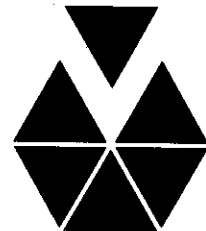
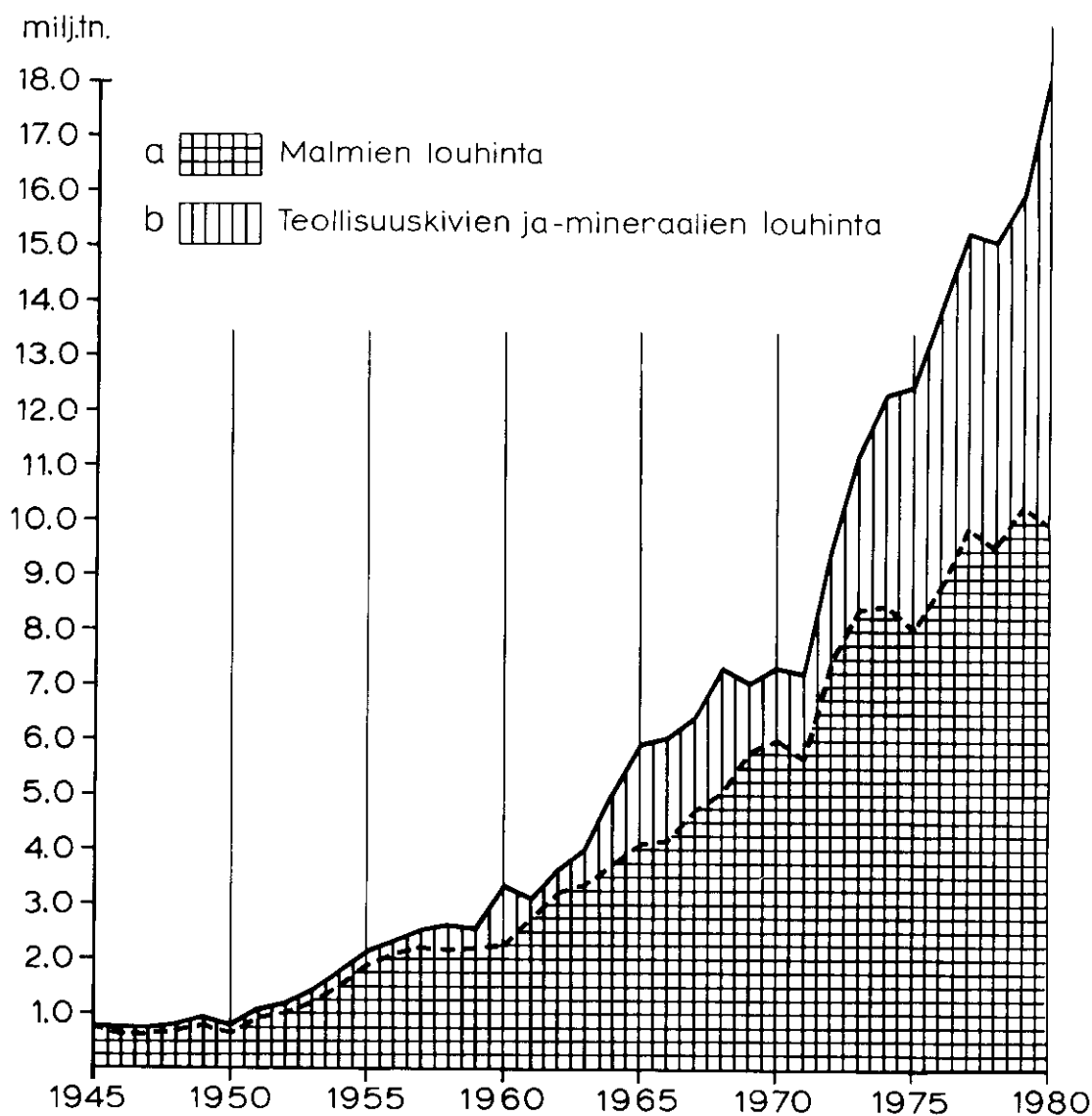


VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

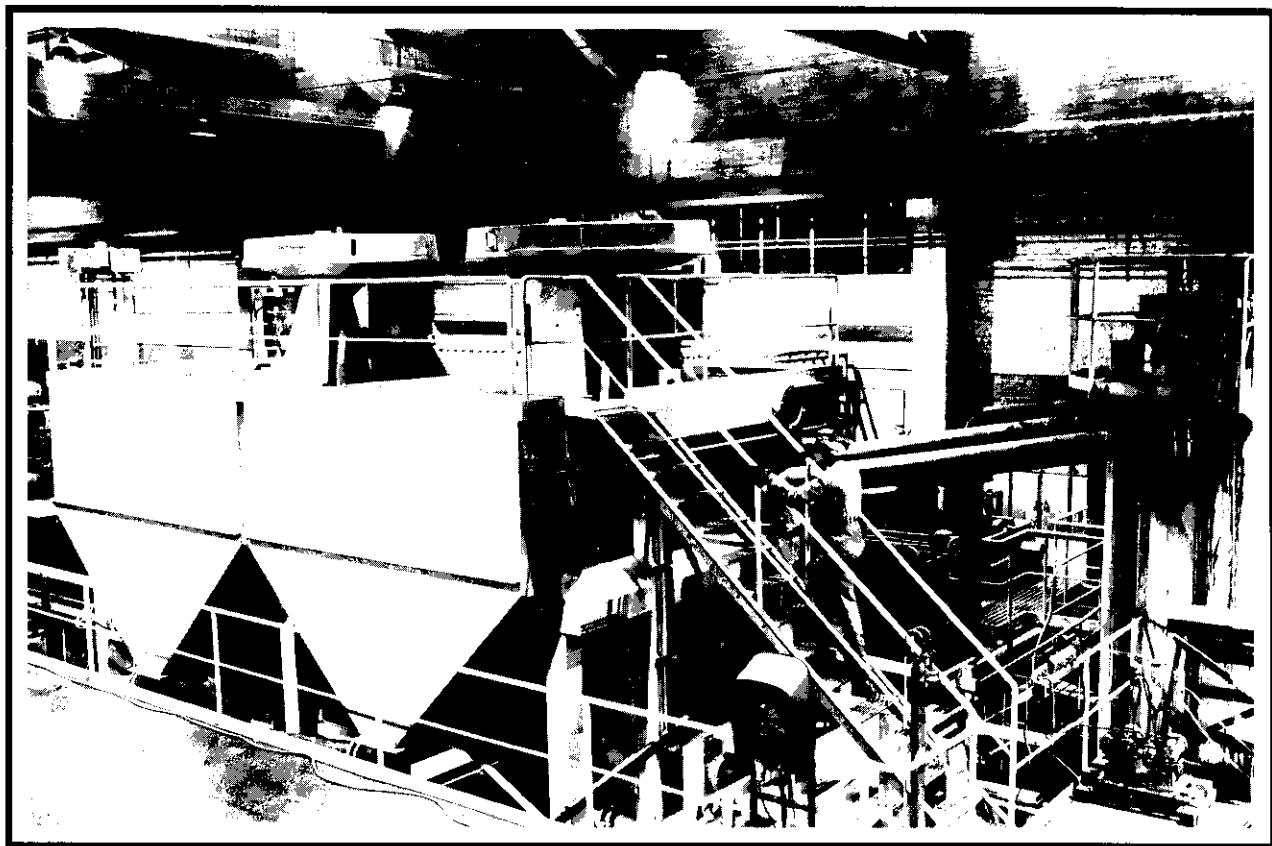


N:o 2 1982
40. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.



Vaahdottamon täydellinen varustus OUTOKUMMULTA



Outokummulla on pisin ja laajin suomalainen kokemus vaahdottamon suunnittelusta, tutkimuksesta, rakentamisesta ja käytöstä. Outokummun toimittamat rikastamoiden suuret vaahdotuskennot, prosessianalysaattorit ja automaatio ovat maailmanlaajuisessa käytössä. Outokummun tietämys ja tuotteet tunnetaan ja niihin luotetaan kaikkialla.

Laajasäätöiset vaahdotuskennot

Outokummun kennot ovat maailmankuuluja. Niiden kehitystyöhön lähdettiin jo vuonna 1958 ja 70-luvulla siirryttiin yhä suurempiin kennokokoihin. Outokummun suurin kenno OK-38 on tällä hetkellä kysytyin isokenno maailmassa. Se on vahvan luottamuksen osoitus. Suuren kennon edut pieneen verrattuna tulevat esiin suurina huoltokustannusten, energian ja reagenssien säästöinä. Lisäksi instrumentointi on paljon vähäisempää automatisoinnin yhteydessä isokennoisessa vaahdottamossa kuin vastaavilla pienillä kennoilla.

Ympäri maailman on käytössä lähes kaksituhatta Outokummun kennoa. Se kertoo laadusta.

Outokummun avainasema vaahdottamon suunnittelussa perustuu vankan käytännön kokemukseen: omien laitosten käyttämiin vaahdotuskennoihin, analysaattoreihin ja automaatioon.

Herkät ja nopeat analysaattorit

Vaahdottamon taloudellisen toiminnan yksi peruskivi on varma ja nopea prosessin analysointi. Outokumpu on suurin rikastamoiden prosessianalysaattoreiden valmistaja. Tällä hetkellä käytössä on Outokummun Fysiikan laitoksen kehittämiä jatkuvatoimisia röntgenanalysaattoreita jo 70 yksikköä 17 eri maassa. Outokummun tuotannossa on koko sarja röntgenanalysaattoreita: kannettavasta X-MET:istä 14-kanavaiseen COURIER 300:aan. X-MET, MINEXAN, COURIER-30 ja COURIER-300 -sarjassa on oikea analysaattori pieneen ja suureen vaahdottamoon.

Tulokellinen automaatio

Outokummun Procon 20/200 prosessin valvonta- ja ohjausjärjestelmä pitää vaahdottamon kustannukset kurissa ja saannin mahdollisimman hyvänä. Sen takeena on jo runsaan 20 vuoden järjestelmällinen automaation ja instrumentoinnin kehitystyö. Samoin kuin 28 Outokummun automatisoimaa rikastamo 12 eri maassa.

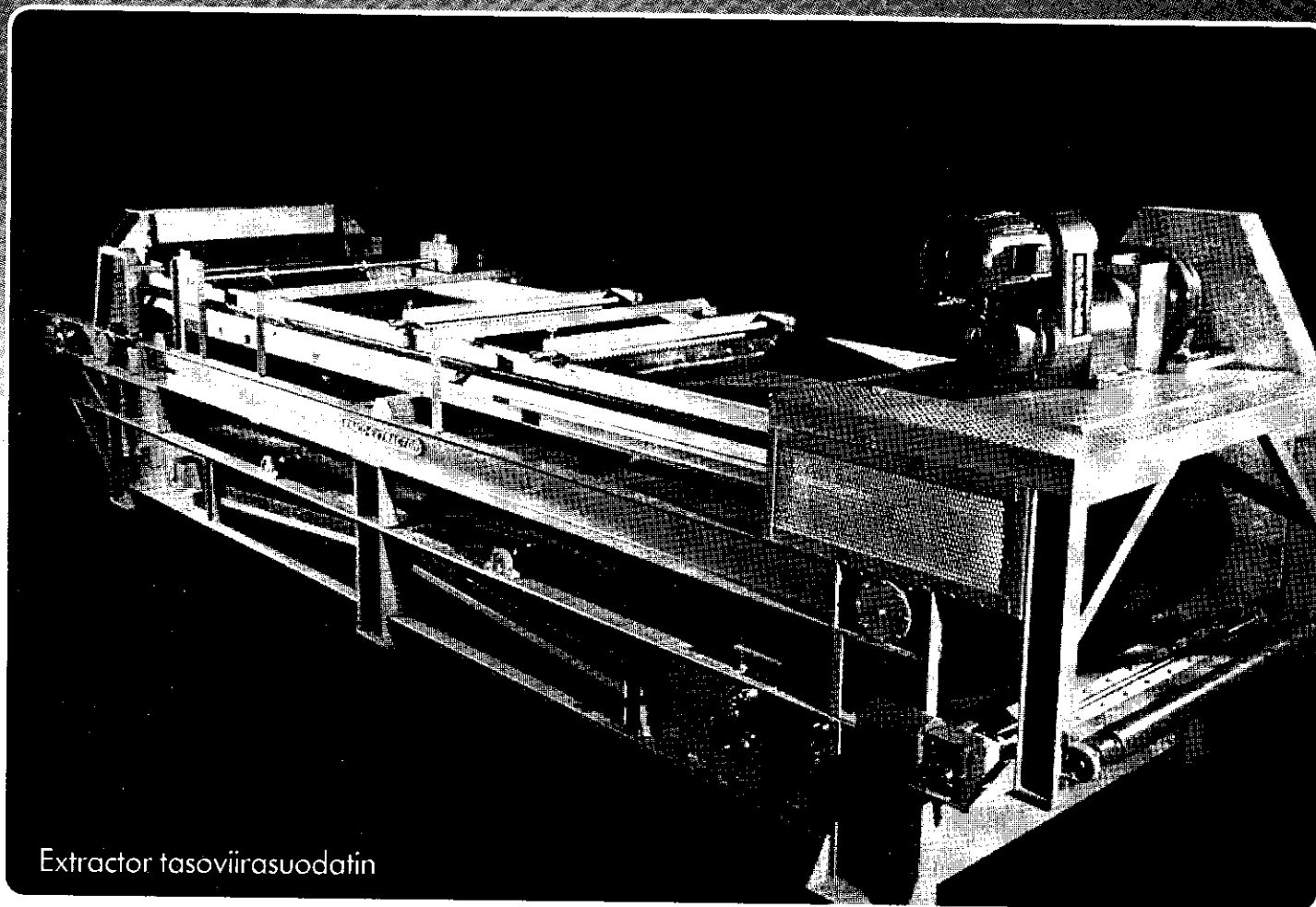
Procon-järjestelmä säätää prosessin ja antaa välittömästi raportit vaahdottamon käyttäjälle. Päätäjille tulostuvat lyhyen, keskipitkän ja pitkän aikavälin raportit vaahdottamon ja koko rikastamon toiminasta helpottamaan päätöksentekoa.

Outokumpu on luotettava vaahdottamon varustaja kaikkialla maailmassa. Tarvitsemasi lisätiedot saat Outokummusta.

 **OUTOKUMPU**

TEKNILLINEN VIENTI
PL 27 02201 Espoo 20 puh. 90-4211 telex 121053

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 lisensillä valmistamiemme laitteiden luotettavuudesta kertovat lukuisat referenssit kaivosteollisuudesta ympäri maailmaa.

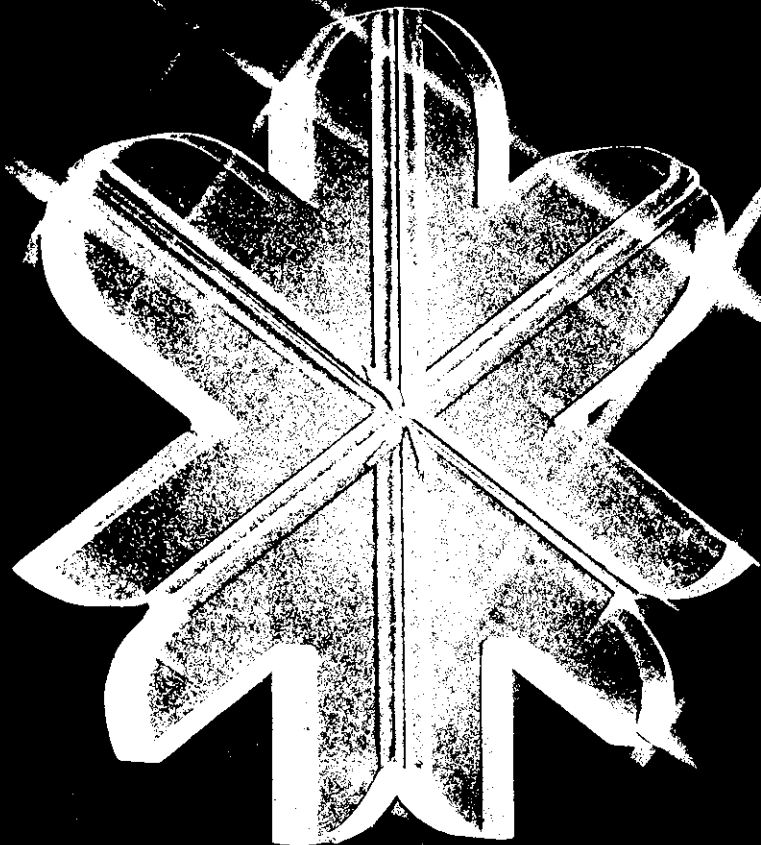


ENSO - GUTZEIT OY

KONEPAJARYHMÄ

PL 34, 57101 SAVONLINNA 10
PUHELIN 957-21936, TELEX 5613 enso sf

Suomalainen laadun tunnus.



*Tämä on Kemiran liike-
merkki. Kemira on
suuri suomalainen moni-
toimiyhtiö. Sen vuosivaih-
dosta on noin 40 % vienti-
tuloja.*

*Kemiran tärkeimpiä
vientimenestyksiä ovat vis-
koosikuidut, titaanidiok-
sidi Finntitan, lannoitteet,
räjähteet sekä tekninen
"know-how".*

*Nykyaikainen tuotan-
totekniikka sekä investoin-
nit tutkimustoimintaan ja
tuotekehittelyyn ovat taustana Kemiran menestymi-
selle kansainvälisillä mark-
kinoilla. Tämä merkki
edustaa kemian teollisuu-
den tutkittuja laatutuottei-
tä sekä kehittyvää tekno-
logiaa Suomessa ja maail-
malla.*



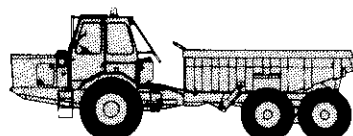
Suomalainen monitoimiyhtiö KEMIRA

PARANNA KANNATTA- VUUTTASI KOCKUMSIN ERIKOISKALUSTOLLA.

– Dumperit –

KOCKUM 414 B

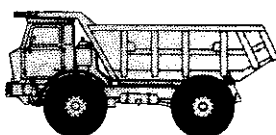
Kuormatila 12 m³
Kantavuus 20 t
Teho 155 kW
Nopeus 30 km/h



– Maansiirtoautot –

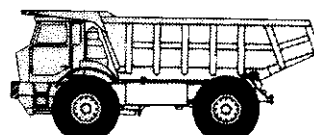
KOCKUM 425 B

Kuormatila 15 m³
Kantavuus 22,5 t
Teho 213 kW
Nopeus 56 km/h



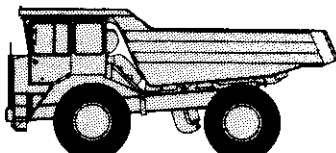
KOCKUM 442 B

Kuormatila 20,6 m³
Kantavuus 32 t
Teho 295 kW
Nopeus 59 km/h



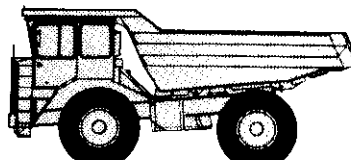
KOCKUM 540

Kuormatila 23 m³
Kantavuus 36,3 t
Teho 335 kW
Nopeus 65 km/h



KOCKUM 565

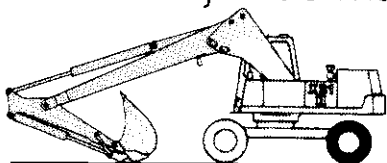
Kuormatila 40,4 m³
Kantavuus 59 t
Teho 496 kW
Nopeus 65 km/h



– Kaivu- ja kuormauskoneet –

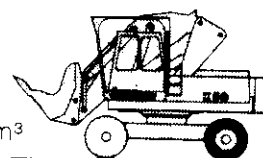
BRØYT X 21

Paino 12,5 t
Kauhan tilavuus 0,6 m³



BRØYT X 50

Paino 45 t
Kauhan tilavuus 4,0 m³



Kovissa urakoissa pärjää vain kovilla koneilla. Ja kone joka seisoo usein korjattavana, ei ole kannattava omistajalleen. Siksi sinun kannattaa siirtyä kestävään ja tehokkaaseen Kockums-kalustoon. Kockums saattaa olla ratkaiseva valttisi myös urakoista kilpaillessasi, sillä urakoiden antajat kiinnittävät tänään yhä enemmän huomiota kalustoosi. Soita tai tule käymään.

KOCKUMS INDUSTRI

Veromiehen teollisuusalue
01510 Vantaa 51. Puh. 90-826 355

TERÄSTÄ KAIKKIIN TARKOITUKSIIN.



TUOTTEET • yleiset rakenneteräket • nuorrutusteräket • hiietysteräket
jousiteräket • betoniteräket • raudoite-elementit • verkot • valssatut lan-
gat • vedetyt langat • hitsauslisäaineet • pultilangat • teräsvalut • naulat
kettingit • liukuesteketjut • lehti- ja kierrejouset • ratakiskot • tieterät • hark-
korauta

OVAKO Oy·Ab Imatra • Koverhar • Dalsbruk • Äminnefors • Jokioinen
Tehdasraudoite • Jousitehdas • Kettinkitehdas • Erikoisteräsvarasto • Pää-
konttori: Bulevardi 7, PL 790, 00101 Helsinki 10, puh. (90) 61 621.



OVAKO

SUOMALAISTA TERÄSTÄ

HOLVAUTUMAT AUKI KAIVOSPANOKSELLA.

Kaivospanos on ratkaisu kaivosten syöttökulujen ja louhosten vetoaukkojen holvautumiseen.

Kaivospanoksen teho perustuu räjäytettäessä panoksesta lentävän kuparimassan aiheuttamaan iskuun.

Kaivospanosten avulla korkeallakin olevat holvautumat voidaan avata nopeasti, helposti ja turvallisesti. Kaivospanos asetetaan jalustalle, suunnataan valosäteen avulla rikottavaan lohkareeseen ja räjäytetään sähköllä turvallisen etäisyyden päästä.

Kaivospanoksia on saatavana kolmea kokoa: 21,5 kg, 9,6 kg ja 3,2 kg. Kaivospanokset toimitetaan ladattuna aloitemassalla.



OY SICA AB

PL 27 00521 HELSINKI 52
puh. 90-140 911 telex 121715 lieto sf

PORAUSTYÖN AMMATTILAISELLE



KOMETA

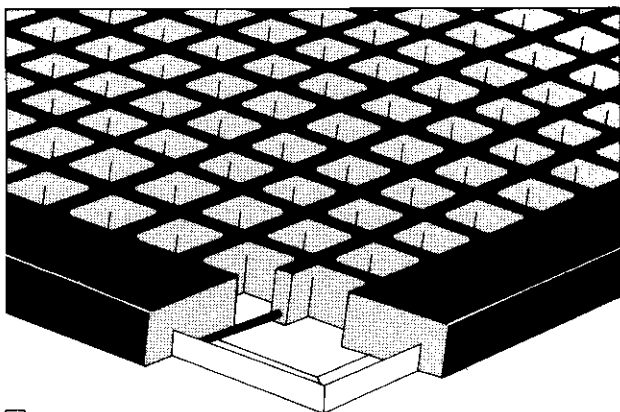
Suomalaisia kallioporia vuodesta 1951

OY AIRAM AB KOMETA

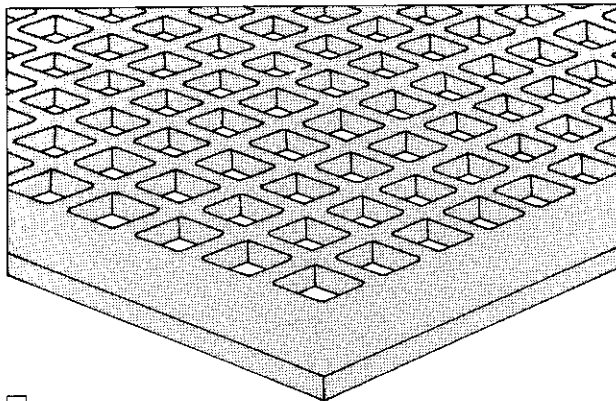
Palokärjentie 5 02660 ESPOO 66 puh. 90-514 066 telex 121257

Täydellinen valikoima kumisia ja muovisia seulakankaita

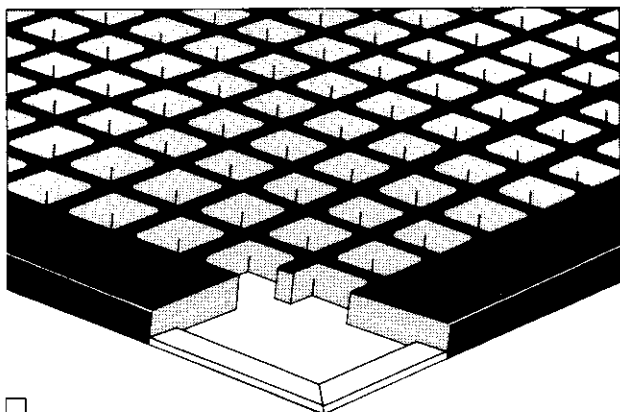
Trelleborgin joustavat seulakankaat ja seulaelementit on tarkoitettu sekä kuivaan että märkään seulontaan. Ne soveltuvat kaiken tyyppisille seuloille ja materiaaleille. Suuri valikoima lisätarvikkeita. Merkitse rasti ruutuun ja lähetä tämä ilmoitus meille niin saat paluupostissa haluamiasi lisätietoja.



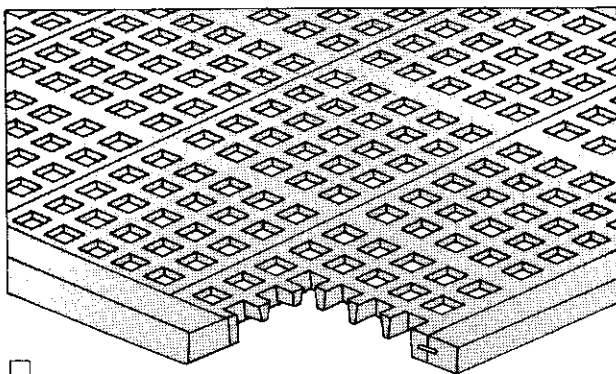
Trellflex SS karkeaseulontaan, kun raesuuruus on yli 65 mm. Kumiset seulaelementit, joissa reilu teräsvahvistus. Ei kaipa tukirautoja.



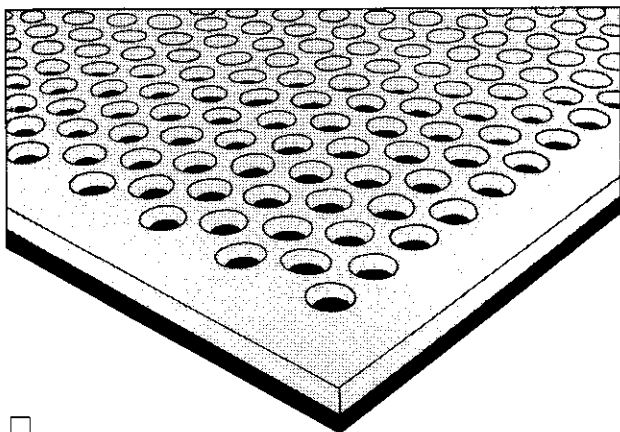
Trellan P on stanssattu seulakangas hienoon ja keskihienoon seulontaan. Valmistettu polyuretaanista kudovahvistuksin. Takaa hienojakoisimpienkin materiaalien tarkan seulonnan.



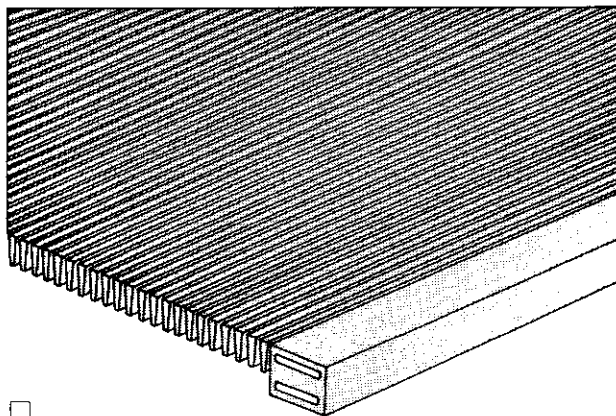
Trellflex US karkeaan ja keskikarkeaan seulontaan raesuuruksille 20–65 mm. Seulaelementit kudovahvisteista kumia. Teräsvahvistus ulkoreunoissa.



Trellan M, hienoon ja keskihienoon seulontaan tarkoitettuja muotoon valettuja seulaelementtejä. Valmistettu polyuretaanista. Poikkeuksellisen kestävä ja pitkäikäinen.



Trellcord-seulakankaat hienoon ja keskihienoon seulontaan. Kaksikerroksinen kumimateriaali, välissä kudovahvistus. Kehitetty Duenero-seulakankaista.



Trellslot, vedenpoistoon tarkoitettuja seulaelementtejä. Valmistettu polyuretaanista. Suuri ja tehokas vedenerotuspinta. Voidaan käyttää myös erittäin hienoon kuivaseulontaan.

Nimi _____

Yritys _____

Osoite _____

Puhelinnumero: _____



TALLBERG
vuorikoneet

Karapellontie 11, 02610 ESPOO 61, puh. 90-594 011



LUOTETTAVA TYÖPARI AVOLOUHOKSIIN JA MAANALAIISIIN KAIVOKSIIN

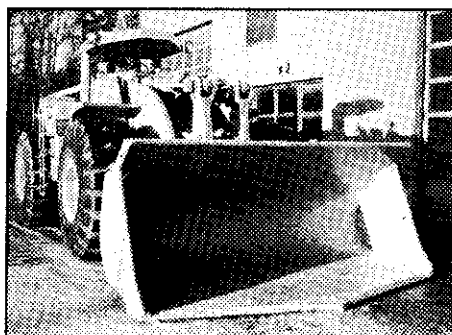


CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA & DJB KAIVOSDUMPPERI

Valitse alla olevista Sinun tarkoitukseesi parhaiten soveltuva työpari:

Dumpperi

DJB D25B	(22,7 t)
DJB D330B	(30 t)
DJB D35	(32 t)
DJB D350B	(32 t)
DJB D44	(40 t)
DJB D550	(50 t)



Kuormaaja

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

Kysy meiltä lisää näiden työparien kapasiteetistä sekä Witraktorin CAT PLUS palveluista, jotka edelleen kohottavat sijoituksesi kokonaisarvoa. Ota yhteys! Soita 90-826 311.



Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä.

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

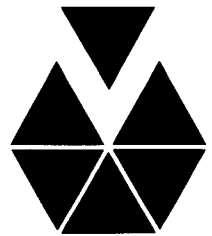


djb on D.J.B Engineering Limitedin tavaramerkki



HELSINKI - TAMPERE - OULU - ROVANIEMI
826 311 670 200 361 344 15 271

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 2 1982
40. vuosikerta

Julkaisija:
VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.
HALLITUS 26.3.1982

DI Olli Hermonen puheenjohtaja Rautaruukki Oy Keskuskonttori PL 217 90101 Oulu 10	981-327 711
TkT Krister Relander varapuheenjohtaja Esab Oy Kutomotie 13 00380 Helsinki 38	90-556 411
DI Georg Ehrnrooth Oy Lohja Ab 08700 Virkkala	912-41 511
DI Jorma Illi Rautaruukki Oy Otanmäen kaivos 88200 Otanmäki	986-86 256
DI Matti Kilpinen Rauma-Repola Oy Snellmaninkatu 13 00170 Helsinki 17	90-177 100
TkT Kalevi Kiukkola Kemira Oy Malminkatu 30 00100 Helsinki 10	90-440 281
DI Lauri Koivikko Ruskealan Marmorioy Louhen kaivos 58220 Louhi	957-54 151
DI Kristian Lobbas Oy Partek Ab 21600 Parainen	921-742 111
FT Pentti Rouhunkoski Outokumpu Oy Malminetsintä PL 27 02201 Espoo 20	90-4 211
DI Antti Tuomala Outokumpu Oy Porin Tehtaat PL 60 28101 Pori 10	939-26 111
TkT Kari Tähtinen Ovako Oy Ab Imatra 55100 Imatra 10	954-63 688
Yhdistyksen sihteeri: 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

SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

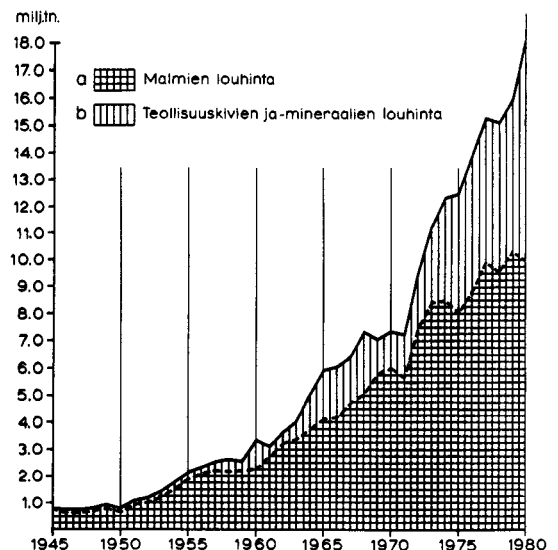
Aimo Mikkola: Outokumpu Oy 50-vuotta	109
L.K. Kauranne: Katsaus maamme malmivaroihin ja malminetsintään	110
Juhani Nuutilainen, Heikki Vartiainen: Sokli malminetsintätyömaana	115
Olavi Paatsola, Timo Pyykkö, Mauri Isokääntä: Otanmäen kaivos-geologian ja louhinnan suunnittelun tietojenkäsittelyprojekti	118
Heikki Niini: Kalliovarat ja kallioperän tutkimus	123
Aarre Juopperi, Tuomo Tuohino, Heikki Pitkänen: Rautaruukki Oy:n Laurinojan avolouhos	126
Antti J. Niemi, Sakari Kurronen, Hannu Kuopanportti: Vaahdottamon suunnittelu malleja ja tietokonesimulointia käyttäen	130
Nils-Göran Mattfolk: Katsaus nykyaikaiseen langanvalssaustekniikkaan	137
Ilmari Inervo: Valtakunnallinen kaivosmuseo Outokumpuun	145
Hannu Anttonen, Juhani Hassi: Oulun aluetyöterveyslaitoksen toiminta kaivos-, kaivannais- ja metallurgisessa teollisuudessa	146
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	152
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	152
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	153
Tutkimusvaltuuskunnan tiedotuksia	158
Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1981	161

Kansikuva:

(L.K. Kauranne, kuva 1)
Mineraalisten raaka-ainei-
den louhinnan kehitys Suo-
messä: a) metallimalmit b)
teollisuusmineraalit.

Cover:

(L.K. Kauranne, fig. 1)
The annual output of Finnish
mines: a) metallic ores b)
industrial minerals.



Geologijaosto
 FT Kauko Puustinen, pj. 90-46 931
 Geologinen tutkimuslaitos
 02150 Espoo 15

FM Maria Nikkarinen, siht. 971-164 411
 Geologinen tutkimuslaitos
 PL 237
 70101 Kuopio 10

Kaivosjaosto
 Prof. Raimo Matikainen, pj. 90-4566 206
 Teknillinen korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 Espoo 15

TkT Pekka Särkkä, siht. 90-4566 207
 Teknillinen korkeakoulu
 02150 Espoo 15

Metallurgijaosto
 DI Matti Palperi, pj. 90-6162 713
 Ovako Oy Ab
 PL 790
 00101 Helsinki 10

DI Nils-Göran Mattfolk, siht. 925-61 211
 Ovako Oy Ab, Dalsbruk
 25900 Taalintehdas

Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto
 Prof. Toimi Lukkarinen, pj. 90-4566 199
 Teknillinen korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 Espoo 15

DI Hannu Kemppinen, siht. 90-4 211
 Outokumpu Oy
 PL 27
 02201 Espoo 20

Tutkimusvaltuuskunta
 DI Timo Väyttä, pj. 984-41 250
 Outokumpu Oy
 Pyhäsalmen kaivos
 86900 Pyhäkumpu

Geologinen toimikunta:
 FM Esko Lundén, pj. 921-744 422
 Oy Partek Ab
 21600 Parainen

Kaivosteknillinen toimikunta:
 Prof. Raimo Matikainen, pj. 90-4566 206
 Teknillinen korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 Espoo 15

Rikastusteknillinen toimikunta:
 DI Risto Rinne, pj. 90-46 911
 Ekono Oy
 Tekniikantie 4, Otaniemi
 PL 27
 00131 Helsinki 13

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien
 sihteeri:
 DI Anneli Salonen 982-85 381
 Outokumpu Oy
 Vihannin kaivos
 86440 Lampinsaari

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen:

Päätoimittaja — Editor-in-Chief:

Prof. Martti Sulonen 90-4566 147
 Teknillinen korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 Espoo 15

Toimittaja — Editor:

DI Seija Poitsalo 90-4566 204
 Teknillinen korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 Espoo 15

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

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 982-301
 Rautaruukki Oy
 Rautatehdas
 92170 Raahensalo

TkT Kalle Hakalehto 931-32 400
 Oy Tampella Ab
 Keskushallinto
 33100 Tampere 10

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387
 Geologinen tutkimuslaitos
 02150 Espoo 15

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

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

DI Pekka Sundqvist sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister. Om er adress, arbetsuppgift eller tjänst har ändrats, anländer vi om ändringsanmälan, helst skriftligt, till "Nytt om medlemmarna" spalten.
 Adr.: Rautaruukki Oy, PB 217, 90101 Oulu 10, tel. 981-327 711.

Ilmoitushinnat:

Kansisivut 2 600:—, muut sivut 2 100:—
 1/2 s. 1 450:—, 1/4 s. 950:—, väri 800:—
 Vuosikerta 40:—, ulkomaille 50:—
 Irtonumero 20:—

Outokumpu Oy 50-vuotta

Vuosi 1982 on merkkipäivä Suomen vuoriteollisuuden lyhyessä historiassa. Tänä vuonna on kulunut 50 vuotta Outokumpu Oy:n perustamisesta. Yhtiön tausta on toki lähes kaksikymmentä vuotta pitempi, sillä kaivostoiminta v. 1910 löydettyssä Outokummun malmiesiintymässä alkoi jo v. 1913. Ensimmäiset 15 vuotta olivat kuitenkin opettelemisen ja kehittämisen aikaa. Vasta v. 1928 kaivos oli valmis toimimaan aikansa tehokkaana tuotantoyrityksenä, joka v. 1932 muodostettiin valtiotienemmistöiseksi osakeyhtiöksi.

Suomen vuoriteollisuuden kehitys liittyy läheisesti Outokumpu yhtiöön. Yhtiön perustamisajankohdan maastamme puuttui lähes täydellisesti kaiventason alan ammattikoulutus. Suurin puute oli korkeakoulutasoisesta teknisestä henkilökunnasta. Outokumpu Oy perusti v. 1937 Outokumpu Oy:n Säätiön, jonka yhtenä tehtävänä oli tukea alan opettaja- ja tutkijakoulutusta. Tähän mennessä mm. lähes kaikki korkeakoulun vuoriteollisuusosaston professorit ovat olleet joko Säätiön stipendiaatteina tai Outokumpu Oy:n palveluksessa. Samaan aikaan Teknillisessä korkeakoulussa alkanut vuorinsinööri koulutus on saanut Outokumpu Oy:n Säätiöltä tukea, joka on ulottunut professoreista opiskelijoihin. Tuki on ulottunut myöskin geologien ja muiden alan ammattihenkilöiden koulutukseen maamme korkeakouluissa ja yliopistoissa.

Outokumpu Oy:n jo 1930-luvulla alkanut määrätietoinen koulutus ja tutkimuksen tukeminen ovat johtaneet erinomaisiin tuloksiin kaikilla yhtiön toimintasektoreilla. Yhtiön oma malminetsintä toimii koko valtakunnan alueella ja viime vuosina ulkomaillakin. Se käyttää moderneimpia menetelmiä ja laitteita, joita omat laitokset kehittävät. Kaivostoiminnan tehokkuudesta ovat osoituksena uudet louhintamenetelmät ja mineraalitekniikan laitteet, jotka ovat luoneet mahdollisuuden taloudellisesti louhia pienehköjä ja köyhiäkin malmiesiintymiämme. Yhtiön hankkima kaivosalan tieto-taito on kilpailukelpoinen maailmanlaajuisesti.

Kansainvälisesti kaikkein merkittävin on Outokumpu Oy:n panos maamme metallurgisen teollisuuden kehittämisessä. Pula sähköenergiasta viime sotien jälkeen antoi impulssin liekkisulatusmenetelmän kehittämiselle. V. 1949 otettiin käyttöön Harjavallan sulatossa ensimmäinen liekkisulatusuuni. Se loi pohjan tämän hetken kansainväliselle toiminnalle, tekni-

selle viennille, joka kattaa kaivos- ja metallurgisen teollisuuden prosessien, teknisen tiedon, suunnittelun, automatisoinnin, laitteiden ja kokonaisten laitosten myynnin.

Kompleksisten malmien jalostaminen on tehnyt Outokumpu Oy:stä monimetallirytyksen. Perinteisen kuparin rinnalle ovat tulleet sinkki, nikkeli ja koboltti sekä lukuisa joukko sivutuotteina saatavia metalleja. Viimeisin saavutus on kromiitin jalostaminen ferrokromiksi ja edelleen jaloteräkseksi. Viennin ohella metallien jalostustuotteet yhtiön piirissä antavat hyvän pohjan eri alojen kotimaiselle jatkoiteollisuudelle.

Vuorimiesyhdistyksen perustaminen v. 1943 liittyy Outokumpu Oy:n johdon näkemukseen vuoriteollisuutemme edistämiseksi lähentämällä sen piirissä toimivia henkilöitä ja valvomalla heidän etujaan yhdistyksen kautta. Vuorineuvos Eero Mäkinen, Outokumpu Oy:n toimitusjohtaja, valittiin yhdistyksen ensimmäiseksi puheenjohtajaksi, jota tehtävää hän hoiti 10 vuotta aina kuolemaansa saakka. Alkuvuosina Vuorimiesyhdistystä kehitettiin suurelta osin Outokumpu Oy:n myötävaikutuksella. Tämä positiivinen suhtautuminen on jatkunut koko kuluneen lähes 40 vuoden ajan. Eero Mäkisen lisäksi yhdistyksen tähän mennessä 12 puheenjohtajasta neljä on ollut outokumpulaisia ja kaksi muuta palvelleet yhtiötä jossakin elämänsä vaiheessa. Yhtä selvästi Outokumpu Oy:n merkitys Vuorimiesyhdistyksen toiminnassa näkyy myöskin jäsenten työnantajana. Viime vuoden tilaston mukaan n. 1/3 yhdistyksen jäsenistä oli Outokumpu Oy:n palveluksessa tai jäänyt eläkkeelle sieltä.

Vuorimiesyhdistys on saanut aina kokea maamme nykyaikaisen vuoriteollisuuden perustajan myötämielisyyttä. Luke mattomat ovat ne kokoukset ja retkeilyt, joita yhdistys on saanut pitää Outokumpu Oy:n tiloissa ja tukemana. Kun yhdistys on tarvinnut asiantuntevaa ja arvovaltaista apua ohjelmansa toteuttamisessa, siihen on aina suhtauduttu positiivisesti.

Vuorimiesyhdistys toivottaa kiitollisuutta tuntien Outokumpu Oy:lle jatkuvaa menestystä maamme vuoriteollisuuden kehittäjänä ja vuorimiesten ammatillisten pyrintöjen suurenmoisena tukijana.

Aimo Mikkola

Katsaus maamme malmivaroihin ja malminetsintään

Ylijohtaja L.K. Kauranne, Geologinen tutkimuslaitos, Espoo

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 26.3.1982

Kauppa- ja teollisuusministeriön vuosittain julkaisemien tilastojen mukaan (kts. U.J. Salo, Tilastotietoja vuoriteoll:sta v. 1981, s. 161—162) on metallimalmien louhinta viimeisten 10 vuoden aikana kasvanut 6 milj. tonnista 10 milj. tonniin ja kaikkien kaivostemme hyötykiven yhteisnosto 11 milj. tonnista 18,5 milj. tonniin (kuva 1, taulukot 1 ja 2). Kasvu on ollut rajua ja se näyttää joidenkin malmien osalta jatkuvan, sillä Kemira Oy on nostamassa huomattavasti louhintamääriään Siilinjärvellä, Rautaruukki Oy on aloitellut louhintaa Laurin-
ojalla ja Outokumpu Oy tutkii mahdollisuuksia avata kaivos Laukun-
kankaalla. Nämä yhdessä merkinnevät noin 8 milj. tonnin lisäystä vuosittaisiin louhintamääriin.

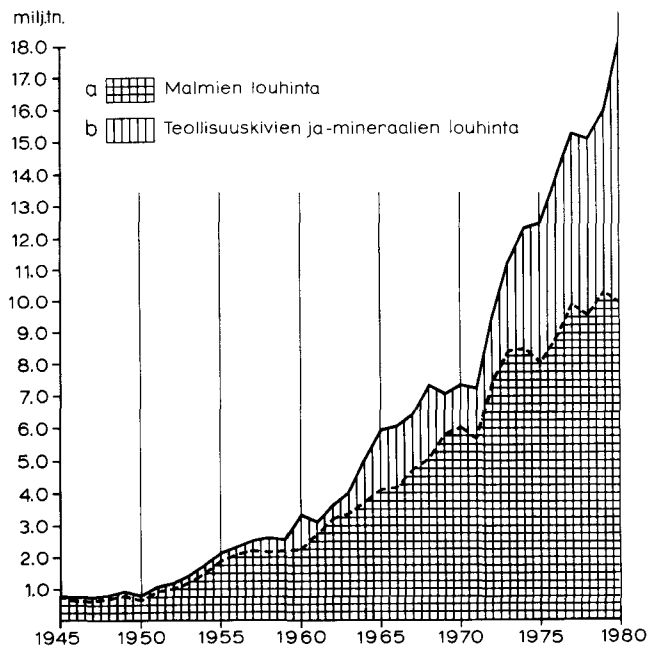
Maamme metalliteollisuuden tuotanto kuitenkin ylittää monien metallien kohdalla kaivostemme tuotannon (taulukko 3).

Useiden kaivostemme tuotanto on suunniteltu sellaiseksi, että inventoidut malmivarat saadaan louhituksi noin 20 vuodessa. Koska monet inventaarioista ovat olleet suhteellisen oikeita, niin värillisten metallien kaivosten elinaika alkaa loppua. Parin vuoden sisällä lopetetaan toiminta Luikonlahdella, Mustavaarassa, Virtasalmella ja Vuonoksessa, lähivuosina myöskin Hammaslahdessa, Keretissä ja Kotalahdessa sekä

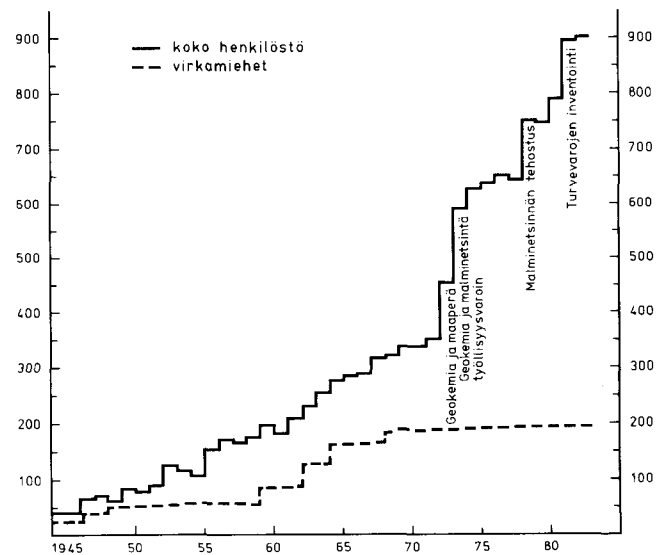
vuosisadan vaihteeseen mennessä myös Hituran ja Vammalan kaivoksilla. Tämä merkitsee lähes 6 milj. tonnin vähennystä vuosilouhinnassa ja kohtalokasta vähennystä kotimaisen koboltti-, kupari-, nikkeli- ja sinkki- sekä vanadiinirikasteiden saantiin. Uusia värillisten metallien malmeja olisi kiireesti löydettävä.

Heti sotien jälkeen Geologisen tutkimuslaitoksen resurssi- ja lisättiin (kuva 2). Outokumpu Oy ja Otanmäki Oy aloittivat malminetsinnän 1950-luvulla ja tuolloin toimivat aktiivisesti myös yksityiset malminetsintäyhtiöt Malmikaivos Oy ja Malminetsijä Oy. Malmeja löydettiin ja kaivoksia avattiin. Vuonna 1945 oli toiminnassa 5 metallimalmikaivosta ja 1960—1970-luvuilla meillä oli, kuten nytkin, samanaikaisesti toiminnassa noin 15 metallimalmikaivosta. 1950- ja 60-luvuilla löydettiin suunnilleen yksi uusi taloudellisesti louhittava esiintymä vuosittain, löydettyjen malmimäärien korvatesa runsaasti pois-louhitun malmin määrän. 1970-luvulla ei enää oltukaan yhtä onnekkaita.

Tällaiseen kehitykseen on useita syitä. Ensinnäkin, vaikka metallien hinnat ovat jyrkästikin vaihdelleet poliittisten tilanteiden myötä, niin keskiarvohinta on ollut selvästi laskussa.



Kuva 1. Mineraalisten raaka-aineiden louhinnan kehitys Suomessa: a) metallimalmit b) teollisuusmineraalit.
Fig. 1. The annual output of Finnish mines: a) metallic ores b) industrial minerals.



Kuva 2. Geologisen tutkimuslaitoksen henkilökunnan kasvu sekä eräiden toimintojen hyppäksenomainen tehostus.
Fig. 2. The increase in the number of staff at the Geological Survey. The steplike increases are due to soil and geochemical mapping in 1972—1973, intensified exploration of metallic ores in 1978, and the inventory of peat resources in 1981.

Taulukko 1. Tietoja toimivista malmikaivoksistamme.
Table 1. Statistics on ore mines in operation in Finland.

Kaivos	Päätuotteet	Malmia nostettu milj. tonnia		Toiminta-aika-arvio	Haltija
		v. 1980	1.1.1981 mennessä		
Mustavaara	V	1,56	6,16	1976—1983	Rautaruukki Oy
Otanmäki	V, Fe, TiO ₂	1,48	27,09	1952—	— " —
Rautuvaara	Fe	1,25	5,71	1974—	— " —
Vihanti	Zn, Cu	0,93	15,02	1954—	Outokumpu Oy
Pyhäsalmi	Cu, Zn, S	0,85	15,13	1962—	— " —
Kemi	Cr	0,57	5,90	1967—	— " —
Keretti	Cu, Zn, Co, S	0,51	26,13	1913—1988	— " —
Vuonos	Cu, Zn, Co	0,49	9,11	1971—1984	— " —
Kotalahti	Ni, Cu	0,48	9,50	1959—1987	— " —
Hitura	Ni, Cu	0,45	3,69	1970—1991	— " —
Luikonlahti	Cu, Zn, Co, S	0,39	5,92	1968—1983	Myllykoski Oy
Hammaslahti	Cu	0,38	3,15	1972—1986	Outokumpu Oy
Vammala	Ni, Cu	0,32	1,18	1975—1991+	— " —
Virtasalmi	Cu	0,30	3,34	1966—1983	— " —

Taulukko 2. Tietoja eräistä teollisuusmineraalikaivoksistamme.
Table 2. Statistics on industrial mineral mines in Finland.

Kaivos	Päätuotteet	Hyötykiven louhinta 1000 t v. 1980	Haltija
Siilinjärvi	apatiitti, kalsiitti	1 952	Kemira Oy
Parainen	kalsiitti	1 864	Oy Partek Ab
Ihalainen, Lappeenranta	kalsiitti, wollastoniitti	850	— " —
Tytyri, Lohja	kalsiitti	820	Oy Lohja Ab
Lahnaslampi, Sotkamo	talkki, Ni	332	Yht. Paperitehtaat Oy
Polvijärvi	— " —	294	Oy Lohja Ab
Mustio, Karjaa	kalsiitti	278	— " —
Äkäsjoensoo, Kolari	— " —	248	Oy Partek Ab
Ruokojärvi, Kerimäki	— " — , dolomiitti	241	Ruskealan Marmori Oy
Kalkkimaa, Tornio	dolomiitti	218	Rauma-Repola Oy
Kinahmi, Nilsjä	kvartsiitti	180	Oy Lohja Ab
Ryytimaa, Vimpeli	dolomiitti	173	Oy Partek Ab
Otamo, Siikainen	— " —	171	— " —
Kemiö	maasälpä, kvartsi	169	Oy Lohja Ab
Ankele, Virtasalmi	dolomiitti	144	Oy Partek Ab
Förby, Särkisalo	kalsiitti	133	Oy Lohja Ab
Sipoo	— " — , dolomiitti	132	K. Forsström Oy
Repovaara, Polvijärvi	talkki, Ni	63	Oy Lohja Ab

Esimerkiksi kuparin hinta oli Lontoon metallipörssissä v. 1971 noin 4,5 mk/kg, vuonna 1980 se oli 8 mk/kg, mutta v. 1971 rahaksi laskettuna tämä vastasi vain 3 mk/kg. Vastaavasti sinkin hinta 1971 oli 1,5 mk/kg, 1980 se oli 3 mk/kg vastaten 1 mk/kg vuoden 1971 rahassa. Löydettävien malmien tulisi nykyään olla pitoisuuksiltaan vähintään 1,5—2 kertaa rikkaampia kuin 1960-luvun lopulla, jotta kaivos voitaisiin avata. On luultavaa, ettei esimerkiksi Hammaslahden, Hituran, Korsnäsin, Kylmäkosken ja Virtasalmen kaivoksia olisi avattukaan, jos malmit olisi löydetty vasta 1970-luvulla. Nämä malmit olisivat reservissä, kuten mm. Pahtavuoman kupari- ja uraani-, Aittojärven molybdeenin-, Riihilahden kupari-, Säviän kupari-, Seinäjoen antimoni- ja tina-, Nummi-Pusulan kiusallista kiinnostusta herättänyt uraanimalmi sekä Atun lyijymalmi ovat nyt.

Tunnettuja myös useita teollisuusmineraaliesiintymiä, jotka ovat lähes malmien luokkaa. Kontiolahdella on mittava kyaniittiesiintymä ja Puolangalla tunnetaan hyviä kaoliini-esiintymiä. Teollisuusmineraaliesiintymien käyttömahdollisuuksia tutkivat Lohja Oy ja Partek Oy. Aivan uutena hyötymineraalina, jonka hyväksikäyttöä olisi tutkittava, voi mainita

Taulukko 3. Maamme metalliteollisuustuotantoa 1980.
Table 3. Production in the Finnish metallurgical industry 1980.

	Tonnia	Omavaraisuus, noin	Hinta, noin
Raakarautaa malmista	2 000 000	40 %	
Terästä romusta	320 000		
Sinkkiä	147 000	50 %	3 mk/kg
Jaloteräsaihoita	93 000		
Ferrokromia	53 000	100 %	2 mk/kg
Kuparia	41 000	80 %	8 mk/kg
Nikkeliä	13 000	50 %	28 mk/kg
Vanadiinipentoksia	5 000	100 %	25 mk/kg
Kobolttia	1 200	65 %	200 mk/kg

Metallitehtaittemme kapasiteetti on siis joidenkin metallien kohdalla huomattavasti suurempi kuin kaivostemme rikastetuotanto.

grafiitin, jota maassamme runsaasti esiintyvät mustaliuskeet sisältävät. Hiilirikkaimmat mustaliuskeet, kuten Kiihtelysvaaraassa tavattu 37 % amorfista hiiltä sisältävä kivi, kelvannevat poltettavaksi sellaisenaan, ja jättekivestä voi valmistaa vaikkapa kevytbetonia. Kiihtelysvaaran kivi on sitäpaitsi lähes rikkipaata, eikä sen polttaminen aiheuttane pahempia ympäristöhaittoja.

Maassamme tunnetaan myös monia suhteellisen suuria, mutta malmiksi liian köyhiä mineralisaatioita. Sellaisia on kuitenkin voitu ottaa käyttöön silloin, kun niissä on useampaa lajia talteenotettavaa. Uutta aluevaltausta kaivostoiminnassa merkitsevät Lahnaslammen, Polvijärven ja Repovaaran kaivokset, joista louhitaan talkkia paperiteollisuutemme tarpeisiin, minkä ohessa niiden sisältämä nikkeli otetaan talteen arvokkaana sivutuotteena.

Samaan suurten, mutta olosuhteisiin nähden liian köyhien malmien luokkaan voimme lukea Rautaruukki Oy:n tutkiman Soklin suuren karbonaattiesiintymän, jossa on mm. 115 milj. tonnia fosforimalmia (16—17 % P₂O₅) ja lisäksi niobia ja hiukan uraania. Lähempänä rannikkoa tai rautatietä sitä kai jo louhittaisiin. Koitelaisen ehkä yli 400 milj. tonnia sisältävää mutta vain 1,3 m paksua kromimalmiota (21—23 % Cr₂O₃) tutkitaan toivossa, että sieltä löytyisi platinarikas kerros, jolloin taloudellisuuskalkelmat muuttuisivat positiivisiksi.

Sotkamon Talvivaaran 300 milj. tonnia sisältävän kiisupitoisen mustaliuskeen (0,53 % Zn, 0,26 % Ni, 0,14 % Cu sekä 10 % grafiittia) rikastuskokeilu jatkui Outokumpu Oy:n toimesta. Jos metallit onnistuttaisiin saamaan keskim. 80 %:sti talteen, tuottaisi kaivos 10 milj. tonnin vuosilouhinnalla 42 000 t sinkkiä, 21 000 t nikkeliä ja 11 000 t kuparia sekä 800 000 t grafiittia.

Ohuiden malmilaattojen louhinta on hankalaa — se ja suurten laihojen malmien rikastaminen vaatii aivan uutta tekniikkaa. Suomalainen insinööri on ratkaissut vanadiinin talteenoton Otanmäestä, ferrokromin valmistamisen Kemian malmista, Siilinjärven apatiittimalmin ja talkkiesiintymiemme hyödyntämisen pulmat ja monta muuta yhtä vaikeaa tehtävää. Uskon, että lähiaikoina myös sulfidipitoisen mustaliuskeen hyväksikäyttö voidaan alkaa. Tämä on maallemme tärkeää, sillä Sotkamon Talvivaaran kaltaisia esiintymiä löydämme lisää.

Toinen syy, joskaan ei yhtä yksinkertainen kuin hintojen ja energiakustannusten kehitys, mutta ehkä useammin esitetty, on se, että 1950- ja 60-luvulla löydettiin kaikki ”helpot” malmit. Maamme tällä vuosasadalla louhituista noin 35 malmista ainakin 15 on löytynyt kansannäytteen, useimmiten malmpitoisen irtolohkareen, käynnistämien etsintätoimien perusteella. Lisää lohkaraita on etsitty maastosta, ja niiden muodostaman viuhkan kärjestä on, jos on oltu onnekkaita, löydetty niiden emäkallio. Yleensä etsintä edellyttää geofysikaalisia ja geokemiallisia tutkimuksia, kaivauksia ja timanttikairauksia.

Useimmiten löydetty emäkallio on kuitenkin osoittautunut liian pieneksi ja metallipitoisuuksiltaan liian laihaksi kelvataksaan taloudellisesti louhittavaksi malmiksi. Geologisen tutkimuslaitoksen tietokantaisessa malmiaihereksterissä, jossa tosin eivät vielä edes ole kaikki maastamme löytyneet malmilohkareet, on yli 5 000 malmilohkareita ja näistä useimpien emäkallio on vielä löytymättä. Siis ”helppoja” ainoastaan irto- ja maakerroksen peittämiä malmeja on edelleen löydettävissä.

Vaikeammin löydettäviä ovat sellaiset malmit, joista lähteneet lohkaraita ovat rapautuneet möyhyksi. Erityisesti Lapissa, missä mannerjää ei ole kuluttanut kallioperän pinnalta kaikkea esijääkaudesta rapautumakerrosta pois, on alueita, missä malmilohkareita ei ole ollutkaan, koska emäkallion pintakerros on ollut pehmeäksi rapautunutta. Tällaisten malmien löytäminen on mahdollista vain hyvin tiheällä geokemiallisella tai geofysikaalisella kartoituksella. Vielä vaikeammaksi käy sellaisten malmien löytäminen, jotka eivät ulotu kalliion pintaan.

Kuitenkin on melko varmaa, että kun Laatokka-Perämerikaistalla eli pääsulfidimalmivyöhykkeellä on lähes pintaan puhkeavana 10 taloudellisesti louhittavissa olevaa malmiota, niin syvemmällä kalliiossa samalla vyöhykkeellä on toiset 10 yhtä arvokasta malmiota. Tällaisten syväalmien löytämiseksi on vanhoja etsintämenetelmiä huomattavasti tehostettava ja kehitettävä aivan uusia.

Jo vuonna 1977 alettiin Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla kerätä yksityiskohtaisia tietoja tunnetuista malmiosta. Tämä malmitiedosto on nyt geologisella tutkimuslaitoksella. Tilastollisin analyysin pyritään selvittämään malmien sijoittumiseen vaikuttavia tekijöitä ja rakentamaan malleja uusien malmien löytämiseksi. Näitä malleja samoin kuin alueellisia geofysiikan, geokemian ja geologian tietoja käytetään malminlöytämismahdollisuuksien ja malmivarantolaskelmien laatimiseen. Tällaisten prognoosien avulla voidaan, jos perustietoa on tarpeeksi, ennen kaikkea suunnata malminetsintä lupaavimmille alueille.

Meillä Suomessa, vaikkakaan emme omista raskaimpia ja kalleimpia seismisiä tutkimusvälineitä ja kilometrien syvyyteen ulottuvia kairauskoneita, käytössä on moderni malminetsintälaitteisto ja -menetelmät. Meiltä puuttuu kuitenkin vielä perustietoa maamme kallioperästä, ja olemassaolevan geologisen, geofysikaalisen ja geokemiallisen tiedon kompleksitulkinnassa otamme vasta ensi askeleita. Perustutkimusta olisi tehostettava.

Periaatteessa tämä tarkoittaa perinpohjaisia jo tunnettujen malmien ja niiden sivukivien geokemian tutkimuksia, geofysikaalisten mallien rakentamista mittaustulosten tulkittamiseksi eli jo olemassa olevan tiedon keräämistä, analysointia sekä uudelleen tulkintaa. Ja edelleen kallioperän muodostumien ja sen tektonisten elementtien ikäsuhteiden ja metamorfoosin laaja-alaista kriittisille seuduille suunnattua tutkimusta. Lapissa pyritään yhteistyönä Norjan ja Ruotsin geologisten tutkimuslaitosten kanssa geologian, geofysikaalisen ja geokemiallisen tutkimuksen luonnehtimaan ja rajaamaan malmikriittiset kivilajimuodostumat. Neuvostoliittolaiset geologit ovat Baltian kilven itäosassa määritelleet 24 erilaista metallogeneettistä muodostumaluokkaa, joista 8 on malmikriittistä.

Vastaava analysointi- ja synteesityö on rautamalmien osalta meneillään Rautaruukki Oy:ssä neuvostoliittolaisella asiantuntijavoimalla Raetsu-projektin nimellä ja Outokumpu Oy:ssä omin voimin nikkelihojelman ja Outokumpu-projektin nimillä. Geologinen tutkimuslaitos on avustanut näissä töissä keräämällä tiedot kaikista maassamme suoritetuista geologisista tutkimuksista karttalehdittäin järjestettyyn luetteloon, ns. indeksiin. Tämä indeksi palvelee kaikkia geologisen tiedon tarvitsijoita. Geologisella tutkimuslaitoksella on niin ikään atk-käyttöiset edellä jo mainitut malmiaihereksteri, malmiesiintymätiedosto sekä teollisuusmineraalireksteri, samoin myös valtakunnallinen kairasydänarkisto sekä suuri alan kirjasto kansainvälisiin keskuksiin ulottuvine tiedonhaikupalveluineen.

Teknillinen korkeakoulu jatkaa rikki-isotooppiperustutkimusta. Helsingin yliopiston geologinen laitos tekee satelliittihavaintojen ja aerogeofysikaalisten mittausten kompleksitulkintaa malmikriittisten vyöhykkeiden löytämiseksi ja Helsingin yliopiston seismologian laitos syväseismisiä tutkimuksia kansainvälisenä yhteistyönä maankuoren syvärakenteen selvittämiseksi. Turun yliopistossa tehdään metallogeneettisiä ja paleomagneettisia tutkimuksia ja Åbo Akademiassa rapakivi-tutkimusta. Oulun yliopisto on jo vuosia kehittänyt geofysikaalisia menetelmiä, niiden ja ilmakuvien atk-tulkintaa sekä suorittanut malminetsinnällistä tutkimusta Kuhmon alueella ja Lapissa. GTL osallistuu Kemira Oy:n, Lohja Oy:n ja Partek Oy:n teollisuusmineraalitutkimuksiin kotimaassa sekä useiden konsulttitoimistojen avustamiseen kehitysmaissa näin

keräten tietoa ja kokemusta. Outokumpu Oy:llä on useita malminetsintäprojekteja Keski- ja Etelä-Amerikassa tarkoituksena hankkia malminrikasteita metalliteollisuudellemme.

Malminetsintäorganisaatioiden keskeistä yhteistoimintaa on nyt lisätty voimakkaasti sekä olemassa olevan tiedon käyttämiseksi tehokkaammin, uuden hankkimiseksi että päällekkäistytymisen välttämiseksi. Outokumpu Oy ja Rautaruukki Oy ovat yhdistäneet voimansa Lapissa perustamalla Lapin Malminetsintäorganisaation, jonka varojen käyttö tulee vuosittain olemaan 17 milj. mk luokkaa. Geologinen tutkimuslaitos laatii paraikaa yhteistyössä kaikkien malminetsintäorganisaatioiden kanssa valtakunnallista malminetsintäohjelmaa.

Malminetsintä on tarkoitus kohdistaa ensisijaisesti niiden metallien löytämiseen, joita teollisuutemme tällä hetkellä käyttää sekä toissijaisesti muihin strategisiin metalleihin. Strategisella tarkoitella tässä paitsi niitä meillä louhittavia metalleja, joiden saantia mahdollinen poliittinen kriisi voi vaikeuttaa, kuten kromi, koboltti, vanadiini ja nikkeli, sekä sellaisia metalleja, joita teollisuutemme tällä hetkellä tuo ulkomailta, kuten tina, wolframi, molybdeeni ja uraani, sekä sellaisia arvometalleja, joiden löytämiseen Suomesta on hyvät mahdollisuudet, kuten platina, kulta ja hopea. Alueellista malminetsintää ohjaamiseksi tehdään niillä alueilla, joilta geologista, geofysikaalista ja geokemiallista tietoa on riittävästi. Muilta otollisilta alueilta perustietoa pyritään kii- reesti ja yhteistuumin hankkimaan.

Paljonko maassamme nykyisin investoidaan malminetsintään (taulukko 4)?

Taulukko 4. Suoranaisesti malminetsintään 1971—1980 käytetty varoja
Table 4. Funds used directly for exploration 1971—1980

Outokumpu Oy	198 milj. mk
Geologinen tutkimuslaitos	158 — " —
Rautaruukki Oy	122 — " —
Muut organisaatiot (Kajaani, Lohja, Myllykoski, Partek)	42 — " —
	<u>520 milj. mk</u>

Summa vastaa vuoden 1980 rahana noin 700 milj. markkaa. Summasta puuttuvat mm. KTM:n rahoittamat projektit sekä Outokumpu Oy:n ja muiden säätiöiden rahoittamat tutkimukset. Raetsu-projektiin sijoitettava n. 10 milj. mk puuttunee niin ikään yllämainituista summista.

Miten tämä raha on käytetty? Kenties parhaan kuvan resurssien jakautumisesta eri työmenetelmille antaa erään suurimman malminetsintäorganisaatiomme laskelma (taulukko 5).

Taulukko 5. Malminetsintämenetelmien kustannusosuudet, Outokumpu Oy, Malminetsintä
Table 5. Division of costs of different exploration methods, Outokumpu Oy, Exploration

	1971—1980		1981
	milj. mk	%	%
Geologia	35,8	18,1	15
Geofysiikka	28,9	14,6	12
Geokemia	13,0	6,6	6
Kairaus	47,7	24,2	32
Laboratorio	15,5	7,8	5
Yleiskustannukset	56,6	28,7	30

Kaivosten ympäristössä tehdyt malminetsinnät veivät noin 15 % em. summista. Rautaruukki Oy:ssä kairauksen ja muun koneellisen näytteenoton osuus kustannuksista on ollut 32 %, geofysiikan 18 % sekä geologian ja geokemian osuus yhteensä 27 %. Outokumpu Oy syväkairasi vuonna 1981 59 km, Rautaruukki Oy 16 km ja Geologinen tutkimuslaitos n. 21 km. Geologisella tutkimuslaitoksella on osa malminetsintäkustannuksista geofysiikan ja geokemian osastojen budjeteissa ja osa yleiskustannuksista kätkeytyy yleisen osaston budjettiin (taulukko 6).

Taulukko 6. Geologisen tutkimuslaitoksen malminetsintämäärän osastoryhmän tavoitebudjetti v. 1982 (FIM 1000)

Table 6. Budget of the Division for mineral Resources of the Geological Survey of Finland for 1982 (FIM 1000)

	Malmi- osasto	Geofysiikan osasto	Geokemian osasto	Yhteensä
Palkat	10 284	6 514	10 534	27 332
Kalusto- ja välinehankinnat	1 112	365	480	1 957
Matkakustannukset	3 188	1 662	2 422	7 272
Aineet ja tarvikkeet	1 453	555	1 535	3 543
Vieraat palvelut ¹⁾	3 183	2 339	1 020	6 542
Muut menot	442	38	53	533
	<u>19 662</u>	<u>11 473</u>	<u>16 044</u>	<u>47 179</u>

1) Vieraat palvelut sisältävät mm. timantti- ym. kairaukset, kaivaukset, lentokone- ja helikopterivuokrat, teetetyt analyysit sekä maastomittaukset ja muut ostetut palvelukset. Geologisen tutkimuslaitoksen koko budjetti vuonna 1982 on 101 milj. mk.

Meillä siis 1971—1980 käytettiin vuoden 1980 rahana keskimäärin noin 70 milj. mk vuodessa suoranaisesti malminetsintään. Tänä vuonna käytämme yhteensä lähes 100 milj. mk. Ruotsissa on viime vuosina käytetty malminetsintään noin 135 milj. Rkr, mikä on lähes sen verran suurempi summa kuin Ruotsin pinta-ala on Suomen pinta-alaa suurempi. Kuollan niemimaalla ja Neuvostokarjalassa sen sijaan käytetään malminetsintään niin pinta-alan kuin väkilukuunkin nähden noin kymmenkertaisesti enemmän rahaa kuin meillä.

Suhteellisen tuore tieto suhteellisen vanhoista tilastoista (CIM 1981) kertoo, että Kanadassa käytettiin malminetsintään vuosien 1951—1974 välisenä aikana yhteensä 1970 milj. dollaria. Se on suunnilleen 6 kertaa Suomessa käytetty rahamäärä. Kanadan pinta-ala on 30 kertaa Suomen pinta-ala, mutta väkiluku 4,7 kertaa Suomen väkiluku. Tilasto kertoo lisäksi, että tuona ajanjaksona on

löydetty malmeja (kaivoksia)	87 kpl,
etsintäkustannukset/kaivos keskim.	23 milj. \$,
kaivoksen kokonaistuotto »	77 —,—,
investointien tuotto »	17,5 %.

Malminetsintään Suomessa vuosittain käytetty rahamäärä on kasvanut hivenen enemmän kuin inflaatio olisi edellyttänyt. Maamme uraanivaroihin ja uraaninetsintään vuonna 1979

tutustumassa käynyt kansainvälinen asiantuntijaryhmä oli sitä mieltä, että ottaen huomioon ao. metallin tarpeen ja sen löytymismahdollisuudet Suomesta, panostus sen etsintään olisi vähintään kaksinkertaistettava, mieluummin kolminkertaistettava, jolloin se vastaisi kansainvälistä tasoa.

Vuonna 1980 Pariisissa pidettyä kansainvälistä geologikongressia varten laaditun tilaston mukaan maailman maissa, kehitysmaat mukaanluettuna, on keskimäärin 140 geologia miljoonaa asukasta kohden. Suomessa vastaava luku on 80. Meillä on suoranaisen malminetsinnän piirissä kaikkiaan noin 500 henkilöä: geologeja, geofyysikkoja, kemistejä, matemaatikkoja, tekniikoita ja erilaista apuhenkilökuntaa. Suomenmaassa on siis noin 670 km² tutkittavaa pinta-alaa kutakin edellämainittua henkilöä kohden. En tarkoita, että lisäämällä tutkijoita ja muuta henkilökuntaa ilman muuta taataan uusien malmien löytyminen. Ei, tarvitaan lisäksi rahaa mittauksiin, näytteenottoon, analyyseihin ja tiedon käsittelyyn. Tarvitaan tutkimusta geologian, kaivostekniikan, rikastustekniikan ja metallurgian aloilla uudentyyppisten tai kokonaan uusien malmien hyödyntämiseksi. Tarvitaan kotimaista ja kansainvälistä yhteistyötä uusien ideoiden löytämiseksi.

Malminetsintä on kallista ja siihen sijoitetut varat saadaan takaisin vasta 10—30 vuoden kuluttua. Ottaen huomioon lähivuosina syntyvän vakavan kotimaisen raaka-aineen puutteen olisi mielestäni malminetsintään ja metallurgiseen tutkimukseen sijoitettavat varat kaksinkertaistettava.

SUMMARY

ON ORES AND PROSPECTING IN FINLAND

The annual output of Finnish ore mines grew from 6 to 10 million tons and that of industrial mineral mines from 5 to 8.5 tons during the 1970s. The total production of mines will be somewhat increased during the next two decades but the production of Co, Cu, Ni, Zn and especially V ores will be reduced if no new economic deposits are found. The total costs of exploration in Finland have grown somewhat faster than inflation, being now FIM 100 million. The real prices of metals have dropped, and ores that were economic ten years ago can no longer be mined today.

The exploration companies and the Geological Survey have met this challenge by improving their mutual collaboration and by striving to improve the effectiveness of prospecting and of studies on the interactive interpretation of the results of geological, geochemical and geophysical investigations and of mining, especially metallurgical techniques. The Precambrian formations of the Finnish bedrock are covered by glacial sediments, mires and lakes, and hence new ores are found with difficulty. New large-scale low-altitude aerogeophysical survey and geochemical mapping have been started, but basic studies on the genetical relations of ores and bedrock must be improved. We are convinced that economic deposits exist and that they will be found even if this means still larger investments in exploration and metallurgical research.

2ND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SMALL MINE ECONOMICS AND EXPANSION

Maailman johtaviin kaivosalan julkaisuihin lukeutuvien World Mining ja World Coal -lehtien kustantajat ovat julkistaneet aikomuksensa järjestää pienten kaivosten ekonomiaa ja laajennuksia käsittelevä symposio ensi vuoden kesäkuun 12.—16. päivinä Espoon Dipolissa. Edellinen vastaava kongressi pidettiin toukokuussa 1981 Taxcossa Meksikossa. Tuolloin osanottajia oli mukana 34 eri maasta.

Korkea korkokanta, ailahtelevat metallihinnat ja laskenut kysyntä ovat tehneet mittavista kaivosuudistuksista riskialttiimpia kuin koskaan lähihistoriassa. Yhä useammat yhtiöt keskittävät malminetsintänsä ja investointinsa pieniin ja keskikokoisiin, mutta toisaalta mineraaliarvoltaan rikkaampiin löydöksiin ja kaivoksiin. Yleisluontoinen suurten, mutta mineraaliarvoiltaan heikkojen esiintymien etsikely on korvautunut tunnettujen mineraalialueiden tutkimisella tarkoituksena paikantaa reservejä, joita voidaan taloudellisesti hyödyntää suppeassa mitassa.

Symposiossa osanottajat eri puolilta maailmaa pitävät esitelmiä sellaisten kaivosten teknologiasta, laajennuksista ja taloudesta, joiden päivätuotanto jää alle 10 000 tonnin.

Yksi puolen päivän istunto tullaan omistamaan pienten ja keskisuuren kaivosten rahoituskysymyksiin. Tässä tilaisuudessa osallistujille selvitetään, mitä rahoitusvaihtoehtoja on käytettävissä, miten näitä lähestytään ja miten löytää parhaat vaihtoehdot kussakin yksittäistapauksessa. Toisessa tilaisuudessa keskitytään taloudelliseen geologiaan ja reservien arvi-

ointiin ja esitellään case-tutkimuksia koskien niin avolouhoksia, kaivoksia kuin jatkojalostustakin. Esitelmät käsittelevät sekä uuden kaivoksen avaamista että jo olemassa olevien laajennuksia — usein pienistä ja työvoimavaltaisista keskikokoisiksi ja automatisoiduiksi.

Erityistä huomiota tullaan kiinnittämään mini- ja mikrotietokoneiden käyttöön tämän kokoluokan kaivoksissa. ATK-laitteistojen hinnan jatkuvasti laskiessa kaivosten johtajat voivat parantaa tuottavuutta pientenkin operaatioiden osalta näillä tehokkailla välineillä olipa sitten kyse suunnittelusta tai toimintojen optimoinnista.

Virallisen luento-ohjelman lisäksi tullaan kongressin yhteydessä järjestämään myös vapaamuotoinen pyöreän pöydän keskustelu. Osanottajat voivat myös osallistua Outokummun kaivoksille tehtävään tutustumiskäyntiin sekä todennäköisesti muuallekin järjestettäviin teollisuuskäynteihin.

Lisätietoja symposiumin ohjelmasta ja ilmoittautumiskaavakkeita voi pyytää osoitteesta:

Donald A. Pazour
Symposium Chairman
Second International Small Mine Economics and Expansion Symposium
500 Howard St.
San Francisco, CA 94105, United States.

Sokli malminetsintäyömaana

Fil.tri Juhani Nuutilainen, Rautaruukki Oy, Malminetsintä, Oulu
Fil.tri Heikki Vartiainen, Lapin Malmi, Rovaniemi

JOHDANTO

1960-luvulla ilma- ja satelliittikuvatulkinnat tekivät tuloaan malminetsinnän apuvälineiksi. Tällöin mm. alkalikiviesiintymiä kontrolloivat suurtektoniset näkemykset pystyttiin sitomaan entistä varmemmin maastoon. Samoihin aikoihin saatiin uudenaikaisia kirjallisuustietoja Kuolan alkalikiviesiintymistä ja karbonaattiin liittyvän rautamalnikaivoksen olemassaolosta Suomen rajan tuntumassa. Kaikki nämä tekijät olivat vaikuttamassa suunnitelmaan, jonka päämääräksi kypsyi alkalikiviin liittyvän rautamalmin etsiminen Itä-Lapista Sallan ja Savukosken alueelta. Operaation yksityiskohdat viimeisteltiin talven 1966—1967 aikana. Kenttätoimenpiteisiin kuului mm. lentomittaus ja raskasmineraaliprospektauksen käyttö laajalla alueella — ehkä ensimmäinen yritys lajissaan Suomessa. Nämä etsintätoimet johtivat Soklin karbonaattikompleksin löytämiseen juhannuksen tienoilla v. 1967.

Tämän artikkelin tarkoitus on lyhyesti kuvata Soklin malminetsintäyömaalla suoritettuja fosforimalmeihin, karbonaattimassiiviin ja feniittialueeseen (kuva 1) kohdistuneita geo-

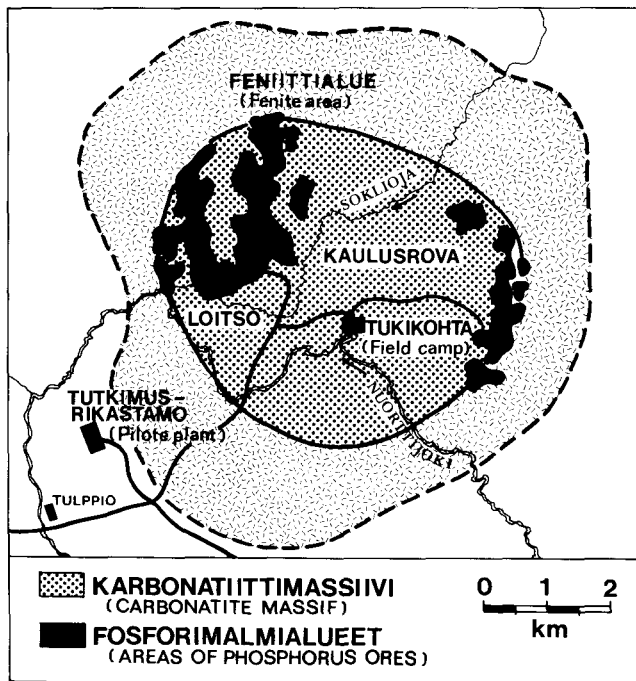
logisia tutkimuksia sekä lisäksi kertoa suoritetuista geofysikaalisista mittauksista ja valottaa kansainvälistä yhteistyötä.

FOSFORIMALMITUTKIMUKSET

Vuoden 1967 syksyllä saatiin kaivurin avulla paikannetuksi fosforimalmin "puhkeama". Tästä voidaan katsoa varsinaisten P-malmitutkimusten alkaneiksi. Samalla ponnistelut koko Soklin tutkimiseksi saivat aivan uudet mittasuhteet; varsin pian paikalla oli toiminnassa kolme kairauskonetta ja erilaisiin geofysikaalisiin mittauksiin ja geokemialliseen näytteenottoon komennettiin henkilökuntaa.

Fosforimalmikairausten alettua oivallettiin malmin olevan patjamaisen, kallion päällä lepäävän esiintymän, jonka tutkiminen olisi edullisinta pystyreikäkairauksena. Vaikka reikäpituudet jäivät lyhyiksi (40—70 m), oli timanttikairaus hidasta, koska se täytyi malmin pehmyyden vuoksi suorittaa kaksinkertaisena eli maakairaustyypisenä. Näyte oli mahdollista saada vain keräämällä huuhteluveden mukanaan nostama soija. P-malmien ensimmäinen inventointivaihe kesti vuoden 1969 puoleen väliin. Kaikkiaan P-malmien tutkimiseksi on kairattu 273 timanttikairausreikää.

Timanttikairausmateriaalin osoittautuessa virheelliseksi, kehitettiin neuvostoliittolaisten asiantuntijoiden kanssa ns. kuivakairausmenetelmä, jota myöhemmin Maa ja Vesi Oy:n kanssa parannettiin (kuva 2). Tällä menetelmällä saadaan lä-



Kuva 1. Soklin karbonaattikompleksin geologiset pääpiirteet ja fosforimalmin esiintyminen.

Fig. 1. The geological outlines of the Sokli carbonatite complex and the occurrence of phosphorus ore.



Kuva 2. Maa ja Vesi Oy:n kuivakairausyksikkö Soklin fosforimalmikairauksessa v. 1978.

Fig. 2. The percussion drill rig of Soil and Water Ltd in dry drilling of phosphorus ore in 1978.



Kuva 3. Fosforimalmin avaus Loitson alueella. Malmi on irroitettu pääasiassa tutkimusrikastamon tarpeisiin.

Fig. 3. The open pit of phosphorus ore on the Loitso area. The ore has been used mainly in the pilot plant.

hes häiriintymätöntä näytettä. Kuivakairauksena tehtiin 742 reikää, joista viimeinen vuoden 1979 alkupuoliskolla.

Lukuisista koekuopista ja muutamista louhoksista (kuva 3) on saatu suoraa tietoa heterogeenisen malmin luonteesta ja laatuvaihtelusta sekä malmia teknologisiin testeihin ja koerikastamon toimintaa varten.

P-malmien malmiarvio päätty varmojen malmivarojen osalta kokonaislukemaan 110 miljoonaa tonnia, jonka P_2O_5 -pitoisuus on 16,2 %. Kuitenkin ns. Loitson alueelta on erotettavissa yhtenäinen, selvästi keskiarvoa rikkaampi osa. Soklin tutkimusrikastamon toiminta keskittyi lähinnä tämän tutkimiseen.

KARBONATIITTIMASSIIVIN TUTKIMUKSET

Pintaosistaan massiivia kattaa maapeitteen lisäksi keskimäärin kymmenen metrin paksuinen rapautumiskuori. Näytteenotollisesti rapakallio tarjoaa kiitollisemmat olosuhteet, kuin kova kallio ja tätä onkin pyritty maksimaalisesti hyödyntämään.

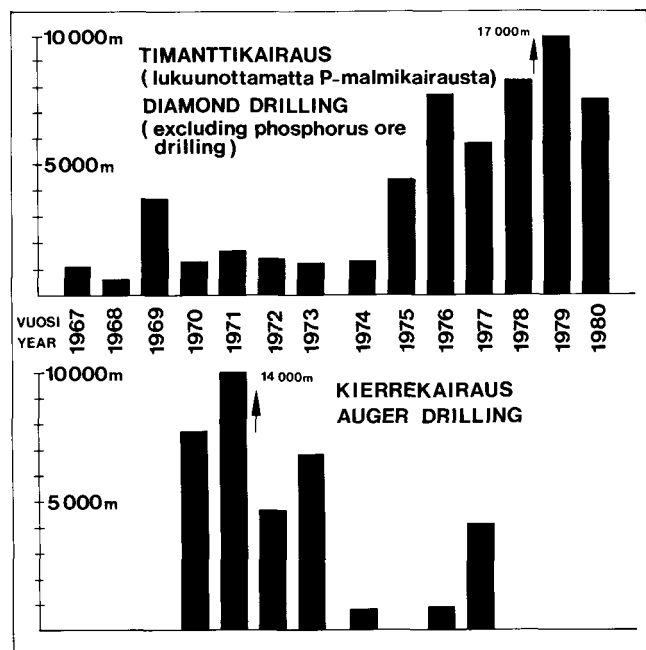
Vuonna 1969 kokeiltiin Suomessa ensimmäistä kertaa kierrekairausmenetelmän eli augeroinnin soveltuvuutta malminetsinnän tarpeisiin. Onnistuneen kokeilun jälkeen Suomen Malmi Oy hankki kierrekairauskaluston. Soklilla ehdittiin näkemään kolme augersukupolvea. Koko karbonatiittimassiivi peitettiin $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ reikäverkostolla. Lisäksi kierrekairausta käytettiin yksityiskohtaisemmissa tutkimuksissa. Esim. Kaulusrovalle (kuva 1) kairattiin $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ tai $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ verkostoon 15 hehtaarin laajuinen alue. Lähinnä näille samoille alueille, missä maapeite on ohutta (1–2 m), on tehty pisimmät ja eniten tutkimusojia (kuva 4).

Kovaan karbonatiittimassiiviin kohdistuneet tutkimukset ovat tuoneet esille lukuisia apatiitti- ja magnetiittipitoisia Nb- ja Nb-Ta-U -malmiaiheita, anomaalisia lantanidipitoisuuksia ja zirkonipitoisia flogopiitti-apatiitti-magnetiitti-vyöhykkeitä. Rapakallio-osasta löytyi lisäksi kuumennettaessa paisuvaa vermikuliittikiillettä. Kuvasta 5, jossa esitetään augeroinnin ja timanttikairausten määrän vuosittainen vaihtelu, havainnollistuu karbonatiittimassiivin tutkimusten periodisuus; vähäistä tunnustelukairausta alussa, malmiaiheiden etsintää ilmentävä voimakas augerointivaihe vuosina 1970–1973 ja tehostetun tutkimuksen aika vuosina 1975–1980, jolloin suoritettiin geofysikaalisia erikoistutkimuksia ja usean malmiaiheen tutkimuskairausta. Merkittävin kairausvuosi oli 1979, jolloin kairattiin 17 000 m.



Kuva 4. Näkymä Kaulusrovan Nb-malmialueelle. Pitkät tummat viivat ovat tutkimusojia. "Kaulusrova 2" osoittaa paljastetun Nb-malmion.

Fig. 4. View over the Nb-ore area of Kaulusrova. Dark lines are trenches, "Kaulusrova 2" points to exposed Nb-ore body.



Kuva 5. Diagrammi, joka osoittaa karbonatiittimassiivin timantti- ja kierrekairauksen määrien vuosittaisen vaihtelun.

Fig. 5. Diagram showing the annual variation in the amount of diamond and auger drilling of the carbonatite massif.

Eräs karbonaatti-massiivin tutkimuksen erikoispiirre on, että lähes kaikki geologinen materiaali on analysoitava, sillä makroskooppisesti ei esim. pyroklooria (Nb-Ta-U-mineraali) sen pienirakeisuuden vuoksi ole tunnistettavissa eikä apatiinikaan määrän arviointi ilman analyysiä ole varmaa. Kaikkiin on Soklilta lähetetty analysoitavaksi yli 41 000 näytettä ja niistä on tulostettu yleensä 10—20 komponenttia.

FENIITTIKEHÄN TUTKIMUKSET

Sokli-kompleksin aero- ja maanpintageofysikaalisissa mittauksissa sekä geokemiallisesti on karbonaatti-massiivia ympäröivälle feniittikehälle (kuva 1) saatu monenlaisia anomaloita, jotka ovat vaatineet selvitystä. Feniittialue on pintaosistaan kehittynyt palarapakallioksi. Näytteenotto siitä on parhaiten onnistunut kaivurilla ja käsiporalla, sillä suurelta osin feniittialueella maapeitteen paksuus on vain 1—3 m. Kaikkiin sinne on tehty 1 300 kaivurikuoppaa ja käsiporalla 1 500 reikää sekä muutama timanttikairausreikä.

GEOFYSIKAALISET TUTKIMUKSET

Karbonaatti-massiivit sisältävät useimmiten magnetiittia ns. foskoriiteissa (kymmeniä prosentteja) ja söviiteissä (alle 10 %). Täten useat massiivit löytyvät lentomittauksella, jota Soklia etsittäessä käytettiin. Massiivi tulee kokonaisuutena feniittejä lukuunottamatta hyvin esille aeromagneettisilla kartoilla. Anomalian intensiteetti esim. 40 m lentokorkeudesta on 6 000 nT luokkaa. Soklin massiivin koko, kivilajien perusteella, feniitti mukaanlukiin, on n. 50 km². Tektonisena rakenteena geofysikaalisten tulosten mukaan — magn., painovoima, seismiikka — alue käsittää lähes 100 km².

Massiivin löydön jälkeen on Soklilla tehty monipuolista geofysikaalista tutkimusta. Maanpintamittauksia vuosina 1967—1980 on tehty kaikkiaan yli 400 000 pistettä. Ne voidaan ryhmitellä käyttötärpeensä mukaisesti taulukossa 1 esitetyllä tavalla.

Pääosan mittauksista on tehnyt Rautaruukki Oy. Kuitenkin on käytetty runsaasti ulkopuolistakin asiantuntemusta, josta mainittakoon v/o Technoexport'in hankkimat asiantuntijaorganisaatiot suorittamaan MPP-mittauksia sekä VSP- ja reflektioseismistä tutkimusta. Seismisiä luotauksia ovat suorittaneet myös Geotek Oy ja Georesearch sekä Oulun yliopiston geofysiikan laitos.

Soklin lentomittaukset on tehnyt aluksi Rautaruukki Oy itse ja myöhemmin Suomen Malmi Oy. Viimeiset, täydelliset suoritettiin Geologinen tutkimuslaitos v. 1973 ja 1978. Lentokorkeus oli 40 m, linjaväli 200 m.

Professori Jouko Talvitien johtama kaukokartoitusprojekti on teettänyt keilainkuvauksen Soklista v. 1978. Sen ja Landsat-keilaimen tuloksista on tehty runsaasti geologista tulkintatyötä.

Omalaatuisen mutkikkaan geologiansa, paljastumien täydellisen puuttumisen ja rapautumapeitteen vuoksi on geofysikaalisella tutkimuksella ollut Soklilla korostunut asema. Toisaalta Sokli on varsin paljon vaikuttanut geofysikaalisen tutkimuksen monipuolistamiseen maassamme.

SOKLILLA KÄYTETYT RESURSSIT

Ansio Soklin löydöstä on suurelta osin professori Heikki Paarman, joka perehdyttyään Kanadan ja Kuollan alkalikivien ominaisuuksiin ja tektoniseen asemaan, asetti kysymyksen uusien alkalikivimassiivien löytämiseksi Itä-Lapista. Paikalli-

Taulukko 1. Soklilla käytetyt geofysikaaliset maanpintamittausmenetelmät ja niiden käyttötarkoitukset
Table 1. Ground geophysical methods used at Sokli

Menetelmä	Pisteväli	Tarkoitus ja hyöty
Magn. mittaukset	20 m x 50 m	Massiivin rakenteiden selvitys, geol. kartoituksen apuneuvo, foskoriittien etsintä
— ” —	10 m x 5 m	Niobipitoisten foskoriittien etsintä
Slingram-mittaus	20 m x 100 m	Johteiden etsintä, rakenteiden selvitys
VLF	20 m x 100 m	Heikkojen johteiden etsintä, ruhjevyyhykkeiden kartointi
Painovoimamittaus	20 m x 50 m	Massiivin rakenteiden selvitys, koon ja muodon tulkinta, rapautumamalmien etsintä
Gammasäteilymittaukset	20 m x 100 m 10 m x 10 m	U- ja Th-pitoisten niobimineralisaatioiden etsintä
Radon-mittaukset	5 m x 5 m 10 m x 100 m	— ” —
Pintaseismiset tutkimukset	80 lkm	Maapeitteen ja rapautumiskuoren paksuuden ja topografian määrittäminen, fosforimalmien erottaminen muista irtonaisista muodostumista
Vertikaalinen seisminen profilointi (VSP)	10 lkm	Karbonaatin rakenteiden selvitys 400 m syvyyteen. Isojen foskoriittien ja heikkousvyöhykkeiden etsintä
Reflektioseismiset tutkimukset	15 lkm	Massiivin syvärakenteiden selvitys 5 km syvyyteen saakka
SM-pulssimittaukset: MPP, SIROTEM, PEM	200 m x 200 m 400 m x 400 m	Mahd. syvällä olevien johteiden etsintä

sina geologeina Soklilla ovat toimineet aluksi FT Jouko Talvitie ja jo löytövuodesta lukien koko ajan FT Heikki Vartiainen apunaan myöhemmin FM Tauno Vuotovesi. Mittausgeofysikkona on ollut FM Juhani Ylikunnari ja tulkinnasta on vastannut vuodesta 1974 lähtien DI Aimo Hattula. Geokemialliset tutkimukset on suunnitellut FT Juhani Nuutilainen. Kentällä malminetsintätöissä on ollut parhaimmillaan n. 50 henkeä. Tutkimukset ovat tulleet maksamaan pelkän malminetsinnän osalta useita kymmeniä miljoonia markkoja. Valtion avustusta on saatu n. kolmasosa.

KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ

Ennen Soklin löytöä v. 1967 oli suomalaisilla geologeilla varsin vähän tai ei lainkaan tietoa karbonaateista. Jossain määrin

jatkaa sivulla 148

Otanmäen kaivosgeologian ja louhinnan suunnittelun tietojenkäsittelyprojekti

Dipl.ins. Olavi Paatsola, dipl.ins. Timo Pyykkö ja fil.maist. Mauri Isokääntä, Rautaruukki Oy, Oulu

JOHDANTO

Otanmäen malmiesiintymä koostuu suuresta määrästä malminlinssistä, joiden koko vaihtelee aivan mitättömistä usean sadan metrin mittaisiin. Kun malminlinssien laatu ja esiintymistiheys lisäksi vaihtelee suuresti, on tutkimuksella ja suunnittelulla ratkaiseva osuus kaivoksen kannattavuuteen. Tätä kuvastaa sekin, että Otanmäen kaivos on ollut edelläkävijä kehitettävässä magneettikentän mittausta rei'issä ja magneettisen susceptibiliteetin mittausta malmin laadun ja määrän arvioinnissa.

Otanmäen kaivoksella on 1970-luvun kuluessa louhosten luonne muuttunut ratkaisevasti. Makasiinilouhinnasta on siirrytty välitasolouhintaan. Useiden pienten louhosten sijasta saattaa yksi tai kaksi louhosta hallita tuotantoa suhteellisen pitkällä ajanjaksolla. Tämä asettaa entistä suuremmat vaatimukset louhoksen suunnittelulle; louhoksen sisäistä laatu- vaihtelua pitää pystyä ennakoimaan entistä tarkemmin ja tämän vaikutus tuotantoon täytyy pystyä hallitsemaan. Koska kasvaneen tuotannon suunnittelu oli tehtävä entisillä resursseilla, nähtiin tarpeelliseksi tutkia eri keinoja suunnittelun tehostamiseksi.

Hyvän edellytyksen laadun tarkempaan valvontaan tarjoaa Otanmäellä jo 1950-luvun puolivälistä käytetty malmin laatumittaus permeametrillä jatkotankopora-rei'issä. Tämä mahdollistaa tiheän näytteenoton nopeasti ja halvalla. Kuitenkin laatumittauksen tulosta pidettiin karkeana arviona huolimatta menetelmän olennaisesta merkityksestä malmin inventoinnissa.

TUTKIMUS- JA SUUNNITTELUTOIMINNOT

Otanmäen kaivoksen tutkimus- ja suunnittelurutiini on pääpiirteissään samanlainen kuin muillakin kaivoksilla; etsintäkairaus, tutkimusperänajo, inventointikairaus, louhinnan suunnittelu, louhintaperänajo, malmin rajojen tarkistus, louhossuunnittelu ja viuhkaporaus.

Erikoista Otanmäellä on, että suuri osa louhoksen inventointikairauksesta on korvattu jatkotankoporaauksella ja laatumittauksella ja että viuhkaporauksen valvonta tapahtuu laatumittauksella. Kairauksen ohjauksessa käytetään systemaattisesti kolmikomponenttimagnetometrausta ja tarvittaessa laatuspotentiaalimittausta.

Louhinnan suunnittelu tapahtuu pääasiassa 1:200 mittakaavaisen avaruusmallin avulla. Louhoksen rajausta tapahtuu laatumittauksien perusteella ja louhoksen mineraalisisältö lasketaan koko louhokselle eri laatu luokkien määrän perusteella. Laatuarviota korjataan myöhemmin louhintaviuhkoista saatavan raakkuprosentin perusteella.

TIETOJENKÄSITTELYSYSTEEMIN ESITUTKIMUS

Edellä kuvattujen tarpeiden pohjalta tehtiin tammikuussa 1978 esitys kaivosgeologisen tietojenkäsittelysysteemin esitutkimuksen tekemiseksi. Esitutkimus aloitettiin joulukuussa 1978, ja se valmistui toukokuussa 1979. Työn teki kaksi henkilöä muiden tehtävien ohessa. Samalla he hankkivat tietoja kaivosgeologisesta atk:sta.

Systeemiä kehitettäessä on löydettävä selvät tavoitteet, jotta tulosta voidaan arvostella. Tutkimuksen osalta tämä ei ole helppoa, koska suorien tuottojen osoittaminen on vaikeaa. On helpompaa perustella riktuslaite ylisuurien lohkeiden särkemiseen kuin muutos toimintoihin niiden ehkäisemiseksi. Heti alkuun todettiin, että työmäärän vähenemisellä geologisessa tutkimuksessa ei voida saavuttaa merkittäviä säästöjä. Ensimmäinen kohta, missä louhinnan suunnittelun tai tutkimuksen tehostumista voidaan mitata, on nostomalmin laatu. Tähän vaikuttavat myös monet louhintatekniset seikat, joten louhinnan suunnittelun osuus on vain osa siitä. Vaikka kuinka tarkkaan tiedettäisiin malmin laatu, ei siitä ole paljon hyötyä, ellei malmia saada louhittua selektiivisesti tai laatua voida louhinnassa tasata tai laatu vaihtelua huomioida rikastamalla. Näihin vaikuttaa eniten kaivoksen pitkän tähtäyksen suunnittelu.

Loogisin esitutkimuksen alue olisi siten kaivoksen toimintot geologisesta tutkimuksesta ja valmistelevista töistä aina louhintaan, lastaukseen ja nostoon saakka. Tehty esitutkimus rajattiin kuitenkin geologiseen tutkimukseen ja louhinnan suunnitteluun. Tähtäimenä oli vaikuttaa nostomalmin laatuun huomioimalla malmin sisäinen laatu vaihtelu ja siten jo suunnitteluvaiheessa pystyä eliminoimaan köyhiä malmiosia pois. Tästä saatava hyöty voidaan katsoa suoraan rakennettavan systeemin parannukseksi. Herkkyystarkastelussa todettiin, että mikäli köyhän malmin määrää saadaan vähennettyä neljänneksellä, saavutetaan varovastikin arvioiden puolentoista miljoonan markan hyöty vuodessa.

Esitutkimuksessa lähdettiin liikkeelle tietovirtojen kartoituksesta. Tämä tapahtui kokoamalla tyyppinäytteet kaikista raporteista, havaintolomakkeista ja kartoista, joita geologisessa tutkimuksessa ja louhinnan suunnittelussa käytetään. Haastatteluilla ja toimenpiteiden kartoituksella laadittiin vanhan systeemin systeemikaavio, josta osia on esitetty kuvissa 1 ja 2. Systeemikaavion ja saatujen tietojen perusteella analysoitiin käytössä olevia työrutiineja.

Esitutkimuksen perusteella tehtiin seuraavia johtopäätöksiä:

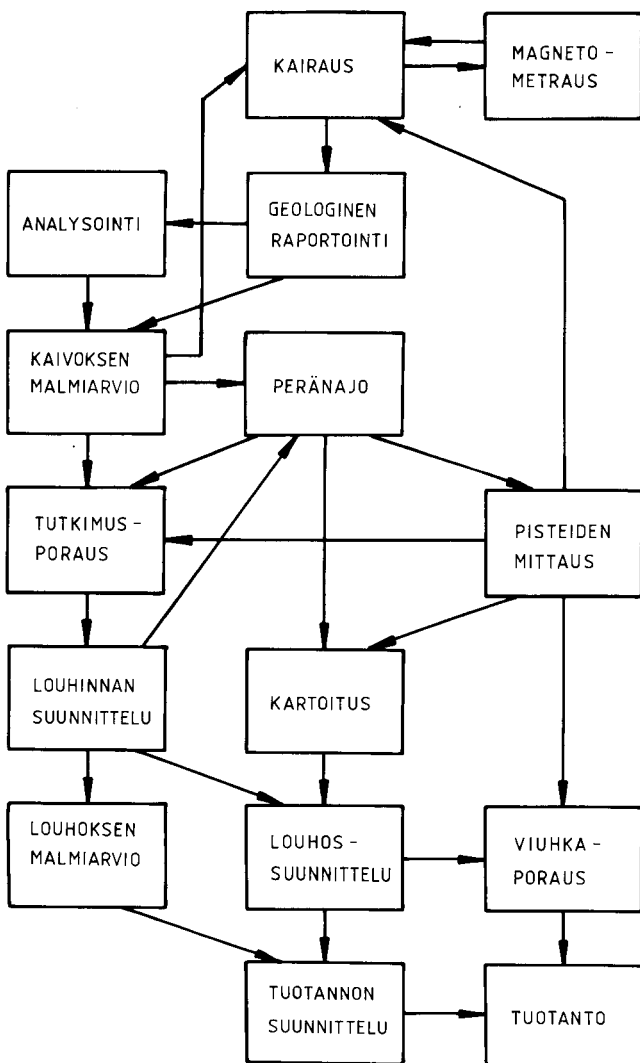
Tietoja joudutaan tallettamaan moneen paikkaan; työ- ja arkistokartoille, eri mittakaavoihin, pysty- ja vaakakartoille jne. Yksittäinen tieto joudutaan viemään jopa kahdeksaan eri paikkaan. Tästä aiheutuu helposti puutteita tiedoissa ja tiedon vaikea haku.

Atk:lla olevan analyysirekisterin lisäksi oli edelleen käytössä vanha manuaalinen kortistointi. Lisäksi postitse tapahtuva tiedonsiirto atk:lle aiheutti paljon ylimääräistä paperisotaa.

Avaruusmallien tärkeys sekä tutkimuksessa että louhinnan suunnittelussa tuli esiin. Avaruusmalleilla esitetään pelkistetyksi kaikki tarpeellinen tieto kairauksen suunnittelemiseksi ja louhoksen optimoimiseksi. Kuitenkin malmin laadun huomiointi louhinnan suunnittelussa oli karkeaa.

Lisäksi todettiin eräitä tutkimusrutiinien kehittämistarpeita tietojen hankkimisen tehostamiseksi. Työryhmä suositteli mm. laatumittarin alueellista kalibrointia, louhinnan suunnittelusysteemin rakentamista, tutkimus- ja inventointisysteemin rakentamista ja lisäksi eräitä toiminnallisia parannuksia. Esi-tutkimuksen pohjalta laadittiin investointiesitys syksyllä 1979, ja projekti käynnistyi virallisesti helmikuun alussa 1980. Käynnistysvaihe kesti siten noin kaksi vuotta.

GEOLOGISEN TUTKIMUKSEN JA LOUHINNAN SUUNNITTELUN PERIAATEKAAVIO



Kuva 1. Geologisen tutkimuksen ja louhinnan suunnittelun periaatekaavio.
Fig. 1. Main block diagram for geological exploration and stope design.

SUUNNITTELU

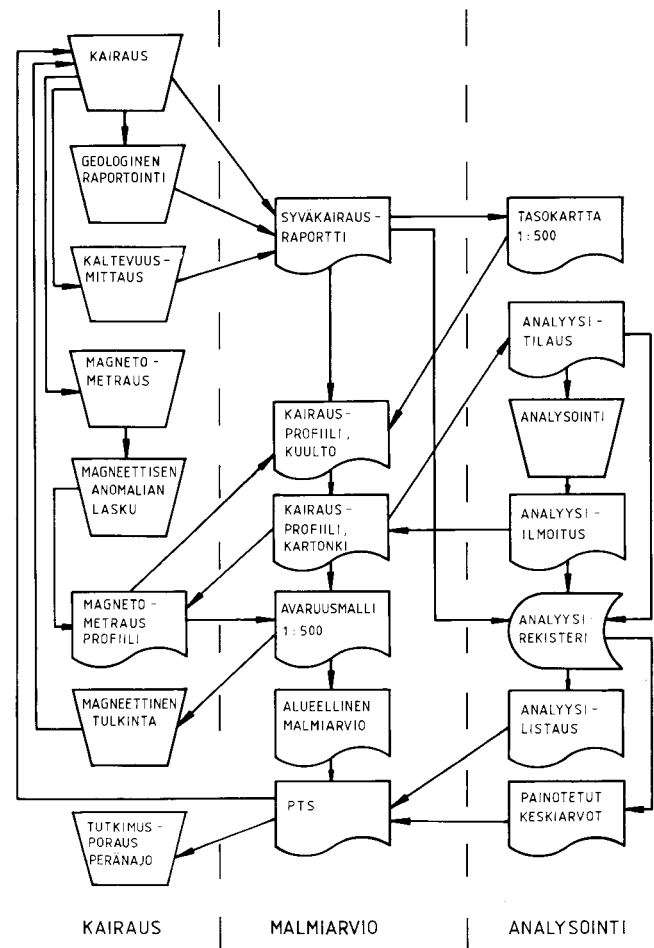
Tietojenkäsittelysysteemin esitutkimuksessa kartoitettiin ongelmat ja todettiin mahdollisuudet kehittää systeemiä. Päämääräinen tavoite oli siten laatia louhinnan suunnittelusysteemi, jolla louhoksen sisäinen laatu vaihtelu voidaan huomioida.

Kaivosgeologisen tutkimuksen tietojenkäsittelyn nopeuttamiseen pyrittiin eliminoimalla tietojen moninkertaista manuaalista käsittelyä. Samalla pyrittiin nopeuttamaan geologisten tietojen hakua suunnittelua ja alueellisen malmiarvion tulostusta varten.

Näiden päätavoitteiden rinnalla toteutettiin laatumittarin kalibrointi, laitehankinta ja geologisten tietojen hallintajärjestelmä.

Esi-tutkimuksessa syntyneitä materiaaleja syöttötietojen, toimintojen ja tulosteiden osalta käytettiin systeemisuunnittelun lähtömateriaalina. Osatoimintoja täsmennettiin haastatteluilta ja toimintojen sanallisilla ja matemaattisilla kuvauksilla. Systeemisuunnittelun lopputuotteena oli uusi systeemikaavio, käyttäjätason kuvaukset ja toimintoalgoritmit. Toimintoalgoritmit käsittivät toiminnan pukemisen loogiseen ja atk:lle sopivaan asuun. Lisäksi tähän vaiheeseen sisältyi tiedostojen määrittely.

TUTKIMUS JA INVENTOINTI



Kuva 2. Tutkimus- ja inventointisysteemin periaatekaavio.
Fig. 2. Main block diagram for Exploration and Ore Estimation System.

Kuten asiaan kuuluu, kaikissa vaiheissa projektia jouduttiin suorittamaan iterointia, eli palaamaan aikaisempien kuvausten tarkentamiseen tai korjaamiseen. Käyttäjien kanssa pidettyjen suunnittelupalaverien lisäksi suoritettiin koko systeemin testaus yhdessä heidän kanssaan ennen rakentamisen aloitusta.

Projektin hallitsemiseksi rakentaminen jaettiin neljään vaiheeseen.

Vaihe I: Perustietojen hallinta ja louhinnan suunnittelun runko.

Vaihe II: Louhinnan suunnittelun täydentäminen.

Vaihe III: Kairareikätiertojen hallinta ja inventointisysteemi.

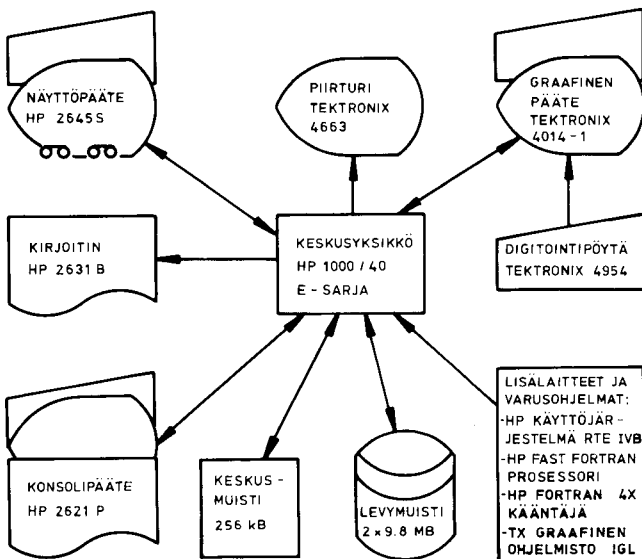
Vaihe IV: Karttatulostukset ja tutkimussysteemi, louhossuunnittelun osat sekä systeemin hiominen.

Suunnitteluvaiheen jälkeen työmääräksi arvioitiin 6,5 miesvuotta.

TOTEUTUS

Laitehankintojen osalta projektissa päädyttiin toimipaikalle hankittavaan pientietokoneeseen ja oheislaitteisiin, joista tärkein on graafinen asema. Kuvassa 3 on kuvaus laitteiston kokoonpanosta.

OTANMÄEN KAIVOSGEOLOGISEN TIETOJENKÄSITTELYSYSTEMIN KOKOONPANO



Kuva 3. Otanmäen tietojenkäsittelysystemin laitekoonpano (HP = Hewlett-Packard).

Fig. 3. Configuration of the data processing system in Otanmäki mine (HP = Hewlett Packard).

Paikalliseen pientietokoneeseen päädyttiin lähinnä siksi, että samoille tiedoille on useita käyttäjiä yhtäaikaan. Suunnitteluprosessit ovat luonteeltaan interaktiivisia, jolloin esimerkiksi laskentatulosten on oltava käytettävissä välittömästi, jotta suunnittelu voi jatkua. Digitoilaitteen koko, reilu A1, ja piirturin koko, A2, määräytyivät Otanmäellä käytössä olevien karttojen mittojen perusteella. Graafisen päätteen valintaan vaikutti tiedon esitys- ja erottelutarkkuus. Laiteratkaisussa pyrittiin selkeyteen ja tähän päästiin pitäytymällä kahteen laiteomittajaan, Hewlett-Packard Oy ja Tektronix Oy.

Näyttöpäätteistä toinen toimii systeemin edellyttämänä konsolipäätteenä. Tämän ohella sitä voidaan käyttää myös tietojen talletukseen. Toinen näyttöpäätte on tarkoitettu alfa-numeerisen tiedon talletukseen. Kirjoittimella saadaan raporttitulostukset ja malmiarviolaskelmat. Piirturilla tulostetaan vaakakarttoja ja pystyprofieileja, joille voidaan ottaa systeemiin talletetuista tiedoista haluttuja yhdistelmiä. Digitoilaitteen ja graafisen päätteen avulla talletetaan graafista tietoa (esimerkiksi perien muodot, jatkotankoreikäen laatumittatulokset) ja suoritetaan mm. louhosten konnektointia (rajausta) pysty- ja vaakatasoilla.

Tiloja, mihin laitteisto sijoitettiin, jouduttiin valmistelemaan laitteiston ja käyttäjien vaatimukset huomioonottaen. Otanmäen olosuhteissa pöly, staattinen sähkö ja kosteusvaihtelu aiheuttivat eniten tarvetta tilojen muutoksiin. Keskusyksikkö, levy-yksikkö ja kirjoitin ovat omassa huoneessaan, minkä lämpö-kosteus-tasapainosta huolehtii erillinen ilmastointilaitte. Huoneessa pidetään pieni ylipaine, jotta ulkoilman pöly ei pääse tunkeutumaan sisälle. Atk-laitteille sähkö otetaan suoraan pääkeskuksesta 5 kVA:n erotusmuuntajan kautta. Graafinen työasema ja päätteet sijoitettiin piirtämösaliin.

Atk-suunnittelun tärkeimmät tehtävät ovat tiedostojen suunnittelu ja ohjelmistosuunnittelu. Tiedostorakenteet suunniteltiin koko systeemin osalta, jotta tiedostojen väliset yhteydet voitiin määrittää detaljitasolle saakka. Toteutus jaettiin neljään päävaiheeseen, kuten edellä on esitetty, ja päävaiheissa suunnittelu eteni vaiheittain karkeasta yksityiskohtaisemmaksi. Ohjelmointikielenä on käytetty pelkästään Fortran 4 X:ää ja graafinen ohjelmointi on suoritettu Tektronixin IGL-aliohjelmopakettia käyttäen.

Jo ensimmäisten ohjelmien valmistuttua voitiin todeta, että ohjelmien pituudet oli arvioitu liian lyhyiksi. Interaktiiviset, graafiset ohjelmat vaativat huomattavasti enemmän erilaisia testauksia ja haaroja kuin suoraviivaiset laskentaohjelmat. Siten työarviota jouduttiin korjaamaan noin kaksinkertaiseksi. Tällä pelkästään rakentamisvaiheeseen kohdistuvalla lisällä ei ollut kokonaiskustannuksiin näin suurta vaikutusta, mutta aikataulussa se tuntui. Koska koko projekti olisi kestänyt vuoden 1982 loppuun, karsittiin systeemistä pois malminetsinnällisiä toimintoja, jotka näyttivät käyvän tarpeettomiksi. Tällöin voitiin projekti viedä päätökseen kesäkuussa 1982.

Suunniteltu ohjelmointiteho saavutettiin (30 riviä/miestyöpäivä), mutta ohjelmien pituus kasvoi. Koko projektiin jouduttiin siten käyttämään 7,5 miesvuotta.

Hallinto	13 %	Koulutus	7 %
Suunnittelu	20 %	Käyttö	6 %
Ohjelmointi	17 %	Vapaa + sairaana	13 %
Testaus	16 %	Laiteasennus	3 %
Dokumentointi	5 %		

Jakauma lienee aika tyypillinen tällaiselle projektille ja siitä nähdään, että varsinaiseen rakentamiseen käytetään n. 60 % kokonaisajasta.

Projektissa rakennetut pääohjelmat on esitetty kuvassa 4. Louhinnan suunnittelusysteemi koostuu kaikkiaan lähes kahdestasadasta pää- ja aliohjelmasta, joiden yhteinen pituus on yli 10 000 riviä kommentoimattonta Fortran-koodia. Inventointisysteemi käsittää yli 8 000 riviä ohjelmia.

SYSTEEMITESTAUS

Louhinnan suunnittelusysteemin testaus suoritettiin louhoksella IM 102, joka sisälsi 330 000 tonnia malmia. Louhoksessa oli kymmenen profiilia, joiden väli oli 10 m, ja neljä tasoa. Kuvassa 5 on esimerkkitulostus eräästä profiilista ja siihen tehdystä malmin rajauksesta.

Ensimmäisessä testausvaiheessa tutkittiin systeemin luotettavuutta. Tässä tarkoituksessa laskettiin testilouhoksen malmiarvio ja verrattiin tulosta käsinlaskettuihin tuloksiin. Ver-

LOUHINNAN SUUNNITTELUKÄYTTÖN PÄÄOHJELMAT

TALLETUS:

- KIINTOPISTETIETOJEN SYÖTTÖ
- PERÄPROFIILILEIKKAUKSEN LAATUTIETOJEN SYÖTTÖ
- PERÄN MUOTOTIETOJEN SYÖTTÖ
- LAATUMITTAUSTIETOJEN TALLETUS

KÄSITTELY:

- LAATUMITTAUSPROFIILIN PIIRTO
- LOUHOKSEN RAJAUS PROFIILILLA JA PROFIILIN MALMIARVIO
- LOUHOKSEN RAJAUS VAAKATASOLLA
- LOUHOKSEN MALMIARVION LASKU

INVENTOINTISYSTEEMIN PÄÄOHJELMAT

TALLETUS:

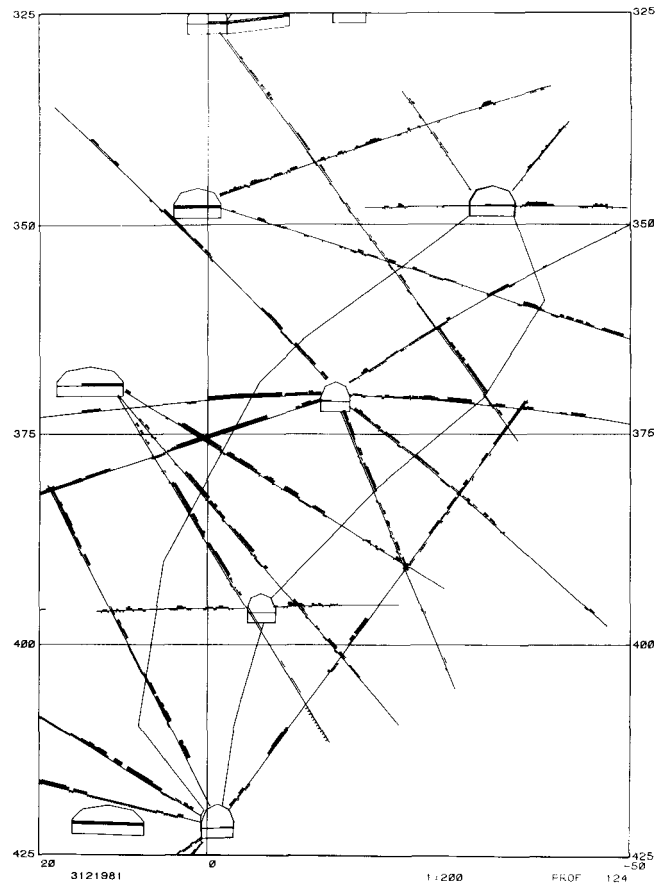
- KAIRAREIÄN PAIKKATIETOJEN SYÖTTÖ
- SYDÄNNÄYTTEEN HAVAINNOTULOSTEN SYÖTTÖ
- ANALYYSIN PAIKKATIETOJEN SYÖTTÖ
- ANALYYSITIETOJEN SYÖTTÖ

KÄSITTELY:

- ALUEELLISEN MALMIARVION LASKEMINEN
- MALMIOIDEN RAJAUS, NIMEÄMINEN JA LUOKITTELU
- ANALYYSITIETOJEN JA PAINOTETUN KESKIARVON LISTAUS
- SYVÄKAIRAUSRAPORTIN TULOSTUS
- PERUSKARTAN PIIRTO
 - profiilit, perät, kiintopisteet, vaakareivät, louhosten vaakakonnektiot, pystykonnektioiden ja tason leikkauspisteet
- KAIRAUSPROFIILIN PIIRTO

Kuva 4. Louhinnan suunnittelusysteemin ja Inventointisysteemin pääohjelmat.

Fig. 4. Main programs for Slope Design and Ore Estimation Systems.



Kuva 5. Esimerkki laatumittausprofiilista ja sille tehdystä malmin rajauksesta.

Fig. 5. Example of a vertical profile with ore grade and ore limit.

tailussa todettiin, että systeemi antoi tarkempia ja luotettavampia tuloksia kuin vanha käsinlaskentajärjestelmä. Siten systeemi voitiin hyväksyä.

Toisessa vaiheessa suoritettiin vertailu atk:n avulla eri perusteilla laskettujen malmiarvioiden kesken (kuva 6).

TESTILOUHOKSEN LOUHINTAVAIHTOEHTOJEN VERTAILU

LOUHINTA - VAIHTOEHTO	TILAVUUS m ³	MÄÄRÄ t	TUOTTO Mmk	YKSIKÖ - TUOTTO mk / t	TUOTTOERO VUOSITASOLLA Mmk
Suunnitellut rajat	91 000	337 000	11.0	32.62	vertailuarvo
Perät kiinteät, rajat optimoitu	98 000	364 000	12.6	34.56	3.0
Perät kiinteät, taajempi louhos	127 000	466 000	13.9	29.94	-4.2
Perät tasoihin sidottuja	103 000	386 000	14.1	36.53	5.8
Perät vapaasti sijoitettavissa	86 000	326 000	13.1	40.10	11.3

Kuva 6. Testilouhoksen louhintavaihtoehtojen vertailu.

Fig. 6. Comparison of the alternative stope designs of the test stope.

Suunnittelun kriteereinä olivat:

- K o n n e k t i o 4 :** Manuaalisessa malmiarviossa suunnitellut rajat ja perät.
- K o n n e k t i o 5 :** Perät pidetty kiinteinä. Pyritty saamaan kannattavampi louhos louhosrajoja muuttamalla.
- K o n n e k t i o 5 a :** Perät pidetty kiinteinä. Pyritty saamaan mahdollisimman suuri louhos.
- K o n n e k t i o 6 :** Perät sidottu tasoihin, mutta annettu vaakasuunnassa vapaasti siirtyä.
- K o n n e k t i o 7 :** Perät vapaasti sijoitettavissa sekä pysty- että vaakasuunnassa.

Kaikissa on pyritty pitämään kiinni louhinnan toteutettavuudesta. Konnektio 4 on siten vertailukohde. Konnektiot 5 ja 5 a ovat toteutettavissa ilman muutoksia valmistelemissä töissä. Konnektio 6 on kohtalaisen helposti toteutettavissa, jos tutkimus on riittävästi tuotannon edellä. Konnektio 7 on lähellä geologista konnektiota.

Kuvasta 6 havaitaan, että ilman mitään muutoksia valmistavissa töissä, olisi tämän louhoksen tuotossa mahdollisuus saavuttaa 1,6 miljoonan markan parannus ja tämä vastaa suhteutettuna koko kaivoksen vuosituotantoon n. 3 Mmk/a. Jos tutkimuksia tehostamalla pystytään louhos suunnittelemaan ennen peränajoa louhokseen, saavutetaan kaikkiaan n. 6 Mmk parannus vuositasona. Mikäli pystytään vapautumaan tasosidonnaisuudesta päästään noin 11 Mmk parempaan tulokseen vuodessa. Kuvan 6 taulukko osoittaa mahdollisuudet, mihin voidaan päästä, jos tutkimus on riittävästi tuotannon edellä. Rakennettu systeemi antaa mahdollisuuden interaktiiviseen optimointiin taloudellisimman vaihtoehdon löytämiseksi.

KÄYTTÖÖNOTTO

Testaukset osoittivat, että tällä systeemillä voidaan tehdä luotettavampia ja tarkempia suunnitelmia kuin käsin. Käyttö on nopeaa. Yhden profiilikonnektion malmiarvion laskeminen kestää noin puoli minuuttia ja keskivertolouhoksen yksi käsittely noin tunnin. Lisäksi taloudelliset tavoitteet saavutettiin selvästi. Mielenkiintoista oli myös, että tällä systeemillä voitiin helposti markkina osoittaa ennakkotutkimusten merkitys louhoksen taloudellisuudelle. Siten voitiin Louhinnan suunnittelusysteemi ottaa käyttöön lokakuussa -81 ja Inventointisysteemi kesäkuussa -82.

Merkittävä seikka on se, että käyttäjillä (systeemin vastuuhenkilöä lukuunottamatta) ei ole aikaisempaa kokemusta atk:sta. Koko osaston henkilökuntaa informoitiin laitteista ja systeemistä rakennus- ja suunnittelutyön aikana sopivien väleillä. Eräs tärkeimmistä tilaisuuksista oli laitteiston esittely heti asennusvaiheen jälkeen. Käyttäjien koulutukseen vaikutti ratkaisevasti se, että systeemiä suunniteltiin paikan päällä käyttäjien näkyvissä. Kun systeemin toimivat osat saatiin valmiiksi, käyttäjiä pyrittiin kouluttamaan hallitsemaan pienehköjä kokonaisuuksia. Kaiken aikaa saatiin mukaan käyttäjien toivomukset, joilla voitiin osaltaan parantaa atk-systeemin toimivuutta ja luotettavuutta.

Talletusohjelmat tehtiin käyttäjävälisiksi siten, että ohjelma ilmoittaa käyttäjälle kunkin työvaiheen toimenpiteen. Jokaisesta talletus- ja käyttöohjelmasta tehtiin kirjalliset käyttöohjeet, jotka sisältävät sekä normaalitoiminnot että erikoistapaukset.

Systeemiä käyttävät samat henkilöt, jotka tekivät näiden tietojen käsittelyä ennenkin. Siten kaivosmittaajan vastuulla on tietojen sisäänvieminen ja tulostus. Kartanpiirtäjät suorittavat talletus- ja tulostusoperoinnin. Suunnitteluinsinööri käyttää Louhinnan suunnittelusysteemiä ja louhossuunnittelija ja geologi voivat ottaa haluamiaan profileja tai tasokarttoja. Geologin käyttöön ovat tarkoitettuja myös malmiarvioon liittyvät ohjelmat. Ohjelmien käyttö on suhteellisen yksinkertaista ja helppo oppia.

KOKEMUKSET PROJEKTISTA

Otanmäen kaivosgeologisen tietojenkäsittelyprojektin toteuttaminen on ollut mielenkiintoista. Onhan siinä jouduttu lähestymään kokonaisvaltaisesti geologista tutkimusta ja louhinnan suunnittelua. Atk-ratkaisut ovat olleet moderneja ja graafisen tietojenkäsittely tässä muodossa kaivosalalla uutta.

Projektia toteutettaessa on tullut esiin tällaisen kehitysprojektin suunnittelun tärkeys. Monet asiat on kaivoksen rutiineina hoidettu ilman selviä määrittelyjä, mutta atk:lla toiminnot on määriteltävä tarkasti. Erityisesti manuaalisten ja atk-rutiinien nivelyminen toisiinsa on suunniteltava huolella.

Systeemiä rakennettaessa on päätavoitteena pidetty systeemin toimivuutta Otanmäellä. Rakenteellisesti on pyritty sellaiseen ratkaisuun, että sovitustyö muille kaivoksille olisi mahdollisimman helppoa. Tuskin on kuitenkaan toista kaivosta, jolle systeemi suoraan soveltuisi, sillä kullakin esiintymällä on omat tarpeensa ja pullonkaulansa. Tämän systeemin alirutiineista on kuitenkin helppo koota paikallisia sovellutuksia. Laitteisto on myös joustava ja helposti laajennettavissa tarpeiden mukaan.

Laitteiden osalta on projektin aikana kehitystä tapahtunut lähinnä siinä suhteessa, että laitteisiin on tullut valmiita graafisia ominaisuuksia, massamuistit ovat halventuneet ja pienkoisiin on tullut virtuaalimuistitekniikka. Erityisesti jälkimmäisellä on graafisille ohjelmille suuri merkitys.

On odotettavissa, että kehitystä tällä sektorilla lähivuosina tapahtuu voimakkaasti. Erityisesti louhinnan ohjaus automatisoidun kaivosmittauksen avulla tulee olemaan kehityksen kohteena varsinkin suuria louhoksia ohjattaessa. Myös maanalaisissa kaivoksissa tämänkaltaisilla systeemeillä voidaan selektiivisyyttä parantaa huomattavasti, kunhan toiminta muilta osin saadaan kannattamaan.

SUMMARY

CONSTRUCTING A DATA PROCESSING SYSTEM FOR MINING GEOLOGY AND STOPE DESIGN AT THE OTANMÄKI MINE

A data processing system has been constructed for mining geology and stope design at the Otanmäki Mine of Rautaruukki Co.

The main problem in production of heterogeneous ore deposits is selectivity. So the main target of the system is to optimize the stope design. Also there has been efforts to effect geological data processing so that the time of geologists and engineers would be used for effective planning instead of processing data.

This article describes the main features of the project for constructing this system. Testing on the real stope and practice in use of the system have proved that economical targets can be reached easily.

Kalliovarat ja kallioperän tutkimus

Professori Heikki Niini, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Taloudellisen geologian laboratorio

Virkaanastujaisesityelmä 14.9.1982

KALLIOVAROJEN LUONNE

Jo luolaihmosten ajoista alkaen ihminen on käyttänyt kalliota hyväkseen. Kallioluolissa asumisen jälkeen on koko inhimillisen kulttuurin kehittyminen suureksi osaksi ollut riippuvaista niistä aineellisista edellytyksistä, joita kallioperä on tarjonnut lähinnä eri metallien muodossa. Suomen historiassa tunnetaan kallioperän hyväksikäyttö louhinnallisessa mielessä vasta vuodesta 1542, jolloin Ojamon rautakaivos Lohjalla aloitti toimintansa. Sitäkin ennen uskotaan kyllä jostakin louhitun kalkkikiveä kalkkipolttoon. Nykyaikaisen kalliovarojen hyödyntämisen perustana Suomessa voidaan kuitenkin pitää vasta v. 1910 löydettyä Outokummun kuparimalmia.

Outokummun löytö rikkoi yhdellä iskulla vanhan, lähes luonnonlaiksi iskostuneen kuvitelman maamme köyhyydestä. Tämä johti vaiheittain myös kallioperän tutkimuksen voimakkaaseen tehostamiseen, millä on ollut Suomessa ratkaiseva merkitys uusien malmivarojen löytymiselle, kaivosten avaamiselle ja louhintamäärien jatkuvalle nousulle. Kalliovarojen louhinnallisen hyväksikäytön tärkeitä teknisiä edellytyksiä ja etappeja ovat olleet:

- ruudinkäytön leviäminen Eurooppaan 1630-luvulla, jolloin voitiin luopua aiemmasta hitaasta polttolouhintamenetelmästä,
- dynamiitin keksiminen v. 1863, joka tehosti suurella harppauksella räjäytystä,
- koneellisen porauksen kehittäminen 1890-luvulla.

Sittemmin 1900-luvulla on kehitetty suuri määrä eri tarkoituksiin soveltuvia muitakin räjähdysaineita, jotka yhdessä poraustekniikan automatisoinnin kanssa ovat moninkertaistaneet louhinnan työsaavutuksia.

Kaivostoiminta on edellyttänyt suurten ja monipuolisten kalliotilojen louhintaa ja rakentamista. Menetelmien ja välineiden kehittyessä on opittu hiljalleen yhä taloudellisemmin irrottamaan kiveä juuri halutusta kohdasta, niin että sittemmin on voitu ryhtyä louhimaan kalliota kasvavassa määrin myös nimenomaan maanalaisen tilan aikaansaamiseksi. Kallioperä onkin nykyään nähtävä luonnonvarana — ei ainoastaan siitä saatavien mineraalisten arvoaineiden osalta — vaan myös sen tarjoamien muiden hyötynäkökohtien puolesta. Näistä muista hyötynäkökohdista keskeisin on juuri maanalainen tila, mutta lisäksi kallioperää hyödynnetään taloudellisesti, rajallisena resurssina käyttämällä sitä rakennusperustana pinnallisille rakenteille sekä sopivana kiinteänä ympäristönä tietyille ilmiöille. Täten käsite ”kalliovarat” koostuu neljästä eri ilmentymästä:

1. perusta
2. ympäristö
3. tila
4. aines.

KALLIO RAKENNUSPERUSTANA

Kallioperän hyväksikäyttö pinnallisten rakenteiden perustana pohjautuu tietysti osaltaan kallion pinnanmuotoihin eli kalliotopografiaan, ensi sijassa kuitenkin kallion hyviin lujuusominaisuuksiin, jotka ovat selvästi paremmat kuin tavallisten irtomaisten maalajien vastaavat ominaisuudet. Suomi ei onneksi kuulu ns. seismisiin vyöhykkeisiin, joissa lujaankin kallioon rakentaminen on maanjäristyksen vuoksi vaarallista ja vaatii oman erikoistekniikkansa. Suomessa kallioperä riittää lujuu-deltaan yleensä sellaisenaan perustaksi painavillekin rakenteille, kunhan vältetään varsinaiset heikkousvyöhykkeet: ns. ruhjeet ja rapaumat. Nämä ovat itse asiassa varsin yleisiä ja niiden selvittäminen vaatii aina asiantuntevia geologisia tutkimuksia. Kallion käyttö painavien rakenteiden perustana rajoittaa vain lievästi niiden alla olevan kalliokohdan käyttöä muihin tarkoituksiin.

Kalliotopografian merkitys on erityisen keskeinen suurille vesirakennushankkeille, kuten voimalaitoksille, tekojärville, syväväylille ja kanaville, sekä tie- ja rautatielinjoille ja silloille. Näiden yhteydessä epäedulliset topografiset olosuhteet voivat vaatia kalliita louhintatöitä.

Sekä kallion lujuusominaisuuksien että kalliotopografian selvittäminen irtomaakerrosten alta on yksi insinööri-geologien erikoistehtävä, jossa käytetään tehokkaasti hyväksi sovelletun geofysiikan menetelmiä — tässä tapauksessa varsinkin seismisiä, mutta myös sähköisiä menetelmiä.

KALLIO YMPÄRISTÖNÄ

Kallioperän hyväksikäyttö sopivana ympäristönä tietyille ilmiöille keskittyy lähinnä kolmeen tarkoitukseen:

- pohjaveden otto,
- lämpöenergian varastointi ja käyttö,
- jätteiden ”hävittäminen” (poistaminen maan pinnalta).

Kalliossa olevan pohjaveden käyttö vedenhankintaan pora-kaivojen avulla on viime vuosikymmeninä kovasti yleistynyt maassamme. Lämpöenergian varastointia kallioon ja kallion oman lämmön hyväksikäyttöä sekä erilaisten jätteiden kallioonsijoitusta on Suomessa lähinnä vasta alustavasti suunniteltu ja kokeiltu.

Pohjavesi ja kallioperän lämpöenergia ovat ns. uusiutuvia luonnonvaroja. Niiden hyödyntäminen ei estä saman kallio-lohkon myöhempää käyttöä johonkin muuhun tarkoitukseen. Sensijaan koko ajan lisääntyvien myrkyllisten ja varsinkin radioaktiivisten jätteiden sijoittaminen kallioon merkitsee kyseisen kohdan ja sen lähiympäristön sulkemista muilta käyttötarkoituksilta hyvinkin pitkiksi ajoiksi tulevaisuudessa.

Kallioperän jätteensijoitusominaisuuksia ja -edellytyksiä selvitetessä on siis aina tarkoin tutkittava ja huomioitava,

minkä muiden kalliovaroiden potentiaalisesta hyväksikäytöstä joudutaan samalla luopumaan lukuisten sukupolvien ajaksi. Varsinkin korkea-aktiivisten ydinjätteiden kallioonsijoitus eli ns. geologinen sijoitus on vaativa tehtävä, johon lähivuosikymmeninä joudutaan pakosti kehittämään ja soveltamaan myös uusia taloudellis-geologisia, insinööri-geologisia ja geofysikaalisia tutkimusmenetelmiä. Jätteiden sijoitusympäristönä Suomen kallioperä kuitenkin tarjoaa maaillemme taloudellisesti arvokkaan resurssin, jonka hyödyntämistä kansainväliseltäkin kannalta tulisi tutkia ja pohtia kiihköttömästi.

MAANALAISET TILARESURSSIT

Kallioperän tarjoamat tilaresurssit voidaan tilojen muodon ja tarkoituksen puolesta jaotella kolmeen pääryhmään seuraavasti:

1. Pitkät kalliotilat kulkua tai kuljetusta varten. Tämä ryhmä käsittää pysty- ja vinokuilut sekä jokseenkin vaakasuorat tunnelit ja perät, joita louhitaan rautatie-, tie-, katu-, metro- ja voimalaitos-, raakavesi-, uitto-, viemäri-, jätevesi-, ja kaapelitunnelihankkeissa sekä kaivosten kuljetus-, louhinta- ja tutkimusperiksi.
2. Lyhyehköt leveät kalliotilat ihmisten, materiaalien, prosessien tai toimintojen sijoitusta varten. Tähän kuuluvat suojat (kuten väestösuojat, lentokonehallit, sotilaskohteet ja tietoliikennekeskukset), varastotilat (kuten autojen paikoitushallit, hiekka- ja suolasiilot, pakastustilat, öljy-, kaasui-, paineilma- ja vesisäiliöt) sekä erilaiset työ- ja virkistystilat (kuten murskaamo- ja korjaamotilat kaivoksissa sekä maanalaiset voimalaitos- ja tehdastilat, jopa uima- ja jäähallit).
3. Mineraalimateriaalien ottopaikoille syntyvät tyhjät tilat eli kaivosten louhostilat.

Tämä esimerkinomainen luettelo ei tietenkään sisällä kaikkea mahdollista, mitä varten kalliotiloja voidaan rakentaa. Jo tästä kuitenkin ilmenee, että kyse on mitä moninaisimmista tavoitteista ja mahdollisuuksista. Kun otetaan huomioon maanpinnalla jatkuvasti kasvava tilantarve ja moniin maanpäällisiin toimintoihin kohdistuvat lisääntyvät ympäristönsuojelulliset vaatimukset, lienee selvää, että kallioperän maanalaisen tilaresurssien taloudellinen merkitys tulevaisuudessa yhä kasvaa.

Kallion tilaresurssien hyödyntäminen — ts. louhinta, rakentaminen ja hyväksikäyttö — puolestaan edellyttää kohdealueiden kallioperän geologisen rakenteen, ominaisuuksien ja ilmiöiden yksityiskohtaista selvittämistä pintaa syvemältä. Tämä on tyypillinen taloudellis-geologinen ja insinööri-geologinen tutkimustehtävä, johon myös sovelletun geofysiikan laskennallisia, malli- ja tulkintamenetelmiä voidaan edelleen menestyksellä kehittää.

KALLIO RAAKA-AINELÄHTEENÄ

Kalliovaroiden neljästä ilmentymästä — perustasta, ympäristöstä, tilasta ja aineksesta — tärkeimpänä on pidettävä itse ainesta, ts. erilaisista mineraaleista koostuvaa kivimateriaalia.

Kun jätetään huomiotta kivihiili-, vuoriöljy- ja maakaasuesiintymät, jollaisia ei Suomessa ole, voidaan kallioperästä louhittavat kertakäyttöiset mineraaliset raaka-aineet jakaa kahteen ryhmään:

- malmit, johon käsitteeseen usein luetaan itse metallimalmien lisäksi kaikki teollisuusmineraalit ja -kivet sekä energiamineraalit,
- rakennuskiviainekset, joihin kuuluvat rakennus- ja monumenttikivet sekä louhe eli ns. ”louhoskivi”.

Käsitteellä malmi tarkoitetaan tavanomaisesti sellaista geologista muodostumaa, joka sisältää jotakin raskasta metallia niin paljon, että tätä voidaan siitä taloudellisesti erottaa. Suomen malmeista on tähän mennessä saatu lähinnä rautaa, kuparia, sinkkiä, lyijyä, nikkeliä, kromia, vanadiinia, kobolttia, rikkiä, molybdeenia, uraania, volframia ja jalometalleja. Näiden alkuaineiden mineraaleja on Suomessa louhittu kaikkiaan 35 kaivoksesta (ottamatta lukuun yli 60 vuotta sitten toimintansa lopettaneita vähäpätöisiä kaivoksia).

Kaivosteollisuudessa malmilla tarkoitetaan myös mitä tahansa louhintakelpoista kiveä, jota louhitaan irrotetun mineraaliaineksen käyttökelpoisuuden vuoksi eikä tilan aikaansaamiseksi kallioon. Kaikki teollisuusmineraalit ja esim. pelkän kivimurskeen ja sepelin tuottamiseksi louhittava kivi ovat siis täten malmia.

Kaikissa tapauksissa vaikuttavat malmin olemassaoloon ja kannattavuuteen ratkaisevasti paitsi kyseisen käyttökelpoisen metallin, mineraalin tai aineksen pitoisuus kallioperässä myös sen määrä ja sijainti kolmiulotteisessa tilassa, irrotettavuus, rikastettavuus ja jalostettavuus. Nämä kaikki riippuvat mineraalien, kivilajien ja koko kallion rakenteesta, joka puolestaan on kivilajien synnyn ja monivaiheisen geologisen kehityksen funktio. Tämä vaikutusketju määrittää samalla taloudellisen geologian keskeiset tutkimus- ja opetuskohteet Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastossa.

Malmien kertakäyttöluonne merkitsee, että jokainen louhittu malmierä on heti lopullisesti poissa kokonaisalmaivoimista. Kuitenkin kiihtyvistä louhinnasta huolimatta tunnetut, louhintakelpoiset malmivarat ovat yleensä samaan aikaan kasvaneet. Tämä johtuu lähinnä neljästä seikasta:

1. Vasta louhinnan edistyessä on malmioiden jatkumisesta alapäin saatu riittävän tarkkaa tietoa, ts. tietyt spekulatiiviset ja hypoteettiset varannot ovat muuttuneet tunnetuiksi malmivaroiksi.
2. Tehostunut malminetsintä on tuottanut päivänvaloon aivan uusia malmiesiintymiä eri puolilta maata.
3. Kulutuksen kasvaessa, rikkaampien esiintymien tultua käytetyiksi ja malmin irrotus-, rikastus- ja jalostusmenetelmien jatkuvasti tehostuessa ovat yhä heikkolaatuisemmat esiintymät ja malmioitten jatkeet tulleet taloudellisesti louhittaviksi eli siis malmeiksi, ts. cut off on alentunut. Onkin olemassa monta esimerkkiä sellaisesta, että kerran näennäisesti jo ”loppuun” louhittu esiintymä on tästä syystä voitu ottaa uudelleen käyttöön (mm. Haverin rauta-kultakupariesiintymä, Korsnäsin lyijy-, Aijalan kupari-lyijy-sinkki-jalometalli- ja Virtasalmen kupariesiintymä).
4. Tutkimus- ja kehitystyö on tuottanut uusia käyttötapoja kallioperämme aikaisemmin arvottomina pidetyille mineraaleille.

Viimeksimainittu kohta koskee nimenomaan teollisuusmineraaleja, joista aiemmin hyödynnettiin lähinnä vain kalsiittia ja vähän asbestia. Sittenkin Suomessa on käynnistetty mm. talkin hyödyntäminen paperin täyteaineeksi, kvartsin ja kalimaasälvän hyväksikäyttö lasi- ja keraamisessa teollisuudessa, dolomiitin käyttö maatalouskalkiksi, kromiitin valimohiekaksi, apatiitin käyttö fosforilannoitteeksi, jopa ”tavallisen” sarvivälkkeen louhinta sementinvalmistuksen lisäaineeksi.

Monien tärkeiden metallien hintojen viimeaikainen lasku on kuitenkin jouduttanut edellä mainittuun nähden painvas-taista kehitystä eli malmivarojemme vähenemistä. Tämä asettaa tietysti kasvavia vaatimuksia malminetsinnälle sekä mineraalien tuotanto- ja jalostusprosessien kehittämiseksi. Erityisesti teollisuusmineraalien tuotekehittely merkitsee jatkuvaa haastetta myös taloudellisen geologian tutkimukselle. Toisaalta tulee enenevässä määrin ottaa geologis-mineralogisen tutkimuksen kohteiksi myös kaivosten vanhat rikastushiekkavaras-

tot. Näihin on aikoinaan voinut joutua arvoaineosasia sellaisia määriä, jotka nykyisin kyetään taloudellisesti hyödyntämään.

ENERGIAMINERAALIT

Ajankohtaisen haasteen malmivarojen tutkimukselle muodostavat Suomessakin sellaiset mineraalit, joista saadaan energiaa. Energiamineraaleista on parin viime vuosikymmenen aikana perinteisesti Suomessa hyödynnetty — suoraan metallurgisissa prosesseissa — lähinnä vain rikkikiisua. Muita huomionarvoisia energiamineraaleja ovat varsinkin grafiitti ja uraanimineraalit.

Maamme runsaissa mustaliuske-esiintymissä on tunnetusti melkoisesti grafiittia. Esim. Kiihtelysvaarasta on löydetty esiintymä, jossa on hiiltä lähes 40 % ja haitta-aineena olevaa rikkiä vain minimaalisesti. Tällaisen hiiliesiintymän — suomalaisen kivihiilen — taloudellinen hyväksikäyttö lienee mahdollisuuksien rajoissa, mutta vaatii luonnollisesti ensin ennakkoluulotonta tutkimus- ja kehitystyötä.

Vasta hiljattain maassamme aletun ydinenergian käytön myötä on myös uraanesiintymien etsintä ja tutkimus Suomessa tehostunut voimakkaasti, ja niiden konditionaaliset varannot ovatkin oleellisesti kasvaneet. Näiden hyödyntämisessä kuitenkin muodostavat malmista saatavien tuotteiden ja jätteiden radioaktiivisuus ja säteilyturvallisuusvaatimukset ylimääräisen rasittekijän, jonka merkitys on huomioitava jo inventoitaessa kutakin uraanesiintymää malmivarana.

KALLIOPERÄN TALOUDELLINEN TUTKIMUS

Kallioperän perinteinen geologinen tutkimus keskittyy Suomessa ennen kaikkea ikivanhojen prekambriksen muodostumien syntyvaiheiden yksityiskohtaiseen selvittelyyn sekä kivilajien ja suurrakenteiden alueellisen levinneisyyden järjestelmälliseen kartoitukseen lähinnä avokallioista. Näiden selvitysten tulokset muodostavat luonnollisesti perustan kalliovarojenkin käsittelylle. Kalliovarojen varsinainen hyödyntäminen vaatii kuitenkin lisäksi taloudellis-teknistä ongelmanasettelua ja tutkimuksen kohdistamista konkreettisesti irtomaapeliteen alle ja syvällekin kallion sisään.

Ongelmanasettelussa on keskeistä kalliovarojen luonteen ja olemassaolon selvittely; nimenomaan eri tarkoituksiin käyttökelpoisten geologisten esiintymien etsintä ja inventointi. Kalliovarojen hyödyntämisnäkökohdat vaativat erityisesti selvittämään monien uusien aiemmin vähän tunnettujen geologisten ja geofysikaalisten tekijäin sekä taloudellis-teknisten soveltuvuusominaisuuksien luonnetta ja keskinäistä korrelaatiota. Tällaisia keskeisiä geologis-geofysikaalisia tekijöitä ovat: — dynaamisista ilmiöistä esim. prekambrisia syntytahtumia nuoremmat prosessit kuten siirrosliikunnot, rakoilu, rapautuminen ja kallioperän kuluminen kalliomekaanisine seurausvaikutuksineen, sekä

— staattisista olosuhteista esim. alkuaineiden ja mineraalien geostatistinen pitoisuusvaihtelu kolmiulotteisessa tilassa sekä homogeenisuusosueiden luonne, fysikaaliset ominaisuudet, dimensiot, asema ja alueellinen vaihtelu.

Tällaiset tutkimuskohteet vaativat omia erityisiä tutkimusmenetelmiään, joiden joukossa keskeisiä ovat maan alta, maan pinnalta ja ilmasta tehtävät havainnot ja geofysikaaliset mittaukset sekä niiden matemaattinen ja geologinen tulkinta. Näitä seikkoja tutkitaan yhä enenevässä määrin, mm. geologisessa tutkimuslaitoksessa. Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosasto on silti maamme korkeakouluissa ainoa yksikkö, jossa geologian opetus ja tutkimus pyrkivät suoranaisesti keskittymään ja vastaamaan edellä luonnehtimiini taloudellisen geologian haasteisiin.

Mikäli tulevaisuudessa joidenkin kotimaisten malmivarojen hyödyntäminen mineraalirikasteiksi tulisi kuitenkin epätaloudelliseksi ja siksi vähentyisi, tulee vuoriteollisuutemme hankimaan vastaavat tuotteet ulkomailta. Tällöin joka tapauksessa kotimaista taloudellisen geologian tutkimus- ja insinööriasi-antuntemusta tullaan tarvitsemaan kyseisten ulkomaisten esiintymien ja tuotteiden hyödyntämistutkimuksissa sekä alan know how'n viennissä. Tällaiseen kansainvälisyyteen pyrkivät alan opetus ja tutkimus Teknillisessä korkeakoulussa hyvissä ajoin suuntautumaan.

SUMMARY

BEDROCK RESOURCES AND RESEARCH

The main bedrock resources in Finland consist of exploitable minerals and ores. Three other types of utilization of the bedrock are also regarded as characterizing the concept of "bedrock resources", namely 1) the foundations of heavy constructions, 2) a suitable environment for certain phenomena (like extraction of ground water, storage and use of thermal energy, and disposal of wastes), and 3) underground spaces (tunnels and caverns).

The exploitable bedrock material was classified into two groups:

1. ores, including economic concentrations of (a) metallic minerals, (b) (other) industrial and precious minerals, (c) energy minerals,
2. construction materials including (a) building and monument stones, and (b) blasted and crushed rock.

The lecturer discussed the factors affecting the nature, amount, and evaluation of different bedrock resources. He emphasized that, in Finland, the research concerning these aspects of economic geology is naturally based on the ordinary study of Precambrian geology but, in addition, it must pay attention to certain economic-technical, geostatistical, and rock-mechanical problems important for the exploitation of bedrock resources. These problems require special research methods, among which various drillings as well as geophysical measurements and their mathematical and geological interpretations are important.

VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 25.—26. 3. 1983

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s

ÅRSMÖTE

hålls i Helsingfors den 25.—26. 3. 1983

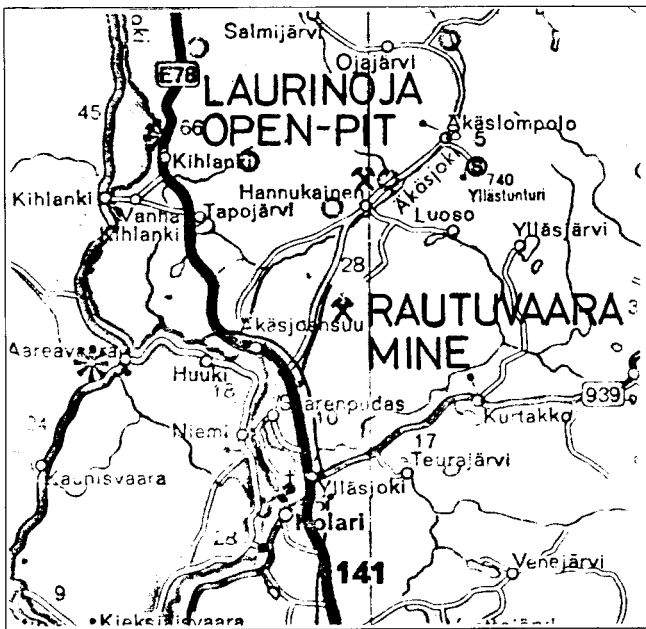
Närmare uppgifter meddelas i inbjudan som postas vid en senare tidpunkt.

Rautaruukki Oy:n Laurinojan avolouhos

Fil.tri Aarre Juopperi, Rautaruukki Oy, Rautuvaaran kaivos
Dipl.ins. Tuomo Tuohino, Rautaruukki Oy, Rautuvaaran kaivos
Dipl.ins. Heikki Pitkänen, Rautaruukki Oy, Tutkimuslaitos, Raahe

Päätös kaivostoiminnan aloittamisesta Rautuvaarassa tehtiin v. 1970, ja tuotannollinen toiminta käynnistyi 1975. Hyödynnettävänä oli 12 milj. tn rautamalmia, jonka rautapitoisuus oli 46 %. Magnetiitin seurana ei muita arvomineraaleja ollut, niinpä rikastamo käsitti ainoastaan magneettisen erotuksen. Malmiesiintymän kuparipitoisuus oli alhainen, Koillis-Rautuvaaran malmioissa 0.07 %, ja kuparirikkaammassa Lounais-Rautuvaaran malmiossa 0.2 %. Viimeksimainitun malmimäärä oli 1/3 hyödynnettävästä malmimäärästä.

Kaivoksen perustamispäätöksen jälkeen jatkettiin Rautuvaaran ympäristössä malminetsintätoita avolouhos- ja lisämalmien löytämiseksi. V. 1974 kohdistuivat nämä tutkimukset Hannukaisen alueelle. Täältä löytyikin useampia malmioita, jotka nimettiin Kuervaaran, Laurinojan, Laukan ja Vuopion malmioiksi. Avolouhintaa ajatellen oli näistä helpoimmin käyttöönotettavissa Kuervaarassa malmio, missä maakerrosten paksuus oli ohuin ja sivukivi/malmi -suhde edullisin. Tämän malmion louhinta lisämalmiksi Rautuvaaran maanalaiselle nostolle aloitettiin v. 1978. Louhinta ajoitettiin pakkasvaikeuksien vuoksi vain kesäaikaan touko-lokakuulle, ja louhintamääräksi suunniteltiin 240 000 tn/kesä. Avolouhinnalla varmennettiin malmin riittävyys hienomurskaamolle sekä helpotettiin kesäajan lomajärjestelyjä. Malmin kuljetus suoritettiin tavallisilla kuorma-autoilla yleistä tietä pitkin, ajomatkaa kertyi kymmenen kilometriä.



Kuva 1. Rautuvaaran kaivos ja Laurinojan avolouhos.
Fig. 1. Rautuvaara Mine and the Laurinoja open-pit.

Arvokkain in situ-arvoltaan Hannukaisen alueen malmioista on Laurinoja, joka sisältää magnetiitin lisäksi myös kuparikiisua. Tehdyt kannattavuuslaskelmat osoittavat, että ottamalla käyttöön tämä rauta-kuparimalmio ja rakentamalla olemassaolevan magneettisen erotuksen jatkoksi vaahdottamo Rautuvaaraan, voidaan kaivoksen heikkoa kannattavuutta kohentaa. Päätös Laurinojan malmion käyttöönotosta tehtiin kesäkuussa 1981, ja kesäkuussa 1982 käynnistyi kuparirikasteen tuotanto. Kulunut kesä on osoittanut toiminnan lähteenen käyntiin vaikeuksista. Laurinojan malmion käyttöönotolla korvattiin Kuervaaran louhinta, muutoin louhinta jatkui entiseen tapaan, eli malmin louhinta ja näinollen myös vaahdotus tapahtuvat vain kesäaikaan, talvella tehdään louhoksella maanpoistotoita ja louhitaan sivukiviä.

GEOLOGIA JA MALMIVARAT

Geologinen leikkaus Laurinojan alueelta on esitetty kuvassa 2. Malmit liittyvät A Hiltusen (1982) Rautuvaaran muodostumaksi nimittämään horisonttiin, joka malmien lisäksi sisältää amfiboliitteja, kvartsi-maasälpäliuskeita ja karsia.

Muodostuman alapuolelle tulevat kvartsiitit ja yläpuolelle nuoremmat syväkivet. Kontaktin läheisyydessä nämä ovat dioritteja, mutta kauempana kontaktista saostumattomina monzoniitteja.

Malmin arvomineraaleina ovat magnetiitti ja kuparikiisu. Harmemineraaleja ovat diopsidi ja sarvivälke. Kokonaismalmimäärä Laurinojan malmiossa on 30 milj. tn., Fe total 43 % ja Cu 0.36 %. Malmion yläosa on kuparin suhteen rikkaampaa, 0.6 % Cu. Kuparivaahdotuksessa saadaan kuparirikasteen mukaan hieman kultaa, mikä nostaa rikasteen myyntiarvoa.

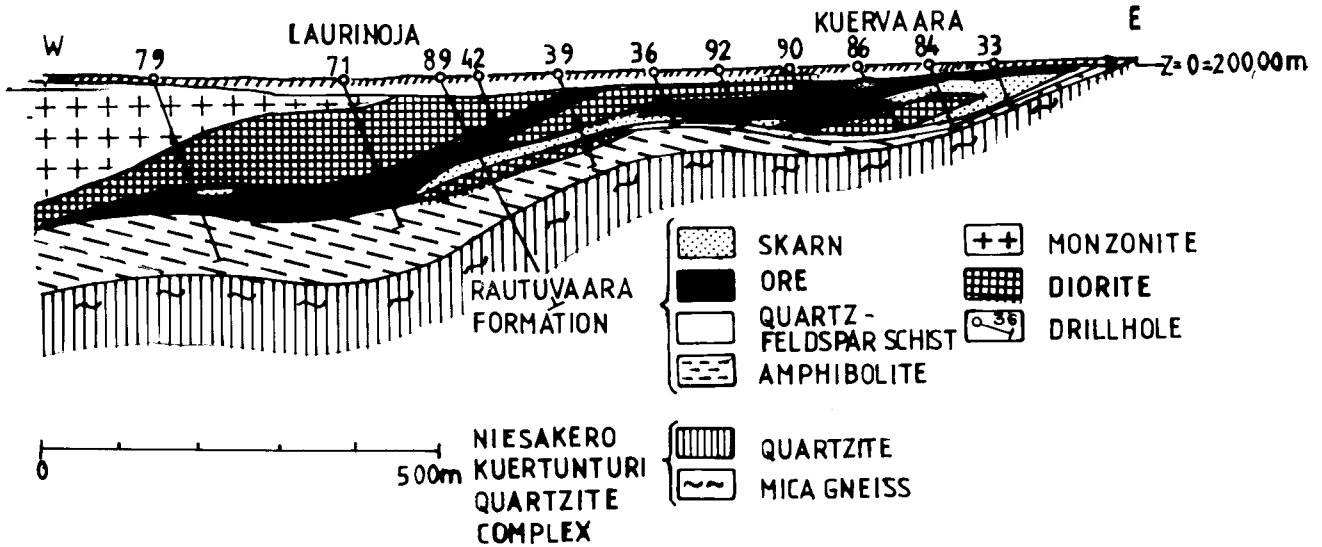
LOUHINTA, LASTAUS JA KULJETUS

Laurinojan avolouhoksen malmin vuosilouhinnaksi on suunniteltu 240.000 t ja louhinta-ajaksi seitsemän vuotta. Malmia louhitaan yhteensä 1,7 milj. tonnia malmi-sivukivisuhteen ollessa 1:1,1 (taulukko I). Maakerroksen paksuus alueella on 25 m ja maata joudutaan poistamaan yhteensä 1,1 milj. m³k.

Avolouhoksen pituudeksi tulee 300 m, leveydeksi 250 m ja syvyydeksi 85 m maanpinnasta (kuva 3). Maaluiskien kaltevuus on 35—43 gradia. Kallioluiskien yleiskaltevuus 50—65 gradia. Ajoteiden kaltevuus on 1:10 ja leveys 10 m.

Malmia louhitaan vuosittain touko-lokakuun välisenä aikana. Talviaikana louhitaan sivukiveä ja tehdään maansiirtotoita. Louhinta ja lastaus tehdään yhtiön omana työnä, louheen kuljetuksen ja maansiirtotyöt suorittaa urakoitsija.

Louhintapenkereiden korkeus on 10 m. Louhintareikien halkaisija on 64 mm, reikäpituus 12 m ja kallistus 70 gradia. Poraus tehdään kahdella pneumaattisella Twintrak II B -pengepporausvaunulla ja yhdellä dieselhydraulisella Zoomtrak



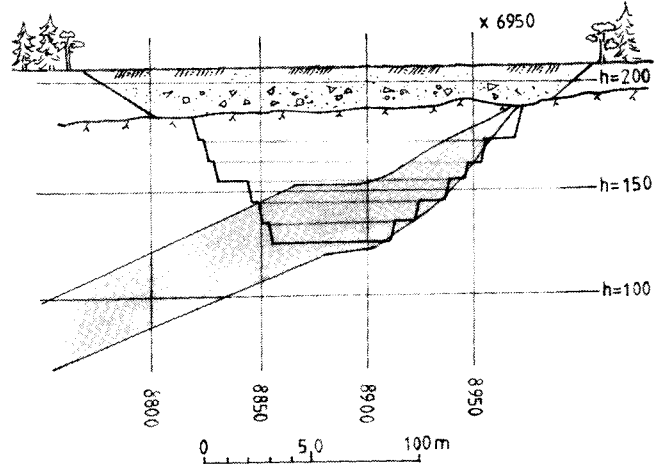
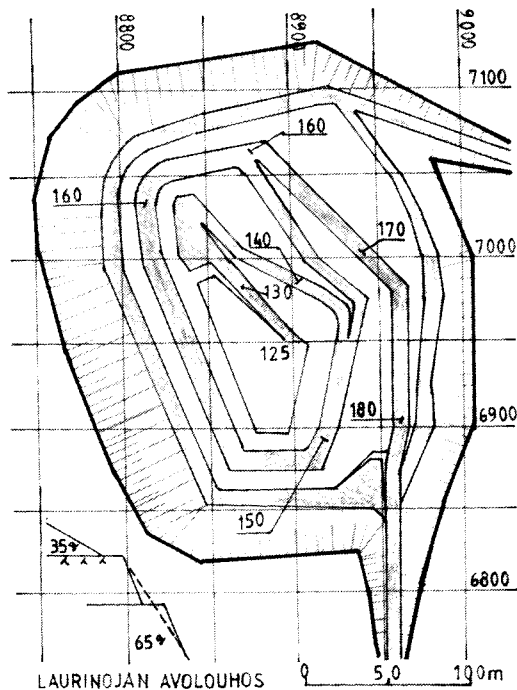
Kuva 2. Geologinen leikkaus Hannukaisen alueelta (Hiltunen 1982).
Fig. 2. Geological section from the Hannukainen area (Hiltunen 1982).

DHA 438 -pengerporausvaunulla. Ominaisporaus malmissa on 3,2 m³/po.m ja sivukivessä 5,5 m³/po.m. Paineilma tuotetaan yhdellä sähkökäyttöisellä ja kahdella dieselkäyttöisellä ruuvikompressorilla. Räjähdyksaineena käytetään aniittia ja ANO:a. Ominaispanostus malmissa on 600 g/m³k ja sivukivessä 500 g/m³k.

Louhe lastataan Åkerman H16C ja Åkerman H25C -kaivukoneilla, joista jälkimmäinen on varakoneena. Koneet on varustettu 1,8 m³:n kuokkakauhalla. Teiden tasaus ja muut aputyöt tehdään MF 66C -pyöräkuormaajalla.

Taulukko I. Maanpoiston sekä sivukiven ja malmin louhinnan yksikkömäärät vuosina 1981—1988
Table I. Excavation and quantities of waste rock and ore mined in 1981—1988.

Vuosi	Maanpoisto m ³ k	Sivukiven m ³ k	Louhinta t	Malmin m ³ k	Louhinta t
1981	500.000	62.000	170.000	—	—
1982	180.000	120.000	350.000	66.000	240.000
1983	180.000	120.000	350.000	65.000	240.000
1984	190.000	120.000	350.000	64.000	240.000
1985	—	120.000	350.000	63.000	240.000
1986	—	75.000	220.000	62.000	240.000
1987	—	—	—	62.000	240.000
1988	—	—	—	62.000	240.000
	1.050.000	617.000	1.790.000	444.000	1.680.000



Kuva 3. Laurinojan avolouhoksen louhintasuunnitelma. Kuvassa 3 A on ajoluiska louhokseen varjostettu, kuvassa 3 B on tummennettu malmia.
Fig. 3. Stopping plans for the Laurinoja open-pit. In fig. 3 A the ramp into the pit is shaded, in fig. 3 B the ore is shaded.

Malmilouhe kuljetetaan 10 km päähän Rautuvaaraan, jossa se murskataan Lokomo 125 C -leukamurskaimella. Sivukivi ja irtomaat kuljetetaan noin kilometrin päähän läjitysalueelle.

Louhokseen tuleva vesi pumpataan selkeytysaltaaseen ja johdetaan öljynerotuskynnyksen kautta läheiseen Laurinjoaan ja edelleen Äkäsjokeen. Vettä tulee n. 0,5 m³/min.

TYÖVOIMA LOUHOKSELLA

Louhoksella työskennellään keskeytyvässä 2-vuorotyössä. Työvoimavahvuus on yksi työnjohtaja ja 11 työntekijää. Geologinen tutkimus, suuremmat kunnossapitotyöt ja rakennustyöt hoidetaan Rautuvaaran kaivokselta käsin.

RAKENNUKSET

Louhokselle on rakennettu toiminnan edellyttämät tilat työnjohdolle ja työntekijöille sekä korjaamohalli kunnossapitotyötä varten. Varsinaiset sosiaalitalat sijaitsevat Rautuvaarassa, josta on järjestetty työntekijöiden kuljetus louhokselle.

RAUTUVAARAN RIKASTAMO

Rautuvaaran rikastamolla käsitellään malmia vuosittain noin 900 000 t, josta tuotetaan magnetiittirikastetta 550 000 t/a. Kesällä -82 on otettu käyttöön vaahdotusrikastamo, mikä mahdollistaa rautamalmeissa olevan kuparin talteenoton. Kupari jää pääosiltaan magneettisen rikastuksen jätteeseen, josta se rikastetaan vaahdottamalla. Kuparirikastamon on suunniteltu toimivan ainoastaan kesäkausina toukokuusta lokakuuhun. Muina aikoina käsitellään Koillis-Rautuvaaran malmia, joka ei sisällä kuparia merkittävästi.

MURSKAUS JA KARKEAEROTUS

Karkeamurskattu avolouhosmalmi ja maan alta nostettu malmi varastoidaan hienomurskaamon 650 tonnin välisiiloon. Malmi syötetään siilosta tärysytimellä kaksitasoseulalle, jonka alemman seulan aukkokoiko on 20 mm. Seulan ylitse johdetaan Thälmanwerke ST 1750 kartiomurskaimelle. Murskaimen tuote seulotaan edelleen 0...20 ja 20...70 mm raeluokkiin.

Magneettinen karkeaerotus tehdään erikseen molemmille fraktioille. Saadut sepele tuotteet varastoidaan ulkokasoihin.

Karkeasepelinerotuksen magneettinen fraktio murskataan Thälmanwerke ST 1750 kartiomurskaimella, jonka tuote yhdessä hienosepelinerotuksen magneettisen fraktion kanssa johdetaan hinnakuljettimella katettuun varastokasaan.

Hienomurskaamon syöttökapasiteetti on 250 t/h ja murskausta suoritetaan kolmessa vuorossa 7 päivänä viikossa.

JAUHATUS JA MAGNEETTINEN RIKASTUS

Jauhatus tapahtuu kaksivaiheisena tankomylly- kuulamylyjauhatusena. Molemmat myllyt ovat neuvostoliittolaisvalmisteisia ja kooltaan $\varnothing 3,2 \times 4,5$ m.

Tankomyllyjauhituksen jälkeen seuraa ensimmäinen magneettierotusvaihe, joka käsittää 4 kpl myötävirtatyypisiä $\varnothing 900 \times 1800$ mm Roxon-erottimia kahdessa rinnakkaisessa linjassa. Ensimmäisen vaiheen rikaste jauhetaan syklonin kanssa sulkeisessa piirissä olevalla kuulamylyllä hienouteen 55...60 % — 74 μ m.

Kuulamylyyn syklonin ylitteelle tehdään toisen vaiheen magneettierotus, joka käsittää 12 kpl $\varnothing 600 \times 1800$ mm magneettierottimia kolmessa rinnakkaisessa linjassa.

Molempien erotusvaiheiden jätteille tehdään välisakeutuksen jälkeen ripe-erotus $\varnothing 900 \times 1800$ mm:n myötävirtaerotti-

mella, josta riperikaste palautetaan kuulamylypiiriin. Ripe-erotuksen jäte, joka Laurinjoan malmin ajon aikana sisältää kuparia 0,3...2,0 %, johdetaan uuteen kuparivaahdottamoon. Talviaikana jäte pumpataan suoraan jätealueelle.

Magnetiittirikasteen suodatusta varten on 3 kpl 23 m²:n Sala-rumpusuotimia. Suodatuskosteus on n. 7 %. Rikaste, joka talviaikana myös kuivataan, varastoidaan avoimeen ulkoverastoon kuljetettavaksi edelleen Raaheen.

VAAHDOTUS

Magneettierotuksen jäte, jonka hienous on n. 30 % — 74 μ m, jauhetaan kuparivaahdotusta varten 60 % — 74 μ m hienouteen. Jauhatus tapahtuu $\varnothing 3,2 \times 4,5$ m kuulamylyssä, joka on sulkeisessa piirissä sykloniluokittimen kanssa. Mylly on Rauma-Repola Oy:n valmistama ja varustettu Trelleborg-kumivuorauksella.

Syklonin ylitte johdetaan vaahdotuspiiriin, mikä käsittää kuparikiisun esi- ja ripevaahdotukset ja rikasteen kolmivaiheisen kertausten. Esi- ja ripevaahdotusvaiheissa on 3 kpl OK-16-2U-tyyppisiä vaahdotuskennoja. Esirikasteen kertaukset suoritetaan yhdellä neliaksellisella OK-3-4R ja kahdella kaksiaksellisella OK-3-2R vaahdotuskennolla.

Riperikasteet ja kertausvaahdotusten jätteet johdetaan $\varnothing 250$ mm:n syklonille, josta alite palautuu kuulamylyyn ja ylitte etuvaahdotukseen.

Kaikki vaahdotuskoneet on varustettu automaattisilla pinnan korkeuden ja ilmamäärän säädöillä.

Vaahdotusta varten lietteen pH säädetään tasolle 11,5 syötämällä kalkkimaitoa kuulamylyyn. Kuparikiisun kokoojana käytetään natriumamyliksantaattia n. 80 g/t ja vaahdotteena Dowfrothia n. 10 g/t. Vaahdotte syötetään etuvaahdotuskennoon ja kokooja ripemagneettierotuksen jätteen pumppukaiholle, jolloin varsinaista valmenninta ei tarvita. Osa reagensseista syötetään ripevaahdotukseen.

Kuparirikaste sakeutetaan $\varnothing 9$ m:n Larox-sakeuttimella, josta alite pumpataan Sala-rumpusuotimelle. Kesäaikaisesta toiminnasta johtuen rikastetta ei kuivata. Suodatettu rikaste, jonka kosteus on 8...10 %, kuljetetaan hinnakuljettimella katettuun varastoon.

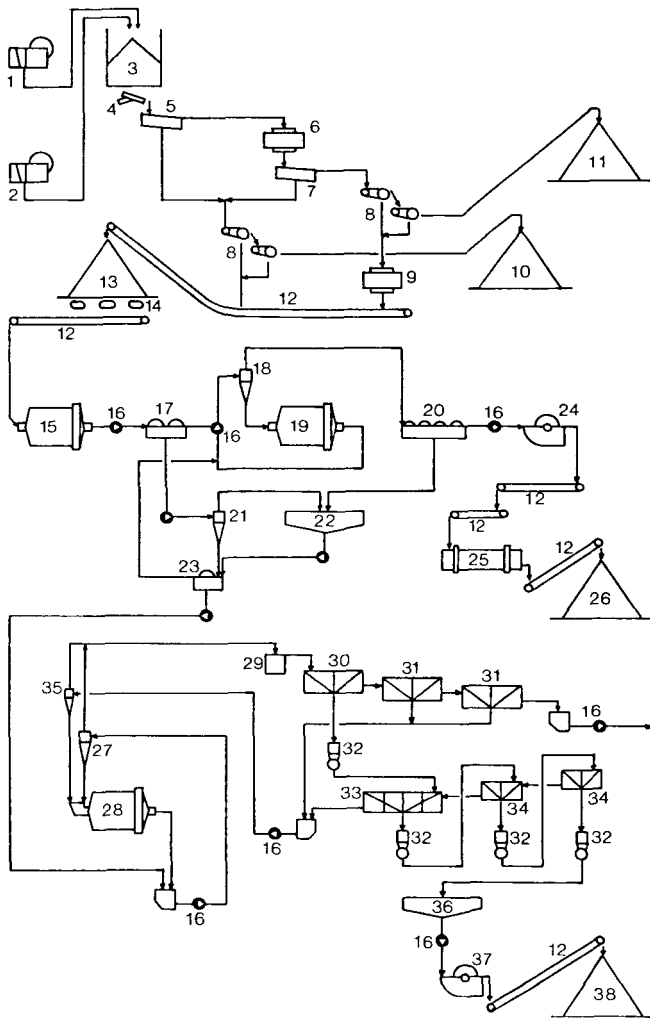
Rikasteen kuparipitoisuus on keskim. 23 % ja vaahdotus-saanti 90...95 %. Lisäksi rikaste sisältää kultaa n. 10 g/t. Kuparirikastetta tuotetaan puolen vuoden käyntiaikana n. 5000 t.

JÄTTEEN KÄSITTELY

Rikastusjäte pumpataan $\varnothing 200$ mm:n muoviputkessa n. 1 km:n päässä olevalle jätealueelle, jonka pinta-ala on 100 ha. Jätealueelta selkeytynyt vesi pumpataan palautevetenä rikastamolle. Rikastusprosessissa pyritään mahdollisimman korkeaan veden kierrätysasteeseen. Tuorevettä ei käytetä lukuunottamatta kaivosveden käyttöä hienomurskaamalla. Pääosa magnetiittirikastamon prosessivedestä saadaan $\varnothing 25$ m:n sakeuttimen ylitteenä. Rikastuksen kokonaisvedenkäyttö on n. 5 m³/malmitonni, josta vaahdotuksen osuus on alle 10 %.

PROSESSIN OHJAUS

Kaikki magneettirikastamon ja pääosa kuparivaahdotamon koneiden käynnistyksistä on keskitetty ohjaamoon. Ohjaamosta on myös mahdollista säätää vaahdotuskoneiden pinnan korkeutta ja ilmamääriä sekä reagenssien syöttömääriä.



Kuva 4. Rautuvaaran rikastuskaavio.
Fig. 4. Flowsheet of the concentrator.

1. Avolouhoksen leukamurskain; Jaw crusher for open pit ore, 900 × 1200 mm
2. Maanalainen leukamurskain; Jaw crusher for underground mine ore, 1100 × 1400 mm
3. Siilo; Bin, 650 t
4. Tärysyötin; Vibrating feeder
5. Täryseula; Vibrating screen, 1500 × 4500 mm
6. Kartiomurskain, standard; Cone crusher, standard, \varnothing 1750 mm
7. Täryseula; Vibrating screen, 1500 × 4500 mm
8. Magneettinen karkeaerotus; Magnetic cobbing separators, \varnothing 700 mm × 1500 mm
9. Kartiomurskain, shorthead; Cone crusher, shorthead, \varnothing 1750 mm
10. Sivukivikasa; Waste rock storage, 0...20 mm
11. Sivukivikasa; Waste rock storage, 20...70 mm
12. Hihnakuljetin; Belt conveyor
13. Murskekasa; Crushed ore storage, 0...20 mm
14. Hihnasyöttimiä; Belt feeders
15. Tankomylly; Rod mill, \varnothing 3,2 m × 4,5 m
16. Keskivakopumppu; Centrifugal pump
17. 4 magneettierotinta; 4 magnetic separators, \varnothing 900 mm × 1800 mm
18. Sykloniluokitin; Cyclone classifier, \varnothing 650 mm
19. Kuulamylly; Ball mill, \varnothing 3,2 m × 4,5 m
20. 12 magneettierotinta; 12 magnetic separators, \varnothing 600 mm × 1800 mm
21. Hydrosykloni; Hydrocyclone, \varnothing 750 mm
22. Sakeutin; Thickener, \varnothing 25 m
23. Magneettierotin; Magnetic separator, \varnothing 900 mm × 1800 mm
24. 3 rumpusuodatinta; 3 drum filters, 23 m²
25. Kuivausrumpu; Drying drum, \varnothing 2,3 m × 15,0 m
26. Magneettirikastekasa; Magnetite concentrate storage
27. Sykloniluokitin; Cyclone classifier, \varnothing 500 mm
28. Kuulamylly; Ball mill, \varnothing 3,2 m × 4,5 m
29. Valmennin; Conditioner
30. Etuvaahdotuskenno; Rougher flotation cell, OK-16-2U
31. Ripevaahdotuskennot; Scavenger flotation cells, OK-16-2U
32. Lietepumppu; Slurry pump
33. Vaahdotuskennot; Flotation cell, OK-3-4R
34. Vaahdotuskennot; Flotation cells, OK-3-2R
35. Sykloniluokitin; Cyclone classifier, \varnothing 250 mm
36. Sakeutin; Thickener, \varnothing 9 m
37. Rumpusuodin; Drum filter, 23 m²
38. Kupariirikastekasa; Chalcopyrite concentrate storage

Rikastamolle on asennettu Courier 30 röntgenanalysointilaitteisto, jolla saadaan Cu ja Fe-analyysit viidestä lietenäytteestä: tankomyllyn tuote, magneettirikaste, vaahdotussyöte, kupariirikaste ja jäte. Analysointilaitteistoon on liitetty laskentayksikkö vuoro- ja vuorokausiraportointia varten.

HENKILÖKUNTA

Rikastamon käyttöhenkilökunta käsittää työnjohtajan, laborantin ja 5 käyttömies/vuoro. Käyttömiehistä kaksi toimii hienomurskaamolla. Lisäksi rikastamolla työskentelee kunnossapito-osastoon kuuluvana yksi laitosmies/vuoro.

SUMMARY

RAUTARUUKKI CO THE LAURINOJA OPEN-PIT.

In 1970 Rautaruukki Co made a decision to establish an iron mine in Rautuvaara in northern Finland. The ore reserves

were 12 millions tons with 46 % Fe. The only mineral to exploit was magnetite, so the concentration plant included only magnetic circuit.

The prospecting department of Rautaruukki Company continued prospecting in the area near by and in 1974 new ore deposits were found in the so called Hannukainen area, 10 km north of Rautuvaara. In addition to magnetite, Laurinoja, one of the deposits in Rautuvaara contained also chalcopyrite. The average copper content of the 30 million tons deposit is 0,4 %. The upper part of the deposit is richer, containing 0,6 % Cu. In 1981 it was decided to establish an open-pit in this copper-rich part and transport the ore to Rautuvaara for concentration. The old concentration plant was enhanced by a flotation circuit, where the tailings from the magnetic circuit are pumped to. The copper production started in 1982.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

Aimo Hiltunen (1982): Geol.surv. Finland, Bull. 318.

Vaahdottamon suunnittelu malleja ja tietokonesimulointia käyttäen

Prof. Antti J. Niemi, VTT

Prof. Sakari Kurronen ja dipl.ins. Hannu Kuopanportti, Oulun Yliopisto

JOHDANTO

Mineraalitekniikan prosessijärjestelmien tutkimiseen käytetään enenevässä määrin matemaattisia malleja. Erityisesti vaahdotuskennot ja niistä muodostuvat verkostot ovat olleet näiden tutkimusten kohteina. Vaahdottamo käsittää suuren joukon kenoja ja kennoverkoston malli voidaan loogisesti rakentaa yksittäisen kennon mallista lähtien. Suhteellisen yksinkertaisistakin elementeistä koostuvat mallit voivat helpottaa laajojen vaahdotusjärjestelmien analysointia ja suunnittelua.

Vaahdotusta edeltävän kemikaalivalmennusprosessin malleja on selvitetty huomattavasti vähemmän. Mainittavaa huomiota ei ole kiinnitetty esim. siihen, että yhtäläisetkin rakeet viipyvät läpivirtausvalmentimessa eri pitkiä aikoja ja siirtyvät siten vaahdotukseen valmennusasteeltaan erilaisina. Väli tuotteiden palautus jatkovalmennusta varten monimutkaistaa vielä asiaa. Rae voi kiertää useita kertoja valmennus/vaahdotuspiirissä absorboiden aina lisää kokoojaa. Kun valmentimet ja vaahdotuskennot täten muodostavat vuorovaikutteisen järjestelmän, on analysoitava molempia, jotta voitaisiin johtaa malleihin perustuvia menetelmiä suunnittelua ja jatkuvuustilan ohjausta varten.

Vaahdottumista pidetään palautumattomana prosessina, joka noudattaa ensimmäisen kertaluvun kinetiikkaa ja vastaava nopeuskerroin k katsotaan jakautuneeksi suureksi. Imai-zumi ja Inoue /1/ kuvasivat ensimmäisinä vaahdotuspiirien stationaarista toimintaa tällaisen nopeuskertoimen avulla. Perusparametrinä he käyttivät tämän suureen ja kennon virtaus-tekniikan aikavakion välistä tuloa. Tutkimustensa perusteella he pyrkivät myös selvittämään k :n absoluuttisen arvon riippuvuutta raakoista ja valmennuksesta.

Vaahdotuspiiriä kuvaavassa mallissaan King /2,3/ jakoi rikastettavan malmin raelajeihin kolmen tekijän, nimittäin raakoon, rakeen puhtaaksijauhatusasteen ja raelajin vaahdottumisnopeuskertoimen perusteella. Hän laati kullekin raelajille ainetaseet, joiden avulla hän voi laskea kaikkien lajien virtausnopeudet missä tahansa virtauspiirin kohdassa. Koska ainetaseiden sisältämät kennon aikavakiot riippuvat virtausnopeuksista, malli on epälineaarinen, mutta kuitenkin iteratiivisesti ratkaistavissa. Vaahdottamon suunnittelu perustuu nyt erilaisten kennoverkoston mallien matemaattiseen analyysiin. Mallin avulla voidaan myös helpottaa vaahdottamon jatkuvuustilan ohjausta tutkimalla ohjausmuuttujien, kuten lietteen pinnankorkeuden, vaikutusta vaahdottamon toimintaan.

Woodburn ym. /4/ esittivät laajan katsauksen vaahdotuspiirien matemaattiseen analyysiin käyttäen sekä diskreettejä että jatkuvasti jakautuneita suureita kuvaamaan vaahdotuksen kinetiikkaa. He tarkastelivat useiden tekijöiden vaikutusta ja totesivat mm., että tieto kokoojien, vaahdotteiden, painajien ja aktivaattoreiden vaikutuksesta vaahdotuksen kinetiikkaan on puutteellista.

Tässä artikkelissa tarkastellaan vaahdotuksesta ja sitä edeltävästä kemikaalivalmennuksesta koostuvaa vuorovaikutteista järjestelmää ja kiinnitetään erityinen huomio vaahdotuksen kinetiikan riippuvuuteen valmennuksesta. Tarkastelun nojalla kehitetään malli järjestelmän simulointia, suunnittelua ja jatkuvuustilan ohjausta varten. Mallissa on muuttujana rakeen viipymisaika valmentimessa tai valmennusaste, jotka oletetaan jakautuneiksi muuttujiksi. Näitä muuttujia käyttäen voidaan analyysiin sisällyttää myös väli tuotteiden palautus valmentimeen jatkovalmennusta varten. Koska kennoverkoston malleja on käsitelty kirjallisuudessa, kiinnitetään päähuomio valmentimen liittymiseen kennoverkostoon.

VALMENNUS

Kokoojan adsorptionopeutta lietteestä mineraalipinnalle esittää seuraava yhtälö /5/:

$$\frac{d\Gamma}{dt} = \chi(1 - \Gamma)C_x \quad (1)$$

Γ valmennusaste so. adsorboitunut kokoojamäärä suhteessa monomolekulaarista kerrosta vastaavaan määrään

$1 - \Gamma$ suhteellinen vapaa pinta

C_x kokoojan konsentraatio lietteen nestefaasissa

χ nopeuskerroin

t aika

Jos C_x tunnetaan, voidaan yhtälö (1) ratkaista.

Panosvaahdotuksessa C_x vähenee adsorption vuoksi, mutta lietteessä olevan ja adsorboituneen kokoojan yhteismäärä pysyy lähtökonsentraation C_{x0} mukaisessa arvossa.

Oletetaan, että vain yksi mineraali adsorboi olennaisia määriä kokoojaa ja että χ ei riipu raakoista. Jos edelleen oletetaan, että sekoitus on valmentimessä täydellinen, on kaikkien rakeiden valmennusaste sama kullakin annetulla ajan t arvolla.

Yhtälöstä (1) voidaan ratkaista $\Gamma(t)$ alkuehdolla $t = 0$ $\Gamma = 0$. Saadaan yhtälö (2):

$$\Gamma = \frac{1 - e^{-\chi(C_{x0} - C_{xsat})t}}{1 - \frac{C_{xsat}}{C_{x0}} \cdot e^{-\chi(C_{x0} - C_{xsat})t}} \quad (2)$$

$C_{x0} = C_x (t = 0)$, kokoojan alkukonsentraatio

$C_{x\text{sat}}$ konsentraation C_{x0} arvo, jolla täydellinen pintapeite ($\Gamma = 1$) saavutetaan

Jos lietteessä on useita kokoojaa adsorboivia mineraaleja, saman mineraalin eri raeluokkia tai sekarakeita, joiden määrät ja χ -arvot tunnetaan, on jokaiselle voimassa yhtälö (1). Ratkaisu saadaan syntyvän differentiaaliyhtälöryhmän ratkaisuna.

Kokeellisesti on osoitettu, että C_x laskee arvoon, joka vastaa monomolekulaarisen kerroksen syntymistä ($\Gamma = 1$) edellyttäen, että reagenssiylimäärä ei ole liian suuri /6/. Jos taas pitoisuus on liian pieni pinnan peittämiseen, laskee pitoisuus arvoon $C_x = 0$, jolloin pintapeite saa arvon $\Gamma = C_{x0}/C_{x\text{sat}}$. Näin ollen on mahdollista valmistaa liete, jonka rakeiden valmennusaste on halutun suuruinen.

Teollisuus käyttää jatkuvatoimisia valmentimia, joissa sekoitus on lähes täydellinen. Yhtäläistenkin rakeiden viipymisajat poikkeavat toisistaan ja niitä voidaan kuvata jakautumafunktioilla. Valmennuksen dynamiikkaa käsitellään viitteessä /7/.

Lietteen eri komponenttien pitoisuudet ovat muuttumattomia stationääritilassa, mutta eri rakeiden pintapeitteen suuruus vaihtelee viipymisajan mukaan. C_x on sama reaktorin eri kohdissa. Rakeelle, joka on ollut reaktorissa ajan t , yhtälön (1) ratkaisu on (C_x vakio, $\Gamma(t = 0) = 0$):

$$\Gamma = 1 - e^{-\chi C_x t} \quad (3)$$

Viipymisaikajakautuma on

$$p_0(t) = \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \tau = \frac{V}{Q} \quad (4)$$

V reaktorin tilavuus

Q tilavuusvirtaus

Pintapeitteen Γ jakautuma annetuille rakeille on (3,4):

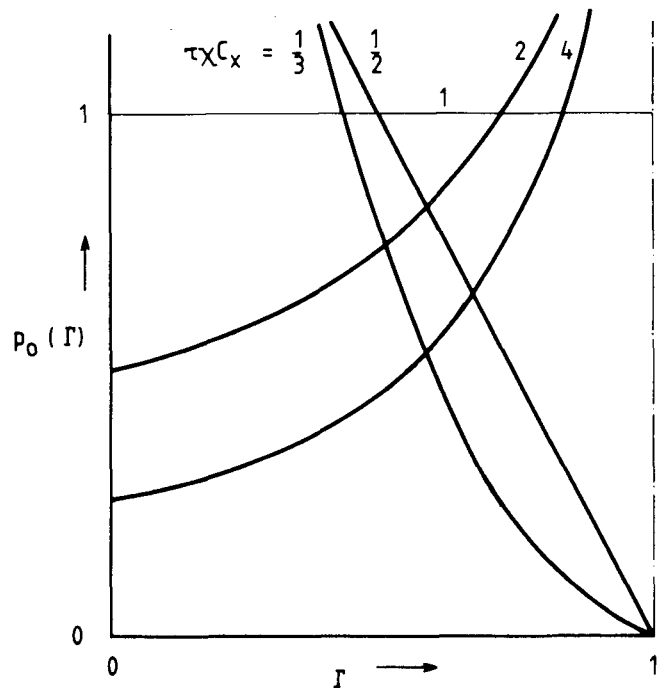
$$p_0(\Gamma) = \frac{1}{\tau \chi C_x} (1 - \Gamma)^{\frac{1}{\tau \chi C_x}} - 1 \quad (5)$$

Koska χ ja C_x ovat suoraan verrannollisia adsorptionopeuteen (yht. 1) ja τ on verrannollinen keskimääräiseen adsorptioasteeseen, on $\tau \chi C_x$ verrannollinen adsorption tehokkuuteen.

Kuva 1 esittää funktiota $p_0(\Gamma) = f(\Gamma, \tau \chi C_x)$.

Kuvan mukaan valmennuksen tulos riippuu parametrilla $\tau \chi C_x$. Jos $\tau \chi C_x = 1$, on jakautuma suorakulmainen so. kaikkia Γ :n arvoja esiintyy poistuvissa rakeissa samalla todennäköisyydellä. Jos $\tau \chi C_x$ on pieni, on ulostulossa pääasiassa pieniä Γ :n arvoja, kun taas suurilla arvoilla $\tau \chi C_x$ ulostulossa on pääasiassa suuria Γ :n arvoja.

Jos lietteessä on useita kokoojaa adsorboivia mineraaleja, perustuu erottuminen erilaisiin pintapeitteen Γ arvoihin. Koska Γ on jakautunut, voi erottuminen tapahtua sitä paremmin, mitä suuremmat ovat erot jakautumissa. Erottuminen ei koskaan voi kuitenkaan olla täydellistä, koska jakautumat $p_0(\Gamma)$ ovat osittain päällekkäisiä. Jakautumien muoto riippuu χ :n arvoista, sillä tekijässä $\tau \chi C_x$ vain χ vaihtelee erotettavien mineraalien kesken. χ -arvoon vaikuttavat mm. pinnan laatu, pH ja



Kuva 1. Pintapeitteen Γ jakautumafunktio $p_0(\Gamma)$ täydellisesti sekoitetussa läpivirtausvalmentimessa erällä parametrilla $\tau \chi C_x$ arvoilla.

Fig. 1. Distribution of degree of adsorption Γ ($0 \leq \Gamma \leq 1$) in perfectly mixed continuous flow conditioner for some values of parameter $\tau \chi C_x$.

ionit, jotka voivat adsorboitua pinnalle joko valmennuksessa tai sitä ennen.

VAAHDOTUKSEN JATKUVUUSTILA

Vaahdotuminen on palautumaton ensimmäisen kertaluvun kineettinen prosessi, jonka nopeusyhtälö on

$$- \frac{dw}{dt} = k w \quad (6)$$

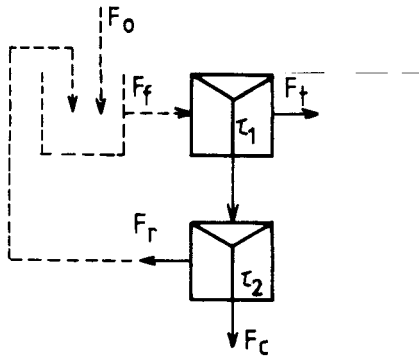
w lietteessä olevan vaahdotettavan komponentin määrä

k nopeuskerroin

Koska k riippuu raekoosta, puhtaaksijauhatuksesta ja valmennusasteesta Γ , jotka ovat jakautuneita, on myös k jakautunut. Suppeassa raekoryhmässä tai määrättyssä seka-raeluokassa rakeilla voi olla eri pintapeitteet, joten tällöinkin k on jakautunut.

Vaahdotuskennossa k :n arvoon vaikuttavat lisäksi ilmavirtauksen määrä, vaahdon korkeus jne. Jonkun mineraalin määrätyn raekoon käyttäytymistä vaahdotuksessa voidaan luonnehtia ominaisvaahdotuvuudella k_s , $k_s = k_s(\Gamma)$. Kennon efektiivinen nopeuskerroin k riippuu k_s :stä ja tekijöistä, jotka luonnehtivat kennon olosuhteita. $k_s(\Gamma)$ voidaan määrittää nopeusvakiona laboratoriovaahdotuskennossa standardiolosuhteissa, käyttäen valmennusta eri arvoihin Γ , kuten aikaisemmin mainittiin. $k_s = k_s(\Gamma) = k(t)$, jossa t on aika laskettuna valmennuksen alusta.

Piiri 1

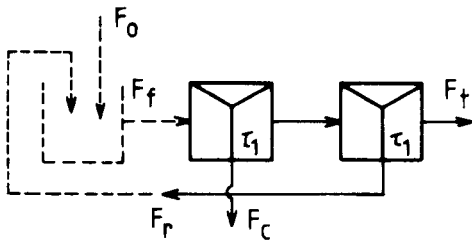


$$f_1 = \frac{F_c}{F_f} = \frac{k^2 \tau_1 \tau_2}{(1+k\tau_1)(1+k\tau_2)}$$

$$f_2 = \frac{F_r}{F_f} = \frac{k\tau_1}{(1+k\tau_1)(1+k\tau_2)}$$

$$f_3 = \frac{F_t}{F_f} = \frac{1}{1+k\tau_1}$$

Piiri 2

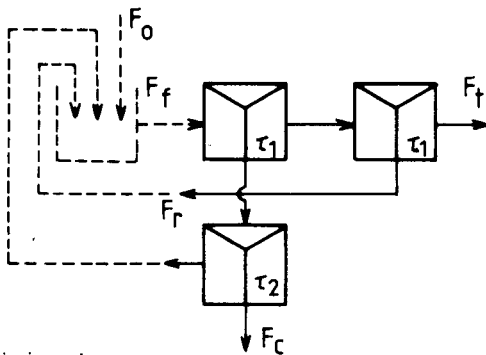


$$f_1 = \frac{k\tau_1}{1+k\tau_1}$$

$$f_2 = \frac{k\tau_1}{(1+k\tau_1)^2}$$

$$f_3 = \frac{1}{(1+k\tau_1)^2}$$

Piiri 3

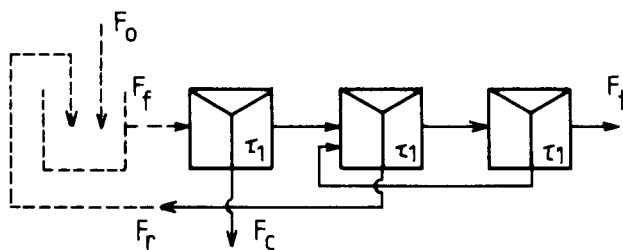


$$f_1 = \frac{k^2 \tau_1 \tau_2}{(1+k\tau_1)(1+k\tau_2)}$$

$$f_2 = \frac{k\tau_1}{1+k\tau_1} \left(\frac{1}{1+k\tau_1} + \frac{1}{1+k\tau_2} \right)$$

$$f_3 = \frac{1}{(1+k\tau_1)^2}$$

Piiri 4

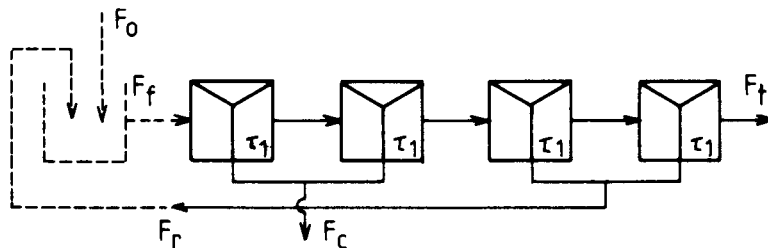


$$f_1 = \frac{k\tau_1}{1+k\tau_1}$$

$$f_2 = \frac{k\tau_1}{1+k\tau_1+k^2\tau_1^2}$$

$$f_3 = \frac{1}{(1+k\tau_1)(1+k\tau_1+k^2\tau_1^2)}$$

Piiri 5



$$f_1 = \frac{k\tau_1}{1+k\tau_1} \left(1 + \frac{1}{1+k\tau_1} \right)$$

$$f_2 = \frac{k\tau_1}{(1+k\tau_1)^3} \left(1 + \frac{1}{1+k\tau_1} \right)$$

$$f_3 = \frac{1}{(1+k\tau_1)^4}$$

Kuva 2. Vaahdotuksen syötteen (F_f) jakautuminen rikasteeseen (f_1), välituotteeseen (f_2) ja jätteeseen (f_3) viidessä avoimessa vaahdotuspiirissä. Pilkkuviivat esittävät vastaavia suljettuja piirejä.

Fig. 2. Separation of material (F_f) entering flotation to concentrate (f_1), middling (f_2) and tailing (f_3), in five open cell systems. Dotted lines for conditioner and recirculation relate to corresponding closed systems.

Jatkuvatoimisessa teollisuusvalmentimessa Γ ja t riippuvat toisistaan (3). Lisäksi ne ovat jakautuneita, joten k_s ja siis myös k ovat jakautuneita.

Seuraavassa tarkastelussa oletetaan, että valmennus ja vaahdotus ovat peräkkäisiä operaatioita eikä valmennusta tapahdu enää vaahdotuskennoissa. Teollisuusvaahdotukseen nähden tämä pitää kohtuullisesti paikkansa, sillä vapaan kookoojan konsentraatio vaahdotuspiiriin syötessä on yleensä hyvin alhainen.

Syötteen jonkun raeluokan jakautuminen rikasteeseen ja jätteeseen vaahdotuskennossa riippuu tekijöistä τ_i , jossa τ_i on täydellisesti sekoitetun lietteen keskimääräinen viipymisaika. Kennoille ja vaahdotuspiireille voidaan laatia malleja, joiden avulla voidaan laskea materiaalin erottuminen edellyttäen että parametrien arvot ja riippuvuudet tunnetaan /2,9/.

Kuva 2 esittää viittä piiriä /8/ ja näihin liittyviä lausekkeita, jotka osoittavat jakautumisen rikasteeseen, välituotteeseen ja jätteeseen. Lausekkeet koskevat vain vaahdotusta, eivät valmennusta.

Laskettaessa raeryhmän jakautumista piirissä, on tunnettava k sekä jakautumiskäyrä $p(k)$, jotta eri k -arvojen osuus voidaan ottaa huomioon. Mineraalilajin yhteistulos saadaan laskemalla eri raelajien tulokset yhteen.

VALMENNUS- JA VAAHDOTUSJÄRJESTELMIEN MALLIT

Jotta valmennusta ja vaahdotusta voidaan käsitellä yhteenkietynnä järjestelmänä, on tunnettava vaahdotusnopeuskertoimen k riippuvuus valmennusasteesta Γ jokaiselle raeluokalle. Tämä lauseke $k(\Gamma)$ sijoitetaan k :n paikalle vaahdotusta kuvaavissa malleissa, kuva 2. Raeluokan erottumista koskevilla laskelmissa voidaan käyttää joko jakautumaa $p(\Gamma)$ tai $p(k)$.

Olettaen, että k ja Γ riippuvat yksikäsitteisesti viipymäajasta t valmentimessa (3), raeluokan erottuminen voidaan käsitellä t :n ja sen jakautuman $p(t)$ avulla. Näin ollen sellainen järjestelmä, jossa materiaali siirtyy läpivirtausvalmentimesta vaahdotuskennoihin eikä palautusta valmentimeen esiinny, on suoraviivaisesti analysoitavissa. Analyysi voidaan sitten laajentaa loogisesti koskemaan muita raelajeja ja edelleen koko mineraalia ja muita mineraaleja.

Myyös sellaisia piirejä, joissa välituote palautetaan vaahdotuksesta valmennukseen, voidaan käsitellä jakautumien avulla. Tällöin on otettava huomioon, että sama rae voi kiertää piirissä useita kertoja, jopa äärettömän monta kertaa. On johdonmukaista olettaa, että rakeella, joka palaa valmentimeen, on sama pintapeite kuin sillä oli sen lähtiessä valmentimesta edelliselle kierrokselle, ja että valmentuminen jatkuu tästä eteenpäin.

Jakautuman yksityiskohtainen johto on esitetty viitteessä /10/. Raelajin sellaisen fraktion, joka on viipynyt kokonaisajan t valmentimessa yhden tai useamman kierroksen aikana, kokonaisvirtaus F_f on tämän mukaisesti:

$$dF_f = F_o \frac{1}{\tau} \exp \left\{ \frac{1}{\tau} \left[\int_0^t f_2(t') dt' - t \right] \right\} dt = F_o f_{tot}(t) dt \quad (7)$$

Todennäköisyysjakautuma kokonaisviipymisajalle valmentimessa on:

$$p_{tot}(t) dt = f_{tot}(t) [1 - f_2(t)] dt \quad (8)$$

Integroimalla yli kaikkien viipymisaikojen saadaan raelajin jakautuminen rikasteeseen ja jätteeseen

$$F_c = F_o \int_0^{\infty} f_1(t) f_{tot}(t) dt \quad (9)$$

$$F_t = F_o \int_0^{\infty} f_3(t) f_{tot}(t) dt \quad (10)$$

Sama menetelmä toistetaan eri raeluokille. Ottamalla huomioon eri raeluokkien suhteelliset määrät syötessä saadaan mineraalin jakautuminen rikasteen ja syötteen kesken. Suorittamalla laskut eri mineraaleille voidaan näiden erottumista vertailla.

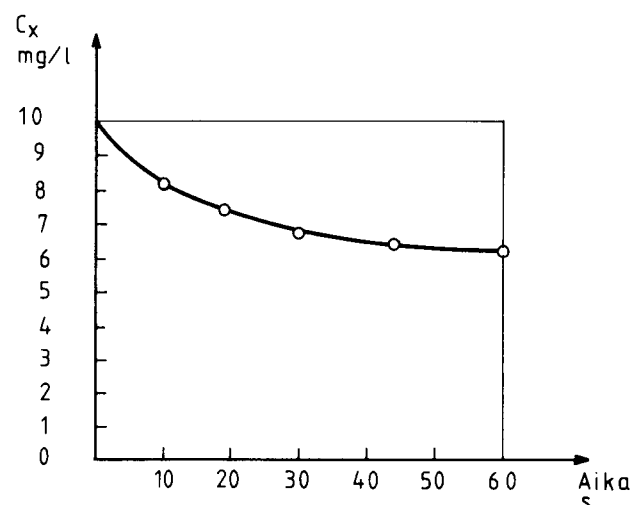
Järjestelmiä, joissa on useampivaiheinen valmennus tai joissa rakeet saapuvat systeemiin esivalmennettuina, voidaan käsitellä vastaavilla tavoilla /10/.

PARAMETRIEN JA RIIPPUVUUKSIEN KOKEELLINEN MÄÄRITYS

Mallissa tarvittavat kokeelliset tiedot kuten adsorption nopeuskerroin ja riippuvuus $k(\Gamma)$ määritettiin laboratoriossa. Määritykset suoritettiin malmille, jonka tärkeimpinä arvomineraaleina olivat kuparikiisu (noin 3 %) ja magneettikiisu. Tutkituissa malminäytteissä muiden sulfidimineraalien kuin kuparikiisun pitoisuus oli alhainen. Näytteet jauhettiin ja seulottiin Tylerin $\sqrt{2}$ -seulasarjalla ennen valmennus- ja vaahdotuskokeiden alkua.

Eräässä tyypillisessä koesarjan kokeessa 0,5 kg:n, raekooltaan 52—74 μ m:n näyte sekoitettiin 2 kg:an vettä normaalissa laboratoriovaahdotuskennossa. Lietteiden pH asetettiin 11,5:ksi $\text{Ca}(\text{OH})_2$:lla ja vaahdotereagenssin (Dowfroth) pitoisuus oli 10 mg/l. Valmennusreagenssina käytettyä 1 %:sta natriumamyyliksantaattia lisättiin lietteeseen puhtaan ksantaatin pitoisuutta 10 mg/l vastaava määrä.

Valmennus alkoi siitä hetkestä, kun ksantaatti lisättiin lietteeseen. Suspensiosta otettiin 10—15 sekunnin välein näyte imusuodattimeen, jossa kiintoaine ja nestefaasi välittömästi erotettiin. Näytteitä otettiin vain 1 minuutin ajan, sillä ksantaatin pitoisuus nestefaasissa ei tämän jälkeen enää merkittävästi muuttunut. Suodokset analysoitiin spektrofotometrillä 301 nm:n aallonpituudella. Ksantaattipitoisuus kennossa väheni valmennusajan kuluessa kuvan 3 mukaisesti lähestyen arvoa $C_x = 6,5$ mg/l. Tämä vastasi adsorptioasteen $\Gamma = 1$ saavuttamista, mikä todettiin rakeiden kokonaispinta-alan mittausten ja adsorboituneen kokoojamolekyylin vaatiman pinta-alan perusteella. Kuvan 3 adsorptiotulosten perusteella saadaan nopeusyhtälön 1 mukaiseksi nopeuskertoimen arvoksi $\chi = 0,012$ l/mg · s.



Kuva 3. Kookoojan konsentraatio ajan funktiona kuparikiisumalmilietteen nestefaasissa. Raekoko 52–74 μ m, pH = 11,5.

Fig. 3. Collector concentration as a function of time in liquid phase of chalcopyrite ore slurry. Grain size 52–74 μ m, pH = 11,5.

Vaahdotus aloitettiin välittömästi viimeisen valmennusnäytteen oton jälkeen avaamalla ilmahana, jolloin ilmanvirtaus saavutti asetusravonsa 14,1 l/min. Suspension pinnalle nousutta vaahtoa kerättiin astioihin, jotka vaihdettiin aluksi 15 s, myöhemmin 30 ja 60 s välein. Kerättyjen rikaste-erien, jätteen ja alkuperäisen malmierän kuparipitoisuus määrittiin. Tulosten perusteella saatiin nopeusyhtälön (6) mukaiseksi vaahdotuksen nopeuskertoimeksi $k = 1,53 \text{ min}^{-1}$.

Riippuvuuden $k(\Gamma)$ arvioimiseksi tehtiin samanlainen valmennusvaahdotuskoe ksantaatin alkupitoisuuksilla $C_{X0} = 2,6, 1,75$ ja $0,9 \text{ mg/l}$, joilla saavutettiin vastaavasti adsorptioasteet $\Gamma = 0,75, 0,50$ ja $0,25$.

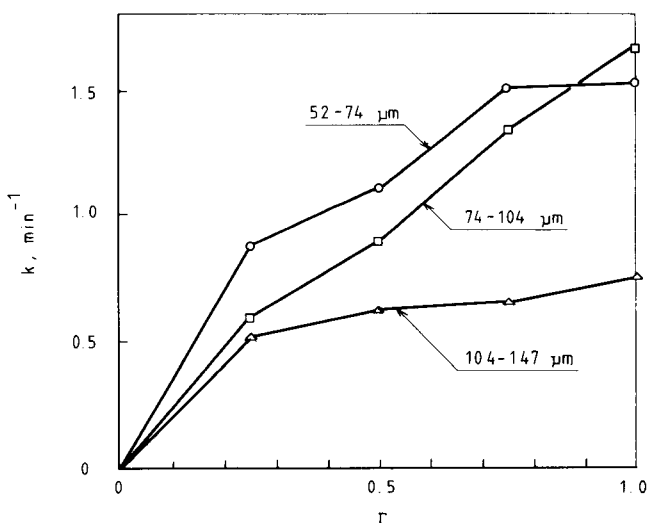
Koko koesarja toistettiin ko. malmierän raeluokille 74—104 μm ja 104—147 μm . Adsorptiotulosten perusteella nopeuskertoimen χ arvon todettiin olevan raeluokasta riippumatta samaa suuruusluokkaa. Tämä nähdään taulukosta 1, jossa on muutamien kokeiden keskiarvoina saatuja χ :n arvoja eri raeluokille.

Taulukko 1. Eräälle kuparikiusalmille saatuja adsorption nopeuskertoimen χ arvoja eri raeluokissa.

Table 1. Values of adsorption rate constant χ for various size ranges of chalcopyrite ore.

Raeluokka/Size	χ
μm	l/mg · s
104—147	0,014
74—104	0,013
52—74	0,015
37—52	0,020

Kokeellisesti saadut riippuvuudet $k(\Gamma)$ on esitetty kuvassa 4. Nähdään, että karkein raeluokka vaahdotuu hitaimmin ja sen $k(\Gamma)$ riippuvuus kasvaa hitaasti korkeilla Γ :n arvoilla. Suoritettujen puhtaaksijauhausasteen määritysten perusteella tämä johtuu sekarakeiden suhteellisen suuresta osuudesta tässä raeluokassa.



Kuva 4. Vaahdotuksen nopeuskertoimen k riippuvuus valmennusasteesta Γ kuparikiusun kolmella eri raeluokalla.

Fig. 4. Dependence of the flotation rate coefficient on the degree adsorption for the three size classes of chalcopyrite.

Kokeellisia määrittämiä tehtiin myös ko. malmista erotetulle magneettikiisulle. Kuparikiisua ei saatu kuitenkaan tarkoin poistetuksi näytteistä magneettisellakaan erotuksella, jolloin näytteisiin jäänyt kuparikiisu häiritsi näitä valmennus- ja vaahdotuskokeita. Kokoojan adsorptionopeus kuparikiisun pinnalle oli sen sijaan niin suuri, etteivät muut mineraalit sitä merkittävästi häirinneet.

VALMENNUS- JA VAAHDOTUSJÄRJESTELMIEN SIMULOINTI

Edellisessä kappaleessa esitetyn materiaalin käyttäytymistä simuloitiin kuvan 2 esittämissä suljetuissa piireissä raeluokittain. Arvot olivat seuraavat: $C_x = 10 \text{ mg/l}$, keskimääräinen viipymisaika $\tau = 8 \text{ min}$, aikavakiot $\tau_1 = \tau_2 = 5 \text{ min}$. Lietteen ominaisuudet ja käyttöolosuhteet vastasivat edellisessä kappaleessa esitettyjä. Adsorptionopeusvakiolle käytettiin kolmen raeluokan keskiarvoa $\chi = 0,014 \text{ l/s} \cdot \text{mg}$. Koetulosten perusteella määritettiin funktiolle $k(\Gamma)$ algebrallinen muoto. Kun tähän lausekkeeseen sijoitetaan riippuvuus (3) saadaan funktio $k(t)$. Saatu lauseke sijoitetaan kuvassa 2 esitetyistä funktioista lausekkeeseen $f_2(k)$, jolloin saadaan $f_2(t)$. Kun tämä sijoitetaan yhtälössä (7) $f_2(t)$:n paikalle ja integroidaan, voidaan kokonaisviipymisajan jakautuma $p_{\text{tot}}(t)$ laskea (8). Kunkin raeluokan siirtymistä rikasteeseen simuloitiin laskeamalla ensin funktio $f_1(t)$ kuten edellä esitettiin. Yhtälöstä (9) laskettiin F_c käyttäen integroinnin ylärajana 60 min. Saatuja tuloksia esittävät taulukko 2 ja kuva 5.

Taulukko 2. Yhdistetty saanti rikasteeseen ja jätteeseen, kun $t = 60 \text{ min}$.

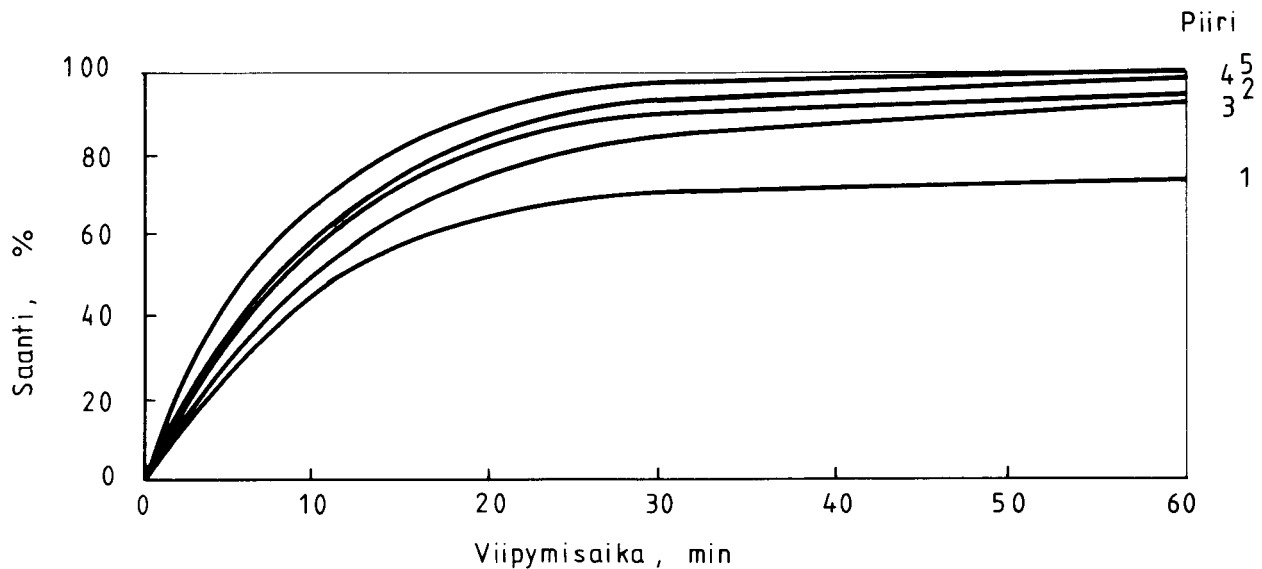
Table 2. Cumulative yield of test material in concentrate and tailing at $t = 60 \text{ min}$.

Raekoko/ Grain Size Class	Systeemi System	Rikaste Concen- trate	Jäte Tailing	Yhteensä Total
μm	Kuva/Fig.	%	%	%
104—147	2.1	74.38	25.43	99.81
	2.2	94.36	5.45	99.81
	2.3	92.60	6.74	99.34
	2.4	98.26	1.50	99.76
	2.5	99.67	0.26	99.93
74—104	2.1	87.78	12.11	99.89
	2.2	98.49	1.40	99.89
	2.3	98.22	1.55	99.77
	2.4	99.64	0.24	99.88
	2.5	99.88	0.06	99.94
52—74	2.1	86.85	13.03	99.88
	2.2	98.31	1.57	99.88
	2.3	97.99	1.76	99.75
	2.4	99.62	0.25	99.87
	2.5	99.89	0.05	99.94

Kuvasta 5 nähdään, että viipymäajan 30 min jälkeen saanti rikasteeseen kasvaa enää hitaasti.

Taulukon 2 tulosten mukaan saanti rikasteeseen on sitä suurempi, mitä useamman kennon läpi rakeen on kuljettava ennenkuin se joutuu jätteeseen. Piiri 2 antaa korkeamman saannin kuin piiri 3, koska viimeainutussa piirissä rikasteella on vielä mahdollisuus kiertää takaisin jätteeseen.

Kokonaissaanti saadaan yhdistämällä syötteen raekokojakautuman mukaisesti eri raeluokille saadut tulokset. Suorittamalla simulointi eri tulojakautumille, voidaan löytää sopivin



Kuva 5. Kuparikiisun saanti rikasteeseen raeluokassa 0,104...0,147 mm, suljetuissa kuvan 2 piireissä, viipymäajan funktiona.
Fig. 5. Yields of size 0.014...0.147 μm chalcopyrite grains in closed circuits of Fig. 2, as functions of residence in conditioner.

jauhatusaste. Simulointi voidaan suorittaa myös muille raelajeille, kuten esim. sekarakeille ja muille piireille ja vaahdotusolosuhteille.

Edellisen perusteella on selvää, että vaikka laboratorio- ja käyttöolosuhteet poikkeavat toisistaan, niitä voidaan kuvata samoilla parametreilla ja muuttujilla. Laboratoriossa esiintyvät vaikutukset näkyvät samansuuntaisina tehdasvalmennuksessa ja -vaahdotuksessa. Jos siis laboratoriossa saatuja koetuloksia käytetään simuloinnissa, voidaan tuloksesta vetää johtopäätöksiä myös tehdaskäyttötymisen suhteen.

Jos halutaan tarkempia tietoja, on samaa materiaalia tutkittava sekä epäjatkuvasti että jatkuvasti toimivissa kennoissa. Näihin tutkimuksiin voidaan käyttää tehdaskennoista saatua koemateriaalia. Effektiivisen nopeuskertoimen k keskiarvo voidaan määrittää teollisuuskennoissa eri raeluokille /7/. Jos samaa materiaalia vaahdotetaan laboratoriokennossa vakioolosuhteissa raeluokittain, saadaan vastaavat k_s -arvot. k :n riippuvuus ohjattavista suureista, kuten ilmavirtauksesta voidaan kokeellisesti määrittää molemmille kennoille. Näin ollen k :n riippuvuus ohjaussuureista tehdaskennossa voidaan esittää laboratoriokennossa havaittujen riippuvuuksien avulla. Saatuja riippuvuuksia voidaan soveltaa simuloitaessa täysmittaisia vaahdotuspiirejä muille mineraaleille, joiden vaahdotavuuden on laboratoriossa todettu olevan samassa suuruusluokassa.

Voidaan tutkia myös teollisuusvalmentimessa tapahtuvaa adsorptiota ja siihen liittyvää nopeusvakiota χ . Tällöin otetaan näyte ulostulosta ja vaahdotetaan se standardiolosuhteissa laboratoriossa. Raeluokalle määritetään vaahdotuksen edistessä useita k_s -arvoja sekä näihin liittyvät suhteelliset ainemäärät. Tunnetusta riippuvuudesta $k_s(\Gamma)$ saadaan määritettyksi Γ :n jakautuma. Yhtälön (5) perusteella saadaan tunnusluku $\tau\chi C_x$.

Kun $\tau\chi C_x$ ja C_x tunnetaan ja τ saadaan jälkimmäisestä yhtälöstä (4), voidaan χ laskea ja verrata sitä laboratoriossa saatua. χC_x liittyy malleihin ja simulointiin siten, että se vaikuttaa $\Gamma(t)$:hen (3), sekä k_s :n ja k :n Γ -riippuvuuden kautta. Simuloinnissa valmentimen tilavuusvirtauksen eri arvot otetaan huomioon sen vaikutuksen kautta, joka niillä on τ :un ja C_x :än.

Jos välituote palautetaan valmennukseen, Γ -jakautumat ovat mutkikkaampia. Teoreettiset jakaumat saadaan käyttäen funktiota $p_{tot}(t)$ (8) ja $\Gamma(t)$ (3). Funktio f_2 funktiossa p_{tot} riippuu vaahdotuspiirin rakenteesta ja siihen liittyy kokeellisesti saatu $k(\Gamma)$. Jos nämä tunnetaan, jakautuma $p(\Gamma)$ voidaan laskea eri arvoille τ ja χC_x . Γ :n jakautuma määritetään myös edellä esitetyllä tavalla. Teoreettisia ja kokeellisia tuloksia verrataan, jolloin saadaan parametreille arvot, joita voidaan käyttää malleissa ja simuloinnissa.

Menetelmää sovellettiin kuparikiisun vaahdottamiseen, jossa keskeisenä probleemana oli kuparikiisun erottaminen magneettikiisusta. Esimerkkinä simuloinnissa oli käytössä oleva vaahdotuspiiri ja siinä käytettiin laboratoriossa määritettyjä parametrien arvoja. Voitiin todeta, että muutokset kokoojan syötössä ja ilmavirtauksessa eri kennoihin olivat helposti simuloitavissa. Myös esirikasteen syöttöpiste kertauskennostossa ja sen muuttamisen vaikutus voitiin simuloida. Tuloksista mielenkiintoisin oli magneettikiisun saannin ja kuparikiisurikasteen pitoisuuden vaihtelun ennustaminen simuloinnin avulla. Tulokset olivat sopusoinnissa käyttökokemusten kanssa.

VAAHDOTUSJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU JA OHJAUS

Esitettyä menetelmää voidaan käyttää laitosten suunnitteluun ja ohjaamiseen /8/. Mahdollisten vaihtoehtoisten piirien ominaisuuksia voidaan tutkia vaihtelemalla parametrien ja muuttujien arvoja, jotta parhaat piirit ja arvot saataisiin esiin. Valmennusta ja vaahdotusta käsitellään yhdessä; samoin voidaan tutkia palautusten vaikutusta. Simulointi erilaisia raekokojakautumia käyttäen hyödyttää myös jauhatuksen suunnittelua.

Simuloinnissa tarvittavat parametrit ja riippuvuudet kuten Γ , $k_s(\Gamma)$ ja χ täytyy määrittää erikseen. Tarvittava ainemäärä on pieni ja yleensä saatavissa jo suunnittelun alkuvaiheessa esim. kairasydännäytteistä.

Valmentimien ja kennojen viipymisaikajakaumat tunnetaan tai voidaan arvioida. Laboratoriokokeita ja kokeita tehdaskennoissa tarvitaan eräiden riippuvuuksien selvittämiseen, kuten esim. k :n riippuvuus k_s :stä, ja ilmamäärien vastaavat, keskinäiset suuruudet laboratoriossa ja tehtaassa. Suunnittelua varten saattaa olla tarpeen suorittaa kokeita sekä useilla eri tehdaskennotyypeillä että laboratoriossa.

Simulointia varten tarvitaan raeluokittain ja mineraaleittain tiedot kemikaalien adsorboitumisesta, ominaisvaahdotuvuuden riippuvuudesta saavutetusta adsorptioasteesta, vaahdotuskennojen ohjaussuureiden vaikutuksesta sekä muuttujien välisistä riippuvuuksista laboratorio- ja tehdasolosuhteissa. Muuttujien ja parametrien arvoja sekä verkoston rakenetta ja suuruutta vaihdellaan saatujen tulosten mukaan. Tällöin vaahdotustekninen asiantuntemus auttaa valittaessa parhaita verkostoratkaisuja ja parametreja. Arvominaalin stationaarisia saanteja ja pitoisuuksia käytetään tulosta arvioitaessa. Laitossuunnittelun ollessa kyseessä toteutetaan parhaan tuloksen antava konfiguraatio, ja sen parametreille ja muuttujille annetaan simuloinnin mukaiset arvot.

Verrattuna muihin suunnittelumenetelmiin optimirakenteen ja -arvojen etsintä tapahtuu esitetyllä menetelmällä systemaattisemmin. Optimoitavien suureiden luku on kaikissa menetelmissä suuri. Jos ei ole käytettävissä suunnittelua varten kaikkia tarvittavia tietoja, voidaan joillekin muuttujille olettaa vakioarvot. Kun tietoa saadaan enemmän, voidaan a.o. suuretta varioida myöhemmin. Esitetyssä menetelmässä keskeisten parametrien ja riippuvuuksien määrä on suhteellisen pieni, mutta nämä ovat puolestaan muiden muuttujien funktioita.

Suunnitteluun verrattuna olemassaolevan laitoksen jatkuvuustilan ohjaus on pienempi ongelma. Laitoksen vaahdotuspiiriä ei voi muuttaa oleellisilta osiltaan. Toisaalta eri ohjaussuureiden vaikutuksista on tietoa olemassa. Kun käytön optimipiste on löydetty, voidaan se toteuttaa suhteellisen rajoitetuin toimenpitein. Jos malmi muuttuu tai tapahtuu jokin odottamaton ilmiö, on piirin olosuhteet säädettävä uudestaan. Tällöin voidaan käyttää hyväksi systeemistä laadittua mallia. Automaattisten säätäjien ja käyttöhenkilöstön tehtäväksi jää prosessin pitäminen tässä toimintapisteessä, kunnes malmin laadun muuttaminen tai muut hallitsemattomat tekijät vaativat uuden optimoinnin suorittamista.

SUMMARY

DESIGN OF FLOTATION PLANT BY MEANS OF MODELS AND COMPUTER SIMULATION

A method for the design of flotation plant operated for separation of minerals is based on a combination of tests in a flotation laboratory and of computer calculations. It also integrates the flotation with the preceding chemical conditioning process.

In a typical test of the method, values of the flotation rate coefficient k , the adsorption rate coefficient χ of the collector, and the dependence $k(\Gamma)$ of k on the degree of the collector coating Γ were determined for each size class of chalcopyrite grains by batch conditioning and flotation tests in a laboratory type flotation cell. Since the residence times of individual grains vary in an industrial continuous flow conditioner also under stationary operation, values of k and Γ are distributed in it over a wide range of values even for identical grains.

A mathematical model was formulated on the basis of the flow sheet of the conditioning and flotation circuit in terms of k . The dependence $k(\Gamma)$ was substituted in the models of five basic types of continuous flow flotation circuits. Since the distribution of k and Γ in the flow from the conditioner into the flotation circuit was known, the separation of the mineral grains into concentrates, tailings and middlings could be computed. The behaviour of the middling grains recycled for further conditioning in the conditioner was taken into account. The experimental and computational analysis was extended to cover the three most important grain size classes of the mineral. The results conformed with physical reasoning.

By varying the values of the independent variables in the experiments, repeating the tests and executing corresponding simulations for other, alternative connections of the conditioners and flotation cells, the flow sheet and the combination of values can be found which yield the best results in view of the operational criteria.

The analysis comprises also a discussion of the separation of two floatable minerals. The locked particles are treated as additional grain types. — An English report of the study is available /10/.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Imaizumi, T. and Inoue, T.*, Proceedings 6th Int. Min. Proc. Congr. Cannes, 1965 pp. 581–593.
2. *King, R.P.*, Application of Computer Methods in the Mineral Industry, *Salomon, M. and Lancaster, F.H.*, eds., S. Afr. Inst. Min. Met., Johannesburg, 1973, pp. 341–350.
3. *King, R.P.*, Flotation, *Fuerstenau, M.C.*, ed., Vol. 2, AIME, New York, USA, 1976, pp. 937–962.
4. *Woodburn, E.T.* et al., *ibid.*, pp. 638–674.
5. *Gaudin, A.M. and Schuhmann, R.*, Journal of Physical Chemistry, Vol. 40 (1936), pp. 257–275.
6. *Mellgren, O. and Subba Rau, M.G.*, Transactions Inst. Min. Met., Vol. 72, No 676, Mar. 1963, pp. 425–442.
7. *Niemi, A.J.*, Acta Polytechnica Scandinavica, Chem. Met. Series No 48, 1966 (2nd ed. 1972), 111 p.
8. *Niemi, A.J.*, Patentit Suomessa (No 52027), USA:ssa (No 4133038) ja muualla.
9. *Niemi, A.J.*, Acta Polytechnica Scandinavica, Chem. Met. Series No 49, 1966, 39 p.
10. *Niemi, A.J., Kurronen, S. and Kuopanportti, H.*, Paper III-3 14th Int. Min. Proc. Congr. Toronto, 1982. 19 p.

Katsaus nykyaikaiseen langanvalssaustekniikkaan

Dipl.ins. Nils-Göran Mattfolk, OVAKO Oy Ab, Dalsbruk

JOHDANTO

Nykyaikainen langanvalssaaminen on kahden viime vuosikymmenen aikana kehittynyt yhä kiihtyvää vauhtia. Tärkeimmät syyt tähän ovat ns. no-twist lankablokki ja kontrolloitu jäähditys suoraan valssauksen yhteydessä eli suorapatentointi. Viimeaikaiset kehitysvaiheet muodostuvat yhä suuremmista loppunopeuksista ja erilaisista mikroprosessorisovelluksista.

Tällä artikkelilla pyritään antamaan kuva tämän päivän langanvalssaustekniikasta sekä mahdollisista kehityssuunnista.

NYKYAIKAISET LANKAVALSSAAMOT

Tunnusomaisia piirteitä nykyaikaiselle lankavalssaamolle ovat mm:

- korkea käytettävyyssaste
- suuri loppunopeus
- suuri kieppipaino
- langan kontrolloitu jäähditys
- hyvät toleranssit ja tasalaatuinen lanka
- paremmat työolosuhteet

Jotta näihin tavoitteisiin päästäisiin, tarvitaan seuraava laitteisto

- Uuni, useimmiten ylä- ja alapolttimilla varustettu askelpalkkiuuni, jossa aihiot lämmitetään tasaisesti siten, että syntyy mahdollisimman vähän hilsettä ja hiilenkatoa. Uuni on joko kaasui- tai öljylämmitteinen ja varustettu rekupeeraattorilla ja muilla energiaa säästävillä laitteilla. Öljynkulutus vaihtelee 35—50 kg lämmitettyä tonnia kohti uunityypin ja ajotavan mukaan.
- Esivalssaamo, jossa heti uunin jälkeen sijaitsee leikkuri ja aihiookoon mukaisesti, 7—9 yksittäiskäyttöistä horisontaaliparia tai yksilinjaisessa valssaamossa, horisontaali-vertikaaliparia. Esivalssaamon yksittäiset valssiparit voidaan myös korvata esim. reversiibeli-, duo-, trio- tai planeettavalssaimella tai takomakoneella.
- Keskivalssaamo, jossa on lisää 7—9 yksittäiskäyttöistä valssiparia, horisontaali- tai no-twist-tyyppiä. Viimeisten 4—6 parin välillä on ns. pohjukkasäätö ilman vetoa, jotta saavutettaisiin hyvät toleranssit lankablokkiin menevälle aihiolle. Ennen viimeisiä pareja on monilinjaisessa valssaamossa aihiot eroteltu toisistaan valmiina syötettäviksi lankablokkeihin.
- Lankablokki, jossa on 6—10 valssiparia 90° kulmassa toisiinsa nähden. Valssien halkaisijat ovat pieniä pienen levenemisen saavuttamiseksi. Valssimateriaalina käytetään kovametallia.
- Jäähdytysmatka, jossa lanka jäähdytetään vedellä 950—1100°C:n valssauslämpötilasta aina 700—950°C:n lämpötilaan valssattavan laadun mukaan. (Myös lämpötilaa ennen blokkia voidaan säädellä vesivyöhykkeillä.)

- Vyyhdin, joka on horisontaalityyppiä. Tällä vesijäähdytetty lanka vyyhditään tasaiseksi lankamatoksi jäähdytyskuljettimelle. Ennen vyyhdintä on syöttäjä, jolla voidaan mm. kiihdyttää tai jarruttaa langan loppupäätä.
- Kontrolloidun jäähdytyksen kuljetin, joka on useimmiten rullarata (myös ketjukuljetinta käytetään). Lankamatto jäähdytetään rullaradan alapuolella olevilla ilmapuhaltimilla (tai vedellä), jonka jälkeen lanka kerätään kiepinmuodostuskuiluun tuurnan päälle kiepiksi (vyyhdiksi).
- Sitomakone (kompaktori), joka puristaa vyyhdin suurella voimalla kasaan ja sitoo sen. Kieppien kuljettamista varten käytetään koukkurataa, palettia ja/tai trukkia.

Näiden lisäksi tarvitaan mm.:

- Laitteet aihoiden tarkastusta ja hiomista varten sekä tarpeelliset laitteet jatkuvaa laadunvalvontaa varten.
- Leikkurit päiden puhdistusta ja romutusleikkausta varten etuparien, keskivalssaamon ja lankablokin välille sekä joissakin tapauksissa kiepinmuodostuskuiluun kiepin päiden puhdistusleikkaukseen.
- Prosessinsäätölaitteet mm. nopeudensäätöä, jäähdytysparametrien asettelua, seurantaa ja raportointia varten.
- Urasarja, usein pyörösoikio-soikiourainen, pintavikojen ja sisäänvalssautumien välttämiseksi.
- Esivalmisteluosasto valssien sorvaamiseen ja hiomiseen sekä valssipakettien ja ohjainkaluston huoltoon. Lisäksi tarvitaan tietysti hyvinkoulutettu ja työhön motivoitu henkilökunta.

Lankavalssaamojen lay-out-ratkaisut ovat hyvin kirjavia paikallisten edellytysten mukaisesti, mutta yleisin tyyppi on jatkuvalinjainen (konttilinja) joko yhdellä tai kahdella repeaterilla varustettu tai ilman repeateria oleva linja. Kuvassa 1 näkyy skemaattinen lankavalssaamon lay-out-ratkaisu.

LANKABLOKKI

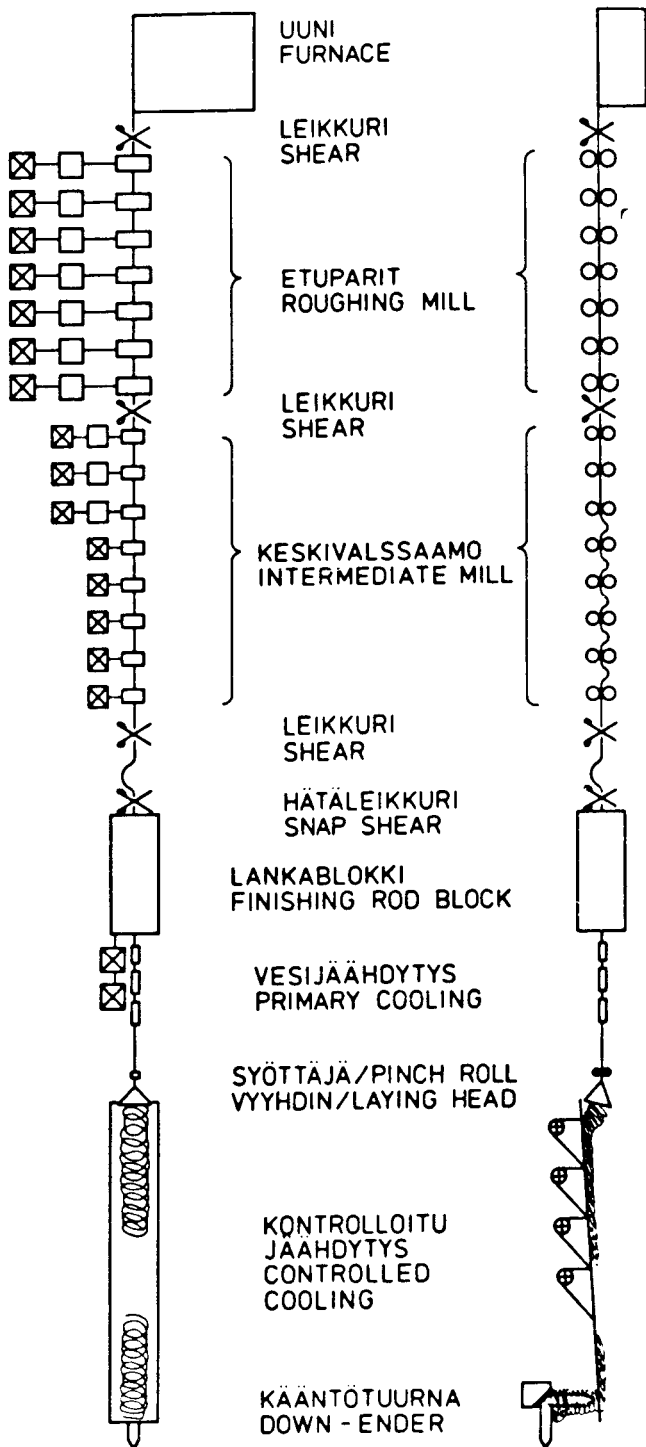
Lankablokkien kehitys kulki aimo askeleen eteenpäin 60-luvun puolivälissä Morganin kehitellessä ns. no-twist blokkeja. Tämän jälkeen ovat useimmat valmistajat tehneet periaatteessa samanlaisia konstruktioratkaisuja. No-twist blokkien tuotantopotentiaali olisi todennäköisesti jäänyt suureksi osaksi käyttämättä, ellei kovametallia olisi menestyksellisesti kehitelty langan kuumavalssaukseen sopivaksi valssimateriaaliksi.

Seuraavassa selostetaan lyhyesti blokin konstruktio ja toimintaperiaate sekä kovametallivalssien merkitys nykyaikaisissa lankavalssaamoissa.

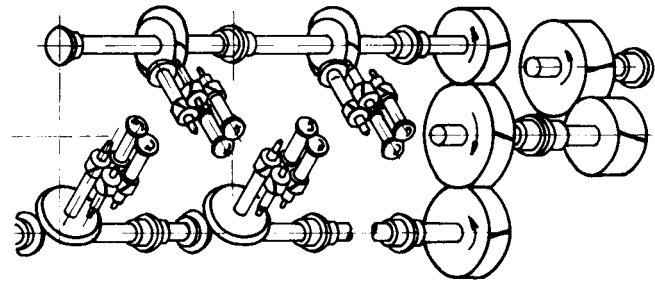
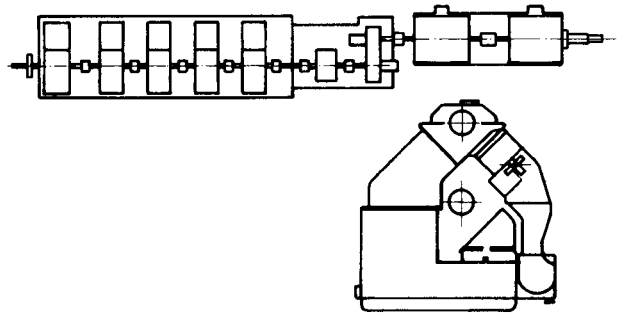
Lankablokin konstruktio

Ensimmäisen nykyaikaisen no-twist lankablokin teki 60-luvun

alussa Morgan Construction Company ja se otettiin käyttöön vuonna 1964 (Stelco Canada). Sen konstruktio on periaatteessa kuvan 2 mukainen. Kaksi peräkkäin sijaitsevaa moottoria pyörittää blokkia vaihdelaatikon välityksellä käyttäen ylemmää ja alemmaa vetoakselia. Yksittäiset blokkiyksiköt ovat näihin akseleihin yhteydessä kartiohammasvaihdelaatikkojen välityksellä. Ylempi akseli pyörittää kaikkia soikiouralla varustettuja blokkiyksiköitä, alempi taas pyöröuria. Blokkiyksiköiden välityssuhteet ovat sellaiset, että valssattavaan aihioon muodostuu hallittu veto. Tämä vaatii tietysti tarkoin säädetyt valssiraot sekä hyvin kalibroidun blokin. Valssiparien asento vaakatasoon verrattuna on 45° tai 135° kulmassa, toisin sa-



Kuva 1. Skemaattinen lankavalssaamon lay-out.
Fig. 1. Typical rod mill lay-out.



Kuva 2. Morganin blokkikonstruktio.
Fig. 2. Morgan's No-Twist block construction.

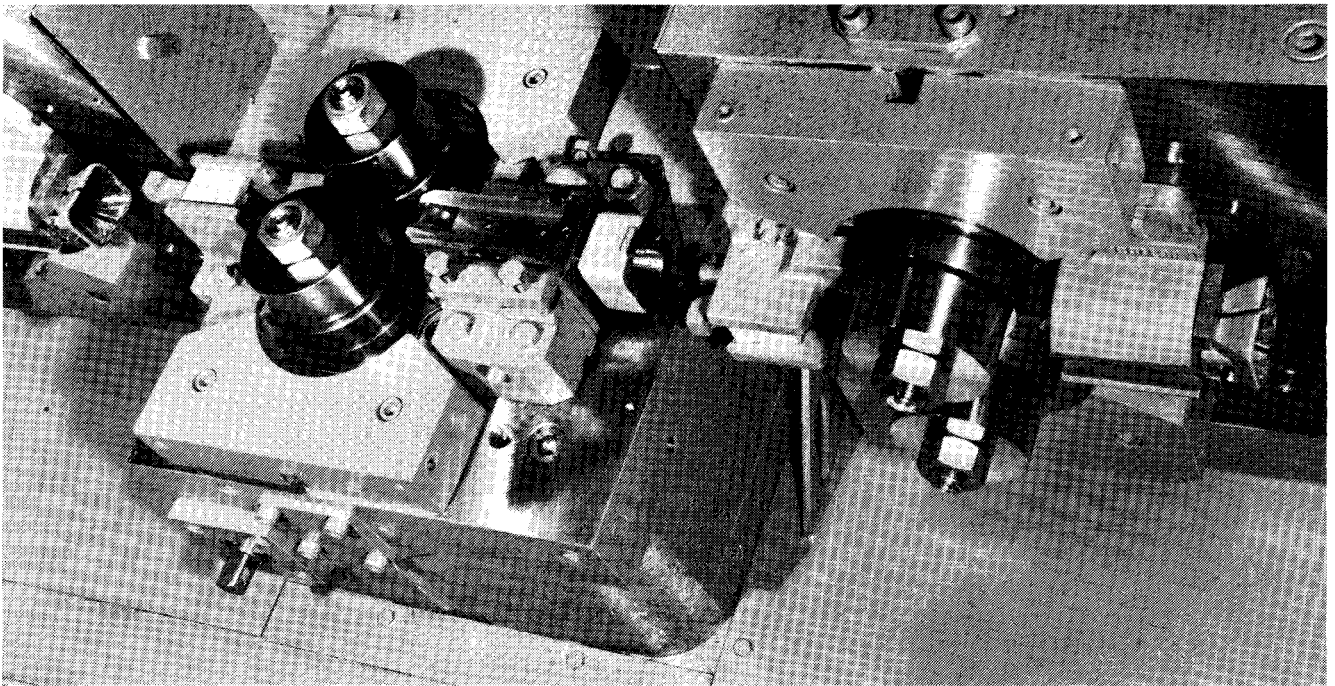
noen 90° toisiinsa nähden, mistä seuraa, että soikioaihoita ei käännetä valssiparien välillä (no-twist), kuva 3. Valssirenkaat on kiinnitetty liukulaakereilla laakeroituihin akseleihin (cantilever), jotta valssin- ja ohjainkaluston vaihto sujuisi mahdollisimman nopeasti.

Eri valmistajien blokkikonstruktioit ovat periaatteessa Morganin kaltaisia kuten esim. Demag, Moeller & Neumann ym. Morgårdshammarin, Danielin ja Pomini-Farrellin blokeissa valssit ovat horisontaali-vertikaaliasennossa. Verrattuna muihin konstruktioihin Morgårdshammarin blokki on yksinkertaisempi. Suurin ero on siinä, etteivät valssiakselit ole koko ajan yhdensuuntaisia, vaan muuttuvat raonasettelun mukaan. Ashlow'n lay-out ratkaisu poikkeaa selvästi muista, kuten kuvasta 4 näkyy. Kymmenestä yksittäisestä x-asennossa olevasta blokkiyksiköstä muodostuu blokki, jota kaksi moottoria pyörittää synkronivaihdelaatikon ja kartiohammasvaihdelaatikkojen kautta. Muuten konstruktio on tavanomainen. Blokin kaikki valssit ovat halkaisijaltaan samat (216/200 mm) ja etuna voidaan mainita hydraulisesti esijännitetyt blokkiyksiköt jouston minimoimiseksi. Blokeista erikoisin on Kocksin 3-valssisysteemi, jossa jokaisessa yksikössä on kolme valssia 120° kulmassa toisiinsa nähden /1/.

Blokkien hyvistä ominaisuuksista voidaan mainita hyvät toleranssit lopputuotteelle, tilaa säästävä rakenne, hyvät työolosuhteet sekä suhteellisen matala melutaso. Loppuvalssausnopeus on yleisesti 60–80 m/s (\varnothing 5,5–6,0 mm).

Tässä on lyhyesti kuvattu joitakin nykyaikaisen no-twist blokin ominaisuuksia. Verrattuna vanhoihin twisting blokkeihin ne ovat huomattavasti helpompitöisiä, varmempia ja tuotavampia. Blokkeja kehitellään jatkuvasti parempien suoritusarvojen ja paremman käyttövarmuuden saavuttamiseksi /2/.

Pohjoismaissa uudenaikaisimmat blokit ovat SSAB:lla (Domnarvet, Borlänge, 2 x 8 parin MH), Elkem A/S:lla (Spigerverk, Oslo, 6-parin MH) sekä 10-parin Ashlow blokki Ovako Dalsbrukissa. Tämä otettiin käyttöön elokuussa -81, ja sen tuotantonopeus on Euroopan suurimpia.

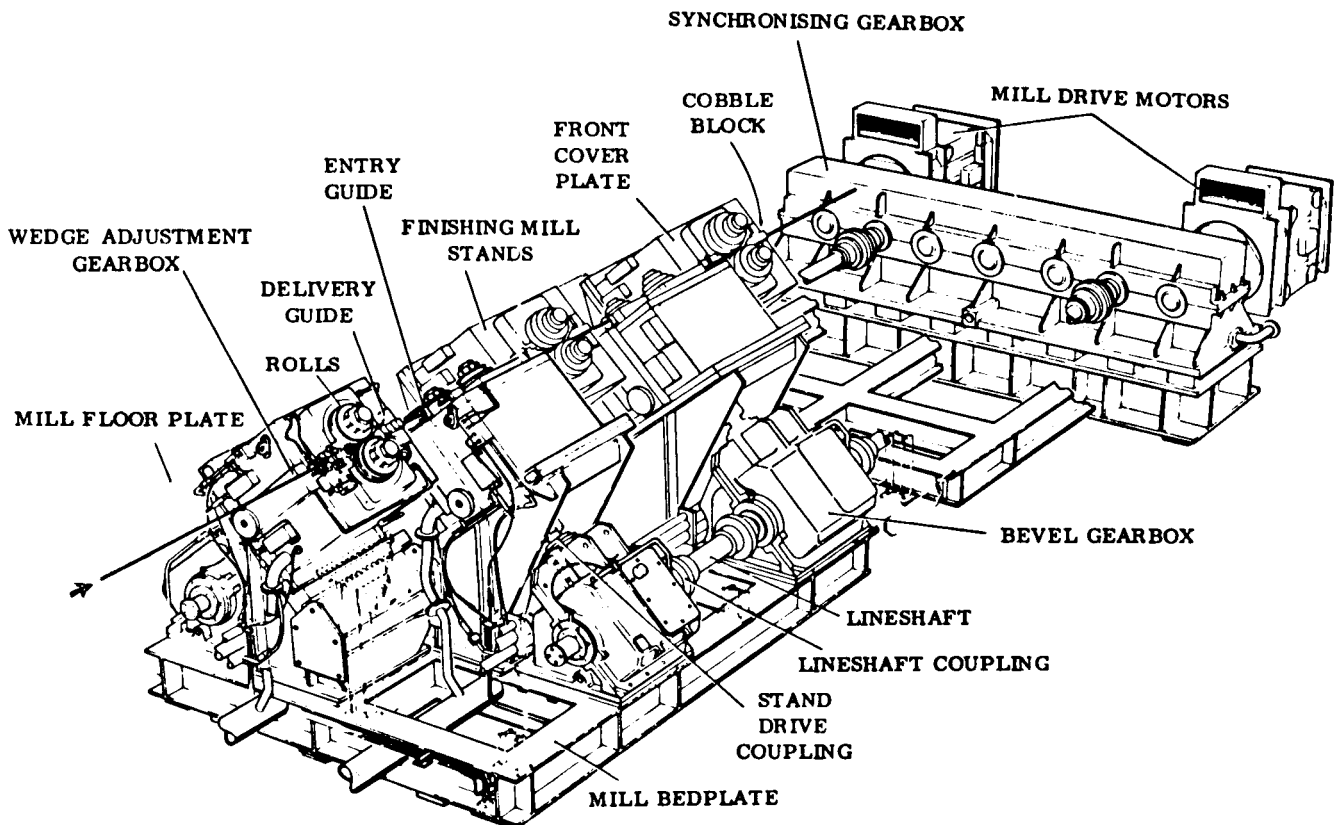


Kuva 3. Morganin lankablokki.
Fig 3. Morgan wire rod block.

Kovametallivalssit

Uusia lankablokkeja kehiteltäessä selvisi nopeasti, ettei niiden koko potentiaalia voitaisi käyttää tavallisilla valssimateriaaleilla. Eräänä ratkaisuna katsottiin olevan kovametallin käyttö valssimateriaalina. Kovametallia oli siihen asti käytetty

menestyksellisesti metallien lastuavaan työstöön. Näitä laatuja ei voitu sellaisenaan käyttää valssimateriaalina vaan jouduttiin kehittämään aivan uusia laatuja. Näistä, noin 15 vuotta sitten suoritetuista ensimmäisistä kokeista lähtien on kehitys ollut nopeaa ja menestyksellistä. Voidaan hyvällä syyllä tode-



Kuva 4. Ashlow'n lankablokin rakenne.
Fig. 4. Ashlow's block lay-out.

talankablockien suosion suurelta osin johtuvan kovametallivalssseista.

Kovametallivalssit koostuvat pääosin kahdesta komponentista, wolframikarbidista (WC) ja koboltista (Co). Nämä sekoitetaan pulverimuodossa tiettyssä suhteessa, jonka jälkeen tapahtuu sintraus korkeassa lämpötilassa ja paineessa.

Valssattu tonnimäärä/ura on kovametallivalssseilla 10–20-kertainen tavallisiin valurautavalssisiin verrattuna. Kovametallivalssit vaativat erittäin hyvää jäähdytystä. Esimerkiksi Ashlow'n blokissa vesimäärä blokkiyksikköä kohti on 27 m³/h (koko blokki 270 m³/h) ja veden paine n. 4 bar sekä pH-arvo yli 7,5, jotta korroosiolta vältyttäisiin. Koboltin korvaamista nikkelillä tutkitaan intensiivisesti halvemmän ja korroosiokestävemmän kovametallin aikaansaamiseksi. Näitä valsseja on jo käytetty hyvällä menestyksellä Ovako Dalsbrukin Ashlow-blokissa.

Valssien kiinnityksessä tulisi välttää synnyttämästä niihin vetojännitystä. Sandvikin menetelmä lienee kovametallin kannalta edullisin (käytössä MH:n blokissa). Ashlow'n menetelmässä valssi kiinnitetään liimaamalla teräsnapaan koko valssin elinajaksi. Tätä menetelmää voidaan pitää parempana kuin Morganin menetelmää, jossa kovametalli joutuu vetojännityksen alaiseksi. Valssien kiinnitykseen valssiakseleihin käytetään hydraulisia työkaluja.

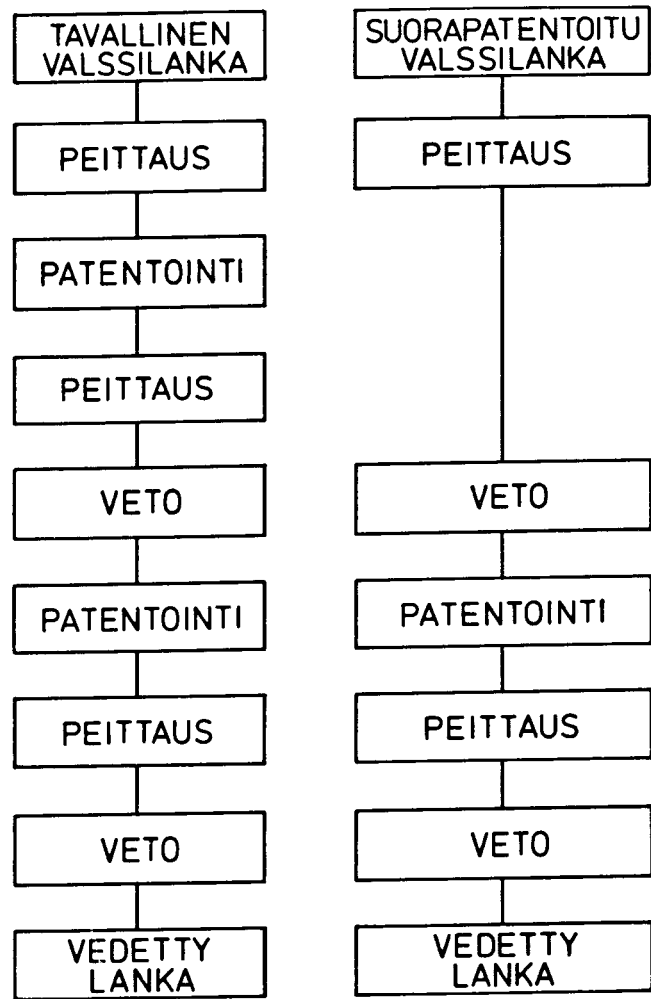
VALSSILANGAN KONTROLLOITU JÄÄHDYTYS

Valssilangan kontrolloitu jäähdytys ei ole mikään uusi keksintö. Jo noin 20 vuotta sitten otettiin ensimmäinen merkittävä tuotantolinja käyttöön Ranskassa (Usinor 1961). Kehitys on sen jälkeen mennyt nopeasti eteenpäin ja nykyisin tuskin rakennetaan lankavalssaa ilman kontrolloidun jäähdytyksen mahdollisuutta. Mitkä ovat syyt tähän?

Syyt löytyvät valssilangan jalostuksesta lankavetämissä. Vedetyn langan tyypillinen valmistusreitti näkyy kuvassa 5. Käyttämällä kuumavalssauksen yhteydessä kontrolloidusti jäähdytettyä lankaa voidaan yksi lämpökäsittely jättää kokonaan pois. Lanka menee hilseenpoistosta suoraan vetoon ilman patentointia. Tästä seuraa, että energian hinnan jatkuvasti noustessa vetämöt säästävät n. 250 mk/tonni. Tämä on tärkein syy kontrolloidun jäähdytyksen yleistymiseen. Patentoinnin lisäksi voidaan valssauksen yhteydessä suorittaa muitakin lämpökäsittelyjä kuten pehmeäsihehkus ym. Valssauslaitteistoille ja henkilöstölle tämä asettaa suuria vaatimuksia. Nykyaikaisen lankavalssauksen tavallisen tuotemiksi koostuu hiiliteräksistä, mm. matalahiilisestä naula- ja verkkolangasta, keski- ja korkeahiilisestä jousilangasta, köysilangasta, esijännitetystä köysilangasta ym. sekä matalaseosteisesta hiiliteräksestä hitsauslankaa varten. Lisäksi tehdään vaativampia tuotteita kuten kylmätysssäylankaa (esim. booriteräksset), venttiilijousilankaa, tyre-cord-lankaa ym.

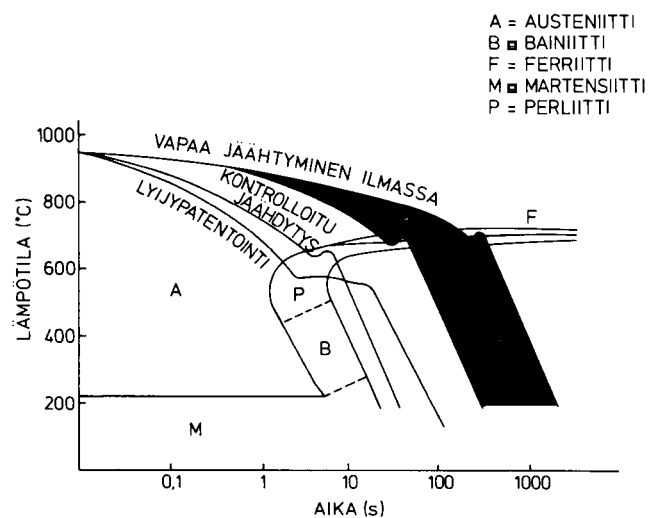
Suorapatentoinnin metallurgia

Muistin virkistämiseksi palataan tämän käsittelyn metallurgiseen taustaan katsomalla tyypillisen hiiliteräksen CCT-diagrammia, kuva 6. (Syväisemmän tiedon saamiseksi viitataan kirjallisuuteen /3/.) Normaali ilmajäähdytys lankavyhtimen jälkeen tapahtuu ylimmän käyrän mukaan ja saa aikaan suhteellisen karkean perliittirakenteen, jossa on suuri määrä esieutektoidista ferriittiä. Lyijypatentoinnin vastaava käyrä näkyy alimpana. Esieutektoidista ferriittiä ei esiinny ja faasitransformaatio tapahtuu huomattavasti alemmassa lämpötilassa, mikä johtaa erittäin hienolamellaariseen perliittiin, nk. sorbiittiin. Tällainen mikrorakenne on erittäin sopiva kylmä-

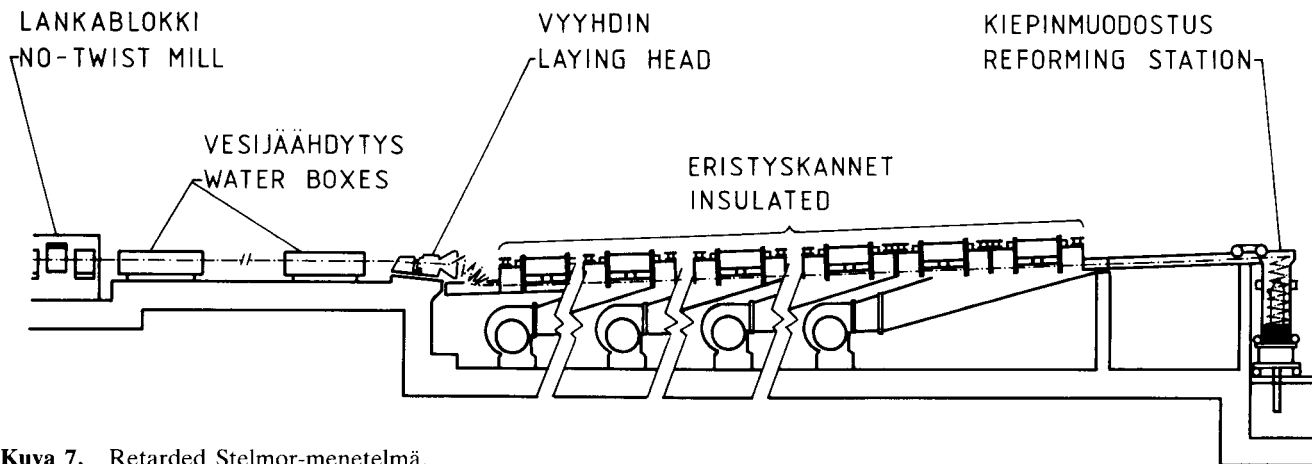


Kuva 5. Vedetyn langan valmistusreitti.
Fig 5. Production of cold drawn wire.

vedettäväksi. Myös austenointilämpötila vaikuttaa syntyneeseen rakenteeseen raekoon ja austeniitin homogeenisuuden kautta. Suuri homogeeninen austeniitin raekoko siirtää CCT-



Kuva 6. Hiiliteräksen CCT-diagrammi.
Fig 6. A CCT-diagram of carbon steel.



Kuva 7. Retarded Stelmor-menettelmä.
Fig 7. Retarded Stelmor.

diagrammin faasimuutoskäyrät oikealle ja samalla matalampiin lämpötiloihin ja näin ollen hienolamellaariseen perliittirakenteeseen. Millään kaupallisella suorapatentointimenetelmällä ei saavuteta lyijypatentoinnin arvoja, vaan jäähtymiskäyrä on yllämainittujen käyrien välissä. Kuitenkin näillä menetelmillä saavutetaan täysin tyydyttäviä tuloksia langan kylmävedettävyyttä ajatellen.

Erilaiset jäähdytysmenetelmät

Optimaalisen valssilangan tuottamisessa erilaisten asiakasvaatimusten täyttämiseksi tulee ideaalisen jäähdytysmenetelmän olla erittäin joustava ts. täyttää ainakin seuraavat vaatimukset:

- jäähdytysparametrien säädettävyys on oltava nopeaa ja helppoa erilaisten mikrorakenteiden aikaansaamiseksi, jotta voitaisiin tyydyttää laaja mekaanisten ja mikrorakenteellisten ominaisuuksien alue,
- asiakkaan hilseenpoistomenetelmään soveltuvan hilseen aikaansaatuus,
- rakenteen on oltava homogeeninen läpi koko kiepin ja siten saadaan pieni hajonta mekaanisissa ominaisuuksissa kiepin sisällä sekä sulatuksittain,
- käyttökelpoinen dimensioalueelle $\varnothing 5,5$ —14 mm ja hiilipitoisuuksille 0,05—1,00 % C.

On olemassa erittäin suuri määrä erilaisia kaupallisia jäähdytysmenetelmiä /4, 5/, joista Morganin Stelmor-menettelmä on ylivoimaisesti eniten käytössä, n. 170 linjaa on rakennettu. Toinen mielenkiintoinen menetelmä on ED/EDC-prosessi, jossa lanka jäähdytetään vedellä vyyhtimen jälkeen.

Stelmor-tyyppinen jäähdytysmenetelmä

Morganin Stelmor-menettelmää on kolme eri tyyppiä, Standard, Retarded ja Slow Cool /6/. Viimeksi mainittua tyyppiä ei enää käytetä korkeiden käyttökustannusten takia (lisäpolttimet erittäin hitaan jäähdytyksen aikaansaamiseksi n. 0,5° C/s). Kuvassa 7 näkyy Retarded Stelmor-menettelmä. Horizontaalilla vyyhtimellä lanka vyyhditään rullakuljettimelle (ketjukuljettimelle). Heti vyyhtimen jälkeen on lyhyt matka ilman jäähdytystä, jotta langan lämpötila tasaantuisi (myös rakenne kasvaa). Kuljettimen alapuolella on ilmapuhaltimia tavallisesti 5—6 kpl langan jäähdytystä varten. Jäähdytysnopeutta säädellään puhaltimilla sekä rullaradan nopeutta muut-

tamalla. Jäähtymisnopeus vaihtelee Standard-versiossa 4—10° C/s transformaatiolämpötilaan asti ja kansilla varustetussa Retarded-versiossa 1—10° C/s.

Stelmor-menettelmää muistuttavia prosesseja on useampia. Sellainen on Templeborough Rolling Mills'n (TRM) kehittäjä. Tämä poikkeaa edukseen Stelmor-menettelmästä, kuva 8, siinä, että puhaltimien määrää (kapasiteettia) on lisätty ja ilmavirran suuntaamista lankamatton ulkoreunoihin, jossa on suurin lankamassa, on parannettu tasaisemman laadun aikaansaamiseksi.

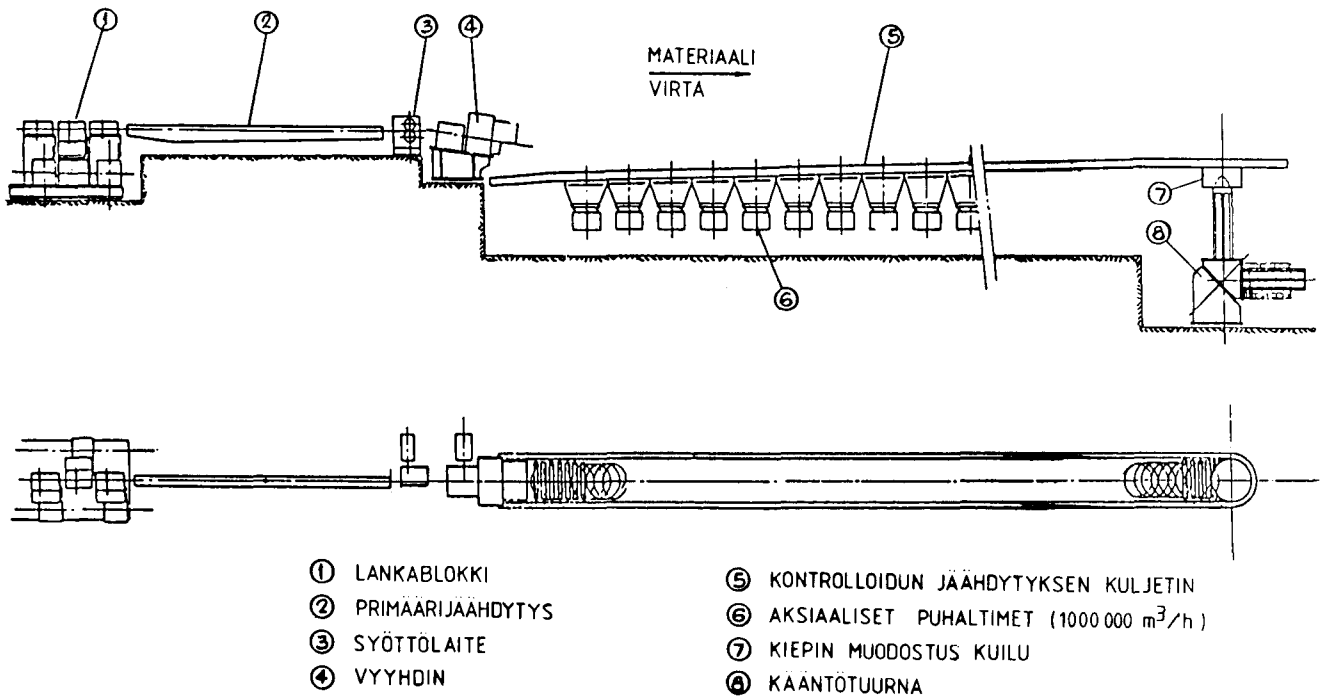
Jäähdytysnopeus on säädettävissä 2—18° C/s transformaatiolämpötilaan asti, mikä on huomattavasti laajempi alue kuin Stelmor-menettelmässä. Rullakuljetin on jaettu viiteen osaan, joiden nopeus on erikseen säädettävissä. Tätä ominaisuutta voidaan käyttää lankakierrosten vetämiseksi erilleen kuumien kosketuskohtien eliminoimiseksi.

Jäähdytyskäytäntö yllä selostetuissa ilmajäähdytysmenettelmissä on seuraavanlainen:

- matalahiiliselä langalla halutaan saavuttaa matala lujuus ja suuri kurouma-arvo. Esim CO₂-lanka jäähdytetään blokin jälkeisestä lämpötilasta 950—1100°C:sta aina lämpötila-alueelle 700—800°C. Lanka vyyhditään paksuna mattona (pieni kuljetusnopeus) pienen jäähtymisnopeuden aikaansaamiseksi. Kaikki puhaltimet ovat pois päältä ja kuljettimen kannet on suljettu (jos sellaisia on).
- korkeahiiliselä laadulla lanka jäähdytetään blokin jälkeisellä vesivyöhykkeillä 800—950°C:een vyyhtimen kohdalla. Rullakuljettimen nopeus on suuri (0,5—1,0 m/s) ja kaikki puhaltimet ovat käytössä. Tällä tavalla saadaan harva lankamatto ja mahdollisimman hyvä jäähdysteho transformaatiolämpötilaan.

ED ja EDC-prosessi

ED (Easy Drawing)-prosessi on japanilainen Sumitomo Electric Ind:n 60-luvun lopussa kehittämä menetelmä /7/. Kuvassa 9 näkyy tyyppinen ED-laitos. Lanka vyyhditään primäärijäähdytyksen jälkeen suoraan veteen ($\geq 95^\circ\text{C}$) ja jäähdytysolosuhteet määräytyvät langan ympärille muodostuvasta höyrykalvon stabiilisudesta. Höyrykalvo estää liian rajun jäähdytyksen, mistä olisi seurauksena martensiitin syntyminen. Höyrykalvon muodostumisen varmistamiseksi lisätään veteen polyvinyylialkoholia (PVA). Jäähdytysnopeus voi olla huomattavasti ilmajäähdytystä suurempi, aina 25°C/s. Teräslaadun ja halkaisijan mukaan säädetään loppuvalssaus- ja haspelointi-



Kuva 8. TRM:n ilmajähdytysmenetelmä.
Fig 8. The TRM controlled cooling system.

lämpötila ja aika, jonka vyyhti on upotettuna veteen. Tällainen ED-laitos on ollut käytössä Ovako Dalsbrukissa vuodesta 1976. Tämä on nyttemmin suljettu uuden lankavalssaamon käyttöönoton takia.

Koska ED-prosessi ei sovellu suurille kieppipainoille (batch-type), on kehitetty uusi jatkuva versio EDC (Easy Drawing Continuous). Tämä menetelmä perustuu samanlaisiin jäähdytysperiaatteisiin kuten ED, mutta on huomattavasti joustavampi [8]. Kuva 10 esittää EDC:n periaatteen sekä tyypillisen lämpötilasyklin. Lanka vyyhditään lyhyelle kuljettimelle, josta lanka putoaa seuraavalle veteen upotetulle kuljettimelle. Langan jäähdytysaikaa vedessä voidaan säätää nostamalla tai laskemalla kuljetinta tai säätämällä sen nopeutta. EDC soveltuu myös hitaaseen jäähdytykseen, jolloin prosessivesi tyhjenetään pois ja kuljetin peitetään.

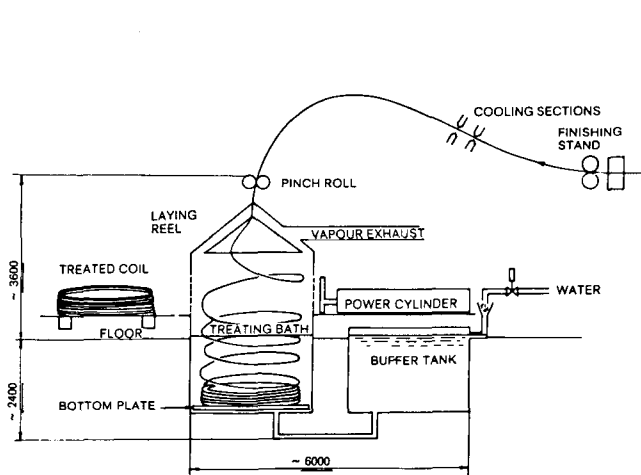
Pidemmälle kehitetty versio on käytössä Norjassa (Elkem A/S) ja käyttöönottoaiheessa Intiassa (Mukand). Sen lisäksi

on EDC käytössä Belgiassa (Gustav Boel) ja Ruotsissa (SKF-Hofors). Japanissa Nippon Steel on rakentanut oman versionsa, joka on tarkoitettu paksun langan jäähdytykseen ($\varnothing 9-18$ mm).

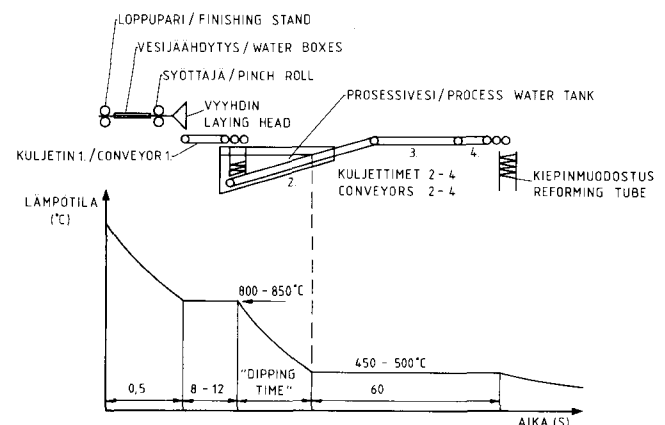
Ilmajähdytys vai EDC-jähdytys?

Yhteenvedona voidaan ilmajähdytystä ja EDC-jähdytystä vertaillaessa todeta seuraavaa:

Kaikissa menetelmissä (Stelmor, TRM, EDC) on blokin ulostulolämpötila sama. Blokin jälkeen jäähdytetään lanka vesivyöhykkeillä haspelointilämpötilaan joko jatkuvalla tai epäjatkuvalla vesijähdytyksellä. Epäjatkuvalla jäähdytys on yleisempi, mutta on myös jatkuvan, suhteellisen varovaisen jäähdytyksen kannattajia. Pääasia on, että haluttu haspelointi-



Kuva 9. ED (Easy Drawing)-menetelmä.
Fig 9. The ED (Easy Drawing)-process.



Kuva 10. EDC:n periaatekuva sekä tyypillinen lämpötilasykli.
Fig 10. Principal EDC lay-out with typical temperature cycle.

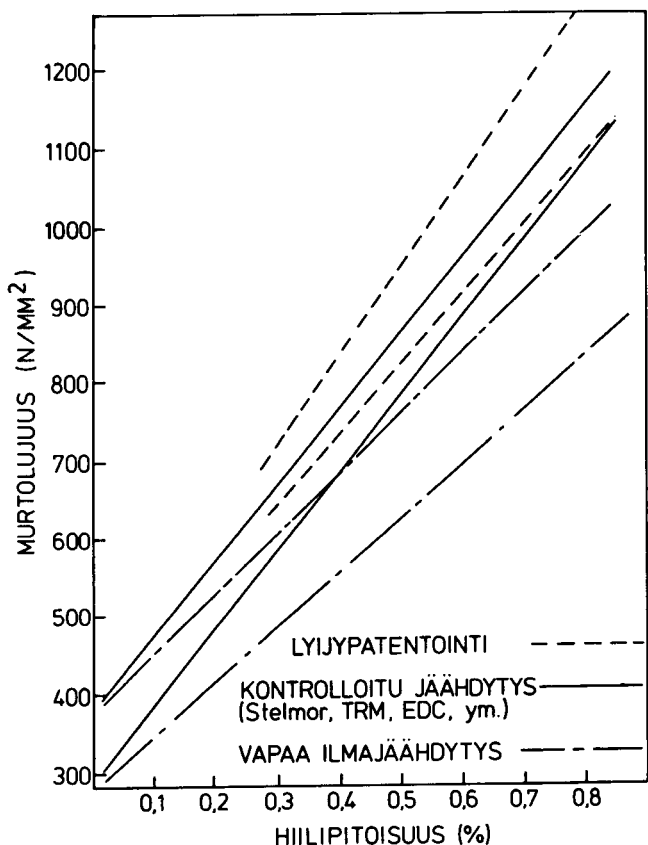
tilämpötila on vaihdeltavissa 700—950°C, mutta se on kaikissa menetelmissä suurinpiirtein sama samalle teräslaadulle. Lanka vyyhditään horisontaalisella vyyhtimellä kuljettimelle, jossa lankaa ei jäädytetä (lämpötilan tasaantuminen sekä rakeenkasvu). Sen jälkeen lanka jäädytetään samoista lämpötiloista ilmalla (Stelmor, TRM) tai vedellä (EDC). Jäähdystä voidaan kaikissa menetelmissä säätää kuljetinnopeutta sekä jäähdystehoä muuttamalla.

Ilmajäähdysmenetelmä on kuljettimiseen yleensä pidempi ja antaa suuremman joustavuuden hidasta jäähdystä käytettäessä. Hilseen määrä ja laatu ovat ilmajäähdysmenetelmässä helpommin säädeltävissä.

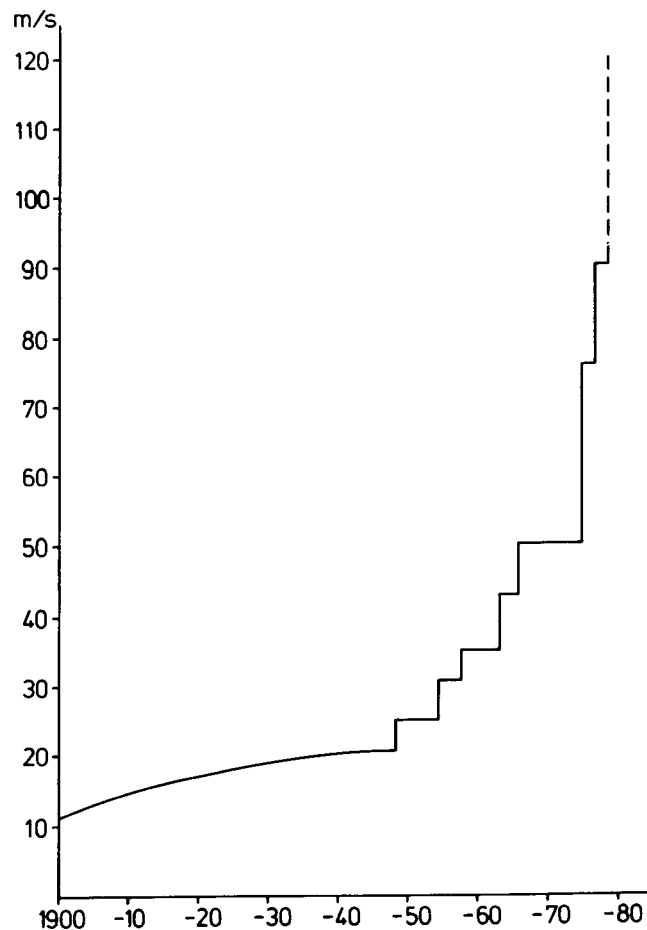
Lopuksi annetaan indikaatio miten saavutetut mekaaniset lujuudet suhtautuvat vapaaseen ilmajäähdytykseen ja lyijypatentointiin. Eri kontrolloidun jäähdysmenetelmien väliset lujuserot ovat jokseenkin merkityksettömiä, kuva 11. On kuitenkin syytä alleviivata, että suoraa vertailua on erittäin vaikeata tehdä, koska teräksen valmistusprosessi vaikuttaa tuloksiin. Romupohjainen sähköteräs epäpuhtauksineen (Cr, Ni, Cu, N, ym.) antaa parempia arvoja kuin malmipohjainen LD-teräs. Lisäksi suurempi muokkausaste nostaa lujuustasoa.

TULEVAISUUDEN KEHITYSNÄKYMÄT

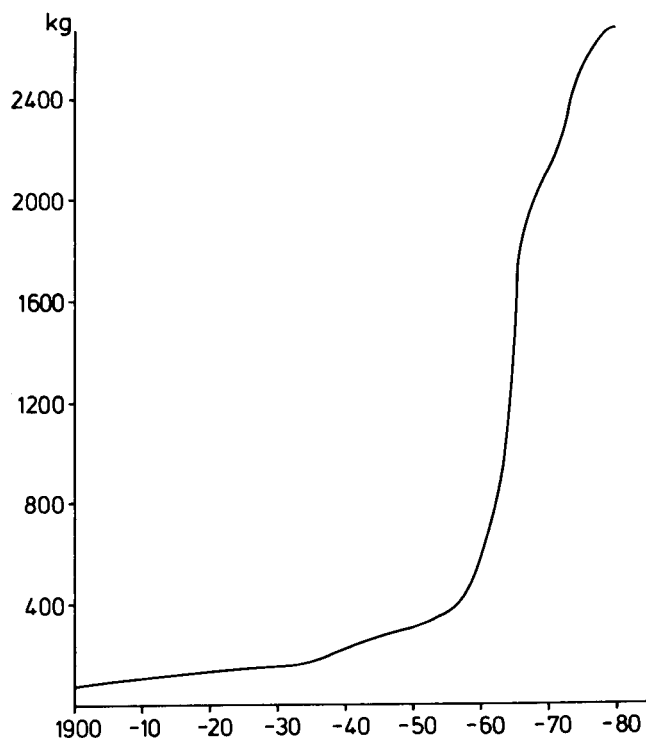
Langanvalssausta pidettiin aikaisemmin välivaiheena ennen langanvetoa. Tiukkojen toleranssien ja hyvien pintaominaisuuksien saavuttamista ei katsottu erityisen tärkeäksi. Tänäpä tilanne on toisin, sillä nämä ominaisuudet ovat erittäin tärkeitä lisääntyvien vaatimusten vuoksi jatkojalostuksessa ja nykyaikaiset lankavalssaamot kehitetään näiden vaatimusten mukaisiksi. Kehitys on ollut kahden viimeisen vuosikymmenen aikana kiihtyvää. Kuvissa 12 ja 13 nähdään, miten valssausno-



Kuva 11. Mekaanisten ominaisuuksien vertailu.
Fig 11. Comparison of mechanical properties.



Kuva 12. Loppuvalssaausnopeuden kehitys vuodesta 1900.
Fig 12. The development of the finishing rolling speed since 1900.



Kuva 13. Kieppipainon kehitys vuodesta 1900.
Fig 13. The development of the coil weight since 1900.

peus ja kieppipaino ovat kehittyneet vuosisadan alusta. Tänä päivänä ovat 2,5 tonnia ylittävät kieppipainot todellisuutta ja 2-linjaisen valssaamon tuotantokapasiteetti ylittää 1965 vuoden mallia olevan 4-linjaisen laitoksen. Loppuvalssausnopeudet ovat nousseet voimakkaasti no-twist lankablokkien käyttöönoton myötä. Mihin kehitys on menossa? Katsotaan joitakin lankavalssaamoille tunnusomaisia parametrejä:

- Kieppipaino on saavuttanut n. 2,5 tonnia ja n. 2 tonnin kieppejä valmistavia valssaamoja on lukuisia. Tämä tietää lähtöaihiolle esim. mittoja $\varnothing 130 \times 15000$ mm. On epätodennäköistä, että kieppipaino tästä nousisi, koska tuolloin tulisi käsittelyongelmia (peittaus ym.). Suurempi kieppipaino tuskin tuo lisä säästöjä vetämiselle.
- Loppuvalssausnopeus, joka tänään yleisesti on 60—65 m/s ($\varnothing 5,5$ mm lanka) nousee edelleen 75—90 m/s:iin. Nämä nopeudet ovat todellisia tuotantonopeuksia. Morgan on rakentanut suunnittelunopeudeltaan 120 m/s olevan blokin. Tällä pyritään 100—105 m/s todelliseen tuotantonopeuteen. Tällä blokilla, joka on Japanissa (Kobe Steel), on tähän asti saavutettu lyhytaikaisesti 95—100 m/s. Myös muut blokin valmistajat suunnittelevat samannopeuksisia blokkeja (mm. Ashlow). Näitten nopeuksien vaikeus ei ole blokissa vaan vyyhtimessä. Siellä tuottavat erityisesti langan etu- ja takapäättävien vaikeuksia. Myös vyyhtimen tasapainotus ja haspelointiputken kuluminen tuottaa ongelmia. Itse blokissa joutuvat varsinkin rullaohjaimet kovalle koetukselle.
- Tuotantokapasiteetti on viime vuosina jatkuvasti noussut ja 2-linjaisen valssaamon kapasiteetti ylittää 600.000 t/vuosi (mm. Raritan River Steel) /10/. Nelilinjaisten valssaamojen aika on nähtävästi ohi niiden huonon joustavuuden vuoksi. Yksi- ja kaksilinjaiset laitokset ovat enemmän erikoisteräsiin suuntautuneita. Useampilinjaiset laitokset sen sijaan ovat enemmän kaupateräsvalssaamoja.

Tämän lisäksi voidaan mainita elektroniikan ja mikroprosessoritekniikan sisäänmarssi valssaamoihin /11/. Näillä korvataan osa nykyisin suoritettavasta käsityöstä kuten nopeudensäätö, jäähditysohjelmien asettelu, seuranta, raportointi ym. Tämän ansiosta lajin- ja laadunvaihdon asetellut nopeutuvat ja tehollista käyttöaikaa voidaan nostaa. Seuraava suuri kehitysvaihe tapahtuu todennäköisesti lankavalssaamojen alkupäässä, uuneissa ja etupareissa. Kohoavat energiakustannukset vaativat lisäponnistuksia energiaa säästäviin ratkaisuihin /12/. Etuparien modernisointi suurempia lähtöaihoita (blooms) varten tuo kuvaan mukaan uudet suurreduktiolaitteet, kuten takomakoneet tai planeettavalssaimen /13, 14/. Termomekaaninen muokkaus on selvästi lisääntymässä samoin kuin erikoistuminenkin yleensä.

Miehitys kunnossapitohenkilöstöineen tuskin vähenee kovinkaan paljon vaan tapahtuu siirtymistä enemmän ammattitaitoa vaativiin töihin. Työympäristö paranee edelleen (pakko), jotta valssaamot voisivat tarjota ammattitaitoiselle työvoimalle mielekkään työpaikan.

YHTEENVETO

Nykyaikaiselle langanvalssaukselle on tunnusomaista suuri kieppipaino, hyvät toleranssit ja pinnat lopputuotteelle, suuret loppuvalssausnopeudet sekä kontrolloitu jäähdytys. Tämä on saavutettu pääasiassa kahden tärkeän kehitysskeleän avulla; no-twist lankablokin sekä kuumavalssauksen yhteydessä suoritettavan kontrolloidun jäähdytyksen. Nykyaikainen tekniikka asettaa yhä suurempia vaatimuksia valssaamon

henkilöstölle kiristyvän kilpailun vuoksi. Viimeaikaisista muutoksista on mikroprosessoritekniikan käyttöönotto eniten vaikuttanut valssaamojen kehitykseen. Tämän tekniikan avulla on valssaamojen tehollinen käyttöaika nostettavissa, koska käyntiajo- ja vaihtoaajat lyhenevät ja inhimillisistä syistä johtuvat asetusvirheet vähenevät. Kieppipaino ja loppuvalssausnopeus ovat saavuttaneet arvoja, jotka todennäköisesti johtavat hitaampaan kasvuun, koska ei ole nähtävissä merkittäviä kustannussäästöjä tai muita tuotantoteknisiä etuja.

SUMMARY

MODERN ROD ROLLING TECHNOLOGY

The features of modern wire rod mills compose of big coil weights, close tolerances and good surface of the rod, high finishing speeds and controlled cooling. There are two main factors that have helped to achieve these, i.e. no twist rod blocks and associated equipment for controlled cooling after hot rolling. This has put far more requirements on the mill staff and operators. During the last few years different microprocessing applications have helped to increase the availability of the mills by shortening setting time, after-quality and size changes and by reducing faults due to human errors. Coil weights and finishing speeds have achieved values which predict a slower increase in the future due to the fact that a further increase does not give any significant economical or technical advantages.

KIRJALLISUUSLUETTELO — REFERENCES

1. Brauer, H., Iron and Steel Engineer (1978) 1, s. 53...67.
2. Biernot, O. ja Marzinkewitsch, R., Drahtwelt (1980) 10, s. 402...404.
3. Franklin, J. R., ja Allen, C., Wire Industry (1980) 11, s. 958...966.
4. Diel, W., Stahl und Eisen 99 (1979) 21, s. 1168...1172.
5. Tendler, A., Wire Journal (1981) 2, s. 84...91.
6. Wood, H. H., Wire World International 20 (1978) 3/4, s. 158...159.
7. Take, K., Maeda, K., Kamise, T., Iwata, H., Satomi, Y. ja Nakata, H., Transaction ISIJ 15 (1975), s. 426...428.
8. Grattan, E., Twigg, G. M. ja Benson, P., S-ED-C, Iron and Steel International (1979) 10, s. 277...280.
9. Economopoulos, M. ja Lambert, N., Wire Journal (1981) 3, s. 90...95.
10. Sannomiya, A. ja Mikoski, A., Wire Industry (1980) 10, s. 899...904.
11. Callahan, D., Wire Technology (1979) 5/6, reprint.
12. Buckwar, W., Stahl und Eisen 100 (1980) 21, s. 1227...1231.
13. Pohle, A., Stahl und Eisen 101 (1981) 2, s. 15...21.
14. Koch, H. ja Kopp, R., Stahl und Eisen 99 (1979) 21, s. 1139...1148.
15. Bretschneider, E. ja Albedyhl, M., Iron and Steel Engineer (1979), 2. 57...60.

Valtakunnallinen kaivosmuseo Outokumpuun

Elokuun 13. päivänä vietettiin Outokummun kaivosmuseon avajaisia. Paikalla oli runsas joukko maamme kaivosteollisuutta lähellä olevien yhteisöjen edustajia. Nämä yhteisöt muodostavat samalla museosäätiön valtuuskunnan. Siihen kuuluu Geologiliitto ry, Geologinen tutkimuslaitos, Vuorimiesyhdistys ry, Vuoriteknikot ry, Joensuun korkeakoulu, Outokummun kaivoksen eläkeläisten kerho ja Outokummun eri ammattiosastot. Museosäätiön perustajina olivat Outokummun kaupunki ja Outokumpu Oy.

Lämminhenkisessä tilaisuudessa toivottiin kaivosmuseolle jatkuvaa menestystä ja kasvua. Tällä hetkellä museon kokoelmat käsittävät n. 300 luetteloitua esinettä ja saman verran valokuvia ja piirustuksia.

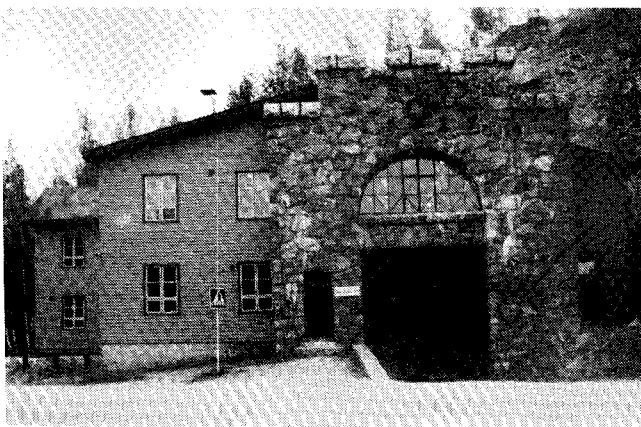
Kaivosmuseon tehtävä on määritelty sen säätiön säännöissä. Museo kunnostaa ja ylläpitää tarkoitukseen luovutettuja rakennuksia, koneita ja työkaluja, kerää ja tallentaa alan kehitystä tukevaa aineistoa. Edelleen se luettelee ja järjestää aineiston niin, että se mahdollisimman monipuolisesti ja havainnollisesti valaisee kaivos- ja rikastustekniikan kehitystä ja niiden vaikutusta ihmiseen ja ihmisen asuinympäristöön. Näyttelyiden järjestäminen kaivoselämän eri aloilta kuuluu niinkään museon tehtäviin ja myös opetustarkoituksiin voidaan museota käyttää. Monia sääntöjenmukaisia tehtäviä pitää jättää myöhempiä vuosia varten, nyt on tärkeintä käynnistää ja ylläpitää kaivosalan esineistön tallentamista. Aivan liian paljon on arvokasta esineistöä mennyt sulattamoihin romuna. Outokummun kaivosmuseo on auki kesällä tiistaista lauantaihin klo 10—18 ja talviaikaan lauantaisin klo 10—14.

Museo ottaa mielellään vastaan lahjoituksina erilaista kaivosalan esineistöä. Näissä merkeissä sopii ottaa yhteyttä valtiot. maisteri Ilmari Inervoon, puh 973-56428, osoite: Outokumpu Oy, Outokummun kaivos.

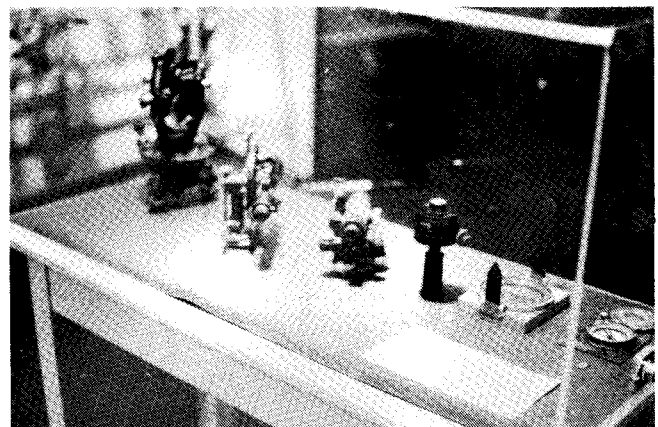
Ilmari Inervo



30-luvun kaivosmies.



Kaivosmuseo sijaitsee Outokummun vanhassa kaivostuvassa.



Vanhaa kaivosmittausvälineistöä.

Kuvat: Tuulikki Inervo

Oulun aluetyöterveyslaitoksen toiminta kaivos-, kaivannais- ja metallurgisessa teollisuudessa

Fil.maist. Hannu Anttonen ja lääk.tri Juhani Hassi, Oulun aluetyöterveyslaitos, Oulu

Oulun aluetyöterveyslaitos toimii Työterveyslaitoksen osastona. Työterveyslaitos on itsenäinen erillisen lain säätelämä julkisoikeudellinen yhteisö, joka muodostuu keskuslaitoksesta ja kuudesta aluelaitoksesta. Valtionapulaitoksena Työterveyslaitos saa vuotuisen budjettinsa menoista 80 % valtion avustuksena ja loput menoista katetaan oman toiminnan tuotoilla. Sosiaali- ja terveysministeriö valvoo laitoksen toimintaa.

Oulun aluetyöterveyslaitos erikoistuu valtakunnan laajuisesti kaivos- ja kaivannaistoiminnan ja metallurgian teollisuuden työsuojelukysymyksiin sekä kylmätyöhön Työterveyslaitoksen sisäisen tehtävijaon mukaisesti. Aluelaitos toimii erikoistumisensa sisältyvien toimintojen lisäksi Oulun ja Lapin läänien alueellisena työsuojelun ja työterveyden asiantuntijalaitoksena.

Erikoistumisensa puitteissa aluetyöterveyslaitos tekee suunnitelmallista selvitys- ja tutkimustyötä tiedotus- ja koulutustoimintoihin. Se suuntautuu kohdetoimialoilla lähinnä työhygieeniin, ergonomisiin ja työterveysongelmiin. Toiminnan tarkoituksena on tuottaa ja välittää tietoa, jonka avulla voidaan estää työperäisten sairauksien ja terveyshaittojen syntyminen.

Selvitystyötä tehdään erikoistumisaloilla itsenäisesti ja yhteistyössä kaivosyhtiöiden, kaivosalalla toimivien työmarkkinajärjestöjen, yhteisöjen ja viranomaisten kanssa. Yhteistoiminta työterveyslaitosorganisaation sisällä sekä Oulun yliopiston kanssa mahdollistaa toiminnan tukeutumisen erikoistutkijoihin. Selvitystyön kohteet valitaan niin, että niillä on yleis-tettävyttä useampia yrityksiä ajatellen.

Esimerkiksi Vuorimiesyhdistyksellä on ollut oma yhteistyöelin aluelaitosta varten (pj. V. Viertokangas). Työryhmä on kokoontunut toistaiseksi 2 kertaa vuodessa. Tällöin aluelaitoksen toimintaa on esitelty ja siitä keskusteltu. Vuoden 1982 aikana on pyrkimykseenä konkretisoida yhteistyötä siten, että Vuorimiesyhdistys halutessaan voisi ottaa entistä yksilöidymmin kantaa aluelaitoksen tutkimusaloitteisiin.

Seuraavassa tarkastellaan Oulun aluetyöterveyslaitoksen toimintaa erikoistumistoimialoillaan siten, että lyhyesti esitellään yhteistyömuotoja yritysten kanssa, tehtyjä projekteja ja kehiteltyjä mittaus- ja analyysimenetelmiä sekä koulutusta.

SELVITYSTYÖ KAIVOSTEOLLISUUDESSA

Aloittaessaan erikoistumistaan aluetyöterveyslaitos perehtyi kaivostoimintaan vierailemalla eri kaivoksissa sekä kehitti toiminnolle tarpeellisia menetelmiä mm. öljysumun, pölyn ja rikkijhdisteiden analytiikkaa. Pölyjen osalta kehitystoiminta kohdistui analytiikkaan ja suoraan osoitettaviin pölymittareihin. Myös työolosuhdeselvityksiä ja -mittauksia tehtiin jo 1970-luvulla päämääränä arvioida kaivosten työhygieenisten mitausten tarpeellisuutta ja laajuutta.

Vuosien 1980—81 aikana tehtiin perusselvityksiä ja projekteja, joista osa oli teollisuuden aloitteesta tehtyjä palvelututkimuksia työterveyshuollon tarpeisiin.

Kaivoksissa esiintyvien pakokaasujen haittojen selvittämiseksi kehitettiin mittausvalmiudet mm. typen oksidien ja häkääkaasun henkilökohtaiseen monitorointiin ja syöpävaarallisten polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen määrittämiseen. Työhygieenisistä haittatekijöistä on myös selvitetty kaivoskoneiden ja maansiirtokaluston tärinää ja pakokaasua. Näistä projekteista on tarkempi kuvaus myöhemmin.

Työlääketeollisina selvityskohteina ovat kaivoksissa tehtävä yksityö, kaivostyön kokonaiskuormittavuus yhteistyössä keskustyöterveyslaitoksen kanssa sekä kaivostyöntekijöiden määräämääräiset lääkärintarkastukset.

Näiden toimien lisäksi on aluelaitokseen kerätty kaivosten työsuojeluun liittyvä tiedosto, joka sisältää mm. alan julkaisuja ja julkaisuluetteloita.

Perinteeksi on muodostunut joka toinen vuosi järjestetty koulutustilaisuus, johon on osallistunut sekä työsuojelu- että työterveyshenkilöstöä kaivoksista. Yhteistä ulkomaisiin tutkimuslaitoksiin on pidetty kirjeitse ja vierailujen muodossa. Olemme vierailleet mm. Ruotsissa, Belgiassa, Englannissa ja Yhdysvalloissa toimivissa alan tutkimuslaitoksissa.

Monet aluelaitoksessa tehdyt projektit sivuavat erikoistumistoimialaa ja antavat työsuojelutietoutta myös tälle alalle. Mm. moottorikelkkaprojekti antaa tietoa malminetsijöiden työolosuhteista talviaikana ja niistä toimenpiteistä, joilla olosuhteita voidaan parantaa. Projektissa selvitettiin kelkkojen käyttöolosuhteita, työasentoja, melua, tärinää, kylmäolosuhteita, pakokaasuja, ergonomiaa ja vaateetusta.

YHTEISTYÖ METALLURGISEN TEOLLISUUDEN KANSSA

Aluetyöterveyslaitoksen perehtyminen metallurgiseen teollisuuteen alkoi v. 1979 kirjallisuusselvityksellä, yhteistyömuotojen etsimisellä ja menetelmäkehittelyllä. Ensimmäiset selvitykset ovat liittyneet pöly- ja lämpöolosuhteongelmiin. Suurempina kokonaisuuksina on selvitetty masuunin työolosuhteita sekä kuparin ja nikkelin valmistuksessa käytetyn liekkisulatusmenetelmän työhygieenisiä haittoja yhteistyössä teollisuuden työsuojeluhenkilöstön kanssa. Keskeinen aihe selvityksissä on tällä hetkellä sekä masuunien että metallien valun yhteydessä syntyvät karsinogeeniset polysykliset aromaattiset hiilivedyt, joita masuuneilla syntyy kourumassojen pikikomponenttien ja valupisteissä valuöljyjen palamisessa.

SELVITYSTYÖ KAIVANNAISTEOLLISUUDESSA

Kaivannaisteollisuuteen kohdistuva aktiviteetti on suuntautunut kasvavaan ja kehittyvään turveteollisuuteen. Turvetuotannossa käytetään runsaasti sekä ulkomaisia että kotimaisia koneita ja laitteita, joiden työsuojelullinen kehittäminen on vielä kesken. Yhteistyö turveteollisuuden kanssa alkoi turvekoneiden kuljettajien melu- ja tärinäaltistuksen sekä lämpöolosuhteiden selvittelyllä. Tutkimus on jatkunut torjuntatek-

nisenä, jolloin on kokeiltu eri haittatekijöiden vähentämismahdollisuuksia. Tämän ohella on tehty laaja työkoneiden ergonominen selvitys, jossa on tarkasteltu mm. ohjauslaitteita, visuaalista ympäristöä, työtilaa, ulottuvuuksia, kuormitusta ja huoltoon liittyviä ongelmia. Erillisenä torjuntateknisenä projektina on lisäksi ollut turvekoneiden ohjaamon pölyntorjunta. Tutkimustoiminnan tuloksista järjestetään 1982 turvealan työsuojelukurssi.

Turvetuotannon lisäksi on selvitetty turpeen jatkojalostusta, lähinnä turpeenpolttoon liittyviä työsuojelu- ja työterveysongelmia.

ESIMERKKEJÄ VALMISTUNEISTA TUTKIMUKSISTA

Työssä on selvitetty hiilimonoksidin ja typen oksidien mittaamenetelmiä, työhygieenistä merkitystä ja mahdollista terveydellistä haittaa kirjallisuuden, mittalaitetestausten ja kaivoksessa suoritettujen työhygieenisten mittausten avulla. Mittalaitetestausten tarkoituksena oli löytää paras käytettävissä oleva menetelmä henkilökohtaiseen annosmittaukseen. Myös polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen mittaamiseksi ja analysoimiseksi kehitettiin menetelmä, jolla päästään kaivoksissa vaadittavaan herkkyyteen.

Mittausmenetelmiä testattaessa sekä laboratoriossa että kaivosolosuhteissa todettiin, että typen oksidien annosmittaukseen soveltuva menetelmä on ns. TEA-menetelmä. Typen oksidien hetkellisten mittausten suorittamiseen Dräger-ilmaisinputket ovat riittävän tarkkoja ja kaivosolosuhteisiin soveltuvia.

Hiilimonoksidin mittausten suorittamiseen sopivia ovat pitkäaikaiset Dräger-ilmaisinputket ja Ecolyzerdosimetri. Pitkäaikaisessa Drägerissä on kuitenkin rajoittavana tekijänä lämpötilavaatimus. Kiinteissä mittauspisteissä soveltuvat käytettäväksi Ecolyzer-analysaattori ja lyhytaikaiset Dräger-putket.

Lastauskoneen kuljettajan hengitysvyöhykkeeltä tekemämme annosmittausten mukaan häikäpitoisuudet olivat 5—25 cm³/m³ ja typenoksidipitoisuudet (NO_x) 5—12 cm³/m³. Siten CO:n ja NO:n yhteispitoisuuskin oli mitatuissa tapauksissa alle 1 (mitattu 0,9).

Kaivosajoneuvojen kulkureiteiltä ja koneiden kuljettajien hengitysvyöhykkeeltä suorittamissamme mittaauksissa analysoitiin ilman kiinteistä fraktiosta yhteensä 15 eri PAH-yhdistettä. Fluoranteeni ja pyreeni olivat suurimmat yksittäiset aineosat vastaten yli puolta kokonais-PAH-pitoisuudesta, joka vaihteli välillä 170—980 ng/m³. Mitattuja BaP-pitoisuuksia voidaan pitää pieninä ja ne olivat selvästi alle ASA-tiedostoon kuulumisen rajan 100 ng/m³. Myös kokonais-PAH-pitoisuudet olivat pieniä.

TÄRINÄ PORAUSLAITTEISSA, LASTAUSKONEISSA JA MAANSIIRTOAJONEUVOISSA

Porauslaitteessa tärinää mitattiin, jotta saataisiin selville seisonta-alustan kumieristimien merkitys ja hydraulisten tukijalkojen käytön merkitys tärinän vähentämisessä.

Kumityyny vaimensivat kokonaistärinätasoa selvästi ja alensivat tärinätason ohjearvojen alapuolelle siten, että esim. Työsuojeluhallituksen ohjearvoja ei ylitetty kumityynyjä käytettäessä missään mittaauksessa.

Paramatic I:ssä mittaaukset suoritettiin käyttäen hydraulisia tukijalkoja, jotka nostivat seisonta-alustan irti rungosta. Jal-

kojen käyttö oli hankalaa johtuen siitä, että jokainen jalka nostettiin ylös erikseen ja näin ollen alustan epätasaisuudesta johtuen seisonta-alustan täydellinen eristäminen rungosta oli lähes mahdotonta.

Porausjumbon seisonta-alustassa tapahtui tärinän voimistumista, kun se nostettiin tukijalan varaan. Vahvistuminen tapahtui pienillä taajuuksilla.

Mittausten perusteella nähtävästi yksinkertaisin ja käytännössä toimivin tärinän torjuntamenetelmä on kumieristimen käyttö seisonta-alustan ja rungon välissä. Ilmeisesti myös tukijalkojen käytöllä silloin, kun ne huolellisesti asetetaan, saavutetaan tärinän vaimennusta.

Työkoneista mittaauksia tehtiin kauhakuormaajista, maansiirtokoneista ja lastauskoneista (taulukko I).

Taulukko I. Sallitut päivittäiset altistumisajat kaivos- ja maansiirtokoneissa mittaustulosten mukaan.

Table I. Permitted daily exposure limits in mining and excavation machinery in accordance with measurements.

Kone	Koko kehoon kohdistuva tärinä arvioituna TSH:n ohjeiden mukaan	Käsiin kohdistuva tärinä, sallittu altistumisaika ISO/DIS 5349 mukaan työvuorossa
Caterpillar D4D	4	4
Caterpillar 7DF	5	4
Bucyrus Erie 2	8	—
Åkerman H25B	16	8
Kockums 445	10	2,5
Kockums 442	0,5	4
Toro 25D	6	—
Toro 500 D	1,3	8
Wagner ST-5	2	8
Toro 500 no 3	2,5	—
Toro 500 no 6	1	—

Mittaustuloksista nähdään, että kahta poikkeusta lukuunottamatta ISO-standardien mukainen sallittu altistumisaika oli 4 tuntia tai sitä suurempi.

Käsiin kohdistuvan tärinän osalta voidaan sanoa, että useissa mitatuissa koneissa sallittu altistusaika ISO:n mukaan oli 8 tuntia työvuorossa ja lähes kaikissa vähintään 4 tuntia.

Tärinäspektreistä havaitaan, että kaikkien mitattujen koneiden spektrit sisältävät yhden tai useampia huippukohtia. Koko kehoon kohdistuvassa tärinässä pyöräkuormaajissa ja maansiirtokoneissa on kaikissa suunnissa yleensä kolme huippukohtaa. Vaakatasossa ensimmäinen huippu on välillä 1,6 ja 2,5 Hz. Toinen huippu on taajuusalueella 6,3—12,5 Hz ja kolmas taajuusalueella 20—30 Hz. Kolmas huippukohta on voimakkain tärinätason ollessa 0,3—1,4 m/s². Lähes kaikissa pyöräkuormaajissa on voimakas huippu pystysuunnassa taajuudella 2,5 Hz. Maansiirtokoneissa huippu on taajuusalueella 1,25—2,0 Hz. Pystysuunnassa toinen ja kolmas huippukohta sijaitsevat samalla taajuusalueella kuin vaakatasossakin. Suurin tärinätaso on ensimmäisen huipun kohdalla tärinän kiihtyvyyden ollessa 0,3—1,4 m/s². Muiden huippujen tärinätaso on alueella 0,2—0,6 m/s².

Käsiin kohdistuvan värinän spektrissä näkyy useita huippukohtia kaikkien koneiden kohdalla. Yleensä värinätaso nousee taajuuden kasvaessa.

Käsiin kohdistuvan värinän spektreissä on havaittavissa huippukohta koneiden moottorien kierrostaajuudella yleensä taajuusalueella 20—40 Hz. Spektreissä näkyy lisäksi huippukohtia kierrostaajuuden harmonisten monikertojen kohdalla etenkin palotaajuudella.

Tässä selvityksessä pyrittiin lyhyillä näytteenotoilla selvittämään erilaisten ajotapojen vaikutusta värinätasoon. Verrattaessa tasaisella alustalla nopeaa ajoa epätasaiseen hitaampaan ajoon olivat erot 1—5 dB. Näyttää siltä, että epätasaisella alustalla ajon hitaus kompensoi epätasaisen alustan aiheuttamaa voimakkaampaa värinää. Vastaavasti verrattaessa ajoa kone lastattuna tai tyhjiällä saadaan tyhjäajossa korkeimmat värinätasot (1—3 dB).

Maansiirtokoneissa värinää aiheuttavat moottori apulaitteen sekä koneen ja sen osien liikkuminen. Koneen liikkumisen aiheuttaman värinän välittymistä kuljettajaan voidaan vähentää koneen jousituksella, eristämällä ohjaamo koneen rungosta sekä istuimen jousituksella. Moottorin ja sen apulaitteiden värinän etenemistä kuljettajaan voidaan vähentää eristämällä moottori ja apulaitteet sekä ohjaamo rungosta. Hallintalaitteet voidaan eristää esim. kumieristimillä tai käytämällä sähköisesti tai hydraulisesti toimivia hallintalaitteita. Moottorin kierrostaajuinen värinä voidaan tehokkaasti eristää kumi-, teräs- tai ilmajousilla, mutta koneen liikkumisesta aiheutuvan matalataajuisen (1—10 Hz) värinän välittymistä kuljettajaan on vaikeampi vähentää. Jousivaimennin-systeemillä varustetulla istuimella on käytännössä mahdoton saada vaimennusta alle 2 Hz:n taajuuksilla. Turvekoneiden yhteydessä on tutkittu edellä mainittujen toimenpiteiden vaikutusta kuljettajan värinäaltistukseen myös kokeellisesti.

TURVEKONEIDEN ERGONOMINEN TUTKIMUS

Oulun aluetyöterveyslaitos on tehnyt turvekoneiden ergonomista selvitystä, tutkinut koneen ja ihmisen vuorovaikutusta, koneenkäyttäjien työasentoja ja koneiden turvallisuutta.

Tutkimuksessa kartoitettiin ergonomian selvitysmenetelmien nykyisten turvekoneiden ergonomisia puutteita ja tehtiin ehdotuksia ongelmien poistamiseksi yksinkertaisilla teknisillä ratkaisulla. Ergonomian selvityksen osa-alueina olivat:

1. Ohjauslaitteiden tarkoituksenmukaisuus (ohjaimien jäykkyys ja sijainti) ja ohjauslaitteisiin liittyvä koneturvallisuus.
2. Visuaalisen ympäristön analysointi (näyttölaitteet, näkyvyys, lamput, informaatioergonomiset seikat, työn visuaaliset vaatimukset).
3. Työtilan ergonomiset ominaisuudet (istuimien, ulottuvuudet, kulku ohjaamoon, hytin lay-out).
4. Yhteydenpitotarpeet ja mahdollisuudet.
5. Työruutiinien analysointi, työn fyysinen kuormitus ja henkilökohtainen varustus.
6. Huoltoon liittyvät ongelmat.
7. Tarvittava koulutus ja tarpeelliset ohjekirjat.

Tutkimuskohteena oli Pohjois- ja Keski-Suomen turvesoiden työkoneista 15 eri konetta (DT 75, T 100, suokonealusta, Valmet 1102, karheensiirtäjä). Tarvittavat ergonomiset ja työhygieniset kartoitukset ja mittaukset sekä työanalyysit tehtiin valituilla turvesoilla koneiden normaalissa työympäristössä. Saatua kartoitus- ja analyysituloksia on verrattu ergonomian ohjeistukseen ja tältä pohjalta arvioitu teknisten parannustoimenpiteiden tarpeellisuutta.

TULEVAISUUS

Vuosina 1980 ja 1981 on toimialakohtaiseen erikoistumiseen käytetty työpanos ollut 5—7 miestyövuotta. Tulevaisuudessa työpanos säilynee entisellään eli noin 5 miestyövuotena. Mikäli merkittäviä projekteja erikoistumisalalla aloitetaan, on niihin saatavissa määräraikaista työvoimaa. Erikoistumistoiminnot sisällöllisesti säilyvät entisyytensä painottuen erityisesti yhteistyöprojekteihin teollisuuden kanssa. Projektien lisäksi yhteistyötä tehdään koulutuksen ja tiedotuksen alueilla.

Tällaisilla resursseilla ja voimavaroilla yleiset kehitysnäykät huomioiden Oulun aluetyöterveyslaitos pyrkii palvelemaan Pohjois-Suomen teollisuuden lisäksi koko Suomen kaivos-, kaivannais- ja metallurgian teollisuutta. Aluelaitos tukee yhteistyön sujuvan tuloksekkaasti ja odottaa lisää yhteydenottoja myös teollisuuden taholta. Yhteyshenkilöinä erikoistumisalan tutkimuksissa ovat erikoistyöhygienikko Hannu Anttonen ja apulaisosastonjohtaja Erkki Yrjänheikki.

SUMMARY

THE ACTIVITIES OF OULU REGIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL HEALTH FUNCTIONS IN MINING, MINERAL AND METALLURGICAL INDUSTRY

The Oulu Regional Institute of Occupational Health Functions in Northern Finland is an institute specialized in the fields of occupational hygiene and safety. The Institute's special areas are mines and mining excavations and the metallurgical industry and particular effort is directed at investigating and solving the occupational safety problems of these industries.

Problems of the mining industry investigated, among others, are the components of exhaust gases including possible carcinogens, their effect on health and their measurement. The effects of solitary working in mines have also been studied. Investigations in the mining excavation industry have concentrated on the working environment of the operators of peat extraction machinery. In the metallurgical industry the central research topic is the polycyclic aromatic hydrocarbons produced in the casting of steel.

SOKLI MALMINETSINTÄTYÖMAANA

jatkoa sivulta 117

rin tunnettiin v. Eckermann'in Alnö-tutkimuksia ja tiedettiin prof. Sahama'n alkalikivitoista Itä-Afrikassa. Soklin löydyttyä oli siten tärkeää saada tietoa tältä alalta ja niinpä ryhdyttiin luomaan hyviä kontakteja parhaimpiin asiantuntijoihin. Merkittävimpänä olivat T. Deans (pyroklooriasiantuntija) ja M. Garson (mm. Malawin karbonatiittien tutkija) Lontoosta, O. Knorring (harvinaisten mineraalien analysointi) Leeds'istä ja A. Woolley (feniittigeologi) Lontoosta. Vuodesta 1972 lähtien on ollut runsaasti kontakteja Neuvostoliiton johtaviin karbonatiittiasiantuntijoihin sekä karbonatiittien malminetsintämenetelmien ekspertteihin. Pitkästä nimiluettelosta voimme tässä mainita vain eräitä: K.D. Beljajev, V.V. Proskurjakov, V.I. Ternovoj, V.I. Litvinenko, O.B. Dudkin, L.S. Borodin, A.V. Lapin, D.G. Rudenko, T.F. Shulga, G.A. Grigoriev.

Suomalaisista Soklia tutkineista geologeista on syytä maini-



4TH SYMPOSIUM ON
AUTOMATION IN
MINING, MINERAL AND
METAL PROCESSING 1983

Suomen Sääteknillinen Seura toimii isäntänä IFAC:n neljännessä kaivos- ja rikastustekniikan sekä metallurgian automaatioseminareissa käsittelevässä symposiumissa. IFAC on automaatioalan kansainvälinen järjestö, jonka toimintaan osallistuu noin 40 maata. Tilaisuus pidetään Teknillisen korkeakoulun tiloissa **Otaniemessä 22—25.8.1983**. Osanottajia tärkeimmistä maailman teollisuusmaista odotetaan saapuvan noin 300. Edellinen vastaava tilaisuus pidettiin Montrealissa Kanadassa vuonna 1980.

Symposiumin esitelmät käsittelevät kaivos- ja metallurgisessa teollisuudessa käytettyjä instrumentteja, automaatiojärjestelmiä ja erilaisia tietokoneiden käyttöön perustuvia menetelmiä.

VMY:n edustajina symposiumin kansallisessa organisointikomiteassa toimivat joht. Veikko Appelberg ja prof. Antti Niemi.

Lisätietoja symposiumin ohjelmasta ja ilmoittautumiskäytännöistä saa osoitteesta:

IFAC 4 th MMM Symposium 1983
Sihteeristö
PL 192
00101 HELSINKI 10

Puh. 90-6941466/Perolahti

KAIIVOS- JA LOUHINTATEKNIIKAN
KÄSIKIRJA

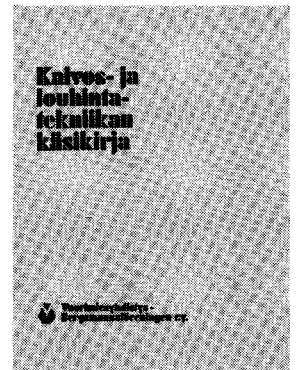
Yli kaksi vuotta kestänyt toimitustyö saatiin onnellisesti päätökseen, kun uusi "Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja" ilmestyi 1.10.1982.

Vuorimiesyhdistyksen kaivosjaoston aloitteesta ryhdyttiin vuonna 1980 toimittamaan täysin palvelleesta "Kaivosmiehen käsikirjasta" uudistettua painosta. Tavoitteena oli käytännönläheinen käsikirja kaivosten ja louhintatyömaiden työnjohtolle ja käyttöinsinööreille.

Alunperin tähdättiin noin 450 sivun laajuiseen teokseen. Painavaa asiaa oli kuitenkin paljon ja lopputulos paisui 800 sivun mittaiseksi.

Eri lukujen kirjoittamisesta vastasivat kaivosteollisuuden ja kalliorakentamisen parissa työskentelevät 32 alojensa asiantuntijaa toimituskunnan laatiman sisällysluettelon pohjalta. Kirjoittamiseen käytettyjä työtunteja on mahdotonta edes arvioida.

Käsikirjaan saadut ilmoitukset mahdollistivat osaltaan kirjan toimittamisen kuluttajaystävälliseen hintaan. Toimituskunta toivoo, että uusi käsikirja täyttäisi ansiokkaan edeltäjänsä tavoin sille asetetut tavoitteet ja kuluisi käyttäjiensä käsissä.



ta ennen muuta I. Haapala (sulkeumatutkimus), P. Rehtijärvi ja Kr. Lindqvist (pyroklooritutkimus) ja M. Mäkelä (rikkiisotopitutkimus).

Kun Soklin tutkimus on edennyt ja siitä tehdyt lukuisat julkaisut ovat tulleet tunnetuiksi, Soklilla puolestaan käydään hakemassa oppia ja referenssiä. Karbonaattien tutkijat ympäri maailman näyttävät olevan yhtä veljeskuntaa tutkiessaan karbonaattien kiehtovia ominaisuuksia. Kansainvälisen yhteistyön merkitys Soklilla on ollut suuri. Se on tuonut aika-voittoja ja rahasaastojä. Samalla on saatu maahamme kokemusta uusista malminetsintätekniikoista, joista on selvästi hyötyä muuallakin (kuivakairausmenetelmät, seismiset menetelmät, rapautumatutkimus ym.).

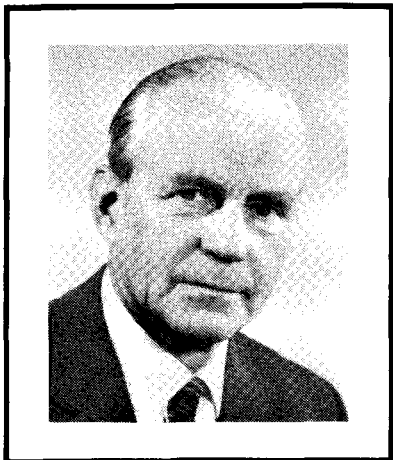
SUMMARY

ORE EXPLORATIONS AT SOKLI CARBONATITE MASSIF

The Sokli carbonatite complex was discovered by airborne geophysics in 1967 and has been after that under active prospecting during 14 years. Most intensively has been prospected the phosphorus ores and the carbonatite massif proper. Many kinds of geophysical, geochemical and drilling methods have been used, e.g. 400 000 points have been geophysically measured on ground, 71 000 metres have been diamond drilled and 21 000 metres of trenches have been excavated. The regolithic phosphorus ore lying on the carbonatite massif makes 110 million tons and grades over 16 % P₂O₅. In addition, in the central part of the massif several low-grade niobium- and niobium-tantalum-uranium-mineralizations have been revealed.

KIRJALLISUUTTA — REFERENCES

1. Haapala, J., 1978. Int. Ass. Gen. ore Depos. Symp. 1978.
2. Heinänen, K. & Vartiainen, H., 1982. Bull. Geol. Soc. Finland.
3. Lindqvist, K. & Rehtijärvi, P., 1979. Bull. Geol. Finland 51, 81—93.
4. Mäkelä, M. & Vartiainen, H., 1978. Chem. Geol. v. 21, p. 257—265.
5. Nuutilainen, J., 1973. Geologi (Geological Society of Finland), v. 25, p. 13—17. (in Finnish).
6. Paarma, H., 1970. Lithos, v. 3, p. 129—133.
7. Paarma, H., Raevaara, H. & Talvitie, J., 1968. Photogramm. Jour. Finland, v. 2, p. 3—22.
8. Paarma, H. & Talvitie, J., 1976. Dept. Geoph., Univ. Oulu, Contrib. no 65, p. 5.
9. Paarma, H., Vartiainen, H. & Penninkilampi, J., 1977. In. Prospecting in areas of glaciated terrain, IMM, 1977, p. 25—29.
10. Paarma, H., Vartiainen, H., Litvinenko, V.I. & Muzylev, V.V., 1981. Papers issued to the 10th General Meeting of the Finnish-Soviet Joint Geol. Working Group, held in Rovaniemi, 7th—11th Sept., 1981.
11. Talvitie, J., Lehmuspelto, P. & Vuotovesi, T., 1981. Tutkimusraportti No. 50, Geologinen tutkimuslaitos.
12. Vartiainen, H., 1976. Jour. Geochem. Explor., v. 5, p. 335—337.
13. Vartiainen, H., 1975. Vuoriteollisuus no 2/1975.
14. Vartiainen, H., 1980. Geol. Surv. Finland, Bull. 313. 126 p.
15. Vartiainen, H., Kresten, P. & Kafkas, Y., 1978. Bull. Geol. Soc. Finland, v. 50, p. 59—68.
16. Vartiainen, H. & Paarma, H., 1979.
17. Vartiainen, H. & Vuotovesi, T., 1980. Lithos 13, 224—225.
18. Vartiainen, H. & Woolley, R., 1974. Bull. Geol. Soc. Finland, v. 46, p. 81—91.
19. Vartiainen, H. & Woolley, R., 1976. Geol. Surv. Finland, Bull., v. 280, p. 87.



INGVAR JANELID

10. 10. 1914 — 10. 6. 1982

Kesän kynnyksellä saimme suruviestin Ruotsista. Vuorimiesyhdistyksen ja Suomen kaivosteollisuuden pitkäaikaisen ystävän, KTH:n vuoritekniikan täysin palvelleen professorin Ingvar Janelid'in elämäнкаaari oli katkennut.

Hänessä menetimme luovan, yhteistyöhaluisen ja luotettavan opettajan ja kollegan, ammattikuntamme pohjoismaisen sillanrakentajan.

Ingvar omaksui jo kodissaan isältään, gruvmästare Jansson'ilta vuorimiesperinteet. Näitä hän vaali ja kehitti tuloksellisesti koko elämänsä ajan. Hän tuli ylioppilaaksi Örebron Teknillisestä Lukiosta ja valmistui vuori-insinööriksi KTH:sta

sen kaivostekniseltä linjalta v. 1940.

Aluksi hän palveli Ställbergs Grufve AB:ssa Ludvikassa ja sitten Hellefors yhtiötä Siktfors Bruk'in päällikkönä. Vuosina 1948—1953 hän toimi Tukholmassa Skånska Cement'in teknisellä osastolla yhtiön kaivos- ja mineraalitekniisenä neuvonantajana.

Janelid nimitettiin v. 1953 KTH:n kaivostekniikan professoriksi. Oppituolin nimi oli Gruvbrytning med gruvmätning.

Tunnuksomaista tälle ajankohdalle kaivosteollisuudessa oli voimakas uudenaikaistaminen ja uuden rationaalisen tekniikan soveltaminen sekä vanhoihin että uusiin perustettaviin kaivoksiin.

Tällä radikaalilla teemalla tuli Ingvar Janelid täällä Suomessa tunnetuksi NIM 4:n (Nordiska Ingeniörsmöte Nr 4) yhteydessä Helsingissä v. 1951 laajemmalle piirille. Useat suomalaiset olivat molemminpuolisten tutustumiskäyntien yhteydessä saaneet hänestä jo ennen tätä luotettavan kollegan, jonka kritiikille osattiin antaa arvoa.

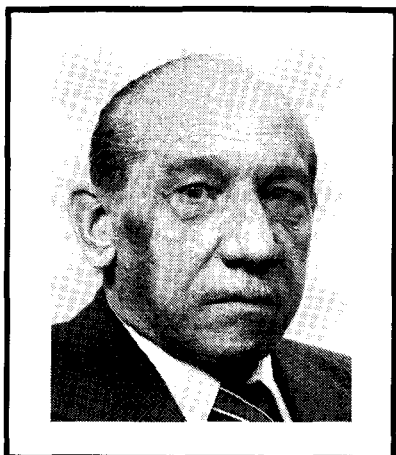
Vielä laajemmalti hän vaikutti asiantuntemuksellaan toimiessaan vuosina 1952—1979 Bergsprängningskommittéen puheenjohtajana. Sadat suomalaiset vuorimiehet ovat komitean vuotuisista kokouksista saaneet uusia ideoita tai ovat saaneet varmistuksen omille uusille kehitelmilleen.

Kansainvälisessä maailman kaivostekniikan järjestelykomiteassa Ingvar Janelid edusti Suomea aina vuoteen 1977 saakka, jolloin tähän pysyvään komiteaan valittiin hänen esityksestään Suomelle oma edustaja.

Pyrkimyksellään suorittaa tehtävänsä täydellisesti koko voimallaan tuli Ingvarista meille pidetty ja luotettava toveri niin työssä kuin riennoissakin. Hän oli menestyksellinen pohjoismaisen sillanrakentajan.

Me tunnemme syvää surua ja kaipausta, lahden takaisen ystävämmen muisto tulee kannustavana säilymään mielessämme.

Urho Valtakari

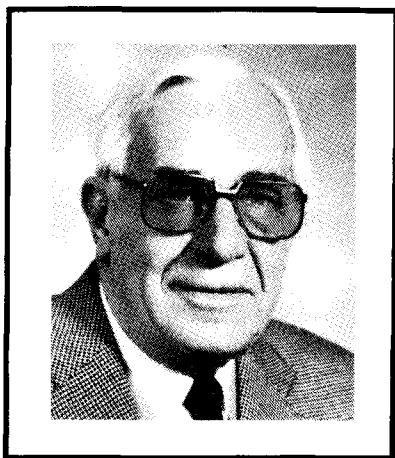


ARVO MATISTO

1. 8. 1911 — 17. 9. 1982

Perjantaiamuna 17. syyskuuta laskeutui Geologisen tutkimuslaitoksen lippu puolitankoon. Laitoksessa pitkän ja ansiokkaan elämäntyönsä tehnyt geologi, fil.lis. Arvo Matisto oli poistunut joukostamme.

Hän aloitti geologinuransa jo opiskeluaikanaan Outokumpu Oy:n "Suuren malminuotan" vedossa vuosina 1935—38. Tämän harvinaisen alan opiskelijoita oli noihin aikoihin vielä melko niukasti ja suureksi osaksi samoja malminuotan vetäjiä olivat ne yhdeksän opiskelijaa, jotka vuonna 1937 perustivat Helsingin yliopiston geologisen kerhon "Vasaran". Matisto oli tietenkin yksi heistä. Sota muutti kuitenkin hänenkin kohdallaan opintojen suunnan muutamiksi vuosiksi ja ennen filosofian kandidaatin tutkintoa ehti sotilasura edetä kapteenin arvoon saakka. Rauhan palattua viimeisteltiin kuitenkin omankin alan opinnot ja vuonna 1945 alkoi yli 30 vuotta kestänyt virkaura Geologisen tutkimuslaitoksen kallioperäosastossa. Tämän ajan ensimmäinen puolikas kului Itä-Suomen ja Lapin erämaaseutujen tutkimuksissa. Suomussalmelta valmistui kivilajikartan lisäksi lisensiaattityö ja muistoksi Lapista jäi Enontekiön karttalehden lisäksi lempinimi "Kolтта". Virkauran jälkimmäisen puoliskon tutkimukset suuntautuivat Tampereen seuduille, mistä Matisto ehti julkaista 8 kallioperäkarttalehteä.



JOHN RYSELIN

3. 5. 1902 — 9. 10. 1982

Vuoriteollisuutemme huomattava vaikuttaja yli-insinööri, filosofian tohtori h.c. John Ryselin on poissa keskuudestamme. Hänen panoksensa Suomen nykyaikaisen ja kansainvälisenkin mittapuun mukaan huomattavan kaivos- ja metallurgisen teollisuuden rakennustyössä oli hyvin merkittävä.

John Ryselin teki pitkän ja mittavan päivätyön Outokumpu Oy:ssä. Jo opiskeluaikanaan 1920-luvulla hän toimi Outokummun kaivoksella harjoittelijana. Valmistuttuaan Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1930 hän oli kaksi vuotta Outokummun kaivoksen stipendiaattina Yhdysvalloissa.

Hänen yhtäjaksoisesti yli 30 vuotta kestänyt palveluksensa yhtiössä alkoi vuonna 1934 Imatran kuparitehdasta rakennettaessa. Tämän tehtaan isännöitsijänä vuodesta 1940 yli-insinööri Ryselin kantoa menestyksellä suuren taakan, johon sisältyi tehtaan siirtäminen nopeasti sotatoimien jaloista Harjavaltaan vuonna 1944. Harjavallan tehtaiden johtajana hän toimi vuoteen 1961, jolloin hän siirtyi yhtiön pääkonttoriin. Ou-

tokumpu Oy:n johtokunnan jäsenenä yli-insinööri Ryselin toimi vuosina 1948—1966.

John Ryselin hoiti vaativia tehtäviä Outokumpu Oy:ssä aikana, jolloin yhtiön toiminnot kehittyivät ja monipuolistuivat voimakkaasti. Hänen aikanaan luotiin paljon uutta — monasti vähin voimavaroin ja rajallisin kokemuksiin. Outokumpu Oy:ssä otettiin käyttöön entuudestaan tuntematonta tekniikkaa, kehitettiin sitä ennakkoluulottomasti eteenpäin ja luotiin myös täysin uutta, jolla yhä tänä päivänä on merkitystä maailmassa.

John Ryselin oli Harjavallassa 1940-luvun lopulla aktiivisesti mukana kehittämässä liekkisulatusmenetelmää, joka sittemmin vei Outokummun metallurgian maailmankartalle. Tästä keksinnöstä hänet palkittiin yhdessä vuorineuvosten Petri Bryk'in ja Eero Mäkisen kanssa Suomen kulttuurirahaston myöntämällä suurpalkinnolla vuonna 1953. Yhtiön teknillisenä johtajana hän kantoa muutoinkin suuren vastuun Outokumpu Oy:n metallurgian monipuolistamisesta ja kehittämistä. Vuonna 1966 yli-insinööri Ryselin'ille myönnettiin Teknillisten Tieteiden Akateeminen kultainen mitali. Helsingin yliopiston filosofian kunniatohtorin arvon hän sai vuonna 1969.

Yli-insinööri Ryselin oli vuonna 1943 perustamassa Vuorimiesyhdistystä, jonka toimintaan hän osallistui aktiivisesti. Yhdistyksen puheenjohtajaksi hänet valittiin vuonna 1954. Ansioistaan Suomen vuoriteollisuuden ja yhdistyksen hyväksi hänelle luovutettiin Eero Mäkinen -mitali vuonna 1963. John Ryselin toimi myös Porin Teknillisen seuran puheenjohtajana ja oli sittemmin seuran kunniajäsen.

Kiitos harvinaisen monipuolisten kykyjen ja henkilökohtaisten ominaisuuksien John Ryselin viihtyi ja menestyi vaativien tehtävien hoidossa. Hänessä oli ihailtavaa synnynnäistä auktoriteettia. Hän osasi paneutua syvällisesti asioihin ja antautua asialleen sekä temmata kaikki muut mukaansa työskentelemään yhteisen päämäärän hyväksi.

John Ryselin oli merkittävällä tavalla rakentamassa pohjaa, jolle maamme nykyinen taitava metallurginen teollisuus on voinut kehittyä.

Jorma Honkasalo

Tampereen tutkimuksissaan hän koki erityiseksi haasteeksi Sederholmin fossiiliksi kuvaaman *Corycium enigmaticum* alkuperän selvittämisen. Useissa julkaisuissaan hän toikin vakuuttavasti esille näiden hiilipussien aineksen orgaanisen alkuperän. Muodon hän sen sijaan osoitti epäselvällä syntyneeksi.

Lapin tutkimustensa yhteydessä hän tutustui useilla matkoillaan myös Norjan ja Ruotsin pohjoisosien geologiaan ja vankka saksankielen taito mahdollisti useat opintomatkat ja ekskursiot Keski-Euroopan maihin.

Taitavana kynänkäyttäjänä hän kirjoitti tieteellisten julkaisujensa lisäksi lukuisia kansantajuisia artikkeleita ja toimi useita vuosia Geologian päätoimittajana. Vuonna 1953 hän oli

Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston sihteerinä. Geologiliitossa Matisto oli mukana jo perustamisvaiheessa ja vuosina 1959—62 hän toimi sen puheenjohtajana. Vielä eläkkeelle siirryttyäänkin hän liiton kunniajäsenenä seurasi mielenkiinnolla ansa ammattiyhdistystoimintaa. Sotilas- ja siviiliammattaitonsa Matisto yhdisti opettaessaan sotilasgeologiaa Sotakorkeakoulussa ja eteni tälläkin uralla kunnioitettavan majurin arvoon saakka.

Ystävät ja työtoverit muistavat kaipauksella Koltan valoisaa olemusta. Hän osasi kuunnella ja hänen elämäkokemuksistaan löytyi isällinen neuvo jokaisen ongelmiin.

Ilkka Laitakari

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 5.5. 1982

Ehlers, Mary, FK, f. 16.12. 1945. Åbo Akademi, tf. överassistent. Adr: Östra Strandgatan 48—50 H 227 20810 ÅBO 81, Sektion 1.

Helppi, Harri Kalevi, Ins., s. 23.9. 1942. Outokumpu Oy, Metalliteollisuus, Pori, käyttöpäällikkö. Os.: Preiviiki, 28680 PORI. Jaosto 3.

Hämäläinen, Marko Tapani, DI, s. 8.5. 1955. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Pros.met. laboratorio, KTM:n tutkija. Os.: Päivätie 11, 02210 ESPOO 21. Jaosto 3.

Jalkanen, Tuomas, DI, s. 13.5. 1951. Rautaruukki Oy, Raahan tehdas, insinööriharjoittelija. Os.: Ollinkhä 8 E 58, 92120 RAAHE 2. Jaosto 3.

Jauhola, Markus Juhani, DI, s. 13.4. 1951. Rautaruukki Oy, Raahan tehdas, käyttöinsinööri. Os.: Tikkamäentie 29 as 7, 92100 RAAHE 2. Jaosto 3.

Keränen, Risto Olavi, DI, s. 28.3. 1943. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, projektipäällikkö. Os.: Sepetlahdentie 26 B, 02230 ESPOO 23. Jaostot 3 ja 4.

Keskinen, Kari Mikko, DI, s. 11.7. 1955. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Pros.met. laboratorio, tutkija. Os.: Porvoonkatu 4 A 12, 04200 KERAVA. Jaosto 3.

Kähärä, Lasse Sakari, FM, s. 23.2. 1947. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, tutkimusinsinööri. Os.: Aallonhuippu 8 C 22, 02320 ESPOO 32. Jaostot 2, 3 ja 4.

Paju, Martti Jarmo Kalervo, DI, s. 19.11. 1953. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Metallioipin laboratorio, tutkija. Os.: Heinjoenp. 1 E 49, 02140 ESPOO 14. Jaosto 3.108

Saltikoff, Boris, FK, s. 12.11. 1940. Geologinen tutkimuslaitos, geologi. Os.: Sammalkalliontie 6 A 18, 02210 ESPOO 21. Jaosto 1.

Suutala, Niilo Jaakko, TKL, s. 3.2. 1951. Outokumpu Oy, Tornion tehdas, tutkimusinsinööri. Os.: Kristinebergintie 3 A 3, 95450 KOKKANGAS. Jaosto 3.

Tikkamäki, Seppo, TKL, s. 8.5. 1950. Outokumpu Oy, Tornion tehdas, tutkimusinsinööri. Os.: Untolantie 3 A 2, 95420 TORNIO 2. Jaosto 3.

Tähtinen, Seppo, DI, s. 15.10. 1956. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Metallioipin laboraorio, tutkija. Os.: Maasälväntie 16 I 51, 00710 HELSINKI 71. Jaosto 3.

Väänänen, Heli Pirkko Tellervo, DI, s. 10.11. 1956. E. Priha Oy, Hamina, tutkimusinsinööri. Os.: Sibeliuskatu 9 A 7, 49400 HAMINA. Jaosto 3.

Kokouksessa 9.9. 1982

Hahti, Pirjo Tuulikki, DI, s. 17.12. 1956. Suomen Suurlähetystö, Pariisi, teollisuussihiteeriharjoittelija. Os.: 50 Rue Cambonne, 75015 PARIS, FRANCE. Jaosto 3.

Haga, Ingmar Erik Johan, FM, f. 8.8. 1951. Outokumpu Oy, Malmintäntä, geolog. Adr.: Mariegatan 6 a B 55, 20110 ÅBO 11. Sekt. 1, 2.

Hallanaro, Taneli, DI, s. 10.2. 1956. Tampella Oy, Tamrock, applikaatioinsinööri. Os.: Riihipellontie 3 A 1, 00390 HELSINKI 39. Jaostot 2.

Harju, Martti Ilmari, Ins. s. 5.10. 1938. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, projekti-insinööri. Os.: Martintie 21 A, 02270 ESPOO 27. Jaosto 3.

Juuso, Esko Kalevi, DI, s. 12.12. 1951. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri. Os.: Maahisentie 3 F 6, 90550 OULU 55. Jaosto 3.

Jylhä, Kosti Juhani, DI, s. 3.6. 1955. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Pros.met. laboratorio, tutkija. Os.: Kivihaankuja 4 D 47, 00310 HELSINKI 31. Jaosto 3.

Kajatkari, Martti Juhani, DI, s. 6.4. 1949. Helsingin teknillinen korkeakoulu, assistentti. Os.: Laajalahdentie 26 A 8, 00330 HELSINKI 33. Jaosto 3.

Kiiskilä, Niilo Kaarlo Ilmari, Ins., s. 11.9. 1927. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, kunnossapitopäällikkö. Os.: Nissiläntie 26 B 1, 86800 PYHÄSALMI. Jaosto 2.

Koskikivi, Kaija Marianna, DI, s. 24.2. 1955. Helsingin teknillinen korkeakoulu, prosessimetallurgian laboratorio, tutkija. Os.: Niittykujat 3 A 14, 02200 ESPOO 20. Jaosto 3.

Kuparinen, Juha Tapani, DI, s. 30.1. 1954. Outokumpu Oy, Kertin kaivos, rationaalisoitointoimiston esimies. Os.: Kansalaiskoulunkatu 3 A 4, 83500 OUTOKUMPU. Jaosto 2.

Laakso, Risto, DI, s. 2.6. 1954. Yrjö Laakso & Co Oy, varatoimistujohtaja. Os.: Torpankujat 3, 02740 ESPOO 74. Jaosto 4.

Laamanen, Kai, DI, s. 22.4. 1955. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, tuoteinsinööri. Os.: Töölöntorinkatu 1 B 19, 00100 HELSINKI 10. Jaosto 4.

Leiritie, Markku, DI, s. 6.2. 1943. Oy Partek Ab, tuoteryhmäpäällikkö. Os.: Jenkkapolku 1, 21600 PARAINEN. Jaosto 4.

Mörsky, Pekka, DI, s. 15.6. 1952. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, rikastamon käyttöinsinööri. Os.: Metsotie 5 B, 86440 LAMPINSAARI. Jaosto 4.

Oksanen, Jarmo Kalervo, DI, s. 30.12. 1955. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Louhintatekniikan laboratorio, tutkija. Os.: Kalasääksentie 3 B 22, 02620 ESPOO 62. Jaosto 2.

Pakarinen, Jouko Tapani, FK, s. 25.6. 1954. Geologinen tutkimuslaitos, Malmiosasto, geologi. Os.: Untolantie 22, 20300 TURKU 30. Jaosto 1.

Päärnä, Antti, s. 13.3. 1948. Outokumpu Oy, energiakonsultti. Os.: Tonttutyönpolku 6, 02200 ESPOO 20. Jaosto 3.

Salo, Kari Tapani, DI, s. 30.4. 1951. Helsingin teknillinen korkeakoulu, tutkija. Os.: Ruiskukantie 7, 00950 HELSINKI 95. Jaosto 3.

Salo, Simo Sakari, DI, s. 7.7. 1956. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, insinööriharjoittelija. Os.: Leskeläntie 3 A 7, 86800 PYHÄSALMI. Jaosto 2.

Sipilä, Heikki Johannes, TkT, s. 16.1. 1945. Outokumpu Oy, Fysiikan laitos, vanhempi tutkija. Os.: Hannuksenkuja 1 C, 02260 ESPOO 26. Jaosto 4.

Suortti, Tuija Katriina, DI, s. 3.7. 1957. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Prosessimetallurgian laboratorio, tutkija. Os.: Jämeräntäival 11 M 243, 02150 ESPOO 15. Jaosto 3.

Tahvanainen, Tuomo Antero, DI, s. 27.5. 1954. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Louhintatekniikan laboratorio. Os.: Tammipäätie 44, 02730 ESPOO 73. Jaosto 2.

Tuokko, Ilkka Kalervo, FK, s. 21.4. 1950. Kajaani Oy, Malminetsintä, geologi. Os.: Eliaksentie 11 as 2, 87200 KAJAANI 20. Jaosto 1.

Wahlman, Max Mikael, DI, f. 22.6. 1955. Oy Line-Ma Ab, Försäljningsingengör. Adr.: Grävlingvägen 9 A 21, 00800 HELSINGFORS 80. Sektion 3.

Widholm, Eric Mikael, DI, f. 24.5. 1954. Outokumpu Oy, Tekniska Export Divisionen, offertingengör. Adr.: Artillerikaptenensväg 3 A, 00340 HELSINGFORS 34. Sektion 3.

Vierros, Paula Helena, DI, s. 16.3. 1955. Helsingin teknillinen korkeakoulu, metalliteknologian assistentti. Os.: Lehdesniityntie 3 F 92, 00340 HELSINKI 34. Jaosto 3.

Vierros, Tero Tapani, DI, s. 4.6. 1954. Oy Julius Tallberg Ab, tuotepäällikkö. Os.: Lehdesniityntie 3 F 92, 00340 HELSINKI 34. Jaosto 2.

UUTTA JÄSENIÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

DI Hannu Aarnio on 1.8. 1982 lähtien siirtynyt Outokumpu Oy:n Consulting Engineers-ryhmään (patenttiasiat). Os.: Länsiportti 4 A 39, 02210 ESPOO 21.

FL Juhani Aarnisalo. Os.: Päiväkummuntie 3 D, 02210 ESPOO 21.

DI Reijo Ahlberg on palannut komennukselta Norilskistä ja toimii Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä prosessi-insinöörinä. Os.: Vilpunkatu 2 F 36, 02230 ESPOO 23.

DI Olavi Alarotu. Os.: Suvantokatu 1 F 32, 33100 TAMPERE 10.

TKL Christian von Alifhan. Adr.: Vilhelmsvägen 2, 02700 GRANKULLA.

DI Alexander Aue. Adr.: Kungsholms Strand 185, 11248 STOCKHOLM, SVERIGE.

DI Ilkka Eerola toimii 1.9. 1982 alkaen Outokumpu Oy:n Terästeollisuusryhmän apulaismarkkinointijohtajana. Os.: Keronranta 12, 95410 KIVIRANTA.

FK Jorma Eeronheimo on siirtynyt 1.1. 1982 alkaen tutkimusgeologiksi Outokumpu Oy:öön. Os.: Outokumpu Oy, Malminetsintä, 83500 OUTOKUMPU.

DI Pekka Einamo on nimitetty Rautaruukki Oy:n hallituksen jäseneksi 20.9. 1982 alkaen.

DI Olof Falck. Artifex Oy, verkställande direktör.

Bergsrådet Börje Forsström. Adr.: Dalvägen 2, 02700 GRANKULLA.

DI Matti Haapala. Os.: Kuukiventie 7 C, 00840 HELSINKI 84.

Vuorineuvos Helge Haavisto on siirtynyt Rautaruukki Oy:n hallituksen päätoimiseksi puheenjohtajaksi 1.7. 1982 alkaen.

DI Matti Hanhieniemi toimii Valmet Oy Linnavuoren tehtaan lentomoottoriosaston laatuapäällikkönä. Os.: Pajulinnunpolku 4, 37100 NOKIA.

DI Antti Heikkinen. Os.: Täysikuu 3 B 31, 02210 ESPOO 21.

DI Pertti Heinonen on siirtynyt Sitran tekniseksi asiantuntijaksi vastuualueenaan metallurgia ja materiaalitekniikka. Os.: Museokatu 34 A 9, 00100 HELSINKI 10.

TkT **Sakari Heiskanen**. Os.: Tietäjantie 17 L, SF-02130 ESPOO 13.
 DI **Seppo Hintikka**. Os.: Hakatie 4 B 8, 92130 RAAHE 3.
 TkL **Matti Holma**. Os.: Aalokko 8 A 3, 02320 ESPOO 32.
 FM **Juha Huhta** toimii operations managerina, United Nations Revolving Fund for Natural Resources Exploration. Os.: United Nations, Room CC 538, 1 UN PLAZA, New York N.Y. 10017, U.S.A.
 TkT **Hannu Hänninen**. Os.: Mechelininkatu 19 A 13, 00100 HELSINKI 10.
 Teollisuusneuvos, Rautaruukki Oy:n varatoimitusjohtaja **Toivo Härkönen** on jäänyt eläkkeelle 19.9. 1982 Rautaruukki Oy:n palveluksesta. Os.: Lamminmäenkatu 4, 50100 MIKKELI 10.
 DI **Pentti Isokangas**. Os.: Antinkatu 9 A 19, 28100 PORI 10.
 TkL **Vesa-Pekka Judin** on välillä 15.8. 82 — 15.8. 84 opiskelussa. Os.: Ames Laboratory/Iowa State University, Ames, Iowa 50011, U.S.A.
 DI **Heikki A. Jutila**. 2.10. 1982 alkaen Pakistan Shell Petroleum Development B.V., Well-Site Petroleum Engineer. Os.: C/o Pakistan Shell Petroleum Development B.V., P.O.BOX. 3979, Karachi, Pakistan.
 DI **Pentti Jähi** toimii Suomen Sandvik Oy:n Teräsosaston päällikkönä. Os.: Pellavamäentie 6 G 50, 04300 HYYRYLÄ.
 DI **Kauno Kangas**. 5.6. 1982 alkaen Senior Rock Engineer, Chief surveyor. Os.: Rock Moving Co., P.O.BOX 1977, Riyadh, Saudi-Arabia.
 TkL **Kyösti Karjalahti** on siirtynyt kehitysinsinööriksi Rautaruukki Oy:n keskuskonttoriin. Os.: Maljatie 10 A 2. 90250 OULU 25.
 DI **Mauri Kauppi** työskentelee 1.10. 1982 alkaen Ferrochrome Philippines Inc:n ferrokromitehtaan käyntiinajovaiheessa vastaavana käynnistysinsinöörinä Filippiineillä. Os.: Ferrochrome Philippines Inc., Tagoloan, Misamis Oriental, Philippines.
 Varatuomari **Mikko Kivimäki** on siirtynyt Rautaruukki Oy:n toimitusjohtajaksi 1.7. 1982 alkaen ja nimitetty hallituksen varapuheenjohtajaksi 20.9. 1982 alkaen.
 DI **Kari Klemetti**. Os.: Kuutamokatu 2 A 17, 02210 ESPOO 21.
 FK **Matti Kontio** toimii Geologisen tutkimuslaitoksen Pohjois-Suomen aluetoimiston geokemistinä. Os.: Geologinen tutkimuslaitos, PL 77, 96101 ROVANIEMI 10.
 TkT **Antti Korhonen**, Suomen Akatemian nuorempi tutkija, Helsingin teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto. Os.: Piispantie 1 D 23, 00370 HELSINKI 37.
 FM **Tuomo Korkalo** toimii Outokumpu Oy:n geologina Perussa 1.8. 1982 — 31.7. 1984. Os.: Outokumpu Oy — Sucursal del Peru, Apartado 2946, Lima 1, Peru.
 DI **Matti Kaarlo Koskinen**. Os.: P.O.BOX 544, 0380 Thabazimbi, Republic of South Africa.
 Filtri **Ernst Häkan Kranck**. Os.: 1000 Micmac Blvd. apt. 212, Dartmouth N.S. B3A 4M7, Canada.
 FK **Viljo Kuosmanen**. Os.: Koskikuja 7 F 51, 01600 VANTAA 60.
 DI **Lauri Kärävä**. Os.: Vasikkahaantie 13 B, 15900 LAHTI 90.
 TkT **Heikki Lantto**. Os.: Niemeläntie I 1, 90900 KIIMINKI.
 DI **Hannu Leskelä**. Os.: Pohjoisahonkatu 19 as. 6, 83500 OULUKUMPU.
 DI **Sten Lindgren**. Oy Algol Ab, Tekniska avdelningen, avdelningschef. Adr.: Joel Rundts väg 3, 02600 ESBO 60.
 DI **Häkan Lärka** arbetar numera som projektingenjör vid Lurgi Espanola, S.A., Avda. General Peron 29, Madrid-20, SPANIEN.
 DI **Jorma Majava**. Os.: Ratavarrentie 18, 95450 KOKKOKANGAS.
 DI **Pauli Mattila** toimii Outokumpu Oy:n Porin tehtaalla Metallilaboratoriossa tutkimusinsinöörinä. Os.: Koisoja 2, 28450 VANHALVILA.
 DI **Teuvo Muhonen**. Os.: Sudenkaari 16, 02580 SIUNTIO AS.
 TkT **John Nelson**. Os.: Salonkitie 12 A, 02940 ESPOO 94.
 DI **Tom Nikander**. Os.: Battelle Columbus Laboratories, Metalworking Section, 505 King Avenue, Columbus, Ohio 43201, U.S.A.
 FK **Pentti Noras**. Os.: Kaksosvuorentie 17, 02400 KIRKKONUMMI.
 DI **Raimo Nupponen** on lähtenyt noin vuoden komennukselle Caraiaba Metais SA:n kuparitehtaalle Brasiliaan toimien siellä kupari-elektrolyysin pääkäynnistysinsinöörinä. Os.: Caraiaba Metais SA, Via Do Cobre, Area Industrial Oeste, Polo Oeste, 42800 Camacari, Bahia, Brasil.
 DI **Jens Nyberg** toimii tutkimusinsinöörinä Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtailla. Os.: Hakalahdenkatu 45 B 6, 67100 KOKKOLA 10.
 DI **Olavi Paatsola** on siirtynyt 1.11. 1982 Kemira Oy:n Siilinjärven kaivokselle louhintainsinööriksi. Os.: Haarahongantie 11 C 25, 71800 SIILINJÄRVI.
 DI **Hannu Penttilä**. Os.: Illansuu 4 B 7, 02100 ESPOO 21.
 TkL **Herkko Pesonen** on siirtynyt Oy Airam Ab:n pulverimetallurgisen yksikön johtajaksi.
 DI **Risto Pietola**. Os.: Kylmälahdentie 7 A 1, 92100 RAAHE.
 DI **Aune Pulkkinen** on nimitetty puolustusvälineryhmän tuotepäälliköksi Hackman Metalliteollisuudessa 1.1. 1982 alkaen.

DI **Juha Pääkkönen** on siirtynyt Teollisuuden Voima Oy:n palvelukseen Olkiluotoon toimien siellä laadunvarmistusinsinöörinä. Os.: Nummenkatu 39 B 22, 26100 RAUMA 10.
 DI **Tommi Pöntynen** toimii kaivospäällikkönä Vatukoulan kaivoksella Fidzilla. Os.: Emperor Gold Mining Co Ltd., Vatukoula, Fiji. Telex 6249 emperor fj.
 FK **Seppo Raikunen**. Os.: Kukkolankatu 21 A 7, 33400 TAMPERE 40.
 DI **Pekka Rekola**. Os.: Särkiniementie 27 A 2, 00210 HELSINKI 21.
 DI **Pekka Rikka** jatkaa 1.8. 1982 alkaen entisessä toimessaan myyntipäällikkönä Kymi Kymmene Metallissa, 03600 KARKKILA. Os.: Huhdintie 14 as 11, 03600 KARKKILA.
 TkL **Rauno Rintamaa** toimii 1.7. 1982 lähtien VTT Metallilaboratorion erikoistutkijana Saksan Liittotasavallassa. Toimipaikka on Staatliche Materialprüfungsanstalt, Universität Stuttgart. Os.: Tonweg 3, D-7250 Leonberg 6, BRD.
 TkL **Pekka Ritakallio** on siirtynyt 1.8. 1982 alkaen A Ahlström Oy:n Varkauden konepajan höyrykattilaosaston metallurgin toimeen. Os.: Kummelikuja 1 C, 78500 VARKAUS 50.
 DI **Timo Roisko**. Os.: Kesätie 12, 67200 KOKKOLA 80.
 FL **Martti Romu** on nimitetty 1.7. 1982 alkaen laboratorionjohtajaksi Suomen Tiiliteollisuusliitto ry:n Tiililaboratorioon Espooseen. Os.: Suomen Tiiliteollisuusliitto r.y., Tiililaboratorio, Kimmeltie 3, 02110 ESPOO 11.
 FM **Olle Rosenlund** on siirtynyt E. Virta & Co Oy:n toimitusjohtajaksi. Os.: Signalistinkatu 17 D, 20350 TURKU 35.
 TkL **Vesa Rutanen**. Os.: Sääskitie 11, 90550 OULU 55.
 DI **Heikki Saari** on palannut komennukselta Norilskista Outokumpu Oy:n Metallurgiseen tutkimukseen Poriin. Os.: Esikkokuja 4, 28450 VANHA-ULVILA.
 Ph.D. **Kari Saari**. Os.: VTT, Lämpömiehenkuja 2 B, 02150 ESPOO 15.
 FK **Eero Sandgren**. Os.: Äsmuksenkuja R 2, 67700 KOKKOLA 70.
 FM **Saara Soininen**. Os.: Auringonkatu 8 D 41, 02210 ESPOO 21.
 DI **Tuija Suortti**. Os.: Munkkisaarenkatu 10 B 10, 00150 HELSINKI 15.
 DI **Kurt Svens**. Adr.: Parolavägen 9 C, 02200 ESBO 20.
 DI **Tuula Vaaranrinta-Puhakka** on siirtynyt Oy Tampella Ab Tampereen tutkimusosastolle. Os.: Satamakatu 15 A 10, 33200 TAMPERE 20.
 DI **Asmo Vartiainen** toimii 1.9. 1982 alkaen vuoden Institut für Metallurgie, Technische Universität Berlin:ssä tutkijana. Os.: Heerstrasse 131/135, D-1000 Berlin 19, BRD.
 FK **Esko With**. Os.: Yrttikuja 6 E, 01300 VANTAA 30.
 DI **Antti Öhberg**. Os.: Lukionahde 5 E 49, 02710 ESPOO 71.

SUORITETTUJA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

OULUN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Tekniikan tohtori:

Toukokuun 28. päivänä 1982 tarkastettiin Oulun yliopiston teknillisessä tiedekunnassa tekniikan lisensiaatti **Niilo Suutalan** väitöskirja ”Solidification studies on austenitic stainless steels”. Vastaväittäjinä toimivat prof. Jarl Forstén ja tekn. tri Erkki Räsänen sekä kustoksena prof. Markku Mannerkoski.

Väitöskirjassa on kehitetty malli, joka kuvaa austeniittisten ruostumattomien terästen jähmettymistä erilaisissa käytännön olosuhteissa. Malli perustuu hitsimetallien laajaan metallograafiseen tutkimukseen, josta saatuja tuloksia vertailltiin muista laboratoriotuloksista saatuihin tuloksiin. Väitöskirjassa esitettyjä tuloksia voidaan käyttää hyväksi minimoitaessa kuumamurtuma-alttiutta ja maksimoitaessa kuumamuokattavuutta.

Jähmettymisen kulku riippuu ensisijaisesti teräksen koostumukselta, jonka vaikutus voidaan esittää niin sanottujen kromi- ja nikkelievivalenttien avulla: $Cr_{eq} = \% Cr + 1.37 \times \% Mo + 1.5 \times \% Si + 2 \times \% Nb + 3 \times \% Ti$ ja $Ni_{eq} = \% Ni + 0.31 \times \% Mn + 22 \times \% C + 14.2 \times \% N + \% Cu$. Koostumusalueessa $Cr_{eq}/Ni_{eq} < 1.5$ jähmettyminen on austeniittinen tai austeniittis-ferritiinen, alueessa $1.5 \leq Cr_{eq}/Ni_{eq} \leq 2.0$ ferritiis-austeniittinen ja alueessa $Cr_{eq}/Ni_{eq} < 2.0$ ferritiinen. Jähmettymisolosuhteiden vaikutus jähmettymisjärjestykseen on sen sijaan varsin vähäinen. Suhteen Cr_{eq}/Ni_{eq} kriittinen arvo, joka vastaa muutosta primääristä austeniittisestä primääristä ferritiiniseen jähmettymiseen, kasvaa arvosta 1.43 arvoon 1.55 jähmettymisopeuden kasvaessa. Alaraja vastaa olosuhteita, jotka vallitsevat muotokappalei-

den valussa tai valannevalussa, yläraja pitää paikkansa hitsauksessa suurilla hitsausnopeuksilla.

Austeniittinen jähmettyminen johtaa voimakkaampaan mikrotautautumiseen ja vähäisempään homogenisoitumiseen jähmettyamisen aikana kuin ferritiininen jähmettyminen. Koostumusalueessa, jossa valurakenteeseen jää ferritiä, huoneenlämpötilassa mitatut pitoisuus-erot ovat pääasiassa peräisin faasimuutoksen $\delta \rightarrow \gamma$ aikana tapahtuvasta seosainien partitioista austeniitin ja ferritiin kesken. Pitoisuuksien suuruutta kuvaavat suotauma- ja partitiosuhteiden arvot eivät juuri lainkaan riipu jähmettymisolosuhteista tutkitulla jäähtymisnopeusalueella.

Konetekniikan osasto

Tekniikan lisensiaatti:

Kujanpää, Veli: "Koostumuksen ja hitsausparametrien vaikutus austeniittisen ruostumattoman teräsohutlevyn hitsivirheisiin".

Tutkittaessa koostumuksen ja hitsausparametrien vaikutusta austeniittisen ruostumattoman teräsohutlevyn hitsivirheisiin 17 molybdeeniseosteista tyyppiin AISI 316 teräsohutlevyvä hitsattiin TIG-hitsausmenetelmällä yhdellä elektrodilla ja ilman lisäainetta. Tulokset osoittavat, että erilaisia hitsivirheitä voi muodostua hitsauksen aikana: kuumamurtumia, keskikuoppia, murtuneita keskikuoppia, ripplekuoppia, reunahaavoja ja hump-kuoppia. Muiden virheiden kuin humpkuoppien koko ja lukumäärä kasvavat hitsausvirtaa lisättäessä, kun taas hitsausnopeus vaikuttaa muodostuvien hitsivirheiden tyyppiin. Kuumamurtumia ja ripplekuoppia esiintyy pienillä hitsausnopeuksilla (< 600 mm/min), kun taas keskikuopat, murtuneet keskikuopat, reunahaavat ja hump-kuopat ovat tyyppisiä suurille hitsausnopeuksille (> 600 mm/min). Primääristi austeniittina jähmettyvät hitsit ovat alttiita etenkin kuumamurtumien, mutta myös ripplekuoppien muodostumiselle. Sen sijaan keskikuoppia syntyy helpoimmin primääristi ferritiinä jähmettyviin hitseihin. Kuumamurtumat, keski- ja ripplekuopat vähenevät merkittävästi, kun rikkipitoisuus laskee alle 0.003 %. Fosforipitoisuuden alentaminen vähentää jonkin verran kuumamurtumien muodostumista, mutta muihin hitsivirheisiin sillä ei juuri ole vaikutusta. Reunahaavojen ja hump-kuoppien syntymiseen ei vaikuta jähmettymisjärjestys eivätkä epäpuhtaudet. Työn tulosten perusteella on esitetty hitsausparametreille ja koostumukselle suositukset, joita voidaan käyttää pyrittäessä saavuttamaan virheetön hitsi mahdollisimman suurella nopeudella austeniittisten ruostumattomien teräsohutlevyjen ja -putkien hitsauksessa.

TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Konetekniikan osasto

Diplomi-insinöörit:

Itävuori, Erkki: "Teräsvalun syöttö"

Kaleva, Jukka: "Austeniittisen ruostumattoman teräksen lastuttavuuden parantaminen"

Työn tarkoituksena on ollut etsiä lisää tietoa siitä, missä määrin tavallisen austeniittisen ruostumattoman teräksen lastuttavuutta voidaan parantaa kalsiumdeoksidoinnin ja toisaalta myötövanhenemisen avulla.

Kalsiumdeoksidoinnilla on pyritty saamaan teräkseen lastuttavuutta parantavia sulkeumia. Tavoitteena on ollut selvittää, kuinka kalsiumpitoisuuden vaihtelut vaikuttavat sulkeumarakenteeseen ja toisaalta, kuinka sulkeumamäärien ja sulkeumien koon vaihtelut vaikuttavat lastuttavuuteen.

Myötövanhenemisen avulla on pyritty lisäämään austeniittisen ruostumattoman teräksen haurasmurtumakäyttäytymistä. Myötövanhenemisen aikaansaamiseksi on käytetty mangaania ja typpeä.

Tehtyjen koemateriaalien lastuttavuutta tutkittiin porauskokeilla, joissa mitattiin aksiaalinen syöttövoima ja porausmomentti sekä pienimuotoisilla kulutuskokeilla, joissa tutkittiin porien kulumista lyhyehkön porauspituuden aikana.

Saatuja tulosten perusteella voidaan todeta, että kalsiumpitoisuuden kasvaessa sulkeumamäärä hieman kasvoi, vaikka kaikista sulkeumista ei kalsiumia löytynytäkään. Sulkeumien kokoon vaikutti ensisijaisesti jäähtymisnopeus. Jäähtymisnopeuden hidastuessa sulkeumien koko kasvoi. Kylmävalssauksen aikana sulkeumat olivat pirstoutuneet ja niistä oli muodostunut sulkeumajonoja.

Parhaiten lastuttavaksi osoittautui teräs, jossa oli pitkiä sulkeumajonoja. Pienten sulkeumien vaikutus lastuttavuuteen oli vähäisempää kuin suurten sulkeumien. Lastuttavuuden parantaminen edellyttää suurien sulkeumien muodostumista teräkseen. Sulkeumia on myös

määrällisesti oltava suhteellisen paljon. Teräksessä on oltava lisäksi jonkin verran rikkiä, sillä rikin vaikutuksesta sulkeumien defermoituvuus hieman paranee.

Myötövanhenemisellä ei saatu yhtä suotuisia tuloksia kuin sulkeumarakenteiden avulla, sillä myötövanhenemisen vaikutuksesta terästen lujuus kasvoi liiaksi. Tämän seurauksena etenkin aksiaalinen syöttövoima kasvoi, minkä seurauksena pora saattoi jopa katketa.

Kulo, Erkki: "Betoni- ja bitumipinnoitteiden vesijohtoputki"

Sunio, Juha: "Hiiletyskarkaisumenetelmän käyttöönotto ja sisäänajo"

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan tohtori:

18.12. 1981 väitteli tekn.lis. **Anja Taskinen** aiheesta "Oxygen-metal (Ag, Au, Bi, Cu, In, Ni, Sb, Sn, Te) interactions in dilute molten lead alloys". Vastaväittäjänä toimi Priv.-Doz. Dr. D. Janke MPI Eisenforschung'ista Düsseldorfista ja kustoksena prof. L.E. Holappa.

Väitöskirjassa on määritetty epäpuhtauksien (Ag, Au, Bi, Cu, In, Ni, O, Sb, Sn, Te) ja hapen välisiä l. kertaluokan vuorovaikutuskertoimia, ϵ_0^i , sulassa liijyissä lämpötiloissa 762—1000°C. Lisäksi on esitetty erilaisia tapoja arvioida ϵ_0^i kertoimia laskennallisesti ilman mitaustuloksia. Työssä on tehty havainto, että ϵ_0^i :n lämpötilariippuvuus liijyissä, kuparissa ja hopeassa voidaan arvioida yhdessä lämpötilassa mitatun arvon perusteella, sillä vuorovaikutuskertoimen entalpia/entropia-suhde näissä metallisulissa on vakio.

Tekniikan lisensiaatit:

Ahlberg, Markku: "Raskasmetallin sintrauksesta."

Työssä tarkasteltiin erilaisten raskasmetalliseosten sintrausolosuhteita, raskasmetallin sintrausmekanismia ja eri diffuusioprosessien merkitystä sintrauksessa.

95 % W—3,5 % Ni—1,5 % Fe koostumuksen omaavan raskasmetallin vetomurtolujuudeksi todettiin kirjallisuustutkimuksen perusteella 1200 N/mm² ja venymäksi 10 %. 90 % W—7 % Ni—3 % Fe seoksen minimisintrauslämpötilaksi määritettiin 1400°C, jolloin sintraus tapahtuu kiinteäfaasisintrauksena. Saatu tulos poikkeaa ulkomaisista tuloksista, joissa sintraus tapahtuu sulafaasisintrauksena.

Sintrausmekanismia tarkasteltiin lähinnä aktivaatioenergian mitauksilla. Aktivaatioenergiaksi määritettiin n. 50 kcal/mol, josta pääteltiin raerajadiffuusio vallitsevaksi diffuusiomekanismiksi kutistumisen aikana.

Eerola, Heikki Jorma: "Epäpuhtausainien As, Bi, Ni, Pb ja Sb poisto kuparisulasta kalsiumferritiikuonan avulla".

Työn teoreettisessa osassa tarkasteltiin lyhyesti eri epäpuhtausainien haittavaikutuksia kuparin ominaisuuksiin. Termodynaamisten arvojen avulla laskettiin, minkälaiset olosuhteet vaaditaan, jotta As, Bi, Ni, Pb ja Sb voidaan poistaa kuparista hapettamalla ja kuonamalla. Seuraavaksi selvitettiin kuonan ja metallin välisen jakaantumiskertoimen määrittämistapoja sekä käyttömahdollisuuksia. Myös luotiin lyhyt katsaus siihen, mitä jo tiedetään kalsiumferritiikuonasta.

Kokeellisessa osassa tutkittiin kuparin, nikkelin, antimoinin, arseenin, vismutin ja liijyn kuonautumista kalsiumferritiikuonan happiaktiivisuuden funktiona tekemällä tasapainoituskokeita kalkkiupokkaisu lämpötilassa 1250°C. Kuparin happipitoisuus kokeissa oli 0,02—0,7 p-%.

Tulosten perusteella määritettiin epäpuhtausainien jakaantumiskertoimien ($L_{Me}^{S/C} = p\% \text{ Me kuonassa}/p\% \text{ Me kuparissa}$) ja kuparin kuonahäviöiden happipotentialiirippuvuudet. Samoin määritettiin epäpuhtausoksidien aktiivisuuskertoimet kalsiumferritiikuonassa.

Tutkituista epäpuhtausaineista vain arseni ja antimoni kuonautuvat hyvin kalsiumferritiikuonaa. Kun kuparin happipitoisuus on 0,5 %, on $L_{As}^{S/C} = 44,3$, $L_{Bi}^{S/C} = 0,84$, $L_{Ni}^{S/C} = 3,5$, $L_{Pb}^{S/C} = 4,0$ ja $L_{Sb}^{S/C} = 20,2$. Kuparia on kuonassa tällöin 22 %. Kupari-, nikkeli- ja liijyoksidin aktiivisuudet poikkeavat positiivisesti, vismuttioksidin lievästi negatiivisesti ja arseni- sekä antimonioksidin voimakkaasti negatiivisesti Raoulin laista.

Rinne, Risto: "Sekarakeisen magnetiittimalmin magneettinen kii- varikastus".

Työssä on tutkittu magnetiittimalmien magneettisessa esirikastuksessa vaikuttavia tekijöitä. Malmityyppejä ovat edustaneet Rautuvaa-



ran magnetiittimalmi, Otanmäen magnetiitti — ilmeniittimalmi ja Mustavaaran titanomagnetiittimalmi.

Magnetiittimalmien suhteellisen voimakkaisiin magneettisiin ominaisuuksiin vaikuttaa selvimmin niiden magnetiittipitoisuus. Magnetiitin Ti-pitoisuus heikentää selvästi susceptibiliteettiä.

Magneitoituneen kappaleen joutuminen rikasteeseen tai jätteeseen määräytyy magneettirummulla tasapainosta kappaleeseen vaikuttavan magneettisen vetovoiman, vastakkaiseen suuntaan vaikuttavan keskipakovoiman ja osittain myös painovoiman kesken.

Kunkin malmityypin laatujaikutumat ja eri tekijöiden kuten rummun kehänopeuden, kuorituksen ja malmin kosteuden vaikutusta on tutkittu kappalekokofraktioittain karkea- ja hienocrotuksina. Magneettisen kuivaerotuksen on todettu tarjoavan tehokkaan esirikastusmahdollisuuden. Magnetiitin saanti on erittäin korkea lukuunottamatta kaikkein pienimpiä pitoisuuksia.

Käytännön magneettisissa esirikastuksissa Suomessa Otanmäen ja Rautuvaaran kaivoksilla vastaa karkeana erotettujen sepelituotteiden määrä 25...30 % kummassakin tapauksessa noin 50 % malmin sisältämien silikaattimineraalien määrästä.

Diplomi-insinöörit:

Auranen, Ilpo Olavi: "Erään maanalaisen kaivoksen kuljetusjärjestelmä".

Työssä kuvataan San Manuelin kaivoksen nykyistä kuljetusjärjestelmää, tarkastellaan liikenteenohjauksen automatisoinnin mahdollisuuksia sekä esitetään suunnitella liikenteenohjauksen automatisoimiseksi kuljetuskalusto- ja instrumenttisuositukseen.

Kaivoksen raideliikenteen ohjaus perustuu kaksisuuntaiseen puhe-kommunikointiin liikenteen ohjaajan ja junankuljettajan välillä. Nykyinen järjestelmä käsittää niin monta muuttujaa, että niiden perusteella tapahtuva manuaalinen liikenteen optimointi on vaikeaa.

Optimointiongelman ratkaisuna työssä on esitetty suunnitelma kuljetuksen automatisoimiseksi tietokonepohjaiseen liikenteenohjauksjärjestelmään perustuen. Järjestelmän instrumentointi koostuu sekä kaivoksen olemassa olevasta kalustosta että uudesta, tutkintotehtävissä suunnitellusta liikenteenohjaukskalustosta.

Fenander, Pekka Tapio: "Metallin plastisen muodonmuutoksen tutkiminen muodonmuutoskalorimetrian avulla".

Työn tarkoituksena oli tutkia metallin plastista muodonmuutosta uudella muodonmuutoskalorimetrisellä menetelmällä. Koemateriaalina käytettiin puhdasta monikiteistä alumiinia. Menetelmällä määritettiin plastisessa muodonmuutoksessa metalliin sitoutuva energia, joka pääosin sitoutuu syntyvien dislokaatioiden muodostamiin jännityskenttiin.

Johdanto-osassa on tarkasteltu metallien plastisen muodonmuutoksen teoriaa, sekä lyhyesti muokauslujittumista. Lisäksi siinä on tarkasteltu plastisessa muodonmuutoksessa metalliin sitoutuvaa energiaa ja sen mittaamisen menetelmiä.

Kokeellisessa osassa tutkittiin energian sitoutumista monikiteiseen alumiiniin plastisen muodonmuutoksen aikana. Lisäksi tutkittiin plastisen muodonmuutoksen synnyttämiä dislokaatiarakenteita.

Työssä saatuja tuloksia verrattiin aiemmin julkaistuihin tuloksiin, jolloin voitiin todeta, että määritetyt sitoutuneen energian arvot vastasivat hyvin kirjallisuudessa esitettyjä arvoja. Sen sijaan työssä määritettyjä energian sitoutumisnopeuskäyriä ei kirjallisuudessa ole aiemmin esitetty. Elektronimikroskooppitutkimuksessa havaittiin alumiinilla voimakas sellittyminen.

Hahti, Pirjo: "Terästeollisuuden kehitysnäkymät eräissä Latinalaisen Amerikan maissa".

Työssä selvitetään Meksikon, Hondurasin, Nicaraguan, Costan Rican, Panaman, Venezuelan, Kolumbian, Ecuadorin ja Perun terästeollisuus sekä sen tulevaisuudennäkymät.

Työ perustuu Suomessa tehtyyn kirjoituspöytätyö tutkimukseen ja kohdemaihin suuntautuneen kenttätutkimuksen terästedassvierailuihin ja haastatteluihin.

Maailman rautareserveistä n. 5 % sijaitsee kohdemaisissa ja hiilivoiroista n. 0,3 %. Maat tuottivat n. 10 milj. tn terästä mikä vastaa n. 1,3 %:a maailman kokonaisteräksen tuotannosta 1979.

Alueen terästeollisuudelle luonteenomaista on sähköuuni-jatkuvavali-prosessin ja suorapelkistysmenetelmien käyttö. Tärkein tuote on betoniteräs. Levyvalssaukseen tullaan investoimaan. Senkkametallurgian käyttöönottoa suunnitellaan. Kehitysmaille ominaiseen tapaan teräksen kulutus kasvaa nopeasti. Laajentuva terästeollisuus ei kuitenkaan pysty tyydyttämään tarvetta lähivuosina.

Heikkilä, Antti Sakari: "IP-menetelmän käytöstä malminetsinnässä".

Työssä on tarkasteltu indusoidun polarisaatio-menetelmän ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia malminetsinnässä kirjallisuuden ja

maastoiesimerkkien avulla. Lähestymistapana on menetelmän soveltaminen malminetsintään Suomessa. IP-menetelmä soveltuu parhaiten heikosti johtavien sulfidimineralisaatioiden etsintään. IP-menetelmää voidaan käyttää myös eroteltaessa elektrolyytti- ja elektronijohdteiden aiheuttamia sähköisiä anomaliaita.

Holmberg, Heikki: "Esiaihiointimenetelmien tutkiminen mallimateriaalitekniikan avulla".

Työn tavoitteena oli pitkänomaisten kappaleiden esiaihiointimenetelmien kehittäminen mallimateriaalitekniikan avulla.

Työssä tutkittiin vasaran ja liitoslenkin esiaihiointia. Vasaran esiaihiointimenetelmänä kokeiltiin aihion leikkaamista levystä ja esiaihion puristamista puolisujuetuilla työkaluilla. Liitoslenkin esiaihiointiin käytettiin venytysvalseja. Esiaihioinnissa tutkittiin purseen määrää ja takovirheiden muodostumista.

Työssä osoitettiin mallikokeiden avulla voitavan suunnitella takoaaihioiden esiaihiointi siten, että valmiin takeen laatua ja taloudellista kilpailukykyä voidaan olennaisesti parantaa.

Hytönen, Per: "Styrning av ett anrikningsverks matning utgående från flotationsutbytet".

Meningen med arbetet var att undersöka möjligheterna att styra ett anrikningsverks matning utgående från flotationsutbytet.

Med hjälp av lineära regressionsmodeller har man estimerat matningens inverkan på flotationsutbytet. Härvid har man bestämt huruvida förlusten i utbytet vid en höjning av matningen är större än de besparingar i bl.a. malningens och flotationens energiförbrukning och primärmalningens stångförbrukning som den höjda kapaciteten medför.

Processens dynamik har klarlagts för att en identifiering skall kunna ske.

För att hålla kapaciteten inom säkra gränser har man gett ett minimivärde åt stångkvarnarnas buller samt åt hydrocyklonernas tryck. Om bullret eller trycket sjunkit mot minimivärdet har matningen sänkts så att minimivärdet inte underskridits.

Identifierings- och optimeringsrutinerna har skett med processdata-maskin.

Man kan konstatera att en optimering av denna typ inte helt lämpade sig till processen, bl.a. var matningen till sin kvalitet alldeles för ojämn.

Julin, Yrjö: "Alkaliens vaikutus pellettien rakennemuutoksiin pelkistyksessä".

Työn tarkoituksena oli tutkia kaasufaasista imeytetyn kaliumin vaikutusta pellettien rakennemuutoksiin pelkistyksessä sekä kaliumin tunkeutumista ja jakautumista eri faaseihin. Tutkimusvälineenä käytettiin pyyhkäisyelektronimikroskooppia (SEM) ja siihen liittyvää energiadiispersiivistä röntgenanalysointia (EDXA). Näytteiden koostumus, pelkistysaste ja käsittely oli valittu siten, että mahdollisimman hyvin pystyttiin jäljittämään masuunin alkalikierron vaikutusta pelkistystapahtumaan.

Teoriaosassa selvitetään pellettien rakennemuutoksia sintrauksessa ja pelkistyksessä pääpainon ollessa niissä alkaliin aiheuttamissa muutoksissa, jotka vaikeuttavat raakaraudan tuotantoa masuunilaitoksessa. Pellettien paisumisesta, murenemisesta ja primäärikuonan muodostuksesta esitettiin vallitsevia näkökantoja ja teorioita.

Työn kokeellisessa osassa tutkittiin pyyhkäisyelektronimikroskooppilla kaliumin tunkeutumista näytteisiin. Sekä koko näyteen että sen eri faasien läpi suoritettiin eri alkuaaineiden viiva-analysointia. Kalium tunkeutui imeytyksessä n. 0.5 mm:n syvyyteen näyteen pinnasta, josta se pelkistyksen aikana jakautui koko näytteeseen. Kaliumin todettiin liukenevan mielellään västiiittiin ja kuonaavan kvartsikiteet rauta-alkalisilikaateiksi. Runsaasti kaliumia sisältävät näytteet (K₂O = 3.0 p-%) sintraantuivat voimakkaasti, jolloin niiden kaasujenläpäisevyys heikkeni.

Koskikivi, Kaija: "Lyijysulaton kuonan ja vuorausmateriaalien vuorovaikutus".

Työn teoriaosassa tarkastellaan lyhyesti lyijyn valmistusmenetelmiä sekä vuorausmateriaaleja yleisesti, niiden kulumista ja kuonasulatu vuorausmateriaali -vuorovaikutuksen tutkimusmenetelmiä.

Työn kokeellisessa osassa tutkittiin lyijyn suoravalmistuksen kuonan ja erilaisten vuorausmateriaalien vuorovaikutusta. Kokeissa käytettiin magnesia-, magnesiakromi-, zirkoniumalumiinisilikaatti- ja tinadioksiditiliä. Näiden kuonankestoa pyrittiin selvittämään valmistamalla näytteistä upokkaat, joissa kuona sulatettiin lämpötilassa 1300°C.

Työn tuloksena voidaan todeta, ettei mikään tutkituista materiaaleista kestä täydellisesti lyijykuonaa. Magnesiakromi antoi kuitenkin tyydyttävimmät tulokset. Tinadioksidilla saatiin hyvä tulos kuonalla, jossa ei ollut mukana metallista lyijyä. Metallinen lyijy sen sijaan tuhosi upokkaan. Magnesia ja zirkoniumalumiinisilikaatti eivät sidefaa-

sä tuhoutumisen vuoksi sovellu kyseiselle kuonalle.

Kokeissa käytetty uusi vuorausmateriaalien tutkimusmenetelmä osoittautui käyttökelpoiseksi liijykuonan ja vuorausmateriaalien vuorovaikutuksen tutkimuksissa.

Koskinen, Tapani: "Rikkipitoisuuden vaikutus teräksen hiilenkattoon".

Työn tarkoituksena oli selvittää teräksessä tai atmosfäärissä olevan rikin vaikutusta teräksen hiilenkattoon.

Kirjallisuusosassa tarkasteltiin hiilenkattoon yleisesti vaikuttavia tekijöitä sekä erikoisesti rikin vaikutusta ja hiilenkattoa hapettumakerroksen läsnäollessa.

Kokeellisessa osassa valmistettiin laboratorioinduktiouunissa sulatuksia eri valmistuspraktikoilla ja eri S-pitoisuuksilla. Sulatuksista valmistetuilla näytteillä tehtiin hiilenkatokokeet hapettavassa atmosfäärissä 750°C lämpötilassa. Hapettumista seurattiin termovaa'an avulla. Näyteistä tehtiin hieet, joista hiilenkatto arvioitiin valomikroskooppilla. Hapettumakerroksia tutkittiin pyyhkäisyelektronimikroskooppilla.

Tulokset osoittivat, että sekä teräksessä epäpuhtautena oleva rikki että atmosfääriin lisätyt pienet SO₂-pitoisuudet vaikuttavat teräksen hiilenkattoa pienentävästi. Ilmeisesti rikki pinta-aktiivisena aineena pyrkii rikastumaan teräksen pinnalle ja estää siten hiilenkatoreaktioita. Myös teräksen valmistuspraktikalla todettiin olevan vaikutusta teräksen sulkeumarakenteeseen ja hapettumisnopeuteen ja näiden kautta hiilenkattoon.

Leino, Hannu Ilkka: "Tutkimus öljyn kalliivarastojen injektoinnista ja siihen vaikuttavasta suunnittelusta".

Työn alkuosassa käsitellään teoreettisesti kirjallisuus tutkimuksena veden ja injektointiainneiden liikettä kallioraissa sekä injektointiainneita, -laitteita ja -menetelmiä.

Tutkimuskohteina olivat Kristiinankaupungin ja Salmisaaren kalliovarastot.

Kristiinankaupungin kalliovarasto sijaitsee miltei kokonaan meren alla. Ruhjevyöhykkeet ja vaakaraot aiheuttavat varastoon voimakasta vesivuotoa suoraan merestä. Varastoa ei injektointeilla huolimatta ole toistaiseksi onnistuttu toivotulla tavalla tiivistämään.

Salmisaaren kalliovarasto sijaitsee edellistä paremmassa kalliopeirässä. Injektointi onnistui hyvin, tosin kevytöljysäiliössä jouduttiin suorittamaan ruiskubetonisaloitus haitallisten kattovuotojen eliminomiseksi.

Työssä tutkitaan myös esitutkimuksen ja -suunnittelun, erilaisten louhintamenetelmien sekä räjäytystekniikan vaikutusta injektointitarpeen määrääntymiseen.

Lindqvist, Eero: "Galvaanisten anomalioiden laskeminen elementtimenetelmällä".

Työssä on laadittu elementtimenetelmään perustuva ohjelmapaketti galvaanisten anomalioiden laskemiseen. Virtausstationaarinen potentiaaliprobleema, kun mallit ovat kaksidimensionaalisia ja sijaitsevat pistelähteiden kentässä, Fourier-muunnetaan ja ratkaistaan elementtimenetelmällä. Potentiaaliprobleeman ratkaisusta voidaan laskea haluttu galvaaninen anomalia kuten näennäinen ominaisvastus-, taajuusvaikutus- tai latauspotentiaalianomalia. Tulosten perusteella voidaan todeta, että elementtimenetelmällä saavutetaan riittävä tarkkuus ja hyvät mallintamismahdollisuudet.

Louvo, Arno: "Valurautojen jäähdyttämisen ja grafiittimuodon tutkiminen termisellä analyysillä".

Työssä selvitettiin ympäyksen, Mn/S-suhteen, magnesiumpitoisuuden ja grafiitin muodon vaikutusta termisestä analyysistä saatavaan jäähtymiskäyrään ja sen ensimmäiseen ja toiseen aikaderivaattaikäyrään.

Teoriaosassa käsiteltiin valurautojen jäähdyttämistä, vermikulaarisen valuraudan rakennetta ja valmistusmenetelmiä ja termisen analyysin käyttömahdollisuuksia sulien metallien tutkimisessa.

Kokeellinen osa jaettiin kahteen osaan: termisen analyysin mittaustulosten kehitysohjon ja teoriaosan perusteella laadittuun koehjelmaan, jossa tutkittiin 15 valurautanäytteen grafiittirakenteen ja magnesiumpitoisuuden ja 5 valurautanäytteen (osa ympäytyjä) Mn/S-suhteen vaikutusta jäähtymiskäyrään ja sen derivaattakäyriin. Valetuksessa näytteissä oli edustettuna suomu- ja pallografiittiraita sekä vermikulaarinen valurautaa.

Jäähtymiskäyrät mitattiin tietokonepohjaisella tiedonkeruulaitteistolla. Termojännitettä pystyttiin mittaamaan samanaikaisesti viidestä eri valumuotista. Näytteiden valumuotit valmistettiin kuorimuottihiekasta. Kerätyn tiedon käsittely tapahtui pöytä tietokoneella.

Termisen analyysin käyristä laskettiin 19 eri parametrin arvot. Selviä riippuvuuksia voitiin todeta 12 parametrin arvojen ja grafiitin muodon sekä magnesiumpitoisuuden välillä. Ympäyksen ja Mn/S-suhteen todettiin myös vaikuttavan termisen analyysin käyrien muotoon.

Koetulosten ja kirjallisuuden perusteella termistä analyysiä voi-

daan käyttää valurautojen jäähdyttämistutkimuksissa ja mahdollisesti esimerkiksi laadunvalvonnassa grafiitin palloutumisasteen määrittämiseen.

Luoma, Heikki: "Kobolttipäsuuton matemaattinen malli".

Työn tarkoituksena oli laatia staattinen aine- ja lämpötasemalli kobolttipäsuutolle ja sen ohjelmointi tietokoneelle.

Kirjallisuus tutkimuksessa on käsitelty sulattoivassa pasutuksessa tapahtuvia ilmiöitä ja tarkasteltu matemaattisten mallien käsitteitä.

Staattiset mallit muodostettiin sulfatointi-uunille, kaasulinjalle ja pyörrekerrosjäähdyttimelle ja lisäksi laadittiin malli tuotantomäärien laskemiseksi. Sulfatointi-uunin malli ratkaistiin erilaisilla tulo-lähtöyhdistelmillä.

Uunin lämpötilan todettiin simulointiajojen perusteella olevan rikin rikasteen syötön muutoksille. Ensimmäisen lohkon ilmakerroin laskee suurilla pasutteen syötön ja palautuspölyn määrillä liian pieneksi. Pyörrekerrosjäähdyttimen mallin avulla voidaan parantaa liuosprosessin hallintaa.

Mäkelä, Ulla: "Hehkutusohjelmien vaikutus kylmämuovattavien terästen karbidien palloutumiseen ja mekaanisiin ominaisuuksiin".

Työn tarkoituksena oli hankkia tietoa Ovako Oy-Ab:n Imatran terästehtaan pehmeäsihehkutusohjelmien kehittämiseksi. Työssä määritettiin tutkittuille teräslaaduille faasimuutoslämpötilat, austeniointilämpötilat ja tuotantoon soveltuvat hehkutusohjelmat.

Tutkittujen teräslaatuojen A₁- ja A₃-lämpötilat todettiin oletettua korkeammiksi. Lisäksi havaittiin austeniitin ja ferriitin rajapinnalle muodostuva korkea mangaanipitoisuus, mikä hidastaa austeniitin hajoantumista.

Tutkituista hehkutusmenetelmistä ylikriittiset hehkutukset — jatkuvan jäähtymisen ohjelmat ja isotermit hehkutukset — osoittautuivat käyttökelpoisiksi. Palloutumisasteet ja mekaaniset ominaisuudet olivat hyviä. Alikriittisellä hehkutuksella toivottuun tulokseen ei päästä: hehkutuksen kokonaisaika muodostuu kohtuuttomaksi ja teräksen mekaaniset ominaisuudet tulevat huonoiksi.

Paavola, Pertti: "Kunnallisteknisten tunnelien louhintakustannus selvitys".

Työn päätavoitteena oli kartoittaa tunnelirakentamiseen liittyvät kustannusmuuttujat. Jokaista kustannusmuuttujaa analysoitaessa pyrittiin selvittämään kyseisen muuttujan merkitys louhintatyöhön ja sen kustannuksiin. Erityisesti kiinnitettiin huomiota yksi- ja kaksiperälouhinnan kustannuserojen selvittämiseen.

Kustannusvertailussa päädyttiin siihen, että yksiperälouhinnan kuutiometrikustannukset ovat noin 30 % kaksiperälouhinnan kustannuksia kalliimmat. Kaksiperälouhinnan käyttöä puoltavat lisäksi suuremmat kuukausietenemät ja louhintatyössä esiintyvien häiriöiden pienempi vaikutus kustannuksiin.

Työssä laadittiin lisäksi ehdotus urakkasopimukseen kuuluvien lisätyöiden maksuperusteiksi.

Palmu, Jussi-Pekka: "Paleomagneettinen menetelmä eroosiopin-

nän muinaisen syvyyden määrittämiseksi".

Magneettisesti stabiiliin kivilajiyksikköön tunkeutuneen juonen ympäristöstä määritetään paleomagneettisesti sivukiven muinaisen lämpötila T_{amb}. Jakamalla tämä geotermisellä vertikaaligradientilla $\partial T / \partial z$ saadaan nykyisen kallioinnin syvyys juonen tunkeutumisen aikaan.

Menetelmän testausta varten kerättiin näytteitä profiilinäytteenotona neljältä tutkimusalueelta (Keuruu: 1900 Ma; Kirjala; Norra Betesön: 1600 Ma; Orivesi: 1650 Ma). Näytteet osoittautuivat kuitenkin menetelmän kannalta huonoiksi ja ainoastaan Norra Betesönistä saatiin syvyysarvio 8.9...13.4 km. Tämäkin tulos on ilmeisesti liian suuri, sillä laboratoriokokeet osoittavat, että näytteen remanenssi ei ole menetelmän edellyttämää termoremanenssia. Muille paitsi Oriveden juonelle (magneettisesti epästabiili) saatiin positiivinen kontaktitesti remanenssin suunnille, joka merkitsee sitä, että remanenssi on syntynyt juonen tunkeutumisen aikana eikä remagnetoitumisen yhteydessä.

Keuruun, Kirjalan ja Norra Betesönin diabaasijuonten virtuaaliset paleonavat ovat sopuoinnassa muiden Baltian kilvestä tehtyjen vastaavan ikäisten napamääritysten kanssa. Kirjalan juonesta tehty määrittely korreloi muiden Föglö-Brandö-tyyppisten N-polariteetin juonten kanssa.

Paleointensiteettimääritykset antavat Keuruun juonelle virtuaaliset dipolimomentit $2.5 \pm 0.5 = 10^{22}$ Am² ja $14.8 \pm 0.7 = 10^{22}$ Am² ja Norra Betesönin juonelle $3.6 \pm 0.5 = 10^{22}$ Am². Nämä ovat ensimmäiset Suomen kalliopeirästä tehdyt määritykset. Keuruun alhaisen dipolimomentin tulos vastaa yleismaailmallisia tuloksia. Norra Betesön antaa liian alhaisen arvon, joka todennäköisesti johtuu fysikoke-miallisista muutoksista laboratoriokokeiden aikana.

Saatuja kokemusten perusteella menetelmällä voidaan saada positiivisia tuloksia, jos näytteenotto on riittävän tiheää ja jos voidaan

osoittaa, että transitionäytteen remanenssi on osittaista termoremanenssia eikä kemiallista remanenssia.

Pihlainen, Hannu: "Kaksireikäisen johdinkupariprofiilin kuuma-pursotuksessa esiintyvien ongelmien tutkiminen mallimateriaalitekniikan avulla".

Työssä tutkittiin kaksireikäisen generaattorijohdinputken ensimmäisessä valmistusvaiheessa, kuuma-pursotuksessa, tuurnien tasapainotukseen vaikuttavien tekijöitä mallimateriaalitekniikan avulla. Tasapainotetun pursotuksen menetelmässä profiili mitoitettiin siten, että pursotussuhteet tuurnien keskellä ja sivuilla olivat yhtä suuret. Tasapainotusta ei pystytty tekemään tarkasti, koska materiaalin virtauskulma oli tuntematon, jolloin epätasapaino aiheutti tuurnien aseman vaihtelun pursotuksen kuluessa. Litistysmenetelmän avulla suunniteltiin pursotusmatriisi, jolla pyrittiin jäljittelemään materiaalin luonnollista virtausta. Matriisiin havaittiin ohjaavan materiaalivirtausta kuten kuolleen materiaalin alue suoran matriisin suulla. Profiilin mittojen vakiintuminen edellytti oikein valittua tasapainotusta. Verkkopursotusmenetelmällä määritettiin leveysreduktion avulla materiaalin virtauskulma, ja profiili tasapainotettiin materiaalin todellista virtausta vastaten. Pursotettaessa mitat vakiintuivat laskettuihin arvoihin. Tuurnavälin todettiin vakiintuvan suhteellisesti sitä suurempaan arvoon, mitä pienempi pursotussuhde on.

Prokki, Jaakko: "Suihkuveitsien puhallustekniikan vaikutus sinkkeröksen ominaisuuksiin".

Työssä tutkitaan ohutlevyn kuumasinkityksen suihkuveitsimenetelmää ja jäähmettyneen kerrospaksuuden riippuvuutta nauhan nopeudesta, veitsien käyttöparametreista, päällystemetallista ja pyyhkivän suihkun ominaisuuksista. Käytännössä suoritettujen kokeiden tuloksia verrataan analyttisen mallin mukaisiin ratkaisuihin.

Teoriaosassa tarkastellaan yhdistekerroksen rakenteen, paksuuden ja lopullisen päällysteen paksuuden riippuvuutta tulevan nauhan lämpötilasta, sulan lämpötilasta, kylvyn ja päällysteen alumiini-, lyijy- ja rautapitoisuudesta. Teoriassa tarkastellaan myös rauta- ja alumiinipitoisuuksien vaikutusta kuonanmuodostukseen tavallisilla kuumasinkityslinjoilla. Lisäksi on kehitelty nauhan reunalta ylimääräisen sinkin puhaltavaa menetelmää reunankasvun estämiseksi.

Roos, Johan: "En jämförande undersökning mellan gas-, saltbads- och plasmanitreringsmetoder".

I arbetet jämfördes saltbadsnitrering (Tenifer), nitrokarburering (Nitroc) och traditionella gasnitrering med Klöckners och TKK:s plasmanitreringsprocesser. Nitrering utfördes för konstruktionsstål, varmarbetsstål, seghärtningsstål och gjutjärn. Vid materialprovningarna undersöktes strukturbildningen, härdhetsfördelningen, nötnings- och korrosionsbeständigheten.

Vid undersökning av nötningsbeständigheten konstaterades att en monofas av antingen γ' - eller ϵ -nitrider erbjuder ett bättre nötningsmotstånd än en blandnitridstruktur. För gjutjärn är γ' -nitriden nötningsbeständigare än ϵ -nitriden. Ett tunnare järnnitridskikt erbjuder över lag ett bättre nötningsmotstånd än ett tjockare. Korrosionsundersökningen gav vid handen att det bästa korrosionsmotståndet uppstår för monofas av antingen γ' - eller ϵ -nitrider.

Suortti, Tuija Katriina: "Teräksen Ca-käsittelyn vaikutus mekaaniisiin ominaisuuksiin".

Työn tarkoituksena oli tutkia teräksen Ca-käsittelyn vaikutusta mekaaniisiin ominaisuuksiin, erityisesti iskutiheyttä, veto- ja taiputusominaisuuksiin.

Kirjallisuusosassa tarkasteltiin CaSi-injektion (Rautaruukin TN-käsittely) vaikutusta ko. mekaaniisiin ominaisuuksiin lähtien Ca-käsittelyllä saavutettavasta sulkeumarakenteesta ja tarkastellen sulkeumien muovautuvuutta sekä vaikutusta murtumisessa.

Kokeellisessa osassa verrattiin Ca-käsittelyjen ja käsittelemättömien terästen käyttäytymistä Charpy-V-iskutiheyttä, veto- ja taiputuskokeissa.

Kaikissa kokeissa olivat Ca-käsittellyt teräkset huomattavasti käsittelemättömiä parempia. Teräksen loppurikkipitoisuuden alentaminen yhdessä rikinpoistoaesteen kasvun kanssa edesauttoi hyviin tuloksiin pääsemistä. Lisäksi vaikuttivat teräksen kuonapuhkaus ja sulkeumien modifioitumisaste. Ca-käsittelyllä teräksen kuonapuhkaus parani ja jäljelle jääneet sulkeumat olivat muuttuneet likimain pyöreiksi kalsiumalumiinaatti-CaS-sulkeumiksi. Sulfideja saattoi esiintyä myös yksittäisinä partikkeleina, jotka samoin kuin Ca-alumiinaatit — Ca-injektionin ollessa riittävä — olivat lähes deformaattomia valssauksessa. Mitä pidemmälle sulkeumat olivat modifioituneet, sen paremmat olivat ominaisuudet valssatun levyn eri suuntiin.

Takala, Heljä: "Alkalierto masuunin pehmenemis-sulamisvyöhykkeessä".

Työn tavoitteena oli kehittää laitteisto, jonka avulla voidaan tutkia panoskomponentteja vastaavien erilaisten näytteiden käyttäytymistä

masuunin pehmenemis-sulamis- ja tippumisvyöhykkeen lämpötiloissa 1200—1400°C alkalien läsnä ollessa. Tarkoituksena rakennettiin putkiuuni, joka kestää kaliumia sisältävässä atmosfäärissä ja jossa olosuhteet ovat grafiitin vaikutuksesta pelkistävät. Laitteistolla saatavien tulosten toistettavuus on hyvä, ja ajoparametreja, kuten höyrystyvän kaliumin osapainetta voidaan kontrolloida.

Kokeellisessa osassa tutkittiin kaliumin tunkeutumista koostumukseltaan happamia pellettejä vastaaviin näytteisiin. Kaliumin todettiin kuonaavan kvartsirakeet ja muodostavan västtiin kanssa rauta-alkalilikaattia. Puhtailla kuonakomponenteilla tehdyissä kokeissa todettiin kaliumpitoisuuden kasvavan lineaarisesti ajan mukana SiO_2 -näytteissä ja parabolisen aikariippuvuuden mukaan näytteissä, jotka sisältävät komponentteja CaO ja SiO_2 . Puhtaan SiO_2 :n alkalikapasiteetin todettiin olevan suurempi kuin CaO-SiO₂-seoksen.

Teoriaosassa tarkasteltiin masuunin pehmenemis-sulamisvyöhykkeessä tapahtuvia reaktioita, panoksen pelkistymistä, sulamista ja kuonan muodostumista sekä alkalien osuutta näissä tapahtumissa.

Tiensuu, Iiris Paula Sylvia: "Lastuamisnesteiden ominaisuudet ja merkitys työstössä".

Työssä selvitetään lastuamisnesteiden merkitystä työstössä. Työ jakaantuu kahteen osaan: Ensimmäisessä osassa käsitellään lastuamisnesteitä konepajan kannalta. Lastuamisnesteiden valintaan ja huoltoon liittyviä kysymyksiä on käsitelty kirjallisuuden ja kenttäkokeiden pohjalta. Puhelinhaastatteluiden perusteella (otos 73 konepajaa) on laadittu yhteenveto suomalaisten konepajojen tavasta valita ja huoltaa lastuamisnesteitä. Toisessa osassa selvitetään lastuamisen teoriaa ja lastuamisnesteiden merkitystä työstössä sekä eri voitelumekanismia. Laboratoriokokein on vertailtu erästä synteettistä lastuamisnesteitä kahteen konepajoissa paljon käytettyyn synteettiseen nesteeseen ja öljyemulsioon aust. ruostumattoman teräksen porauksessa sekä tutkittu sen kitkakäyttämistä nauhanvetokokein eri konsentraatioilla ja sen eri komponenteilla.

Vaskikari, Vesa: "Suoratislausyksikön ylimenojärjestelmän inhibiittien testauslaitteen kehittäminen".

Työssä selvitettiin laboratoriomittakaavaan rakennetun inhibiittitestaimen käyttömahdollisuuksia adsorbtio-inhibiittien kvantitatiiviseen ja kvalitatiiviseen vertailuun.

Korroosion kannalta pahin alue on siellä, missä vesi alkaa tiivistyä metallin pinnalle. Teoriaosassa tarkasteltiin tämän, ns. kastepistealueen luonnetta sekä selvitettiin sulfidikorroosion muodostumista ja amiinien rakennetta.

Työn kokeellisessa osassa suoritettiin koeajot muutamilla inhibiitteilla. Visuaalisen tarkastelun sekä mikroskooppitarkastelujen avulla saatiin esille eri inhibiittien väliset erot.

Virtanen, Erkki: "Louhintamäärät Suomessa vv. 1978—1990".

Työn alussa on tutkittu vuosien 1978—1980 louhintamäärät Suomessa ja niiden laadullinen jakautuma. Selvitystyö tehtiin kyselytutkimuksen avulla lähettämällä kaivosyhtiöille ja suurimmille louhintatöitä suorittaville rakennuttajille kyselylomakkeet. Samassa yhteydessä pyydettiin rakennuttajilta arviot heidän louhintamäärästään vuoteen 1985 asti.

Kun 1970-luvun louhintamäärät on saatu tutkituksi, on pyritty löytämään keinoja, joiden avulla pystyttäisiin ennustamaan louhintamäärien kehitys vuoteen 1990 asti.

Työssä on tarkasteltu erikseen kaivoiteollisuuden ja kalliorakentamisen louhintamääriä 1980-luvulla. Lopuksi on annettu ennuste kokonaislouhintamäärästä Suomessa vuosille 1982—1990.

Virtanen, Harri: "Energiadisersiivinen röntgenmikroanalyyssi ilman standardeja".

Työn tarkoituksena on ollut laatia on-line tietokoneohjelma, jolla voidaan laskea pyyhkäisyelektronimikroskooppilla ja siihen liitettyllä energiadisersiivisellä röntgenanalyyttorilla näytteestä mitatusta röntgenspektristä näytteessä olevien aineiden pitoisuudet paino- ja atomiprosentteina käyttämättä apuna standardinäytteitä.

Analyyttorilla saadaan mitatuksi näytteen röntgenspekttri, josta on tunnistettavissa näytteessä olevien aineiden karakteristiset piikit. Piikin pinta-ala, eli aineen röntgenintensiteetti näytteessä, on verrannollinen aineen pitoisuuteen näytteessä. Intensiteetti on kuitenkin riippuvainen muista näytteessä olevista aineista ja niiden konsentraatioista.

Käytetyt laskentamenetelmät pätevät aineille, joiden järjestysluku on välillä 6—92. Työssä tehdyllä ohjelmalla voidaan määrittää yhden aineen pitoisuus stökiometrialla perusteella, mikäli ko. aine on yhdisteeksi sitoutuneena.

TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TIEDOTUKSIA

Vuorimiesyhdistyksellä on arkistossaan seuraavat pohjoismaiset tutkimusraportit:

BVLI:

No	Raportin nimi	julk.vuosi
3	Faste komité for gruvedrift	-66
4/I	Utstyr for måling av prosessdata i oppredningsverk (kappaleet 1—3)	-67
4/II	Utstyr for måling av prosessdata i oppredningsverk (kappaleet 4—9)	-67
6	Bergmekanikk	-67
7	Slitasje i knusere og møller	-68
7/2	Slitasje i knusere og møller, sluttrapport	-80
8	Studentrekrutteringen till NTH's bergavd.	-68
9	Rasjonalisering av ortdrift	-69
10	Skader og skadetilbud	-69
10/1	Skader og skadetilbud, supplement nr. 1	-73
11	Kontroll av rågodskvalitet	-70
12	Regulering av pumper	-72
13	En bergmekanisk undersøkelse ved A/S Rødsand gruber	-70
14	Gyro-teodolitten — den automatiske nordsøkeren	-71
15/1	Stenmaling — maleteknisk oversikt, delrapport nr. 1	-71
16/	Rotasjons- og fullprofilboring, delrapport	-71
18	Elektriske forhold ved norske gruber	-71
18/2	Geofysisk tenning	-76
19	Geofysiske metoder for detaljkartlegging av malmforekomster	-73
19/1	CP oppladet potensial	-71
20	Geologisk kartlegging i grube og dagbrudd	-72
21/1	Bergartenes materialtekniske egenskaper	-72
21/3	Bergartenes materialtekniske egenskaper, sluttrapport	-75
22/1	Prosjekt "Sinkblendeflotasjon", delrapport 1: "Norske sinkblendetyper — kjemisk sammensetning undersøkt med røntgenmikroskop"	-72
22/2	Delrapport 2 "Sammensetning og floterbarhet av sinkblender"	-76
23	Regulering av mating av fast gods	-73
24/1	Prosjekt "Regulering i knuseanlegg", delrapport 1 "Regulering i knuseanlegg — utstyr og metoder"	-72
24/2	Delrapport 2 "Forslag til reguleringsanlegg for Vinterbro Pukkverk A/S"	-72
24/3	Delrapport 3 "Reguleringsanlegg for Vinterbro Pukkverk A/S, Erfaringer, kostnader"	-76
25	Undersøkelsesboring og prøvetaking	-73
26/1	Prosjekt "Utnyttelse av prosessregulering i oppredningsteknikken", delrapport 1 "Modelling and control of ball mill grinding"	-73
27	Radonmålinger i norske gruver	-73
28/I	Kvantitative malmmikroskopiske metoders anvendelse i vurdering av malmer og oppredningsprodukter (Bind I)	-74
28/II	Kvantitative malmmikroskopiske metoders anvendelse i vurdering av malmer og oppredningsprodukter (Bind II)	-74
28/2	En undersøkelse av malmmineralers frimalingsegenskaper (Bind I)	-76
29	Landskapspleie ved gruveanlegg	-74
30/1—2	Prosjekt "Slurrytanker", delrapport 1 "Undersøkelse av segresjon og slamproduksjon i slurrytanker ved A/S Sydvaranger, Kirkenes". Delrapport 2 "Undersøkelse av homogeniseringsprosesser i slamavdelingen ved A/S Norcem, avd. Kjøpsvik"	-75
30/3	Delrapport 3 "Slurrytanker i oppredning"	-76
31/1	"Regulering av flotasjonsprosesser", delrapport 1 "Parameterbestemmelser og simuleringstudier"	-75
33/1	Resirkulering av avgangsvann, delrapport 1 "Kjemiske prosesser i basisk sulfidpulp"	-76
33/2	Delrapport 2 "Data fra sulfidflotasjon"	-79
34/1	Prosjekt "Bergets stabilitet i dagbrudd", delrapport 1 "Ekstensometermålinger"	-76
34/2	Delrapport 2 "Sprengning mot endelig vegge"	-76
35	Grubebranner — mulige årsaker og forholdsregler	-76
36	Støybekjempelse ved bergverk	-76
36/2	Delrapport 2 "Støy og støydempning"	-78
36/3	Delrapport 3 "Hørsevern"	-82

37	Brytningsmetoder	-76
38	Logging av borhull — selvpotensial	-77
39/1	Prosjekt "Prøvetakingstetthet", delrapport 1 "Prøvetaking — Geometriske og statistiske malmberedningsmetoder"	-77
40	Ras i gruber	-77
41	Geokjemi i malmletning	-77
42	Kissøvekspløsjoner	-78
43/1	Prosjekt "Kontroll av bergtak", delrapport 1 "Mekanisert rensk under jord"	-80
44/1	Prosjekt "Prøvetakingstetthet", delrapport 1 "Vurdering av reservanslag for kull og malmer"	-80
45	Geofysikk i malmletning (Bind I)	-80
45	Geofysikk i malmletning (Bind II)	-80
46	VLF i borhull	-79
47/1	Prosjekt "Rensing av gruvevann ved hjelp av oppredningsavgang" delrapport 1 "Gruvevann og avganger — grunnlagsstudium av absorpsjon av metalljoner på avgangsminerale"	-79
47/2	Delrapport 2 "Absorpsjon av Cu- og Zn-joner på svavelkis og magnetkis"	-80
47/3	Delrapport 3 "Rensing av gruvevann — laboratorieforsøk med gruvevann fra Løkken"	-81
49	Industrimineraler fra oppredningsavgang	-80
50	XRF- og neutron-analyseteknikk i malmletning	-80
51	Arbeidsmiljø i oppredningsverk	-81
52/1	Prosjekt "Nyere metoder for planlegging og styring av gruve- og dagbruddsarbeider" delrapport 1 "Gruveplanlegging — noen muligheter for bruk av operasjonsanalytiske metoder"	-81
53	Doseringssystemer for agenser	-81
54	Fotogrammetri under jord	-81
55	Belysning under jord	-82
56/1	Prosjekt "Elektrisk drift under jord", delrapport 1 "Jortingsforhold i gruver og tunnelanlegg"	-82

SVENSKA GRUVFÖRENING (B-sarja)

152	Olika filterdukars egenskaper och användbarhet vid mineralfiltrering	-70
153	Vattenföroreningar från gruvor och anrikningsverk	-71
154	Undersökning av fina partiklar	-71
155	Synpunkter på järnmalmflotation	-71
156	Förbättringsmöjligheter för järnmalmernas våtmekaniska anrikning	-71
157	Föredrag inom ämnesrådet mineralberedning	-72
158	Säkerhet i arbete	-71
159	Nyttosten i Sverige (Industriella mineral och bergarter i Sverige)	-71
160	Djupprospektering — nuvarande metoder, deras räckvidd och utvecklingsmöjligheter samt tänkbara nya tekniker	-72
161	Stabilisering av fyllnadsmaterial vid igensättningsbrytning	-72
162	Automatisering av borrhningsarbete	-72
163	Diamantborrning	-72
164	Hammarborrning av långa, raka hål	-72
165	Mullbildning vid sprängning och behandling av malm under jord	-72
167	Lungcancer hos gruvarbetare i Sverige	-72
168	Arbetskyddsfrågor och lagstiftning berörande projektering av mineralberedningsverk	-72
169	Litteraturstudie angående selektiv flockning	-72
170	Användning av mineralberedningens restprodukter, litteraturstudier	-72
171	Finsiktning	-73
172	Flotation av blyglans ur malmer karakteriserade av en dominerande svavelkismiljö, slutrapport	-73
173	Längdmätning av borrhål	-73
174	Kompressibilitetsundersökning av fyllnadsmaterial vid igensättningsbrytning	-73
175	Temperaturanomalier i berggrunden	-73
176	Metod för bestämning av slitage på kvarninfodringsgummi	-72
177	Laboratorieprov med slående och mejslående nötning	-73
178	Enkät beträffande "Användning av mineralberedningens restprodukter"	-73
179	Användning av flockningsmedel vid igensättningsbrytning	-73
180	Studium av rasförloppet vid skivrasbrytning i fullskala och modell	-73

181	Arbetsplatsmiljö i mineralberedningsverk	-73		rande av djupstrukturer	-77
182	Studie av störningar och arbetarskydd i Kiirunavaara underjordsgruva		234	Miljöpåverkan hos gruvarbetare	-78
183	Illustration av bergmekaniska beräkningar med finita elementprogrammet BEFEM	-73	235	Telekommunikationer under jord	-78
184	Studium och jämförelse av olika inom Norden använda metoder för bergspänningsmätning	-74	236	Kontinuerlig fuktmätning av mineralpartikelsamlingar	-78
187	Sammanfattande synpunkter på omvänd anjonflotation av styckemalm från Stripa	-73	237	Energiförbrukning inom mineraltekniken	-78
188	Sammanställning över hematitliger agglomereringsegenskaper	-73	238	Vätmekaniska anrikningsmetoder "Nyutvecklingar inom sättmaskinsanrikningen"	-78
189	Agglomerering av blodstensliger medelst CoBo-processen	-73	239	Belastningscykel hos dieseldrivna fordon under jord för renare avgaser, delrapporter 1 och 2	-78
190	Kontroll av bergrörelser med långa trådar i borrhål enligt KTH Bergtekniks system	-73	240	Fjärrmanövrering vid maskinlastning	-78
191	Flotationskinetik som grund för processtyrning	-73	241	Skrotavskiljning ur grovstyckigt gods	-78
192	Telekommunikationer under jord	-73	242	Studium över radioaktiva minerals utbredning i svenska gruvor	-78
193	Flotation of low grade and complex sulphide ores	-74	243	Utformning av mineralberedningsverk med hänsyn till arbetsplatsmiljö	-79
194	Grinding of minerals	-74	244	Användning av karbonatmineral i svensk industri	-79
195	Restprodukter hos svenska gruvföreningens medlemsföretag	-74	245	Forskningsstation i gruvbrytning	-79
196	Kostnadsrelationer vid ortdrivning med olika sprängämnen	-74	246	Förstudie av gruvindustrins arbetsmiljö	-79
199	Metoder för kontinuerlig nivåmätning i fickor	-75	247	Framställning av fillermaterial ur svenska mineralfyndigheter	-79
200	Anrikning av industriella minera ur den svenska mineralteknikens restprodukter	-75	248	Föredrag vid 6:e samnordiska mineraltekniska ämneskommittémötet i Stockholm, 1978-10-12	-79
201	Industriell användning av obrända karbonatmineral	-75	249	Magnetiska tolkningsmetoder	-80
202	Svavelemission och vattenvård	-75	250	Från skalet till kärnan — en metod för undersökning av geokemiska dispersionsaureoler	-80
203	Kalkstabilisering	-75	251	Hantering av kladdiga material	-80
204	Skivrasbrytning	-75	252	Stenfall under jord	-81
205	Igensättningsbrytning i Sverige — utvecklingstrender och tillämpning	-75	253	Arbetsstyngd vid reparationer	-82
206	Utredning om inverkan av marktemperaturens årsvariationer på temperaturer i korta borrhål samt vidare utveckling av geotermik som prospekteringshjälp	-76	254	Dieseldrivna hjullastare under jord, GRAMKO:s rekommendation beträffande belastningscykler och emissionskrav	-81
207	Mekaniserad skrotning	-76	255	Systematiska temperaturmätningar på korta djup för utveckling av geotermi som prospekteringshjälp	-82
208	Kvalitetskriterier för grus- och makadammaterial	-76			
210	Övervakning av takstabiliteten i samband med gruvbrytningutveckling av prototyputrustning till driftsmässiga krav	-76			
211	Förekomst och utbredning av asbestmineral i svenska i drift varande gruvor	-76			
212	Utveckling av nukleär metod för tungmineralprospektering i morän — En förstudie	-76			
213	Strålskydd — Leukemi	-76	43	SVENSKA GRUVFÖRENING (C-sarja)	
214	Riktad och avlänkad diamanborrning. Utredning betraktande diamanborrningsteknikens nuläge i Sverige och Sovjetunionen	-76	44	Gruvmekanistdag	-71
215	Framtida borrhåns- och sprängningsteknik i underjordiska gruvor	-76	45	Studier över radioaktiva minerals utbredning i svenska gruvor (138/1970)	-70
216	Inriktning av borrhål	-76	46	Strålskydd	-71
217	Karbonatbergartsförekomster i Sverige	-77		Mekanisering av bergförankringsarbete	-71
218	Kalk i stålindustrien	-77	47	Sammanfattning av utförda laddningsundersökningar av nitroglycerinbaserade- och AN + olja sprängämnen	-71
219	Bindning av mineraldamm i stoftavskiljande syfte (129/1968)	-76	48	Sprängningars påverkan på miljön	-71
219	Utveckling av tekniken för kulrullning av mineralprodukten (139/1970)	-77	49	Sprängning med 100 ms sprängkapslar	-71
220	Egenskaper hos krossningsalstrat kvartsdamm med hänsyn till risken för framkallande av silikos (129/1968)	-77	51	Radon i urangruvor	-71
220	Minerals och bergarters buffring (119/1960)	-77	52	Bestämning av styckefall vid fullskaleförsöket i Grängesberg	-72
221	Eldrifv under jord	-77	53	Sprängningars påverkan på miljön	-72
222	Rasbrytningseminarium i Kiruna	-77	54	Metoder för bestämning av packningsgrad (148/1971)	-72
223	Minerals och bergarters buffring, slutrapport	-77	55	Gleshållsprängning under jord	-72
224	Utveckling av tekniken för kulrullning av mineralprodukter	-77	56	Mineralogisk-kemisk studie av vissa mellansvenska järnmalmstyper	-72
225	Utveckling av flotationsmetoder för utvinning av nickelkoncentrat ur svenska ultrabasiska bergarter	-77	58	Arbetsmiljön vid högmekaniserad borrhning	-73
226	Mineraltekniska förutsättningar för utvinning av magnesit och tillverkning av elfasta material på magnesitbasis i Sverige. Studium av biproduktsförädling av mineralteknisk beredning av svenska nickelhaltiga peridotiter. Utvinning av brucit, magnesit och breunnerit ur svenska peridotiter.	-77	59	Restbrytningmetoder	-73
227	Mekaniserad skrotning	-77	63	Sammanställning av faktorer som påverkar tryckhållfastheten hos cementstabiliserad hydraulfyll	-73
228	Kontinuerlig fuktmätning av mineralpartikelsamlingar	-77	66	Inriktning av borrhål	-75
229	Revegetering av restprodukter	-77	67	Kemisk-fysikaliska förlopp vid dieselavgasrening	-76
230	Lungcancer hos gruvarbetare, 1961—71	-77	69	Spräckning av skut medelst kilning i förborrade hål	-76
231	Vägar och vägunderhåll i gruvor under jord	-77	72	Användning av mineralberedningens restprodukter	-76
232	Fjärrmanövrerad/automatiserad lastning-transport	-77	73	Strålskydd	-76
233	Utnyttjande av gravimetriska anomalier för uppså-	-77	74	Storhålsbrytning under jord	-77
			78	Kontinuerligt brytande maskiner i Carpenbergs gruvor	-77
			79	Sprängningars inverkan på bergmiljön under jord	-77
			80	Fullborrning av horisontala orter och tunnlar	-77
			81	Prov med Mini-Fullfacer. LKAB; Kiruna	-77
			83	Storhålsbrytning under jord	-77
			84	Undersökning av tjockfyll vid nedåtgående igensättningsbrytning i Carpenbergsgruvan, Boliden Metall AB	-77
			85	Riktad- och avlänkad diamanborrning	-77
				Gruvbrytning med isfyllning	-80

MinFo:

Projekt nr 6 "Flotationsreagensfunktion vid processvattencirkulation", Delrapport "Driftförsök vid Faluwerkens anrikningsverk" -81
 Meddelanden från MinFo Nr 1 "Processstyrning inom Mineraltekniken" -81
 Meddelanden från MinFo Nr 2 "Processvattencirkulation" Del 1 -81
 Meddelanden från MinFo Nr 3 Reichertkonens egenskaper vid anrikning av finkorniga material -81

Högskolan i Luleå:

Fjärrlastnings bergberoende — litteraturstudie, delrapport -78
 Fjärrlastnings bergberoende, slutrapport -79
 Förenklad belastningscykel för dieseldrivna fordon under jord, slutrapport -80
 Skutspräckning — alternativ till borring och sprängning -80
 Temadag "Elanvändning under jord" -81

BeFo:

Bergmekanikdag 1981 -81
 Ramprogram för bergteknisk forskning 1981—83 -81
 Blockfyllda bergrum för värmelagring, av Ingvar Bognadoff, BeFo och Chalmers tekniska högskola -81
 Eldrift under jord, av Tomas Westin, BeFo och Högskolan i Luleå -81
 Näslidenprojektet, Manual, FEM-analyser av bergmekaniska problem -81
 Näslidenprojektet, FEM-metodikens användning i praktisk bergmekanik -81
 Bergmekaniska mätsystem av Håkan Stille, Lars Olsson och Per Delin -81

Sekalaiset

Kihlstedt: "Mineralteknisk arbetsplatsmiljö och verksutformning" -72
 Kihlstedt & Forsberg: "Jämförande studier av olika malningssystem" -72
 Mineralberedningsdagarna i Skellefteå 1970: -70
 — Björn Hagtorn: "Utveckling av krossar och krossningsmetoder"
 — Bengt Fagerberg: "Malningspraxis vid malmbehandling"
 — P.H. Fahlström: "Utveckling av sulfidmalmsflotationens processteknik"
 F. Hughes and J. Paquin: "Sprayed concrete for mines — a new aid to greater productivity" -70
 A.W. Jenice and J.R. Johanson: "Review of the principles of flow of bulk solids" -69
 John C. Hawkins: "Advanced control concepts for mineral dryers" ----
 W.H. Reck and P. Kind: "New concepts in a large scale flotation machine" -70
 H. Colijn and P. Hanson: "Practical Applications — Hopper & Bin Design" ----
 Erik Ryd: "Slitageproblem i gruvor" -69
 Erland Grip: "Malmletning med hjälp av geologiska strukturer" (STU 32/75) -75
 Erland Grip: "Djupprospektering — nuvarande metoder, deras räckvidd och utvecklingsmöjligheten samt tänkbara nya tekniker" -72

Tutkimusraportteja voi lainata VMY:n tutkimusvaltuuskunnan sihteeriltä. Raporteista on toimitettu kopiot myös TV:n jäsenyryyksille.



VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN

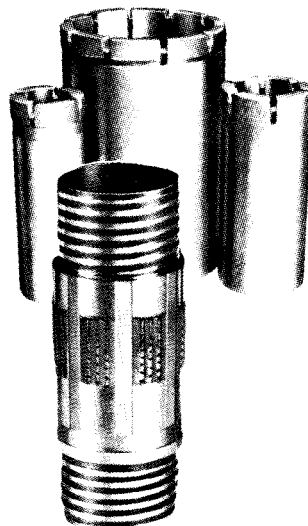
*toivottaa kaikille
lukijoilleen ja
ilmoittajilleen
Rauhallista Joulua
ja
Hyvää Uutta Vuotta*

VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN

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



**LEVANTO
TIMANTTIKAIRAUSTERÄT**



Suomalaisia timanttiteriä suomalaisiin kiviin jo vuodesta 1937.

Valmistus ja myynti:



LEVANTO OY

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

TILASTOTIETOJA

vuoriteollisuudesta v. 1981

Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu tn	Malmia tai hyötökiveä tn	Kaivostyöntekijöitä v. 1981 aikana			Kaivoksessa suoritet- tuja työ- tunteja	
						avo- lou- hos	maan- alla	yht.		
Malmi-kaivokset										
1. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	2 360 140	631 570	50	—	50	94 480	
2. Hitura	Nivala	Ni, Cu	—, —	2 073 188	389 166	36	2	38	63 287	
3. Mustavaara	Taivaalkoski	V	Rautaruukki Oy	1 851 520	1 584 120	30	—	30	55 740	
4. Otanmäki	Vuolijoki	V, Fe, TiO ₂	—, —	1 358 600	1 313 600	—	155	155	268 176	
5. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	Outokumpu Oy	1 044 383	956 685	—	154	154	265 708	
6. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	—, —	974 962	853 372	—	179	179	305 923	
7. Rautuvaara	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	943 943	943 943	—	87	87	167 470	
8. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	Outokumpu Oy	523 434	471 035	—	102	102	173 631	
9. Hammaslahti	Pyhäselkä	Cu	—, —	477 770	406 100	—	83	83	141 349	
10. Vuonos	Outokumpu	Cu, Zn, Co	—, —	467 430	453 633	—	117	117	199 088	
11. Keretti	Outokumpu	Cu, Zn, Co, S	—, —	447 683	386 412	—	171	171	291 560	
12. Vammala	Vammala	Ni, Cu	—, —	430 018	323 938	—	49	49	84 416	
13. Luikonlahti	Kaavi	Cu, Zn, Co, S	Myllykoski Oy	426 781	394 355	—	51	51	87 167	
14. Kuervaara ja Laurinoja	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	382 437	275 435	9	—	9	17 160	
15. Virtasalmi	Virtasalmi	Cu	Outokumpu Oy	305 295	295 548	—	23	23	34 744	
Malmikaivokset 15 kpl				yht.	14 067 584	9 678 912	125	1 173	1 298	2 249 899
Kalkkikivi-kaivokset										
1. Parainen	Parainen	klk	Oy Partek Ab	1 789 422	1 572 955	22	5	27	51 840	
2. Tytyri	Lohja	klk	Oy Lohja Ab	864 370	864 370	—	58	58	98 392	
3. Ihalainen	Lappeenr.	klk, wol	Oy Partek Ab	845 787	845 787	19	—	19	35 531	
4. Mustio	Karjaa	klk	Oy Lohja Ab	499 299	347 488	10	—	10	18 139	
5. Äkäsjoen- suu	Kolari	klk	Oy Partek Ab	264 900	264 900	6	—	6	10 000	
6. Ruokojärvi	Kerimäki	klk, dol	Ruskealan Marmorioy	246 547	234 650	2	23	25	42 790	
7. Kalkkimaa	Tornio	dol, kv	Rauma-Repola Oy	183 500	183 500	4	—	4	7 769	
8. Förby	Särkisalo	klk	K. Forsström Oy	158 391	130 991	—	34	34	64 016	
9. Siikainen	Siikainen	dol	Oy Partek Ab	143 414	112 815	3	—	3	3 660	
10. Ryytimaa	Vimpeli	dol	—, —	103 270	90 416	3	—	3	4 444	
11. Sipoo	Sipoo	klk, dol	Oy Lohja Ab	98 742	98 742	—	10	10	17 200	
12. Ankele	Virtasalmi	dol	Oy Partek Ab	61 386	58 089	3	—	3	4 930	
13. Louepalo	Tervola	dol	Lapin Marmorioy	12 380	1 630	3	—	3	5 183	
14. Juuka	Juuka	dol	Juuan Dol. kalkki Oy	6 700	6 300	1	—	1	1 280	
Kalkkikivikaivokset 14 kpl				yht.	5 278 108	4 812 633	76	130	206	365 174
Mineraali-kaivokset										
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, Klk	Kemira Oy	2 864 000	2 402 000	28	—	28	52 865	
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Yht. Paperitehtaat Oy	1 239 894	338 348	20	—	20	37 040	
3. Vasarakangas	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Lohja Ab	444 126	176 104	3	—	3	6 034	
4. Kinahmi	Nilsjä	Kv	—, —	284 404	262 278	4	—	4	8 000	
5. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	—, —	173 850	155 350	5	—	5	9 393	
6. Horsmanaho*)	Polvijärvi	Tlk, Ni	—, —	92 812	75 463	—	—	—	—	
7. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Malmikaivos Oy	88 146	58 479	3	—	3	6 030	
8. Haapaluoma	Peräs-joki	Ms	Oy Lohja Ab	18 516	18 516	—	—	—	460	
9. Tikanmaa	Tervola	Kv	—, —	7 500	7 500	1	—	1	550	
10. Hiekkämäki	Nilsjä	Kv	—, —	7 478	7 478	—	—	—	120	
Mineraalikaivokset 10 kpl				yht.	5 220 726	3 501 516	64	—	64	120 492
Muut kaivokset; vuorivillan- ja sementinvalmistuksen kiviaineksia										
1. Sallittu	Suomusjärvi	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	43 000	43 000	—	—	—	1 488	
2. Usmi	Hyvinkää	Al, Fe	—, —	42 000	42 000	—	—	—	1 340	
3. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	—, —	37 486	37 486	—	—	—	1 160	
4. Ybbernas	Parainen	Al, Fe, Mg	—, —	33 800	33 800	—	—	—	760	
5. Mikonvaara	Parikkala	Al, Fe	—, —	26 200	26 200	—	—	—	3 174	
6. Kuurmanpohja	Joutseno	Al, Fe	—, —	18 800	18 800	—	—	—	3 264	
7. Mustamäki	Lemi	Al, Fe	—, —	14 022	14 022	—	—	—	1 946	
8. Mantovaara	Sodankylä	Al	—, —	6 400	6 400	—	—	—	1 500	
Muut kaivokset 8 kpl				yht.	221 708	221 708	8	—	8	14 632
Kaikki kaivokset 47 kpl				yht.	24 788 126	18 214 769	273	1 303	1 576	2 750 197

*) tutkimusvaiheessa

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1979	1980	1981	Keskipitoisuus v. 1981
Rikasteet tonnia				
Rautarikasteita yhteensä	1 144 065	1 172 176	1 230 511	64,1
— rautarikaste ja pelletit	773 878	810 006	871 260	65,3
— pasute, purppuramalmi (Kokkola ja Siilinjärvi)	370 187	362 170	359 251	61,2
Kromirikaste, palamalmi ja valu- hiekkä (Cr ₂ O ₃ %) 40 %, 28,4 %, 47,1 %	434 693	340 952	412 312	
Rikkirikaste	341 967	321 797	403 352	45,8
Kuparirikaste	175 767	156 432	164 695	23,4
Ilmeniittirikaste (TiO ₂ %)	119 700	159 000	161 500	45,1
Kobolttirikaste	147 893	143 807	136 061	0,76
Sinkkirikaste	109 571	116 633	108 428	49,6
Nikkelirikaste	87 540	100 471	90 311	7,6
Lyijyrikaste	2 922	2 696	3 623	43,6
Metallit ja metallurgisia tuotteita tonnia				
Raakarauta (malmeista)	2 037 890	2 019 158	1 965 270	
Raakateräs (romusta)	340 934	319 979	367 657	
Sinkki	147 064	146 719	139 835	
Jaloteräs (aihiot)	81 669	93 225	87 209	
Ferrokromi	49 116	52 670	51 623	
Katodikupari	43 027	40 542	33 796	
Katodinikkeli	11 460	12 807	13 310	
Vanadiinipentoksidi	4 941	5 076	5 557	
Koboltti	1 162	1 151	1 229	
Kadmium	590	581	621	
Molybdeeni	104	114	165	
Elohopea kg	46 467	74 819	67 190	
Hopea kg	31 966	44 465	37 805	
Seleeni kg	17 541	17 250	19 422	
Kulta kg	881	1 301	992	
Palladium kg	29	21	62	
Platina kg	19	7	50	
Mineraalit tonnia				
Kalkkikivi yhteensä	3 875 688	4 311 921	3 819 300	
Kalkkikiven käyttö:				
— sementin valmistus	2 339 487	2 534 331	2 416 092	
— maanparannuskalkki	801 999	1 035 871	630 590	
— kalkinpoltto	439 105	392 227	382 903	
— rcuheet, tekn.hienojauheet ym.	214 691	262 032	315 009	
— sulfiitti- ja metallurginen kivi	80 406	81 728	74 706	
Talkki	267 180	317 901	307 915	
Kvartsi	216 798	236 974	255 169	
Apatiitti	2 688	137 950	200 927	
Vuorivillakivi	103 639	140 900	140 500	
Maasälpä	67 928	74 089	63 066	
Sementinvalmistuksen lisäkiveä	25 928	21 374	20 400	
Wollastoniitti	10 576	8 782	13 690	
Sementti tonnia	1 749 103	1 792 520	1 787 079	

BOART SUOMESSA



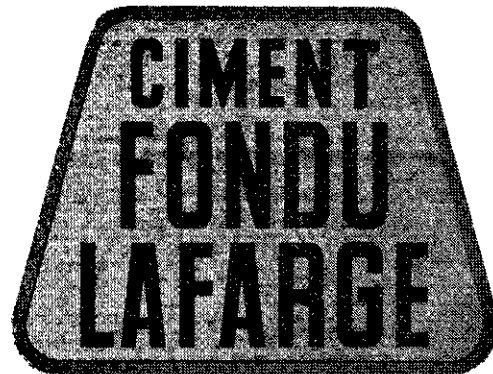
Boart Oy

Sepänkatu 4 70100 Kuopio 10
puhelin 971-125 252

CIMENT-FONDU-LAFARGE
-aluminaattisementtiä

ALAG - runkoainetta

SECAR - erikoisementtiä
(kestää n. + 1800°C)



Oy VITRIFER Ab

Postiosoite PL 116
00121 Helsinki 12
Puh. vaihde (90) 661 788
Telex 121120 Wibex

RAKENNUTTAJA SUUNNITTELIJA

NÄETKÖ TÄSSÄ SEN KALLIOTILAN KUVAN, JOKA VASTAA
OSTAMAASI TAI SUUNNITTELEMAASI TILAA. PARHAASEEN
TULOKSEEN, PIENIMMIN LUJITUSKUSTANNUKSIIN, PÄÄSTÄÄN
KÄYTTÄMÄLLÄ VAROVAISEN LOUHINNAN TEKNIIKKAA JA
TARKKUUSLOUHINTA RAJAHDYSAINEITA.

A-PUTKIPANOKSET

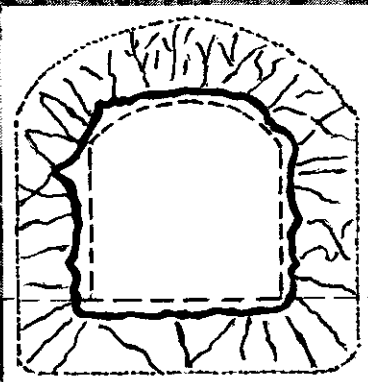
A — 22 × 1000
A — 25 × 1000
A — 32 × 1000

F-PUTKIPANOKSET

F — 11 × 460
F — 17 × 460

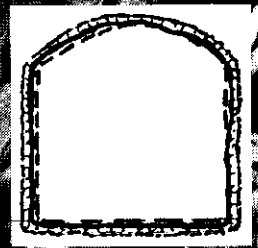
K-PUTKIPANOKSET

K — 11 × 460
K — 17 × 460
KK — 17 × 460



OY FORCIT AB

HANKO
PUH. 911-86581





Syväkairaus-, iskuporaus-, moreenin- ja maanäytteenottotarvikkeita v:sta 1936

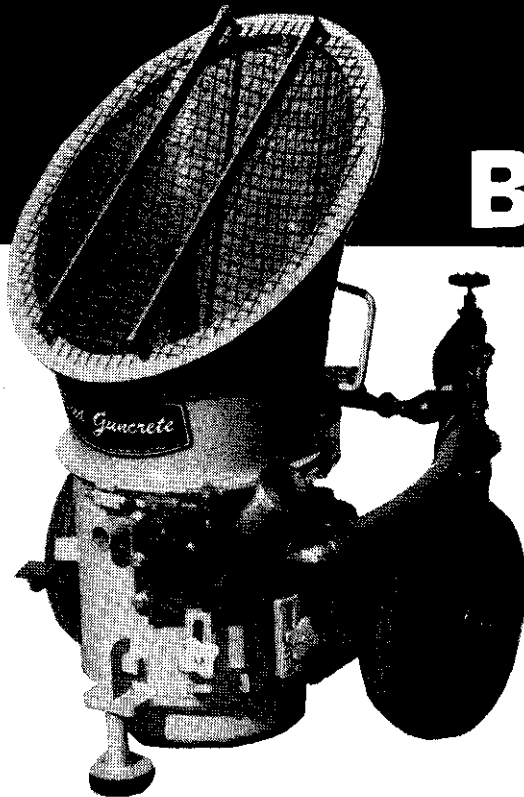
HELAKE OY

Juvan teollisuuskatu 18
02920 Espoo 92
Puh. 90-840 044

MINING AND METALLURGY

EKONO OY

P.O.Box 27, SF-00131 Helsinki 13, Finland
Tel.: 358-0-46911 Telex: 124822 ekono sf
Subsidiaries and affiliations: USA, Canada,
Austria, Spain, Switzerland



REED BETONIRUISKU

Reed-ruisku tarjoaa kahdeksan kovaa etua:

- luotettava kokonaisuus
- pienikokoinen, kevyt, helposti siirrettävä
- paineilma- tai sähkökäyttöinen
- sopii ruiskubetonimassan kuiva- ja märkä-ruiskutukseen sekä kuitumaisten aineiden ruiskutukseen
- tasainen, jatkuva materiaalivirta
- pienet pääomakustannukset
- matalat käyttökustannukset
- soveltuu mitä erilaisimpiin työkohteisiin

Yhä useampi on valinnut Reed-ruiskun tuottavaan työhön.

**REED - MARKKINOIDEN
MONIPUOLISIN RUISKU**



PL 158, 33101 Tampere 10, puh. 931-653 311

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n tutkimus- ja julkaisut

Tutkimus- ja julkaisut: sarja A

	hinta
A 1 "Kulutusta kestävä materiaali"	loppunut
A 2 "Malmiteknilinen näytteenotto"	"
A 3 "Jatkotankoporaus"	"
A 4 "Öljypolttimet"	"
A 5 "Maakairaus ja pliktaus"	"
A 6 "Putket ja rännit"	20,—
A 7 "Jatkotankoporaussovellus louhintaan"	20,—
A 8 "Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	20,—
A 9 "Rikastamoiden jättealuiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—
A 10 "Kuulurakenteet"	20,—
A 10b "Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	loppunut
A 11 "Raakkulaimennus"	20,—
A 12 "Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinä- ja kalliokorkeus-	56,—
A 12b "Puurakennusliite n:o 12:een"	loppunut
A 13 "Vedenpoisto kaivoksista"	"
A 14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkaivauksessa" (uusi kopio)	30,—
A 15 "Näytteenotto geokemiallisissa malminetsinnässä"	20,—
A 15b "Kuvalliset n:o 15:een"	loppunut
A 16 "Jauheiden kuivatus"	20,—
A 17 "Pölyn talteenotto"	20,—
A 18 "Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—
A 19 "Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys	20,—
A 20 "Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 21 "Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet"	loppunut
A 22 "Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24 "Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—
A 25 "Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset"	20,—
A 27 "Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—
A 28 "Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	20,—
A 29 "Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa"	50,—
A 31 "Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa: Selvitys normi- ja toimenpideehdotuksineen"	loppunut
A 32 "Seulonta"	40,—
A 33 "Louhintaurakkasopimuksen laatimisohejeet"	20,—
"Louhintaurakkasopimuskaavake"	2,—
A 34 "Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—
A 36 "Pakokaasukomitea — selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä"	20,—
A 36b "Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39 "ATK-menettelyjen käyttö kallioperäkartoituksissa"	25,—
A 40 "Kaivosten jättealueet ja ympäristönsuojelu"	45,—
A 42 "Kaivosten työympäristö"	50,—
A 44 "Geologinen näytteenotto"	50,—
A 47 "Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 48 "Kaivosten jättealuiden saattaminen uudelleen kasvullisuuden peittämiseksi"	50,—
A 50 "Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52 "Suunnattu kairaus"	50,—
A 53 "Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54 "Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 55 "Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,—
A 56 "Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—
A 57 "Palontorjunta kaivoksissa"	50,—
A 58 "Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—
A 59 "Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—
A 60 "Holvautumien purkumenetelmät"	50,—
A 61/I "Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—

A 62 "Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiyhdistyksistä"	30,—
A 63 "Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64 "Suomessa tehdyt kallion jännitystilamittaukset"	50,—
A 65 "Kiintoaineen ja veden erotus"	50,—

Koulutus- ja seminaarimonistukset, kalliomekaniikan päivien esitelmämonistukset sekä muut julkaisut: sarja B

	hinta
B 1 "Kalliomekaniikan päivät 1967"	35,—
B 2 "Kalliomekaniikan päivät 1968"	40,—
B 3 "Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—
B 4 "Kalliomekaniikan päivät 1970"	40,—
B 5 "Kalliomekaniikan päivät 1971"	40,—
B 6 "Kalliomekaniikan päivät 1972"	45,—
B 7 "Kalliomekaniikan päivät 1973"	50,—
B 8 "Kalliomekaniikan päivät 1974"	50,—
B 9 "Kalliomekaniikan päivät 1976"	50,—
B 10 "Kalliomekaniikan päivät 1977"	50,—
B 11 "Kalliomekaniikan päivät 1978"	50,—
B 12 "Kalliomekaniikan sanasto"	10,—
B 13 "Kaivosmiehen käsikirja"	loppunut
B 14 "Kaivossanasto"	8,—
B 15 "Räjätysopas 1978"	8,—
B 16 INSKO 106—73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
B 17 INSKO 49—74 "Skänkmetallurgi-Senkkametallurgia"	45,—
B 18 INSKO 90—74 "Investoinnit ja käyttölaskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
B 19 INSKO 45—75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
B 20 VMY "Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
B 21 VMY "Rikastuskemikaalien käsittely-, mittaus- ja annostelumenetelmät"	30,—
B 22 VMY "Kulutusta kestävä materiaali"	40,—
B 23 VMY "Laatokan-Perämeren malmivyoikeus"	40,—
B 24 VMY "Malminkäsittelylaitosten käyttöasteen ja kunnossapidon optimointi"	30,—
B 25 VMY "Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa"	50,—
B 25b "Waste rock dilution and its economic significance in mining"	50,—
B 26 VMY "Pientunnelisymposium"	70,—
B 27 VMY "Uraaniraaka-ainesymposium"	50,—
B 28 VMY "Tuuletussymposium"	50,—
B 29 VMY "Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,—
B 30 VMY "Teollisuusmineraalisenäri"	50,—
B 31 VMY "Kaivosten työsuojelu"	50,—
B 32 "Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisseminaari"	50,—
Vuorimieskillan laulukirja "Taskumatti"	10,—
VMY:n solmio, värit: sininen ja viininpunainen	loppunut
Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti vuosikerta Suomessa	50,—
vuosikerta ulkomailta	60,—
Eero Mäkinen -mitali	200,—
Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempien numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2:50/numero.	
Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta DI Pekka Sundqvistilta mieluummin kirjallisesti osoitteella:	
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.	
Rautaruukki Oy	
PL 217	
90101 Oulu 10	
tai puh. 981-327 711	

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy AIRAM Ab, KOMETA
- Oy ALGOL Ab
- BOART Oy
- EKONO Oy
- ENSO-GUTZEIT Oy, Konepajaryhmä
- Oy FORCIT Ab
- Oy FÖRBY Ab
- HELAKE Oy
- KEMIRA Oy
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaot
- Oy KOCKUMS INDUSTRI Ab
- LAROX Oy
- LEVANTO Oy
- Oy LOHJA Ab
- MYLLYKOSKI Oy, Luikonlahden kaivos
- NELES Oy, Lokomon tehtaot
- ORION-YHTYMÄ Oy, NORMET
- OUTOKUMPU Oy, Teknillinen vienti
- OVAKO Oy·Ab
- PERUSYHTYMÄ Oy ARA
- RAUTARUUKKI Oy, Malminetsintä
- ROTATOR Oy
- Oy SICA Ab
- Oy SKEGA Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Oy ATLAS COPCO Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Vuorikoneet
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK DRILLS
- WIHURI Oy, WITRAKTOR
- Oy VITRIFER Ab

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

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

Käsikirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkiä 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuusuilteineen** 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 muo-

toon, mahdollisuuksien mukaan välttämällä ala- ja yläindeksien, erikokoisten merkkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä SI-yksiköitä.

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

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

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

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.

TÄYSI HYÖTY.

Mauseri Oy



Vuoriteollisuuden tuotteiden jalostaminen vaatii monipuolisia, teknisesti viimeistelyjä taloudellisesti toimivia laitteita. Vain siten on saatavissa täysi hyöty.

Rauma-Repolan Lokomo-teollisuuteen kuuluva Neles Oy Lokomon tehtaat valmistaa leukamurskaimia, karamurskaimia, kartiomurskaimia, seuloja ja syöttimiä sekä täydellisiä siirrettäviä ja kiinteitä murskauslaitoksia.

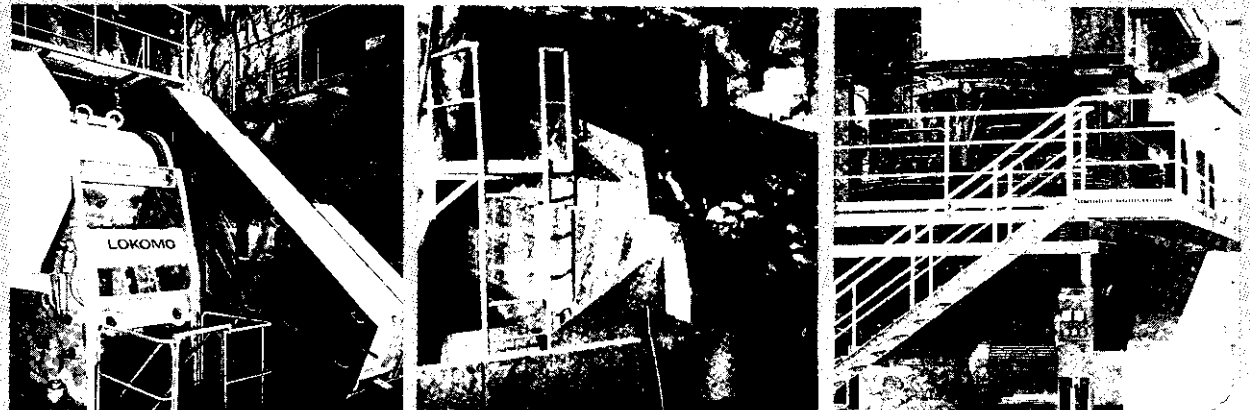
Soittakaa tai kirjoittakaa – se on ensimmäinen askel taloudellisiin tuotantoratkaisuihin.

NELES OY **Lokomon tehtaat**

PL 306, 33101 TAMPERE 10

Puh. (931) 33 100

Telex 22133 rrllok sf





*Through the rock.
Läpi harmaankin kiven.*

*Käivoksilla ympäri maailman
kuten urakointiyömaillakin
on yksi yhteinen tekijä:
Tamrockin täyshydrauliset
kallionporauslaitteet.
Poraamme tropiikin helteissä
ja arktisissa pakkasissa.
Grönlannista Tulimaahan.
Tamrock.*

TAMROCK

SF 33310 TAMPERE 31 PUH. 931-431 411

Tutkimuspalvelua asiantuntemuksella

Kallionäytekairausta
Porakonekairausta
Geofysiikan mittauksia
Geologista konsultointia



MYLLYKOSKI OY

Geologinen tutkimuspalvelu
73670 LUIKONLAHTI
puh. (971) 671 701
telex 42-169 mylui sf

karbonaatti- viiden edun pigmentti!

FINNCARB

karbonaattijauhe

HYDROCARB

karbonaattiliete

OY FÖRBY AB

Tehdas:

25640 FÖRBY
Puh. 924-824 481
Telex 6813 KFAB

Myyntikonttori:

P. Hesperiankatu 7
00260 HELSINKI 26
Puh. 90-441 778,
telex 125271 FÖRBY

1. kotimainen
2. taloudellinen
3. valkoisuusaste 95
4. paremmat painatusominaisuudet
5. parempi opasiteetti



Rajaa riskit ennen kuin räjähtää!

Muun kuin sähköisen sytytysjärjestelmän käyttö räjäytyksissä on usein suotavaa. NONEL-GT on sähkötön sytytysjärjestelmä, joka eliminoi räjäytyskentällä syntyvät sähköiset vaaratekijät. NONEL-GT:tä voidaan käyttää radio/telemastojen ja voimajohtojen läheisyydessä, ukonilmalla ja ilman turvaetäisyyksiä. NONEL-GT menetelmä on yksinkertainen ja helppo käyttää. Toimintavarmuus on sama kuin sähkösytytystä käytettäessä.



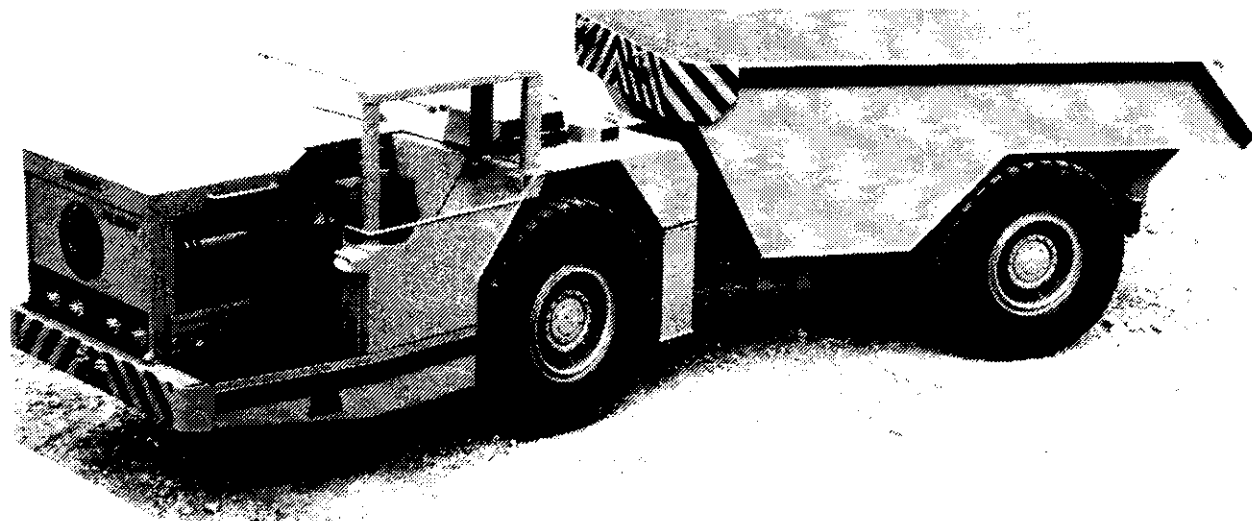
Kysy NONEL-GT:tä kauppialtasi tai suoraan tehtaaltamme Vihtavuoresta. Vihtavuori on maamme monipuolisin räjähdysaineita tuottava laitos. Valmistamme itse sekä tuomme maahan tuotteita, joiden teho ja varmuus on huippuluokkaa.

KEMIRA OY
Vihtavuoren tehtaat
41330 Vihtavuori,
puh 941-771122
telex 28226 kevih

 **KEMIRA**

 VUOTTA
TYÖTÄ
IHMISEN
HYVÄKSI

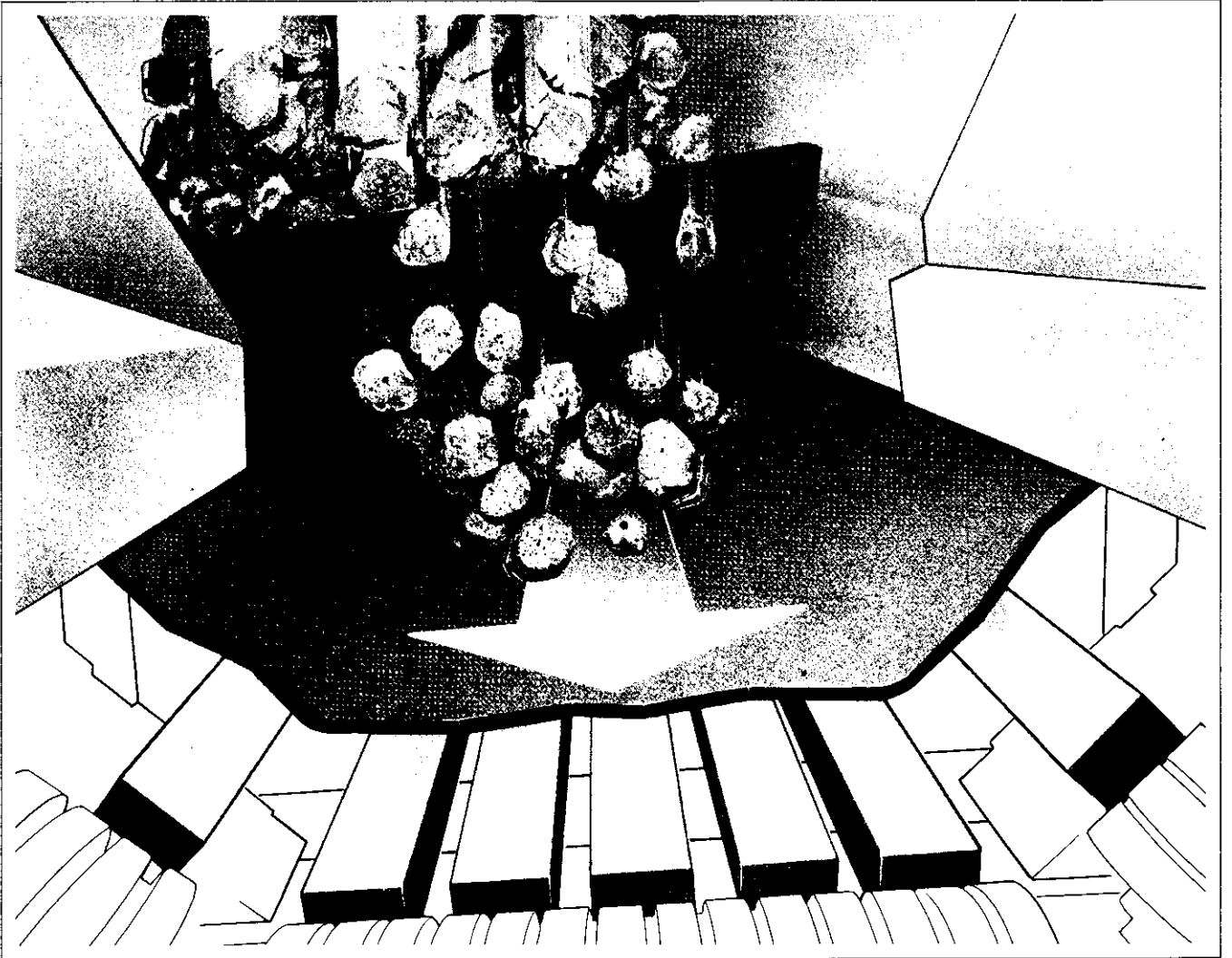
LUOVAA KONETUOTANTOA



normet


ORION-YHTYMÄ OY
normet
74510 Peltosaari, Finland
puhelin — telefon 977-22241
telex 4418 farmi sf

SKEGA Low-Fric Iskusuoja syöttöpaikkoihin



Uusi tuote, jolla on laaja käyttöalue mm erilaisissa säiliöissä, malmivaunuissa, kuljetinränneissä ja kuljetinhihnojen syöttöpaikoissa estämään tukkeutuminen ja kiinnitarttuminen. Tässä tuotteessa on yhdistetty vähäkitkainen polyeteeni ja iskuja vaimentava kumi.

Kuvan esittämässä kuljetinhihnan syöttöpaikassa ovat SKEGA Low-Fric palkit eliminoineet aikaisemmin käytettyjen rullaiskunvaimentimien aiheuttamat ongelmat.

SKEGA — askeleen edellä kumiteknologiassa ja suunnittelussa.

OY SKEGA AB

Tulliportinkatu 25 70100 KUOPIO 10
971-123111, telex 42-157 skega sf

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 niveytyy oman Herttoniemen konepajamme nosturit tuotanto, suomalaisella ammattitaidolla.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessiteknikan alueille. Miellessanne 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 valinnanvaraa:

- kaivoshissit
- hihnakujujettimet
- nosturit
- koneistot pasutukseen
- koneistot malmien sintraukseen
- koneistot sinterin jäähdyttämiseen
- tyhjiökuivausrummut
- uraanimalmin kasittelykoneistot
- tulenkestävät keraamiset aineet uunien vuoraukseen
- sähkösuodattimet

Maasälpä

Kvartsi

Talkki

Liuskesirote

Teollisuushienokalkki

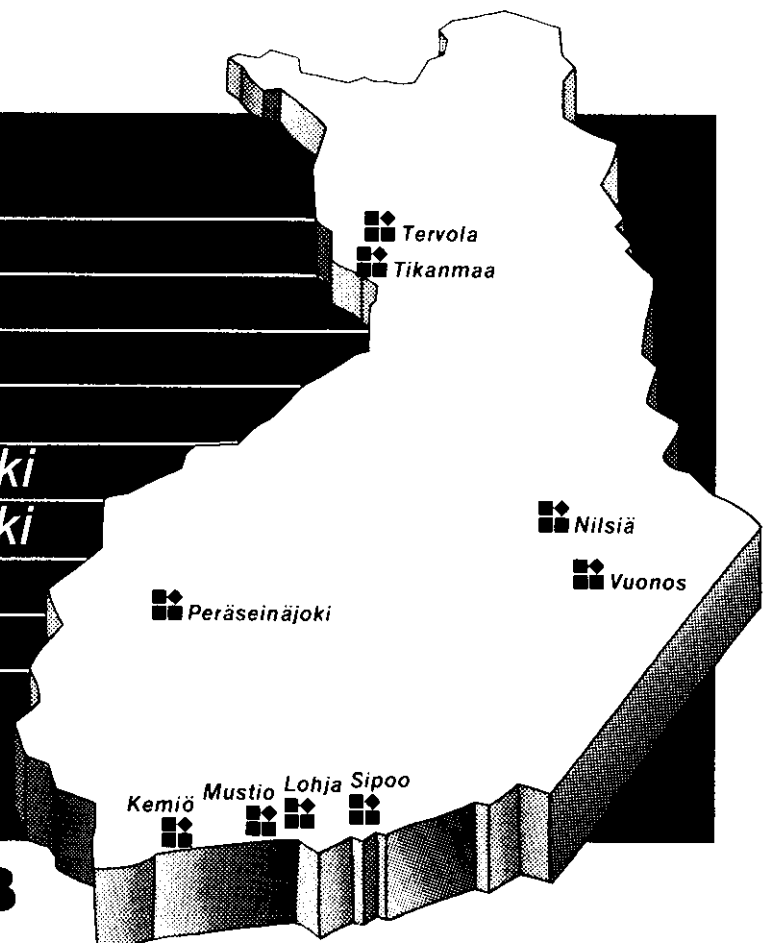
Rakennushienokalkki

Poltettu kalkki

Kalkkifilleri



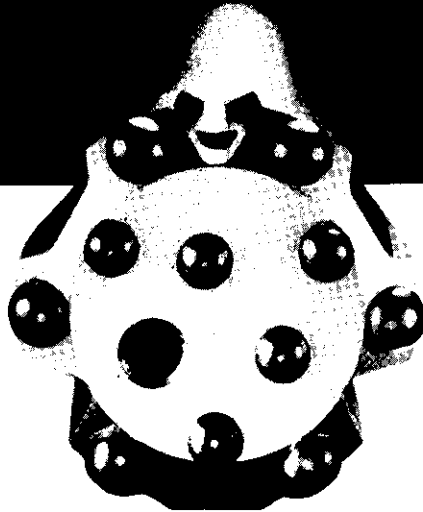
OY LOHJA AB



Sandvik Coromantin uudet porakruunut

Uudet Sandvik Coromant nastakruunut ovat tehokkaan ja intensiivisen v. 1972 aloitetun tuotekehityksen tulos.

Nastojen sijoitusta on tehostettu, reunanastojen kokoa suurennettu ja kruunun muotoa parannettu. Uusi Sandvik Coromant nastakruunu on kestävä,



palakruunua purevampi, myös kovassa kivessä. Sandvik Coromant nastakruunujen ansiosta kokopengerporausprosessi voidaan suorittaa entistä taloudellisemmin; poraus on nopeampaa, kruunujen hoito vähäisempää ja hionta helpompaa.

TALLBERG
ATLAS COPCO

Vattuniemenkatu 2, 00210 Helsinki 21,
puh. 90-670112

Kokkola puh. 968-17255

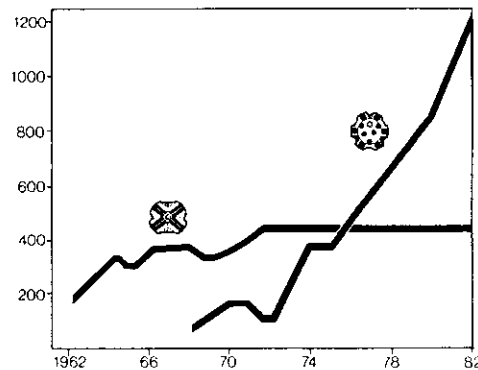
Kuopio puh. 971-122411

Tampere puh. 931-633622

Turku puh. 921-373777

Lappeenranta puh. 953-88071

Porausmetrit

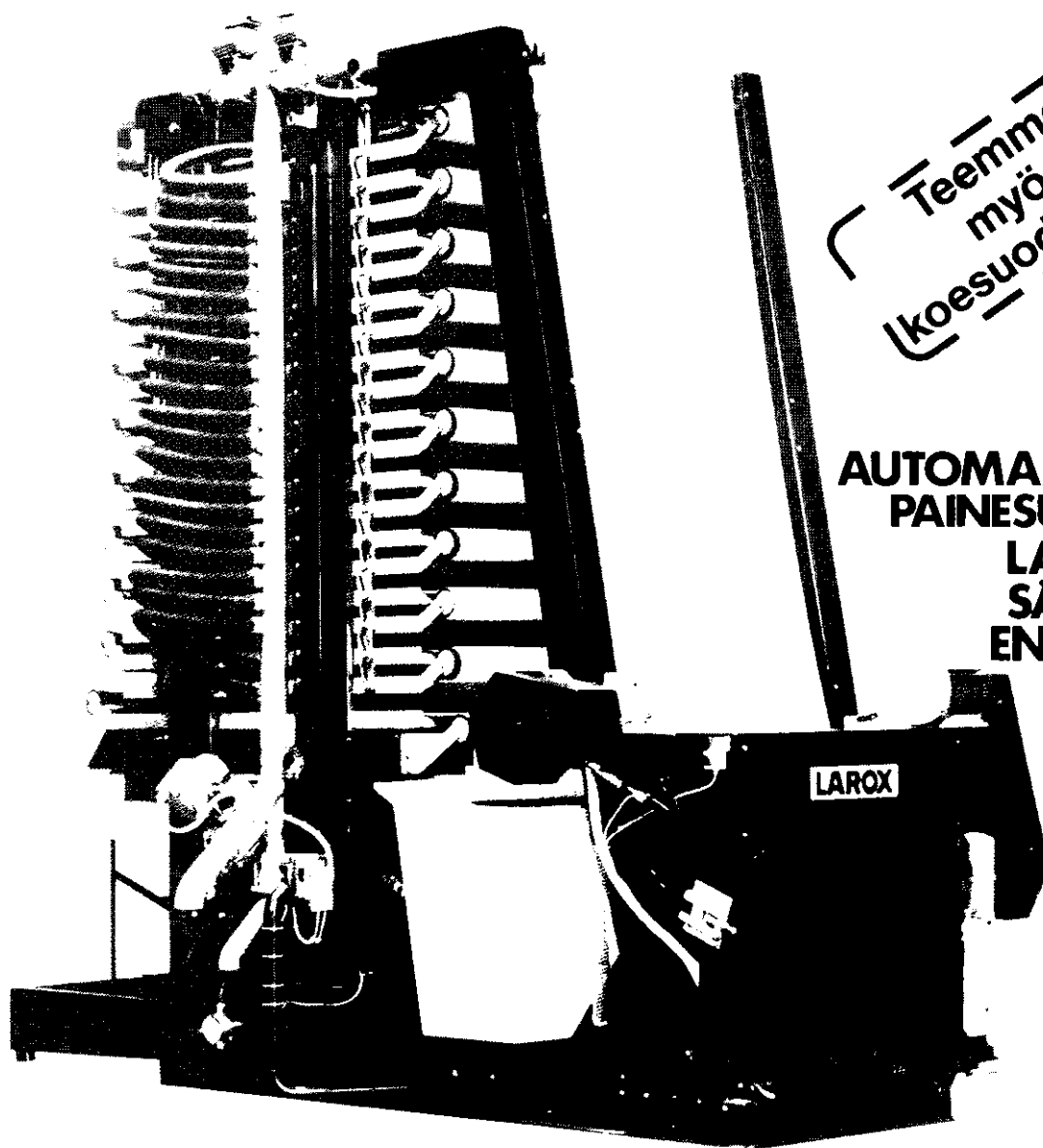


Sandvik Coromant porakruunujen kehitys. Kestoiät samoissa graniitissa suoritetuissa olosuhteissa.

**Varma konsti päästä
kiven sisään.
Rehellisesti. Ansaitsemaan.**

TORO

Perusyhtymä Oy ARA
PL 434, 20101 Turku 10
Puh. 921-383111
Telex 62305 ara sf



Teemme
myös
(koesuodatuksia)

**AUTOMAATTINEN
PAINESUODATIN
LAROX® PF
SÄÄSTÄÄ
ENERGIAA.**

Valittavana 12 kokoa, suodatuspinta-ala 0,8–32 m². Täysin automaattinen, sopii käytännöllisesti katsoen kaikkeen suodatukseen. Pyydä esite, puh. (953) 11760.

Larox tuotteita ovat mm. paine-, kammio- ja imusuodattimet, sakeuttimet, selkeyttimet, ruuvipumput, ruvikuljettimet, kartio- luokittimet, hydrosyklonit, pneumaattiset luokittimet, letkuventtiilit ja sulkusyöttimet.

LAROX
— classification—concentration—
— filtration —

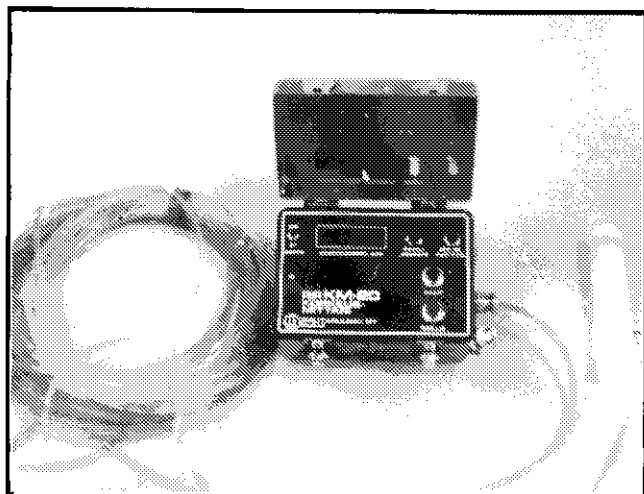
LAROX Oy
Pallonkatu 10 PL 29
Lappeenranta 53101 Lappeenranta 10
Puhelin 953-117 60 Telex 58233

VUORENVARMAT MITTALAITTEET RAUTARUUKILTA.

Rautaruukki on jo lähes kolme vuosikymmentä panostanut voimakkaasti geofysi-
kaalisten mittausmenetelmien ja -laitteiden kehittämiseen ja tuotantoon. Tuloksin,
jotka on tunnustettu myös kansainvälisesti.

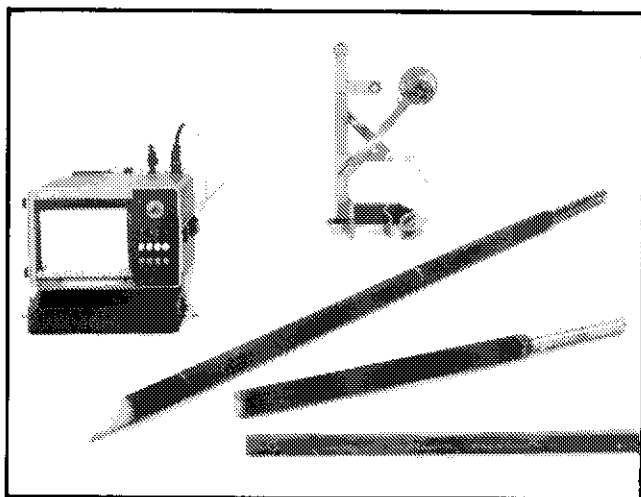
Rautaruukki on jälleen laajentanut tuotevalikoimaansa.

Poranreikäsuskeptibiliteettimittari RRK-10.



Louhinnan suunnitteluun ja ohjauk-
seen tarvittavien malmittietojen,
sijainnin ja laadun määrittämiseen.
Suskeptibiliteettimittarilla on laaja
toiminta-alue: 50×10^{-5} SI yksiköstä
30 SI yksikköön. Samalla lyhyen ke-
lan ansiosta pienipiirteisetkin raken-
teet ovat eroteltavissa.

Sähköinen, hydrostaattinen korkeusmittari RRKM-20.



Kahden pisteen välinen korkeusero
on helppo määrittää nyt vaikeissa-
kin olosuhteissa: yhdellä nesteellä
toimiva mittari antaa tuloksen suo-
raan numeroina.

Laitteen tarkkuus on parempi kuin 1
% mitatusta korkeuserosta ja erotte-
lukyky 0,1 cm. Mitta-alue on -7...+20
m.



RAUTARUUKKI OY

Malmimitsintä Kilakiventie 1 90250 Oulu 25
Puh. 981-327 711, telex 32109 steel

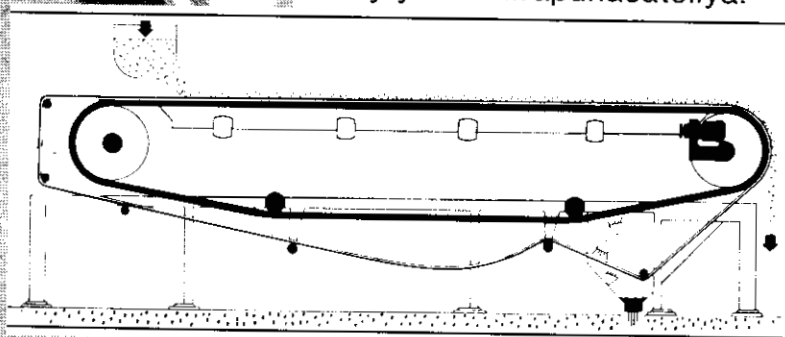
myynti: GEONSTRUMENTS Ky
Punapaadentie 6 00930 Helsinki 93
Puh. 90-334 215

ALA

HIHNASUODATIN MALLI NORDENGREN RASKAASEEN KÄYTTÖÖN

Salan hihnasuodatin on tehokas, rakenteeltaan yksinkertainen ja vankka suodatin. Se tarjoaa tavallisia imusuodattimia laajemmat käyttömahdollisuudet.

- Syöttö ylhäältä ja optimaalinen erotusteho.
- Jatkuva kankaan pesu vedenerotusvaiheen aikana.
- Suodinkakun vastavirtapesu.
- Useassa vaiheessa tapahtuva lämpöenergian syöttö, jossa voidaan käyttää höyryä tai infrapunasäteilyä.



Salan hihnasuodatin malli Nordengren on saavuttanut suuren suosion mm. seuraavien aineiden käsittelyssä:

- malmirikasteet
- kipsi (fosforihappo)
- suolalietteet
- uraanirikasteet



TALLBERG
vuorikoneer

Karapellontie 11, 02610 ESPOO 61, puh. 90-594 011