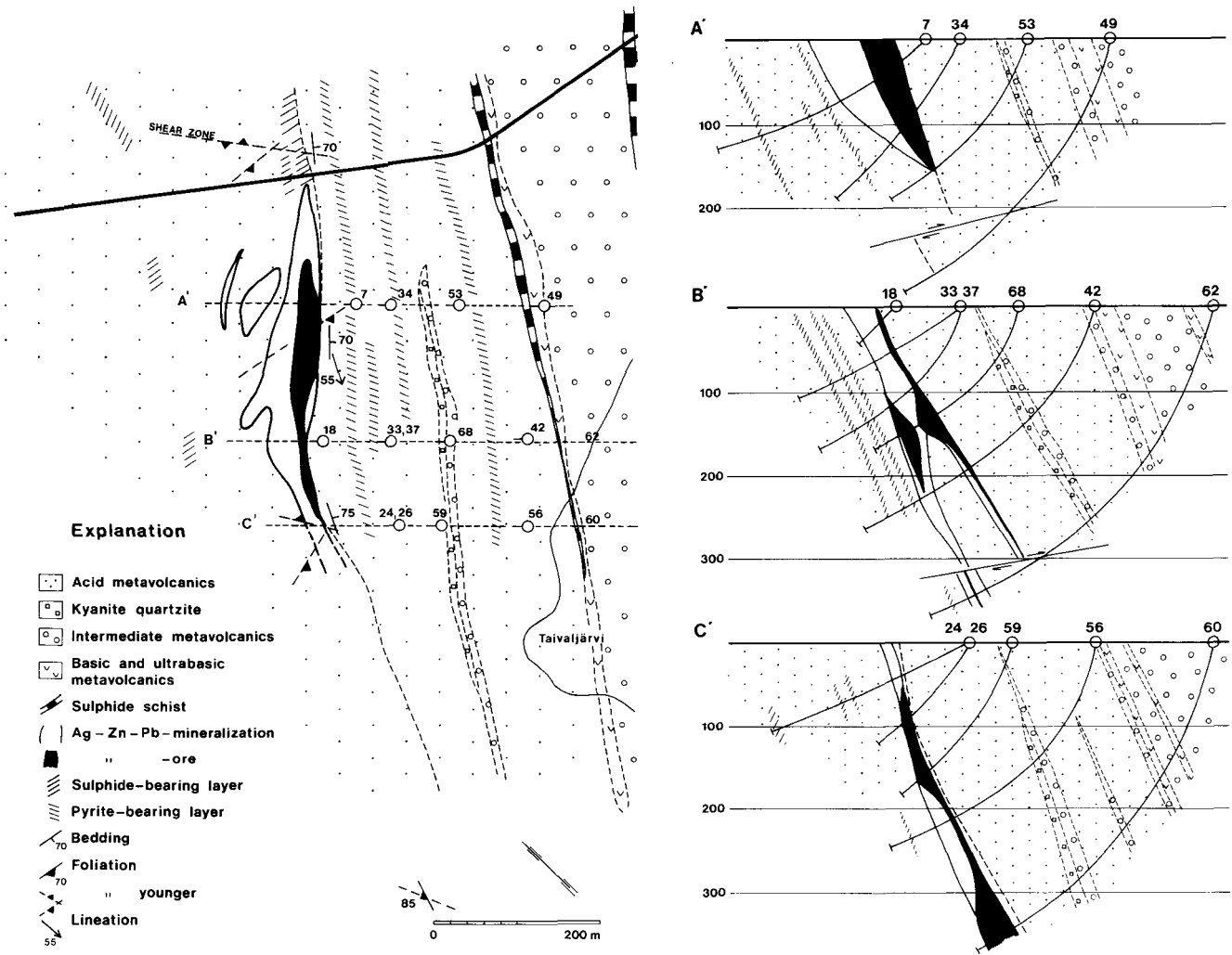
kvartsi-ankeriittijuonia. Kemiallisissa koostumuksissa ero on sen sijaan selvempi (kuva 3). Taivaljärven esiintymässä ja osin sen alapuolisessa sivukivessä K₂O- ja MnO-pitoisuudet ovat selvästi suurempia, Na₂O vastaavasti pienempi. K₂O/Na₂O-suhde näyttää selvästi mineralisaation paikan. Vastaavan tyyppistä kemiallista muuttumista oli havaittu Kajaani Oy:n vuosina 1974 – 1978 tutkimassa intermediäärisiin vulkaniitteihin liittyvässä Suomussalmen Saarikylän Zn-Pb-Ag-Au-esiintymässä.

Koska Taivaljärvellä Na:n ja Ca:n pitoisuudet ovat yleensä alhaisia, muuttumiserot eivät ole selviä. Sitä vastoin Saarikylässä on havaittavissa näiden alkuaineiden selvää suhteellista vähentymistä ja toisaalta SiO₂-pitoisuuden ja K₂O/Na₂O-suhteen selvää kohoamista. Havaitut kemiallisen koostumuksen

muutokset vastaavat vulkaanisten sulfidimalmien ympäristön muuttumisilmiöitä.

MINERALISAATIO JA MALMIMINERAALIT

Mineralisaation merkittävän osan pituus kallion pinnassa on 550 m ja keskileveys 40 m (vaihtelurajat 5 – 130 m). Syväkai- rausten perusteella esiintymän arvioidaan jatkuvan ainakin 350 m:n syvyydelle siten, että kaade on noin 65° kaakkoon ja pituusakseli on noin 60° lounaaseen. Muodoltaan esiintymä on voimakkaasti litistynyt sylinteri, jonka pintaosa laajenee litistyneeksi kartioksi. Yläkontaktissa (itäreunassa) on keskimäärin 9 m paksu osa, jossa hopeapitoisuudet ovat merkittäviä. Tämän alapuolella on 0 – 30 m paksu pitoisuusiltaan erit-



Kuva 4. Taivaljärven esiintymän maanpintatase ja poikkileikkaukset A', B' ja C'.
Fig. 4. Surface plan and cross sections A', B' and C' of the Taivaljärvi deposit.

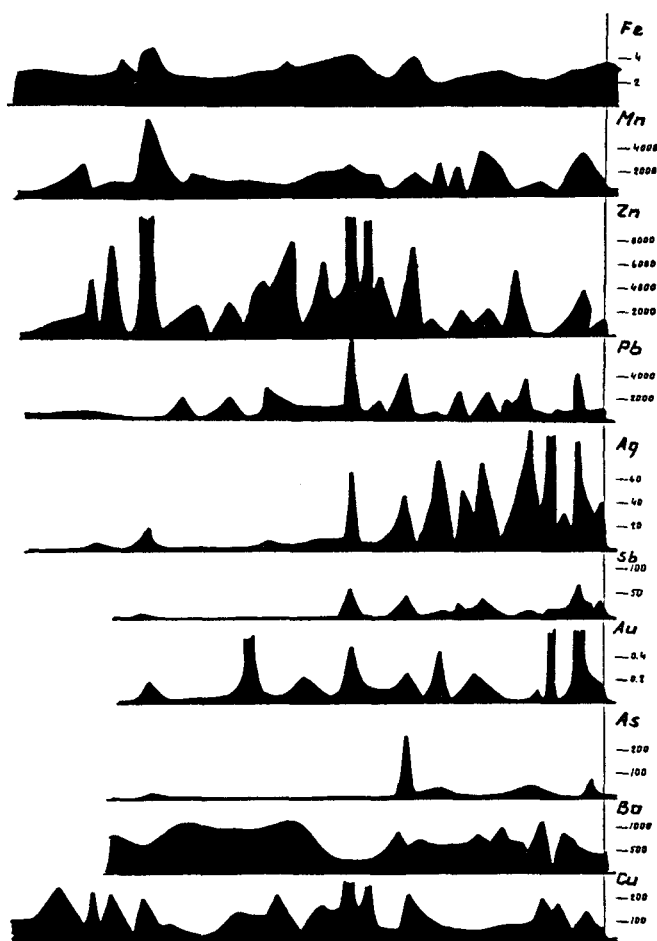
täin heikko vyöhyke ja vastaavasti tämän alapuolella on 10 – 60 m paksu jalkaosaa, jossa hopeapitoisuudet ovat noin 30 g/t (kuva 4).

Jalkaosan metallipitoisuudet vaihtelevat suuresti, paikoin sinkkipitoisuudet nousevat useisiin prosentteihin. Jalkaosan alapuolella ja esiintymän jatkeilla on laaja, vain heikosti mineralisoitunut osa, jonka rajoja ei tunneta. Yläkontakti on sen sijaan erittäin terävä ja suoraviivainen, pitoisuuksien muuttuessa muutaman metrin matkalla tausta-arvoja vastaaviksi (kuva 5).

Isäntäkivi on kvartsihajarakeita sisältävä kvartsi-serisiittiluske, jossa on rikkikiisua noin 5 % koko kiven määrästä. Hopearikkaassa katto-osassa on ankeriittirikkaita osia sekä epäsuunnollisia kvartsi- ja kvartsi-ankeriittijuonia, joiden yhteydessä on usein karkeaa lyijyhohdetta ja paljain silmin havaittavaa pyrgyriittiä. Sinkkivälkettä on juonien yhteydessä sekä myös raitoina ja piroteena. Hopearikkein osa keskittyy sylinterin keskukseen. Reunoilla sinkkivälkkeen suhteellinen osuus kasvaa ja paikoin esiintyy vähäisiä massiivisia sinkki-

välke-rikkikiisu-lyijyhohderaitoja ja -linsejä. Kattokontaktista alaspäin mentäessä hopean määrä laskee nopeasti ja ankeriitin osuus vähenee. Jalkaosan alareunassa on granaattia, amfiboleja ja karbonaattia sisältäviä karsihorisontteja, joissa sinkkipitoisuus nousee paikoin useisiin prosentteihin, hopeapitoisuuden ollessa alhainen. Karsihorisonttien alapuolelta ei tunneta merkittäviä mineralisoitumia.

Tärkeimmät malmimineraalit ovat freibergiitti (31.5 % AgO), pyrgyriitti, dyskraziitti, metallinen hopea, sinkkivälke ja lyijyhohde. Vähäisempiä määriä on todettu metallista kultaa ja antimonia, antimonihohdetta, acantiittia, miargyriittiä, bournoniittia, borniittia, scheeliittiä sekä lyijyhohteessa tarkemmin tunnistamattomia sulfosuoloja. Kuparikiisua esiintyy hyvin vaihtelevasti, runsaimmin esiintymän päissä ja jalkaosassa. Arseenikiisua on todettu välittömästi kattokontaktin yläpuolella ja sisäraakun alaosassa. Kulta- ja arseenipitoisuuksien välillä ei ole selvää yhteyttä. Hopeamineraalit esiintyvät pääasiassa lyijyhohteen reunoilla omina noin 0,1 mm:n suuruisina rakeina sekä lyijyhohderakeiden lähellä karbonaa-



Kuva 5. Eräiden hivenmetallien pitoisuudet Taivaljärven esiintymän poikkileikkauksessa, kairausreikä 7.
Fig. 5. Contents of some trace metals across the Taivaljärvi deposit, drill hole 7.

tissa sulkeumapölynä ja toisten mineraalien välejä täyttäen. Hopearikkaassa osassa lyijyhohde sisältää hopeaa 1,5 – 1,7 % AgO sekä jalkaosassa 0,01 % AgO.

Taivaljärven esiintymässä on 400 m:n syvyyteen asti todettu olevan katto-osassa noin 4 milj. tonnia mineralisoitunutta kiveä, jonka metallipitoisuudet ovat 0,9 % Zn, 0,4 % Pb, 100 g/t Ag ja 0,3 g/t Au. Noin 2 milj. tonnin suuruisen sisäraakun erottamana on jalkaosassa noin 1,5 milj. tonnia kiveä, jonka metallipitoisuudet ovat 1,0 % Zn, 0,3 % Pb, 59 g/t Ag ja 0,17 g/t Au. Jalkaosan alapuolella lähelle maanpintaa painottuneena on heikkoja mineralisaatioita n. 12 milj. tonnia. Pitoisuudet jakaantuvat säännöllisen mineralisoituneen kerroksen sisällä hyvin epätasaisesti. Syväkairauksien mukaan katto-osassa paras lävistys on 7,5 m:n matkalla 2,35 % Zn, 2,65 % Pb, 391 g/t Ag ja 0,7 g/t Au ja jalkaosassa vastaavasti 6 m:n matkalla 3,5 % Zn, 0,67 % Pb ja 141 g/t Ag.

Laboratoriossa tehtyjen rikastuskokeiden perusteella merkittävimmät metallit saadaan yhteisrikasteeseen noin 90 %:n saannilla.

ESIINTYMÄN SYNNYSTÄ

Työhypoteesina Taivaljärven esiintymää tutkittaessa on ollut se, että mineralisaatio on synnyttänyt kerrossidonnainen vulkaanis-ekshalatiivinen malmi. Todisteina vulkaanisesta luonteesta ovat pelkästään vulkaniitteja sisältävä ympäristö, kivien sisältämät heitteleet, hydroterminen muuttuminen ja tyypillinen metallijakautuman vyöhykkeellisyys. Karsikerrokset sekä rikastuma-, raakku- ja jalkaosan jatkuvuus kerroksina ilmentävät sitä, että malmin synnyn aikana on tapahtunut useita tuhka- ja heittelepurkauksia. Kerrosten yläpinnat edustavat kyseisen vulkaanisen vaiheen pysähtymistä ja fumarolitoiminnan aikaa.

Esiintymä on ilmeisesti syntynyt hyvin matalaan veteen tai osittain kuivalle maalle. Malmiliuosten lähestyessä kerroksen pintaosaa paine on laskenut vesikerroksen puuttumisen vuoksi ja malmiaine on saostunut tuhkatatjan sisään juoniverkostoksi eikä ole purkautunut kerroksen pinnalle massiiviseksi malmiksi. Malmittomat rikkikiisupitoiset kerrokset edustanevat malminmuodostuksen jälkeistä vaihetta.

SUMMARY

THE TAIVALJÄRVI Ag-Zn-Pb-DEPOSIT IN SOTKAMO

Taivaljärvi deposit was found in 1980 on the basis of glacial boulders. The deposit is located in Tipasjärvi area in the southern part of the Kuhmo Greenstone Belt. Currently, the known reserves are estimated at about 21 Mt of mineralized rock, of which 5.6 Mt at 0.9 % zinc, 0.4 % lead, 90 g/t silver and 0.25 g/t gold.

The mineralization is situated in the upper part of a hydrothermally altered acid pyroclastic metavolcanic strata. The surrounding rock is a quartz-sericite schist containing "quartz-eye"-phenocrysts. The mineralized zone and the contiguous underlying rocks are enriched in K_2O , slightly enriched in MnO , Fe_2O_3 and MgO , and depleted in Na_2O . The hanging wall contact is sharp, the footwall contact is diffuse, and there is a widespread enrichment, especially of zinc.

The most important ore minerals are freibergite (31.5 % AgO), pyrrargyrite, silver, dyscrasite, sphalerite, galena and sporadically gold. The silver minerals are concentrated in a part containing quartz-ankerite veins close to the hanging wall contact in the central part of the deposit. Most of the sphalerite is found at both ends of the deposit, where there are small lenses resembling massive sulphides, and in the footwall in skarn-interlayers.

The deposit is assumed to be a stratabound, volcanic-exhalative deposit with typical metal zonation and hydrothermal alternation zone, and was probably deposited in shallow water.

Havaintoja maamme nikkelimalmien rikastamisesta

Professori Toimi Lukkarinen, Teknillinen korkeakoulu, Espoo

Jäähyväisluennon tiivistelmä 4.5.1984

JOHDANTO

Tähän esitykseen olen koonnut eräitä maamme nikkelimalmien rikastamisesta saatuja havainnoita siltä 27 vuoden ajalta, joka on kulunut Kotalahden malmin tutkimusvaiheesta. Tarkastelujakson piiriin kuuluu kymmenkunta malmia.

Sulfidimineraalien koostumuksen ja määrien puolesta maamme nikkelimalmat ovat keskenään samankaltaisia. Sen sijaan isäntäkivien koostumuksissa ja rakenteissa on myös malmien rikastamiseen vaikuttavia eroja. Liioittelematta voidaan sanoa, että jokaisen malmin syntymisolosuhteissa ja sen myöhemmissä kohtaloissa on periaatteessa säädetty sen rikastamismahdollisuudet jopa rikastustuloksetkin. Tätä malmin kohtalojen kirjaa tutkijan tulisi osata tarkasti lukea ja myös selkeästi ymmärtää lukemansa, jotta malmia hyväksi käytettäessä ei tulisi kohtuuttomia virheitä. Johdonmukaisesti ja luotettavasti otetuista näytteistä tehty mineraloginen ja kemiallinen analysointi muodostaa työn perustan. Rikastustutkijan on syytä pitää mineralogia ystävänä, mikä on nikkelimalmien kohdalla kenties vielä tärkeämpää kuin monien muiden sulfidimalmien ollessa kyseessä.

Ennen v. 1954 tapahtunutta Kotalahden malmin löytymistä meillä oli ollut Petsamon ja Makolan nikkelimalmat, joista toinen oli menetetty ja toinen louhittu loppuun mainittuun ajankohtaan mennessä. Sen jälkeen ovat töiden kohteina olleet seuraavat malmit: Kotalahti, Hitura, Vuonos, Telkkälä, Puumala, Petolahti, Kylmäkoski, Vammala ja Enonkoski.

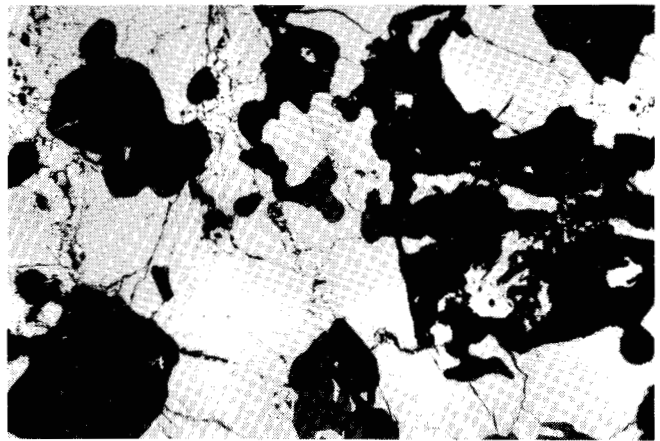
NIKKELIMALMIEN GEOLOGINEN JA MINERALOGINEN YLEISLUONNNE

Sulfidiset nikkelimalmat liittyvät emäksisiin tai ultraemäksisiin kiviin. Näille on ominaista korkea magnesium- ja rautapitoisuus ja vastaavasti kivilajimelessä alhainen, korkeintaan 45 %:n SiO_2 -pitoisuus. Tällaisia kivilajeja ovat peridotiitit ja niistä muodostuneet serpentiniitit, amfiboliitit ja gabrot, joista nikkelin kantajia sanotaan noriiteiksi /1/.

Laaja-alaisessa nikkeliessiintymässä on mahdollista tavata kaikkia mainittuja kivilajeja. Jos malmi osoittautuu liittyvän serpentiniitteihin, nostaa se tavallisesti pelon rikastusinsinöörin mieleen, mutta amfiboliitti tai noriitti on hyvä enne.

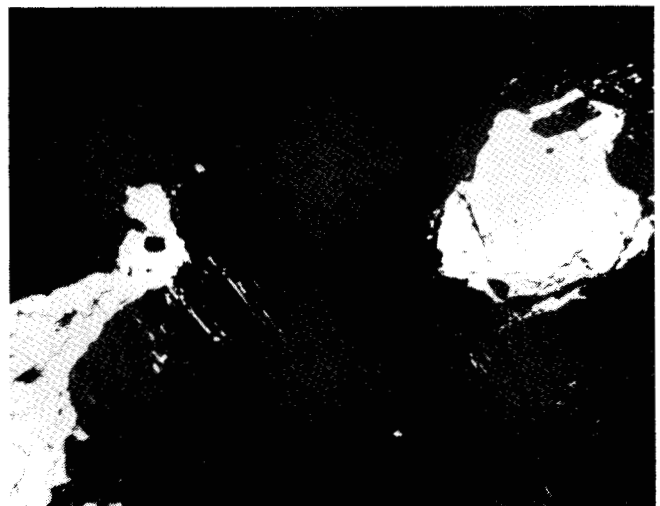
Isäntäkivien puolesta voidaan meidän malmimme jaotella ylimalkaisesti seuraavaan tapaan: Kotalahden eteläiset malmit, Huuhtijärvi ja Vehka ovat peridotiiteissa ja gabrossa sekä perkniitiksi sanotussa sarvivälke- pyrokseniitissa /2/. Myöhemmin louhintaan otettu Mertakosken malmi liittyy vahvasti serpentiniittiytyneeseen kiveen. Kotalahden toiminnan aloittamisen kannalta tällä louhintajärjestyksellä oli suuri merkitys, joka tuntui aina nikkelitehtaalla asti.

Kotalahden malmin perustyyppisiä ovat pirotemalmi ja breksiamalmi. Kuvissa 1 ja 2 nähdään esimerkkejä Kotalahden malmin rakenteesta.



Kuva 1. Kotalahden malmin magneettikiisu-, pentlandiitti- ja kuparikiisu- breksia, 11 x.

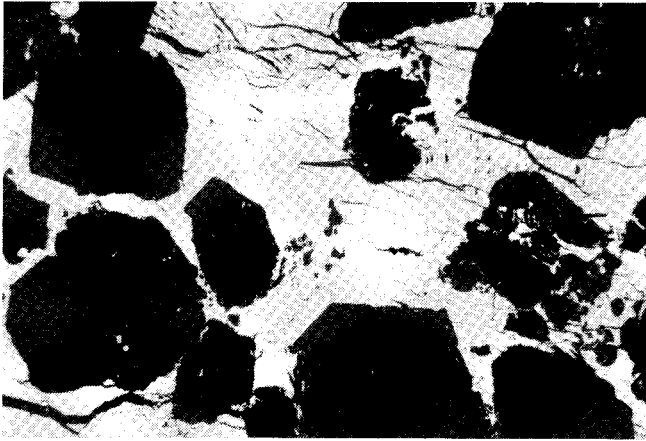
Fig. 1. Pyrrhotite, pentlandite, chalcopyrite breccia in Kotalahti ore, 11 x.



Kuva 2. Kotalahden pirotemalmia, 13 x.

Fig. 2. Disseminated ore on Kotalahti, 13 x.

Hituran malmin sekä reunamalmit että niiden väliin jäävä ns. välimassa ovat serpentiniittimassiivin sisällä. Reunamalmien muuttumisaste on vähäisempi kuin välimassan, jossa on eriaisteisesti muuttuneita osia. Hituran malmille on ominaista sulfidien hienojakoisuus ja sulfidirakeita usein peittävät magneettihiunnet, kuten nähdään kuvista 3 ja 4.



Kuva 3. Hituran reunamalmin pentlandiittia ja magneettikiisiä, 11 x.
Fig. 3. Pentlandite and pyrrhotite in Hitura ore, 11 x.



Kuva 4. Hituran välimassaa, jossa pentlandiittia, magneettikiisiä ja mackinawiittia. Magnetiitti ympäröi pentlandiittia, n. 225 x.
Fig. 4. Pentlandite, pyrrhotite and mackinawite in the serpentinized central part of Hitura orebody. Magnetite surrounds pentlandite, approx. 225 x.

Kotalahden ja Hituran malmit muodostavat jonkinlaisen haarukan, johon muut sulfidimalmimme voidaan sovittaa. Kun muut muistuttavat mieluummin Kotalahden malmia, on Vammalan malmissa paikoin liiankin paljon Hituran malmin kaltaisia osia, kuva 5, jossa tosin on suhteellisen karkearakeinen malmi. Kuva 6 sen sijaan esittää Vammalan malmin peridotiittityppiä.

Nikkelimalmien pääasialliset sulfidimineraalit ovat:

- kuparikiisu CuFeS_2
- pentlandiitti $(\text{Fe, Ni})_9\text{S}_8$
- magneettikiisu Fe_7S_8



Kuva 5. Tiheä magnetiittiverkko Vammalan pentlandiitissa, mackinawiittipölyä serpentiinissä, 39 x.
Fig. 5. A dense magnetite net in pentlandite of Vammala ore, mackinawite dust in serpentine, 39 x.



Kuva 6. Vammalan peridotiittia: osittain serpentiiniytyntä oliviinia, pyrokseenia ja serpentiiniä. Ohuthie, n. 24 x.
Fig. 6. Vammala peridotite: partly serpentinized olivine, pyroxene and serpentine as minerals. Thin section, approx. 24 x.

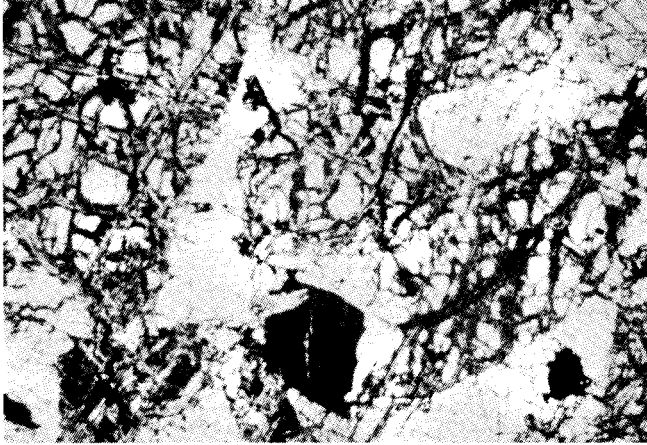
Merkityksettömämpiä mineraaleja ovat näiden lisäksi:

- mackinawiitti $(\text{Fe, Ni})\text{S}$, Hiturassa ja Vammalassa
- valleriitti $\text{CuFe}_2\text{S}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, Hiturassa
- violariitti $(\text{Fe, Ni})_3\text{S}_4$
- milleriitti NiS
- braviotti $(\text{Ni, Co, Fe})\text{S}_2$, jota tavataan pääasiassa malmien pintaosissa ja raoissa /3/.

Kolmen päämineraalin ohella muiden merkitys on rikastuksen lopputuloksen kannalta vähäinen.

Metamorfoosin aikana muodostuneet talkki ja kloriitti sen sijaan vaikuttavat voimakkaasti rikastukseen. Kun kumpikin niistä jauhautuu helposti, syntyy runsaasti mineraalipintoihin tarttuvaa ja helposti vaahdottuvaa liejua. Tämä ilmiö on tyy-

pillinen serpentiniitteihin liittyvien nikkelimalmien seuralainen eikä meidän maassamme liene vielä ilmaantunut Hituran välimassan voittajaa, kuva 7.



Kuva 7. Hituran välimassan "virsikirjarakenne", n. 120 x.
Fig. 7. "Psalmbook- texture" in the serpentinized central part of Hitura orebody, approx. 120 x.

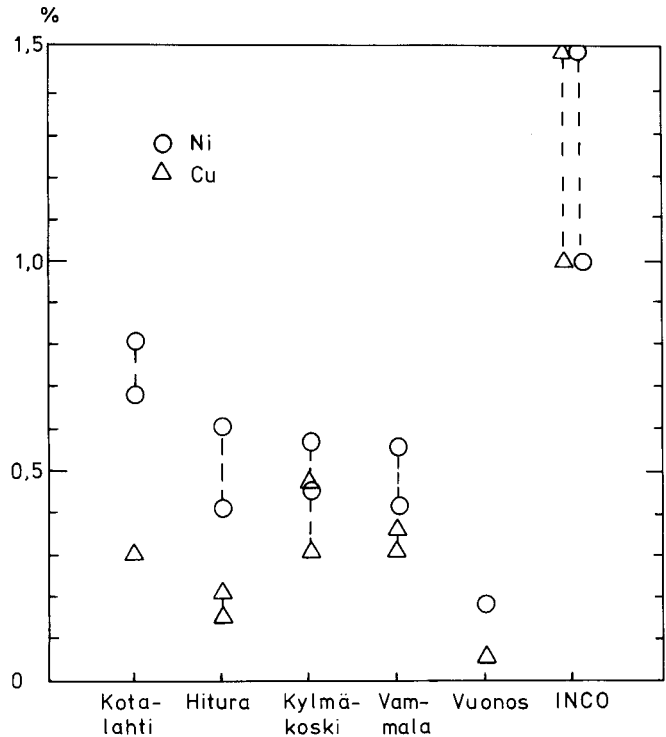
Maamme nikkelimalmat ovat yleensä köyhiä ja verrattuna esimerkiksi Kanadan malmeihin harvinaisen köyhiä. Taulukossa 1 on esimerkin luontoisesti eräitä analyysejä, jotka eivät edusta keskiarvoja. Samat asiat on esitetty myös kuvassa 8.

Taulukko 1. Esimerkkejä nikkelimalmien pitoisuuksista /4, 5, 6/.
Table 1. Examples of the nickel ore grades /4, 5, 6/.

Malmi	Ni %	Cu %	S %	
Kotalahti, arvio	0,70	0,30	4,80	
	1959	0,74	0,28	4,86
	1972	0,69	0,26	3,80
	1982	0,78	0,31	4,10
Hitura	0,4	0,15	1,4	
	0,6	0,2	3,0	
Kylmäkoski, arvio	0,55	0,48		
	1972	0,45	0,32	3,1
Vammala, 1977	0,40	0,30	2,7	
	1982	0,56	0,36	3,2

JAUHATUSTUTKIMUKSET

Tarkastelujakson alkuaikoina käytettävissä olevat laitteet olivat puutteellisia nykyisiin verrattuna. Niinpä esimerkiksi jauhatushienouden selvittämiseksi malminäytteet jauhettiin laboratoriokuulamylyssä eri pituisia aikoja, tuotteet seulottiin ja kaikki raeluokat analysoitiin nikkelin ja kuparin osalta. Tuloksista laskettiin saannit raeluokittain. Kotalahden malmilla oli nikkelin saanti 99 % alle 65 meshin raeluokkaan, ja jauhatushienous 55 % alle 200 meshiä riitti rikastamollakin aina



Kuva 8. Esimerkkejä sulfidisten nikkelimalmien pitoisuuksista.
Fig. 8. Examples of the grades of sulfide nickel ores.

Mertakosken malmin käyttöönottoon saakka. Sen vuoksi 1970-luvun alkupuolella oli otettava kolmas palamyly käyttöön.

Nykyisin on mahdollista tehdä seula-analyysi 10 µm:n tie-noille saakka ja siten saada entistä tarkempi kuva malmin rakenteesta. Myös optiset laitteet ovat aivan toista kentalukua tarkkuudeltaan kuin neljännesvuosisata sitten.

Hituran malmilla Kotalahden laboratoriossa 20 vuotta sitten tehty ensimmäinen jauhatuskoe tuotti yllätyksen. Kun malmia yritettiin jauhaa 60 %:n lietetiheydessä laboratorion kuulamylyssä, ei sille tapahtunut mitään muuta kuin vesi katosi kiveen. Tällöin saatiin ensimmäinen oivallus malmin hygroskooppisuudesta. Lietetiheydessä 50 % jauhatus onnistui. Sama ilmiö on todettu myöhemmin rikastamollakin. Hituran malmin jauhatustavoite oli aluksi 70 % alle 200 meshiä, mutta siitä tingittiin loppuvuosina. Jälkijauhatuksen ansiosta rikasteen hienous oli n. 80 % alle 200 meshiä.

Koetehtaalla saatujen tulosten innostamana Hituran malmia yritettiin jauhaa suorajauhatuksella vain kerran leukamurskaimella käsiteltynä. Runsaan liejun muodostuksen ja "hernetavaran" myllyyn kerääntymisen vuoksi asennettiin kartiomurskain ja kokeiltiin lohkarjauhatusta. Kuulia apuna käyttäen itse jauhatus onnistui, mutta lohkarit eivät riittäneet, minkä vuoksi siirryttiin tanko-kuulajauhatukseen. Tällöin ei kapasiteettikaan heilahdellut samalla tavalla kuin lohkarjauhatuksessa. Edellä kuvatut operaatiot johtuivat koetulosten ohella yrityksestä päästä mahdollisimman vähin kustannuksin.

Sulfidisten nikkelimalmien jauhatushienous riippuu oleellisesti siitä, miten paljon pentlandiittia esiintyy suotautumina ja hienona piroteena. Pentlandiitin syntyessä erkaantumalla magneettikiisusta nämä ovat tavallisia /7/. Hituran malmissa sulfidit ovat paikoitellen vain muutaman µm:n paksuisina kerroksina, mikä tuo liejuilmiön ohella omat vaikeutensa. Samalla joudutaan tietenkin jauhatustekniikan ja taloudellisuuden ulkopuolelle.

VAAHDOTUS

Nikkelimalmit ovat tyypillisiä ksantaateilla vaahdotettavia malmeja. Vaahdotteen laadulla ei ole suurta merkitystä. Jos malmi ei liity serpentiniitteihin, sen vaahdotus onnistuu myös luonnollisessa pH:ssa, mikäli magneettikiisussa on niin vähän nikkeliä, ettei sen vaahdotus kannata. Serpentiniittisen malmin vaahdotuksessa on yleensä, turvauttava rikkihapon käyttöön, ellei saannin kustannuksella tavoitella hyvää rikastetta, kuten Vammalan kaivoksella.

Kotalahden malmin esivaahdotus onnistui laboratoriossa suhteellisen hyvin luonnollisessa pH:ssa, ja magneettikiisu vaahdotui CuSO_4 -aktiivoinnin jälkeen tyydyttävästi. On todennäköistä, että magneettikiisun emäksinen vaahdotus onnistui malmin pirotteisen rakenteen avulla siten, että hieno pentlandiitti aktivoitui ja nosti isäntärakeensa magneettikiisun mukanaan.

Kotalahden malmin ensimmäiset vaahdotuskokeet tehtiin Keretissä, mutta vuoden 1957 alussa jatkotyöt siirrettiin Aijalaan. Käsiteltävänä oli sekä syvä- että pintamalmia, ja kuten useimmiten käy, näytteet olivat huomattavasti malmin keskiarvoa parempia. Parhaissa erissä saattoi olla jopa 3,7 % nikkeliä ja 1,2 % kuparia. Paras eturikaste sisälsikin nikkeliä 14 %.

Huomio kiinnitettiin ensi sijassa Cu- Ni- erotukseen, joka ei ollut onnistunut Outokummussa kokeillulla INCO:n menetelmällä eli painamalla pentlandiitti NaCN :llä /8/. Pentlandiitin painajana kokeiltiin mm. sekä kalkkia että KMnO_4 :ä yhdessä ja erikseen, mutta nikkeliä karkasi liikaa kuparirikasteeseen.

Kun eräissä kokeissa silikaattien painajana käytetty dekstriini painoi jonkin verran nikkeliä, tuntui järkevältä kokeilla sitä erotuksessa pentlandiitin painajana. Kun vielä erään puhelinsoiton aiheuttama inhimillinen unohtus jatkoi ensimmäisen dekstriinillä tehdyn erotuskokeen valmistusaikaa runsaasti, ratkesi Cu- Ni- erotus kätevästi. Menetelmä on edelleen käytössä, ja sen pääkohdat ovat:

- pH nostetaan kalkilla arvoon n. 11,5,
- dekstriiniä käytetään 30 – 100 g/t,
- valmistusaika vähintään 30 minuuttia.

INCO otti saman menetelmän käyttöön Manitoban kaivoksella /1/, mutta kahta vuotta myöhemmin kuin Kotalahdessa, ja INCO:n presidentti vieraili Kotalahdessa käyntiinlähden aikoihin.

Syvä- ja pintamalmia vaahdotettaessa todettiin laboratorionkokeissa, että nikkelin saanti oli pintalmista 4–8 % heikompi kuin syväalmista. Tämä puolestaan aiheutti magneettikiisurikasteeseen korkeamman nikkelin saannin kuin syväalmilla. Siitä huolimatta nikkelin kokonaissaanti oli pintalmilla heikompi kuin syväalmilla, joka oli terveempää.

Kotalahden osalta voi mainita, että jo rikastamon neljäs toimintakuukausi antoi paremmat tulokset kuin laboratoriossa saadut. Käyttötulokset on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2. Kotalahden rikastamon tulokset tammikuussa 1960.

Table 2. The results of the Kotalahti concentrator in January 1960.

Tuote	Paino %	Cu		Ni		S	
		%	Saanti %	%	Saanti %	%	Saanti %
CuR	1,0	25,43	75,1	1,08	1,3	32,45	5,3
NiR	12,9	0,49	19,8	6,50	92,2	28,40	63,0
Jäte	86,1	0,02	5,1	0,07	6,5	1,95	31,7
Malmi		0,32		0,91		5,80	

Jo ensimmäiset Hituran malmin vaahdotuskokeet osoittivat sen vaahdotuvan huomattavasti hitaammin kuin Kotalahden malmin. Kun Kotalahden malmin nikkelistä nousi ensimmäisen minuutin aikana n. 50 % ja kahdessa minuutissa n. 70 %, olivat vastaavat luvut Hituran malmille 30 ja 40 %. Lisäksi vaahto oli huomattavan ohutta ja huonoa, mikä on ollut sen jatkuva tunnusmerkki. Hituran malmille tyypillisiä vaahdotustuloksia on koottu taulukkoon 3 /4, 5, 6/.

Taulukko 3. Esimerkkejä Hituran malmin vaahdotustuloksista.

Table 3. Examples of the flotation results of Hitura ore.

Tuote	Paino %	Ni		Cu		Huom.
		%	Saanti %	%	Saanti %	
Rikaste	11	4,0	77	1,4	77	Malmi 1972
Jäte	89	0,15	23	0,05	23	
Malmi		0,58		0,20		
Rikaste	6	4,5	59	1,5	60	Välimassa 1972
Jäte	94	0,19	41	0,06	40	
Malmi		0,44		0,15		
Rikaste	8	4,0	67	1,3	61	Malmi 1977
Jäte	92	0,17	33	0,07	39	
Malmi		0,48		0,17		
Rikaste	5	5,5	64,5	1,6	56	Malmi 1982
Jäte	95	0,17	35,5	0,07	44	
Malmi		0,45		0,15		

Hituran malmin ominaispinta-ala on jauhatuksen jälkeen jopa 20-kertainen esimerkiksi Kotalahden malmiin verrattuna. Tämä on omiaan heijastumaan vaahdotuksessa. Kun serpentiniitti on liukoista, sortuvat liuotusmenetelmät siihen. Magneettisen erotuksen laaja käyttö puolestaan kilpistyy kaikkialle levinneeseen magneetti-pirotteeseen. Magneettisesta erotuksesta voi kyllä olla rajallista apua kertaauksessa tai jätteen puhdistuksessa. Uuden poimurin kokeilussa saatiin /9/ rikasteen painomäärää vastaava nikkelin saanti, ts. se ei sovi Hituraan.

Hituran nikkelin taloudellinen rikastaminen toisi nykyhinnoilla suuruusluokaltaan 6,5 miljardin markan edestä nikkeliä kulutukseen, joten sitä kannattaa tutkia edelleenkin.

Kylmäkosken malmissa oli sen löytöhetkellä arvioitu olevan Ni 0,55 % ja Cu 0,48 %. Ennen toiminnan aloittamista arvioitiin kuitenkin laimennuksen olevan 20–25 %, mikä piti likimain paikkansa. Tämä malmi oli helppo rikastajan kannalta, ja niinpä päätettiin yrittää Cu- Ni- erotusta. Kuparia meni kuitenkin runsaasti nikkelin joukkoon, kuten taulukko 4 ilmaisee.

Taulukko 4. Esimerkki Kylmäkosken malmin vaahdotuksesta.

Table 4. Example of the flotation of Kylmäkoski ore.

Tuote	Paino %	Ni		Cu	
		%	Saanti %	%	Saanti %
NiR	8,7	4,4	85,1	1,5	40,8
CuR	0,6	2,0	2,7	29,0	54,4
Jäte	90,7	0,06	12,7	0,03	4,8
Malmi		0,45		0,32	

Yhteisvaahdotuksessa käytettiin rikkihappoa, jotta magneettikiisuus nikkeleinen saataisiin talteen. pH oli tässä vaiheessa n. 5, mutta Cu- Ni- erotuksessa 11,5. Rikkihappoa kului jopa 17 kg/t ja kalkkia erotuksessa n. 2 kg/t. Kun jäteveden kiertäys oli täydellinen, aiheutui siitä kiusallisia kipsihäiriöitä. Vaahdotuskennojen seinämille ja staattoreihin ym. paikkoihin saostui parin, kolmen viikon kuluessa joskus yli 100 mm:n paksuisia pinnaltaan hyvin epätasaisia kerroksia, mikä oli omiaan haittaamaan toimintaa.

Vammala peri Kylmäkosken elementtirakenteisen ja siirrettäväksi tarkoitetun rikastamon v. 1975. Vammalan malmille ei yritettykään Cu- Ni- erotusta, koska se ei onnistunut laboratoriossakaan. Vammalan malmin on vaahdotettu sekä emäksisessä että happamassa piirissä, joiden tuloksista on esimerkit taulukossa 5/5, 6/. Kuten huomataan, emäksisessä lietteessä on saatu suhteellisen hyvä rikaste magneettikiisun jäädessä vaahdotumatta. Vähän nikkeliä sisältävänä sen saantia alentava vaikutus jää n. 8 %:in.

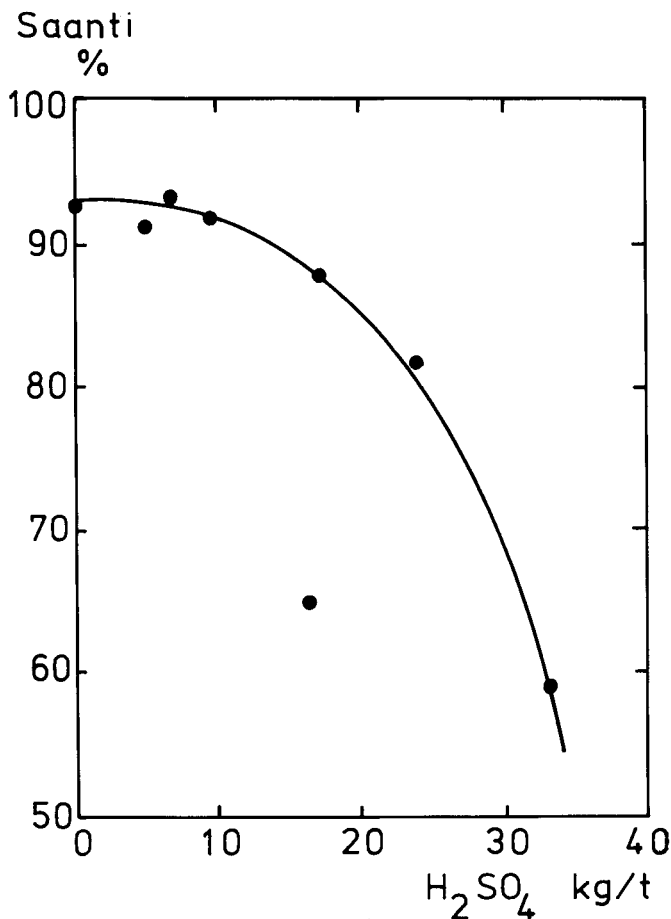
Taulukko 5. Esimerkkejä Vammalan malmin vaahdotuksesta.
Table 5. Examples of the flotation of Vammala ore.

Tuote	Paino %	Ni		Cu		pH
		%	Saanti %	%	Saanti %	
Rikaste	8,0	4,0	81,6	3,0	78,5	4,5
Jäte	92,0	0,08	18,4	0,07	21,5	
Malmi		0,4		0,3		
Rikaste	5,2	7,95	73,2	5,48	75,8	9-10
Jäte	94,8	0,157	26,8	0,087	24,2	
Malmi		0,56		0,36		

Eri malmien vaahdotuksessa käytetyistä kemikaalimääristä on koottu esimerkkejä taulukkoon 6. Kun malmeja on rikastettu vuosien ja vuosikymmenien kuluessa, on selvää, että luvut antavat vain jonkinlaisen yleiskuvan kemikaalien käytöstä. Kotalahden osalta on kuitenkin muita enemmän esimerkkejä. Kun tarkastellaan käytettyjä rikkihapon määriä ja verrataan niitä saatuihin saanteihin, tullaan, tosin hyvin epätieteellisesti, seuraavaan nikkelin vaahdotuksen paradoksiin: Jos rikkihappoa on käytettävä nikkelin vaahdotuksen onnistumiseksi, on nikkelin saanti sitä huonompi, kuin enemmän happoa tarvitaan! Tämä ilmenee kuvasta 9. Kokoojan kulutus vaihtelee eri malmien kesken. Hituran malmille on aina tarvit-

Taulukko 6. Esimerkkejä vaahdotuskemikaalien käytöstä.
Table 6. Examples of the use of flotation reagents.

Rikas-tamo	Kemikaali g/t			CMC	Dekstr.	CaO	Ni-saanti %
	H ₂ SO ₄	KEX KAX	Vaahdotte				
Kotalahti	—	120	40		210	1800	93,0
	5000	100	300		120	1000	91,6
	6400	60	290		25	1000	93,6
	9500	60	200		30	1800	92,5
Hitura	33000	2100	820	100			59,0
	16000	1000	400		350		65,0
Kylmäkoski	17000	370	100	100	130	1900	88,0
	Vammala	24000	890	280			82,0



Kuva 9. Nikkelivaahdotuksen "paradoksi".
Fig. 9. The "paradox" of nickel flotation.

tu enemmän kemikaaleja kuin muille, mihin malmin suuri ominaispinta-ala lienee vaikuttavin tekijä.

Kotalahden ja Hituran malmien ominaispinta-aloja on josakin määrin mitattu, joskaan tulokset eivät ole aivan varmoja tilastomateriaalin niukkuuden vuoksi. Laskemalla siitä huolimatta kokoojamäärät sulfidien pinta-aloja kohti päädytään mielenkiintoiseen vertailuun. Gaudinin mukaan /8/ lyijyhohde vaatii 90-96 %:n saantia varten kokoojaa 0,54 mg/m². Laskemalla määrä Kotalahden malmille, saadaan kokoojamääräksi 1 mg/m² sulfidifaasille. Hituran suurin kokoojakulutus vastaa 2,6 mg/m², ksantaatin kulutuksen ollessa 1000 g/t, saadaan 1,3 mg/m², joten suuruusluokka tuntuu uskottavalta. Tämä asia olisi tarkan ja huolellisen tutkimuksen arvoinen. Samalla olisi kiinnitettävä huomiota hienojen raeluokkien flokkulointiin ja sen vaikutukseen kemikaalikulutukseen.

Viimeinen nikkelimalmien vaahdotukseen liittyvä mielenkiintoinen asia on tullut esille TKK:n mineraalitekniikan laboratoriossa V. Kirjavaisen tutkimuksissa /10/. Enonkosken malmin pentlandiittia on vaahdotettu ilman kokoojaa. Tämäkin asia kaipaa vielä lisätutkimuksia perimmäisen syyn selvittämiseksi, joskin pentlandiitin pinnalle muodostuva elementtirikki tuntuu todennäköisimmältä kokoojalta. Luonnostaan vaahdotettava rikki nostaisi sen mukaan pentlandiittirakeet.

Pienten nikkelimalmien käsittely silloin, kun nikkelin hinnat ovat normaalia korkeammat, muodostuu edulliseksi, jos laitoksen perustaminen saadaan nopeasti ja halvalla toteutetuksi. Vuorineuvos Mäkisen ohje Korean sodan hintojen aikana oli: "Jos taivaalta sataa rahaa, on liikuttava ulkona vikkelaasti leveälierinen vilttihattu kourassa!"

Oheisena esitettyjen hajahuomioiden perusteella voitaneet todeta, mikä onni oli, että Kotalahden malmi löytyi ensin ja Hituran malmi vasta myöhemmin. Päinvastainen järjestys olisi aiheuttanut nikkeli tuotantomme aloittamiselle monia vaikeuksia. Nykyisen sukupolven perinnöksi jää nikkelin rikastuksen saattaminen edellä esitettyä järkevämmälle kannalle. Hituran "montusta" löytyy ainakin verraton haastaja.

SUMMARY

REMARKS ON THE CONCENTRATION OF FINNISH NICKEL ORES

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Boldt, J.R.Jr., Quenau, P.*, The Winning of Nickel, D. van Nostrand Company, Inc. Princeton N.J. Toronto, New York, London, 1967.
2. *Papunen, H., Häkli, T.A., Idman, H.*, Geological, Geochemical and Mineralogical Features of Sulfide-Bearing Ultramafic Rocks in Finland, The Canadian Mineralogist, Vol. 17, 1979.
3. *Sahama, Th.G.*, Geokemia, Otava, Helsinki, 1947.
4. Outokumpu Oy., The Concentrators of Outokumpu Oy, 1968.
5. Outokumpu Oy., The Concentrators of Outokumpu Oy, 1972.
6. Outokumpu Oy., The Concentrators of Outokumpu Oy, 1982.
7. *Eskola, P.*, Kiteet ja Kivet, WSOY, Porvoo, Helsinki, 1939.
8. *Gaudin, A.M.*, Flotation, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London, 1957.
9. *Laamanen, K.*, Poimintatekniikan käyttö kaivannaisteollisuudessa, Lisensiaattityö, TKK, 1982.
10. *Kirjavainen, V.*, Köyhien nikkeli pitoisten sulfidimalmien rikastustutkimus, TKK, 1984.

The nickel concentrate production in Finland is based on the processing of low-grade sulfide nickel ores. The main ore minerals are pentlandite, chalcopyrite and pyrrhotite. The host rocks are peridotites, gabbros or norites, amphibolites and serpentinites, which the last ones have a remarkable effect also on the concentration of these ores. This feature is the most serious in the case of Hitura ore.

Rod mills and pebble mills have been used for the grinding, but in some plants ball mills are adopted instead of the pebble mills. The degree of grinding is usually 55 – 60 % minus 200 mesh.

Both ethyl and amyl xanthates are used as collectors and a domestic pine-oil is a common frother. The ores connected with serpentinitic rocks are floated in acid circuit using sulfuric acid as a regulator. However, if a high grade nickel concentrate is desired, the ore is floated in natural pH. In this case the nickel content of pyrrhotite is lost. An unscientific "paradox" of nickel flotation has been developed: The more sulfuric acid is to be needed, the lower is the nickel recovery!

KOKO SUOMI KUVATTU AVARUDESTA

Torstaina 29.11.-84 oli "Suomi avaruudesta" -kirjan julkistamislaisuus Helsingin Yliopistossa. Pitkäaikainen työ värillisten satelliittikuvien valmistamiseksi koko Suomen alueelta oli saatu päätökseen.

Luonnonvaroja kartoittavat tekokuut ovat kuvanneet Suomen aluetta avaruudesta runsaan kymmenen vuoden ajan. Kirjan toimittaja, fil.lis. Mikko Punkari, kertoi että yhtenäiset mustavalkokuvat maamme alueesta saatiin kootuksi jo useita vuosia sitten, mutta värikuvien valmistaminen on paljon hankalampaa ja kalliimpaa ja että jostain syystä tietyltä alueelta saadaan ehkä vain kerran kesässä selkeitä pilvettömiä satelliittikuvia.

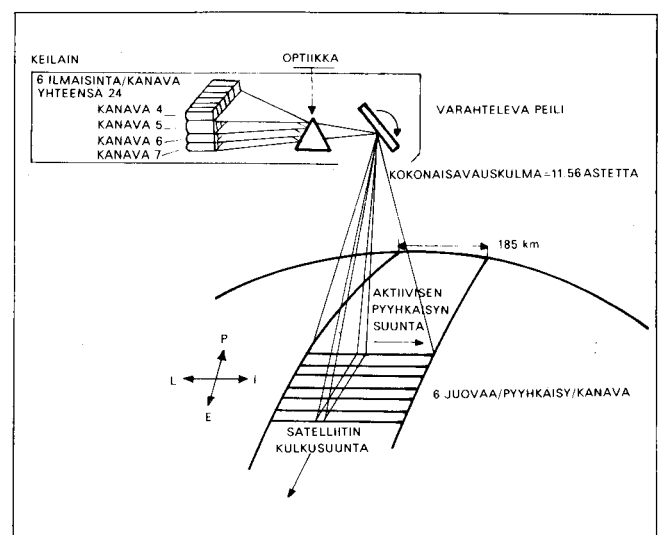
Satelliittikuvien parhaita etuja ovat kuvien hyvä sävyerotuskyky ja niiden laaja-alaisuus. Kerralla saadaan yhtenäinen kuva n. 185 x 185 km² suuruisesta alueesta.

Satelliittikuvia on maassamme tutkittu useissa tutkimusohjelmissa joissa ovat olleet mukana m.m. Helsingin Yliopisto, VTT, Maanmittaushallitus, Ilmatieteen laitos, Merentutkimuslaitos ja eri malmiyhtiöt. Kuvien rahoitukseen ovat osallistuneet myös Suomen Akatemia, Suomen Kulttuurirahasto ja useat säätiöt.

Kirjan kirjoittajat sanovat että satelliittikuvat ovat osoittaneet hyvin arvokkaiksi maa- ja kallioperämme tutkimuksessa ja että kuvissa näkyy runsaasti esimerkiksi kallioperän siir-

roksia, rengasrakenteita ja murosnyöhykkeitä joiden hahmottaminen muilla menetelmillä on usein mahdotonta.

"Suomi avaruudesta" -kirjan kustantaja on Tähtitieteellisen yhdistys Urssa.



Porattavuustutkimukset Teknillisessä korkeakoulussa

Dipl.ins. Raimo Viitala, Loimaan Kivi Ky
Tekn.yo. Pekka Salminen, TKK, Louhintatekniikan laboratorio

JOHDANTO

Poraus- ja porakaluston nopea kehitys on aikaansaanut lisääntyvän tiedon tarpeen kiven porattavuudesta ja sen vaikutuksesta porakaluston kestoon sekä porauskustannuksiin. Entisestäään kiristyneen tarjouskilpailun sekä kaivosten kannattavuuden heikentymisen takia ovat tarkkuusvaatimukset jatkuvasti kasvaneet kotimaan ja ulkomaiden louhintakohteiden porattavuusominaisuuksia arvioitaessa. Vuonna 1982 käynnistettiin Teknillisen korkeakoulun louhintatekniikan laboratoriossa "Kallion porattavuustutkimus-projekti", joka päättyi vuoden 1984 alussa. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää yksinkertainen ja nopea laboratoriomenetelmä, jonka avulla kiven porattavuus voidaan arvioida mahdollisimman pienestä näytemäärästä. Projektin toteutukseen osallistuivat: Elovuori Oy, Oy Airam Ab Kometa, Oy Tampella Ab Tamrock, Outokumpu Oy ja Suomen Kiviteollisuus Oy. Lisäksi saatiin taloudellista tukea Kauppa- ja teollisuusministeriöltä.

Tutkimuksen esiselvityksessä /5/ havaittiin, että poran tunkeutumisnopeutta kuvaa parhaiten norjalaisten (Norges Tekniske Høgskole, NTH) kehittämä porattavuusindeksi DRI (Drilling Rate Index).

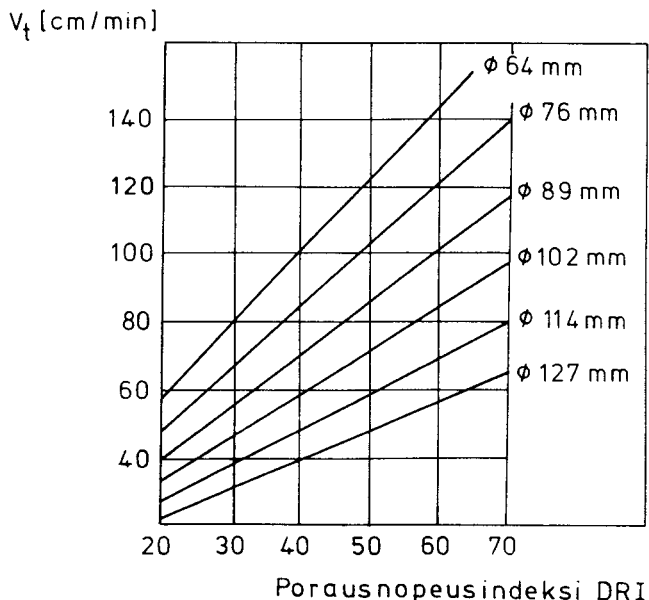
Kokeessa tarvittavan näytemäärän pienentämiseksi kehitettiin Protodyakonovin lujuuslukuun perustuva $PROTO_{20}$ -menetelmä. Nastakruunun kulumista selvitettiin mittaamalla teroitustasvälit tutkimuskohteissa. Suoritettujen laboratoriotutkimusten perusteella havaittiin, että kiven ns. Vickersin kovuus kuvaa parhaiten terän kulumista. Saadut tulokset eivät kuitenkaan riitä arvioitaessa porakaluston kestoa ja muita porauskustannuksiin vaikuttavia tekijöitä, joiden selvitykseen pyritään tutkimuksen jatkovaiheessa.

PORATTAVUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Kallion porattavuuteen (poran tunkeutumisnopeuteen ja kaluston kulumiseen) vaikuttavat kalliotekijät (rakoilu, vesi ja jännitystilat), kiven geologiset ja kalliomekaaniset ominaisuudet, poraus- ja porakalusto sekä työmenetelmät. Kalliotekijöiden vaikutusta porattavuuteen on vaikea arvioida ilman laajaa kokemusperäistä tietoa. Yleensä porattavuustutkimuksissa keskitytään lähinnä kiven geologisten ja varsinkin kalliomekaanisten ominaisuuksien sekä erilaisten porattavuusmäärittelyjen ja todellisen poraustapahtuman välisten yhteyksien selvittämiseen. Poraus- ja porakalustot kehittyvät jatkuvasti, mikä tekee poraustapahtuman standardisoinnin vaikeaksi. Seuraavassa tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat todelliseen tunkeutumisnopeuteen ja kaluston kulumiseen.

Käytännön poraustilanteessa on tarkoituksena saada tietyn kokoista reikää louhittavaan kallioon mahdollisimman taloudellisesti. Tähän vaikutetaan valitsemalla paras mahdollinen pora- ja porauskalustoyhdistelmä, jonka jälkeen ratkaisevim-

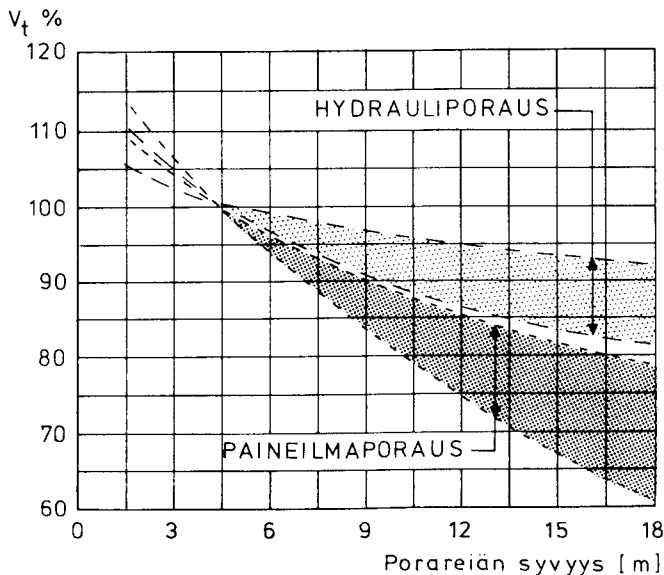
mat tekijät ovat hyvä poraaja ja tehokas huolto. Jokainen porakone on tehokkaimmillaan sille tyypillisellä porakalustolla. Tästä syystä on reikäkoon vaikutusta tunkeutumisnopeuteen vaikea määrittää täsmällisesti. Kiven suhteellisen porattavuuden ja reikäkoon vaihdellessa syntyy merkittäviä tunkeutumisnopeuseroja (kuva 1). Nastakruunun teroitustasvähäin ei reikäkoolle ole todettu olevan huomattavaa merkitystä.



Kuva 1. Reikäkoon vaikutus porattavuuteen /1/.
Fig. 1. Influence of borehole size on drillability /1/.

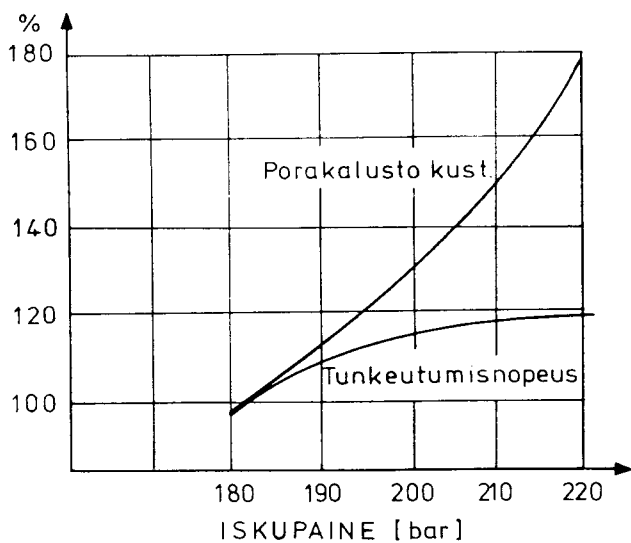
Reiän pituuden kasvaessa vaikuttaa tunkeutumisnopeuden vähenemiseen liitosten lukumäärä ja laatu sekä huuhtelun tehokkuus. Huuhtelun riittävytyteen vaikuttavat huuhteluputken poikkipinta-ala sekä kruunussa olevien poistoaukkojen sijoittelu. Viimeksi mainittu vaikuttaa myös terän kulumiseen. Reiän pituuden vaikutus tunkeutumisnopeuteen on riippuvainen myös porakoneesta (kuva 2).

Kun tarkastellaan porakoneen vaikutusta porattavuuteen on lähtökohtana valittu porakalusto tai -kalustot. Nämä asetavat vaatimuksia porakoneessa käytettäville isku-, syöttö- ja huuhtelupaineille sekä pyörittänopeudelle. Iskupaineella voidaan vaikuttaa porakoneen iskutehoon. Tehon nostaminen lisää tunkeutumisnopeutta, mutta samalla aiheutuu porakaluston särkymistä (kuva 3).



Kuva 2. Tunkeutumisenopeuden aleneminen reiän syvyyden suhteen 2. tankoon verrattaessa /1/.

Fig. 2. Reduction in penetration rate as a function of borehole depth expressed in percentage of the 2nd drill rod /1/.



Kuva 3. Iskupaineen vaikutus tunkeutumisenopeuteen ja kalustokustannuksiin. Nyhåshamn-projekti, Ruotsi /2/.

Fig. 3. Influence of impact pressure on penetration rate and on costs of drilling equipment. Nyhåshamn project, Sweden /2/.

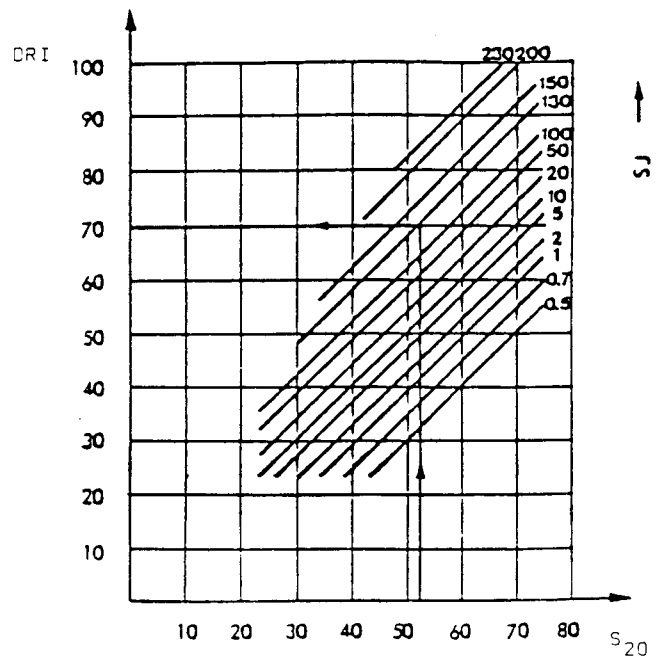
Syöttöpaine vaikuttaa syöttövoimaan, joka on Diehlin /3/ mukaan ainoa muuttuja, jota voidaan säädellä hyötyä tuottavasti porauksen aikana. Syöttövoimalle on olemassa tietty kivistä ja terästä riippuva optimiarvo. Syötön ollessa tätä pienempi putoaa porakoneen hyötysuhde nopeasti /4/. Sopivan syöttövoiman löytämiseen vaikuttaa myös pyörimisnopeus. Toisissa porausyksiköissä syöttö- ja pyörimislinjat ovat yhteydessä toisiinsa lusta-automaatiikan takia. Tällöin tehollinen syöttöpaine on säädetyn syöttöpaineen ja pyörimispaineen erotus, joka tulee maksimoida. Huuhtelun laatu ja määrä ovat tärkeitä tekijöitä poran tunkeutumisenopeuden ja terän kulumisen kannalta, joten riittävän huuhtelupaineen ylläpitäminen on välttämätöntä.

PORATTAVUUSMÄÄRITYSMENETELMÄT JA KIVEN SUHTEELLISEEN PORATTAVUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Teknillisessä korkeakoulussa suoritetuissa porattavuustutkimuksissa /5, 6/ osoittautui kallioporakoneen tunkeutumisenopeutta parhaiten kuvaavaksi menetelmäksi porausnopeusindeksi DRI' /1/.

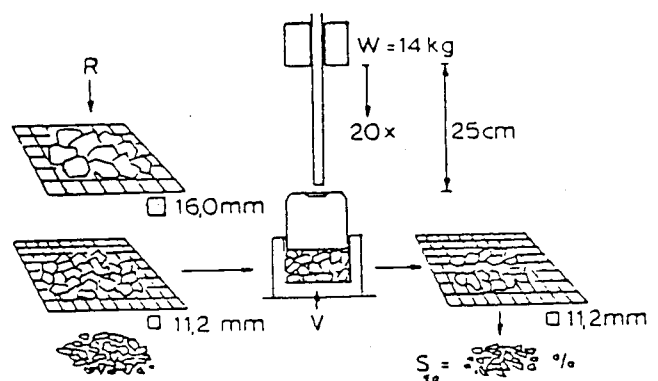
Tutkimuksen yhteydessä kehitettiin louhintatekniikan laboratorioon mahdollisimman samanlainen menetelmä, jolla saatuja arvoja kuvataan indeksillä DRI' /5/. Tämä saadaan kiven haurausarvon S_{20} ' ja Sieversin J'-arvon avulla (kuva 4).

Kiven haurausarvo S_{20} ' kuvaa kiven kykyä vastustaa toistuvia iskuja, ja se perustuu ns. ruotsalaisen haurausarvon määrittämenetelmään (kuva 5). Kokeen varjopuoli on sen tarvitsema suurehko näytemäärä, joka on yli 7 kg vaihtelevan kokoisia lohkkareita.



Kuva 4. DRI:n laskemiseksi käytettävä diagrammi /7/.

Fig. 4. Diagram for calculation of Drilling Rate Index, DRI /7/.

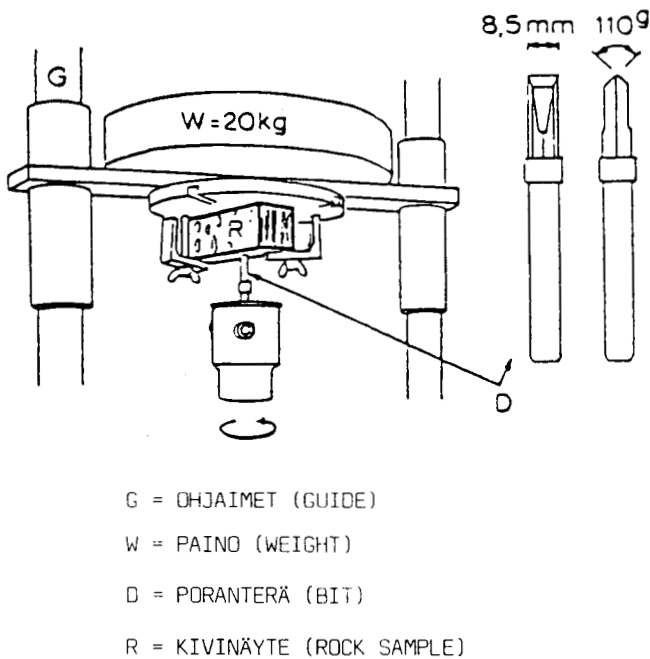


R = KOETTA VARTEN SEULOTTAVA MURSKA
(ROCK SAMPLE AGGREGATE)
W = PUDOTUSVASARAN PAINO
(WEIGHT)
 S_{20} = HAURAUSSARVO (BRITTLINESS VALUE AFTER 20 IMPACTS)

Kuva 5. Haurausarvon S_{20} määrittäminen /7/.

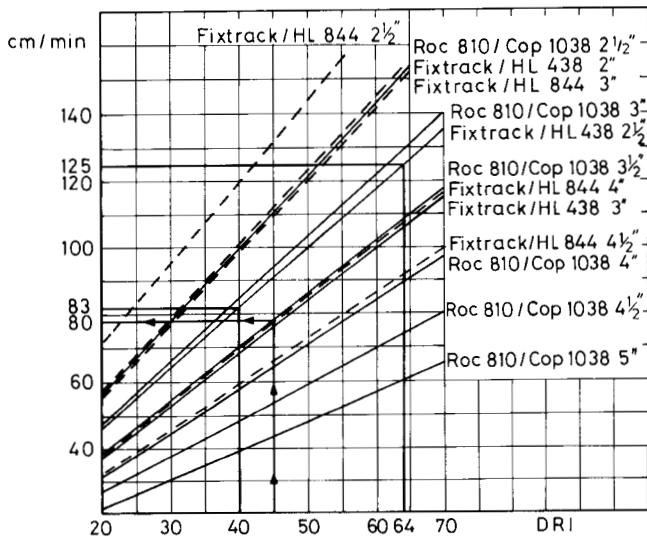
Fig. 5. Determination of Brittleness value, S_{20} /7/.

Sieversin J'-arvo kuvaa kiven kykyä vastustaa leikkaavia voimia. SJ'-arvo määritellään pienen laboratorioporan tunkeutumissyvyytenä 0.1 mm tarkkuudella, kun poranterä on pyörinyt 200 kierrosta (kuva 6). Tarvittavan näyteen mitat ovat n. 4 x 4 x 8 cm³.



Kuva 6. Sieversin J-arvon SJ määrittäminen /7/.
Fig. 6. Determination of Sievers' J value, SJ /7/.

DRI-arvo saadaan vähentämällä DRI:stä luku 7, johon on päädytty vertailukokeilla. Saatua DRI-arvoja hyväksikäyttäen saadaan halutulle pora- ja porauskalustolle todellinen tunkeutumisnopeus norjalaisten julkaisemista raporteista /7, 8/. Kyseisissä raporteissa on esitetty tunkeutumisnopeuskäyrästä eri kalustoille (kuva 7).



Kuva 7. DRI:n ja tunkeutumisnopeuden välinen yhteys /7/.
Fig. 7. Relationship between DRI and penetration speed /7/.

DRI-indeksin luotettavuutta varsinkin homogeenisissa magmakivilajeissa kuvaa porattavuustutkimuksen yhteydessä saatu tunkeutumisnopeuden riippuvuus DRI:sta (kuva 8). Tunkeutumisnopeusmittaukset suoritettiin 7 tarvekilouhiossa ja Paraisten avolouhoksessa /5/. Näiden lisäksi tehtiin tarkistusmittauksia tunneli-, kaivos- ja avolouhosolosuhteissa /6/.

PROTO₂₀-menetelmä kehitettiin korvaamaan haurausarvon määrittäminen, jolloin kokeissa tarvittava näytemäärä on huomattavasti pienempi. Näytteenä tarvitaan kivilohkare, josta saadaan kairattua 3 kpl sydännäytteitä (halkaisija 32 mm, pituus n. 32 mm). PROTO₂₀-menetelmä perustuu Brooken ja Misran kehittämään RIHN-indeksiin (Rock Impact Hardness Number) /9/, joka puolestaan on kehitelmä Protodyakonovin lujusluvun määrittämisestä /10/. Koe suoritetaan Protodyakonovin kehittämällä pudotuslaitteella. Kokeessa näytekappaleet murskataan yksi kerrallaan pudottamalla pudotusvasaraa 20 kertaa. Saatu murske seulotaan 2.83 mm seulalla sekä lasketaan läpäisyprosentti /6/. PROTO₂₀-arvon avulla saadaan määritettyä haurausarvo S₂₀' (kuva 9).

Kiven geologisista ominaisuuksista on raekoon vaikutus tunkeutumisnopeuteen havaittu olevan merkittävin tekijä. Saatujen tulosten perusteella saatiin korrelaatioksi (R²) 84 % /5/. Kalliomekaanisista ominaisuuksista on vetomurtolujuudella todettu olevan huomattavin vaikutus tunkeutumisnopeuteen, määrittäytarkkuuden ollessa ± 10 cm/min. Lisäksi vetomurtolujuuden on havaittu selittävän DRI:a (kuva 10).

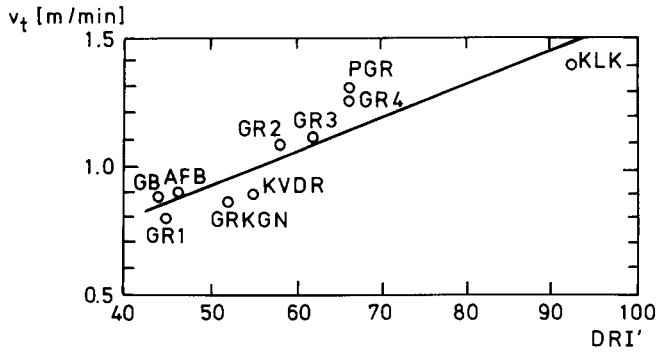
Nastakruunun kulumista parhaiten selittäväksi tekijäksi on havaittu kiven Vickersin kovuus. Tämä määritetään siten, että kivessä oleville mineraaleille saadut Mohsin kovuudet muutetaan Vickersin kovuudeksi (taulukko 1). Näiden avulla saadaan laskettua kiven keskimääräinen kovuus /5, 11/.

Nastakruunun teroitusvälin ja kiven Vickersin kovuuden välillä on selvä yhteys (kuva 11). Menetelmän luotettavuus muille kuin suuntautumattomille magmakivilajeille on kuitenkin todistamatta.

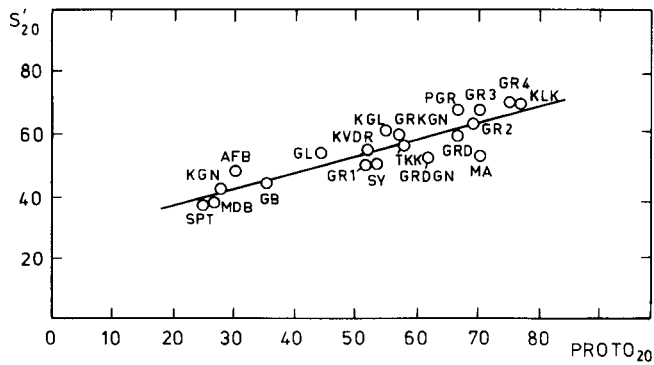
Taulukko 1. Eräiden tavallisimpien mineraalien keskimääräiset Mohsin ja Vickersin kovuudet /11/.

Table 1. Average Mohs' and Vickers' hardness numbers of some common minerals /11/.

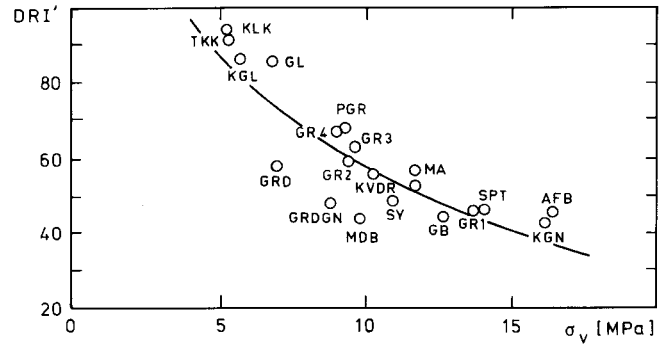
mineral	Mohs' hardness	Vickers' hardness
cordierite	7.25	1170
quartz	7.00	1060
garnet	7.00	1060
olivine	6.75	980
plagioclase	6.26	800
diopside	6.25	800
potash	6.00	730
magnetite	6.00	730
augite	5.75	640
hypersthene	5.50	600
hornblende	5.50	600
calcite	3.00	125
biotite	2.75	110



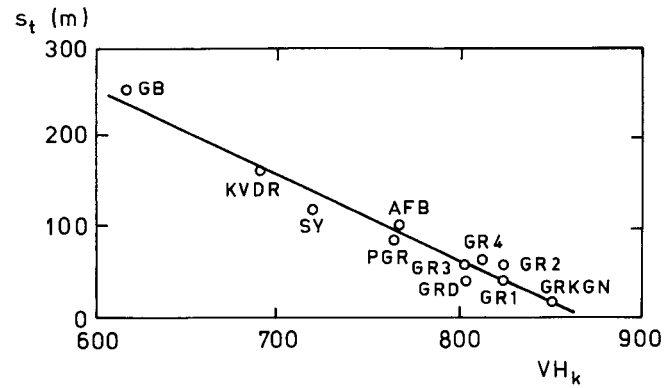
Kuva 8. Tunkeutumisnopeuden (v_t) riippuvuus DRI':stä. $v_t = 0.28 + 0.01DRI'$, $r^2 = 0.81$. Tamrock Zoomtrak DHAT, HL 438, \varnothing 64 mm /5/.
Fig. 8. Relationship between DRI' and penetration speed (v_t). $v_t = 0.28 + 0.01DRI'$, $r^2 = 0.81$. Tamrock Zoomtrak DHAT, HL 438, \varnothing 64 mm /5/.



Kuva 9. S_{20} :n ja $PROTO_{20}$:n välinen yhteys 20 kivilajille. $S_{20} = 26.0 + 0.5PROTO_{20}$, $r^2 = 0.81$ /6/.
Fig. 9. Relationship between S_{20} and $PROTO_{20}$ for 20 rock types. $S_{20} = 26.0 + 0.5PROTO_{20}$, $r^2 = 0.81$ /6/.



Kuva 10. DRI':n ja vetomurtolujuuden σ_v välinen yhteys. $DRI' = 101 - 4\sigma_v$, $r^2 = 0.77$ /6/.
Fig. 10. Relationship between DRI' and tensile strength (σ_v). $DRI' = 101 - 4\sigma_v$, $r^2 = 0.77$ /6/.



Kuva 11. Nastakruunun kulumisen riippuvuus kiven Vickersin kovuudesta (VH_k). Teroitusväli $s_t = 801 - 0.92VH_k$, $r^2 = 0.96$ /6/.
Fig. 11. Relationship between Vickers' hardness numbers for rock (VH_k) and regrinding intervals of button bit (s_t). $s_t = 801 - 0.92VH_k$, $r^2 = 0.96$ /6/.

ERI KIVILAJIEN LYHENTEET

ABBREVIATIONS OF ROCK TYPES

AFB	amfibolite,	Parainen
GB	gabbro,	Korpilahti
GL	glimmerite,	Siilinjärvi
GR1	granite,	Kuru
GR2	granite,	Vehmaa,
GR3	granite,	Taivassalo
GR4	rapakivigranite,	Kotka
GRD	granodiorite,	Jyväskylä
GRDGN	granodioritegneiss,	Enonkoski
GRKGN	garnetmicagneiss,	Parainen
KGL	calciteglimmerite,	Siilinjärvi
KGN	micagneiss,	Vuonos
KLK	limestone,	Parainen
KVDR	quartz diorite,	Jyväskylä
MA	copper ore,	Vuonos
MDB	metadiabase	Siilinjärvi
PGR	porphyric rapakivigranite,	Ylämaa
SPT	serpentinite,	Kemi
SY	syenite,	Siilinjärvi
TKK	talccarbonatestone,	Kemi

JATKOTUTKIMUKSET

Teknillisen korkeakoulun louhintatekniikan laboratorio suorittaa teollisuuden tilauksesta porattavuusmäärittämiä, joiden luotettavuus on havaittu homogeenisissa magmakivilajeissa hyväksi. Menetelmän luotettavuuden varmistamiseksi tehdään edelleen tarkistusmittauksia useissa louhintakohteissa ja kaivoksissa. Tutkimuskohteista lähetetään TKK:n louhintatekniikan laboratorioon kivilajityytteet, joista tehdään geologiset- ja kalliomekaaniset- sekä porattavuusmäärittäykset.

Laboratoriossa kehitteillä olevaan tietopankkiin kerätään olemassa olevaa ja uutta tietoa tutkimuskohteiden kalliomekaanisista- ja porattavuusominaisuuksista sekä porattavuudeltaan erilaisten kivilajien porauskustannuksista ja porakaluston kestosta. Tietopankin avulla voidaan tulevaisuudessa arvioida uusien kaivosten ja louhintatyömaiden porauskustannukset, porakaluston kestävyys ja kivilajien porattavuus. Lisäntyvän tiedon ja kokemuksen myötä voi louhintatekniikan laboratorio antaa hyödyllistä poraukseen liittyvää tietoutta louhinta-alan teollisuudelle.

YHTEENVETO

Teknillisen korkeakoulun louhintatekniikan laboratoriossa vuonna 1982 aloitetun "Kallion porattavuustutkimus"-projektin tavoitteena oli kehittää yksinkertainen ja nopea laboratorio-menetelmä, jonka avulla kiven porattavuus voidaan arvioida mahdollisimman pienestä näytemäärästä. Tehtyjen kenttä- ja laboratorio-kokeiden perusteella havaittiin, että poran tunkeutumisenopeutta kuvaa parhaiten porattavuusindeksi DRI (Drilling Rate Index), jonka selitysprosentiksi saatiin 81 %. Nastakruunun kulumista selitti parhaiten kiven Vickersin kovuus, jonka selitysprosentti oli 96 %. Runsaasti kovia ja pehmeitä mineraaleja sisältävissä kivissä menetelmän luotettavuus on kyseenalainen. Porattavuusmäärittämissä tarvittavan näytemäärän pienentämistä tutkittiin vertailevilla kokeilla sekä kehittämällä uusia menetelmiä. PROTO₂₀-menetelmällä voidaan määrittää haurausarvo S₂₀' pienemmästä näytemäärästä, selitysprosentin ollessa 81 %. Saatujen tulosten perusteella voidaan kallioporakoneen ja siinä käytettävän porakaluston tunkeutumisenopeus tutkittavaan kiveen ennakoita käytännön kannalta riittävän tarkasti. Näytteenä tarvitaan kivilohkare, josta saadaan kairattua 3 kpl sydännäytteitä (hal-kaisija 32 mm, pituus 32 mm) PROTO₂₀-koetta varten. Lisäksi Sieversin J'-arvon määrittästä varten tarvitaan 4 x 4 x 8 cm³ koekappale, jonka kaksi sivua ovat samansuuntaiset. Edellä mainittujen avulla saadaan määritettyä kiven porattavuusindeksi DRI, jota hyväksi käyttäen saadaan tunkeutumisenopeus eri pora- ja porauskalustoille. Kiven Vickersin kovuus saadaan välillisesti ohuthieestä, josta määritetään mineraalikoostumus. Tällä hetkellä käynnissä olevan jatkotutkimuksen avulla tarkistetaan saatuja tuloksia ja selvitetään kivilajitekijöiden vaikutusta porauskustannuksiin.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Project report 7-79. Bench Drilling: Performance and costs. The University of Trondheim, Division of construction engineering. Trondheim 1979.
2. Forsberg, V. & Taggart, H., World Mining, December 1980, s. 42-46.
3. Diehl, G.W., Tamrock news, 2, 1979, s. 22-27.
4. Pajari, J., Kiven käyttäytyminen iskuporauksessa. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto. Otaniemi 1975.
5. Viitala, R., Kallion porattavuus hydrauliskuporauksessa nastakruunuilla. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto. Otaniemi 1983.
6. Viitala, R., Kallion porattavuustutkimus: loppuraportti, Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, 1984, julkaisematon.
7. Project report 8-79. Drillability: Drilling Rate Index Catalogue. The University of Trondheim, Division of construction engineering. Trondheim 1979.
8. Project report 2-79. Tunneling: Prognosis. The University of Trondheim, Division of construction engineering. Trondheim 1979.
9. Brook, N. & Misra, B., Proc. 12th Symposium on Rock Mechanics, University of Missouri-Rolla, November 1970. New York 1971, s. 151-165.
10. Protodyakonov, M.M., Proc. 5th Symposium on Rock Mechanics, University of Minnesota, May 1962. New York 1963, s. 108-118.
11. Äikäs, K., Kiven geologisten ominaisuuksien vaikutus porattavuuteen hydrauliskuporauksessa nastakruunuilla. Projektiraportti, Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, 1983, julkaisematon.

SUMMARY

DRILLABILITY STUDIES AT THE HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

The aim of the "Rock Drillability Study" project, started in the Laboratory of Mining Engineering in 1982, was to develop a simple and fast laboratory method of determining the drillability of rock using the smallest possible samples. Field and laboratory tests showed that the best indication of a drill's penetration rate is the Drilling Rate Index (DRI) with a correlation of 81 %. The best indication of button bit wear gave the Vickers' hardness number with a correlation of 96 %. The accuracy of this method is, however questionable for rocks containing many hard and soft minerals. In the determination of drillability the ways to reduce the sample size were studied using comparative tests as well as by developing new methods. Using the PROTO₂₀ method the brittleness value S₂₀' can be determined from a small sample with a correlation of 81 %. The results showed that the penetration rate of drilling equipment into a particular rock can be predicted for practical purposes with a reasonable accuracy. The sample must be a boulder from which three core samples (diameter 32 mm, length 32 mm) can be drilled for the PROTO₂₀ test. In addition, a 4 x 4 x 8 cm³ test piece with two parallel surfaces is needed for the determination of Sievers' J'-value. From these two tests Drilling Rate Index of the rock is determined, and this can be used to obtain penetration rates for different drilling equipment. The Vickers' hardness number of the rock is obtained from a thin section by determining its mineral composition. At present, the research is concentrated on verifying the former results as well as on studying the effect of rock properties on drilling costs.

Teräsputkien valmistus ja kehitysnäkymät

Dipl.ins. Jorma Pakkanen, Rautaruukki Oy, Pulkkilan tehdas

PUTKITUOTANTO MAAILMASSA

Maailmassa tuotettiin v. 1983 noin 660 milj. tonnia terästä. Teräsputkiksi jatkojalostettiin tästä määrästä 65 milj. tonnia eli 10 % (kuva 1). Teräsputkien tuotanto pysyi v. 1983 samalla tasolla kuin edellisenä vuonna. Rautaruukin putkituotanto oli viime vuonna 215.000 tonnia, joka on 15 % yhtiön terästuotteista (kuva 2). Koko Suomen putkituotanto oli 250.000 tonnia mukaanlukien kaikki metalliputket (ruostumattomat, haponkestävät, valurauta- ja kupariputket).

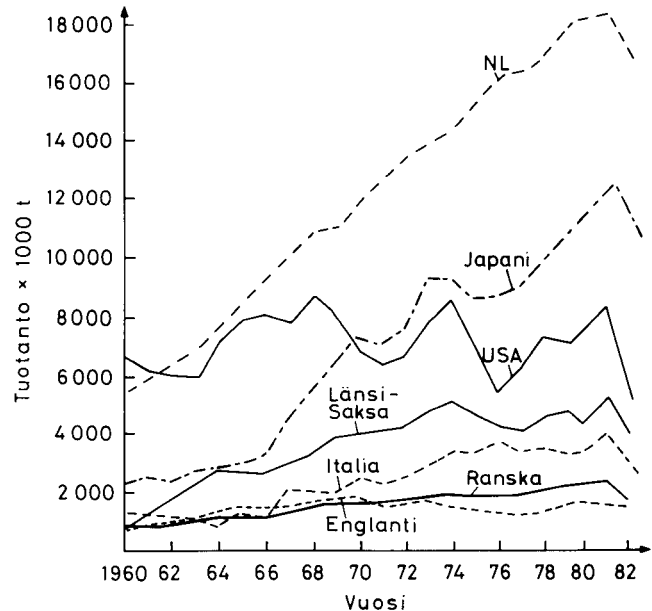
Teräsputket jaetaan tuotteina hitsattuihin ja saumattomiin putkiin. Hitsattujen teräsputkien osuus on noin 65 % koko tuotantomäärästä. Viime vuosiin saakka on hitsattujen teräsputkien osuus kasvanut 2–3 % vuosivauhtia. Hitsattujen teräsputkien osuuden kasvu johtuu rakenneputkien lisääntyvästä käytöstä sekä suurten putkien tarpeesta öljyn- ja kaasunsiirtoputkilinjoihin. Niiden kysynnän vähentyminen parin viime vuoden aikana on hidastuttanut hitsattujen putkien osuuden kasvua. Toisaalta öljynporaustoiminnassa ollaan siirtymässä yhä syvemmällä olevien sekä merenalaisten esiintymien etsimiseen ja hyödyntämiseen, jolloin tarvitaan erikoiseostettuja hyvin korkealujuuksisia teräsputkia. Tällä alueella kilpailevat saumattomat ja hitsatut putket juuri nyt tasavahvoina. Vaativien saumattomien putkien valmistusta varten on rakennettu lähinnä Japaniin ja myös Italiaan moderneja putkitehtaita. Kokonaisuutena näyttää kuitenkin siltä, että hitsattujen teräsputkien osuus edelleen hitaasti kasvaa 65 %:sta ylöspäin.

SAUMATTOMAT PUTKET

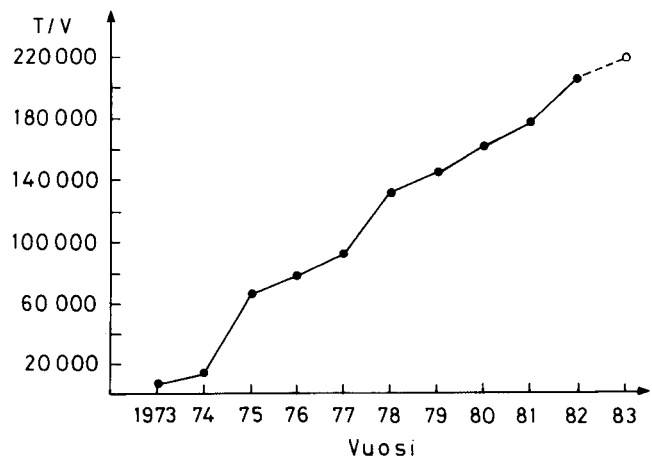
Saumattomien putkien valmistusteknologia on kehitetty nykytasolle jo 1900-luvun alkupuolella (Mannesmann-menetelmä, Stiefelin menetelmä ja Pilger-valssain). Perusratkaisuissa ei ole viime vuosikymmeninä tapahtunut muutoksia. Yleisesti ottaen saumattomien putkien valmistus on edelleen kilpailukykyistä seostettujen terästen putkituotannossa satojentuhansien tonnien vuosituotantomäärinä. Tuotteen perusheikkoutena on mittaepätarkkuus ja pinnan laatu. Pohjoismaissa on Ruotsissa lähin saumattomia teräsputkia valmistava tehdas.

HITSATUT PUTKET

Hitsattujen putkien yleistymisen alkoi 1930-luvulla, jolloin saatiin käyttöön valssattua levynauhaa. Samanaikaisesti kehitettiin vastushitsausmenetelmiä. Voimakas edistysaskel tapahtui 1950-luvulla suurtaajuushitsauksen nostaessa hitsausnopeuksia 2–3 kertaisiksi aikaisempaan nähden.

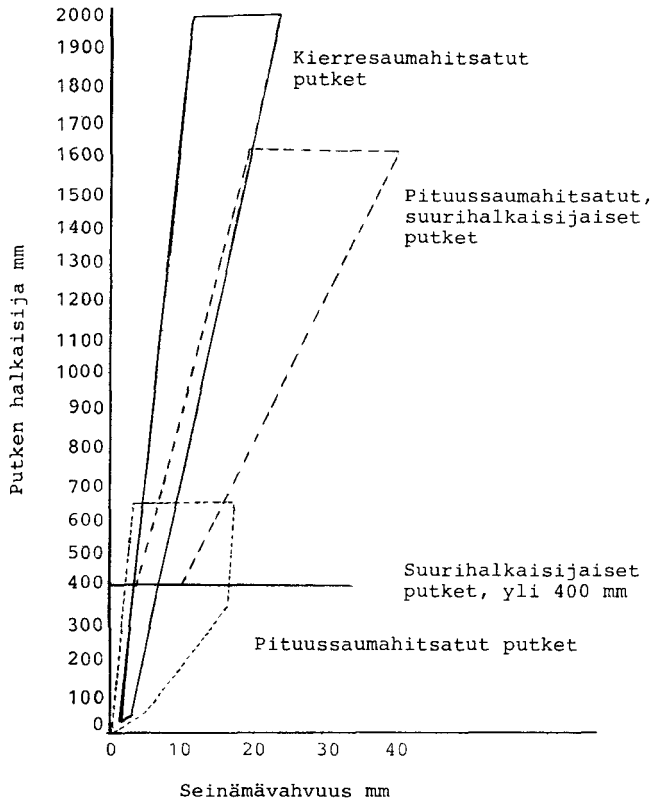


Kuva 1. Maailman teräsputkituotanto 1960–1982.
Fig. 1. Steel pipe production in the world 1960–1982.



Kuva 2. Rautaruukki Oy:n putkituotannon kehitys vv. 1973–1983.
Fig. 2. The pipe production in Rautaruukki Oy 1973–1983.

Hitsattuja putkia valmistetaan kylmämuovaamalla (taivuttamalla) ja kuumamuovaamalla sekä näiden yhdistelmänä (kuva 3). Valmistusmenetelmät ovat suorasaumahitsaus, kierresaumahitsaus, ja suorasaumahitsaus UO-menetelmällä taivutetuille putkille.



Kuva 3. Eri valmistusmenetelmien sovellutusalueet.
Fig. 3. The dimensional ranges of different manufacturing methods.

Pituussaumahitsattujen putkien valmistus

Jatkuvatoimisessa valmistuksessa käytetään raaka-aineena joko kuuma- tai kylmävalssattuja nauhakeloja. Nauhan reunat leikataan tasaisiksi tarvittavaan leveyteen. Nauhakela avataan tuurnan avulla ja oikaistaan oikaisukoneessa. Edellisen kelan loppupää liitetään uuden kelan alkupäähän joko vastushitsauksella tai automaattisella kaasukaarihitsauksella. Jatkohitsaukseen kuluvan ajan kompensoimiseksi voidaan nauhaa kerätä silmukka- tai pyörökela-akkumulaattoriin ja näin päästään jatkuvaan valmistusprosessiin. Seuraavaksi nauha kulkee reunan höyläys- tai leikkauslaitteiden kautta rullamuovaukseen. Muovaus tapahtuu 5-8 rullaparin avulla putkiaihioksi hitsausta varten.

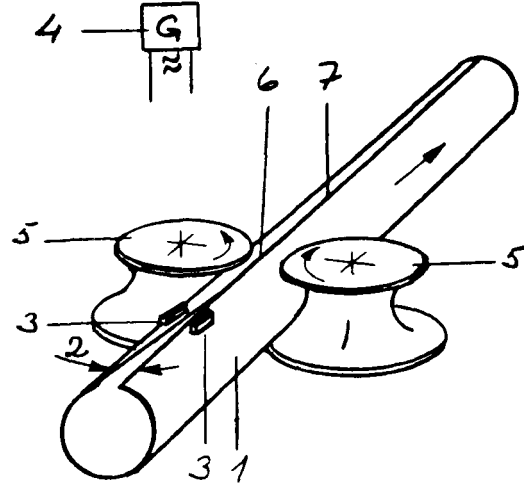
Hitsaus

Hitsausmenetelmänä käytetään pääasiassa sähkövastusmenetelmiä ja suojaasuhitsausta.

Korkeataajuusvastushitsaus

Nauhan reunat kuumennetaan hitsauslämpötilaan korkeataajuusvirralla (300-500 kHz) ja puristetaan kiinni. Virran johtamiseen korkeataajuushitsauksessa käytetään kahta tapaa, joko liukukontaktoreita tai induktiomenetelmää.

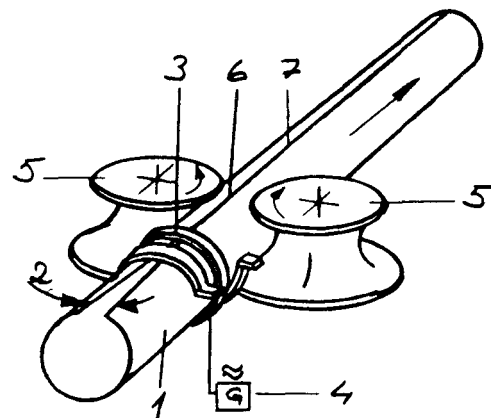
Konduktiivisessa korkeataajuushitsauksessa sijoitetaan liukukupalat nauhan reunoille välittömästi puristusrullien eteen (kuva 4). Nauhan reunat kuumenevat hyvin kapealla vyöhykkeellä nauhan koko paksuudelta. Puristusrullat painavat hitsauskuumuuteen saatetut reunat yhteen.



Kuva 4. Konduktiivinen korkeataajuushitsaus.
1. Aihioputki 5. Puristusrullat
2. V-aukko 6. Hitsauspiste
3. Kontaktorit 7. Hitsisauma
4. Hitsausgeneraattori

Fig. 4. Conductive high frequency resistance welding.
1. Pipe 5. Weld rolls
2. Vee-opening 6. Weld point
3. Conductors 7. Weld seam
4. Weld generator

Induktiivisessa korkeataajuushitsauksessa hitsautuminen tapahtuu samalla tavalla (kuva 5). Ero on virranjohtamismenetelmässä. Se tapahtuu induktion avulla. Myös tässä menetelmässä hitsattavat reunat ohjataan yhteen V-muodossa. In-



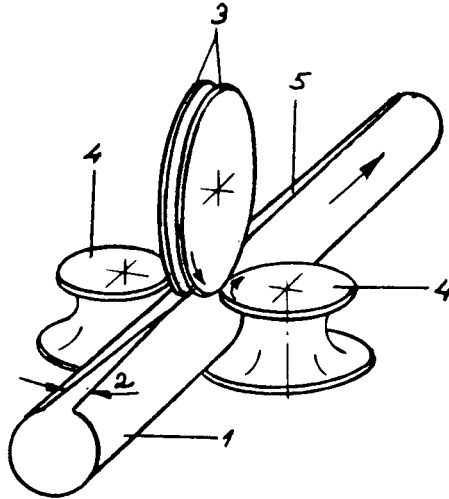
Kuva 5. Induktiivinen korkeataajuusvastushitsaus.
1. Aihioputki 5. Puristusrullat
2. V-aukko 6. Hitsauspiste
3. Induktiokela 7. Hitsisauma
4. Hitsausgeneraattori

Fig. 5. Inductive high frequency resistance welding.
1. Pipe 5. Weld rolls
2. Vee-opening 6. Weld point
3. Induction coil 7. Weld seam
4. Weld generator

duktiokela sijaitsee välittömästi puristusrullien edessä putkiaihion ympärillä. Putkeen indusoidut virrat kulkevat putkessa nauhan reunoihin saakka. Näin virtapiiri kuumentaa reunan, joka sulkeutuu hitsauskohdassa.

Matalataajuusvastushitsaus

Nauhan reunat kuumennetaan hitsauslämpötilaan matalataajuusvirralla (150–400 Hz). Virran johtamiseen käytetään suuriläpimittaisia kuparikiekoja (kuva 6). Hitsaus tapahtuu samoin kuin korkeataajuusmenetelmissä.



Kuva 6. Matalataajuusvastushitsaus

1. Aihioputki
2. V-aukko
3. Kiekkoelektrodit
4. Puristusrullat
5. Hitsisauma

Fig. 6. Low frequency resistance welding.

1. Pipe
2. Vee-opening
3. DC rotary transformer electrodes
4. Squeeze rolls
5. Weld seam

Suojakaasuhitsaus

Suojakaasuhitsausta käytetään pääasiassa voimakkaasti seostettujen teräslaatuojen, kuten ruostumattomien austeniittisten ja ferriittisten teräksien, titaanien ym. yhteydessä. Menetelmänä on yleisesti TIG-hitsaus.

Aihiosta putkeksi

Hitsauksessa syntyvä purse poistetaan höyläämällä ulkopuolelta ja tarvittaessa myös sisäpuolelta.

Hitsauksen jälkeen hitsausliitos voidaan lämpökäsitellä (myöstää tai normalisoida) induktiivisen hehkutuslaitteiston avulla.

Putki pyöristetään ja oikaistaan täsmällisiin mittoihin kalibrointi- ja oikaisurullastossa. Sen jälkeen putki katkotaan haluttuun mittaan katkaisusahan tai leikkurin avulla.

Yksittäiset putket siirtyvät rullaratoja pitkin tarkastettaviksi. Seuraa putkien päiden työstäminen, putkien puhdistus ja vesipainekoestus. Tavallisten mekaanisten ja teknisten tarkastusmenetelmien ohella on valmistusprosessiin kytketty ainetta rikkomattomia koestusmenetelmiä, esim. pyörevirta-, röntgen- ja ultraäänitarkastuksia.

Kierresaumahitsatut putket

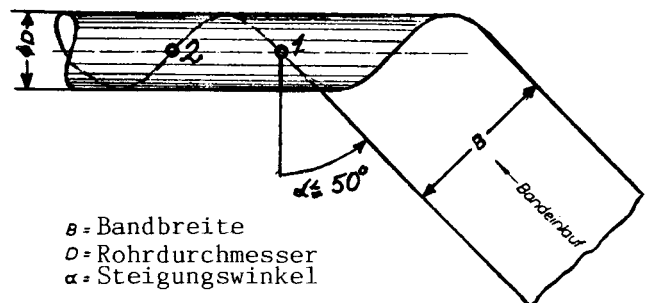
Pituussaumaputkien halkaisija-aluetta rajoittaa ylöspäin mentäessä nauhan tai levyn leveys. Kierresaumamenetelmässä ei tällaisia rajoituksia ole. Käytössä oleva kokoalue on $\varnothing 100 - \varnothing 2500$ mm.

Kierresaumahitsattujen putkien materiaalina käytetään kuumavalssattua nauhaa. Se toimitetaan keloina ja kelat liitetään kierresaumahitsauskoneeseen toisiinsa päättymättömäksi nauhaksi.

Valmiin putken halkaisija riippuu nauhan leveydestä ja kierresaumahitsauskoneen nauhanohjainpöydän kulman säädöstä (kuva 7). Saman levyisestä nauhasta voidaan siis valmistaa halkaisijaltaan erisuuruisia putkia muuttamalla nauhan tulokulmaa. Tässä on kuitenkin huomattava, että pysytään kulman optimialueella, jolla saavutetaan paras muovaus ja taloudellisuus.

Kierrehitsauslaitoksessa työvaiheet ovat jatkuvia. Kelalta purettu nauha oikaistaan oikaisukoneessa, reunat leikataan ja hitsauspinnat jyrksitään molemmilta puolilta. Sen jälkeen nauha joutuu muovauslaitteeseen, jossa se taivutetaan ruuvikierteelle sylinterimäiseksi putkeksi. Tämän taivutuksen aikana reunat tulevat vastakkain. Kosketuskohdassa ne hitsataan ensin sisäpuolelta ja puoli kierrosta myöhemmin ulkopuolelta tavallisimmin jatkuvalla jauhekaarihitsausmenetelmällä.

Katkaisulaite katkoo putket haluttuihin pituuksiin. Poikittaissaumojen ulkopuolinen hitsaus tapahtuu käsin. Kaikki putket tarkastetaan silmämääräisesti sisältä ja ulkoa. Putkien päihin jyrksitään hitsausrailo. Vesipainekokeen jälkeen hitsausaumata tarkastetaan vielä kerran ultraäänimenetelmällä tai röntgenkuvauksella.



- B = Bandbreite
 D = Rohrdurchmesser
 α = Steigungswinkel

Kuva 7. Kierresaumaputken valmistus. Sisäpuolisen palon hitsaus pisteessä 1 ja ulkopuolisen palon pisteessä 2.

Fig. 7. Spiral welding. Welding point 1 (inside), 2 (outside).

Kaarihitsatut suurihalkaisijaiset pituussaumaputket

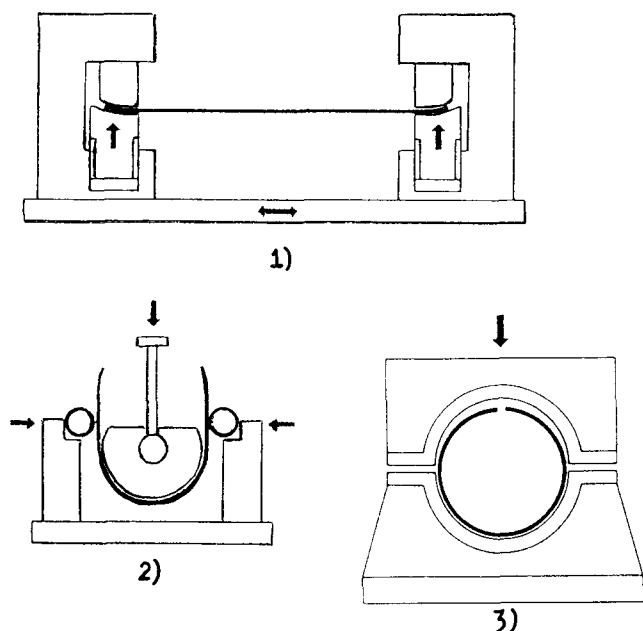
Halkaisijaltaan yli 600 mm olevia ja seinämävahvuudeltaan aina yli 40 mm saakka ulottuvia putkia valmistetaan U-O-puristinlinjoilla (kuva 8).

Valmistuksen ensimmäinen vaihe on aloitus- ja lopetuskappaleiden hitsaaminen vielä muokkaamattomaan levyyn hitsausautomaatilla suoritettavaa pituussaumahitsausta varten.

Levyn reunan taivutuspuristin taivuttaa levyn pitkät reunat yhtäaikaaisesti molemmin puolin lopulliseen putken säteeseen. Tämä muotoiluprosessi varmistaa sen, että levyt ovat ennen O-puristimessa pyöristämistä myös sauman alueella yhtä pyöreitä koko pituudelta.

Varsinainen muotoilu levystä putkeksi tapahtuu kahdessa toistensa mukaan säädettyssä puristusvaiheessa. U:n muotoiseksi U-puristimessa ja lopulta putkiaihioksi O-puristimessa.

Hitsaus tapahtuu sisä- ja ulkopuolelta useampilankaisilla jauhekaarautomaateilla. Tarkastusmenetelmät ovat samat kuin kierresaumahitsatuille putkille.



Kuva 8. Kaarihitsatun pituussaumaputken valmistus U-O-menetelmällä.

1. Levyn reunojen taivutus
2. U-vaihe
3. O-vaihe

Fig. 8. Longitudinally arc welded U-O formed pipe.

1. Bending the sides of the skelp
2. U-position
3. O-position

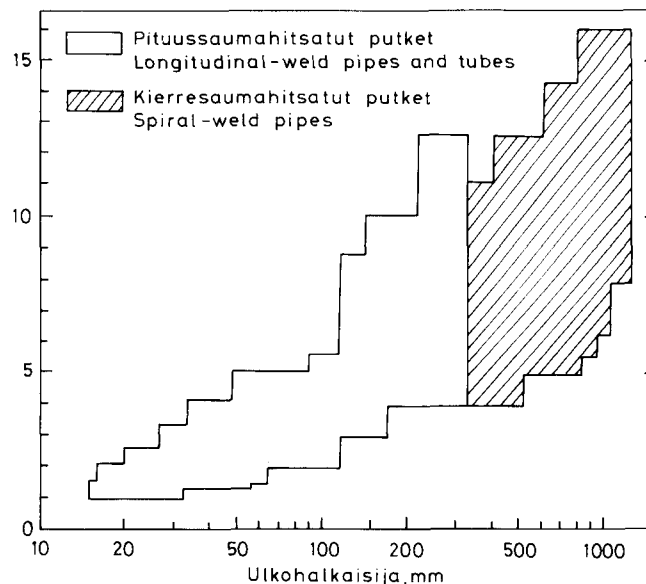
KEHITYSNÄKYMIÄ RAUTARUUKKI OY:SSÄ

Rautaruukki Oy:ssä on yksinomaista valmistusmenetelmänä kylmämuovaus ja suorasaumaputkilla korkeataajuushitsaus (Hf-hitsaus). Kierresaumahitsatut putket hitsataan jauhekaarimenetelmällä. Kylmämuovaus ja Hf-hitsaus on yleinen valmistusmenetelmä USA:ssa ja Japanissa ja pienille putkille myös Pohjoismaissa. Merkittäviä kuumamuovattujen putkien valmistajia Euroopassa ovat Mannesmann, Valex ja BSC (British Steel).

Mitta-alueen kehitys (kuva 9)

Pulkkilan tehdas otti vuonna 1981 tuotanto-ohjelmaansa järeät keskikokoiset putket ja putkipalkit, joissa D/t-suhde (halkaisija/seinämän paksuus) ulottuu lukuun 12, mikä on seinämän vahvuusalueella 8 – 12,5 mm maailman huippuluokkaa. Tavoitteita vielä tiukemmasta vaatimuksesta on näkyvissä erikoisputkien tuotanto-ohjelman laajentuessa.

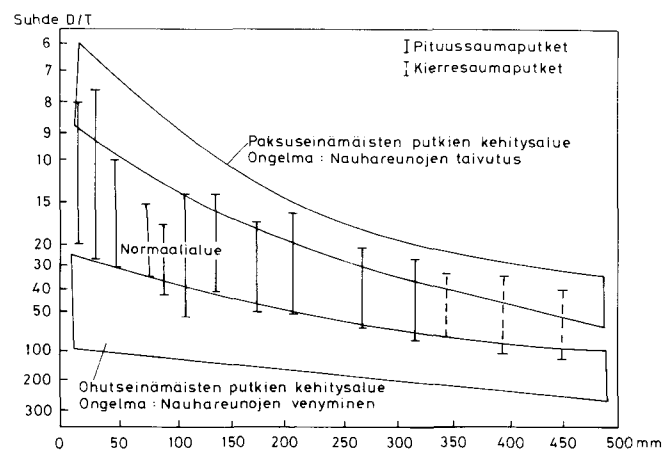
Kierresaumaputkien valmistusalue on yleensä muuttumassa siten, että halkaisija-alue $\varnothing 200 - 500$ mm siirtyy suorasaumaputkitekniikan alueeksi ja alue $\varnothing 1200 - 2500$ mm tulee entistä laajemmin kierresaumaputkien mitta-alueeksi.



Kuva 9. Eri valmistusmenetelmien mitta-alueet.
Fig. 9. Dimensional ranges of pipe and tube production.

Muovaustekniikka (kuva 10)

Suorasaumahitsattujen putkien muovauksen ongelmakentät ovat halkaisijaan suhteutettuna liian ohuet tai liian paksut seinämät eli $D/t > 80$ tai $D/t < 15$. Ongelman perussyy on nauhaan tuleva epätasainen muokkaus ja jännitystila. Kehitys on menossa tasaisempaan, jatkuvatoimiseen taivutukseen lisäämällä taivutusrullastoja tai tekemällä jatkuvatoimisia nauhan reunan käsittelylaitteita.



Kuva 10. Pituussaumahitsattujen putkien valmistusteknologian rajat.
Fig. 10. The technological limits to produce longitudinally welded pipes.

Kapasiteetin kasvattaminen

Rautaruukki Oy:ssä yleisesti käytössä oleva suurtaajuusvastushitsaus on nopea hitsausmenetelmä. Tehtailla on jo nyt käytössä nopeusalue 30 – 120 m/min. Yhtiössä on tehty selvityksiä nopeuden 200 metriä minuutissa käyttöönotosta. Nopeuden kasvattamisessa tekniset vaikeudet kohdistuvat nauhavaraston tekniikkaan ja katkaisulaitteisiin. Esimerkiksi nopeudella 180 m/min ajettaessa leikkurin on leikattava kolme metriä pitkiä putkia ± 1 millimetrin tarkkuudella 1 kpl/s. Tähän vaaditaan avaruusteknologian erikoismateriaaleja ja tekniikkaa.

Rautaruukki Oy:n kierresaumahitsattuja putkia valmistava tehdas valmistui v. 1977. Tämän jälkeen on tehty mm. seuraavia oleellisia muutoksia: Hitsausnopeuden nostaminen muuttamalla 2 x 1 lankahitsaus 2 x tandemhitsaukseksi. Polttoleikkaus on muutettu kaasupoltosta plasmapoltoksi ja putkipituus on kasvatettu 12 metristä 18 metriin. Kapasiteetti ja tuottavuus on kasvanut 30 %.

Tarkastusmenetelmät

Valmistusnopeuden ja tuotteiden vaativuuden kasvaessa on hankittu automaattisia tarkastuslaitteita kaikille putkikoneille. Ultraääni- tai pyörrevirtatarkastus välittömästi hitsauksen jälkeen hälyttää operaattorit ja viallisen tuotteen ajo estetään. Uusimmat kehitysaskleet ovat pyrometrimittaus hitsauslämpötilalle ja siihen kytketty automaattinen tehonsäätö sekä tarkastustarkkuuden lisääminen monikanavaisilla UA-laitteilla.

Teräksen kehitys

Nauhan taipuvuus putkeksi tai palkiksi on teräkselle raju muokautapahtuma. Asiakasta kiinnostaa lopputuotteen ominaisuudet ja tietenkin standardit ja määräykset asettavat tuotteelle rajat. Nauhan muovaus kylmänä putkeksi muuttaa lähtöraaka-aineen ominaisuuksia. Koska kylmämuovaus säätelee lopullisia ominaisuuksia, on tämä huomioitava nauhassa.

Tämän vuoksi käytetään selvästi standardien vaatimuksia parempaa lähtömateriaalia. Näiden raaka-aineiden kehittäminen ja valmistus on Rautaruukin vahva alue.

Putkikoneiden valmistus

Runsaan 10 vuoden kokemus putkenvalmistuksesta on johtanut Rautaruukki Oy:ssä putkikoneiden omaan suunnitteluun ja valmistukseen. Pulkkilan tehtaan yleissuunnitelma on tehty yhtiön oman suunnittelun toimesta. Hämeenlinnan putkitehtaan koneet 4 ja 5 ovat yhtiön oman suunnittelun ja valmistuksen tulosta. Rautaruukki Oy pystyy valmistamaan ja myymään täydellisiä putkikoneelinjoja.

Uudet tuotteet

Kaasu- ja öljyputket

Yhtiön Oulaisten ja Pulkkilan tehtailla on mahdollisuus valmistaa laajalla mitta-alueella öljy- ja kaasuputkia lujuusluokkaan X-60 saakka. Tällaisia putkia mm. toimitetaan parhailaan USA:han. Suomen maakaasulinjan jatkamiseen tarvittavien putkien valmistusvalmius on olemassa.

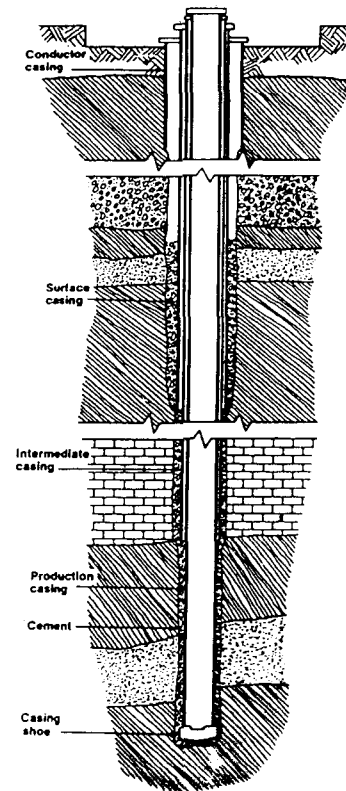
Casing-putket

Pulkkilan tehdas on aloittanut tänä vuonna öljynporausreikien suoja-putkien valmistuksen (kuva 11).

Muut tuotteet

Hydrauliikkasynteroinä sekä muina kone-elinputkina käytettävien putkien tuotekehitysprojekti on meneillään.

Paaluputkien ja -ponttien käyttö on alue, jossa kehitetään uusia rakenneratkaisuja.



Kuva 11. Casing-putket.
Fig. 11. Casing-pipes.

YHTEENVETO

Suomen teräksen tuotanto oli vuonna 1983 noin 2,4 milj. tonnia. Vuonna 1960 perustettu Rautaruukki Oy on Suomen suurin teräksen tuottaja. Rautaruukki Oy:n Raahen rautatehtaalla tuotettiin vuonna 1983 terästä 1,6 milj. tonnia. Teräsputkia valmistettiin noin 230.000 tonnia, josta Rautaruukki Oy:n osuus on noin 90 %. Suomen teräsputkituotanto perustuu kokonaan hitsattujen putkien valmistukseen.

Putkien käyttö lisääntyy nopeammin kuin yleensä teräksen kulutus. Riippumatta energian hinnan kehityksestä putkia käytetään yhä enemmän aineen ja energian siirtoon.

SUMMARY

THE OUTLOOK FOR FUTURE DEVELOPMENTS IN STEEL PIPE MANUFACTURE

The steel production in Finland was about 2,4 million tons in 1983. Rautaruukki Oy (established in 1960) is the greatest steel producer in Finland. The steel production in Raahen steel works was 1,6 million tons in 1983.

The steel pipe production in Finland was about 230.000 tons, 90 % of that manufactured by Rautaruukki Oy.

The steel pipe production in Finland is totally based on manufacturing of welded pipes.

The use of pipes increases quicker than the use of steel in general. Regardless of the energy prices, the pipes are used more and more in the transportation of matter and energy.

Outokumpu Oy:n Vammalan kaivos

Dipl.ins. Lasse Vanha-Honko, fil.kand. Kauno Vormisto, dipl.ins. Jaakko Ahtiainen, Outokumpu Oy, Vammalan kaivos

JOHDANTO

Vammalan kaivos sijaitsee Vammalan kaupungin Stormin kylän välittömässä läheisyydessä. Maanteitse tulee matkaa Tampereelle n. 45 km ja Helsinkiin n. 200 km (kuva 1).

Ensimmäiset viitteet mahdollisista nikkelimalmeista Vammalassa saatiin v. 1960. Vuoteen 1973 jatkuneita maanpäällisiä tutkimuksia täydennettiin maanalaisen tutkimustyömaan puitteissa vuoden 1978 alkuun saakka.

Kaivoksen malminlouhinta on nykyisin n. 350000 t/a. Rikastamon tuote, nikkeli-kuparirikaste toimitetaan maantiekuljetuksena yhtiön Harjavallan tehtaille. Vuotuisen rikastemäärän Ni-sisältö on 1800 – 2500 t ja Cu-sisältö 1000 – 1500 t. Vammalan kaivos työllistää n. 110 henkilöä.

V. 1983 lopussa kaivoksen malmivarat in situ olivat n. 4 milj. t ja keskimääräinen Ni-pitoisuus 0,7 – 0,8 % ja Cu-pitoisuus 0,45 %.

vuutta lisäsivät Toivo Haapahuhdan kallioperänäytteet sekä Paavo Lammin ja Vieno O. Pohjanlehdon nikkelimalmi-lohkarenäytteet Vammalan Stormista kesällä 1960. Outokumpu Oy aloitti välittömästi paikkakunnalla tutkimukset, jotka lopulta johtivat täysimittaiseen kaivostoimintaan v. 1978.

Kenttätutkimukset aloitettiin lohkar-etsinnällä ja paljastumakartoituksella sekä geofysikaalisilla hakumittauksilla. Talvella 1961–62 kairattiin ensimmäiset tunnustelureiät.

V. 1973 loppuun kairattiin lähes 200 syväkairausreikää (28 000 m) ja n. 26 km² suuruisella alueella suoritettiin systemaattinen magneettinen, slingram-sähköinen ja gravimetrisen mittaus.

Maanpäällisen prospektausvaiheen tuloksena oli paikallistettu mm. Stormin ja Kovero-ojan ultramafiset intruusionot. Näiden yksityiskohtaisempaa selvittelyä varten perustettiin tutkimustyömaa-organisaatio.

LÖYTÖ- JA TUTKIMUSVAIHEET

1950-luvun loppupuoliskolla alkoi Ahlaisten-Porin-Kauvatsan-Sääksmäen kautta kulkeva vyöhyke kiinnostaa malminetsintää lukuisten Ni-mineralisaatioihin viittaavien aiheittensa takia. Vyöhykkeen malminetsinnällistä kiinnosta-

TUTKIMUSTYÖMAA JA KOELOUHINTA V. 1974 - 1977

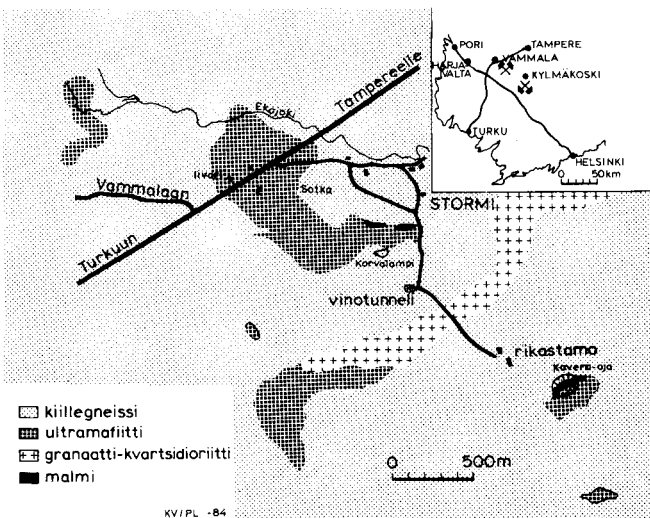
Outokumpu Oy teki keväällä 1974 päätöksen koelouhinnan aloittamisesta Vammalan Stormissa. Tämän vuoksi aloitettiin 1974 loppupuolella mm. jätealueen patojen tekeminen, pumppaamon ja tarvittavien putkistojen rakentaminen sekä loppuunlouhitun Kylmäkosken kaivoksen rikastamorakennuksen ja koneiden purkaminen, siirto ja uudelleenasetus Vammalan tutkimustyömaalle.

Tutkimusalueen ympäristössä tehtiin laaja luonnon ja asutuksen perustilaselvitys sekä saatettiin topografinen kartoitus ajan tasalle.

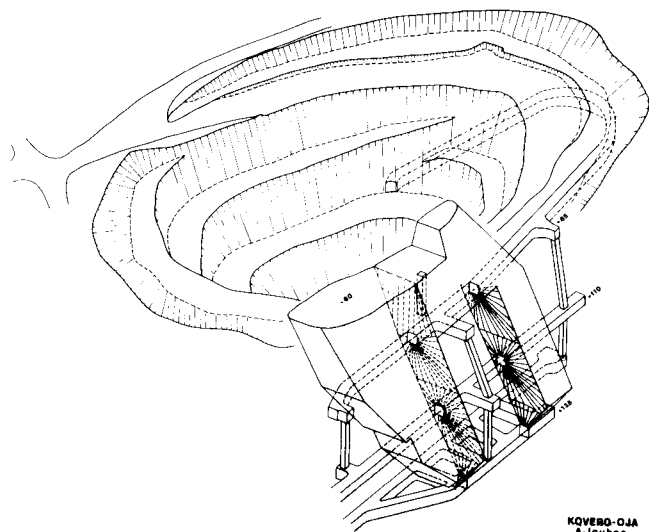
Vammalan tutkimustyömaa aloitti tuotannollisen toimintansa 10.4.1975, jolloin rikastamo käynnistettiin ja nikkeli-kuparirikasteen valmistus alkoi. Louhinta aloitettiin Kovero-ojan avolouhoksesta ja sitä jatkettiin maanalaisena välitasolouhintana avolouhoksen alapuolelle tehdyllä louhoksella (kuva 2).

Kaikkiaan Kovero-ojan malmiosta louhittiin 0,65 milj. tonnia raakkua ja 0,45 milj. tonnia malmia viimeksimainitun jakautuessa puoliksi avolouhinnan ja maanalaisen louhinnan kesken.

Heti tutkimustyömaan perustamisen jälkeen aloitettiin tutkimusvinotunnelin ajo +150 -tasolle jatkokairauksia varten Stormin intruusion alueella. V. 1977 loppuun mennessä todetut malmivarat katsottiin riittäviksi Vammalan kaivoksen avaamiseksi v. 1978 alusta lähtien.



Kuva 1. Sijainti (pohjana yleistetty kivilajikartta).
Fig. 1. Location (simplified map of bedrock).



Kuva 2. Kovero-ojan avolouhos ja maanalainen louhos.
Fig. 2. Open pit and underground stope of Kovero-oja.

GEOLOGIASTA

Yleispiirteet

Vammalan alueen kallioperä edustaa syvälle kulunutta leikkausta svekofennialaisessa vuorijonojaksossa. Kallioperää hallitsevat voimakkaasti metamorfoituneet ja suonigneisyytneet kiillegneissit.

Alueen syväkivistä pääosa on kvartsi- ja granodioriittisia synorogeenisia plutonitteja. Emäksisiä ja ultraemäksisiä intrusiiveja esiintyy joko vähäisinä differentiaatteina intermedääristen massiivien yhteydessä tai pieninä erillisinä intrusioina.

Stormin ultramafinen intrusio

Stormin intrusio on n. 1,5 km pitkä, itäosassa n. 150 m ja länsiosassa n. 500 m leveä muodostuma, jonka maanpintaleikkaus n. 50 ha. Sen kourumainen tai kielekkmäinen itäosa ulottuu 150–200 m syvyyteen ja patamainen länsiosa 250–350 m syvyyteen.

Intruusion lähin ympäristö koostuu raitaisista ja juovaisista kiille- ja suonigneisseistä, joissa on grafiittipitoisia kerroksia.

Kalliomekaanisilta ominaisuuksiltaan gneissit ovat yleensä suhteellisen lujia.

Stormin intrusio muodostuu ainakin kolmesta co-magmaattisesta kerrospatjasta (kuva 3).

Ylin ultramafinen patja on paikoin voimakkaasti serpentiiniytynyttä peridotiittia. Primaariset sulfidit ovat lähes täysin hapettuneet oksideiksi.

Edellä mainitun kerroksen alla on hornblendiittipatja, joka paksuimmillaan on 150–200 m luokkaa. Pääkivilajina siinä on hienorakeinen granoblastinen amfibolikivi.

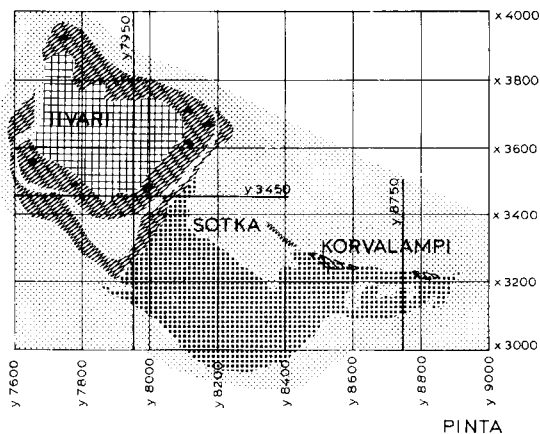
Alin ultramafinen patja koostuu peridotiitista, joka patjan sisäosissa on voimakkaasti serpentiiniytynyt. Se on sulfidirikas ja itse asiassa kaikki ekonomisiksi malmioiksi luokitellut kiisurikastumat liittyvät tähän patjaan ja siitä ulkoneviin kielekkeisiin.

Lujuusominaisuuksiltaan alin patja on pääosiltaan heikohko. Merkittävin tekijä tässä mielessä ovat muuttuneet pegmattiijuonet, jotka tiheimmillään esiintyessään lohkovat kallioperän paikoin breksiamaisiksi osueiksi.

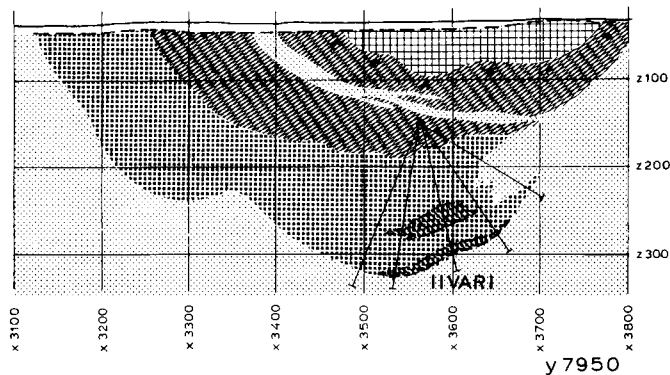
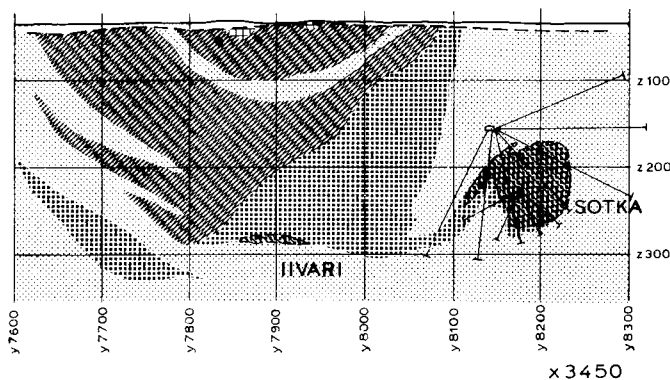
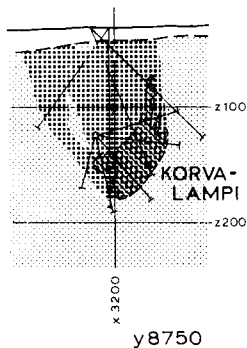
Malmiot

Stormin intrusioon liittyvistä kiisuuntumista ovat ekonomisessa mielessä tärkeimmät Korvalammen, Sotkan ja Iivarin malmiot.

Malmioiden rajat ovat pitoisuusrajoja määräytyen tapaus tapaukselta käytetyn cut-offin mukaan (kuva 3).



- kiillegneissi
- peridotiitti (yläpatja)
- hornblendiitti / aglomeraatti
- peridotiitti (alapatja)
- malmi



KV/PL -84

Kuva 3. Geologinen maanpintaleikkaus ja poikkileikkauksia.
Fig. 3. Surface map and cross-sections of bedrock.

Korvalammen malmio on pitkänomainen, 5–40 m paksuinen, jyrkänkalteva laatta, joka myötäilee intruusion itäosan pohjoiskontaktia. Paikoin sillä on puhkeamia ja sen alalieve ulottuu 120–170 m syvyyteen. Arvometallipitoisuuksiltaan (Ni-, Cu-) ko. malmio kuuluu alimpaan kategoriaan.

Sotkan malmio on Korvalammen malmion suoranaisena jatkeena NW-suunnassa (kuva 4). Sotkan malmio on pääintruusiosta haarautuvassa kielekkeessä ja on kaakkoispäässä dimensioiltaan ja pitoisuuksiltaan Korvalammen malmion kaltainen paisuen kuitenkin luoteispäässä 60–70 m paksuiseksi ja edustaen samalla pitoisuuksiltaan kaivoksen korkealaatuisinta malmia.

Iivarin malmio sijaitsee intruusion länsipäässä 250–300 m syvyydessä koostuen useammasta loiva-asentoisesta, rajoittaan epämääräisestä kiisukonsentroitumasta.

Sulfidimineraalien rakenteista ja seurueista

Malmiluokan kiisuuntumissa on vallitsevana verkkomainen intergranulaarinen pirote. Kontaktin läheisyydessä tavataan karkeita kiisuerkaumia, pesäkkeitä ja juonia jopa sivugneisinkin puolella. Yleisesti ottaen kiisujen raekoko pienenee muodostuman sisäosiin mentäessä.

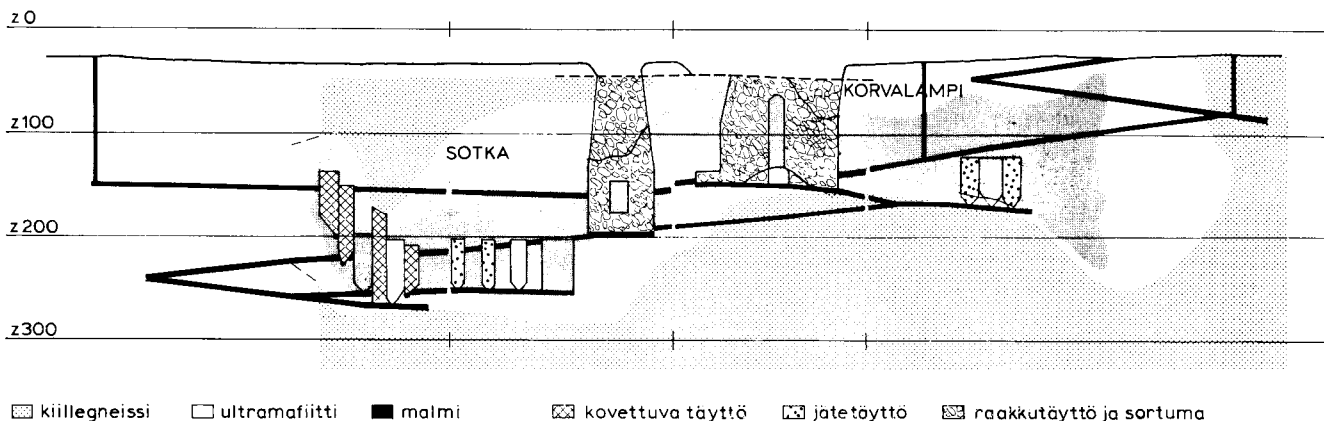
Rikastusprosessin kannalta hankalia rakenteita ovat submikroskooppinen sulfidipöly, silikaateissa mikrorakoja täyttävä sulfidirihamasto sekä magnetiittiverkosto arvokiisurakeissa.

Magneetikiiisu + pentlandiitti + kuparikiisu ± kubaniitti ± mackinawiitti on vallitsevin kiisuseurue malmisssa. Selvimpänä ko. parageneesi esiintyy Sotkan malmion luoteispäässä sen katto- ja yläosassa kun taas kolmen ensimmäiseksi mainitun pääkomponentin muodostama parageneesi on vallitseva malmioiden jalkapuolella. Mackinawiitti esiintyy tavallisimmin hienorakeisena ”rokkona” pentlandiitissa ja on selvästi yleisempi kuin kubaniitti.

Sekundäärinen pyriitti on tavanomainen komponentti kiisufaasissa. Valleriittia tavataan satunnaisesti hienona pölynä silikaattien joukossa.

Yllämainittujen pentlandiitti–mackinawiitti-yhteenkasvetumien lisäksi on kiisujen välisistä intiimeistä rakenteista mainittava pentlandiittisuotautumat kuparikiisussa, kubaniittilamellit kuparikiisussa ja erittäin sotkuiset pentlandiitti–mackinawiitti–magneetikiiisu–kuparikiisu–magnetiitti-kasamat.

Primäärisinä oksidimineraaleina alimmassa ultramafisessa patjassa esiintyvät kromiitti, ilmeniitti ja magnetiitti. Serpentiinijäätymisen yhteydessä ja osin myös magneetikiiisun muuttumistuotteena syntynyt sekundäärinen magnetiitti on kiteytynyt pentlandiitin — ja myös kuparikiisun — lohkorakoihin ja säröihin verkostoiksi ja silikaatteihin höyrymäisiksi kasaumiksi.



Kuva 4. Sotka-Korvalampi: pituusprojektiio.
Fig. 4. Sotka-Korvalampi: longitudinal projection.

Kovero-ojan intruusio

Kovero-ojan ultramafiitti esiintyy jyrkkä-asentoisena pylväsmäisenä muodostumana, jossa alimmat kairaus-lävistykset ovat n. 250 m syvyydellä. Sen soikeahkon pintaleikkauksen mitat ovat 200–300 m (kuva 1). Geologisten piirteittänsä puolesta se muistuttaa Stormin intruusion alapatjaa.

KAIVOS

Yleistä

V. 1974 lopulla oli aloitettu vinotunnelin (VT-1) ajo.

+80 -tasolta Kovero-ojalle haarautunut vinotunneli (VT-2) suljettiin myöhemmin padolla. Nykyisin kaivoksen käyttövesi otetaan padon takaa.

V. 1977 alkuun VT-1:ä oli jatkettu tasovälille +150 – +160, josta jatkettiin VT-3:na alas ja nykyinen pohjataso +272 saavutettiin kesällä 1982.

Päätasot ovat +150, +175, +200, +230, +255 ja +270.

Pääilmanvaihtokuiluja on tehty kaikkiaan kolme.

Malmia on 1983 loppuun mennessä louhittu yhteensä n. 2,18 milj. t (0,71 % Ni ja 0,43 % Cu) ja raakkaa 1,34 milj. t.

Sotka-Korvalammen louhinta on kokonaisuudessaan välitasolouhintaa. Kaikki louhokset täytetään.

Tulevaisuudessa tullaan louhimaan myös päämalmin viereinen ns. Sotkan Pilvi sekä Iivarin malmi, jonne vinotunneli aloitettiin +255 -tasolta kesällä 1984.

Kaivoksen malmin ja sivukiven lastauksen ja kuljetuksen suorittaa ulkopuolinen urakoitsija.

Työntekijävahvuus kaivoksessa oli v. 1983 lopulla 34 (ilman urakoitsijaa).

Peränajo

Vinotunnelin kaltevuus on +200 -tasolle asti 1:8, alaosissa 1:9, kaikkien kaarteiden ollessa 1:10. Poikkileikkaus on 4,8 x 4,4 m². Kaarteet on levitetty ohituspaikoiksi. Vinotunnelia ei ole asvaltoitu.

Päätasot ovat poikkileikkaukseltaan 4,8 x 44 m² tai 4,2 x 4,75 m² ja välitasoperät 3,5 x 3,5 m².

Vuosittainen peränajotarve nykyisin on n. 1 500 m, joka on puolet rakennusaikaisista huippuvuosista.

Peränajoporauksessa on yksi hydraulinen ja kaksi paineilmakäyttöistä Tamrock Paramatic-jumboa (ks. taulukko 1). Vuosittainen porausmäärä lyhytreikäkalustolla on n. 100 000 pom.

Räjähdysaineena käytetään aniittia ja valmiina ostettua ammoniittia. Kaarirei'issä käytetään K-patruunaa.

Vahvistusmenetelminä ovat pultitus ja ruiskubetonointi. Pultit ovat sementti-injektoituja harjateräspultteja. Vuotuinen määrä on n. 5 000–7 000 kpl. Betoniasema on louhittu lähelle vinotunnelin suuta. Vuosittainen rappausmäärä on n. 2 000 m³.

Taulukko 1. Kaivoskalustoluettelo.

Table 1. List of Outokumpu Oy's underground mining equipment.

Kpl	Tyyppi
2	Tamrock Paramatic 3-puominen pneumaattinen porausjumbo; Mine-Jack-alusta, Deutz F6L-moottori, MR 600-puomit, KS 50 A syöttölaitteet, E 400 porakoneet
1	Tamrock Toromatic 1-puominen pneumaattinen rikotus- ja pultitusjumbo; Toro 100-alusta, Deutz F4L-moottori, ZR 650-puomi, EXT 50 A x 40/42 syöttölaite, E 400 porakone
1	Tamrock Paramatic H 207 L 2-puominen hydraulinen porausjumbo; Mine-Jack-alusta, Deutz F6L-moottori, ZR 650-puomit, KS 140 H x 40 syöttölaitteet, HLR 438 TS porakoneet
1	Tamrock Solo EDH 490 RR -hydraulinen pitkäreikäporauslaite; Normet TPA 90-alusta, Deutz F6L-moottori, HLR 438 LS porakone
1	Tamrock Solo 1500 pneumaattinen pitkäreikäporauslaite; Normet PK 1500 H-alusta, Deutz F2L-moottori, L 400 porakone
1	Toro 200 D-lastauskone; Deutz F6L-moottori, 1,75 m ³ -kauhatilavuus
4	Normet PK-3000-työalusta-ajoneuvoja; Deutz F5L-moottorit
1	Normet PK-3000 (RBY 800) ruiskubetonointikasettialusta-ajoneuvo
6	VW, Ford ja Toyota-pakettiautoja, maastureita

Louhinta

Sotka-Korvalammen louhinta on pelkkää välitasolouhintaa.

Ensimmäiset louhokset +150 ja +200 -tasoilla olivat malmin pituussuuntaisia ja louhoskoko suuruusluokkaa 80 000 m³ Kovero-ojan maanalaisen osan tapaan. Käytännössä näin suuri louhoskoko osoittautui päämalmissa liian suureksi ja johti v. 1980 sortumiin.

Siksi kaivoksella onkin täysin siirrytty poikittaiseen välitasolouhintaan louhoskoon vaihdellessa malmin leveyden mukaan välillä 10 000 – 45 000 m³.

Malmi on länsipään osalla jaettu 15 m leveisiin ja enintään 50 m korkeisiin louhoksiin (kuva 5), joista ensivaiheessa louhitaan joka toinen ja täytetään kovettaen.

Keski- ja itäosissa ensivaiheenkin louhokset täytetään pelkällä jätteellä, jolloin toisen vaiheen pilareiden louhinta ei mahdollista 100 %:n saantia.

Sotkan malmin louhintaan siirryttäessä on tehty kallioimekaaniset perusselvitykset mm. jännitystilamittauksia ja FEM-tarkasteluja.

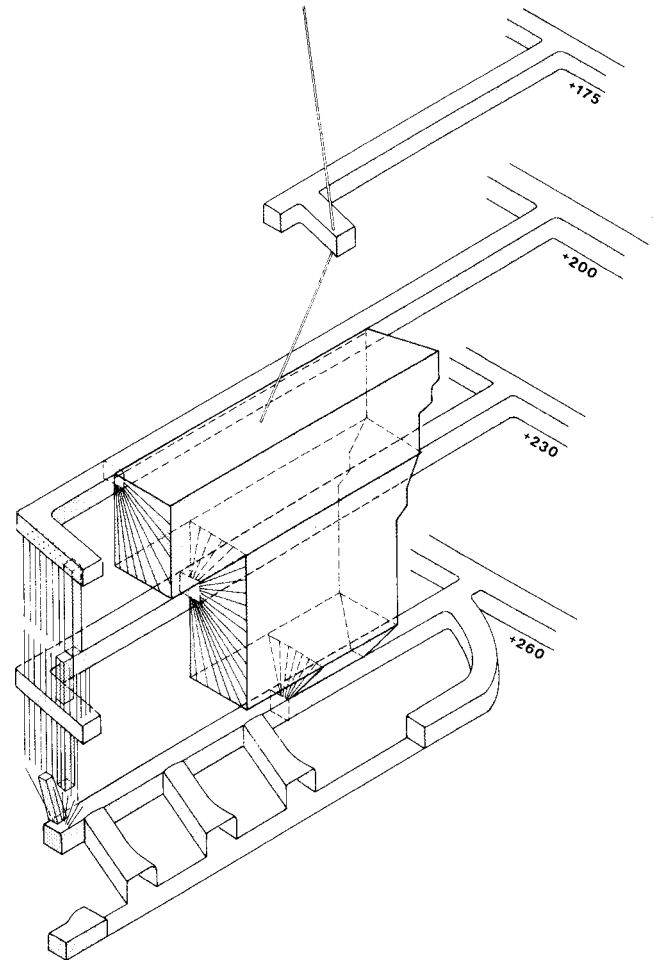
Louhintaporausta suoritetaan n. 55 000 pom vuosittain. Porauskalusto on taulukossa 1.

Räjähdysaineena käytetään aniittia ja ammoniittia n. 230 g/t.

Louhosten vahvistukseen ja mahdollisten sortumien ennaltaehkäisyyn on käytetty köysipulttitusta.

Lastaus ja kuljetus

Kaikki malmin ja sivukiven lastaus ja kuljetus suoritetaan ulkopuolisen urakoitsijan toimesta.



Kuva 5. Sotka: M-louhos.
Fig. 5. Sotka: M-stoppe.

Malmi kuljetetaan lastauspaikoilta vinotunnelia ylös maanpäälliseen murskaamoon.

Louhinnassa syntyvät rikot, mikäli liian iso koko ei ole esteenä kuljetukselle, nostetaan ylös murskaamoalueelle, jossa ne rikotetaan Lokomo M216-alustalla olevalla Rammer 806 S-hydraulivasaralla. Kuljetukseen liian isot rikot räjäytetään lastausaukoissa.

Urakoitsijan käytössä oleva kalusto on luetteloitu taulukossa 2.

Kokonaiskivennosto viime vuosina on ollut keskimäärin 410 000 t, josta malmia 330 000 t ja raakkua 80 000 t.

Taulukko 2. Lastaus- ja kuljetusurakoitsijan kalustoluettelo.
Table 2. List of contractor's equipment in loading and haulage.

Kpl	Tyyppi	Käyttöönottovuosi
1	Caterpillar 980 C -kuormaaja	-80
1	Caterpillar 966 D -kuormaaja	-82
1	Hanomag 66 C -kuormaaja	-81
3	DJB 330 D (30 t)	-79
2	Volvo 5350 (25 t) dumpperi	-84
1	Mercedes-Benz V10/2632 (20 t) kuorma-auto	-75
1	Vammas RG-6V-tiehöylä	-76
1	Ford Transit -pakettiauto	-77
1	Lokomo M 216 -kaivinkone	-83

Louhostäyttö

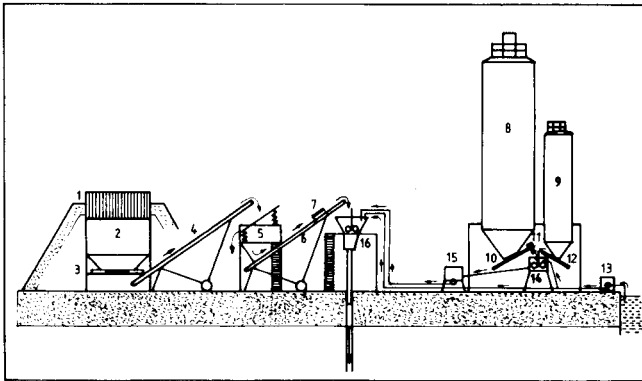
Kaikki louhokset täytetään tyhjäsilastuksen jälkeen.

Täyttömateriaalina käytetään rikastamon luokitettua jätettä. Myös raakutäyttöä on käytetty, samoin vähäisessä määrin sepeliä kovettuvan täytön runkoaineena.

Päämalmin osalla (n. 4,0 milj. t) 1/4 täytetään kovettaen ja loput ilman sideainelisyksiä.

Vammalan kaivoksen kovettuvan täytön menetelmästä käytetään nimitystä optimivesipitoinen kovettuva täyttö (kuva 6). Täyttömenetelmän tavoitteena on luokittumista aiheuttavan ylimääräveden käytön eliminointi. Näin myös sideaineen tarve vähenee tarvitsematta kuitenkaan tinkiä lujuusvaatimuksista.

Sideaineena käytetään nykyisin jauhettua masuunikuonaa ja yleissementtiä suhteessa 9:1.



- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1. Välppä | 9. Sementtisiilo |
| 2. Siilo | 10. Ruuvisyötin |
| 3. Hydraulinen vaunusyötin | 11. Ruuvivaaka |
| 4. Hihnakuuljetin | 12. Ruuvisyötin |
| 5. Täryseula | 13. Vesipumppu |
| 6. Hihnakuuljetin | 14. Lietevalmennin |
| 7. Runkoainesvaaka | 15. Lietepumppu |
| 8. Kuonasiilo | 16. Betonisekoitin |

Kuva 6. Kovettuvan täytön asema.
Fig. 6. Consolidated fill preparation plant.

Ilmanvaihto ja vedennosto

IVN-2:n kautta otetaan raitis ilma alas, ohjataan nousu- ja tunneliverkoston avulla läpi louhosalueiden ja nostetaan länsipään IVN-3:n kautta ylös.

Raittiin ilman määrä on yli 200 000 m³/h. Pakkaskaudella ilmaa lämmitetään Thermoblock-öljypolttimilla (3 kpl) ja paineilmakompressoreiden jäähdytysilmalla.

Peränaajossa paikallistuuletuksessa käytetään eritehoisia puhaltimia ja Ø 400 – 1 000 mm:n tuuletustorvia.

Vettä nostetaan n. 600 000 m³/a. Keskuspumppaamo on tasolla +230, josta vesi pumpataan putkitettua 8":n kallioreikä myöten ylös.

Muuta

Paineilmaa kehitetään ruuvikompressoreilla, joita ovat 3 kpl Tamrock 750 E ja 1 kpl 550 E.

Maanalaisen kaivoksen sähköntarve on n. 7 000 MWh/a. Maan alla on sähköjen jakelua varten kaksi 500 kVA:n muuntaajaa.

Kaivoksen huoltotoiminnot on keskitetty +220 -tason alueelle, jossa on ma. huoltohalli, ruokapaikka, polttoainejakelu jne.

Ma. räjähdysainearasto on 6 000 kg:lle ja maanpäällinen 9 500 kg:lle.

RIKASTAMO

Yleistä

Tehdasmittakaavaiset prosessiajot aloitettiin Vammalassa huhtikuussa 1975. Rikastamon kapasiteetti oli tuolloin n. 200 000 t/a.

V. 1978 Kovero-ojan malmin loputtua jauhimon osalla suoritettiin muutostyö ja kapasiteetti kasvoi yli 50 %. V. 1983 käsiteltiin malmia ennätyselliset 359 097 t.

V. 1984 kesällä vaihdettiin tankomylly, jolloin kapasiteetin odotetaan nousevan yli 380 000 t/a.

Luontaisessa pH:ssa tapahtuvassa prosessissa erotetaan Ni-Cu -yhteisrikaste.

Rikaste, jota tuotetaan n. 25 000 t/a, kuljetetaan Vammalasta maanteitse yhtiön Harjavallan sulattoon. Kuljetusmatka on n. 70 km.

Henkilöstön määrä on 19 laboratorio mukaanlukien.

Kuvassa 7 on esitetty rikastamon kytkinkaavio.

Murskaus

Maanalaista esimurskausta ei ole. Maanpinnalla oleva murskauslinja on kokonaisuudessaan taivas'alla (kuva 8).

Esimurskaimena toimii Lokomo MK-120-leukamurskain, jonka kita-aukko on 900 x 1 200 mm ja asetus n. 120 mm.

Välimurskaimena on Allis-Chalmers Hydrocone 1051-kartiomurskain (asetus 35 mm).

Kaksitasotäryseulalla erotellaan hienoin aines ennen hienomurskainta, jona toimii neuvostovalmisteinen KMD 1750 T-kartiomurskain asetuksella n. 5 mm. Murske kuljetetaan 55 m pitkällä hihnalla siiloon, jonka tilavuus on 1 000 m³.

Pölynkeräystä varten on pussisuodattimilla varustettu imu-laitteisto. Kerätty pöly lietetään ja pumpataan jauhatuspiiriin. Murskaamon kapasiteetti on 200 t/h.

Jauhatus

Murske syötetään siilosta kolmella rumpusyöttimellä, joista kaksi käy vakionopeudella ja kolmatta säätää hihnavaaka.

Malmi jauhetaan ensin tankomyllyssä (Ø 2,25 x 3,60 m), jossa jauhintangot ovat kooltaan Ø 75 x 3250 mm. Tuote pumpataan Ø 500 mm:n hydrosykloniin.

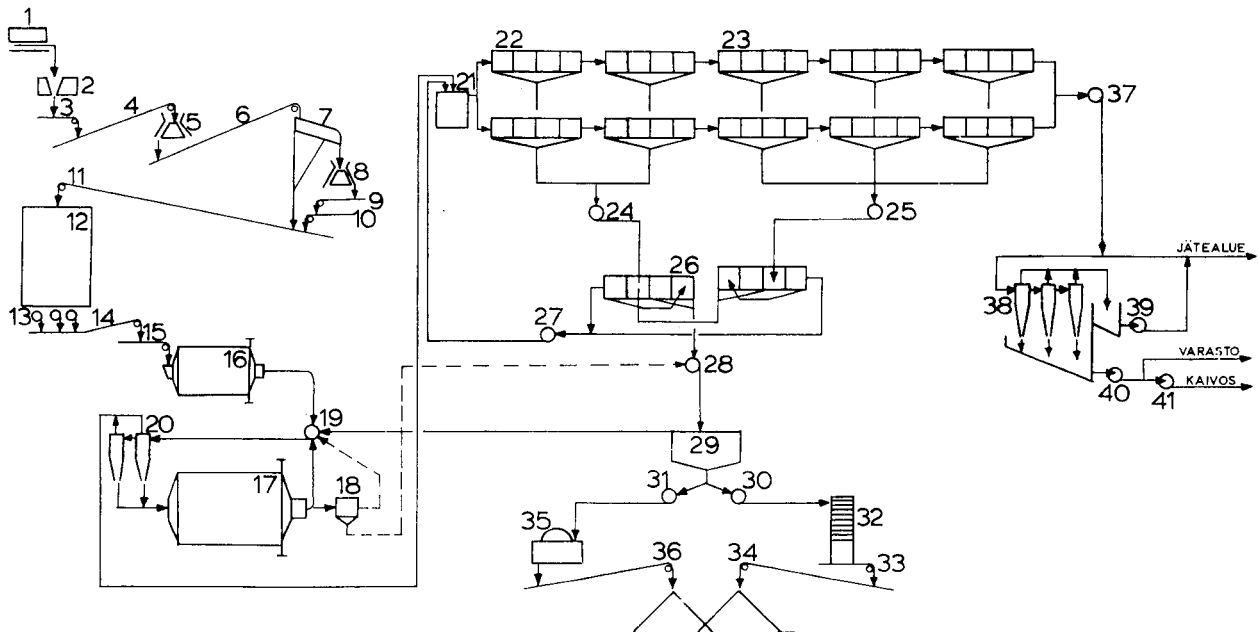
Syklonin ylite johdetaan vaahdotuspiiriin, alite jauhetaan edelleen kuulamylyssä (Ø 3,20 x 4,50 m), jossa jauhinkappaleina ovat Ø 30 – 35 mm teräskuulat.

Myllyt ovat ylitettyypisiä. Tankomyllyssä on Mn-teräsvuoraus ja kuulamylyssä kumivuoraus.

Trelleborg Oy:n Orebed-magneettivuoraus oli kokeiltavana kuulamylyssä, mutta vuorauksen aiheuttaman malmin magneettisen flokkulaation johdosta palattiin takaisin normaaliin kumivuoraukseen.

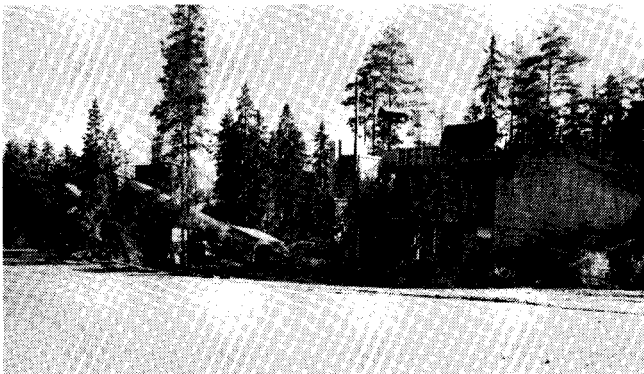
V. 1983 asennettiin jauhatuspiiriin karkeavaahdotuskenno kuulamylyllä tuotteelle. N. 20 – 40 % lopullisen rikasteen Ni:stä on mahdollista vaahdottaa tässä vaiheessa.

Jauhatushienous oli 1983 60,7 % – 200 mesh.



1. Vaunusyötin LVS-125, 1 200 × 4 800 mm, 15 kW, lämpövastus 4 kW
2. Leukamurskain Lokomo MK 120, 900 × 1 200 mm, asetus 120 mm, 160 kW
3. Hihnakuljetin leveys 1 200 mm, pituus 11 m, 7,5 kW
4. Hihnakuljetin leveys 1 000 mm, pituus 31 m, 15 kW
5. Kartiomurskain Allis-Chalmers Hydrocone 1051, 985 rpm, asetus 35 mm, 95 kW
6. Hihnakuljetin leveys 1 000 mm, pituus 21,5 m, 15 kW
7. Täryseula SVMR, 1 500 × 4 000 mm, ylätaso Ø 40—50 mm, alataso 20 × 40 mm, 15 kW
8. Kartiomurskain KMD 1750 T, 750 rpm, asetus 5 mm, 132 kW
9. Hihnakuljetin leveys 650 mm, pituus 7 m, 4 kW
10. Hihnakuljetin leveys 650 mm, pituus 5 m, 7,5 kW
11. Hihnakuljetin leveys 650 mm, pituus 55 m, 15 kW
12. Murskesiilo Ø 9,5 m, korkeus 15 m, 1 100 t
13. Rumpusyötin 3 kpl, Ø 800 mm, 2 kpl 0,75 kW, 1 kpl 0,22—2,2 kW
14. Hihnakuljetin leveys 650 mm, pituus 25 m, 7,5 kW
15. Hihnakuljetin leveys 650 mm, pituus 5 m, 4 kW
16. Tankomylly Ø 2 250 × 3 600 mm, 25,2 rpm 85 % kriittisestä, 250 kW
17. Kuulamylly Ø 3 200 × 4 500 mm, 24 rpm, 76 % kriittisestä, 500 kW
18. Karkeavaahdotuskenno 1 kpl, pyöreä 1-akselinen OK 3, kennotilavuus 2,2 m³, 1 500 rpm, 11 kW
19. Lietepumppu 2 kpl, LP-150, 825 rpm, 37 kW
20. Luokitussykloni 2 kpl, Ø 500 mm, yliteaukko Ø 120 mm, aliteaukko 75 mm
21. Valmennin Ø 2 450 × 2 450 mm, 230 rpm, 22 kW
22. Esivaahdotuskennot 4 kpl 4-osaisia vaahdotuskoneita OK 3, kennotilavuus 3 m³, 2 × 2 × 4 = 16 akselia, 190 rpm, 22 kW
23. Ripevaahdotuskennot 6 kpl 4-osaisia vaahdotuskoneita VK 3, 2 × 3 × 4 = 24 akselia
24. Lietepumppu SPV-304-4, 1 200 rpm, 15 kW
25. Lietepumppu SPV-304-4, 1 200 rpm, 22 kW
26. Kertauskennot 2 kpl 4-osaisia vaahdotuskoneita OK 3, 2 × 4 = 8 akselia
27. Lietepumppu SPV-304-4, 1 200 rpm, 22 kW
28. Lietepumppu SPV-304-4, 1 200 rpm, 7,5 kW
29. Sakeutin Ø 7 × 3,1 m, 119 m³, 0,36 rpm, 2 kW
30. Lietepumppu LP-150, 1 500 rpm, 55 kW
31. Lietepumppu SPV-260, 1 440 rpm, 7,5 kW
32. Painesuodin LAROX PF 19/25 A1
33. Hihnakuljetin leveys 800 mm, pituus 3,6 m, 2,2 kW
34. Hihnakuljetin leveys 650 mm, pituus 30 m, 22 kW
35. Kiekkosuodatin LKP-OK-4, 4 kiekkoa Ø 1 800 mm, 16 m², 0,25 rpm, 0,75 kW
36. Hihnakuljetin leveys 500 mm, pituus 31 m, 7,5 kW
37. Lietepumppu 2 kpl, LP-150, 1 000 rpm, 55 kW, 37 kW
38. Luokitussykloni 3 kpl, Ø 350 mm, yliteaukko Ø 110 mm, aliteaukko Ø 40 mm
39. Lietepumppu LPK 100/315, 1 460 rpm, 18,5 kW
40. Lietepumppu LPK 100/315, 1 460 rpm, 18,5 kW
41. Lietepumppu LPK 100/315, 1 460 rpm, 18,5 kW

Kuva 7. Rikastamon kytkinkaavio.
Fig. 7. Flowsheet of the concentrator.



Kuva 8. Murskauslinja.
Fig. 8. The crushing section.

Vaahdotus

Syklonin ylite johdetaan valmentimeen, josta edelleen vaahdotuspiiriin.

Prosessissa erotetaan esirikaste ja riperikaste. Ko. piiriin jäte on lopullinen jäte.

Rikasteet kerrataan ja yhdistetään karkeavaahdotustuotteen. Ko. lopullinen rikaste pumpataan sakeuttimeen.

Vaahdotuksessa on neliosaisia OK-3-mekanismien varustettuja vaahdotuskoneita. Kennot ovat kumivuorattuja.

Vaahdotusreagensseina käytetään ksantaattia kokoojana ja Oulu 421-pineoilia vaahdotteena. Kulutukset ovat n. 100 g/t ja n. 70 g/t.

Vaahdotuspiirissä pH-arvo normaalisti vaihtelee välillä 9–10. Toiminnan alussa tosin käytettiin pH-arvoa 4,5, mutta happoajosta siirryttiin v. 1976 emäksiseen. Malmityypistä ja

Taulukko 3. Vaahdotustulokset 1983.
Table 3. Flotation results in 1983.

Tuote	Paino- %	Ni		Cu		Co %	MgO %	S %
		%	Saanti- %	%	Saanti- %			
Rikaste	7,7	8,96	76,0	5,81	79,8	0,34	9,0	21,3
Jäte	92,3	0,236	24,0	0,122	20,2	0,013	23,8	3,2
Syöte	100,0	0,91	100,0	0,56	100,0	0,038	22,7	4,6

saavutetuista rikastustuloksista riippuen valitaan aina taloudellisin pH-alue.

Vaahdotustulokset vuodelta 1983 ovat taulukossa 3.

Vedenpoisto

Rikaste sakeutetaan Ø 7 m sakeuttimessa, joka sijaitsee ulkona.

Suodatus tapahtuu Larox PF 19/25 A1-painesuotimella, jonka käytössä oleva suodatuspinta-ala on 19 m², mutta joka voidaan lisätä 25 m²:iin.

Kiekkosuodin toimii reservisuotimena.

Larox-suotimen jälkeen tuotteen loppukosteus on n. 8,5 %.

Tuotetta ei kuivata.

Rikaste varastoidaan muovikangaspeitteisessä teräskaarihallissa ennen kuljetusta Harjavaltaan.

Jäte ja vesi

Jätealue, pinta-alaltaan n. 21 ha, sijaitsee vanhan avolouhoksen takana. Selkeytysaltaasta laskettu vesi käytetään uudelleen prosessissa 100-prosenttisesti. Tarvittaessa ylimäärävesi juoksutetaan ympäristön vesistöön. Jäteveden laatuarvojen vaatimusrajat ovat: pH ≥ 7,0, Fe ≤ 3,0 mg/l, Ni ≤ 0,3 mg/l, Cu ≤ 0,3 mg/l ja kiintoaine ≤ 60 mg/l.

Rikastamon vedentarve on n. 3,5 m³/min.

Instrumentointi ja automatisointi

Murskauslinjalla välimurskaimeen syöttävän hihnakuljettimen kuljettaman murskeen puhtautta kontrolloi Meteor-metallinilmaisin.

Jauhatuspiirissä tankomyllyn syöttöä säädellään Berthold-hihnavaa'alla.

Vaahdotuspiirissä lietteen pinnan korkeutta kennoissa säädellään uimuriohjatuilla venttiileillä. Myös eri pumppukaivoissa on pinnansäätöjärjestelmät.

Larox-painesuodin sisältää toimintaa säätelevän automaation.

Prosessin jatkuvaa valvontaa edesauttaa ratkaisevasti Courier-30-analysaattori. Tämä 1980 prototyypin Vammalaan asennettu jatkuvatoiminen röntgenfluoresenssianalysaattori mittaa neljän eri lietteen (malmi, esirikaste, rikaste, jäte) Ni-, Cu-, ja Co-pitoisuudet (paitsi jätteen Co) sekä lietetiheydet.

Courier-30:ssä eri mitattavat lietteet (max. 5/yksikkö) ohjataan määräajoin paikallaan pysyvän mittausturinin kautta. Tämä ns. multipleksaus "keventää" laitteiston rakennetta.

Laboratoriossa kemialliset analyysit tehdään Techtron 1 000-atomiabsorptiospektrofotometrillä.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Häkli T.A., Vormisto K., and Hänninen E., Vammala, A Nickel Deposit in Layered Ultramafite, Southwest Finland. Economic Geology, Vol. 74, 1979, pp. 1166-1182.
2. Matisto A., Kallioperäkartan selitys, 2121 Vammala. English Summary: Explanation to the Map of Rocks. Suomen geologinen kartta 1:100 000, 1971.

SUMMARY

THE VAMMALA MINE OF OUTOKUMPU OY

After almost 20 years' intensive exploration Outokumpu Oy started full scale mining at Vammala mine in 1978.

The sulphide nickel-copper-ore is situated in an ultramafic formation lying in Svecofennian mica gneisses.

Ore reserves were at the end of 1983 about 4,0 Mt containing in an average 0,75 % Ni and 0,45 % Cu.

The annual output of the mine is 350 000 tons of ore.

The product of the concentrator, Ni-Cu-bulk concentrate, is transported to the company's Ni-smelter in Harjavalta.

Vuorimiesyhdistys jäsenenä Tieteellisten seurain valtuuskunnassa



Tieteellisten seurain valtuuskunta (TSV) on asetettu Suomen Senaatin elokuun 19. päivänä 1899 antaman määräyksen nojalla. Valtuuskunta on ottanut myös hoitaakseen 1974 perustetun Tieteellisten seurojen neuvoston tehtävät. Valtuuskunnan nykyiset säännöt on hyväksytty v. 1981.

Tieteellisten seurain valtuuskunta — Vetenskapliga samfundens delegation, jonka kotipaikka on Helsinki, on Suomessa toimivien tieteellisten seurojen yhteistoimintaelin. Valtuuskunnan tehtävänä on valvoa ja edistää seurojen toimintaedellytyksiä sekä kehittää kotimaista ja kansainvälistä tieteellistä yhteistyötä ja tieteellistä informaatiota mm. tekemällä julkaisutoimintaa ja tieteen asemaa koskevia aloitteita, antamalla lausuntoja ja esittämällä julkisia kannanottoja.

Tieteellisen kirjallisuuden vaihtokeskus, joka toimii valtuuskunnallisena kansainvälisen julkaisujenvaihtotoiminnan keskuksena, kuuluu valtuuskunnan hoitoon erillisenä yksikkönä ja sillä on oma valtuuskunnan vahvistama johtosääntö.

Valtuuskunnan puheenjohtajana toimii prof. Martti Markkula ja toiminnanjohtajana dos. Per-Edvin Persson.

Jäsenseuraksi hyväksytään tieteellistä julkaisusarjaa ylläpitävät rekisteröidyt yhdistykset. Nykyinen jäsenseurojen lukumäärä on 150. Valtuuskunnan toimitilat ovat Helsingissä Säätytalolla, Snellmaninkatu 9–11. Varat toimintaan sisältyvät valtion talousarvioon.

Kohdealueita toiminnassa on useita. Tieteellisten seurain valtuuskunta pyrkii saamaan jäsenseurojen pysyväksi toimitilaksi nyt tilapäisesti niiden käytössä olevan Säätytalon.

Julkaisutoiminnan edistämiseksi toimii tieteellisen tekstin kirjoitusoppaan suunnittelutyöryhmä ja tieteellisten julkaisujen markkinointityöryhmä. Opetusministeriölle tekemissään aloitteissa valtuuskunta on mm. kiinnittänyt huomiota väitöskirjojen julkaisemisen rahoitusongelmiin.

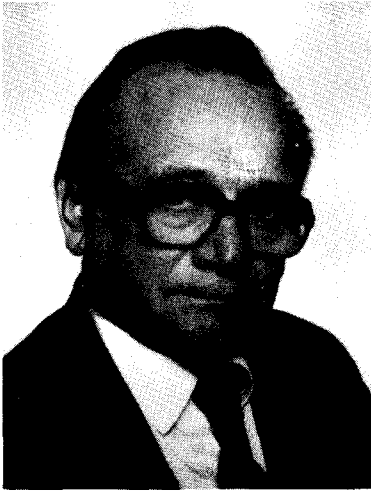
Valtuuskunta painottaa tieteen popularisoinnin merkitystä seurojen toiminnassa. Tiedekeskussäätiön perustajajäsenenä se on näkyvästi tukemassa tiedekeskushanketta, jota pidetään tärkeänä tieteen popularisointifoorumina. Jäsenseurojen kanssa on luotu joustava suunnitteluverkosto tiedekeskuksen sisällöllistä suunnittelua varten.

Valtuuskunta julkaisee jäsenseuroille ja lehdistölle jaettavaa ”Tieteessä tapahtuu” -tiedotetta, jossa lyhyesti esitellään valtuuskunnan jäsenseurojen ajankohtaista toimintaa, ja ylläpitää kiinteitä yhteyksiä tiedotusvälineisiin.

Tieteellisten seurain valtuuskunnan pitämässä Tieteellisten seurain luettelossa Vuorimiesyhdistys oli v. 1981 lähtien valtuuskunnan ulkopuolisena teknillisenä seurana. Teknillisten tieteiden akatemian kehoituksesta Vuorimiesyhdistys haki TSV:n varsinaiseksi jäseneksi ja hakemus hyväksyttiin valtuuskunnan vuosikokouksessa 1984.

Vuorimiesyhdistyksen odotukset Tieteellisten seurain valtuuskunnalta kohdistuvat lähinnä alan tieteellisen tutkimuksen edistämiseen ja julkiselle sanalle tiedottamiseen. Yhdyshenkilönä toistaiseksi toimii yhdistyksen ensimmäinen sihteeri.

In memoriam



MATTI SUILA

25.1.1927 — 9.6.1984



RAIMO RÄTY

23.11.1937 — 13.9.1984

Fil.maist., konsulttijohtaja Matti Suila kuoli kotonaan Espoossa 9 p:nä kesäkuuta 1984. Hän oli syntynyt 25.1.1927 Laihiällä.

Valmistuttuaan 1951 fil.maisteriksi pääaineenaan geologia ja mineralogia Helsingin yliopistosta hän tuli Vuoksenniska Oy:n palvelukseen toimien aluksi huolto- ja myynti-insinöörinä ja 1954 lähtien yhtiön Imatran Rautatehtaan metallurgisen laboratorion päällikkönä. Vuosina 1956 – 1957 hän toimi Oy Kontino Ab:n erikoisteräosaston päällikkönä jonka jälkeen hän palasi Vuoksenniskan palvelukseen vientipäälliköksi ja sittemmin myyntijohtajaksi. Vuosina 1965 – 68 hän oli perustamassa Suomen Sandvik Oy:tä sen toimitusjohtajana. Vuosina 1968 – 71 hän oli Oy W. Rosenlew Ab:n metalliteollisuuden johtajana ja johtokunnan jäsenenä. Vuodesta 1971 lähtien kuolemaansa saakka hän toimi Johtamistekniikka Oy:ssä yritysjohdon konsulttina.

Matti Suila täydensi opintojaan Ruotsissa ja Länsi-Saksassa sekä Sveitsissä yrityksen strategisen suunnittelun, taloudellisen ja hallinnollisen johtamisen ja markkinoinnin aloilla. Hänen luottamustoimiaan olivat Suomen Metalliteollisuusyhdistys ry:n, Oy Finnatom Ab:n ja Osuuskunta Metexin hallituksen jäsenyydet.

Ystävät ja työtoverit muistavat Matti Suilan työtä pelkäämättömänä, uusiin haasteisiin tarttuvana ja avoimena ”peruspohjalaisena” ihmisenä.

J.S.

Tekniikan tohtori Raimo Allan Rätty poistui vuorimiesten joukosta 13.9.1984. Hän syntyi Porvoossa 23.11.1937, mutta vietti tärkeimmät nuoruusvuotensa Kiuruvedellä. Raimo Rätty pääsi ylioppilaaksi Kiuruveden yhteiskoulusta v. 1957, jonka jälkeen hän suoritti asevelvollisuutensa laivastossa saaden aliluutnantin sotilasarvon. Syksyllä 1959 ylioppilas Raimo Rätty aloitti opiskelunsa Teknillisen korkeakoulun Vuoriteollisuusosastolla kaivostekniikan opintosuunnalla, mutta muutti noin puolen vuoden opiskelun jälkeen metallurgian opintosuunnalle. Hän valmistui diplomi-insinööriksi v. 1964, suoritti tekniikan lisensiaatin tutkinnon v. 1971 sekä väitteli tohtoriksi metallifysiikan alueelta v. 1971.

Raimo Rätty oli sydämeltään ja sielultaan tutkija, joka halusi ratkaista kaikki kohtaamansa ongelmat niiden salatuimpaan saakka. Hän aloitti oloissamme mittavan tutkijan uransa jo ennen diplomi-insinööriksi valmistumistaan Teknillisen korkeakoulun Vuoriteollisuusosaston sovelletun metalliopin laboratoriossa. Vuosina 1964 – 1971 dipl.ins. Raimo Rätty toimi laboratorionsinöörinä TKK:n metallifysiikan laboratoriossa vastuullaan elektronimikroskopian kehittäminen ”metallintutkijain” tarpeisiin. Suomen elektronimikroskopian korkeasta tasosta meidän on paljolti kiittäminen Raimo Rädyn uraauurtavaa työtä, josta tärkeimmäksi osoittautui näytteenvalmistusongelmien ratkaiseminen. Väiteltään tohtoriksi Raimo Rätty siirtyi Outokumpu Oy:n Porin tutkimuslaitokseen tutkimusinsinööriksi v. 1971. Tässä tehtävässä hän oli mu-

kana suunnittelemassa ja rakentamassa uutta perusteellisuuden alaa Suomeen, Tornion jaloterästedasta. Tohtori Raimo Rädyn vastuulla ko. projektissa oli tutkimustoiminnan suunnittelu. Tornioon rakennetun tutkimuslaitoksen päälliköksi hän siirtyi v. 1976. Tässä tehtävässään tohtori Rätty loi pohjan laitoksen tänä päivänä nauttimalle arvostukselle yhtenä maailman johtavimmista ruostumattomien terästen tutkimuskeskuksista. Valitettavasti hänen työnsä keskeytyi v. 1979 sairauden vuoksi noin vuoden pituiseksi ajaksi. Hän palasi vielä innokkaana hoitamaan entisiä tehtäviään, mutta joutui siirtymään sairaseläkkeelle v. 1982. Samalla tohtori Rätty muutti takaisin Espooseen Teknillisen korkeakoulun läheisyyteen haikautuen uudelleen perustutkimusprojektien pariin. Työhuoneessa TKK:n Vuoriteollisuusosastolla äkillinen sairauskohaus tavoitti tohtori Raimo Rädyn keskeyttäen uusien ideoiden ja suunnitelmien toteutumisen hänen kohdaltaan syyskuun 13. p:nä 1984.

Raimo Rätty oli sydämellinen ja hyväntahtoinen, aina uusille ajatuksille innostuva, laaja-alainen ja tietorikas, syvällisiä keskusteluja rakastava lähimmäinen. Hänen kiireetön ja hie-man boheemi elämäntapansa toi ympäristöön leppoisuutta ja

hyväksyntää sekä rakkautta kaikkea elämää kohtaan. Hänen innostava tutkijasielunsa sekä hankittu teollisuuskokemuksensa olisivat tehneet hänestä nyt sairaseläkkeelläolopäivinä erinomaisen tukihenkilön ja kasvattajan uusille metallurgisukupolville. Valitettavasti Raimo Rädyn uusi olokausi Teknillisessä korkeakoulussa jäi kovin lyhyeksi ja hänen vaikutuksensa uusien tutkijasukupolvien parissa kesken.

Raimo Rätty ei haalinut itselleen turhia, ylimääräisiä virkoja tai luottamustehtäviä. Kuitenkin harrastuksena hän paneutui nuorten tieteenharjoittajien väitöstöihin, joista hän antoi rakentavia lausuntoja painatusluvan myöntämistä varten sekä toimi taitavana vastaväittäjänä kymmenessä tohtorinväitöstilaisuudessa. Kaiken liikenevän vapaa-aikansa Raimo Rätty käytti perheelleen, läheisille ystävilleen sekä monille kehittäville harrastuksille. Sinnikkään tutkiskelun tuloksena hänelle avautui koko klassisen musiikin maailma, jossa hänen viimeisimpänä tutkimuskohteenaan oli Verdin Requiem.

Me vuorimiehet, työtoverit, kurssitoverit ja ystävät muistamme syvällä kaipauksella Raimo Rättyä. Hänen poismenonsa myötä sekä ystäväjoukko että metalliteollisuutemme menettivät huomattavan vaikuttajan ja taustavoiman.

Erkki Räsänen

TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TIEDOTUKSIA

Norjasta ja Ruotsista on saatu tänä vuonna seuraavat tutkimusraportit:

BVLI:

- BVLI-Bergforskningen, Kombinerat årsberetning for 1982/83 og forslag til arbeidsplan og budsjett for 1983/84 (1 kpl)
- TR 26/2 Prosjekt "Regulering av oppredningsprosesser", Delprosjekt "Regulering av malekrets", Delrapport 2 "Stabilisering av malekrets ved Folldal verk — Tverrfjellet"
- TR 31/2 "Regulering av flotasjonsprosesser", Delrapport 2 "Optimalregulering av kobberkisflotasjon med anvendelse av matematisk modell"
- TR 43/2 Prosjekt "Kontroll av bergtak", Delrapport 2 "Nyere boltemetoder — friksjons- og kabelbolting"
- TR 59 "Presentasjon av data i oppredning"
- TR 61 "Industrimineraler — mineralteknisk innsats ved oppredningslaboratoriet"

Svenska Gruvföreningen

- B 261 "Djupprospektering med hjälp av geokemiska anomalier. Berggrundsgeokemisk undersökning inom Stollbergs malmfält i Kopparbergs län" (muutama kpl)
- B 266 "Förstudie om svenska bergarters och malmers dielektriska konstant vid höga frekvenser" (muutama kpl)
- B 267 Gruvindustrins arbetsmiljökommitté GRAMKO "Stenfall under jord" Mek. skrotningssaggregat i gruvor (muutama kpl)
- B 268 Gruvindustrins arbetsmiljökommitté GRAMKO "Registrering av miljöexponering"
- B 269 Branschskadestatistik — gruvindustrin (muutama kpl)
- B 270 Gruvindustrins arbetsmiljökommitté GRAMKO Projekt "Dammbekämpning i störtsschakt 82-1160"
- B 271 "Fordonbränder i gruvor och andra underjordsanläggningar"
- Meddelande nr 162 Tema: Gruva år 2000 — teknik, produkter, marknader
- Meddelande nr 163 "Arbetskadestatistik vid svenska malmgruvor år 1983" (1 kpl)

BeFo

- Undermarksbyggande i svagt berg:
 1. Byggnadsgeologi (1 kpl)
 - 2A. Borrning och sprängning (1 kpl)
 - 2B. Fullortsborrning, Fräsande brytning (1 kpl)
 3. Stabilitet och förstärkning (1 kpl)
 4. Vattenproblem och tätningsåtgärder (1 kpl)
- Bergmekanikdag 1984 (1 kpl)
- Bultförstärkning av bergtunnlar — analys med hjälp av "ground reaction curve" (1 kpl)

Vattenfall/BeFo/Avesta kommun /BFR/NE

- "Lakningens inverkan på Avestagnejsens mekaniska egenskaper" (1 kpl)
- "Mätning av termiska spänningar och deformationer i berget" (1 kpl)
- "Hydrogeologiska undersökningar under byggnadsskedet" (1 kpl)
- "Kemiska reaktioner mellan vattnet och berget" (1kpl)
- "Instrumentering för det hydrogeologiska undersökningsprogrammet" (1 kpl)
- "Fysiologiska mätningar på dykare i varmvattenlager" (1 kpl)

Forskningsstiftelsen Svensk Gruvteknik

- Forskningsgruvan, Verksamheten 1983

Tutkimusraportteja voi lainata VMY:n Tutkimusvaltuuskunnan sihteeriltä. Mikäli raportteja on ollut riittävästi, ne on toimitettu TV:n tutkimusjäsenille.

Anneli Salonen

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 5.6.1984

Bergdahl, Sven-Gunnar, DI, s. 17.12.1929. Svenska gruvföreningen, verkst. dir. Adr: Bragevägen 36, S-19454 UPPLANDS VÄSBY, SVERIGE: Jaosto 2.

Hietanen, Seija, DI, s. 30.12.1956. TKK, V-os, metalliopin lab., tutkija. Os: Haahkatie 13 A 10, 00200 HELSINKI. Jaosto 3.

Kerola, Pentti Johannes, Ins., s. 22.3.1946. Outokumpu Oy, Olari, projekti-insinööri. Os: Itätuulenkuja 7 B 27, 02100 ESPOO. Jaosto 3.

Latva-Pukkila, Pasi Heikki, DI, s. 29.9.1955. Oy Tampella Ab Tamrock, tutkimusinsinööri. Os: Jurvalankatu 5-7 F 92, 33300 TAMPERE. Jaosto 2.

Laulumaa, Jukka Fredrik, DI, s. 25.8.1951. Outokumpu Oy Harjavallan tehtaan tutkimusinsinööri. Os: Pirilä, 29230 SATALINNA. Jaosto 3.

Meriläinen, Markku, FK, s. 12.2.1951. Outokumpu Oy KTR, projektigeologi/rakennuskivitutkimukset. Os: Kansalaiskoulunkatu 5 as 6, 83500 OUTOKUMPU. Jaosto 1.

Niklander, Simo Kaarle, DI, s. 1.6.1954. TKK, metalliopin lab., tutkija. Os: Laivanvarustajankatu 7 B 24, 00140 HELSINKI. Jaosto 3.

Rimmistö, Jukka Matti, Ins., s. 19.10.1947. Outokumpu Oy Harjavallan tehtaat, kemisti. Os: Niittykatu 1 As 1, 29200 HARJAVALLA. Jaosto 3.

Salmi, Teijo Kaarlo Antero, DI, s. 17.3.1958. Oy Huber Ab, Huber Testing, NDT-tarkastaja. Os: Avaruuskatu 3 F 101, 02210 ESPOO. Jaosto 3.

Sandvik, Bror Peter Johan, TkL, 4.2.1953. Rautaruukki Oy, tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri. Os: Ollinkehä 6 F 66, 92120 RAAHE. Jaosto 3.

Virkkunen, Risto Artturi, FK, 18.1.1955. LKAB Prospektering Ab, geolog. Adr: Rönnpån 5 D 65, S-98142 KIRUNA, SVERIGE. Jaosto 1.

Kokouksessa 10.10.1984

Aarnio, Ari, DI, s. 20.5.1958. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, metallurgian laboratorio, tutkija. Os: Köydenpunojankatu 8 B 19, 00180 HELSINKI. Jaosto 4.

Aro, Kristiina, FK, s. 20.1.1954. Geologian tutkimuskeskus, kallioperäosaston geologi. Os: Pihlajatie 31 A 17, 00270 HELSINKI. Jaosto 1.

Karjalainen, Jorma, DI, s. 19.1.1955. Rautaruukki Oy Raahan rautatehdas, kuumavalssauslinjan käyttöinsinööri. Os: Ollinsaarentie 47 B 15, 92120 RAAHE. Jaosto 3.

Lahti, Ilkka Matti, DI, s. 16.6.1953. Ovako Oy Ab Imatra, tutkimusinsinööri. Os: Terästehdas B 107 as 2, 55610 IMATRA. Jaosto 3.

Pöytäniemi, Tapani, DI, s. 29.12.1956. Ovako Oy Ab Imatra, myyntipäällikkö. Os: Terästehdas B 99 as 9, 55610 IMATRA. Jaosto 3.

Väätäinen, Anne, DI, s. 16.9.1954. Teknillinen korkeakoulu, louhintatekniikan lab. tutkija. Os: Ylistörmä 5 C 46, 00210 ESPOO. Jaosto 2.

UUTTA JÄSENIÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

DI Pontus Abrahamsson. Adr: Hällnäs vägen 5, 21600 PARGAS. DI **Turo Ahokas**, Outokumpu Oy malminetsintä, Länsi-Suomen aluetoimisto. Os: Välskärinkatu 16, 67100 KOKKOLA.

DI **Jaakko Ahtiainen**. Os: Revontie 8 as 6, 38200 VAMMALA.

DI **Tuomo Airaksinen**, Rauma-Repola Oy Parkanon konepaja, aluapäällikkö. Os: Rantalankatu 14 as 2, 39700 PARKANO.

DI **Tuomo Alapieti**, Suomen akatemian vanhempi tutkija, dosentti. Os: Itikkatie 14, 90550 OULU.

DI **Esko Alopeus** on nimetty Outokumpu Oy Enonkosken kaivoksen johtajaksi. Yli-ins. **Reijo Antola**, Ovako Oy Ab Imatran terästehdas, tehtaanjohtaja. Os: Terästehdas B 51, 55610 IMATRA.

FK **Olavi Auranen**. Os: Kaamoskuja 1 F 32, 97500 ROVANIEMI.

DI **Ilmo Autere** on nimetty Outokumpu Oy Vihannin kaivoksen johtajaksi. Os: Kp 3, 86300 OULAINEN.

TkT **Jaakko Autio**. Os: Harjuniitynkatu 39, 37140 NOKIA.

DI **Jukka Christersson**, Oy Tampella Ab Tamrock Drills, myynti-ins. Os: Rauhaniementie 26 A 22, 33180 TAMPERE.

DI **Ilkka Eerola**, Neles Oy Lokomon terästehdas, terästehtaan johtaja. Os: Tuurnankatu 14 B 8, 33270 TAMPERE.

DI **Jaakko-Veikko Eskola**, Teollistamisrahasto, yritystutkija.

DI **Kaj Fagerholm**, Ovako Oy Ab Äminnefors, tehtaanpäällikkö. Os: Koskikuja 8, 10300 KARJAA.

FL **Leo Grundström** on nimetty Outokumpu Oy Enonkosken kaivoksen kaivosgeologiksi.

DI **Caj-Erik Gustafsson**, Suomen Kuonajaloste Oy, toimitusjohtaja. Os: Bulevardi 10 A 11, 00120 HELSINKI.

TkL **Teuvo Grönfors**, Outokumpu Oy konepajatoiminnan johtaja. Os: Museokatu 3 A 4, 00100 HELSINKI.

DI **Ilkka Haapamäki**, Oy Airam Ab, Kometa, kallioporien myyntipäällikkö.

DI **Rauno Hausalo**. Os: Vasamatie 3 B 10, 02630 ESPOO.

FK **Tuula Hautala**. Os: Itätuulenkuja 7 A 7, 02100 ESPOO 10.

DI **Lauri Heikkilä**, Ulkoministeriön kehitys yhteistyöosaston rekrytoimana rikastusasiantuntijana Tansaniassa. Os: Stamico P.O.Box 4820, Dar Es Salaam TANZANIA.

DI **Pekka Heikkonen**, Rammer Oy, toimitusjohtaja.

FK **Timo Heino**. Os: Harjamäki L4, 71870 HARJAMÄKI.

DI **Kari Helelä**. Os: Maakaarentie 11 B 3, 92130 RAAHE 3.

DI **Seija Hietanen**. Os: Haahkatie 13 A 10, 00200 HELSINKI.

DI **Harri Hokka**. Os: Soukankuja 7 B 27, 02360 ESPOO.

DI **Hannu Holopainen**, Neste Oy Keilaniemi, tuotekehitysprojekti-päällikkö, lämmityspolttoaineet. Os: Sateenkaari 3 G 114, 02100 ESPOO.

DI **Pentti Holopainen**. Os: Pirttilä, 82510 KITEENLAHTI.

DI **Paavo Hooli**. Os: Tuomikatu 6, 95420 TORNIO.

DI **Yrjö Huhtamäki**, Forskningsgruva I Kiruna, tutkimusinsinööri. Os: Tallplan 4 C, S-98142 Kiruna, SVERIGE.

DI **Taisto Huhtelin**, Valmet Oy Instrumentitehdas, sovellutuspäällikkö. Os: Kuupellonkatu 4, 33730 TAMPERE.

Ins. **Kaj Hulkkonen**, Oy Tampella Ab Tamrock Drills, tuotepäällikkö. Os: Kirkkokatu 14 A 4, 33950 PIRKKALA.

FK **Pekka Huomo**, Stala Oy, vientipäällikkö. Os: Varpusenkatu 6, 15610 LAHTI.

DI **Bernt Häggman**. Adr: H. Renlundsg. 36 A 5, 67200 KARLEBY.

Ins. **Asko Häkkinen**, Outokumpu Oy metalliteollisuusryhmä, kuparituotteiden aluevientipäällikkö. Os: Onkipolku 5 as 7, 28330 PORI.

FL **Markku Isohanni**, Outokumpu Oy International Mining Projects. Os: Apartado Postal 105-211, 11560 Mexico D.F., MEXICO.

Ins. **Paavo Isomäki**, Pointo-yhtymä, tutkimus-kehitystoimen johtaja. Os: PL 24, 37101 NOKIA.

DI **Jyrki Jalasto**, Oy Nokia Ab elektroniikka. Os: Lepikkotie 2 A 4, 90460 OULUNSALO.

DI **Seppo Joensuu**, Oy Grönblom Ab louhinta- ja kaivostekniikkaosasto, osastopäällikkö.

TkL **Vesa-Pekka Judin**, Kemira Oy Oulun tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri. Os: Soratie 4 D 90940 JÄÄLI.

DI **Lauri Jukka**, A. Ahlström Oy Varkauden konepaja, Varkaus. Os: Askistentie 13, 01680 VANTAA.

DI **Veikko Jumppanen**, Lorho Zimbabwe Ltd. Chief consulting engineer. Os: P.O.Box 1480, Harare, ZIMBABWE.

Ins. **Teuvo Jurvansuu**, Outokumpu Oy Keretin kaivos, kunnossapitopäällikkö. Os: Raivionmäentie 2 B, 83500 OUTOKUMPU.

DI **Jukka Järvinen**. Os: Härkäpurontie 19, 01800 KLAUKKALA.

DI **Jorma Kaartama**. Os: Astarakanintie 13, 05200 RAJAMÄKI.

DI **Heikki Kallio**, Rautaruukki Oy Otanmäen erikoisvaunuyksikkö, materiaalihoitajien suunnittelija.

DI **Lauri Karhu**, Outokumpu Oy elektroniikka, projekti-insinööri. Os: Aallonhuippu 7 A 5, 02320 ESPOO.

TkL **Olof Karling**. Os: Jussila, 36110 RUUTANA.

DI **Ilkka Karvonen**, Fe-Group Oy, toimitusjohtaja.

TkT **Matti Ketola** on nimetty Outokumpu Oy malminetsinnän johtajaksi.

Ins. **Niilo Kiiskilä**, Outokumpu Oy Kotalahden kaivos, kunnossapitopäällikkö. Os: Karhutie 3, 79100 LEPPÄVIRTA.

TkL **Heikki Kivistö**, Kuusakoski Oy Myllyoja, paikallisjohtaja. Os: Timonkatu 2 A 1, 15240 LAHTI.

TkT **Heikki Kleemola**. Os: Sateenkaari 3 I 146, 02100 ESPOO.

FK **Mary von Knorring**, Geologiska Forskningscentralen, kontaktperson för utrikesärenden.

DI **Jorma Koponen**, Oy Lohja Virkkala, materiaalihallinnon ja satamatoiminnan johtaja. Os: Karstuntie 40, 08100 LOHJA.

DI **Antti Koski-Lammi**, Outokumpu Oy metallurginen teollisuus, Helsinki, raaka-aineistot.

- DI **Tapani Koskinen**, Kuusakoski Oy Heinolan tehdas, vuorotyönjohtaja.
- FM **Lasse Kosomaa**. Os: Otsonpolku 2, 70400 KUOPIO.
- Ins. **Jukka Krekula**. Os: Kynsikangas, 32800 KOKEMÄKI.
- DI **Veli Kujanpää**, Oak Ridge National Laboratory, research visitor. Os: O.R.N.L., P.O.Box X, TN 37380 USA.
- DI **Reijo Kukkosuo**. Os: Castréninkatu 3 B 44, 00530 HELSINKI.
- DI **Juha Kuparinen**, Oy Partek Ab sideaineteollisuuden Lappeenrannan louhimo, käyttöinsinööri. Os: Paraistentie 3. 53650 LAPPEENRANTA.
- TkT **Matti Kurkela**. Os: Keskikatu 17-19 B 21, 95400 TORNIO.
- DI **Aimo Kurki**, Outokumpu Oy Tevi, projekti-insinööri. Os: Täysikuu 10 B 57, 02210 ESPOO 21.
- TkL **Markku Kytö**, Outokumpu Oy metallurginen tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri. Os: Kustaantie 13, 28400 ULVILA.
- DI **Juhani Käenniemi**. Os: Korppipolku 3, 01450 VANTAA.
- DI **Kaarina Käenniemi**, IBM Helsinki, ohjelmoija. Os: Korppipolku 3, 01450 VANTAA.
- FK **Niilo Kärkkäinen**. Os: Lintukallionrinne 3 B 36, 01620 VANTAA.
- DI **Kai Laamanen**. Os: Paloheinäntie 43 A, 00670 HELSINKI.
- Dos. **Heikki Laapas** on nimitetty Vuoriteollisuus-Bergshangeringen lehden toimittajaksi.
- DI **Heikki Laurila**, Outokumpu Oy Keretin kaivos, haalariharjoittelija. Os: Raiviomäentie 8 A, 83500 OUTOKUMPU.
- DI **Oili Leppänen**. Os: Suurlohjankatu 31 D 27, 08100 LOHJA.
- DI **Hannu Leskelä**, Finnminerals Oy Vuonoksen tehdas, käyttöinsinööri. Os: Maamiehenkatu 6 B 8, 83500 OUTOKUMPU.
- TkL **Raimo Levonmaa**. Os: Kulmalantie, 28450 VANHA-ULVILA.
- DI **Jaakko Levänaho**, Westmin Resources Ltd, Mining Division, process control engineer. Os: 1045 Willingdon Ave, Burnaby, B.C., V5C 5H5 CANADA.
- FK **Bo Lindberg**. Adr: Söderbyvägen 37, 21600 PARGAS.
- DI **Tom Lindeberg**. Os: Kivenhakkaajankatu 26, 08100 LOHJA.
- DI **Esa Lindeman**, Outokumpu Oy Vuonoksen kaivos. Os: Kyykerinkatu 16 as 1, 83500 OUTOKUMPU.
- DI **Erik Lindfors**. Adr: Torsäkersvägen 106, S-81300 Hofors, SVE-RIGE.
- DI **Risto Lindsberg**, Outokumpu Oy Outokumpu Industrial Equipment Division, sales manager. Os: Pietiläntie 6 A 5, 03100 NUMMELA.
- DI **Heikki Markkanen**, ECC-International Oy, tekn. myyntipäällikkö.
- DI **Nils-Göran Mattfolk**, Aluminiumsmelteriet A/S. Adr: Parkveien 64, Leil 309, N-0254 Oslo 2, NORGE.
- DI **Pentti Mattila**. Os: Kirkkokatu 16 A 1, 33950 PIRKKALA.
- DI **Heikki Melama**, Outokumpu Oy elektroniikka, projekti-insinööri. Os: Hiihtäjätie 4 C 3, 00810 HELSINKI.
- TkL **Nils Merikanto**. Os: Eteläpuisto 14 B, 28100 PORI.
- DI **Matti Mikkonen**. Os: Matinraitti 5 G 73, 02230 ESPOO.
- DI **Pekka Mikkola**. Os: Haukiverkko 8 as 17, 02170 ESPOO.
- DI **Teuvo Muhonen**, Suomen metalliteollisuuden työnantajaliitto, asiamies.
- DI **Liisa Muurinen**, Teletutkimuslaitos, testauslaboratorio, tutkimusinsinööri.
- FT **Kaarlo Mäkelä**. Os: Hannuntie 22 A, 02300 ESPOO.
- FT **Kauko Mäkelä**. Os: Saarentie 87 B, 28300 PORI.
- TkL **Pertti Nenonen**. Os: Koivumäentie 23-25 N 61, 01230 VANTAA.
- DI **Lauri Nevalainen**. Os: Messeniuksenkatu 10 B 25, 00250 HELSINKI.
- DI **Tom Nikander**, Länsitieto Oy CAD/CAM asiantuntija. Os: Valtakatu 7, 28100 PORI.
- Ins. **Jouni Nummela**, Neles Oy Lokomon tehtaas, Lokomon kuluks- ja varaosat, osastopäällikkö.
- Ins. **Pentti Ojala**, Levypyörä Oy, tuotepäällikkö. Os: Niinitie 48 A 6, 15560 NASTOLA.
- Prof. **Veikko Orpana**. Os: Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, PL 20, 53851 LAPPEENRANTA 85.
- Ins. **Pentti Ovaskainen**, Larox Oy Lappeenranta, luokitusryhmän johtaja. Os: 54250 RAPATTILA.
- DI **Jan Owren**. Adr: Kerhotie 3, 08700 VIRKBY.
- DI **Juhani Pajari**, Oy Lohja Ab minerals, tuotepäällikkö. Os: Virkkalantie 2 A as 6, 08100 LOHJA.
- FK **Jouko Pakarinen**, Oy Lohja Ab malminetsintä, projektigeologi, teollisuusmineraalit. Os: Vanhaistentie 14 F, 00420 HELSINKI.
- DI **Marjatta Palmu**. Os: Pispalanvaltatie 143 A 5, 33270 TAMPERE.
- DI **Asko Palomäki**, Oy Finnlayson Ab, varatoimitusjohtaja. Os: Lautasenkatu 15 C, 33560 TAMPERE.
- FM **Veikko Palosaari**, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, mineraalitekniikan laboratorio, vt. laboratorion johtaja. Os: Palosuonkatu 7, 83500 OUTOKUMPU.
- FK **Heikki Pankka**. Os: Pirkkalankatu 8 A 1, 96200 ROVANIEMI.
- FT **Kauko Parras**. Os: Mäntypaudentie 28, 00830 HELSINKI.
- DI **Esko A. Partio**. Os: Tiilentekijäkatu 1, 08100 LOHJA.
- DI **Risto Pellikka**. Os: Keronranta 12, 95410 KIVIRANTA.
- DI **Aaro Peltonen**. Os: Solakalliontie 6 C, 00640 HELSINKI.
- FK **Vesa Perttunen**. Os: Paljakkatie 5, 96500 ROVANIEMI.
- DI **Jukka Pesonen**, Outokumpu Metals (USA) Inc, sinkkitehtaan tuotteiden myyntipäällikkö USA:ssa. Os: Outokumpu Metals (USA) Inc, P.O.Box 39209, DETROIT, MI 48239 USA.
- DI **Mauri Peuralinna**, Outokumpu Oy, raaka-aineesopimusten valvoja, valuutta-asiat. Os: Kuutamokatu 8 A 5, 02210 ESPOO.
- DI **Pentti Pietilä**, Neles Oy, Lokomon murskaintehtaan johtaja.
- FK **Risto Pietilä**. Os: Raivonmäentie 4 A, 83500 OUTOKUMPU.
- DI **Rauno Pitkänen** on nimetty Outokumpu Oy Enonkosken kaivoksen kaivososaston päälliköksi.
- DI **Jorma Platan**, Outokumpu Engineering Inc, Denver, manager, mineral processing. Os: 9312 Pierce st, Westminster, CO 80030 USA.
- DI **Jukka Pukkila**, Neles Oy Lokomo/Saudi Arabia, murskainkalluston asiantuntija.
- DI **Jukka Pöllä**. Os: Vehkatie 25-29 as 23, 04400 JÄRVENPÄÄ.
- DI **Tommi Pöntynen**, Neles Oy, projektitehtävissä Mosambikissa n. 2 vuotta. Os: Emmi, AV. Karl Marx, 742 C.P. 4238, Mabuto, MOZAMBIQUE.
- DI **Arto Ranta-Eskola**. Os: Lehtisaarentie 8 A 6, 00340 HELSINKI.
- DI **Erkki Rantala**, Teknologian kehittämiskeskus, konsultti.
- TkT **Jussi Rastas**. Os: Bredantie 8 D 19, 02700 KAUNIAINEN.
- DI **Timo Rekola**. Os: Kansalaiskoulunkatu 3 C 2, 83500 OUTOKUMPU.
- TkL **Rauno Rintamaa**, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, metallilaboratorio, erikoistutkija. Os: Tornihaukantie 6 G 128, 02620 ESPOO.
- DI **Kari Ristikartano**. Os: P.O.Box 20583, Newcastle 2940, RSA, SOUTH AFRICA.
- FK **Harry Rosenqvist**, Outokumpu Mining Inc, regional manager. Os: 4795 Oakland Str, Denver, CO 80239 USA.
- DI **Erkki Ryynänen**, Outokumpu Oy Tevi, laitosprojektit-toimialan metallurgisten laitosprojektien myyntijohtaja.
- DI **Jukka Saarela**. Os: Koulukatu 5 A 21, 33200 TAMPERE.
- PhD **Kari Saari**. Os: Merikasarminkatu 7 C 30, 00160 HELSINKI.
- DI **Ari Saarnikko**. Os: Varvinkatu 18, 28100 PORI.
- DI **Timo Salo**, Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, tutkimusinsinööri.
- DI **Seppo Salonen**, Mittalevy Oy, toimitusjohtaja. Os: Kämpälämäenkatu 11, 11100 RIIHIMÄKI.
- FK **Eero Sandgren**, Lapin Malmi, geofysikko. Os: Pullinranta 31, 96400 ROVANIEMI.
- DI **Jürgen Schmidt**. Adr: Österlånggatan 16 B 47, 20520 ÅBO.
- FK **Hannu Seppänen**. Os: Inkoonkatu 7 A 12, 00510 HELSINKI.
- DI **Hasse Sjöberg**. Os: Nuottaniementie 12 C 15, 02230 ESPOO.
- DI **Timo Soikkeli**, Outokumpu Oy Keretin kaivos, kaivoksen käyttöinsinööri. Os: Kirkkopolku 28 B 3, 83500 OUTOKUMPU.
- DI **Kaija ja Jukka Somerkoski**. Os: Katariinankatu 7 B 26, 28100 PORI.
- FL **Pentti Sotka**. Os: Framnäslantie 3 A 4, 02430 MASALA.
- DI **Riitta Suhonen**, Aachenin teknillinen korkeakoulu, jatko-opinnot taloustieteessä. Os: Bärenst. 5, 5100 Aachen, BRD.
- TkL **Seija Sundholm (o.s. Poitsalo)**. Os: KING HOMES APT. B-601, 1-8-10, KAMIMEGURO. MEGURO-KU, TOKYO 153.
- DI **Jukka Suomalainen**, Kauppa- ja teollisuusministeriön teollisuussihteeritoimisto, Bonn, teollisuussihteerin assistentti. Os: Dechant-Heimbach St. 14, 5300 Bonn 2, BRD.
- FL **Bengt Söderholm**, senior lecturer in geology. Os: C/O Embassy of Finland, P.O.Box 4820, Dar Es Salaam, TANZANIA.
- DI **Tuomo Tahvanainen**. Os: Everstinkuja 1 B 39, 02600 ESPOO.
- FK **Kalle Taipale**, GTK Väli-Suomen aluetoimisto, Kuopio, vanhempi ATK-suunnittelija. Os: Muikkutie 7, 72100 KARTTULA.
- DI **Ilmari Tapola**. Os: Rautakankareenkatu 15 A, 15950 LAHTI.
- DI **Pekka Teppo**. Os: Turuntie 21 A 15, 30100 FORSSA.
- DI **Antero Turunen**, Ovako Oy Ab Imatra, erikoisteräosaston päällikkö. Os: Terästehdas B 105, 55610 IMATRA.
- DI **Seppo Tähtinen**, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, metallilaboratorio, tutkija. Os: 5. linja 14 A 12, 00530 HELSINKI.
- DI **Anja Ukkola**, Oulun yliopisto teknillinen tiedekunta, suunnittelija (informaatikko).
- DI **Esko Ulvelin**, Teknillinen tarkastuskeskus kaivostoimisto, toimistopäällikkö. Os: Impivaarantie 2 B 8, 02880 VEIKKOLA.
- DI **Irma ja Jari Uotila**. Os: Nummensekä 9 as 38, 03100 NUMMELA.
- DI **Urho Valtakari**. Os: Tinapolku 3 A, 21600 PARAINEN.
- Ins. **Lasse Vanhala**, Outokumpu Oy Engineering division, laitosprojektit. Os: Matinraitti 5 D 23, 02230 ESPOO.

DI **Olli Wickstrand**, Valmet Oy Rautpohjan tehtaata, myyntipäällikkö. Os: Alakivi 5 B 8, 40630 JYVÄSKYLÄ.

DI **Lasse Vihavainen**. Os: Terästehdas B 107/7, 55610 IMATRA.

DI **Jaakko Viitasalo**. Os: Säynvätie 14 A 3, 02170 ESPOO.

DI **Jorma Viljanen**. Os: Rukatunturintie 3 G 57, 00970 HELSINKI.

DI **Kalevi Wikström**. Os: Käärmeasaarentie 4 A 3, 02160 ESPOO.

DI **Jorma Willberg**, Oy Partek Ab, markkinointipäällikkö.

DI **Eero Virta**. Os: Petsamo 4, 25900 TAAALINTEHDAS.

DI **Markku Virtanen** on nimetty Outokumpu Oy Enonkosken kaivoksen rikastamon päälliköksi.

DI **Pentti Virtanen**, Outokumpu Oy elektroniikka, tutkimusinsinööri. Os: Pihlajapuuntie 1-3 D 8, 02940 ESPOO.

Ins. **Veikko Visa**. Os: Vesuri 6, 21600 PARAINEN.

FK **Tauno Vuotovesi**, Lapin Malmi, geologi. Os: Ounasvaarantie 4 B, 96400 ROVANIEMI.

DI **Helena Niemi** os. Yrttimaa. Os: Maininkitie 20 B 48, 02320 ESPOO.

DI **Heikki Ylönen**, Rautaruukki Oy tutkimuslaitos, Raahe, tutkimusinsinööri. Os: Ollinsaarentie 43 E 30, 92100 RAAHE.

Etelä- ja Länsi-Suomen svekkojarjalaisiin granitoideihin liittyvät Mo- ja Cu-eesiintymät voidaan jakaa Mo/Cu-suhteidensa perusteella kolmeen ryhmään: 1) Mo-Cu-eesiintymät (Susineva Kalajoella, Luukkolansaari Puumalassa ja Vinnolinneva Perhossa), 2) Mo-eesiintymät (Varparanta Enonkoskella ja Majajärvi Kankaanpäässä) ja 3) Cu-eesiintymät (Tienpää Halsualla). Eesiintymien päämalmimineraalit ovat molybdeenihohde ja/tai kuparikiisu. Kuparikiisu esiintyy laajemmalle levinneenä kuin molybdeenihohde, mikä näkyy Mo:n ja Cu:n vyöhykkeisenä jakautumisena esiintymissä. Muita yleisiä malmimineraaleja ovat mm. magnetiitti, rikkikiisu, borniitti ja sinkkivälke. Malmimineraalit esiintyvät pirotteena, raontäytteenä ja juonissa.

Sivukivien muuttuminen on kaikissa tutkituissa esiintymissä melko heikkoa. Se on luonteeltaan valikoivaa, tiettyihin mineraaleihin kohdistuvaa sekä juonia pitkin tapahtuvaa. Yleisimpiä muuttumislajeja ovat kalimetasomaattinen muuttuminen ja propyliittiytyminen. Nämä muuttumistyytit esiintyvät useimmiten mineralisoituneiden juonien välittömässä läheisyydessä. Susinevan ja Tienpään esiintymien yhteydessä muuttuminen on laaja-alaista. Kalimetasomaattinen ja propyliittinen muuttuminen esiintyvät satoja metrejä leveinä vyöhykkeinä mineralisaatioiden ympäristössä. Ne esiintyvät osittain päällekkäin (Tienpää), tai muuttuminen on vyöhykkeistä siten, että kalimetasomaattinen muuttuminen esiintyy mineralisaation läheisyydessä, ja propyliittinen muuttuminen on levinnyt laajalle alueelle (Susineva). Kalimetasomaattiseen muuttumiseen kuuluva biotiittiytyminen on tapahtunut ennen useimpien malmimineraalien kiteytymistä. Hydrotermisten muuttumislajeiden esiintyminen on viite granitoidien malmikiittisyydestä.

SUORITETTUA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos

Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian kandidaatit:

Hämäläinen, Leo: "Hausjärven Mustasuon alueen geologiaa".

Tutkimusalueen pääkivilaji on porfyryrinen mikrokliniigraniitti. Sen ja kiillegneissin kontaktiin on Mustasuolla dynamometamorfoosissa syntynyt trondhjemiittibreksia, joka muodostaa n. viisi kilometriä pitkän vyöhykkeen. Mustasuon kohdalla siihen on konsentroitunut kiisuuntuma sisältäen n. 350 000 tonnia kuparipitoista (0.6 % Cu) kiveä. Ympäristössä on magnetiitti- ja rikkikiisupitoinen voimakkaasti magneettinen alue.

Kiisuuntuman länsipuolella on kvartsi-sillimaniittigneissia, joka sillimaniitin vähetessä muuttuu runsaasti turmaliniä sisältäväksi kvartsi-plagioklaasigneissiksi.

Läntisimpänä alueella ovat hienon vulkaanisen tuhkan sedimenttitootteesta syntyneet happamat ja intermediaariset tuffimaiset gneissit. Sedimenttien seassa ja päällä on eri paksuisia metamorfoituneita happamia ja intermediaarisia vulkanitteja.

Tyypillistä alueen kivilajeille on voimakas myloniittiytyminen. Ruhjeiset kivilajit koostuvat blasto- ja protomyloniiteista sekä -kataklastiiteista. Kalsiumrikkaammissa kivilajeissa tämä ilmenee albiitti-epidoottihornfelsfasieksen retrogressiivisena metamorfoosina.

Tektoniikkaa hallitsee voimakas ruhjeliuskeisuus S_2 . Heikoin suuntaus ei ehkä ole kerroksellisuus vaan S_1 . Areniittiset gneissit ja liuskeet ovat olleet liikunnoissa jäykempiä, eikä niissä näy pienipiirteistä poimutusta. Kiillerikkaat gneissit ovat olleet plastisempia ja niissä näkyvä poimutusta. Alueelta löytyi kaksi selvää poimutusfasiaa.

F_1 -poimutukseen liittyy keskiasteen metamorfoosi. (Granaatti-sarvivälke-kloriittisaumat osoittavat myöhemmin tapahtuneen retrogressiivisen metamorfoosin.)

F_2 -poimutus on samanaikainen aluemetamorfoosin amfiboliittifasieksen sillimaniitti-kordieriitti-muskoviitti-almandiini-alafasieksen olosuhteissa tapahtuneen päävaiheen kanssa.

Myyhäiskinemaattiseen vaiheeseen liittyy mikrokliniigraniitin tunkeutuminen vanhempien kivilajien sekaan ja voimakas kalimetasomatoosi. Tämä näkyy koko alueella selvänä kalimaasälvän määrän kasvuna.

Inkinen, Eeva: "Malmimineraalit ja sivukivien muuttuminen Etelä- ja Länsi-Suomen svekkojarjalaisissa, porfyrytyyppeissä Mo- ja Cu-eesiintymissä".

Johansson, Bo: "Ahvenisto grabbro-anortositkomplex — en petrografisk och mineralogisk undersökning"

Ahvenisto grabbro-anortositkomplex har formen av en hästsko, som innesluter ett biotitrapakivmassiv. Detta rapakivmassiv anses vara i kontakt med det viborgska rapakivmassivet på ett litet djup. I kontakt med det mafiska komplexets ytterkontakt finns tre hornbländrapakivkroppar. Gabbroanortositkomplexet har en yta på ca 70 kvadratkilometer. Intrusionen av det mafiska komplexet har skett för ungefär 1650 milj. år sedan i anorogen miljö. Ålderskillnaden mellan rapakivin och gabbro-anortositen är obetydlig, även om rapakivin i de flesta fall kan anses vara yngre. Sannolikt hade gabbro-anortositkomplexet inte helt kristalliserat under de begynnande stadierna av rapakivmagmatismen. Gabbro-anortositkomplexet består av en bergartsuppsättning som är typisk för Al-rika, tholeitiska differentieringsserier. I komplexet förekommer rikligast gabbronorit och uraltiitserad hornbländegabbro. Ljusa leukogabbrotyper, grovkristallina gabbron, olivingabbronoriter och ilmenitrika gabbronoriter finns i varierande mängd. Typiskt är att inga distinkta kontakter förekommer mellan de olika gabbrotyperna. Anortositerna däremot har i de flesta fall en tydlig kontaktlinje mot angränsande bergarter. De bildar oftast avlånga kroppar, vilka kan bli mellan några cm och ca 300 m långa. Som sista fraktioner av gabbro-anortositmagman har bildats kvarts- och monzodioriter, vilka uppträder som långa, koncentriska gånger eller som kontaktzon i det mafiska komplexets ytterkontakt. Komplexet skärs av ett otal granitiska gångar, vilka är associerade med rapakivin. Rapakivin och gabbro-anortositen bildar en ringdykestruktur. Av bergartskartan kan ses att både monzodiorit- och rapakivgångar tenderar att ha koncentriska strykningar.

Karessuo, Anu: "Korppoon Lohm-Gullskär -alueen metamorfoosi petrografian ja mineraalien koostumuksen perusteella".

Korppoon Lohm-Gullskär -alue koostuu svekofeniiseen liuskejaksioon kuuluvista erilaisista suprakrustisista kivilajeista. Pääkivilajit ovat granaattia ja kordieriittia sisältävät kiillegneissit ja erilaiset nebuliittiset graniitit. Stratigrafisesti kiillegneissit, joita pidetään metapeliitteinä, ovat alueen alin kerrostus. Saman sedimentaatiovaiheen aikaisia ovat myös metabasalteina pidettävät amfiboliitit sekä sarvivälke- ja pyrokseenisarvivälkegneissit ja diopsidiamfiboliiteiksi metamorfoituneet ja deformatuneet tyynylaavat. Raitaiset hypersteeni-gneissit ovat kerrostuneet näiden päälle. Alueen granitoidiset kivet ovat syntyneet metasedimenttien kiteytyessä uudelleen. Vain aivan karkearakeisimmat graniittityypit ovat alkuperältään magmaattisia. Sarvivälkegneissien mafiset syväkivisulkeumat ovat selvästi metamorfoituneita. Alueelle on luonteenomaista voimakas migmatiittiytyminen, joka näkyy hypersteeni-gneississä lukuunottamatta kaikissa kivilajeissa.

Alueella on erotettavissa kolme deformaatiovaihetta, joista vallitsevin on D_2 . Tämän deformaatiovaiheen vaikutuksesta kivilajit ovat poimittuneet muodostaen kaksi itä-länsisuuntaista, vastakkaisiin suuntiin avautuvaa synformia. Synformien väliin jää litistynyt doomi, brakyantiformi. Plastisen deformaation lisäksi alueen rakenteeseen ovat vaikuttaneet erisuuntaiset siirrokset, joita pitkin liikuntoja on tapahtunut sekä horizontaali- että etenkin vertikaalitasossa. Siirrokset jakavat alueen useisiin lohkoihin.

Alueen rakenne heijastuu myös metamorfoitumiseen, jonka voimakkuus vaihtelee eri lohkoissa. Alue on jaettu petrografian perusteella viiteen eri vyöhykkeisiin, joiden mineraalikoostumus sekä migmatiittutumisen ja retrogressiivien metamorfoosin voimakkuudet eroavat toisistaan. Metamorfoosi vastaa keski- ja korkean asteen olosuhteita. Retrogressiivi metamorfoosi on alueelle luonteenomainen. Mineraalikoostumuksen perusteella paine- ja lämpötilaolosuhteissa ei ole suuriakaan vaihteluita eri vyöhykkeiden välillä. Tarkemman kuvan saamiseksi on alueelta tehty granaattien, kordieritiin ja bioliittien kemiallisia analyysejä. Granaatti-bioliitti -termometriä hyväksi käyttäen on määritetty metamorfoosin lämpötiloja. Paine on arvioitu kordieritiin sisältävän magnesiumin mukaan. Tulokset osoittavat, että granaatti-bioliitti -pari ei ole tasapainoinen. Saadut lämpötilat ja paineet eivät vastaa petrografisia havaintoja, vaan ovat selvästi liian alhaisia. Tämä saattaa johtua osittain migmatiittituumisesta ja osittain retrogressiivista metamorfoosista. Epätasapainotila rautaa ja magnesiumia sisältävien mineraaliparien välillä kuvastanee metamorfoosin jälkeistä, kohoamisen ja jäähtymisen aikaista uudelleentasapainottumista.

Kuusola, Jussi: "Savonlinnan eteläpuolella sijaitsevien Kaartilan ja Silvolan granitoidimassiivien petrologia, geokemia ja tektoninen asema".

Kaartilan ja Silvolan massiiveja ympäröivät ja niihin mahdollisesti geneettisessä yhteydessä olevat amfiboliittit ovat titaanirikkaita, subalkalisia ja tholeiittisen basalttisarjan kiviä. Niiden raitaisuus on ilmeisesti peräisin tynnylaavoista, joskaan reliktirakenteita ei tavata voimakkaasta puristusdeformaatiosta sekä tynnyjen vähäisyydestä johtuen.

Silvolan trondhjemitti on synorogeeninen, iältään 1887 ± 10 milj. v. Massiivi on fakoliitti, joka on poimuttunut levymäisenä yhdessä ympäröivien amfiboliittien kanssa muodostaen noin 400 km² suuruisen antiiformin. Kiteytyminen on tapahtunut tonaliittisesta kaliköyhästä magmasta, joka on peräisin kuoren alaosasta tai manttelin yläosasta ja intrudoitunut siirrosvyöhykettä pitkin. Magma on ilmeisesti muodostunut fraktioivassa kiteytymisessä.

Kaartilan massiivi poikkeaa Silvolan intruusiosta vyöhykkeisyytensä ja kupolimaisuutensa takia. Kaartilan kivet ovat raitaisia ja raitaisuus kiertää konsentrisesti siten, että keskellä kaateet ovat loivia jyrketen reunoihin päin. Intrudoituminen on ilmeisesti tapahtunut diapiraisesti. Intruusio on vyöhykkeinen siten, että happamat kivet ovat keskellä ja emäksisemmät reunoihin. Vyöhykkeisyys ilmenee myös pääalkuaineiden ja muutamien hivenaineiden säännönmukaisena vaihteluna.

Intruusiot ovat konkordantteja ympäristön gneisseihin nähden. Kontaktit amfiboliittiteihin ovat terävät. Metamorfoosi on tapahtunut amfiboliittifasieksen olosuhteissa.

Rantala, Olli "Pielaveden Petäjäljärven alueen geologiasta".

Tutkimusalue sijaitsee presvekokarjalaisen pohjakompleksin ja Keski-Suomen granitoidialueen välissä, Laatokan-Perämeren -vyöhykkeessä. Alueen vanhimpina kivilajeina ovat voimakkaasti migmatisoituneet intermediaarinen metatuffi ja meta-andesiitti. Alueen valtakivilajit, keskirakeinen tonaliitti ja hienorakeinen gabro, ovat meta-andesiittia ja metatuffia nuorempia. Hienorakeisen gabron joukossa on keskirakeisia osueita. Gabrot ovat selvästi puolipinnallisia.

Tonaliitti on gabroa vanhempaa, mutta kiteytymisen jälkeisissä prosesseissa se on mobiloitunut uudelleen. Hienorakeisen gabron ja tonaliitin välisessä noin 100 m leveässä kontaktivyöhykkeessä on tapahtunut palingeneesiä, jonka seurauksena uudelleenmobiloitunut tonaliitti leikkaa hienorakeista gabroa. Paikoitellen tonaliitti muodostaa ulkonäöltään tynnylaavaa muistuttavan rakenteen hienorakeisen gabron kanssa. Hienorakeista gabroa leikkaavat alueen lounaisosassa profyriset graniittijoukot.

Tektoniikan hallitsevana piirteinä ovat $020^\circ - 030^\circ$, $050^\circ - 055^\circ$ ja $290^\circ - 310^\circ$ suuntaiset hirtovyöhykkeet. Vyöhykkeet ovat 5 - 50 cm leveitä ja usein ductile-tyyppisiä.

Tutkimusalueen gabrot poikkeavat muista Pielaveden ympäristön gabroista puolipinnallisen luonteensa vuoksi. Petäjäljärven gabrojen puolipinnallisuus on seurausta Pielaveden-Kiuruveden alueella tapahtuneista lohkoliiunnoista.

Salmelainen, Juha: "Helsingin kallioperän geologiasta ja kivilajien lujuusominaisuuksista porattavuuden kannalta".

Työn ensimmäisessä osassa on laadittu geologinen karttaselitys Helsingin alueesta tutkimalla alueen pääkivilajeja 49 näytestä sekä perehtymällä kirjallisuuden avulla Helsingin ja svekofennidien eteläosan kallioperän rakenteeseen, kivilajeihin sekä niiden ikäsuhteisiin.

Tutkimusalueen prekambriiset kivilajit ovat pääosiltaan seoskiviä

— migmatiitteja, joista noin 46 % on syväkiviä ja 54 % pintakivilajeja. Pääkivilajeja ovat migmatiittinen graniitti, kvartsidioriitti, kiillegneissi ja metavulkaniitti (amfiboliitti). Iältään ne ovat noin 2000 - 1800 milj. v. Synkinemaattisen vaiheen amfiboliittifasieksen aluemetamorfoosin jälkeen tapahtui mikroliinigraniitin intruusio, joka aiheutti vanhempien kivilajien graniittituumista ja migmatiittien muodostumista.

Tutkimuksen toisessa osassa on käsitelty geologisten ja fysikaalisten tekijöiden vaikutuksia kiven porattavuuteen. Porattavuutta selvitettiin laboratoriokokeilla, joissa määritettiin kiviänteille kalliomekaaniset lujuusarvot ja porattavuusarvio (porausindeksi, DRI) sovelletulla koemenetelmällä. Kaikista kiviänteistä tehtiin yksityiskohtaiset geologiset määritykset. Kalliomekaanisia lujuusarvoja verrattiin keskenään lujuusjakautumien selvittämiseksi. Yhtenäisin kivilajiryhmä oli mikroliinigraniitit. Määritettyjä porausnopeusindeksejä käytettiin suhteellisuina porattavuuden arvoina, joita verrattiin vastaaviin kalliomekaanisiin lujuusarvoihin. Parhaiten DRI:n kanssa korreloivat pistekuormitusindeksi ja kimmomoduli. DRI-arvot vastasivat graniittisilla kivilajeilla louhintaporauslaskutolla määritettyjä todellisia tunkeutumisenopeuksia. Tunnelin kokoprofiiliporaus on DRI-arvojen perusteella teknisesti mahdollista Helsingin kallioperässä.

Suvanto, Jorma: "Virtasalmen alueen karsikivijakoista".

Virtasalmen alue kuuluu svekokarjalaiseen liuskealueeseen Laatokka-Perämeri -vyöhykkeeseen lounaisreunassa. Alueelle ovat tyyppillisiä voimakkaasti deformatuneet ES-W -suuntaiset suprakrustiset kivilajijaksot sekä näitä leikkaavat kvartsidioriitti- ja dioriitti-intruusivit.

Tutkimusalueen suprakrustiseen kivilajisarjaan kuuluvat sarvivälkeamfiboliittit, jotka vastaavat kemialliselta koostumukseltaan tholeiittisia basaltteja, diopsidiamfiboliittit ja diopsidiplagioklaasi-kivet, jotka edustavat kalkki-alkalisen sarjan Al-rikasta trendiä, vulkanismin yhteydessä kemiallisina sedimentteinä saostuneet kalkkikivet sekä karsikivet.

Karsikiviä on kahta päätyyppiä: kalkkikiven kontaktissa esiintyvät reaktiokarret sekä metavulkaniiteissa Fe-rikkaiden välikerrosten aluemetamorfisina, mahdollisesti isokliinilaisina vastineina esiintyvät isokliinisesti poimuttuneet ja boudinoituneet karsikivijaksot. Karsikiven Cu-pitoisuus on korkea tutkimusalueen muihin kivilajeihin verrattuna. Metavulkaniiteissa on havaittavissa vain heikkoa Cu:n rikastumista. Muut metallipitoisuudet tutkimusalueen kaikissa kivilajeissa ovat pieniä.

Metamorfoosiaste tutkimusalueella vastaa keskiasteen ja alhaisen kohtalaisen paineen metamorfoosia. Kallioperän nykyinen rakenne on polyfaasisen deformaation tulosta. Voimakkaimmin rakenteeseen ovat vaikuttaneet varhaisimmat, lähes N-S -suuntaiset deformaatiot F_1 ja F_2 , F_2 :n NW-suuntainen konjugaatti F_{2c} sekä F_2 :n migmatisaatio luonnehtiva faasi F_2 .

Tiainen, Markku: "Kurun Haukkamaan intermediaarisen-felsisen liuskevyöhykkeen petrologiasta, geokemiasta ja rakenteesta".

Keski-Suomen granitoidikompleksin sisällä sijaitsevan Haukkamaan liuskevyöhykkeen intermediaarinen osa koostuu pyroklastiiteista, massamaisista uraliitti-plagioklaasi-porfyriiteista ja biotiittikasumia sisältävistä plagioklaasi-porfyriiteista sekä vähäisessä määrin tuffiiteista. Rakooltaan pyroklastiittit vaihtelevat breksiöistä ja agglomeraateista lapillituffien kautta tuffeihin. Vulkanismi on ollut ainakin osittain luonteeltaan ignimbriittistä ja kerrostuminen on pääasiassa tapahtunut kuivalle maalle. Liuskevyöhykkeen felsinen osa koostuu geneettisesti osittain epäselvistä keski-karkearakeisista ja hienorakeisista kvartsi-maasälpäliuskeista sekä petromiktisesta konglomeraatista.

Stratigrafiassa alimpana ovat massamaiset porfyriittit, niiden päällä pyroklastiittit, felsiset liuskeet ja ylinnä petromiktinen konglomeraatti. Syväkivet leikkaavat ja lävistävät liuskeita.

Vulkaniittien kemiallinen koostumus vaihtelee basalttisista andesiiteistä ryoliitteihin. Analysoidut näytteet ovat subalkalisia ja kuuluvat samaan K-rikkaaseen kalkkialkaliseen differentiaatioisarjaan. Metamorfoosi on tapahtunut alhaisen amfiboliittifasieksen olosuhteissa. Lävistävän melakvartsidioriitin kontaktissa esiintyy kontaktimetamorfinen sillimaniittiaureoli ja liuskevyöhykkeen reunakontaktissa tavataan paikoin migmatiittituumista.

Liuskevyöhykke on käynyt läpi monivaiheisen deformaation. D_1 on epäselvä. Se on ollut todennäköisesti isokliinista poimutusta. Toinen deformaatio, D_2 , alkoi tiukalla-isokliinisella itä-länsisuuntaisella poimutuksella ja päättyi NW-SE -suuntaisen leikkaukseyöhykkeen syntymään. D_2 :n aiheutti N-S -suuntainen pääjännitys. Kolmas deformaatio, D_3 , on ollut avointa-tiukkaa akselitasoltaan N-S -suuntaista poimutusta. Sen on aiheuttanut E-W -suuntainen pääjännitys. Neljäs deformaatio, D_4 , on suhteellisen paikallinen. Se on aiheuttanut mm. Aukee-ahon 060° -suuntaisen leikkaukseyöhykkeen, jonka tensioraot kontrolloivat Aukee-ahon sulfidimineralisaatiota.

Vaarma, Markus: "Pohjanmaan liuskevyöhykkeen geologia Evijärven alueella".

Tutkimusalue, pinta-alaltaan n. 660 km², sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla, Evijärven karttalehdellä (2314) kattaa peruskarttalehdet 05, 06, 08, 09, 11 ja 12 sekä lehtien 02 ja 03 itäosat.

Tutkimusalueella suprakrustinen liuskevyöhyke koostuu suurimaksi osaksi metagrauvakoista. Niiden materiaali on kerrostunut pääasiassa turbidiittivirtaus-mekanismilla. Välisueina metagrauva-koissa on metavulkaniittijaksoja, joiden yhteydessä esiintyy karsikiiviä ja mustaliuskeita. Geokemialtaan (52 analyysia suprakrustisista) osa metavulkaniiteista muistuttaa valtameren pohjan tholeiitteja, osa saarikaaren alhaisen K:n tholeiitteja ja osa saarikaaren kalkkialkalisia basaltteja ja andesiitteja. Valtameren pohjan basaltteja vastaavat tyytit esiintyvät muista erillään omina jaksoinaan. Saarikaaren alhaisen K:n tholeiittiset ja kalkkialkaliset tyytit sijaitsevat myös alueellisesti erillään, joskin ne ovat läheisessä yhteydessä toisiinsa. Tonalittipahkut (10 analyysia) ovat geokemialliselta luonteeltaan kalkkialkalisia ja muistuttavat Lounais-Suomen tonaliitteja. Peacock'in kalkkialkali-indeksi on 58-59.

Metamorfoosi on tutkimusalueella tapahtunut pääasiassa muskovii-tin stabiilisuusalueella. Metapeliittien mineraaliseurueissa on alueen itäosissa stauoliittia ja granaattia. Keskiosissa stauoliitti on hävinnyt ja sen tilalla esiintyy muskoviiittisiä pseudomorfeja. Alueen länsiosissa metapeliittien porfyroblastit ovat kalimaasälpää ja sillimaniittia. Metamorfoosin aikana paine on ollut 4-5 kb ja lämpötila 600-650°C. Paine ja lämpötila kasvavat kohti länttä.

Tutkimusalueen liuskeet ovat poimittuneet neljässä deformaatio-vaiheessa. F₁-poimutus on tiukka, isokliininen. Sen amplitudi on huomattavasti suurempi kuin aallonpituus. F₂-poimutukseen liittyy voimakas akselitasoliuskeisuus (S₂), joka lähes poikkeuksetta leikkaa kerroksellisuutta. F₂-poimutuksen akselisuunta on länsilounainen. F₃-poimutus on koaksiaalinen F₂:n kanssa. F₃:een liittyy krenulaatiota (S₃). F₄ on avoin poimutus. Sen aallonpituus on amplitudia suurempi ja poimuakselin suunta on loiva luoteinen. Alueen syväkivet ovat syn-tektonisia. Ne liittyvät pääasiassa toiseen ja kolmanteen deformaatio-vaiheeseen. Stratigrafiaa luonnontii gravuvakkasedimentaation ja vulkaanisen toiminnan vuorottelu. Grauvakoiden vulkanogeenisista välisueista kerrostuivat ensin valtameren pohjan tholeiitteja vastaa-vaa tyyppiä olevat ainekset, sitten saarikaaren alhaisen K:n tholeiitti-set ainekset ja ylimmiksi välisueiksi saarikaaren kalkkialkaliset tyy-pit.

OULUN YLIOPISTO

Prosessiteknikan osasto

Diplomi-insinöörit:

Kangastalo, Juha: "Hartsikaavausta käyttävän valimon hiekkajär-jestelmän tutkimus".

Työssä tutkitaan Kone Oy:n Raahen teräsvalimon raskaan tuotan-tolinjan hiekkajärjestelmää, johon kuuluvat kaavaus ja keernanteko sekä käytetyn hiekan clyvytys. Tutkimukset jakaantuivat hiekkajärjes-telmän materiaalivirtojen selvittämiseen, uusien kaavaus- ja keernan-tekomateriaalien vastaanottotarkastukseen, elvytetyn kiertohiekan testaukseen, sekä hiekkasta johtuvien valuvirheiden syiden selvittämi-seen.

Hiekkajärjestelmä osoittautui epästabiiliksi, joten sille ei voitu määrittää jokaisena ajanhetkenä pitävää materiaalitasetta.

Tässä työssä määritettiin hiekoille seula-analyysi, liete, hehkutus-häviö, haponkulutusluku, kosteus sekä sideaineen ominaisuuksia ku-vaava taivutuslujuus. Kromiitihiekan Cr₂O₃ -pitoisuuden seurantaan kehitettiin yksinkertainen hiekan tiheyteen perustuva menetelmä. Li-säksi seurattiin käytettyjen sideaineiden (hartsin ja vesilasi) tiheyttä ja viskositeettia. Kaavaus- ja keernantekomateriaaleista kiertohiekan ja kromiitihiekan ominaisuudet vaihtelivat eniten, joten niiden seuran-taan on kiinnitettävä enemmän huomiota.

Kiertohiekan lämpötilan vaikutusta optimikovetinmäärään tutkit-tiin kokeellisesti taivutuslujuuden määritysten pohjalta. Kylmällä hie-kalla saavutettiin suurin lujuus. Hartsin valmistajan ilmoittamassa op-timilämpötilassa kovetinmäärällä oli vähäisin vaikutus taivutuslujuu-teen.

Kostamo, Jouni: "Jauhatusmyllyn tehon värähtelyn syntyminen ja värähtelyyn vaikuttavat tekijät".

Tutkimuksessa on selvitetty jauhatusmyllyn tehon värähtelyn syn-tymiseen vaikuttavia tekijöitä ja värähtelyn ominaisuuksia.

Tehon värähdys syntyy, kun myllyn kehälle kiinnitetty nostopalkki tempaa mukaansa ja nostaa myllyn panoksena olevaa jauhettaavaa materiaalia, jota vyöryy jatkuvasti myllyn pyöriessä myllyn kehää vas-ten alas nostopalkkien liikeradalle. Palkkien seurattessa toisiaan syn-tyy jatkuva värähtely, jonka taajuus myllyn kierrosta kohti vastaa nostopalkkien lukumäärää myllyssä.

Tehon värähtelyn amplitudi on suoraan verrannollinen myllyn kier-rosnopeuteen, kuormaan ja nostopalkkien korkeuteen, mutta käänt-äen verrannollinen nostopalkkien lukumäärään myllyssä. Täyttöas-teen kasvaessa tehon värähtelyn amplitudi ensin kasvaa, kunnes saa-vuttaa maksiminsa, ja pienenee sen jälkeen.

Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksella on käytössä jauhatus-myllyjen täyttöasteen säätösystemi, jossa myllyn syöttöä säädetään tehon värähtelyn amplitudin avulla.

Mikkola, Juha: "Sulan teräksen jäähtymismalli".

Tutkimuksen teoreettisessa osassa tutustutaan teräksen lämpötila-pudotukseen vaikuttaviin tekijöihin kaadon jälkeen terässenkassa suoritettavien toimenpiteiden ja jatkuvavalun aikana. Lisäksi tarkas-tellaan eri senkkäkäsitelymenetelmiä lämpötilan ohjauksen kannal-ta.

Kokeellisesti laadittujen malliyhtälöiden avulla voidaan teräksen lämpötilakehitys konvertterilta jatkuvavaluun ennustaa sulatuskoh-taisesti. Malli laskee iteratiivisesti etunäytteen lämpötilalle ohjear-von, kun lähtökohtana käytetään laatuukohtaista välisenkan ohjeläm-pötilaa.

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan tohtorit:

Tekn.lis. **Jarmo Olavi Kumpulainen** väitteli 15.6.1984 aiheesta "Metalliohutlevyjen kylmämuovausta rajoittavat tekijät — kuroutu-minen, murtuma, rypytyminen ja tahmautuminen". Vastaväittäjänä toimivat tekn. tri Erkki Räsänen ja tekn. tri Raimo Rätty sekä kustok-sena prof. Martti Sulonen.

Metalliohutlevyjen muovattavuutta rajoittavat useimmiten levyen kuroutuminen, murtuminen, rypytyminen tai levyä ja työkalun tah-mautuminen. Ohutlevyjen venytysmuovattavuutta tutkittiin rajamuovattavuuspiirrosten ja venymäpolkujen välisen riippuvuuden avulla. Työssä osoitettiin, että rajavenymän kriteerillä ja venymäpolun muo-dolla on ratkaiseva merkitys rajakäyrän aseman määrittämisessä. Tä-män vuoksi tutkimuksessa kehitettiin uusi malli, jossa rajavenymä määritellään yksiselitteisesti ja jossa venymäpolkujen käyryys otetaan huomioon.

Syvävedettävyyttutkimuksissa selvitettiin levyä rypyttymiseen vai-kuttavat tekijät ja kehitettiin laskentamalli, jolla voidaan ratkaista suurin mahdollinen vetosuhte sekä murtuman että rypyttymisen suh-teen pidätyksittömässä syvävedossa. Lisäksi selvitettiin kokeellisten mittausten avulla muovauslämpötilan vaikutukset syvävedettävyyteen pidätyksellisessä muovaussessa. Laippa-alueen lämmittämisen ja pain-nimen alueen jäädyttämisen todettiin olennaisesti parantavan eten-kin epästabiilin ruostumattoman teräksen rajavetosuhteita. Lämpötil-an muutokset heijastuvat toisaalta levymateriaalin muovattavuuso-minaisuuksiin ja toisaalta kitkakäyttäytymiseen, jotka siten yhdessä määräävät rajavetosuhteen.

Tahmautumistutkimuksiin käytettiin Teknillisessä korkeakoulussa kehitettyä kitkamittauslaitteistoa. Kiinnileikkautumisherkkyuden osoitettiin olevan riippuvainen levy- ja työkalumateriaaleista, voitelu-aineesta, kosketuksissa olevien pintojen karheuksista, pintapainees-ta, liukumatkasta ja -nopeudesta sekä kosketuspintojen lämpötilasta. Tahmautumisen indikaationa käytettiin kitkakertoimen suuruutta ja sen muutosta sekä levyä pinnankarheuden muutoksia. Pintaprofiileja tarkasteltiin ns. Abbott-käyrien avulla.

Tekn.lis. **Raimo Pulkkinen** väitteli 3.3.1984 aiheesta "Thermodynamics and kinetics of gas nitriding alpha-iron alloys". Vastaväittäjinä toimivat tekn. tri Raimo Rätty ja tekn. tri Lasse Salo-nen sekä kustoksesta prof. Martti Sulonen.

Väitöskirjassa on esitetty tyytymisen nopeutta määräävän reak-tion olevan saman sekä ferriittisellä että Fe₃N-nitridisellä rautapinnal-la. Myös pintareaktioiden nopeudet on määrityksissä havaittu lähes samansuuruisiksi. Tämän on selitetty johtuvan ferriittisen ja nitridejä sisältävän pinnan samanlaisesta absorptiokerroksen rakenteesta.

Rautapinnalle näennäisesti epäsuotuisissa olosuhteissa syntyvien pintaanitridien muodostumisen syyksi on väitöskirjassa esitetty suotautumisesta ja pinnan kontaminoitumisesta johtuvaa pintaenergian muutosta.

Väitöskirjassa on lisäksi käsitelty raudan kromi-, molybdeeni- ja piiseostuksen vaikutusta raerajasuotautumiseen sekä rautaanitridien jakautumiseen tyytetyn raudan pinnalla. Myös kromi-, molybdeeni- ja piiseostuksen vaikutusta typen aktiivisuuskertoimeen tkk-raudassa on tutkittu.

Maaliskuun 17. päivänä 1984 tarkastettiin Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla diplomi-insinööri **Arto Ranta-Eskolan** väitöskirja "The plastic flow of sheet metals". Vastaväittäjänä toimi prof. Tarras Wanheim, DTH, ja kustoksena prof. Martti Solonen.

Väitöskirjassa oli tutkittu metalliohutellevyjen plastista myötämistä ja muokkauslujittumista tasojännitystilassa. Se koostuu kahdeksasta erillisjulkaisusta ja johdanto-osasta, jossa tarkastellaan lyhyesti myötöhdön ja muokkauslujittumisen matemaattista kuvausta sekä materiaalin jännitys-venymäkäyttäytymisen vaikutusta kylmämuovattuuteen ja esitetään lopuksi tiivistetysti kussakin julkaisussa saavutetut tärkeimmät tulokset.

Työssä osoitettiin, että Al-tiivistettyä terästä lukuunottamatta tärkeimpien ohutlevymateriaalien muokkauslujittumista eri jännitystilassa ei pystytä tarkasti ennustamaan nykyisten anisotrooppisille aineille kehitettyjen konstitutiivisten yhtälöiden avulla. Tietyin materiaalin jännitys-venymäriippuvuutta eri kuormitustiloissa voidaan kuitenkin kuvata saman tyyppisellä empiirisellä muokkauslujittumisyhtälöllä. Laskennallisesti ja kokeellisesti todettiin plastisen instabiilisuuden ja venymän paikallistumisen analysoinnin edellyttävän oikean muotoisen yhtälön soveltamista.

Muovausolosuhteilla, kuten venymänopeus, lämpötila ja erityisesti kuormituspolku, havaittiin olevan ratkaiseva vaikutus metallien plastiseen käyttäytymiseen. Materiaalin lämpötila muuttuu huomattavasti adiabaattisessa muovauksessa, minkä osoitettiin yleensä selvästi vähentävän jännityksen venymänopeusriippuvuutta verrattuna isotermissiin olosuhteisiin. Muovauspolun äkillisen muuttamisen deformaation aikana todettiin aiheuttavan myötöjännitykseen mikrorakenteellisista tekijöistä johtuvia anomaliaita, joiden voimakkuus riippuu muovattavasta materiaalista, venymäpolusta ja esideformaation suuruudesta.

Den 13 april 1984 granskades vid Tekniska högskolans bergsindustriavdelning tekn.lis. **Peter Sandviks** doktorsavhandling "A crystallographic and microstructural investigation of ferrous lath martensite and bainite". Som opponenter fungerade prof. Juha Pietikäinen från Tekniska högskolan samt tekn.dr. Erkki Räsänen från Rautaruukki Oy. Kustos var prof. Veikko Lindroos från Tekniska högskolan.

Avhandlingen behandlar fasomvandlingar i stål vid låga temperaturer. Målet är att fastställa mekanismerna för bildande av lath martensit och bainit. I den experimentella delen har huvudsakligen elektronmikroskopi använts för studier av dislokationsstrukturer, substrukturer i de olika faserna, fasgränsstrukturer samt orienteringsberoenden.

Vid undersökningen av lath martensit har experimentella resultat använts för att konstruera en teoretisk kristallografisk modell, baserad på matrisalgebra, för beräkning av omvandlingens karakteristiska deformationsparametrar samt olika kristallografiska parametrar. Resultaten av beräkningarna kan även användas för tolkning av reaktionskinetiken och martensitens morfologi. I arbetet observeras första gången bl.a. dislokationsstrukturen hos en martensitisk fasgräns. Vidare demonstrerades martensit/austenit orienteringsberoendets irrationella natur.

I den del som handlar om bainitisk struktur var det primära målet att fastställa huruvida bainiten bildas genom en diffusionskontrollerad omvandling eller en martensitisk omvandling. Experimentella observationer på omvandlingsdeformationens natur samt på interaktion mellan gitterdefekter i bainit och austenit visat entydigt att bainit och martensit bildas med kristallografiskt och dislokationsteoretiskt identiska mekanismer.

Tekniikan lisensiaatit:

Johansson, Erik: "Kallion primaarijännitystilaa ja sen mittaaminen".

Kallion primaarijännitystilaa koostuu kahdesta toisistaan riippumattomasta voimakentästä, painovoimakentästä ja tektonisesta kentästä. Työssä on tutkittu näiden voimakenttien syntyä ja niiden mittaamista sekä analysoitu mittaustuloksia.

Lähes 300 primaarijännitystilamittaustulosta analysoitiin. Tulokset osoittivat vaakajännityskentän olevan erittäin voimakkaan vanhoilla kilpialueilla kuten esim. Suomessa. Vaakajännityskenttä on keskimäärin 1 - 3 kertainen verrattuna pystyjännityskenttään. Jännityskentän suunta niin Suomessa kuin muuallakin noudattelee maankuoren laattojen liikesuuntia. Primaarijännityskentän suuruuden todettiin parhaiten korreloivan syvyyden kanssa.

Työssä on esitetty eri jännitystilamittaamenetelmät. Yleisin syvien reikien mittaamenetelmä, hydraulinen murtuma, on esitetty yksityiskohtaisemmin. Menetelmällä voi olla käyttösovellutuksia Suomessa mm. ydinjätetutkimuksissa.

Eri menetelmin saatuja tuloksia on vertailtu sekä analysoitu mittausten virhelähteitä. Herkin virhelähde on kivien anisotrooppisuus, mikä voi aiheuttaa jopa 50 - 80 % suuruusvirheen pääjännityksiin.

Lopuksi on annettu suosituksia primaarijännitystilamittausten suorittamiseksi.

Lahti, Ilkka: "Epämetallisten sulkeumien vaikutus niukkahiilisten terästen kylmämuovattavuuteen".

Työn kirjallisuusosassa on esitetty sitkeän murtuman mekanismi, selvitetty murtuman syntyminen vaikuttavista tekijöistä sekä tutkittu sulkeumien ominaisuuksien vaikutuksia sitkeän murtuman syntyyn. Lisäksi on esitetty menetelmiä, joiden avulla voidaan tutkia sitkeän murtuman syntyminen liittyviä onkalon muodostumis- ja kasvumekanismeja sekä johdettu plastisuusasteorian peruskaavat huokoisille materiaaleille.

Koecosassa on tutkittu pääasiassa yhden niukkahiilisen teräksen eri sulatusten kylmämuovattavuutta veto- ja puristuskokeiden avulla. Lisäksi tutkittiin koekappaleiden tilavuudenmuutoksia tyssäyksessä deformaatioasteen funktiona.

Kvalitatiiviset tulokset kuten sulkeumien muodon, jakauman ja koon vaikutusten kylmämuovattavuutta selittävät hyvin käytännössä havaittuja ilmiöitä ja antavat pohjan sitkeän murtuman kvantitatiiviselle tutkimiselle.

Osoitettiin, että tarvitaan erilaiset murtumiskriteerit selittämään koetulokset veto- ja puristustapauksissa. Tämä johtuu hydrostaattisen komponentin vaikutuksista. Huokoisten materiaalien plastisuusasteoria on siten avain sitkeän murtuman yleiseen ratkaisuun ja deformaation aiheuttamien tilavuudenmuutosten mittaaminen sopiva kokeellinen menetelmä.

Sundholm, Seija: "Pultituksen valvonnan tarpeellisuus ja valvontamenetelmät".

Pultitus on yleisin maanalaisissa tiloissa käytetty lujitusmenetelmä ja sen puitteissa tehdään laajaa tutkimus- ja kehitystyötä. Työkohteiden sijaitessa yhä syvemmällä ja menetelmien mekanisoinnin lisääntyessä myös kallion lujitukselle asetetaan uusia vaatimuksia.

Paisuntakuoripultit ovat tänä päivänä yleisesti jäämässä pois käytännöstä kaikkialla ankuroinnin vaihtelevan tartuntalujuuden ja pitimmällä aikavälillä tapahtuvan tartuntalujuuden heikkenemisen takia.

Tavallinen betonijuotettu harjateräspultti on oikein asennettuna pitkäaikaisessa käytössä erittäin tehokas. Betonijuotos suojaa harjaterästä korroosiolta, vaikka se ei olisi täysin ehjäkään. Myös betonijuotetun harjateräspultin kantokyky voidaan määrittää riittävän tarkasti materiaaliominaisuuksien perusteella.

Hartsijuotetun harjateräspultin kantokyky on suuri, mutta juotoksen epäonnistumiseen on suuremmat mahdollisuudet kuin käytettäessä betonijuotettua harjateräspulttia. Jos harjateräs on osittain juotettu, pultti voi juottamattomalta osalta syöpyä erittäin nopeasti, mikä on otettava huomioon arvioitaessa lujituksen elinikää.

Split set- ja swellex-pultit ovat helppoja asentaa ja ne tukevat kal-liota heti asennettuna. Suojaamaton teräs on erittäin altis korroosiolle, mutta pulttien elinikä on riittävä lyhytaikaiseen käyttöön. Split set-pultin tartuntalujuus kasvaa selvästi pitimmällä aikavälillä, mutta jäännöslujuus pienenee ollen 80 % heti asennuksen jälkeen ja 5-20 % kuusi kuukautta myöhemmin. Jos swellex-pultti asennetaan riittävän tiukasti, se käyttäytyy kuten kokonaan juotettu pultti ja kestää vain hyvin pieniä poikittaisia muodonmuutoksia.

Irtikairatut pultit osoittivat, että korroosion aiheuttamat vahingot voivat olla merkittäviä ja siksi jatkossa pitäisi erityisesti keskittyä pultituksen valvontaan sekä valvonta- ja seurantamenetelmien kehittämiseen.

Vartiainen, Asmo: "Rautasilikaattikuonan viskositeetin ja hiilipelkistysreaktioiden vaikutus pyrometallurgiseen kuonapuhdistukseen".

Työn tarkoituksena oli selvittää pyrometallurgiseen kuonapuhdistukseen vaikuttavia osatekijöitä.

Työn teoreettisessa osassa kartoitettiin kuparikuonien termodynaamisia ja kineettisiä tekijöitä kuonapuhdistuksen kannalta. Tarkastel-

tavat kuonasyteemit olivat Fe-O-SiO₂ ja Fe-O-SiO₂-CaO, joiden ominaisuudet vaikuttavat kuparikiven/kuparin talteenottoon kuonista.

Kokeellisessa osassa tutkittiin synteettisen Fe-O-SiO₂ -kuonan viskositeetteja homogeenisen sulan alueella happipaineen, koostumuksen ja lämpötilan funktiona. Lämpötilalla on viskositeettiin merkittävin vaikutus viskositeetin pienessä lämpötilan kohoamisen myötä. Koostumuksella ei juurikaan ole vaikutusta homogeenisen sulan alueella, mutta lähellä piidioksidi- ja magnetiittikyllästyksiä kuonan viskositeetti kasvaa voimakkaasti kuonan polymerisoitumisen myötä.

Rautasiliikaattikuonien pelkistystä grafiittiekolla tutkittiin seuraamalla kuonan happipaineen muutoksia kiinteäelektrolyyttisen happikonsentraatiokennon avulla. Pelkistykseen alkuvaiheessa lämpötilan nosto nopeuttaa kolmiarvoisen raudan pelkistymistä kaksiarvoiseksi koostumuksen vaikutuksen ollessa vähäinen. Vasta kuparin tasapainokyllästyshappipaineessa alkaa oksidisen kuparin pelkistyminen. Kalsiumoksidiliäsäys kohottaa kuonassa olevan kuparioksidin aktiivisuuserointia, jolloin kuparia alkaa poistua kuonasta korkeammassa happipaineissa.

Diplomi-insinöörit:

Aarnio, Ari: "Tutkimus polttoaineeksi soveltuvan hiilivesilietteen ominaisuuksiin vaikuttavista tekijöistä".

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää hiilivesilietteen valmistustekniikkaa ja lietteen reologista käyttäytymistä. Työssä käytettiin valmistusmenetelmänä suorajauhatus-, vaahdotus- ja suodatusmenetelmiä. Reologista käyttäytymistä tutkittiin erilaisten lisäaineiden ja niiden pitoisuuksien, lietetiheyden, raekokojakautuman, pH:n ja vaahdotuksen valossa. Lisäksi tehtiin zeta-potentiaalimitauksia ja määritettiin eräiden metalli-ionien liukoisuus jauhatuksessa. Zeta-potentiaali mitattiin elektroforeettisella menetelmällä ja reologiset ominaisuudet rotaatioviskosimetrillä.

Koemateriaalina oli kaksi eri hiililaatua. Toinen sisälsi tuhkaa n. 6 % ja toinen 14 %. Näillä tehtiin sekä laboratorio- että koetehdasmittakaavaisia kokeita.

Pinta-aktiivisina lisäaineina käytettiin etupäässä karboksymetyyli-selluloosaa ja natriumheksametafosfaattia. Lipeä oli pH:n säätäjänä. Lisäaineen valinta osoittautui riippuvan hiilen tuhka-aineksen määrästä ja sen laadusta kuten esim. mineraalikoostumuksesta. Lisäainetta tarvittiin 4 - 5 kg/t. Tällöin vähän tuhkaa sisältävän hiilen näennäinen viskositeetti 70 % lietetiheydessä oli 1350 mPa·s leikkausnopeudella 24 s⁻¹. Runsaasti tuhkaa sisältävä hiili oli vastaavanlainen 65 %:n lietetiheydessä. Saatujen koetulosten perusteella voitiin hiilivesilietteen virtausominaisuuksia parantaa merkittävästi tuhkapitoisuutta alentamalla.

Eklund, Juhani: "Valettavien sinkki-alumiiniseosten jähmettyminen ja ominaisuudet".

Tutkitut sinkki-alumiiniseokset sisältävät 3 - 27 % alumiinia. Seokset korvaavat perinteisiä kupari- ja alumiiniseoksia ja niillä on joissain tapauksissa paremmat lujuusominaisuudet kuin valuraudoilla. Sinkki-alumiiniseosten sulatuksen energiantarve on pieni. Valumenetelmiksi sopivat hiekka-, kokilli- ja painevalu.

Sinkki-alumiiniseosten mikrorakenteet esitetään ja selvitetään fysikaalisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin vaikuttavista tekijöistä. Jähmettymis- ja jäähtymisrakenteita tutkitaan gradienttijähmettymiskoetta ja derivaavaa termistä analyysia apuna käyttäen.

Eriksson, Leif: "Material för varmförzinkningsgrytor".

En analys av normala produktionsstälts lämplighet som konstruktionsmaterial för varmförzinkningsgrytor visar att ett ferritiskt-perlitiskt höghållfast micrograinstål, trots höga legeringshalter, är mindre reaktivt än ett ferritiskt Al-tätat bandvalsat stål, ett konstruktionsstål av typen Fe 37C och ett micrograinstål av lägre hållfasthet. De två sistnämnda stälens reaktivitet är minst beroende av temperaturen, medan det Al-tätade stälens reaktivitet märkbart ökar om temperaturen höjs över 450°C. De undersökta stälens stabilitet uppvisar inga avsevärd förändringar.

Förutom upplösningsprov i en legerad zinksmälta och stabilitetsundersökningar vid brukstemperaturen fastställdes detta genom analys av reaktionsskiktens uppbyggnad och stälens ytgrovhet. Reaktionen mellan Fe-föreningar och Zn-smältor, gryt slitage såsom punktfrätning och sprickbildning samt grytors konstruktion, uppvärmning och drift ger en teoretisk grund för undersökningen.

Forsén, Kjell: "Experimentella och termodynamiska studier i systemet Co-Ti-W-C".

Den Co-rika delen av det kvarternära systemet Co-Ti-W-C har undersökts experimentellt genom uppkolning av binära och ternära Co-Ti, Co-W och Co-Ti-W legeringar. Som en del av detta arbete undersöktes Co-Ti systemet genom DTA-undersökningar och mikrosondmätningar.

Genom att släcka kvarternära legeringar, efter värmebehandling vid 1100 °C i två veckor, erhöles prover lämpade för mikrosond- och röntgenundersökningar. En del av dessa prover innehöll, förutom förväntade faser såsom (Ti, W) C, Co₃W₆, M₂C, FCC-Co och WC, dessutom en ny hexagonal Ti-W-karbid som inte tidigare har rapporterats i litteraturen.

De erhållna resultatet analyserades också genom en termodynamisk modell och som ett resultat av detta beräknades ett antal fasjämvikter vid 1100 °C samt likvidusytornas skärningar i Co-Ti-C systemets Co-rika del. Co-Ti-fasdiagrammet beräknades för Ti-halter upp till 25 at.-%.

Hirvonen, Juha-Pekka: "Magneetikentän käyttö metallien kokillittomassa valussa".

Työn tarkoituksena oli selvittää kokillittoman valun nykyinen kehitysvaihe ja sähkömagneettiset perusteet, rakentaa koelaitteisto sekä suorittaa alustavia jähmettymiskokeita. Työ jakautuu siten kirjallisuus-, teoreettiseen ja kokeelliseen osaan.

Kirjallisuustutkimuksessa käytiin läpi aiheesta julkaistut patentit. Erityisesti huomiota kiinnitettiin valussa tarvittaviin apu- ja säätölaitteisiin.

Teoreettisessa osassa määritettiin sulaan metalliin indusoituneen magneettivuon tiheydet, pyörrevirrat sekä tilavuusvoiman jakaumat taajuuden ja valanteen dimensioiden funktiona. Edelleen esitettiin ennen julkaisematonta menetelmää vaadittavan induktiivirran teoreettiseksi arvioimiseksi.

Kokeellisessa tutkimuksessa koottiin laitteisto, jota voidaan käyttää kokillittoman jatkuvavalun tutkimisessa. Alustavia jähmettymiskokeita suoritettiin puhtaalla alumiinilla. Teho- ja säätölaitteiden puutteellisuksien takia varsinaiseen jatkuvaan prosessiin ei kuitenkaan päästy, mutta sulan koossa pitäminen magneetikentän avulla saatiin hyvin demonstroituksi.

Hovi, Margit: "Kalliopohjaveden painegradientin säätelymahdollisuus radionuklidien konvektion vähentämiskeinona ydinjätteiden kallioonsijoituksessa".

Työssä on tutkittu kalliopohjaveden painegradientin ja virtauksen säätelymahdollisuutta ydinjätteiden kallioonsijoituksessa. Tavoitteena oli osoittaa veden virtauksen ohjohtamisen periaatteen toimivuus yhtenä säätelymahdollisuutena.

Kirjallisuustutkimusosuudessa on perehdytty korkeaktiivisen ydinjätteen loppusijoitukseen sekä kalliopohjaveden ja radionuklidien käyttäytymisominaisuuksiin. Tehdyillä mallikokeilla pyrittiin havainnollisin keinoin selvittämään mahdollisuutta säännellä pohjaveden painegradienttia ja virtausta tunneli- ja porareikaverkostolla ydinjätteen loppusijoitustilan kallioympäristössä.

Kokeet toteutettiin käyttäen pienoismallia ja sähköistä analogiamallia. Pienoismallikokeessa tarkasteltiin värjätyn veden kulkeutumista kvartsihiekkan läpi. Tunneliverkoston todettiin oleellisesti vähentävän veden virtausta oletetussa ydinjättesijoitustilassa ja sen lähiympäristössä. Sähköisellä analogiamallikokeella tutkittiin tunneliverkoston vaikutuksen suuruutta veden virtaukseen. Valituissa koeolosuhteissa saatiin tulos, joka vastaisi veden virtauksen pienemistä noin 60 %:lla verrattuna tapaukseen ilman tunneli- ja porareikaverkostoa.

Kankaanpää, Hannu: "Sorvauskokeet ionipinnoitetuilla työkaluilla".

Työssä tutkittiin ionipinnoitteen vaikutusta pikaterästerien kulumiskestävytyteen, pulveripikateräksen soveltuvuutta lastuaviin työkaluihin (erityisesti pinnoitettuihin), terästen lastuttavuutta TiN-pinnoitetuilla pikaterästerillä sekä CVD- ja PVD-pinnoitettujen kovametallikääntöpalojen eroja.

TiN-pinnoite 2-kertaista pikaterästerän kestoajan sorvattaessa joko hiiletysterästä OVAKO MoCN 206 tai vastaavaa paremmin lastuttavaa M-laattaa. Nuorrutusteräksellä OVAKO MoC 410 parannus oli 60 % ja M-teräksellä 400 %.

CVD-menetelmällä TiC/TiN-pinnoitettu kovametallipala kesti lähes kolme kertaa PVD-menetelmällä TiN-pinnoitettua kuumemin sorvattaessa MoCN 206 M terästä. Nuorrutusteräksellä MoC 410 M kestoajat olivat samaa luokkaa.

Karhunen, Olli: "Painevalumuotin täyttöjärjestelmän suunnittelu ja laskenta".

Työn tarkoituksena oli tutkia painealumuotin suunnittelua ja laskentaa sekä eri menetelmien soveltuvuutta tuotantotoimintaan.

Kirjallisuudessa on painotettu painealutapahtuman perusteorian lisäksi täyttöjärjestelmän suunnittelu- ja laskentamenetelmiä.

Kokeellisessa osassa kehitettiin muotin suunnitteluun ja laskentaan tarkoitettu BASIC-kielinen tietokoneohjelma, jonka toiminta perustui ZDA:n ja AZDA:n suunnitteluohjeisiin. Esikokeissa mitattiin IDRA OLZ 100 R kuumakammiopainealukoncon PQ²-diagrammi eli koncon ja täyttöjärjestelmän ominaisuuksien vaikutus metallin paineeseen ja tilavuusvirtaan muotin täyttymisen aikana. Valukokeissa testattiin tietokoneella tehtyjen laskelmien perusteella suunniteltua muottia sinkkiseosten painealussa.

Koemuotilla pystyttiin valamaan tuotantokelpoisia valuaihoita, kun metallin tilavuusvirtaa säättävä nopeusventtiili oli auki 1/2 kierrosta. Nopeusventtiilin ollessa auki 1/4 kierrosta, oli valuaihoiden pinnanlaatu huonompi, mikä näkyi myös verrattaessa pintakäsittelykokeiden tuloksia tuotantoon. Täyttöjärjestelmän toiminta valukokeessa oli teorian perusteella odotettu. Valukkeiden paino oli tuotantomuotilla valettuihin kappaleisiin verrattuna noin 37 % pienempi.

Tietokoneohjelmaa käyttäen pystyttiin muotin suunnittelu- ja valmistusajaa lyhentämään ja eri täyttöjärjestelmävaihtoehtojen vertailu oli nopeampaa ja yksinkertaisempaa kuin nykyisiä menetelmiä käytettäessä.

Koetulosten perusteella voidaan olettaa, että käytettyä suunnittelu- ja laadittua tietokoneohjelmaa soveltamalla on mahdollista vähentää muotin suunnittelu- ja valmistuskustannuksia sekä painealun tuotantokustannuksia.

Laine, Eeva Liisa: "Suomen matemaattisten painovoima- ja magneettisuuspintojen kaarevuudenmuutosten ilmentämät rakenne- ja malmigeologiset lineamentit".

Viime vuosikymmenien aikana on yritetty löytää yhteys geofysikaalisten karttojen piirteiden ja malmien esiintymisen välille Suomessa. Tässä työssä tutkitaan malmien sijainnin suhdetta painovoima- ja aeromagneettisen kartan tietyntyyppisiin häiriökohtiin, jotka on matemaattisesti suodatettu erilleen ja jotka muodostavat harmaasävykartoilla lineamentteja.

Suomen Bouguer-anomalia-arvot muodostavat paikkakoordinaatissa matemaattisen pinnan, jonka kaarevuuden muutoksia tarkastellaan. Myös Suomen aeromagneettisen aineiston vastaavan pinnan kaarevuuden muutoksia tutkitaan. Muutokset on esitetty harmaasävykartoin, joissa harmaasävyt vastaavat eri kaarevuuden muutostasojen. Harmaasävykartoilta on tulkittu lineamentteja ja vertailtu näitä malmi-indikaatioiden ja seismisten episentrien alueelliseen jakautumaan sekä isoseistien suuntauksiin Suomessa. Tilastollisesti on verrattu Ni- ja Cu-indikaatioiden ja ultraemäksisten ja emäksisten kivien jakautumaa kaarevuuden muutostasoihin. Lisäksi Ni-, Cu- ja Mo-indikaatioiden jakautumaa on verrattu visuaalisesti em. harmaasävykarttoihin. Minkään gravimetrisen tai magneettisen kaarevuuden muutostason ei havaittu vastaavan malmi-indikaatioiden alueellista jakautumaa Suomessa, mutta paikallisesti näyttää olevan korrelaatiota: Ni- ja Cu-indikaatiot sijoittuvat enimmäkseen alueille, joissa gravimetrisen kaarevuuden muutostaso on ympäristöään korkeampi.

Lautanala, Kirsti: "Hapen vaikutus arseenin, antimoinin, vismutin ja lyijyn aktiivisuuskertoimiin kuparikivessä".

Työn tarkoituksena oli tutkia hapen vaikutusta arseenin, antimoinin, vismutin ja lyijyn aktiivisuuskertoimiin kuparikivessä lämpötilassa 1200°C. Epäpuhtauskomponenttien pitoisuudet olivat pieniä (noin 0.2 p-%).

Työn tarkoituksena oli tutkia hapen vaikutusta arseenin, antimoinin, vismutin ja lyijyn aktiivisuuskertoimiin kuparikivessä lämpötilassa 1200°C. Epäpuhtauskomponenttien pitoisuudet olivat pieniä (noin 0.2 %).

Epäpuhtauskomponenttien aktiivisuuskertoimet määritettiin kuljetusmenetelmällä. Aktiivisuuskertoimet laskettiin kemiallisten analyysien muutoksista. Kokeita tehtiin hapettomassa kuparisulfidissa, Cu-S-O-systeemissä sekä Cu-Fe-S-O-systeemissä. Kivien koostumukset olivat lähellä sulfidirajaa. Aktiivisuuskertoimien todettiin riippuvan selvästi kiven stökiometriasta kuparisulfidissa. Hapella ei todettu olevan virherajojen puitteissa vaikutusta epäpuhtauskomponenttien aktiivisuuskertoimiin kuparisulfidissa. Hapen ei havaittu vaikuttavan epäpuhtauskomponenttien aktiivisuuskertoimiin virherajojen puitteissa myöskään Cu-Fe-S-O-systeemissä.

Lintanen, Tero: "Eräiden metallisten materiaalien korroosio-ominaisuuksista merivedessä".

Työn tarkoituksena oli tutkia eräiden metallisten materiaalien kor-

roosikäyttäytymistä merivedessä rakenteissa, joissa on rakorrorroosiolle alttiita kohtia.

Kirjallisuudessa on kaksi asiakokonaisuutta. Ensimmäisessä tarkastellaan aluksi korroosiota merivedessä, minkä jälkeen kuvataan terästen, ruostumattomien terästen, stelliittien, kovakromin ja kemiallisen nikkelin korroosio-ominaisuuksia. Korroosionestomahdollisuuksista kuvataan, kuinka ruostumattomien terästen rakorrorroosio voidaan estää suojaamalla rakenne katodisesti uhrautuvan teräksen avulla.

Toinen asiakokonaisuus liittyy kiinteästi kokeelliseen osaan. Siinä annetaan esimerkki kentällä tehdystä rakorrorroosio-kokeesta. Laboratorio-kokeista kuvataan syklisiä polarisaatiomittauksia laajasti. Kokeellisessa osassa suoritettiin kenttä- ja laboratorio-kokeita. Kenttäkokeen koekappaleisiin oli tehty keinotekoinen rako pinnoitteen ja ruostumattoman teräksen päälle hitsatun stelliitin välille. Yksi koekappalesarja oli suojattu katodisesti teräksen avulla. Laboratoriossa suoritettiin kymmeniä polarisaatiomittauksia.

Suojaamattomat pinnoitteet tuhoutuivat nopeasti merivedessä. Sen sijaan katodisesti suojatut pinnoitteet vaurioituivat vähän tai eivät ollenkaan. Polarisaatiomittaukset osoittivat, että pinnoitteet ovat herkkiä paikalliselle korroosiolle. Tämä oli sopusoinnussa kenttäkokeen tulosten kanssa.

Miettinen, Jyrki: "(Fe, Ni, Cr, P) -seosten termodynaaminen kuvaus ja tasapainopiirrosten laskenta".

Työssä on käsitelty metalliseosten tasapainopiirrosten laskentamenetelmiä. Työn pääpaino on (T, x_i) -piirrosten laskentamenetelmässä, mutta myös (9, x_i) -piirrosten merkitystä seosten tasapainotilojen ja termodynaamisten potentiaalierojen kuvaajana on selvitetty.

Tasapainopiirrosten laskennassa käytettävistä termodynaamisista malleista on esitetty seosfaasin klassisen mallin ja resiprookkimallin kuvaukset. Kummankin mallin tapauksessa on tarkasteltu systeemin Gibbsin energian minimointiin perustuvien laskentamenetelmien pääpiirteitä.

Binääristen ja ternääristen tasapainopiirrosten laskemiseksi on esitetty komponenttien kemiallisten potentiaalien eliminointiin ja Newtonin iteraatiomenetelmän käyttöön perustuva menetelmä. Esimerkkeinä on laskettu komponenttien Fe, Ni, Cr ja P muodostamien seosten binäärisiä ja ternäärisiä tasapainopiirroksia, joista saadaan analyttisessä muodossa muun muassa komponenttien jakautumiskertoimet koostumuksen ja lämpötilan funktiona. Kunkin systeemin tapauksessa on esitetty (Fe, Cr, P) -systeemiä lukuun ottamatta myös kokeelliseen määritykseen perustuva kuvaus.

Mäkinen, Timo: "Kuumavalssatun teräslevyn nopeutettu jäähdytys".

Työn tarkoituksena oli tutkia kuumavalssauksen jälkeisen keskeytetyn nopeutetun jäähdytyksen vaikutuksia teräslevyjen mikrorakenteeseen ja mekaanisiin ominaisuuksiin. Nopeutetulla jäähdytyksellä pyritään nostamaan lujuutta huonontamatta kuitenkaan sitkeyttä.

Kirjallisuustutkimuksessa selvitetään valssaus- ja jäähdytysolosuhteiden vaikutusta teräslevyjen lujuus- ja sitkeysominaisuuksiin. Jäähdytysolosuhteet, kuten jäähdytysnopeus, jäähdytyksen alku- ja loppulämpötila, määräävät saavutettavan lujuuden, kun taas sitkeyteen vaikuttavat pääasiassa olosuhteet ennen nopeutettua jäähdytystä. Kirjallisuudessa on tarkasteltu myös erään valssaamon tuotantomitakaavaista jäähdytysprosessia.

Työn kokeellisessa osassa rakennettiin laboratoriovalssaimen yhteyteen jäähdytyslaitteisto, jolla simuloitiin teräslevyn nopeutettua jäähdytystä. Jäähdytysprosessin hallitseminen käytettävissä olleella laitteistolla osoitettiin kuitenkin hankalaksi, minkä takia koetuloksissa on hajontaa. Voidaan kuitenkin todeta, että nopeutettu jäähdytys nostaa lujuutta huonontamatta iskusitkeyttä. Tämä tapahtuu vaikuttamalla teräksen mikrorakenteeseen. Nopeutettu jäähdytys pienentää ferriitin raekokoa ja modifioi ferriittisperliittisen mikrorakenteen hienojakoiseksi ferriittisbainiittiseksi rakenteeksi. Yhdellä koeteräksistä myötölujuus kasvoi n. 100 N/mm² jäähdytysnopeudella 8 °C/s ja n. 240 N/mm² jäähdytysnopeudella 15 °C/s. Tästä huolimatta ei iskunergiaa 27 J vastaava transiitolämpötila huonontunut.

Nyman, Ulla: "Keskihilisen vanadiinimikroseosteräksen rakenne ja mekaaniset ominaisuudet sekä niiden keskinäinen riippuvuus".

Työn kirjallisuudessa tarkastellaan ferriittis-perliittisen rakenteen syntyä sekä seostuksen ja jäähtymisnopeuden vaikutusta siihen ja mekaanisiin ominaisuuksiin. Lisäksi tarkastellaan mikroseosaineiden erkautumista.

Tutkittavana oli neljä sulatusta (C 0.45 %, Mn 1.1 %, Si 0.5 %, Cr 0.5 % ja V 0.1 %), jotka poikkesivat seostukseltaan jonkin verran toisistaan. Sulatuksille suoritettiin sekä yksinkertaisia että kaksinkertaisia normalisointikäsitteilyjä. Rakenteita tarkasteltiin sekä optista mikroskooppia että pyyhkäisy- ja läpivalaisuelektronimikroskooppia

käyttäen. Mekaanisia ominaisuuksia käsiteltiin vetokoe- ja iskukoetusten sekä kovuusmittausten pohjalta.

Kerran normalisoitujen näytteiden rakenne oli lähes perliittinen (90 %) ferriitin sijaitessa perinnällisen austeniitin raerajoilla. Näiden näytteiden raekoko oli suuri (ASTM 6...0). Sen sijaan kahdesti normalisoiduissa näytteissä raekoko oli edellisiä hieman pienempi (ASTM 8...5) ja niissä oli enemmän ferriittiä (18 %), joka esiintyi rakenteessa tasa-akselisena. Pienin raekoko saatiin alumiiniseosteisella sulatuksella. Muita sulatuksia enemmän molybdeeniä sisältävässä sulatuksessa oli myös martensiittia ja bainiittia. Erkaumarakenne oli tyypillinen ferriittis-perliittiselle vanadiinimikroseosteräkselle.

Myötö- ja murtolujuus vaihtelivat sulatuksesta ja normalisointikäsitteilyä riippuen välillä 568...865 N/mm² ja 892...1209 N/mm², murtovenymän ollessa 4,0...19,6 %:n ja murtokouroman 4,1...57,6 %:n välillä. Iskutilaus, joka selvästi riippui raekoosta oli kaikissa näytteissä melko alhainen (KV 6...21) kasvaen raekoon pienenessä.

Ollila, Riitta: "Tutkimus mikrorakenteen ja seostuksen vaikutuksesta valumessinkien sinkinkatoon".

Työn tarkoituksena oli tutkia kokeellisesti valumessinkien rakenteen ja seostuksen vaikutusta sinkinkato-tyyppiseen korroosioon.

Työn kirjallisuudessa on tarkasteltu messinkien rakenteen osalta jäähmettymistä, kiinteän tilan transformaatiota sekä seostuksen vaikutusta valurakenteeseen. Lisäksi on selvitetty keskeisimpiä sinkinkadon malleja sekä faasirakenteen ja seostuksen vaikutuksia messinkien sinkinkatoon.

Koemateriaalina oli yli kolmekymmentä erilaista, tyhjäkvartsiampulliteknikalla valmistettua messinkivalannetta. Näiden koostumukset vastasivat keskeisimmältä osin teollisesti valmistettuja runsaasti sinkkiä sisältäviä valumessinkejä. Valanteiden rakennetta tutkittiin optisen metallografian ja läpivalaisuelektronimikroskopian menetelmien ja sinkinkatotaipumusta selvitetiin vertailevalla vuorokauden pikatestillä.

Tässä työssä todennettiin, että valumessinkien sinkinkatotaipumus lisääntyy yleisesti sinkkipitoisuuden kasvaessa. Kuitenkin runsaasti sinkkiä sisältävillä messingeillä on olemassa kapea pitoisuusalue, jolla sinkinkato on vähäistä ja rakenne erittäin hienoa muihin seoksiin verrattuna. Suoritetun seostuksen avulla pystyttiin edelleen hienontamaan valurakenteita ja laajentamaan kyseistä edullista pitoisuusaluetta. Seostuksella saatiin mitatut sinkinkatovyvytykset pienemään tuhanneosaan vastaavien seostamattomien valumessinkien sinkinkatovyvyksien arvosta.

Pehkonen, Antero: "Eräiden plasmaruiskutettavien metalliseosten korkealämpötilakorroosio".

Kirjallisuudessa tarkasteltiin aluksi plasmaruiskutusmenetelmää, erilaisia pinnoittemateriaaleja sekä menetelmällä aikaansaatuja pinnoitteiden rakenteita ja ominaisuuksia. Tämän lisäksi kirjallisuudessa käsiteltiin metallien ja metalliseosten haptumista ja korkealämpötilakorroosioita (kuumakorroosioita). Samoin selvitetiin eräiden muiden, lähinnä öljytuotteiden poltossa syntyvien korkealämpötilakorroosioita kiihdyttävien alkuaineiden ja Ni-Cr -seosten yhdisteiden vaikutusta. Erityisesti kiinnitettiin huomiota Ni-Cr -seosten käyttäytymiseen korkeissa lämpötiloissa. Lopuksi tarkasteltiin eräiden seosaineiden vaikutusta Ni-Cr -seosten ominaisuuksiin korkeissa lämpötiloissa.

Kokeellisen osan tarkoituksena oli selvittää neljän erilaisen nikkeli-pohjaisen plasmaruiskutettavan pinnoitteen käyttäytymistä korkeissa lämpötiloissa eri atmosfääreissä.

Termovaakakokeiden tulosten perusteella koemateriaaleista parhaiten korkeita lämpötiloja kestäväksi osoittautui seos 1-60-50 kaikissa olosuhteissa. Materiaalin muita seoksia pienemmät massamuutokset pinta-alayksikköä kohti johtuvat kromipitoisuudesta, joka on suurempi kuin muilla koemateriaaleilla. Seoksen 1-50 massamuutokset olivat puolestaan selvästi muita materiaaleja suuremmat. Syyinä tähän on seokseen lisätyt kupari ja molybdeeni, jotka heikentävät metalliseosten korkealämpötilaominaisuuksia. Koemateriaalien haptuminen noudatti kaikissa olosuhteissa parabolista haptumislakia.

Koekappaleiden pinnoille syntyneitä korroosiotuotteita analysoitiin röntgendiffraktometrimenetelmällä. Kun unniatmosfäärinä oli ollut ilma, oli kappaleiden pinnalla sekä Cr₂O₃:a että NiO:a. Kuuma-korroosiokoeksissa olleiden kappaleiden pinnoilta löydettiin NiS:a ja Cr₂S₃:a. SO₂:n vaikutuksen alaisena olleiden koekappaleiden pinnoille oli syntynyt Cr₂O₃:a ja NiS:a.

Penttilä, Ilkka: "Eri tekijöiden vaikutuksista valuraudan ympäyryssä".

Työn tarkoituksena oli tutkia eri ympäyryaineiden ympäyryvaiku-

tusta ja vaimenemista sekä pinta-aktiivisten aineiden vaikutusta valuraudan ympäyrykseen.

Kirjallisuudessa selvitetiin valuraudan ympäyryaineiden ja niiden sisältämien tehoaineiden vaikutusta ympäyryssä, kaasujen liukenemista sulaan rautaan ja liukenemiseen vaikuttavia tekijöitä, ympäyryksen vaikutusta valuraudan jäähtymisessä ja ympäyryseston vaimenemista. Kokeissa tutkittiin eri ympäyryaineiden ja pinta-aktiivisten aineiden vaikutusta suomu- ja pallografiittiraudan valmistuksessa sekä verrattiin kahden ympäyryaineen vaimenemisominaisuuksia.

Kirjallisuuden ja suoritettujen kokeiden perusteella voidaan todeta pinta-aktiivisten aineiden parantavan ympäyryaineiden tehoa. Ympäyrysesta parhaan tehon antoi zirkoniumipitoinen ferropii.

Jatkotutkimusten kannalta mielenkiintoisia aineita valuraudan ympäyryssä ovat Bi, Nb, Sb, Se ja Zr.

Pihlava, Jukka: "Kivikasaa vasten räjäyttämisen".

Kivikasaa vasten räjäyttämällä tarkoitetaan räjäyttämistä tilanteissa, joissa räjäytyksessä irtoavalla kivimassalla ei ole tyhjää tilaa johon purkautua.

Työn kirjallisuudessa on tarkasteltu eri menetelmillä eri maista saatuja kokemuksia. Suomessa räjäytetään kivikasaa vasten lähinnä levysorrolouhinnassa. Muita menetelmiä, joissa räjäytetään rintauksen edessä olevaa malmi- tai raakkulouhetta vasten ei ole käytössä. Ulkomailla, lähinnä Neuvostoliitossa, on kehitetty erilaisia levysorrolouhinnan sovellutuksia ja niin sanottu pakkosorrolouhintamenetelmä.

Kirjallisuudessa on lisäksi selvitetty kivikasan, reikäkoon, ominaispanostuksen ja -porauksen, räjähdysaineiden ominaisuuksien, syytyttävän, kivilajin ominaisuuksien sekä kivikasan löysoytyksen vaikutusta räjäytystulokseen.

Työn kokeellisessa osassa pyrittiin Hammaslahden kaivoksella tehdyillä räjäytyskokeilla selvittämään ominaispanostuksen vaikutusta räjäytystulokseen. Avolouhoksella räjäytettiin kaksi koekenttää kivikasaa vasten. Kenttien ominaispanostus laskettiin kokemusperäisellä kaavalla, jonka mukaan ylipanostus on suoraan verrannollinen kentän edessä olevan kivikasan korkeuteen. Kokeet onnistuivat melko hyvin, mutta saatuja tuloksia ei tosin voida käyttää hyödyksi maanalaisten kivikasaa vasten räjäytysten suunnittelussa ilman jatkotutkimuksia.

Kokeellisessa osassa esitetään lisäksi Hammaslahden kaivoksella kahden raakulla täytetyn louhoksen välissä olevan pilarin louhintasuunnitelma.

Raikaslehto, Satu: "Tutkimus seostuksen vaikutuksesta Nb₃Sn-yhdistesuprajohtimen ominaisuuksiin".

Työssä tutkittiin seostuksen vaikutusta Nb₃Sn-yhdistesuprajohtimen ominaisuuksiin. Seosaineena käytettiin zirkoniumia, jonka vaikutus Nb₃Sn-kerroksen kasvuun, kriittiseen virtaan ja vuon kiinnittymiseen oli kiinnostuksen kohteena. Kirjallisuudessa on käsitelty Nb₃Sn-johtimen rakenne- ja suprajohtin ominaisuuksia sekä jännityksen ja seostuksen vaikutusta niihin. Kokeellisissa tutkimuksissa tehtiin johtimille diffuusiohehkutuksia ja vetokokeita. Erilaisista johtimista mitattiin kriittinen virta magneettikentän funktiona, minkä jälkeen johtimista laskettiin kuvien perusteella Nb₃Sn-kerroksen paksuus ja pinta-ala. Näiden perusteella voitiin laskea kriittinen virrantiheys ja maksimaalinen vuon kiinnittymisvoima. Tutkimuksissa saatiin tietoa Nb₃Sn-kerroksen kasvukinetiikasta ja seostuksen vaikutuksesta siihen sekä kriittiseen virtaan ja vuon kiinnittymiseen.

Swanlung, Ritva: "Tutkimus pyriittirikasteen mahdollisuudesta liuetta sulfaatti- ja nitraattipohjaisissa vesiliuoksissa".

Kirjallisuudessa tarkasteltiin lyhyesti pyriitin (FeS₂) faasisuhteita Fe-Ni-S -tasapainodiagrammin avulla sekä tutkittiin pyriitin ja pentlandiitin termodynaamista riippuvuutta.

Pyriitin termodynaamista stabiilisutta vesiliuoksissa sekä rikin käyttäytymistä tutkittiin E-pH-diagrammien avulla. Pyriitin liukenemismekanismeja ja elektrolyyttiliuosten eroja tarkasteltiin alan kirjallisuuden avulla.

Kokeellisessa osassa tehtiin Keretin pyriittirikasteella sähkökemiallisia liuotuskokeita sulfaatti- ja nitraattipohjaisissa vesiliuoksissa. Pyriittirikasteen kiinteäelektrodikokeissa tarkasteltiin FeS₂:n lepopotentiaaleja sekä anodista liukenemistä pH:n funktiona nitraattipohjaisessa vesiliuoksessa vakio- ja kiihdyttävällä lämpötilalla. Lisäksi verrattiin sulfaatti- ja nitraattipohjaisten elektrolyyttien vaikutusta FeS₂:n anodiseen liukenemiseen. Rikasteen anodinen liukenemislue on 150 mV - 750 mV vs. SCE. pH-muutoksella ei ole suurta vaikutusta virrantiheyteen suurilla potentiaaleilla. Lisäksi havaittiin, että nitraattipohjainen elektrolyytti aktivoi pyriitin hapetusreaktiota sulfaattipohjaiseen elektrolyyttiin

verrattuna. Potentiaalialueella $-1,25 \text{ V} - +1,0 \text{ V}$ vs. SCE tehtiin sykli- siä voltamogrammimittauksia, joiden avulla todettiin pyriittirikasteen pH-riippuvuus.

Keretiin pyriittirikasteen liuotuskokeen tulokset osoittivat, että 0,75-N typpihapoelektrolyytillä, lämpötilassa $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ilmapuhalluk- sella, saatiin rikaste parhaiten liukenemaan ja elementääririkin määrä sakassa oli suurin muihin liuotuskokeisiin verrattaessa. 1-N rikkihap- poelektrolyytillä, lämpötilassa $45 \text{ }^\circ\text{C}$ ja hapettimena otsoni, rikaste liukeni lähes yhtä hyvin kuin typpihappokokeissa ja elementääririkin saanti oli myös runsasta mutta liuotusaika pidentyi kaksinkertaiseksi.

Tikanoja, Kirsi: "Kevyen polttoöljyn savukaasun kondenssialueen materiaalitutkimus".

Työn tarkoituksena oli selvittää kuuden materiaalin soveltuvuus kevyellä polttoöljyllä toimivan pientalokattilan savukaasujen lauh- duttimeen. Materiaalitestien yhteydessä pyrittiin määrittämään kah- den kevyen polttoöljyalaadun savukaasujen happokastepiste.

Kirjallisuusosassa käsiteltiin sekä kevyiden polttoöljyjen savukaa- sujen koostumukseen vaikuttavia tekijöitä että matalissa lämpötilois- sa savukaasusta tiivistyvän rikkihapon aiheuttamia korroosio-ongel- mia.

Kokeellisessa osassa materiaalit testattiin kahdessa kuuden viikon kokeessa, joista ensimmäisessä käytettiin pientalokattilan polttoai- neena kevyen polttoöljyn kesäläätua ja jälkimmäisessä talviläätua. Savukaasujen ja savukaasusta tiivistyvän kondenssin koostumuksia analysoitiin säännöllisesti kokeiden aikana. Lisäksi seurattiin sekä sa- vukaasun lämpötilaa että koemateriaalien pientalokattiloja. Koestet- tujen materiaalien vertailu suoritettiin visuaalisen ja mikroskooppisen tarkastelun avulla. Kevyiden polttoöljyjen savukaasujen happokaste- pisteet määritettiin savukaasujen SO_3 -pitoisuuden perusteella happo- kastepistekäyrästä.

Korroosionkestävyydeltään parhaimmaksi materiaaliksi osoittauti ruostumaton teräs Sandvik 2RK65. Lujitemuovi ja ruostumattomat teräkset Nyby Monit sekä erityisesti AISI 316 L kärsivät korroosiosta olosuhteissa, jossa savukaasun lämpötila oli $130\text{--}150 \text{ }^\circ\text{C}$ ja piental- lämpötilat $65\text{--}110 \text{ }^\circ\text{C}$. Alumiini ja hiiliteräs syöpyivät kokeiden aikana voimakkaasti ja ovat siten soveltumattomia savukaasulauhdutinmateriaaleiksi. Polttoöljyjen savukaasujen koostumukset erosivat toisistaan rikkihappopitoisuudeltaan, mutta materiaalien korroosionkestä- vyyksien kannalta ei erolla ollut ratkaisevaa merkitystä. Savukaasun happokastepiste vaihteli ensimmäisen kokeen aikana lämpötilojen 123 ja $128 \text{ }^\circ\text{C}$ välillä, ja toisen kokeen aikana lämpötilojen 120 ja $124 \text{ }^\circ\text{C}$ välillä.

Vierimaa, Kari: "Takoaihoiden valmistus isostaattisilla puristus- menetelmillä ruostumattomasta teräsjauheesta".

Työn tarkoituksena oli valmistaa ruostumattomasta teräsjauheesta isostaattisilla puristusmenetelmillä takoihiota ja tutkia niiden ominaisuuksia sintraustilaisena ja kuumamuokkauksen jälkeen.

Koemateriaalina oli kaasuatomisoitu molybdeeniseosteinen austei- nitinen ruostumaton teräsjauhe. Partikkelikoko oli välillä $0,02\text{--}0,84 \text{ mm}$.

Puristusmenetelminä käytettiin kahta kuumaisostaattista puristus- menetelmää: CAP- ja STAMP-menetelmää. Edellisessä sintrauksen aikana isostaattisen puristuksen aiheuttaa ilmanpaine ja jälkimmäis- sessä erillisellä puristimella aikaansaatua noin 400 MPa :n paine.

Kirjallisuustutkimuksessa on annettu yleiskuva jauhemetallurgiasta ja sen peruskäsitteistä painottaen isostaattisia puristusmenetelmiä. Lisäksi on käsitelty sintrausmekanismia.

Kokeellisessa osassa tutkittiin sintrauslämpötilan ja kuumamuok- kauksen vaikutusta aihoiden mikrorakenteeseen ja mekaanisiin ominaisuuksiin. Rakenteita tutkittiin sekä valo- että pyyhkäisyelektroni- mikroskoopilla. Rakenteiden lujuudet arvioitiin osittain kovuusarvo- jen osittain vetokoetulosten perusteella.

Molemmilla menetelmillä valmistettiin takoihiota. Sintrauksessa ra- kenteessa alkuperäisiä partikkeleita ei voitu erottaa toisistaan. Huo- koset eivät muodostaneet rakenteeseen yhtenäisiä ketjuja. Rakentei- den lujuus ja tiheys nousivat sintrauslämpötilan kasvaessa sekä myö- hemmässä kuumamuokkauksessa. Parhaaksi kuumamuokkauksenen- telmäksi osoittautui muottiintaonta.

Koetulosten ja kirjallisuuden perusteella on pääteltävissä, että CAP- ja STAMP-menetelmällä voidaan valmistaa ruostumattomista teräsjauheista tai mahdollisesti muista metallijauheista lähellä lopul- lista mittaa olevia takoihiota.

Virtanen, Sannakaisa: "Ruostumattoman compound-levyn käyttö jäänmurtajan vedenalaisissa osissa".

Työn tarkoitus oli selvittää mahdollisuutta käyttää ruostumatonta compound-levyä jäänmurtajan vedenalaisissa osissa. Päälystemateria- alivaihtoehtoina tutkittiin ruostumattomia teräksiä AISI 304 L ja AISI 316 L sekä 90/10 kupronikkeliä.

Työssä tutkittiin hiiliteräksen galvaanisen korroosion voimakkuut- ta, kun se on yhdistetty ruostumattomaan teräkseen tai kupronikke- liin eri pinta-alaosuhteilla. Samalla tutkittiin ruostumattoman teräksen ja hiiliteräksen välisen hitsiliitoksen kestävyttä merivedessä.

Kokeiden tulosten mukaan kupronikkeli kiihdyttää hiiliteräksen galvaanista korroosiota enemmän kuin ruostumattomat teräkset. Gal- vaanisen korroosion voimakkuus kasvaa huomattavasti, kun hiilite- räksen pinta-ala pienenee. Ruostumattomilla teräksillä esiintyi rako- korroosiota n. 4 kk kestäneiden opotuskokeiden aikana. Kun ruostu- maton teräs oli yhdistetty hitsaamalla hiiliteräkseen, ruostumatonta terästä säilyi syöpymättömänä. Hitsisauma säilyi syöpymättömänä, mutta syöpyminen oli voimakkainta hiiliteräksen puolella hitsisauman välit- tömässä läheisyydessä.

TURUN YLIOPISTO

Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian kandidaatti:

Aumo, Raili: "Kuopion Pienen Neulamäen ympäristön kallioperä ja stratigrafia".

Tutkimusalue sijaitsee Kuopion kaupungin eteläosassa, missä tutki- musta varten suoritettiin kallioperäkartoitus n. 74 km^2 :n suuruisella alueella. Tutkimus käsittelee alueen kallioperän petrologiaa, minera- logiaa, geokemiaa ja metamorfoosia sekä proterotsooisten liuskeiden sedimentaatiohistoriaa ja stratigrafiaa. Tektonikka ja tektoninen kehi- tys on jätetty vähemmälle huomiolle.

Tutkimusalueella proterotsooiset liuskeet ovat diskordantisti doo- meina tavattavan arkeisen pohjagneessin (ikä $2\ 600\text{--}2\ 800$ milj. vuot- ta) päällä. Kuopion alueen kallioperää on verrattu mm. Kiihtelys- vaara-Värtsilä-alueen ja toisaalta Kotalahden alueen kallioperään, minkä perusteella alueen proterotsooisten liuskeiden stratigrafia on tulkittu karjalaiseksi. Liuskeissa on erotettu viisi eri stratigrafista muodostumaa. Niistä alin on sariolaan kuuluva Lippumäki-muodostuma, joka on kerrostunut jokikonglomeraattina. Sitä seuraa alajatu- liin kuuluva ilmeisesti matalaan rantaveteen kerrostunut Vuorimäki- muodostuman kvartsiitti. Stratigrafisesti tämän päällä on heterogee- ninen, runsaasti karbonaattia sisältävä Petonen-muodostuma sekä tyynyläavarakenteisesta emäksisestä metalaavasta koostuva Vaiva- nen-muodostuma. Ne ovat molemmat merellisiä kerrostumia ja kuu- luvat yläjätuliin. Ylimpänä stratigrafiaansa on kalevaan kuuluva Rah- kamäki-muodostuman kiillegneissi, joka on tyypiltään flysch-sedi- menttiä.

Proterotsooiset liuskeet metamorfoituivat svekokarjalaisessa oro- geniassa $1\ 800\text{--}1\ 900$ milj. vuotta sitten. Metamorfoosi tapahtui $620\text{--}670 \text{ }^\circ\text{C}$:n lämpötilassa ja $3\text{--}4 \text{ kb}$:n paineessa.

Härmälä, Olli: "Siilinjärven kaivoksen mineraaleista ja malmin rikastusmineralogisista ominaisuuksista".

Tutkimuksessa on pyritty selvittämään Siilinjärven kaivoksen geolo- giaa, mineralogialta ja apatiittimalmin rikastettavuuteen vaikuttavia mineralogisia tekijöitä.

Louhoksella esiintyvät kivilajit ovat vanhimmasta nuorimpaan: fe- niitti, glimmeriitti ja sen seoskivet karbonatiitin kanssa, karbonatiitti, diabaasi ja eri tyyppiset diabaasista poikkeavat juonikivet.

Malmin isäntäkiven, glimmeriitti-karbonatiittisarjan kivilajien pää- mineraalit ovat tetraferriiflogopiitti, kalsiitti, dolomiitti, apatiitti ja richteriitti. Aksessorina esiintyy zirkonia, magnetiittiä, magneettikii- sua, kuparikiisua ja harvoin pyrokseenia. Apatiitti on karbonaatti- fluoriapatiittiä, jonka CO_2 -pitoisuus on vaihteleva.

Malmin rikastettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat syötteen vaihteleva CO_2 -pitoisuus ja apatiitin laatu. Apatiitin laatua on kuvattu nu- meroarvoilla, joka on muodostettu luokittelemalla apatiitin habituk- sessa havaitut muuttajat.

Lehtinen, Markku: "Kuhmon Arolan alueen geologiasta ja nikke- liesiintymästä".

Tutkimuksessa on kuvattu Kuhmon arkeisella vihreäkivivyöhyk- keellä sijaitsevaa litologialtaan monipuolista ja voimakkaasti defor- moitunutta Arolan aluetta sekä siihen liittyvää nikkeliesiintymää. Työn perustana ovat geologiset kartoitukset, geofysikaaliset mittauk- set, syväkairausaineisto, ohut- ja pintahietkimukset sekä pää- ja hi-

venalkuaineanalyysit. Kivilajien geokemiaa on havainnollistettu lukuisilla diagrammeilla. Tektoniikkaa, stratigrafiaa ja metamorfoosia on käsitelty pienen tutkimusalueen suomissa puitteissa.

Nikkeliäsiintymästä on selvitetty sen morfologiaa, malmimineralogiaa ja geokemiaa. Malmioiden keskinäisissä vertailuissa on käytetty Ni/Cu-, Ni/Co- ja S/Ni-suhteita, Fe-S-Ni+Co- ja Cu-Co-Ni-diagrammeja sekä sulfidifaasin nikkeli-pitoisuuksia. Malmiäsiintymästä on tehty myös rikki-isotooppimäärityksiä ja REE-analyysijä.

Saatuisten tulosten ja kirjallisuusvertailujen pohjalta on esitetty käsitteitä nikkeliäsiintymän syntyhistoriasta.

Perttula, Jaakko-Pekka: "Suodenniemen geologiasta"

Tutkimuksessa on selvitetty Tampereen liuskejakson länsiosaan sijoittuvan 43 km² suuruisen alueen vulkaanisten, sedimenttisten ja syväkivien petrografiaa, stratigrafiaa ja tektoniikkaa.

Tutkimusalue on kartoitettu mittakaavassa 1:10 000. Kalliopaljastumia on numeroitu 537 kappaletta. Ohuthieitä on tutkittu 135 kappaletta ja XRF- sekä AAS-analyysijä on tehty 103 kappaletta.

Timperi, Jukka: "Kiikalan-Suomusjärven geologiasta ja wolframisiintymistä"

Kiikalan-Suomusjärven alue sijaitsee Lounais-Suomessa, ja se kuuluu geologisesti svekofennideihin. Tutkimusalueella on runsaasti sekä suprakrustisia että plutonisia kiviä. Tutkielman alkuosassa on selvitetty alueen yleistä geologiaa, ja loppuosassa on pääpaino ollut wolframisiintymien käsittelyssä.

Wolframisiintymät liittyvät Kiikalan-Suomusjärven alueella yksinomaan karsikiiviin, jotka ovat muodostuneet sedimenttisyntyisten gneissien ja kalkkikivien kontaktivyöhykkeisiin sekä vulkaniittihin alueellisessa metamorfoosissa. Wolframimineraalina näissä esiintymissä on scheeliitti. Vallitsevina karsimineraaleina ovat klinopyrokseeni, skapoliitti ja granaatti. Genesikseltään Kiikalan-Suomusjärven wolframisiintymät kuuluvat merellis-ekshalatiivis-sedimenttärisiin mineralisaatiotyyppeihin.

Maaperägeologian osasto

Filosofian kandidaatit:

Herkamaa, Heli: "Haapajärven Pitkäkankaan harjun hydrogeologia"

Tutkimus käsittelee Haapajärven Pitkäkankaan harjun rakennetta, syntyolosuhteita, topografista asemaa kallioperään nähden ja harjun pohjavesiolosuhteita. Työ perustuu ilmakevättulkintaan, seismiseen refraktioliutaukseen, pohjavesimittauksiin ja maaperätutkimuksiin.

Harju sijaitsee osittain korkean kallioselänteen päällä ja osittain hienorakeisten sedimenttien peittämänä kallioperän heikkousvyöhykkeessä. Harjun ydinosa koostuu karkeasta, kivisestä sorasta. Ydinosa on luonteeltaan säännölliset yhdensuuntaiset kerrosrakenteet. Harju on syntynyt kahden eri nopeudella virranneen jääkielekkeen väliin. Harju kerrostui aluksi tunnelissa, joka jään sulamisen edistyessä avautui railoksi. Harjua tukeneiden jääseinämien hajotessa syntyi deformaattorakenteita ja glasifluviaalisen aineksen päälle kerrostui moreenia.

Pitkäkankaan harjualueella muodostuu pohjavettä yli 10 000 m³/d. Harjun varastovesikerroksen paksuus on keskimäärin 9,5 m. Kallioperän heikkousvyöhykkeessä vesikerros on yli 30 m paksu. Pohjavedenpinta noudattaa loivapiirteisesti maanpinnan ja kalliopinnan topografiaa lukuun ottamatta korkean kallioselänteen ja kallioperän ruheen välistä rajakohtaa. Pohjaveden virtausnopeus vaihtelee harjun eri osissa 2–6,5 m/d hydraulisen gradientin ollessa 0,42·10⁻³–0,78·10⁻³. Harjun pohjavesi on hyvälaatuista, mikä johtuu ennen kaikkea muodostuman sijainnista ympäristöään ylempänä.

Ikäheimo, Jukka: "Kevytsoratuotantoon käytettävän saven kuivatusmahdollisuudet"

Energian kallistuessa on saven sisältämästä vedestä muodostunut kevytsoratuotannon kannattavuutta heikentävä tekijä. Raaka-aineen epähomogeenisuus aiheuttaa kevytsoran laadun vaihtelua; savi olisi voitava homogenisoida.

Tutkielmassa on tarkasteltu eri menetelmien soveltuvuutta vesipitoisuuden pienentämiseen. Tarkoituksena oli löytää taloudellisia ja toteuttamiskelpoisia menetelmiä.

Rakentamisessa käytettävät lujituskeinot; erilaiset pystyotjat, alipaineenttä, sähköosmoosi, lämpötekniset menetelmät ja tyhjiö-

pumppaus, todettiin kuivatusmenetelminä joko epätaloudelliseksi tai tehottomiksi.

Vaihtoehtoisiksi jäivät kyntökuivatus ja kuivatus väliavarastossa. Eri-laisissa laboratorio- ja kenttäolosuhteissa tehdyt kokeet osoittivat menetelmien olevan käyttökelpoisia. Samalla todettiin, että kuivumista voidaan tehostaa melko yksinkertaisin toimenpitein. Lisäksi tutkittiin lämpötilagradientin vaikutusta kuivumiseen. Näiltä osin tulokset olivat lupaavia. Lämpötilagradientin hyväksikäyttö edellyttää kuitenkin eräiden teknisten ongelmien ratkaisemista. Ongelmana on esimerkiksi tehtaalla syntyvän hukkalämmön talteenotto. Ilmastotekijät rajoittavat kyntö- ja varastokuivatuksen käyttöä — niitä voidaan soveltaa huhti-syyskuun välisenä ajanjaksona. Tavanomaisia kyntökoneita käytettäessä soveltuu kyntökuivatus vain savikon kuivakuorikerrokseen.

Raaka-aineen homogenisointi on hoidettavissa väliavaraston järjestelmällisellä kasaus- ja purkausohjelmalla.

Koskiahde, Arto: "Kivihiiliesiintymien tutkiminen"

Tutkielmassa tarkastellaan kivihiiliesiintymien nykyaikaista tutkimusmetodiikkaa painottaen geologian tärkeyttä tutkimusohjelmien suunnittelussa ja toteuttamisessa. Kivihiiligeologian perusteiden ja keskeisimpien tutkimusmenetelmien lisäksi kuvataan esimerkinomaisesti tutkimusten käytännön suoritus kahdessa erillisessä kivihiilitutkimusprojektissa.

Kivihiili on muodostunut pääasiassa kasvinjäänteistä. Kerrostumisalueilla tapahtuneet vedenpinnan korkeusvaihtelut ja tektoniset liikkunnot ovat vaikuttaneet kivihiilikerrostumiin rakenteeseen. Eri geologisina aikakausina on syntynyt erilaatuisia kivihiiliä johtuen kasvien evoluutiosta Kivilajien metamorfoosia säätelevistä tekijöistä — paine, lämpötila, aika — on lämpötilalla suurin merkitys kivihiilen hiiltymisprosessissa.

Kivihiiliesiintymien tutkimuksissa on geofysikaalisten mittausten merkitys jatkuvasti kasvanut. Geofysikaaliset reikämittaukset ovat osoittautuneet tärkeimmäksi apuvälineeksi korreloitaessa kivihiilikeroksia keskenään. Perinteistä timanttikairaustekniikkaa sovellettaessa on laboratorionäytteiden valinnassa otettava huomioon stratigrafian selvittelyyn liittyvien näkökohtien lisäksi myös louhintatekniset näkökohdat.

Öhberg, Pirkko: "Iitin, Vehkalahden ja Miehkälän kuntien hydrogeologia"

Tutkimus käsittelee pohjavesivarjoja kaakkois-Suomessa Iitin, Vehkalahden ja Miehkälän kuntien alueella. Tutkimusaineisto on koottu kesinä 1979–1982 Kymen vesipiirissä vesihallituksen kahden projektin; tärkeät pohjavesialueet ja haja-asutusalueiden vedenhankintaselvityksen yhteydessä.

Tutkimusalueiden pohjavesivarat on jaettu eri akviferityyppeihin, selvitetty niiden hydrogeologisia ominaisuuksia sekä varastoituneen ja käyttöön saatavan pohjaveden määrää. Pohjavesialueilla on tehty hydrogeologinen kartoitus. Pohjavesinäytteitä (50 näytettä) on otettu maa- ja kalliopohjavesien laadun alustavaa selvitystä varten. Pohjavesinäytteet on analysoitu Kymen vesipiirin laboratoriossa, lukuunottamatta fluoridi- ja piidioksidipitoisuuksia, jotka on analysoitu vesihallituksen laboratoriossa. Pohjavesinäytteistä on tutkittu lämpötila, sameus, väri, happamuus, vapaa hiilidioksiidi, alkaliniteetti, sähköjohtokyky, kokonaiskovuus, humuspitoisuus, happi, typpiyhdisteet, fosfori, rauta, mangaani, fluoridi, kloridi, sulfaatti, piidioksidi ja enterokokit.

Iitissä suurimmat pohjavesivarat ovat varastoituneet reunamuodostumiin, I ja II Salpauselkään. Salpauselkien vaihtelevasta materiaalista ja rakenteesta johtuen pohjaveden muodostuminen ja virtausnopeudet vaihtelevat suuresti vierekkäisillä pohjavesialueilla. Vehkalahden ja Miehkälän usean kilometrin pituiset harjujaksoit ovat parhaita akvifereja. Samassa harjujaksoissa tavataan ympäristöstään vetä kerääviä ja pohjavettä luovuttavia akvifereja. Tutkimusalueilla on useita savenalaisia akvifereja, joissa eräissä pohjavesi on artesista. Alueiden pohjavesien laatu on useimmiten moitteetonta, sellaisenaan talousvedeksi kelpavaa.

ÅBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie kandidater:

Aapola, Roger: "En koncentrisk zonerad granodioritintrusion i Ruokolahti kommun, SE Finland".

En koncentrisk zonerad intrusion finns i Ruokolahti kommun, SE Finland. Bulksammansättningen är granodiorit. Den yttre zonen består av diorit, den mellersta av tonalit och den innersta av granodiorit. Intrusionen omges av granat-korkieritgnejs med granitiska ådror och av amfibolit samt plagioklasporfyrer. Dessa suprakrustalbergarter följer konformt intrusionens kontakter. Kontaktbreccia mellan djupbergarterna och ytbergarterna påträffas ställvis. Området jämförs med Tuolumne intrusivserien i Sierra Nevada, de tre Galloway plutonerna i södra Scotland och Ardara plutonen i Donegal, norra Irland. Den koncentriska zoneringsen förklaras med tre intrusionspulser, konvektionsströmmar i magman och kontamination. Granitoid magmorna kan ha uppkommit genom ultrametamorfos av en andesit, som bildats vid kalk-alkalin miljö. Granitoiderna intruderade successivt och trängde undan tidigare intruderade varianter med hjälp av en så kallad ballong tektonik. Områdets utveckling förklaras med hjälp av en plattetektonisk modell, där en oceanplatta skjuts norrut under det gamla Karelska blocket. Detta medför bergsveckning under den Svekofenniska orogenin med vulkanism och diapirism. De sedimentära avlagringarna förgenjsas och det tränger in kalirik granit i dem.

Stedt, Marjaana: "Geologin och strukturerna i Iniö området, SW Finland".

Iniö områdets äldsta bergarter är suprakrustala skiffrar som till sitt ursprung är antingen sedimentära eller vulkaniska bergarter. Områdets gnejsgraniter är påverkade av granitisering och uppträder i olika stadier från opåverkade till kaligranitliknande varianter. Migmatitbildning är vanlig. De yngre graniterna förekommer som flacka lager; inga skarpa kontakter finns. De yngsta bergarterna är sk. trappdiabas. Inom området förekommer en diabassvärm på 87 st. diabassgångar. Den dominerande riktningen på dessa gångar är 30°-40° och den övervägande delen stupar brant mot öster.

Under den svekofenniska bergskedjeveckningen har olika tryckriktningar påverkat berggrunden. Inom Iniö området har två olika veckningsriktningar kunnat spåras fram; den första veckningsriktningen (F₁) var nordost-sydvästlig och försakade flacka överstjälpningar mot nordost. Den senare veckningsriktningen (F₂) var ungefär nord-sydlig och försakade en öst-västlig skiffrighet. Den senare veckningen var en tvärveckning och de bildade vecken ligger "en echelon". Vinkeln mellan de äldre och yngre vecken varierar mellan 50°-90°.

LAPINLAHDEN ANORTOSIITISTA KOTIMAINEN VESIKEMIKAALI

Tärkeänä vedenpuhdistuskemikaalina käytetyn alumiinisulfaatin raaka-aineen, anortosiitin, louhinta on käynnistynyt Lapinlahdella. Uuteen kotimaiseen raaka-aineeseen pohjautuvan alumiinisulfaatin valmistus tapahtuu Kemira Oy:n Harjavallan tehtailla. Lapinlahden uudesta kaivoksesta saatava alumiinimineraali korvaa alumiinisulfaatin valmistuksessa tähän asti käytettyä tuontiraaka-ainetta, alumiinihydraattia.

Louhinta tapahtuu vain kesäkautena, ja vuotuinen louhinta on noin 15.000 malmitonnia. Lapinlahden esiintymä sisältää tutkittuja tai todennäköisiä malmivaroja yli 20 vuodeksi.

Louhoksella on kaivosrakentamiseen liittyvät maanpoistot ja tietyt tehty paikallinen urakoitsija Maansiirtoliike Velj. Paldanius, joka myös louhii ja murskaa malmin sepelikokoon. Lapinlahdelta murskattu malmi kuljetetaan Harjavallan.

Lapinlahden louhoksen kaivossuunnittelusta ovat vastanneet Oy Vesi-Hydro Ab, Kemira Oy:n Siilinjärven kaivos, Mittaustekniikka Oy sekä Myllykoski Oy. Sähköasennukset on tehnyt Savon Voima Oy.

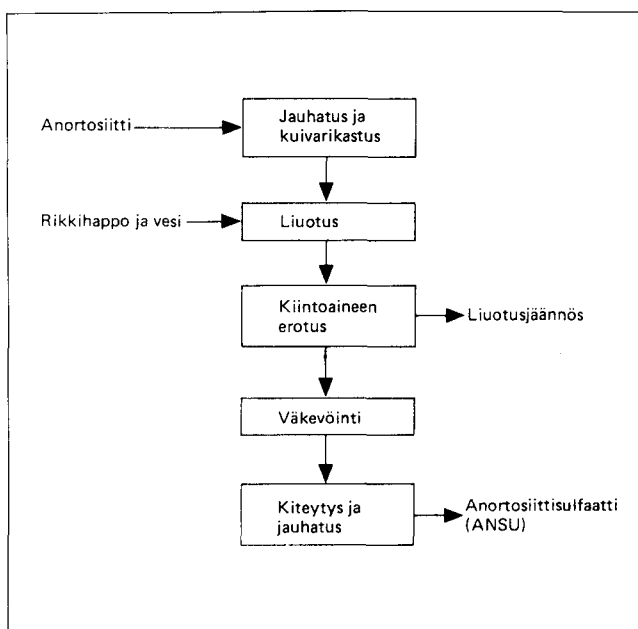
Anortosiittimalmi rikastetaan ja prosessoidaan Kemiran Harjavallan tehtailla, jossa toimivan nykyisen alumiinisulfaatiprosessin rinnalle on valmistumassa anortosiittia raaka-aineena käyttävä uusi tuotantoprosessi (kuva 1). Sen tuotantokapasiteetti on 65.000 - 100.000 t/a tehtaiden käyntiajasta riippuen. Rikastuksessa syntyvät sivutuotteet ovat markkinoitavissa rakennusteollisuudelle.

Koko investoinnin arvo on noin 16 miljoonaa markkaa.

KIILLETUOTANTOLAITOS SIILINJÄRVELLE

Kemira Oy:n johtokunta päätti 2.7.1984 pitämässään kokouksessa uuden 14,9 miljoonaa markkaa maksavan kiilletteutanolaitoksen rakentamisesta yhtiön Siilinjärven kaivoksen yhteyteen. Vuoden 1985 syksyllä valmistuvan tehtaan raaka-aineena käytetään Siilinjärven apatiittikaivoksen flogopiittimineraalista saatavaa kiillettä. Tuotanto perustuu ennen jätteeksi jääneen aineen hyväksikäyttöön.

Nyt päätetty investointi ja sen myöhempi tuotanto toteutetaan Kemira Oy:n Ryhmä Vuorikemian ja Siilinjärven tehtaiden yhteistyönä. Uuden tehtaan käyttöhenkilöstö on Siilinjärven kaivoksen normaalin organisaation alainen. Vuorikemian tehtaalla sen sijaan ohjaa tuotantoa sekä valvoo tuotteiden laatua sekä laadun kehittämistä ja vastaa myös myynnistä ja



Kuva 1. Anortosiittipohjalla valmistetun alumiinisulfaatin prosessikaavio.

Fig. 1. Flowsheet for the processing of anortosite into aluminium sulphate.

markkinoinnista.

Kiillettehtaan tuotanto menee lähes kokonaan vientiin. Raakakiilteen käyttäjiä ovat jatkojalostajat mm. öljynporauksessa ja rakennusteollisuudessa. Jalostetun kiilteen pääosa myydään muoviteollisuuteen ja karkeammat laadut rakennusteollisuudelle rakennusmateriaaleiksi ja äänenvaimennusmassoihin.

Koko maailman kiillemarkkinat ovat tällä hetkellä noin 250.000 tonnia vuodessa. Kemiran uuden tuotantolaitoksen mitoitusperusteena on 10.000 tonnin raakakiilletteutanto vuodessa ja 6.000 tonnia hienojakoisemmaksi jauhettua kiillettä vuodessa.

KONGRESSEJA JA KURSSEJA

KALLIOTILOJEN MITTAUS- JA KARTOITUSSEMINAARI 16. – 17.1.1985

Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto Vuorimiehentie 2, 02150 Espoo 15

OHJELMA

Keskiviikko 16.1.1985

- 8.00 Ilmoittautuminen, kahvi ja tutustuminen näyttelyyn
9.00 Avaus; miksi mitataan ja kartoitetaan
O Lindholm, Rautaruukki Oy
9.15 Lainsäädäntö
E Ulvelin, Tekn. tark.laitos
9.45 Kaivosten mittaukset
Yli-insinööri Kauno Kangas
10.45 Tauko
11.00 Geologinen ja kalliomekaaninen kartoitus
E Rauhamäki, Outokumpu Oy
11.30 Mittauskäytäntö kaivoksilla
A Mustonen, Outokumpu Oy
12.00 Lounas
13.00 Laitekehitys
K Rainesalo, Geopolar Oy
13.40 Näytteilleasettajien puheenvuorot
14.40 Kahvitauko
15.00 Laitenäyttely, esittelyt
19.00 Päivällinen, Garden
- 10.05 Kaivosten puheenvuorot
Kemin kaivos (Outokumpu Oy),
Oy Partek Ab, Rautuvaaran kaivos (Rautaruukki Oy)
10.40 Tauko
11.00 Kalliorakennuskohteen mittaukset
E Määttä, Kalliotekniikka Oy
11.30 Helsingin kaupungin puheenvuoro
Hels. kaup. Geotekn. osasto
12.00 Lounas
13.00 Louhosrajojen kartoitus
— Alustus
P Lovén, Outokumpu Oy
— Puheenvuoroja
P Lappalainen, Outokumpu Oy
13.30 Keskustelua
— Käytännön mittausongelmia
— Kysymyksiä asiantuntijoille ja laitevalmistajille
14.00 Kahvitauko
14.15 Kalliomekaaniset seurantamittaukset
J Oksanen, TKK
14.30 Pitkäreikäporauksen suuntatarkkuus
A Simonen
14.45 Kaivossuunnittelu
E Orivuori
15.15 Mittamiesten koulutus

Torstai 17.1.1985

- 8.00 Tutustuminen näyttelyyn
9.00 Gruvmätning inom Boliden
G Mellner, Boliden Mineral Ab
9.45 Avolouhosmittaukset Siilinjärvellä
J Okulow, Kemira Oy

Ilmoittautuminen seminaariin tapahtuu maksamalla 11.1.1985 mennessä osallistumismaksu 1000 mk Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen ry:n tilille Pst OU 7157-6. Maksukuittiin tulee merkitä osallistujan nimi ja merkintä "kartoitusseminaari". Jälki-ilmoittautumismahdollisuus kokouspaikalla. Mahd. tiedustelut: Anne Väätäinen, puh. 90-4554122/208.

PROSESSIAUTOMAATIO METALLURGISESSA JA MINERAALITEOLLISUUDESSA

Kurssi järjestetään 26. – 28. 3. 1985 Hotelli Rosendahlissa Tampereella.

Tarkoitus: Antaa perustiedot prosessien automaattisesta ohjauksesta ja kehitysnäkymistä sekä valmiudet osallistua automaatioprojektien toteutukseen.

Kohderyhmä: Metallurgisen ja mineraaliteollisuuden käytävastuussa oleva henkilöstö.

Kurssi soveltuu myös käyttötutkimuksen, suunnittelun ja kunnossapidon tekniselle henkilöstölle.

Lähempiä tietoja: INSKO, puh. 90-144 411, Nils Tapani tai Pirjo Elman.

XVth International Mineral Processing Congress, Cannes. June 2 – 9, 1985.

Lisätietoja: XVth International Mineral Processing Congress
Secretary,
BRGM SGN / Mineralurgie
B.P. 6009 – 45060
Orleans Cedex
France

APCOM '86, Computer Applications in the Minerals Industry.
April 14 – 18, 1986.

Lisätietoja: Dr. James D. Bennet
Mining Continuing Education
Department of Mineral Engineering
126 Mineral Sciences Building
University Park,
Pennsylvania 16802
U.S.A.

UUSI KUUSIPYÖRÄVETO DUMPPERI

Uutta dumperitekniikkaa tuo Volvo-yhtymä markkinoille uusilla kuusipyörävetoisilla runko-ohjatuilla Volvo BM dumpereillaan, mallit 5350 B ja 861. Nämä molemmat koneet on suunniteltu selviämään melkein kaikissa ajateltavissa olevissa maaperä- ja ilmasto-olosuhteissa. 861-dumpperi on tarkoitettu lähinnä lyhyehkön matkan puhtaisiin maastokuljetuksiin, kun sen sijaan 5350 B soveltuu myös pitemmille kuljetusväilyksille ja suuremmille keskinopeuksille.

Kuusipyöräveto mahdollistaa kuljetuksia maastossa, jollaisessa aikaisemmin pidettiin maakuljetuksia mahdottomina. Monilla työmailla Volvo BM on todennut, että esiintyy tarvetta voida suorittaa massojen kuljetuksia myös kaikkein epäsuotuisimmissa olosuhteissa, joissa sen enempää runko-ohjaut 6 x 4 tai 4 x 4 -dumpperit kuin myöskään 6 x 6 -maansiirtot autot eivät enää pääse eteenpäin. Kuusipyöräveto on siten johdonmukainen laajennus yrityksen tähänastiseen runko-ohjattujen dumperien valikoimaan.

Koneiden kuusipyöräveto koostuu vakiolaitteistoista, jotka on kehitetty omassa yhtymässä, mikä taas merkitsee rationalisoitua valmistusta sekä pienempiä varaosa- ja huoltokustannuksia.

Tässä uudessa dumperissa on, maastotelirakenteen avulla, saatu aikaan suurempi maavara ja lisäksi se mahdollistaa huomattavasti suuremman pyöräkoon käytön. Vakioengaskoko dumperiin 5350 B 6 x 6 on 23,5 - 25.

Kuusipyöräveto voi olla kytkettynä koko ajonopeusalueella, mutta telin takimmaisena akselin veto on irtikytkettävissä. Sen avulla voidaan säästää renkaiden kulumista ajettaessa kovalla maapohjalla suurilla nopeuksilla. Veto voidaan sekä kytkeä irti että kytkeä kuljettajanpaikalta käsin ajon aikana. Sa-

moin voidaan nopeasti kytkeä tai kytkeä irti tasaussyörästölukot, joita on sekä akselien välillä että pyörien välillä kaikilla kolmella vetoakselilla. Akselien välinen tasaussyörästölukko kytkeytyy automaattisesti käytettäessä kuusipyörävetoa. Lisäksi 5350 B -dumpperissa on mahdollisuus kytkeä ainoastaan etuakselin pyörien välinen tasaussyörästölukko, kun kuusipyöräveto ja akselien välinen tasaussyörästölukko ovat kytkettyinä. Tämä parantaa dumperin ohjattavuutta huomattavasti ajettaessa liukkaalla ajoalustalla.

Tällä uudella dumperilla on jo pitkään suoritettu laajoja sekä laboratorio- että kenttäkokeita ja kokemukset ovat olleet hyvin vakuuttavia.



Kuusipyörävetoinen dumperi Volvo BM 5350 B.



**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

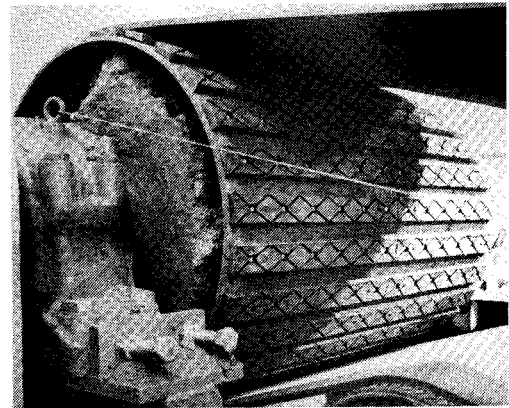
*toivottaa kaikille
lukijoilleen ja
ilmoittajilleen
Rauhallista Joulua
ja
Hyvää Uutta Vuotta*

**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

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



SKEGA VETORUMPUPALKIT



Yksinkertainen ja toimiva ratkaisu. Kumin erinomainen pitokyky estää liukumisen. Helppo kiinnitys itsejengaavilla ruuveilla.

Timantinmuotoiset urat eliminoivat materiaalin kasaantumisen ja hihnavauriot. Suunniteltu tuotantoon, jossa jatkuva materiaalivirta on välttämätöntä.

OY SKEGA AB

Polyuretaanitehdas ja myyntikonttori
PL 20 (Teräskatu 2) PUH. 971-312 022
70151 KUOPIO teleksi: 42-157 skega sf

TAMROCK

URAKOITSIJOILLE JA KAIVOKSILLE



Urakointiyömailta, joissa on käytössä Tamrockin porauslaitteita

ARGENTIINA
Rio Grande
BULGARIA
Chaira
KANADA
Manic 5
James Bay

KOLOMBIA
Guatape
Mesitas
San Carlos
Salvajina
Rio Negro
Guadalupe V

ISO-BRITANNIA
Dinorwic
KREIKKA
Svikia
GUATEMALA
Chixoy

HONDURAS
El Cajon
MALI
Manantali
NIGERIA
Shiroro
NORJA
Aurland

PANAMA
Fortuna
PERU
Mantaro III
Charcani V
Chiau Viru

FILIPPIINIT
Maggat
SRI LANKA
Victoria Dam
Kotmale
Randenigala
TURKKI
Urfa

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n tutkimusselesteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimusselesteet: sarja A

A 1	"Kulutusta kestävä materiaali"		A 63	"Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 2	"Malmiteknillinen näytteenotto"	hinta	A 64	"Suomessa tehdyt kallion jännitystilan mittaukset"	50,—
A 3	"Jatkotankoporaus"	loppunut	A 65	"Kiintoaineen ja veden erotus"	50,—
A 4	"Öljypolttimet"	"	A 66	"Pohjavesikysymys kalliottleissa"	50,—
A 5	"Maakairaus ja pliktaus"	"	A 67	"Crosshole seismic investigation"	70,—
A 6	"Putket ja rännit"	20,—	A 68	"Automation of a drying process"	70,—
A 7	"Jatkotankoporausn sovellutus louhintaan"	20,—	A 69	"Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittaus"	50,—
A 8	"Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	20,—	A 70	"Happamien ja intermediaaristen magmakivien kilvilajimääritys pääalkuainekoostumuksen perusteella"	50,—
A 9	"Rikastamoiden jätealuiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—	Koulutus- ja seminaarimonisteet, kalliomekaniikan päivien esitelmämonisteet sekä muut julkaisut: sarja B		
A 10	"Kuulurakenteet"	20,—	B 1	"Kalliomekaniikan päivät 1967"	35,—
A 10b	"Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	loppunut	B 2	"Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—
A 11	"Raakkulaimennus"	20,—	B 3	"Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—
A 12	"Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuus-rakennusten katto- ja ulkoseinäarakenteet"	56,—	B 4	"Kalliomekaniikan päivät 1970"	40,—
A12b	Piirustusliite n:o 12:een	loppunut	B 5	"Kalliomekaniikan päivät 1971"	40,—
A 13	"Vedenpoisto kaivoksesta"	"	B 6	"Kalliomekaniikan päivät 1972"	45,—
A 14	"Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa" (uusi kopio)	30,—	B 7	"Kalliomekaniikan päivät 1973"	50,—
A 15	"Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä"	20,—	B 8	"Kalliomekaniikan päivät 1974"	50,—
A 15b	Kuvaliite n:o 15:een	loppunut	B 9	"Kalliomekaniikan päivät 1976"	50,—
A 16	"Jauheiden kuivatus"	20,—	B 10	"Kalliomekaniikan päivät 1977"	50,—
A 17	"Pölyn talteenotto"	20,—	B 11	"Kalliomekaniikan päivät 1978"	50,—
A 18	"Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—	B 12	"Kalliomekaniikan sanasto"	10,—
A 19	"Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys	20,—	B 14	"Kaivossanasto"	8,—
A 20	"Rikastamoiden instrumentointi"	20,—	B 15	"Rajäätysopas 1978"	8,—
A 21	"Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet"	loppunut	B 16	INSKO 106—73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
A 22	"Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—	B 17	INSKO 49—74 "Skänkmetallurgi-Senkkametallurgia"	45,—
A 24	"Kaivosten ja avolouhusten geologinen kartoitus"	20,—	B 18	INSKO 90—74 "Investoinnit ja käyttölaskeinta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
A 25	"Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset"	20,—	B 19	INSKO 45—75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
A 27	"Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—	B 20	"Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
A 28	"Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	20,—	B 21	"Rikastuskemikaalien käsittely-, mittaus- ja annostelumenetelmät"	30,—
A 29	"Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa"	50,—	B 22	"Kulutusta kestävä materiaali"	40,—
A 31	"Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa: Selvitys normi- ja toimenpideehdotuksineen"	loppunut	B 23	"Laatokan-Perämeren malmivyöhyke"	40,—
A 32	"Seulonta"	40,—	B 24	"Malminkäsittelylaitosten käyttöasteen ja kunnossapidon optimointi"	30,—
A 33	"Louhintaurakkasopimuksen laatimishjeet"	20,—	B 25	"Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa"	50,—
A 34	"Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—	B 25b	"Waste rock dilution and its economic significance in mining"	50,—
A 36	"Pakokaasukomitea — selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä"	20,—	B 26	"Pientunnelisympösoio"	70,—
A 36b	"Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—	B 27	"Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,—
A 39	"ATK-menettelmien käyttö kallioperäkartoituksissa"	25,—	B 28	"Tuuletussymposiumi"	50,—
A 40	"Kaivosten jätealueet ja ympäristönsuojelu"	45,—	B 29	"Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,—
A 42	"Kaivosten työympäristö"	50,—	B 30	"Teollisuusmineraaliseminaari"	50,—
A 44	"Geologinen näytteenotto"	50,—	B 31	"Kaivosten työsuojelu"	50,—
A 47	"Murskeen varastointi talviloisuhteissa"	40,—	B 32	"Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisseminaari"	50,—
A 48	"Kaivosten jätealuiden saattaminen uudelleen kasvullisuuden peittämäksi"	50,—	B 33	"Pultituspäivät 1983"	70,—
A 50	"Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—	B 34	"Kalliomekaniikan päivät 1983"	60,—
A 52	"Suunnattu kairaus"	50,—	B 35	"Avolouhintaseminaari 1984"	100,—
A 53	"Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—	Vuorimieskillan laulukirja "Taskumatti" VMY:n solmio, värit: sininen ja viinipunainen		
A 54	"Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—	Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti vuosikerta Suomessa		
A 55	"Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,—	vuosikerta ulkomailla		
A 56	"Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—	Eero Mäkinen -mitali		
A 57	"Palontorjunta kaivoksissa"	50,—	Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempiä numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero.		
A 58	"Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—	Julkaisu ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta DI Pekka Sundquistilta mieluummin kirjallisesti osoitteella:		
A 59	"Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—	Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.		
A 60	"Holvautumien purkumenetelmät"	50,—	Rautaruukki Oy		
A 61/I	"Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—	PL 217		
A 62	"Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiohjelmistoista"	30,—	90101 Oulu 10		
			tai puh. 981-327 711		

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy AIRAM Ab, KOMETA
- Oy ALGOL Ab
- ENSO-GUZEIT Oy, Konepajaryhmä
- Oy FORCIT Ab
- KEMIRA Oy
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaas
- Oy KONEISTO Ab
- LAROX Oy
- LEVANTO Oy
- Oy LOHJA Ab
- MYLLYKOSKI Oy, Luikonlahden kaivos
- NELES Oy, RAUMA-REPOLA
- Oy NOKIA Ab, Tekninen kumi
- OUTOKUMPU Oy, Konepajateollisuus
- OVAKO Oy • Ab
- Oy PARTEK Ab, Parainen
- PERUSYHTYMÄ Oy ARA
- RAMMER Oy
- RAUTARUUKKI Oy
- SIILINJÄRVEN NUORKAUPPAKAMARI ry.
- Oy SKEGA Ab
- SUOMEN METALLITEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Oy ATLAS COPCO Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- Oy TRELLEBORG Ab
- TÄHTITIETEELLINEN YHDISTYS URSA
- Oy VOLVO-AUTO Ab, VOLVO BM
- WIHURI Oy, WITRAKTOR

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

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

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

Pääotsikot ja alaotsikot erotetaan toisistaan selkeästi.

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

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

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

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

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

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**.

MYYRÄ 85

MAANRAKENNUKSEN JA LOUHINNAN ERIKOISNÄYTTELY

Siilinjärvellä
31.5. - 2.6.1985



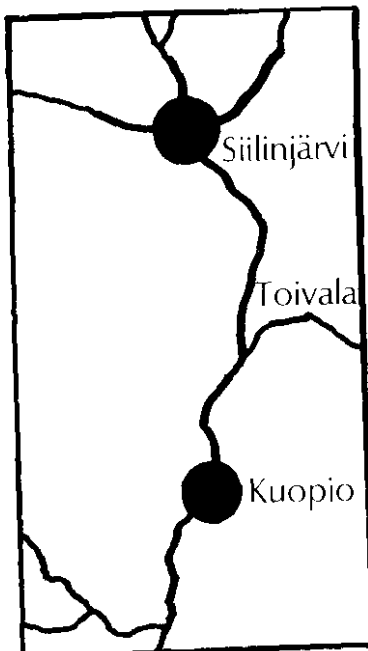
MYYRÄ -85 on ammattinäyttely, joka on tarkoitettu kaikille maansiirron, maanrakennuksen, louhinnan sekä kaivannaisteollisuuden parissa työskenteleville yrityksille ja alan ammattilaisille.

MYYRÄ -85 antaa keskitetysti tietoa nykyaikaisista koneista, kalustosta, tarvikkeista ja työmenetelmistä.

MYYRÄ -85 on Suomen Kauppakamarin Messulautakunnan suosittama näyttely.

MYYRÄ ERIKOISNÄYTTELYYN LIITTYY MUITA TOIMINTOJA

Näyttelykentällä sekä Kemiran kaivosalueella järjestetään runsaasti työnäytöksiä. Näyttelyn aikana kokoontuvat Siilinjärvelle vuoriteknikot vuosittaisille retkeilypäivilleen. Näyttelyvieraille järjestetään kunnan näyttelyn lisäksi runsaasti ohjelmaa.



MYYRÄ -85 KESKELLÄ SUOMEA

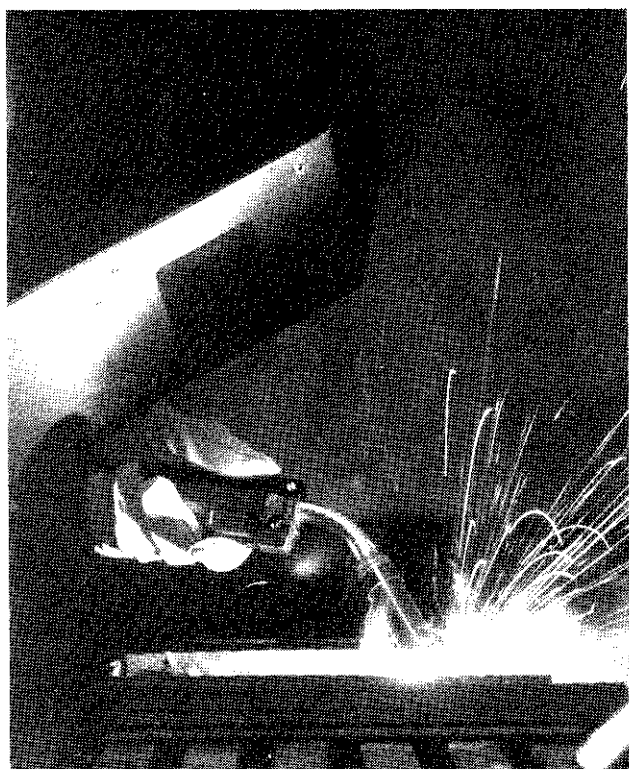
Siilinjärvi sijaitsee keskellä Suomen kaivosaluetta suurten soranotto- ja louhinta-alueiden tuntumassa. Siilinjärven Kemiran kaivoksella louhitaan vuosittain noin 7,0 milj. tonnia apatiittimalmia. Soraa ja kiveä hyödynnetään Siilinjärvellä vuosittain noin 0,5 milj. m³.



Erikoisnäyttelyn järjestää
Siilinjärven Nuorkauppakamari ry yhteistyössä Kemira Oy:n ja Siilin Sora Oy:n kanssa touko-kesäkuun vaihteessa 1985.



**UUSI
KÄSIKIRJA
ILMESTYNYT**



SUOMEN METALLITEOLLISUUDEN KESKUSLIITON JULKAISU 2/84

MATERIAALINVALINTA - KUPARIMETALLIT

Kirjassa kerrotaan yleisimpien kuparimetallien ominaisuuksista, esitellään niistä valmistettujen muotovalmisteiden soveltuvuutta jatkojalostuksen eri työvaiheisiin ja käyttöominaisuuksia lopullisessa käyttökohteessa. Käsikirja tukeutuu kuparimetalleja käsitteleviin SFS-standardeihin, joiden tiivistettyä asioiden käsittelytapaa kirja täydentää, mutta ei korvaa. Kirja on käytännön tarpeita varten tehty kuparimetallien aineenvalinnanopas suunnittelijoille, osto- ja myyntihenkilöille sekä muulle metallialan yrityksen henkilökunnalle. Kirja sopii myös kuparimetallien tietolähteeksi teknillisessä opetustöissä.

Käsikirjan sisältö on kokonaisuudessaan sovellettu ja tarkistettu tämän hetken suomalaisia oloja vastaavaksi.

133 sivua
Hinta 290 mk
Suomen Metalliteollisuuden
Keskusliiton jäsenille 174 mk
Tilaukset:
Metalliteollisuuden
Kustannus Oy/julkaisumyynti
Eteläranta 8, 00130 Helsinki
puh. (90) 170 922



Kaiken antaa maa. Leivän, lihan, maidon, munat. Joka vuosi uudelleen.



Äiti Maa on tosi tänäänkin

Ilman maan antimia emme pysty elämään. Maa leipoo meille leivän. Kasvattaa vihannekset, juurekset, marjat. Maa lypsää meille maidon, antaa pihvit ja munii munat. Sillä eläimet, jotka meitä ruokkivat, elävät kasveista.

Maalle tulee nälkä

Maa luovuttaa satonsa joka vuosi. Maan kyky kasvattaa ei ole ikuinen. Kasvit ottavat siitä jatkuvasti ravinteita. Luonnostaan karu maaperämme köyhtyy. Sille tulee nälkä.

Lannoitteet ovat maan ja kasvien ravintoa

Jaksaakseen varttua kasvit tarvitsevat ravinteita, sillä maan luontainen ravinto ei riitä kuin pikkuruiseen satoon. Maata on ruokittava lannoituksella, mikä tarkoittaa ravinteiden lisäämistä maahan.

Lannoitteet ovat luonnon omia alkuaineita

Kasvit tarvitsevat varttuakseen 16:tta eri alkuainetta. Kaikkien lannoitteiden ravinteet saadaan luonnosta.

Lannoitus parantaa maataloustuotteiden laatua

Oikealla lannoituksella kasvit pystyvät sitomaan enemmän auringon energiaa. Kasvamaan riittäväksi, hyvälaatuisiksi sadoksi. Ruoan perusaineksiksi, joissa valkuaisen, kivennäisten ja vitamiinien määrää on voitu lisätä.

Suomen puhtaassa luonnossa kasvaa hyviä maataloustuotteita. Sen varmistaa peltojen ja puutarhojen oikea lannoitus.

Maa ruokkii Sinut – lannoite maan!



KEMIRA

Lohja taitaa mineraalien jalostuksen

Kalkkikivi

Dolomiitti

Kvartsi

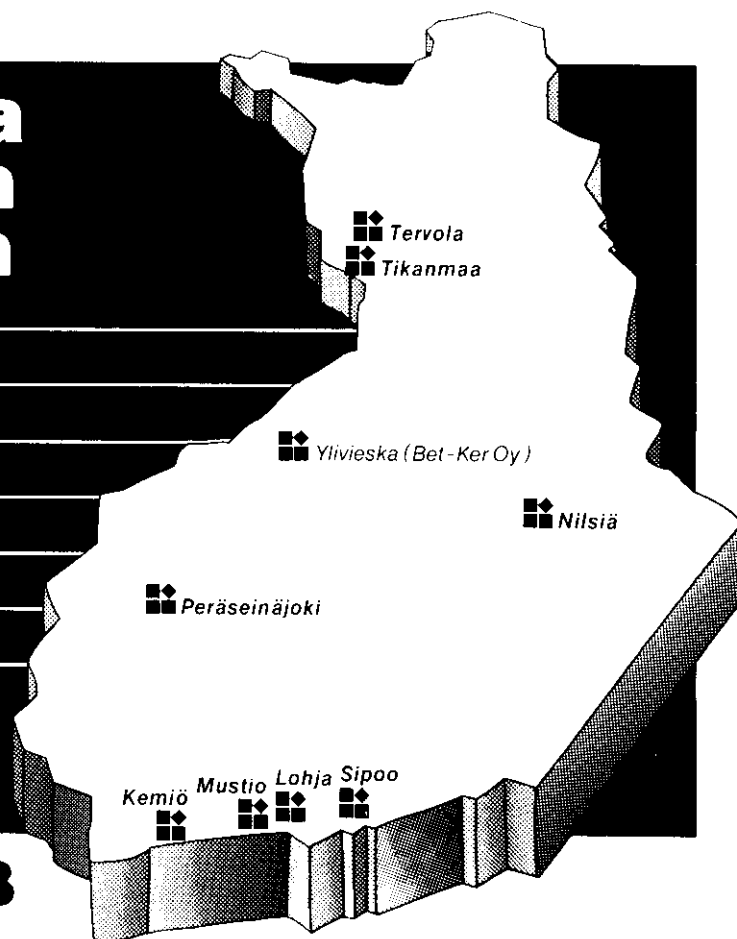
Maasälpä

Liuskesirote

Tulenkestävät massat

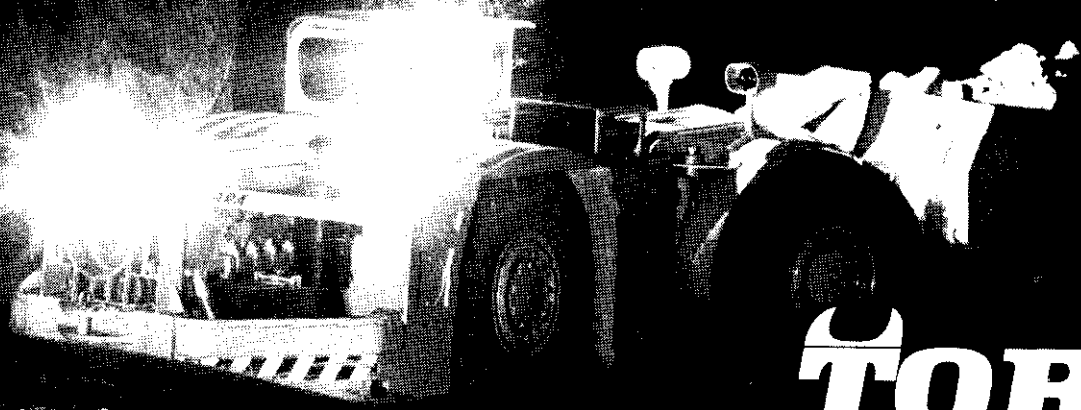


OY LOHJA AB



***Varma konsti päästä
kiven sisään.***

Rehellisesti. Ansaitsemaan.



TORO

Perusyhtymä Oy ARA
PL 434, 20101 Turku 10
Puh. 921-383 111
Telex 62305 ara sf

VANKKAA TIETOA, TAITOA JA TUOTEKE-
HITYSTYÖTÄ RÄJÄHDYSAINEALALLA
VUODESTA 1893 ALKAEN

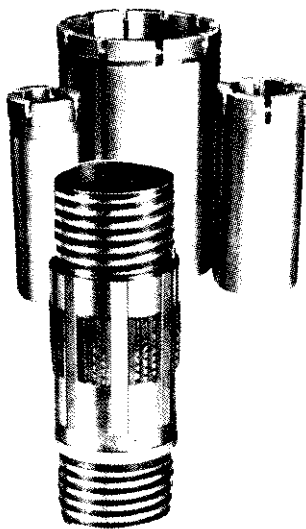
OY FORCIT AB

HANKO

☎ 911-86581



LEVANTO TIMANTTIKAIRAUSTERÄT



Suomalaisia timanttiteriä suomalai-
siin kiviin jo vuodesta 1937.

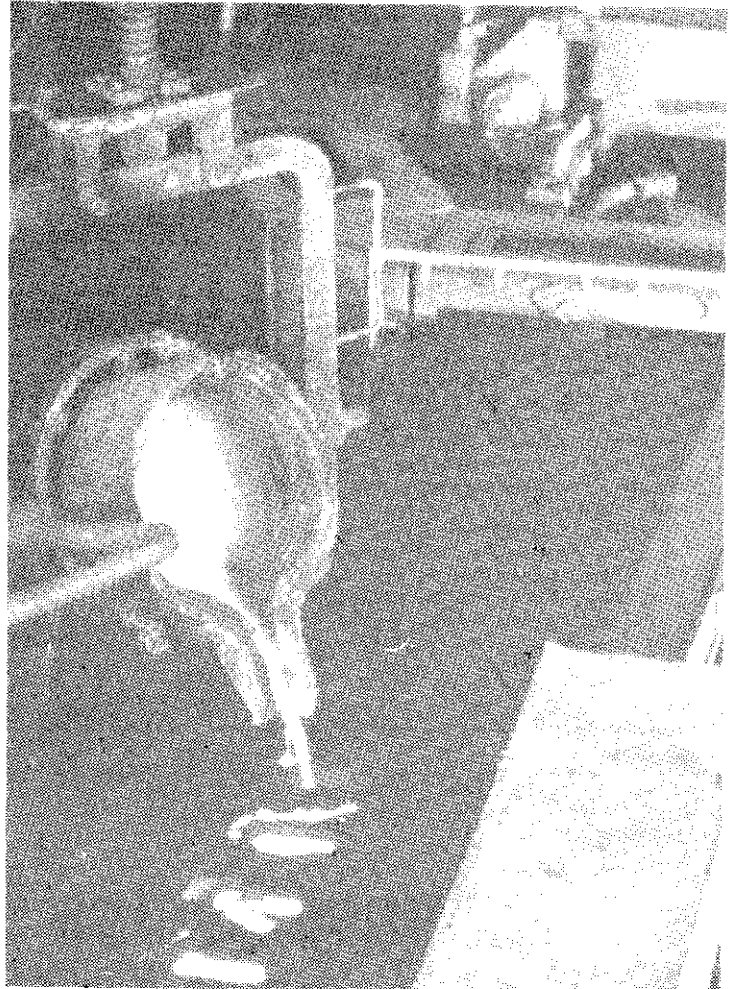
Valmistus ja myynti:



LEVANTO OY

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

TARJOAMME LAAJAN VALIKOIMAN NEUVOSTOLIITTOLAISIA VALIMOKONEITA



- muottimateriaalien valmistuslaitteita
- koneita ja automaattilinjjoja muottien ja keernojen valmistukseen
- valumuottien tyhjennyslaitteita ja valanteiden puhdistuslaitteita
- painevalukoneita vaakatasoisessa kylmäkammiossa tapahtuvaan puristusvaluun
- metallimuottivalulaitteita
- vaaka-akselisia keskipakoisvalu-koneita
- sulavamuottisia tarkkuusvalukoneita

Maahantuojat:

oy koneisto ab

Esterinportti 1,
00240 HELSINKI
puh. (90) 159 11, telex 121237

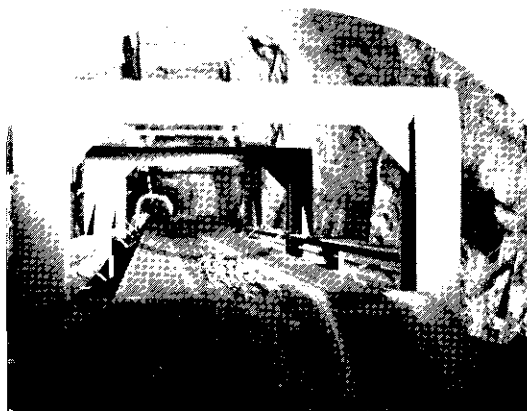
Vuoriteollisuuden suurhankkija

Asiantuntemusta

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

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

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



ALGOL

Eteläranta 8 • PL 170, 00131 Helsinki 13
Puhelin (90) 176631 • Telex 121430 algol sf

Tuotevalikoimaa

Algol ja vuoriteollisuus, metallurgia, prosessiteknikka. Tuotteissa on valinnanvara:

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

Tutkimuspalvelua ja erikoislouhintaa asiantuntemuksella

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



MYLLYKOSKI OY

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



Mineraalituotteita Prosessi Metallurgeille:

JECTOLIME

injektoitavat rikinpoistojauheet

FLOWLIME

reaktiiviset pintakuonat

PARCOVER

stabiilit peiteaineet

OY PARTEK AB
MINERAALIYKSIKKÖ
21600 PARAINEN

puh. (921) 742 111
telex 62220 pkpar

KEMIITTI -käyttöpaikalla valmistuva nestemäinen räjähdysaine

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

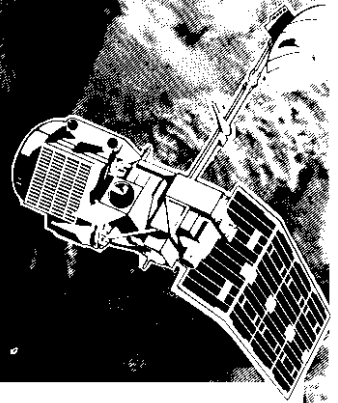


 **KEMIRA OY**
VIHTAVUOREN TEHTAAT

SUOMI AVARUUDESTA

Toim. Mikko Punkari

Avaruusajan kartasto - koko Suomi satelliittien ottamina loistavina värikuvina. Lisäksi runsain mitoin tietoja monista luonnon asioista, jotka teko-kuut näkevät aivan uudella tavalla. Iso koko, 176 sivua. Tilaa tällä ilmaisella kortilla hintaan 98 mk (sis. postikulut). Täysi palautusoikeus 7 vrk.



TILAAJAN NIMI JA OSOITE

Puhelintilaukset - tiedustelut - jäseneksi ilmoittautumiset - ym.

☎ 90-174 048



URSA

Tähtiteleellinen
yhdistys

Läivänvarustajank. 3
00003 HKI 300

Vastauslähetykset
HKI 10/14 Lupa 3518

URSA
maksaa
posti-
maksun

Tilaa vievät, öljyä paljon
kuluttavat kuivausrummut
ovat tarpeettomia.
Kosteuspitoisuuden saat nyt
suodattamalla alemmaksi kuin
koskaan ennen. Automaattisesti.

Energiaa säästävä **LAROX® PF** painesuodatin

11 vakiokokoa.
Suodatuspinta-ala 0,8—32 m².
Toiminta täysin automaattinen
— myös kakun poisto ja kankaan
pesu.

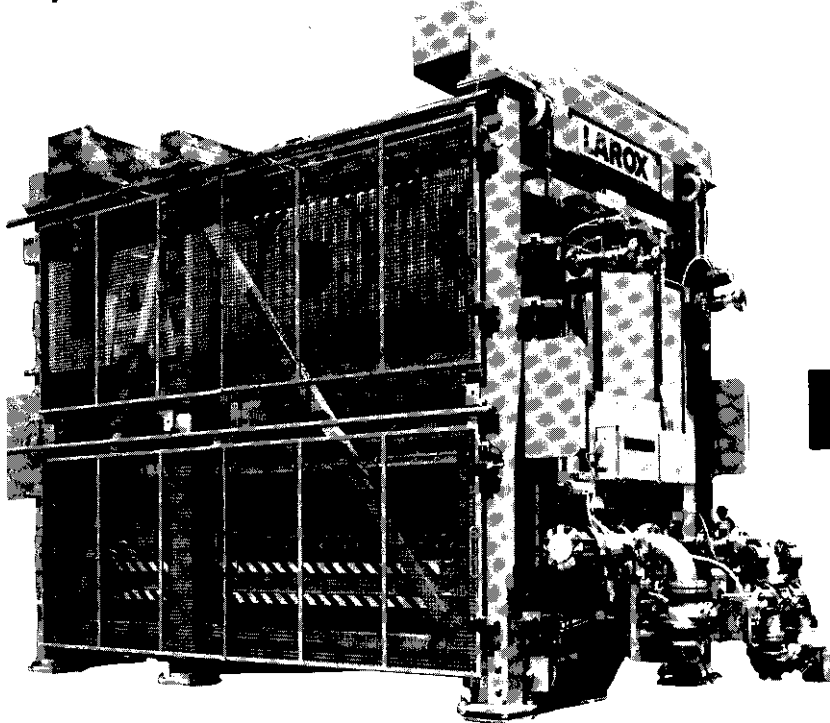
LAROX

Larox Oy,
PL 29, 53101 LAPPEENRANTA
Puh. (953) 117 60, telex 58233 larox sf



11 vakiokokoa.
Suodatuspinta-ala 35—200 m².
Täysin automaattinen toiminta.

Nyt voit automatisoida
suurten, alhaisen kiinto-
ainepitoisuuden omaavien
lietemasojen käsittelyn.
Samalla saat kosteuspitoisuu-
den alemmaksi kuin koskaan
ennen. Automaattisesti.

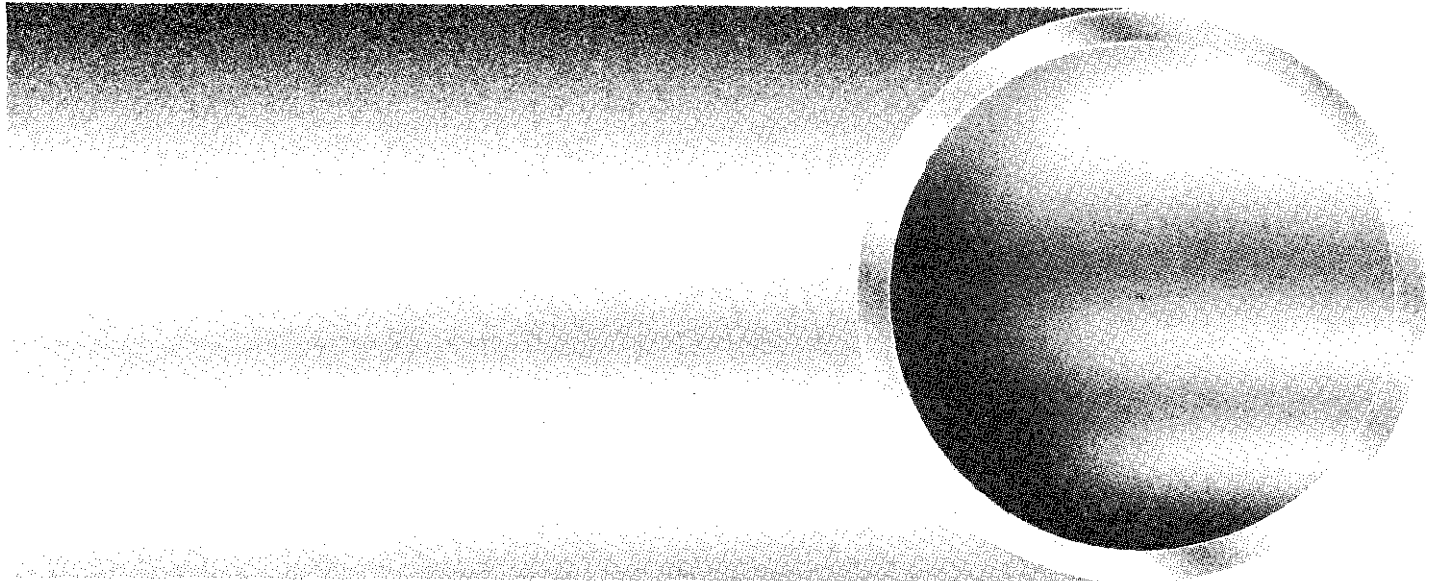


Energiaa säästävä **LAROX® CF** kammiosuodatin

LAROX

Larox Oy,
PL 29, 53101 LAPPEENRANTA
Puh. (953) 117 60, telex 58233 larox sf

KUN TERÄSPUTKI NÄYTTÄÄ SUURELTA. SE ON.



Teräsputkista et maksa turhia materiaalikustannuksia silloinkaan, kun virtaaminen vaatii suuren sisähalkaisijan, sillä seinämän vahvuutta ei jouduta juuri lainkaan lisäämään.

Rautaruukki Oy valmistaa teräksestä pituus- ja kierresaumattuja viemäri- ja vesijohtoputkia. Materiaalinsa ansiosta putket kestävät hyvin mekaanista rasitusta, esimerkiksi liikenteen tärinää. Teräsputket ovat katkeamattomia sekä kylmyyttä ja lämpöä sietäviä. Ne ovat keveitä ja myös helppo asentaa, koska mittavaliokimasta löytyy putki oikeaan paikkaan. Terästä.

Uudenaikaisin menetelmin tehty pintakäsittely estää korroosion. Esimerkiksi tärkeä hyvä juomaveden laatu varmistetaan. Raakaveden hankinta ja laadun säilyttäminen ovatkin entistä haastavampia tekijöitä tulevaisuuden vesihuollossa.

Rautaruukin teräsputket pitävät pintansa.



RAUTARUUKKI OY

Myynti ja tekninen
neuvonta
Oulun Keskuskonttori
Kiilakiventie 1
90250 Oulu 25

Postiosoite
Pl 217
90101 Oulu 10
puh. 981-327 711
telex 32109 steel sf

Mineraalista tuotteeksi

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

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

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

SALA

Ylinnä:

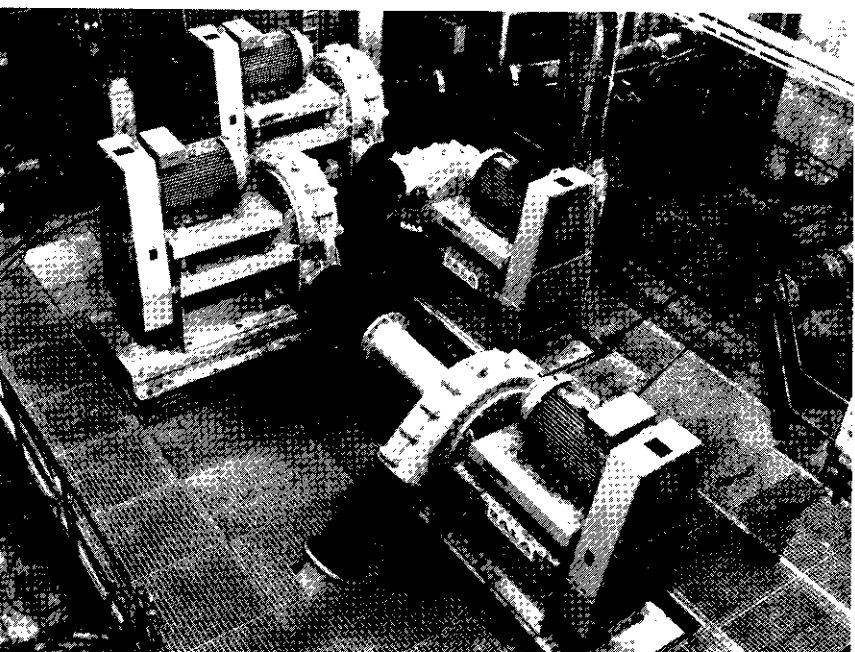
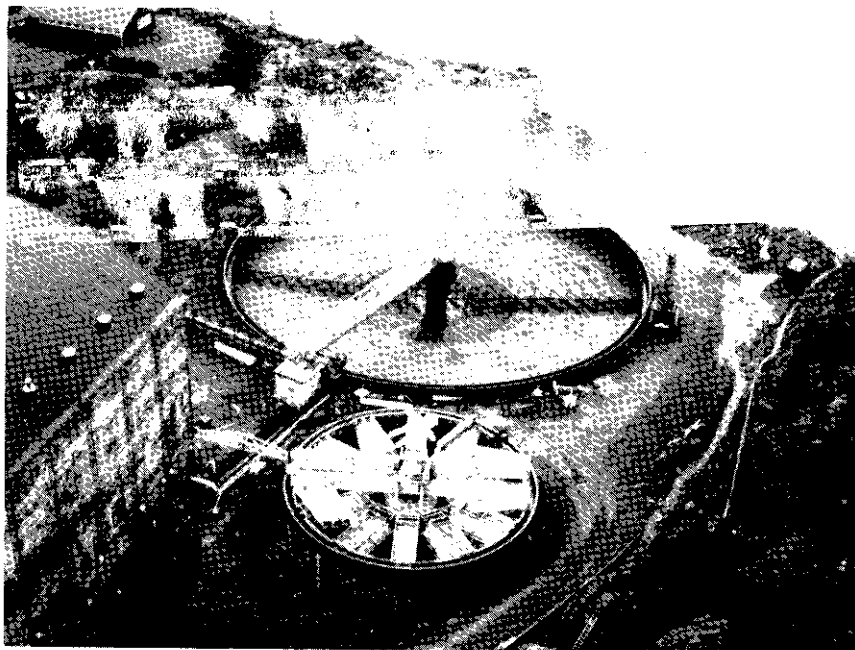
Kuva esittää kahta jätteen sakeutinta, jotka molemmat tekevät saman työn. Ylempi, konventionaalinen malli, on halkaisijaltaan 50 m. Sen sijasta etualalla näkyvä SALAn lamellisakeutin on halkaisijaltaan vain 21 m. Sen kahdestatoista lamellipaketista syntyy yhteensä peräti 2980 m² selkeytys/sakeutuspinntaa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

Keskellä:

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

Alinna:

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



TALLBERG
TALLBERG-SOFFCO TEKNIikka

Karapellontie 11, 02610 ESPOO 61, puh. (90) 594 011