

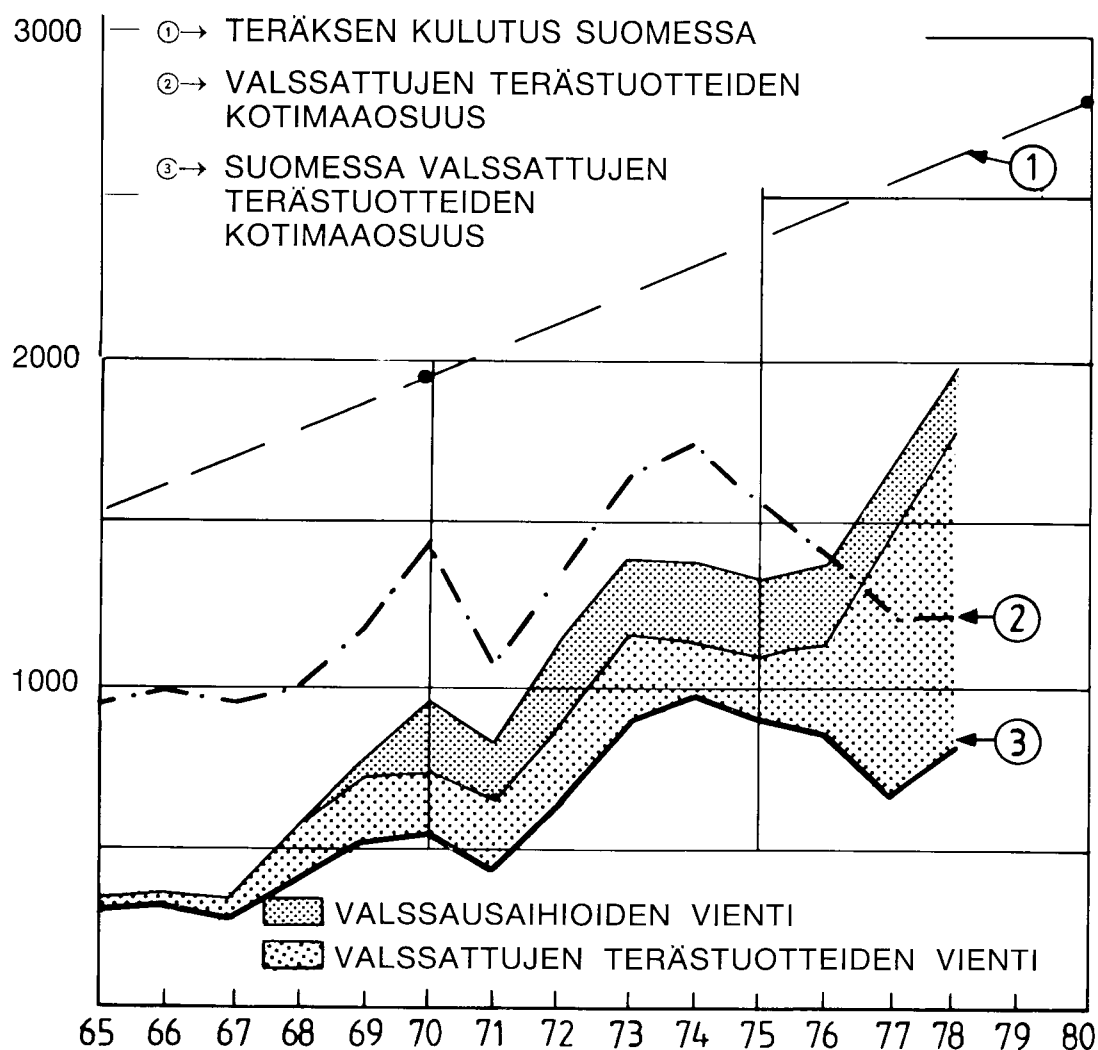
VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN



N:o 2 1979
37. vuosikerta

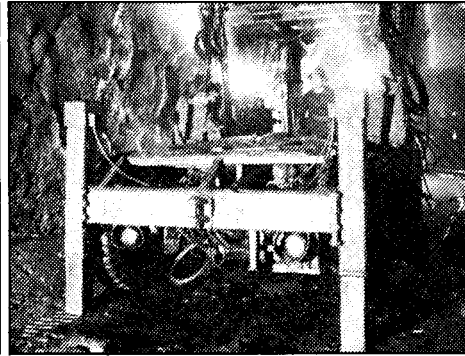
Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.



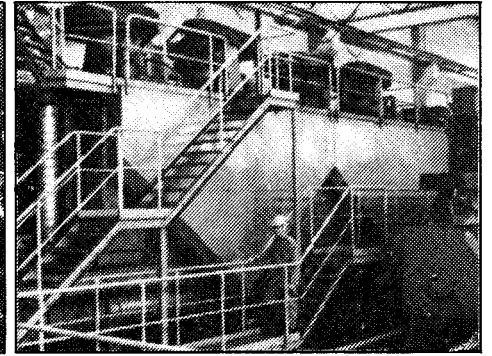
MONIMETALLIYRITYS OUTOKUMPU



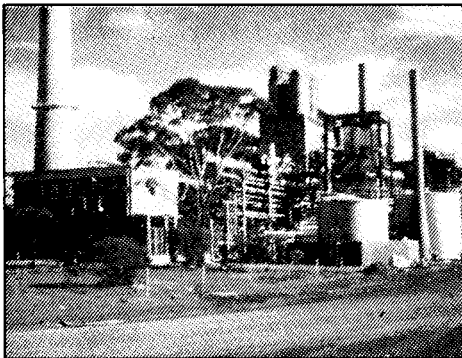
1. Outokumpu Oy:n malminetsinnän bussi Kivitasu kiertää kesäisin herättämässä mielenkiintoa malminetsintään.



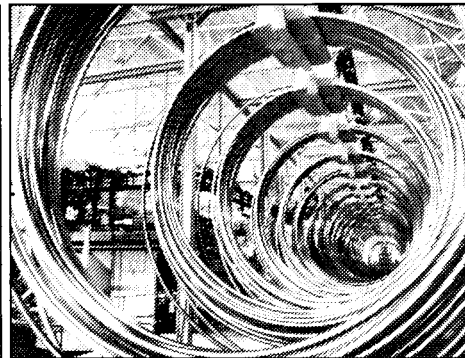
2. Kaivoksissa työkennellään kaikkein uudenaikaisimpaa tekniikkaa käyttäen.



3. Outokummun rikastusteknisen työn tuloksena kehitetty vaahdotuskennosto Keretin kaivoksessa.



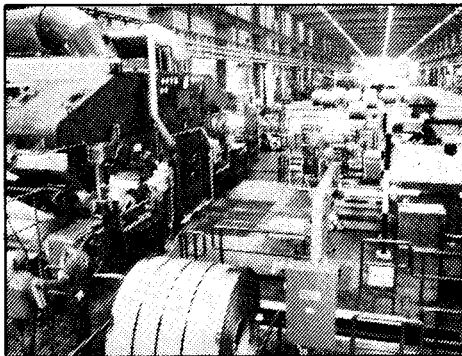
4. Outokummun liekkisulatusmenetelmällä toimiva Western Mining Corporation'in sulatto Kalgoorliessa, Australiassa.



5. Hienoaatuisia kupariputkikieppejä Poriin tehtailä.



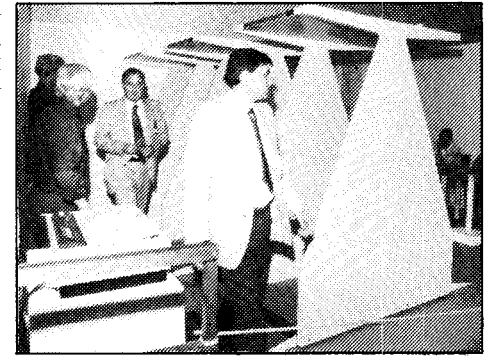
6. Kokkolan tehtaiden sirkkharkot lähössa ulkomaille omasta satamasta.



7. Tormion jaloterastehtaan 600 metnä pitkä valsaamohalli.

Outokumpu Oy:n laajan tuotannon päätoimiala on metallien tuottaminen yhtiön omien kaivosten malmeista. Tärkeimmät metallit ovat kupari, koboltti ja sinkki, nikkeli, kromi, jalometallit sekä uusimpana tuotteena jaloteräs.

Oman tutkimustoiminnan ja suunnittelun tuloksena on kehitetty tuotantomenetelmiä, joista tunnetuinta, liekkisulatusmenetelmää on myyty jo 30 sulatolle eri puolille maailmaa. Kaivosteollisuuden tarvitsemia koneita ja laitteita ovat mm. rikastamoiden vaahdotuskoneet, kuparisulattojen laitteet, röntgenanalysointit rikastamoille ja prosessien ohjauslaitteet. Lisäksi mainittakoon metallinilmaisimet, joita on jo sadoilla lentokentillä ympäri maailmaa. Tutkimus- ja kehitystoiminta tuo jatkuvasti uutta.

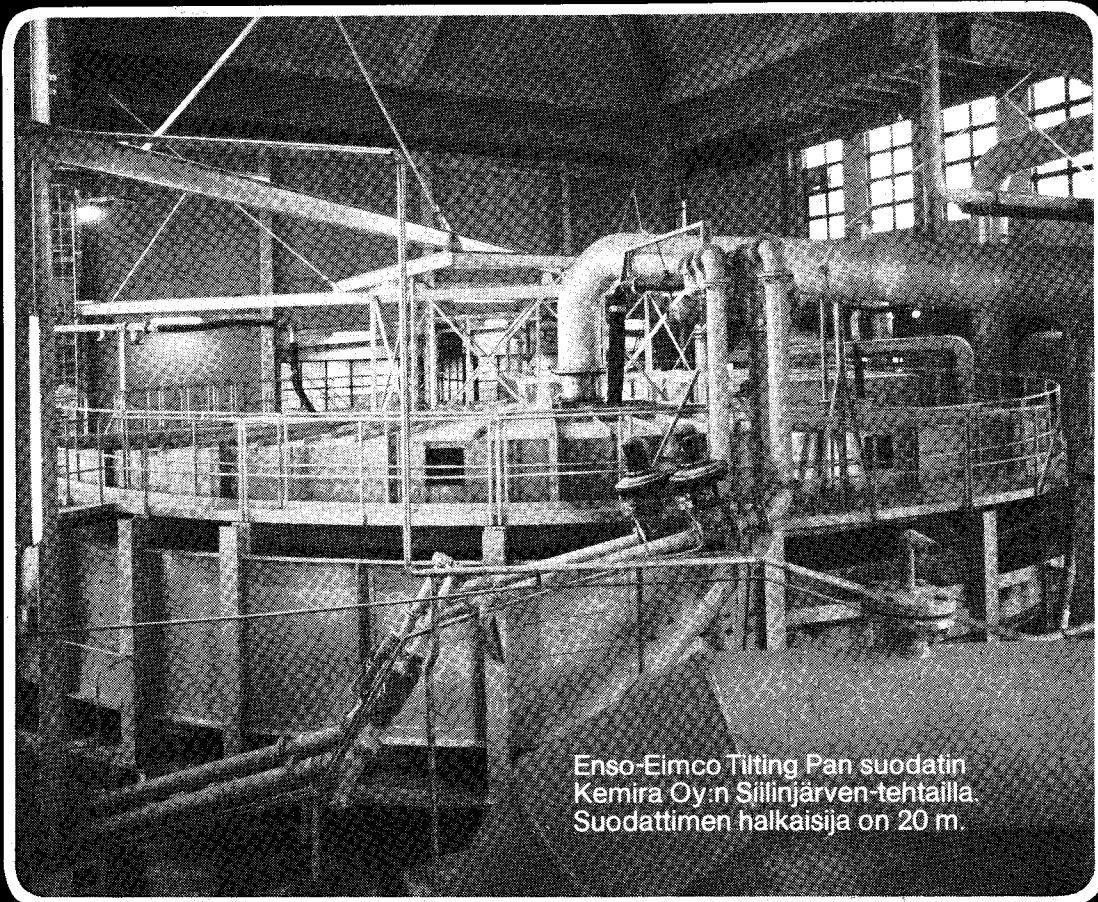


8. Meteor metallinilmaisimia lentoaseman lähtöhallissa.

OK

OUTOKUMPU OY

suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle



Enso-Eimco Tilting Pan suodatin
Kemira Oy:n Siilinjärven-tehtailla.
Suodattimen halkaisija on 20 m.

ENSO-KONEPAJARYHMÄ valmistaa Eimco Processing Machinery Division of Envirotech Corporationin lisenssillä erilaisia kaivosteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja suodattimia ja sakeuttimia sekä muita laitteita kiinteiden aineiden erottamiseksi nesteistä.

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

ENSO

ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ
KONEPAJARYHMÄ ● PL 34 ● 57101 SAVONLINNA 10 ● PUHELIN 957-21 936 ● TELEX 5613 enso sf

Kallioporakalustoa kaikkiin töihin

 **FAGERSTA
SECOROC**



Fagersta SECOROCin valmistusohjelma käsittää täydellisen valikoiman kallio-
poratuotteita. Talttäteräporia, 3-teräporia, kartiotankoja, kierteitettyjä niskatan-
koja. Ristipääkruunuja, X-teräkruunuja, nastakruunuja ja kartiokruunuja. Pyörei-
tä ja 6-kulmaisia jatkotankoja. Köysikierteellä, HL-kierteellä tai FI-38-kierteellä.
Jatkoholkkeja ja niskakappaleita.

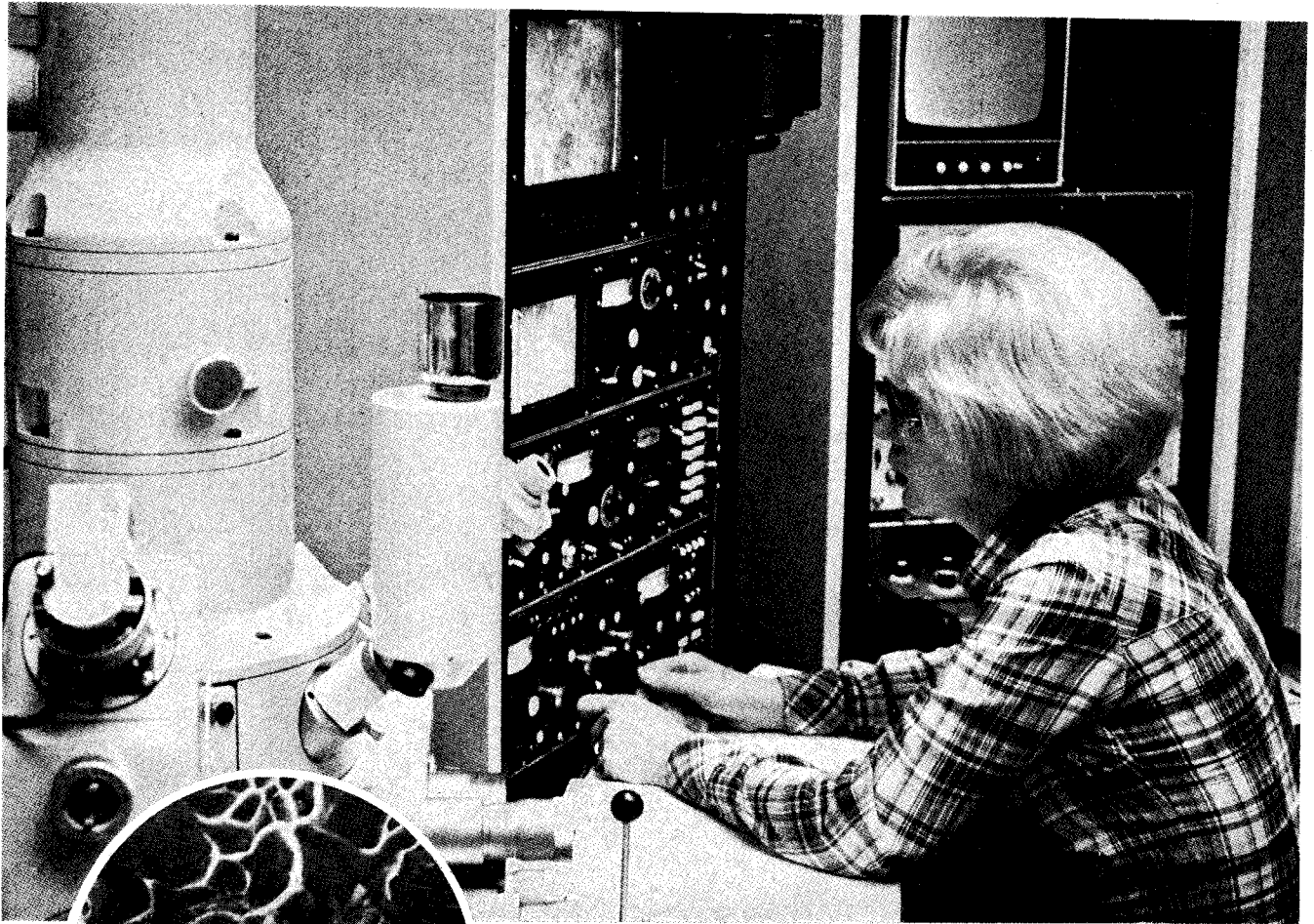
**Kalustoa joka tarpeeseen teitpä reikää
millä porakoneella tahansa.**



OY GRÖNBLOM AB

MEKAANIKONKATU 6
POSTILOKERO 81
PUH. 90-755 4411

00810 HELSINKI 81
00811 HELSINKI 81
TELEX 12-4542



SPECIAL STEEL FROM FINLAND

- OVAKO is one of the leading steel manufacturers in Scandinavia
- In the production of boron alloyed steels OVAKO is a pioneer
- OVAKO has a modern Research Centre which has developed entirely new steel qualities
- Close co-operation is maintained with customers for the improvement of existing products

OVAKO's Technical Service has an experienced staff ready to assist you with your enquiries

— please contact them directly.

Photographs taken with OVAKO's scanning electron microscope illustrate the effects of ladle injection on the structure of steel inclusions. The upper picture shows inclusions of non-injected steel and the lower one injected steel.



OVAKO Oy Ab

Technical
Service

Box 790
SF-00101 Helsinki 10
Finland

Tel. int. +358 0 670091
Tlx: 124747 ovah sf

Onko Teidän kuljetuskalustonne vakavasti otettava?

Kun Te kilpaillette urakoista, kiinnittää urakanantaja autoonne yhtä paljon huomiota kuin Teidän tarjoukseenne. KOCKUMS maansiirtoauto voi olla Teidän ratkaiseva valttinne.



Kockums huolehtii omistaan.

Kun hankitte KOCKUMS-maansiirtoauton, hankitte samalla varmuuden tehokkaasta huollosta. Kuudella paikkakunnalla on huoltopiste, josta lähtee äkkiä paljon pystyvä huoltomies luoksenne työmaalle. Ja suuremmat huoltotoimet tapahtuvat tehokkaasti KOCKUMS-huoltokorjaamoissa.

Mielestämme koneitten pitää olla töissä. Silloin ne kannattavat.



	412	412 T (kaivosmalli)	425 B	435	442 B	445
kantavuus	16 tn	16 tn	22,5 tn	35 tn	32 tn	40 tn
kuormatilavuus	11 m ³ SAE 1:2	11 m ³ SAE 1:2	15 m ³ SAE 1:2	21,5 m ³ SAE 1:2	20,6 m ³ SAE 1:2	26,5 m ³ SAE 1:2
teho	173 hv SAE	173 hv SAE	290 hv SAE	456 hv SAE	401 hv SAE	510 hv SAE
nopeus	30 km/h	30 km/h	56 km/h	59 km/h	65 km/h	72 km/h

Ottakaa yhteys. Keskustellaan vakavasti maansiirron kannattavuudesta.

MYynti: Vantaa, Oulu
HUOLTO: Helsinki, Tampere, Jyväskylä, Kajaani,
Oulu, Joroinen

 **KOCKUMS**
OY Kockums Industri AB

Vantaa Veromiehen teollisuusalue
PL 814, 00101 HELSINKI 10 Puh. 90-826355

PORAUSTYÖN AMMATTILAISELLE



KOMETA
Suomalaisia kallioporia vuodesta 1951

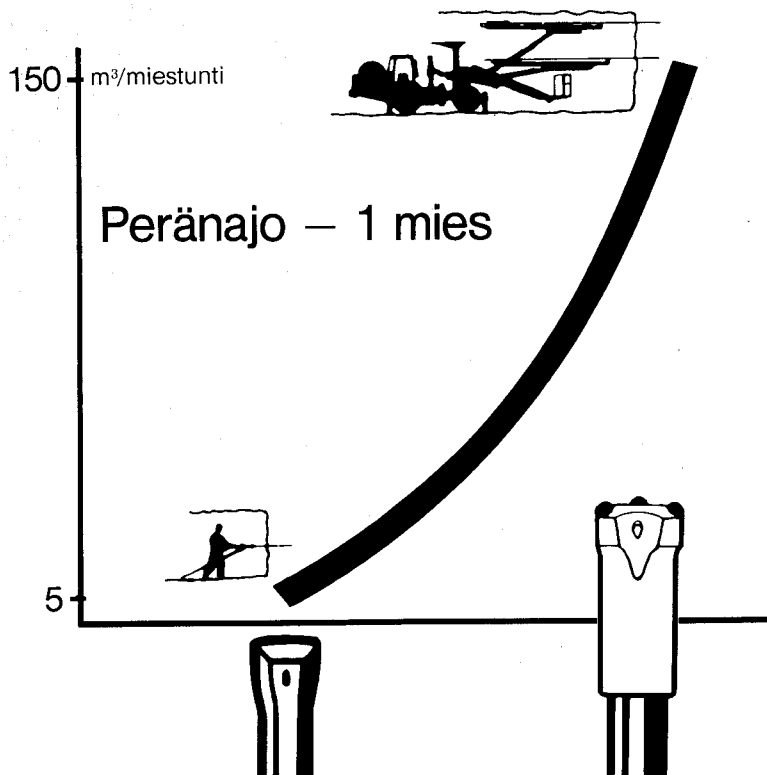
OY AIRAM AB

KOMETA

Palokärjentie 2, 02660 ESPOO 66
Lintuvaara Puh. 90-514 066

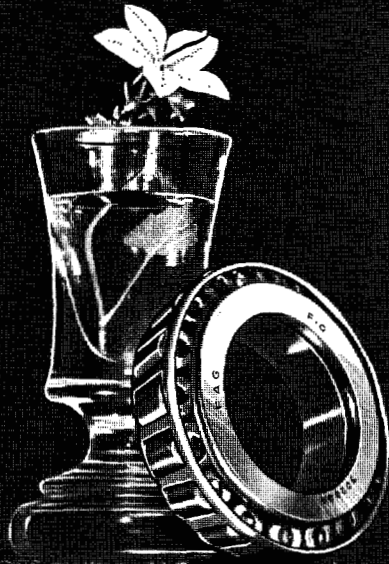


SANDVIK
VALITSE *Coromant*



TALLBERG
ATLAS COPCO

Vattuniemenkatu 2,
00210 Helsinki 21,
puh. (90) 670 112,
sekä Turku, Tampere,
Kuopio ja Kokkola.



Radex Qualität, die im Feuer besteht

R

Rauta- ja terästeollisuuden vaativimmissa laitteistoissa. Metalliteollisuudessa. Sementti-, dolomiitti- ja kalkkiuuneissa sekä lasiteollisuudessa.

RADEX'in tehtävänä on juuri ratkaista näissä menetelmissä esiintyviä ongelmia.

Sekä tiilinä että tulenkestävinä massoina.

Österreichisch-Amerikanische Magnesit AG ja Brohital-Deumag AG ratkaisevat tulenkestävän alueen kaikki ongelmat. RADEX-laatu ja Know-How: aina muuraussuunnittelusta laitteiston käyttöön ottoon asti.

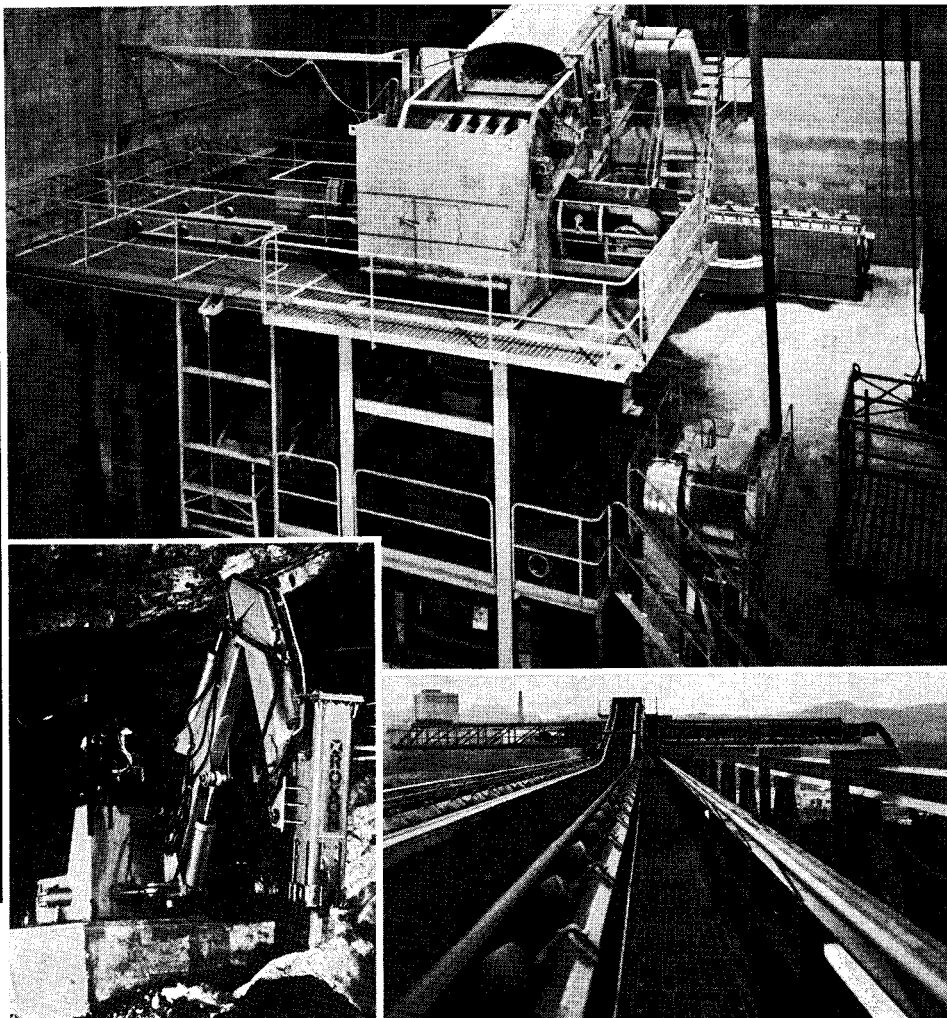
För de mest fordrande anläggningar inom järn och stålindustrin. Inom metallindustrin.

I cement-, dolomit- och kalkugnar samt i glasindustrin. RADEX är exakt inställd för sin uppgift inom de olika systemen.

I form av tegel eller som eldfast massa.

Österreichisch-Amerikanische Magnesit AG och Brohital-Deumag AG löser varje uppgift inom den eldfasta branschen. Med RADEX-kvalitet och Know-How: ända från planering av murningen fram till uppvärmning av anläggningen.

Oy TULENKESTÄVÄT TIILET Ab
Bulevardi 17 C 14 00120 Helsinki 12 – Bulevarden 17 C 14 00120 Helsingfors 12
Puh. 645341 Tel., Telex 12-1015



COMPLETE MINERAL PROCESSING PLANTS FOR THE MINING INDUSTRY

KONE Engineering Division offers fifty years of combined experience in the design and manufacture of materials handling systems and mineral processing equipment for the mining industry. KONE provides total project engineering from initial feasibility and engineering studies through plant and equipment design to commissioning the complete plant and training the operators.

Product range:

- crushers and screens
- belt, reciprocating and plate feeders
- stackers and reclaimers
- conveyor systems
- hydraulic breakers
- magnetic separators
- thickeners and clarifiers
- slurry pumps
- electric cranes and hoists

Kone is a particularly competitive supplier of turn-key projects from concept to commissioning. A Finnish consortium formed by Outokumpu, Kone and Rauma-Repola received recently an order for machinery and equipment for a copper mine to be built on the island of Mindanao, the Philippines. The output of the mine is estimated at eight million tons of copper ore/year.

KONE

KONE OY
ENGINEERING DIVISION
15870 SALPAKANGAS, FINLAND
TEL. 918-801 311
TELEX: 16180 KONEX SF

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

N:o 2 1979
37. vuosikerta



Julkaisija:

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

Hallitus 23. 3. 1979

Prof. Aimo Mikkola 90-460 144
puh.joht.
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

TkT Krister Relander 90-601 911
varapuh.joht.
Rautaruukki Oy
Fredrikinkatu 51—53
00100 Helsinki 10

FL Tom Bröckl 921-744 422
Paraisten Kalkki Oy
21600 Parainen

DI Olli Hermonen 981-338 644
Rautaruukki Oy
Ampuhaukantie 4
90250 Oulu 25

DI Erik Nyholm 968-16 191
Outokumpu Oy
67100 Kokkola 10

DI Eero Erkkilä 984-41 250
Outokumpu Oy
Pyhäsalmen kaivos
86900 Pyhäkumpu

Prof. Kalevi Kauranne 90-461 011
Geol. tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

DI Matti Palperi 954-63 688
Ovako Oy Ab
Imatran terästehdas
55100 Imatra 10

DI Caj-Erik Gustafsson 912-41 511
Oy Lohja Ab
08700 Virkkala

TkT Eino Uusitalo 90-649 911
Kemira Oy
Malminkatu 30
00100 Helsinki 10

DI Antero Leikko 916-23 422
Ovako Oy Ab
31600 Jokioinen

Yhdistyksen sihteerit:

I TkT Matti Ketola 90-42 11
Outokumpu Oy
PL 27
02201 Espoo 20

II DI Erkki Tyni 90-601 911
Rautaruukki Oy
Fredrikinkatu 51—53
00100 Helsinki 10

Yhdistyksen rahastonhoitaja:

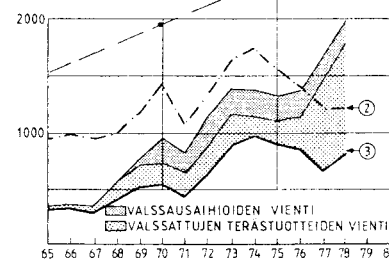
TkL Heikki Aulanko 90-801 4316
Vuoriharjuntie 35
02320 Espoo 32

SISÄLTÖ ● INNEHÄLL

Gunnar Laatio: Kaivostoiminnan tärkeys	77
A. Juopperi, M. Vilminko, K. Saari ja A. Ylinen: Rautuvaaran kaivoksen kalliotilojen pysyvyys	78
Andrzej Zablocki: The influence of drill hole diameter on tunneling economy	84
P. Heikkonen ja U. Vilja: Suurten hydraulivasaroiden rikotuskyky	91
Taisto Huhtelin: Prosessitietokoneen käyttö vuoriteollisuudessa	94
Urho Valtakari: Asiantuntijaedustajien vaihtovierailu Suomen ja Unkarin Vuoriteollisuusyhdistysten kesken	99
Pekka Vaarno, Hannu Nurmi, Kaj Fagerholm ja Matti Niskanen: Kuumavalssaamoiden kehitys Suomessa 1970-luvulla	100
Heikki Niini: Ydinjätteiden sijoittamista kalliooperään käsitellyt symposio Otaniemessä kesällä 1979	107
Pekka Särkkä: Kalliomekaniikkakongressi Montreux'ssä 2.—8. 9. 1979	108
Raimo Matikainen: Kaivoskongressi Istanbulissa 17.—21. 9. 1979	109
Uutisia jäsenistä, valmistuneet ym.	

① → TERÄKSEN KULUTUS SUOMESSA
② → VALSSATTUJEN TERÄSTUOTTEIDEN KOTIMAAOSUUS
③ → SUOMESSA VALSSATTUJEN TERÄSTUOTTEIDEN KOTIMAAOSUUS

Kansikuva:
Teräksen kulutus ja vienti.



Cover:
Consumption and export of steel.

Jaostot:**Geologijaosto:**

FM Reijo Saikkonen, phj. 912-41 511
Lohja Oy
08700 Virkkala

LuK Marjatta Parkkinen, siht. 973-561
Outokumpu Oy, Malminetsintä
83500 Outokumpu

Kaivosjaosto:

DI Mikko Palviainen, phj. 972-44 111
Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos
71470 Oravikoski

DI Rauno Pitkänen, siht. 972-44 111
Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos
71470 Oravikoski

Metallurgijaosto:

DI Jaakko Lautjärvi, phj. 982-301
Rautaruukki Oy
Raahen Rautatehdas
92170 Raahensalo

TkT Jorma Rekola, siht. 982-301
Rautaruukki Oy
Raahen Rautatehdas
92170 Raahensalo

Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto:

DI Väinö Juntunen, phj. 912-41 511
Oy Lohja Ab
08700 Virkkala

DI Esko Karjalainen, siht. 912-41 511
Oy Lohja Ab
08700 Virkkala

Tutkimusvaltuuskunta:

Prof. Heikki Paarma, phj. 981-336 644
Rautaruukki Oy
Ampuhaukantie 4
90250 Oulu 25

DI Seija Poitsalo, siht. 90-4566 202
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen:**Päätoimittaja - Chief editor:**

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

Toimittaja - Editor:

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

Toimitussihteeri - Editorial secretary and advertisements:

Rouva Kaija Marmo 90-462 192
Otakallio 2 B 19
02150 Espoo 15

Toimitusneuvosto - Editorial board:

TkT Kalevi Kiukkola, phj. 90-440 281
Kemira Oy
Malminkatu 30
00100 Helsinki 10

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

FM Marjatta Virkkunen 90-461 011
Geologinen tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

DI Matti Palperi 954-63 688
Ovako Oy Ab
Imatran terästehdas
55100 Imatra 10

DI Olli Korhonen 90-42 11
Outokumpu Oy, Tekn.vienti
PL 27, 02201 Espoo 20

Ilmoitushinnat:

Kansisivut 1800:—, muut sivut 1450:—

1/2 s. 950:—, 1/4 s. 650:—, väri 500:—

Vuosikerta 20:—, ulkomaille 30:—

Irtonumero 10:—

Rouva Karin Stigzelius hoitaa Vuorimiesyhdistys r.y:n jäsenkortistoa, joten pyydämme Teitä ilmoittamaan mahdollisista paikan- tai osoitteenmuutoksista suoraan hänelle.

Puh. 90-427 260, osoite: Niittykummuntie 5 C 20, 02200 Espoo 20.

Fru Karin Stigzelius sköter om Bergsman-naföreningens medlemsregister, varför vi be Er meddela henne eventuella tjänste- eller adressförändringar.

Tel. 90-427 260, adress: Ängskullavägen 5 C 20, 02200 Esbo 20.

Kaivostoiminnan tärkeys

Viime aikoina on kaivostoiminnan olemassaolo tullut kansalaisten yleiseen tietoisuuteen. Ei siitä kyllä nytkään muuta tiedetä kuin että kaivoksemme ehtyvät ja kaivostoiminta maassamme loppuu lähimmän 10–20 vuoden kuluessa. Eikä huolen aiheena ole se, että kaivosten, perusteellisuuden, tuotanto loppuu, vaan työpaikkojen väheneminen. Se on luonnollisesti yksi haitallisista seurauksista, mutta on tuskin tärkein. Ilmeistä on, että me vuorimiehet olemme aina olleet varsin huonoja tiedotusihmisiä.

Missä tahansa maassa on malmien löytyminen aina kehittänyt muutakin teollisuutta ja kohottanut valtakunnassa elämisen tasoa. Meidän maamme kohdalla jopa niin vähäisten malmivarojen kuin 1700- ja 1800-lukujen pienien rauta- ja järvimalmiesiintymien käyttöönotot rautaruukkien raaka-aineeksi kehittivät ilmeisesti huonosta kannattavuudestaan huolimatta melkoisesti maamme talouselämää.

Varsinaisesti maamme kaivostoiminta alkoi kehittyä, kun v 1910 löydetyn Outokummun malmin varaan rakennettu Outokummun kaivos 1920-luvun lopulla kehittyi taloudellista merkitystä omaavaksi kaivokseksi. Sittenhän niitä tuli muitakin: Ylöjärvi, Makola, Aijala, Vihanti, Kotalahti, Pyhäsalmi, Kylmäkoski, Hitura, Vuonos, Hammaslahti, Kemi, Vammala ja Otanmäki Oy:n tai Rautaruukki Oy:n Otanmäki, Raajärvi, Kärvasvaara, Mustavaara, Rautuvaara. Useimmat rakennettiin vain 10 vuoden elinikää ajatellen. Kuitenkin useimmat ovat olleet toiminnassa paljon kauemmin.

Noiden kaivosten seurauksena on syntynyt ei vain kuoistava yhdyskunta ja vaurastunut kunta vaan myös Outokumpu Oy:n Harjavallan sulatto, Porin metallitehdas, Kokkolan ja Tornion tehtaot, Poriin Vuorikemian

tehtaot Otanmäen ilmeniitin varaan ja Rautaruukin syntyn on varmasti "syyllinen" Otanmäen kaivos. Minulla on sellainen käsitys, että entinen Rikkihappo Oy eli nykyinen Kemira Oy saa myöskin paljosta kehityksestään kiittää kaivostoimintaa ja sen tuotteita.

Kun näin on ja kaivoksemme ehtyvät, niin mitä pitäisi tehdä? Ostaako rikasteita, kun kerran on tehtaot valmiina? Tottakai pitää ostaa ja on ollut viisasta ostaa ja säästää omia tähänkin asti. Mutta onko rikasteita ostettavissa? On vielä. Niitähän ostetaan maista, joissa ei ole teknillistä tietoa, ei taitoa eikä nykyaikaisia laitteita. Meillä on tuota kaikkea, mutta niiden merkitys vähenee koko ajan, kun myymme tietoa, tarjoamme koulutusta ja rakennamme laitoksia raaka-ainemaille.

Emme voi perustaa metallipohjaamme pelkästään osatorikasteille, vaan tässä maassa on ryhdyttävä uhraamaan malminetsintään tähänastista huomattavasti enemmän varoja.

Tässä kohdin tulenkin pitkäaikaiseen mielialheeseen: On käytettävä kaikki mahdollisuudet, jotta alhaisprosenttiset malmiesiintymät voidaan ottaa käyttöön. Joissakin tapauksissa riittävät rahtialennukset ja mahdolliset työllisyystuet sekä verohelpotukset, joissakin taas on valtion tultava kuvaan mukaan myöntämällä halpakoista tai jopa korotonta lainaa. Tämä kaikki siksi, että on välttämätöntä turvata kotimaisen rikasteen, metallurgisen teollisuuden raaka-aineen tuotanto.

Edellä kerrottu takuulla kannattaa. Esim. Valcoon sijoitetuilla ja sijoitettavilla varoilla olisi jo nyt pystytty luomaan tärkeitä perusteellisuuden työpaikkoja, jotka olisivat olleet viimeistään silloin, kun nuo sijoitukset olisi tehty, liikelatoudellisesti ja luonnollisesti kansantaloudellisesti kannattavia.

Helsinki 27. 10. 1979.

Gunnar Laatio

Rautuvaaran kaivoksen kalliotilojen pysyvyys

Filtri A. Juopperi ja kaivosins. M. Vilminko, Rautaruukki Oy, Rautuvaaran kaivos, Rautuvaara

Dipl.ins. K. Saari ja tekn.yo. A. Ylinen, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, geotekniikan laboratorio, Otaniemi

KAIVOKSEN GEOLOGIA

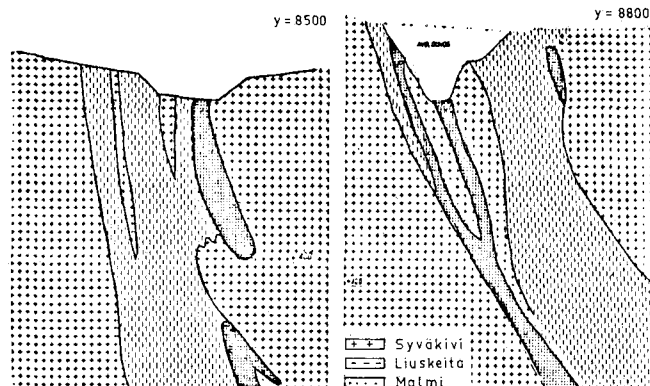
Rautuvaaran malmi on sijaintinsa perusteella jaettu kahteen ryhmään, Koillis- ja Lounais-Rautuvaaran malmeihin. Malmien keskinäinen etäisyys on n. 1 km. Louhintaa on toistaiseksi tapahtunut vain Koillis-Rautuvaaran malmeista, mihin osaan tässä esityksessä rajoitutaankin.

Koillis-Rautuvaaran malmi käsittää kaksi päälinssiä, ns. Sinisen ja Vihreän malmin. Nimet on annettu ensimmäisissä karttaleikkauksissa käytettyjen väritysten perusteella. Linsit sijaitsevat n. 100 m leveässä liuskevöhykkeessä, johon kuuluu kvartsimaaasälpäkiä, karsikiviä ja amfiboliitteja. Malmin isäntäkivi on karsi. Liuskevöhyke on kauttaaltaan asultaan pilsteisten monzoniittisten ja dioriittisten syväkivien saartama (kuva 1). Lius-

tuvaarassa ovat n. 12 milj. t, keskimääräinen Fe 46 % ja S n. 2,5 %.

Liuskeissa päärajoilusuunta yhtyy liuskeisuuntaan ollen keskimäärin koillis-lounaissauntainen ja kaatuen 70–80° kaakkoon. Rakoja on 4–6 kpl/metri. Toinen rakoilusuunta on keskimäärin kohtisuorassa viivausta vastaan eli kaade on 70–80° koilliseen ja kolmas, heikommin kehittynyt, tämän kanssa samansuuntainen, mutta kaatuen vastakkaiseen suuntaan eli 70–80° lounaaseen.

Liuskeitten raot ovat yleensä kloriittisilauksellisia, paikoin jopa massatäytteisiä, joten ne huomattavasti heikentävät kallion lujuutta. Sortumia ajatellen ne ovat avainasemassa. Peränajossa kohtisuoraan liuskeisuutta

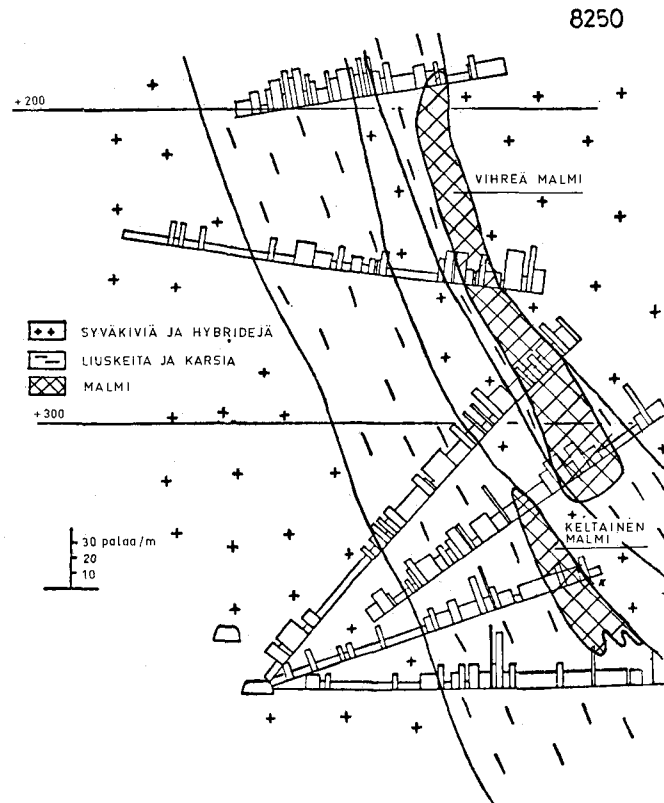


Kuva 1. Yksinkertaistettu geologinen poikkileikkauksokuva, y = 8500 kaivoksen koordinaatistossa.

Fig. 1. Simplified geological cross-section, y = 8500 in the mine's coordinate system. Syväkivi = Igneous rocks, Liuskeita = Schists, Malmi = Ore.

keitten, kuten malmilinsienkin, kulku on koillis-lounainen, kaade n. 70° kaakkoon ja malmien kenttäkaade viivausta seuraten keskimäärin 35° etelälounaaseen. Linsien keskimääräiset leveydet louhituilla osilla ovat olleet 10–14 m ja pituudet sinisellä 250 m ja vihreällä 150 m.

Päämineraali Rautuvaaran malmissa on magnetiitti, jota on n. 95 % malmimineraaleista. Muina malmimineraaleina ovat magneettikiisu sekä vähäisessä määrin tavatut kuparikiisu ja rikkikiisu. Yleisimmät harmemineraalit ovat diopsidi ja sarvivälke sekä satunnaisesti myös plagioklaasi. Tunnetut jäljellä olevat malmivarat koko Rau-



Kuva 2. Kallionäytteistä laskettu rakotiheys poikkileikkauksessa y = 8250.

Fig. 2. Frequency of fissures obtained from core samples. Cross-section y = 8250. Syväkiviä ja hybridejä = Igneous and hybrid rocks, Liuskeita ja karsia = Schists and karsts, Malmi = Ore.

vastaan menevät perät kestävät yleensä ilman tukemistoimenpiteitä, sensijaan liuskeisuuden suuntaan kulkevissa perissä tarvitaan komuilun estämiseksi pulttistusta ja betoniruisikutustakin.

Syväkivissä ovat myös liuskeisuussuuntaan yhtyvä sekä viivausta vastaan kohtisuora rakoilu selvemmin esillä, joskin intensiteetti on vähäisempi kuin liuskeissa. Peränajoa ajatellen tästä rakoilusta ei ole muuta haittaa, kuin että osa niistä on avoimia antaen jonkin aikaa runsaasti vettä.

Malmissa on täysin vallitsevana keskimäärin viivausta vastaan kohtisuora rakoilu. Raot ovat kloriittisilauksellisia, lyhyitä, ja rakoväli vaihtelee muutamasta sentistä metreihin ollen keskimäärin puoli metriä. Minkäänlaisia tukemistoimenpiteitä malmiperissä ei ole tarvittu.

Kivilajien rikkonaisuuden selvittämiseksi on kairasydämissä tarpeellisilta kohdilta laskettu palaluku/m. Profiilista 8250 tämä on esitetty diagrammuodossa kuvassa 2. Liuskeet ja malmi ovat selvästi rikkonaisempia kuin syväkivet, joskin viimeksimainituissakin esiintyy vihreän malmin kattopuolella rikkonaisia pätkiä.

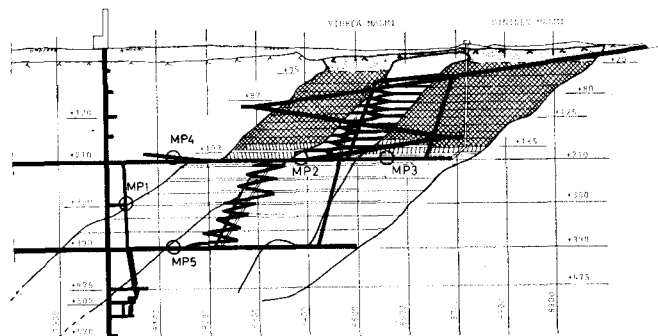
Ainoa merkityksellinen ruhje on n. 30 m Sinisen malmin kattopuolella lähellä keltaisen malmin jalkaa. Tässä ruhjeessa on 1—2 m:n matkalla useita savitäytteisiä 5—10 cm:n vahvuisia söörejä. Sinisen malmin sortumisessa tämä ruhje on näytellyt merkittävää osaa.

LOUHINTAMENETELMÄ

Louhinta Rautuvaarassa käynnistyi kahdella avolouhoksella, jotka ulottuivat tasolle +20 ja +35. Maanpinnan taso oli -15. Tästä jatkettiin maanalaisella tuotannolla ilman vaakapilareita. Louhintamenetelmäksi valittiin malmin pituussuuntainen levysorroslouhinta 15 m:n levyvälein (kuva 3). Perusteena levysorroslohinnalle olivat:

- porasydännäyhteistä tunnettu kallion rikkonaisuus malmien kattopuolella sekä kuilunajosta saatu kokemus runsaasta vedentulosta kaivokseen, mikä vahvisti porasydännäyhteistä saadut tiedot avoimista raoista
- Sinisen malmin kattopuolelta porasydännäyhteistä paikannettu ruhje
- mahdollisuus siirtyä levysorroslohinnasta myöhemmin välitasolouhintaan, päinvastainen muutos olisi vaikeammin toteutettavissa

Sortumia tapahtui aluksi ainoastaan Sinisen malmin kattopuolella. Ensimmäinen tällainen tuli toukokuussa 1977 eli vajaa kaksi vuotta louhinnan aloittamisen jälkeen. Louhinta oli edennyt tällöin tasolle +80. Sortuma



Kuva 3. Pituusleikkaus Rautuvaaran kaivoksesta. Varjotetut osat on louhittu. Jännitysmittauksia on suoritettu pisteissä MP1—MP5.

Fig. 3. Longitudinal section of the Rautuvaara mine. Dark areas mark excavation openings. Stress measurements are made at the points MP1—MP5.

tapahtui n. 100 m:n matkalla parinkymmenen metrin vahvuutena kiilana. Keväällä ja kesällä 1978 sortuminen jatkui tästä eteenpäin, tosin pienempänä, n. 10 m:n vahvuutena kiilana. Tällöin louhinta oli edennyt tasolle +125. Syyskuun alussa 1979 jatkui sortuminen Sinisellä malmilla. Tällöin sortui n. 5 m:n kiila louhoksen kenttäkaateen katon puoleisesta päästä. Samanaikaisesti tapahtui myös Vihreän malmin ensimmäinen sortuma. Se lähti kenttäkaateen kattopuolelta jatkuen louhoksen jalassa ja katossa noin 3—4 m:n vahvuutena louhoksen puoliväliin saakka. Viimeisimpien sortumien ajankohdaksi oli louhinta edennyt tasolle +185 ja +177.

Merkillepantavaa on, että kaikki sortumat ovat tapahtuneet avolouhoksen seinästä huolimatta siitä, että louhinta on jo edennyt tasolle +185. Tämä antoi aiheen laskennallisesti tutkia kalliotilojen pysyvyyttä välitasolouhintaan siirtymistä silmällä pitäen. Tällöin tasolle +210 ja +300 ajateltiin jätettäväksi vaakapilarit.

LASKELMIEN LÄHTÖTIEDOT

Sivukivien ja malmin kivinäytteistä on suoritettu yksiaksiaalisia puristuskokeita sekä määritetty näytteiden kimmo-ominaisuuksia äänennopeusmittausten perusteella. Saaduissa mitaustuloksissa on ollut suuri hajonta ja luotettavien kimmo-ominaisuuksien määrittäminen on ollut vaikeata, taulukko 1.

Laskelmien tekoa varten määriteltiin puristuslujuus, kimmo-ominaisuudet ja epäsuora vetolujuus viidestä diorittinäytteestä ja kahdesta malminäytteestä. Näiden koekäytösten tulokset on esitetty taulukossa 2.

Koska malmin jätettävän vaakapilarin lujuus riippuu malmista olevien rakojen lujuudesta, tutkittiin rakojen leikkauslujuus laboratoriossa suoralla leikkauskokeella. Leikkauskokeet suoritettiin kohtisuoraan malmin rakoja vastaan laboratorioon tuodusta lohkarista poratuista \varnothing 52 mm kivinäytteistä.

Leikkauskokeet suoritettiin samasta näytteestä usealla erisuuruisella normaalijännityksellä. Leikkauskokeiden tulosten yhdistelmä on esitetty taulukossa 3 ja kuvassa 4 c.

Kuvassa 4 a on esitetty erään näytteen kahden eri puolella näytettä olevan mittakellon dukeman perusteella rakopintojen normaalin suuntainen liike normaalijännityksen lisäyksen aikana. Keskimmäisen käyrän tangentti kuvaa raon normaalijäykkyyttä.

Kuvassa 4 b on esitetty raon suuntaisen liikkeen ja raossa vallitsevan leikkausjännityksen vuorosuhde. Käyrän tangentit kuvaavat raon leikkausjäykkyyttä.

Malmin runsaan rakoilun vuoksi käytettiin laskelmissa malmin Poissonin vakiona $\nu = 0,4$ ja kimmomodulina $E = 40\,000 \text{ MN/m}^2$, mikä on vain kolmasosa suurimmasta laboratoriossa mitatusta arvosta. Muiden kivilajien kimmo-ominaisuuksina käytettiin laboratoriossa mitattujen arvojen keskiarvoja, taulukko 4.

Jännitysmittauksia Koillis-Rautuvaaran alueella on suoritettu viidessä pisteessä. Pisteitten paikat on merkitty pituusprojektiioon kuvaan 3. Pääjännitysten suuruudet on esitetty taulukossa 5.

Suurimmat pääjännitykset (σ_1) ovat lähes vaakasuoria ja suunnaltaan lähes kohtisuorassa malmioiden pituussuuntaa vastaan. Toiseksi suurimmat pääjännitykset (σ_2) ovat myös liki vaakasuorassa, mutta suunnaltaan malmioiden pituusakselin mukaisia. Pienimmät pääjännitykset (σ_3) ovat melkein vertikaaleja.

Taulukko 1. Kivilajien kimmo-ominaisuudet, puristus- ja vetolujuudet.

Table 1. Elastic properties, uniaxial compressive strengths and tensile strengths of the different rock materials.

Kivilaji	Tilavuus-paino kN/m ³	Puristus-lujuus MN/m ²	Kimmo-moduuli MN/m ²	Poissonin vakio	Suora vetolu-juus MN/m ²	Dynaaminen kimmomoduuli MN/m ²	Dynaaminen Poissonin vakio
Afb kivi	30,6	202,1	57 100	0,16	9,5	86 200	0,20
Kvartsi-maasälpä-liuske	29,0	96,9	37 100	0,22	2,6	63 500	0,26
Monzoniitti	27,5	86,0	35 200	0,12	4,8	43 500	0,20
Albiittikivi	27,9	62,5	31 100	0,21	4,4	30 300	0,17
Albiittikivi	28,8	160,3	36 100	0,13	7,8	46 400	0,18
Karsi-albiittikivi	31,1	97,5	13 900	0,04	1,9	14 500	0,28
Karsi	34,3	86,4	128 500	0,24	4,5	142 000	0,21
Amfiboliitti	30,5	148,2	99 100	0,22	2,8	105 100	0,20
Dioriitti	28,3	122,7	22 200	0,10	3,5	29 900	0,16
Malmi	43,5	58,4	46 400	0,10	0,1	47 600	0,22
Malmi	46,9	100,3	59 800	0,10	0,5	65 100	0,24
Malmi	43,6	101,4	90 900	0,20	1,9	84 100	0,23

Taulukko 2. Dioriitin ja malmin puristuskokeet.

Table 2. Results of laboratory tests for determining elastic and strength properties of the diorite and ore specimens.

Koodi	Kuivatil.p. kN/m ³	Huokoisuus %	Yksiaksi-aalinen puristus-lujuus MN/m ²	Kimmo-moduuli MN/m ²	Poissonin vakio	Epäsuora vetolu-juus MN/m ²
Dioriitti	28,6	0,27	Murtunut rakoa pitkin (25,02)*	(4 400)	—*	6,3*
Dioriitti	28,6	0,26	55,0*	25 400	—*	11,8*
Dioriitti	29,4	0,21	68,7	19 700	0,25	14,2
Dioriitti	28,5	0,21	116,4	30 000	0,33	12,7
Dioriitti	29,1	0,26	70,7	35 700	—	12,6
Malmi	42,9	0,09	227,4	113 000	0,32	11,7
Malmi	44,4	0,11	—	—	—	13,4

*= koe suoritettu märkänä

Taulukko 3. Malmin rakopintojen leikkauskokeet.

Table 3. Results of laboratory tests determining direct shear strength of the joints in ore.

Rako	Maksimi epä-tasaisuus	Normaali-jännitys MN/m ²	Maks. leik-kaus jänni-tys MN/m ²	Näennäinen kitkakulma
AI	2°	2.5	2.25	42°
		5.0	3.75	37°
		7.5	5.4	36°
		10.0	7.0	35°
AII	3°	5.0	4.4	41°
		7.5	5.9	38°
		12.5	8.5	34°
AIII	3°	10.0	8.6	41°
		12.5	9.9	38°
		15.0	10.0	34°

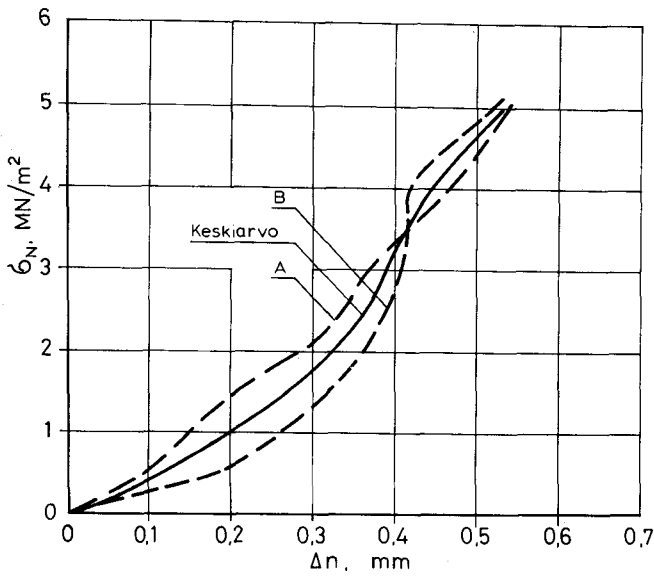
Taulukko 4. Laskelmissa käytetyt kimmoparametrit.

Table 4. Elastic properties used in the calculations. Malmi = Ore, Liuskeet = Schists, Syväkivet = Igneous rocks, Karret = Karsts.

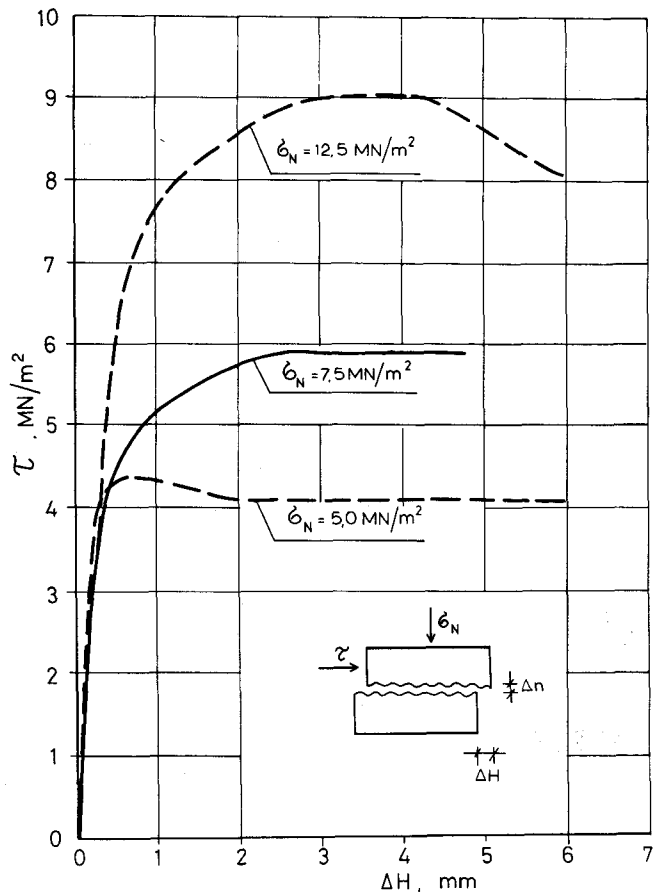
Kivilaji	E MN/m ²	ν
Malmi	40 000	0.4
Liuskeet	50 000	0.3
Syväkivet	70 000	0.25
Karret	80 000	0.25

LASKELMAT

Laskelmat suoritettiin VTT:n geotekniikan laboratorion käytössä olevalla Kalifornian yliopistossa kehitetyllä elementtimenetelmään perustuvalla tietokoneohjelmalla LSTRN. Ohjelma ratkaisee kaksiuulotteisten rakenteiden muodonmuutokset ja jännitykset annetun kuormituksen



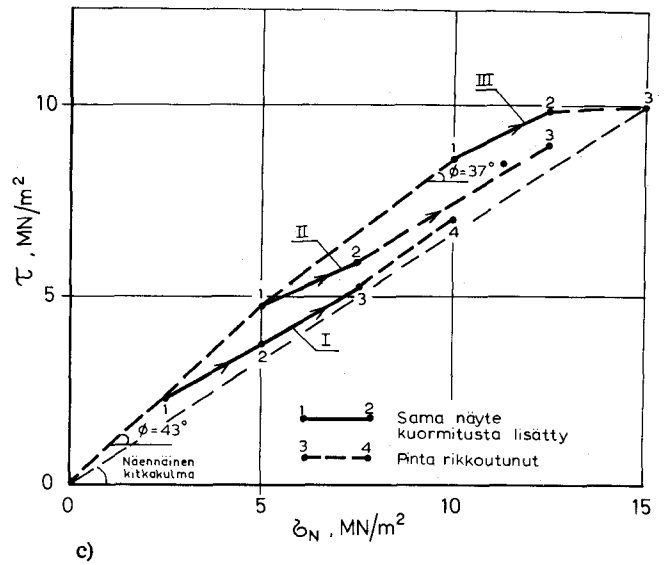
a)



b)

Kuva 4. Malmilohkareesta poratun rakonäytteen suora leikkauskoe
a) Rakopintaa vastaan kohtisuora liike normaalijännityksen kasvaessa
b) Raon suuntaisen liikkeen ja raossa vaikuttavan leikkausjännityksen vuorosuhde. Koe tehty samalla näytteellä kasvattamalla normaalijännitystä.

Fig. 4. Laboratory determination of the direct shear strength for the joints in ore.
a) Deformation normal to the joint ($-\Delta n$) when stress normal to the joint (σ_N) is increased.
b) Shear stress (τ) versus displacement (ΔH). Test was performed by using three different stresses normal to the joint (σ_N).



c)

c) Kolmen rakonäytteen leikkauskoetulosten yhdistelmä.
c) Combination of the results from three different shear tests.

Taulukko 5. Koillis-Rautuvaaran alueella suoritettujen jännitystilamittausten pääjännitysten suuruudet.

Table 5. Main principal stresses measured in the area of Northeast Rautuvaara.

	Mittauspiste				
	MP 1 (+300)	MP 2 (+210)	MP 3 (+210)	MP 4 (+210)	MP 5 (+390)
σ_1	31.4	26.0	19.9	8.9	26.4
σ_2	25.7	23.5	14.8	7.1	15.6
σ_3	17.5	22.0	9.6	4.4	7.6

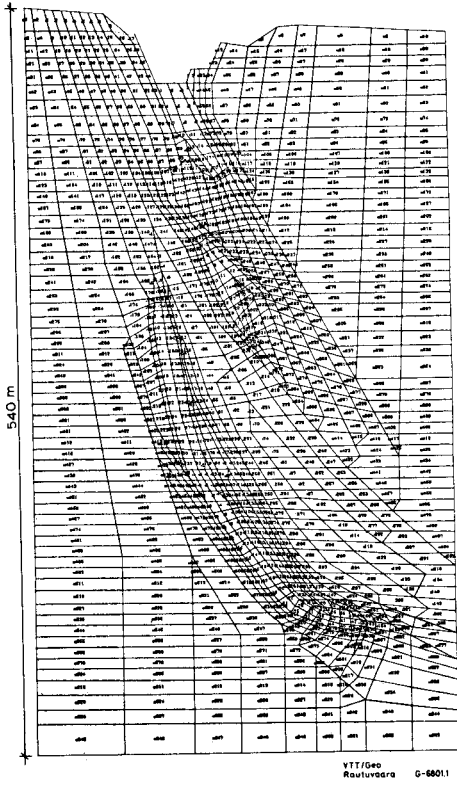
vaikuttaessa. Kuormituksen voi olla oma paino, ulkoisia kuormia ja alkuperäinen jännitystilä. Rakenteiden materiaali oletetaan lineaarisesti kimmoisaksi siten, että puristuksen alaisena materiaalilla on erilaiset kimmoisuusominaisuudet kuin vetojännitysten alaisena, mikä tekee mahdolliseksi vetoa kestävämmien materiaaliominaisuuksien huomioimisen.

Laskelmat olisi voitu suorittaa myös sellaisilla ohjelmilla, jotka ottavat paremmin huomioon todelliset materiaaliominaisuudet kuten rakojen kitka tai epälineaarinen kimmoisuus. Laskelmat olisi voitu tehdä myös kolmiulotteisia malleja käyttävillä tietokoneohjelmilla. Käytetty tietokoneohjelma todettiin laskelmien kustannukset huomioiden edullisimmaksi suunnittelun nykyvaiheessa.

Kaivoksen poikkileikkauksen 8500 perusteella muodostettu elementtiverkko on esitetty kuvassa 5. Mallissa on 1480 nurkkapistettä ja 1454 elementtiä.

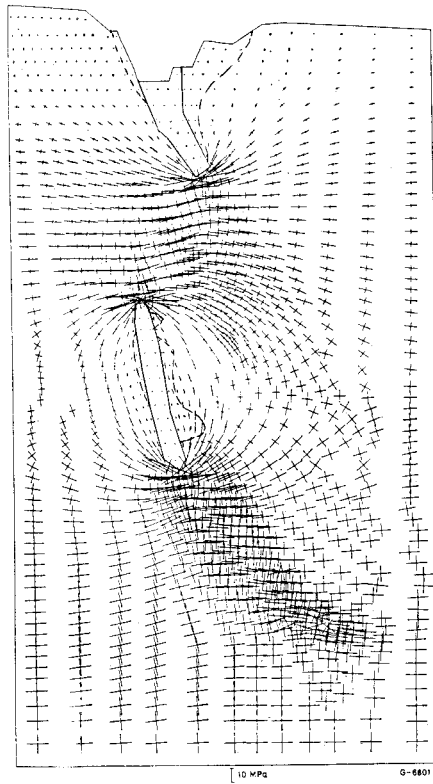
Kuvassa 6 on esitetty jännitysjakautuma kaivostilicjen ympärillä eri louhintavaiheissa. Jännitysten jakautuma on esitetty kunkin elementin painopisteeseen piirrettyillä pääjännitysten suuntaa ja suuruutta kuvaavilla vektoreilla. On huomattava, että vektoreiden tiheys ei riipu jännityksistä vaan elementtien koosta. Elementtijakoa on tihennetty niissä kohdissa, joissa on odotettavissa suuria jännitysten muutoksia.

Kuvissa 6 a-d esitetyt tulokset on saatu yhden laskennan tuloksena, jolloin louhinnan edistymistä on seurattu muuttamalla louhittavien kohtien kimmoparametrit hy-



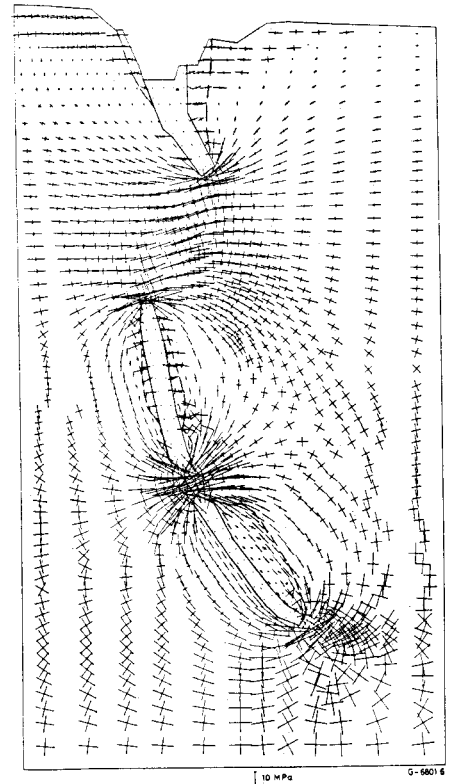
VTT/Geo
Rautuvaara G-66011

Kuva 5.



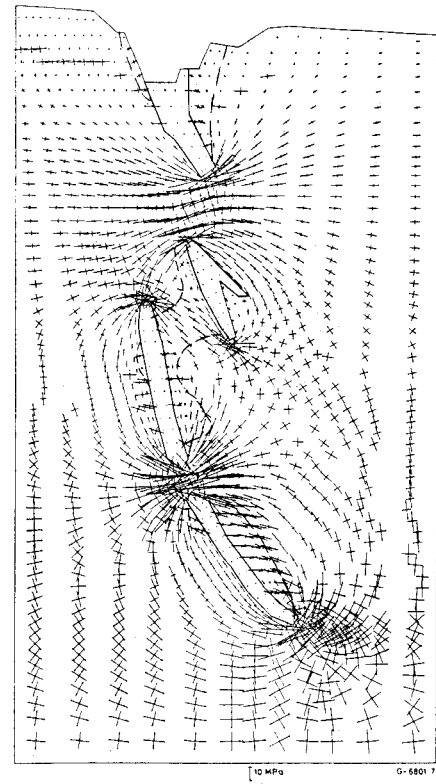
10 MPa G-66015

Kuva 6 a.



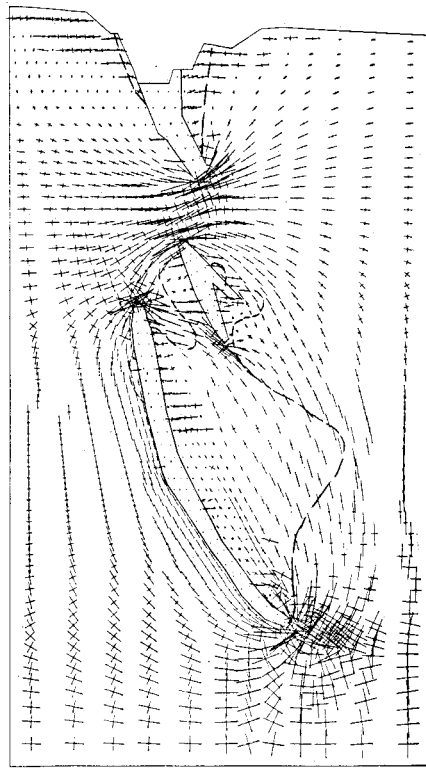
10 MPa G-66016

Kuva 6 b.



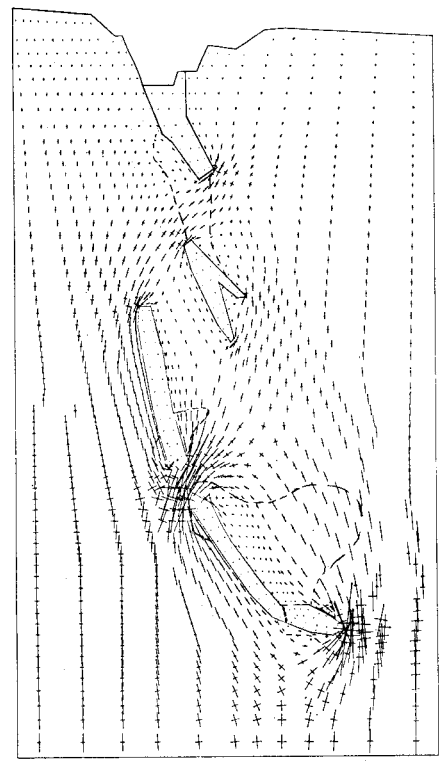
10 MPa G-66017

Kuva 6 c.



10 MPa G-66018

Kuva 6 d.



10 MN/m²

VTT/Geo 1979-03-12
Rautuvaara
Omapaino G-66012

Kuva 7.

Kuva 5. Laskelmien pohjana oleva elementtiverkko.

Fig. 5. Finite-element mesh used in calculations.

Kuva 6. Yhden laskennan tulokset. Kuormituksena oma paino ja vaakajännitys $\sigma_H = 10 \text{ MN/m}^2$.

- a) ensimmäinen louhintavaihe
b) toinen —"
c) kolmas —"
d) neljäs —"

Fig. 6. Results from one calculation. The load consists of own weight and horizontal stress state $\sigma_H = 10 \text{ MN/m}^2$.

- a) first stage in excavation works
b) second stage in excavation works
c) third stage in excavation works
d) fourth stage in excavation works.

Kuva 7. Vertailulaskelma. Kuormituksena vain oma paino.

Fig. 7. Comparative calculation. The load consists of own weight only.

vin pieniksi. Näin on voitu huomioida peräkkäisten louhintavaiheiden vaikutus toisiinsa.

Kuvan 6 laskelmissa on alkuperäisenä vaakajännityksenä käytetty jännitystä $\sigma_H = 10 \text{ MPa}$. Esimerkiksi tasolla +300 on omasta painosta aiheutuva pystysuora jännitys $\sigma_v = z \cdot \nu = 300 \cdot 0,030 = 9 \text{ MPa}$, jolloin vaakasuora jännitys on

$$\sigma_H = \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \sigma_v + \sigma_H^0 = \frac{0,3}{0,7} \cdot 9 + 10 = 14 \text{ MPa}.$$

Näin laskettu suurin vaakajännitys on vähän pienempi kuin mittauksissa todettu. 10 MPa:n vaakajännitys valittiin siksi, että mitattu suurin vaakajännitys ei ole aivan mallin tason suuntainen ja siksi, että louhostilat eivät ole pitkiä vaakasuoria luolia kuten kaksiulotteinen malli kuvaa, vaan niiden katon kaade on 30 — 50°, kuva 3. Kaksiulotteinen malli antaa tässä tapauksessa liian pessimistisen kuvan tilojen pysyvyydestä koska mallin tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa tapahtuva holvautuminen ei tule huomioiduksi.

Tärkeimmät laskelmien antamat tiedot ovat sinisen malmin vaakapilarin jännitykset ja vetoalueet tilojen ympärillä. Vaakapilarissa vaikuttavat suurimmat rasitukset ovat kuvan 6 c esittämässä tapauksessa $\sigma_1 = 70 \text{ MPa}$, jota vastaava toinen pääjännitys on $\sigma_2 = 20 \text{ MPa}$.

K.o. elementissä vaikuttava leikkausjännitys on $\tau = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2) = 25 \text{ MPa}$. Leikkausjännityksen suunta on lähes malmin suuntainen (45° kulmassa σ_1 ja σ_2 vastaan) ja sitä vastaan kohtisuorassa suunnassa vaikuttava normaalijännitys on $\sigma_n = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2) = 45 \text{ MPa}$. Jotta pilari ei leikkautuisi täytyy malmin kitkakulman olla $\phi > \arctan\left(\frac{\tau}{\sigma_n}\right) = \arctan\left(\frac{25}{45}\right) = 0,56$ eli $\phi \geq 29^\circ$. Kuvan 4 c mukaan malmin avoimen raon kitkakulma on $\geq 43^\circ$ kun normaalijännitys on alle 15 MPa. Tämän perusteella pilarin voidaan olettaa kestävän.

Ne alueet, joissa ainakin toinen pääjännitys on vetoa, on rajattu katkoviivoilla. Kuvan 6 d mukaan sinisen malmin kattopuoli sortuu, jos vaakapilari poistetaan.

Kuvassa 7 on esitetty vertailun vuoksi jännitysjakautuma samassa louhintavaiheessa, jota esittää kuva 6 c, siinä tapauksessa, että kuormituksena on pelkästään oma paino (Sinisen malmin alaosa on myös louhittu pitemmälle kuvassa 7.).

LASKELMIEN TULOSTEN KÄYTTÖ

Laskelmien pohjalta on tehty seuraavat päätelmät ja toimintasuunnitelmat:

- uskotaan välitasolouhinnan onnistuvan ilman sortumia varsinkin kun etukäteen betoni- ja vaijeripultituksella tuetaan alueet, missä esiintyy voimakkaita vetojännityksiä. Tässä mielessä ajetaan pultitusperä +250-tasolla Vihreän malmin kattoon. Muu pultitus tapahtuu malmien kattokontakteihin ajetuista välitasoperistä.
- asennetaan tarkkailupisteitä ja ekstensiometrejä alueille, missä on todennäköisimmin odotettavissa sortumia. Näin ne voitaneen ennakoida.
- suunnitellaan pysyviksi tarkoitettua kulkuyhteydet (ramppi) sellaiselle etäisyydelle malmeista ettei niissä louhinnan jälkeenkään ole odotettavissa jännitystilojen muutosten aiheuttamaa komuuta.
- pilarit on todettu välttämättömiksi, niiden poistaminen myöhemminkään on kyseenalaista.
- louhinnan etenemisen myötä seurataan kalliomekaanisia ilmiöitä ja verrataan niitä ennakoituihin. Louhinnan jälkeen tehtäen jännitystilamittaus alueella, missä kentän olisi pitänyt muuttua laskelmien paikkansapitävyyden tarkistamiseksi.

SUMMARY

STABILITY OF THE STOPES AT RAUTUVAARA MINE

The Rautuvaara mine is situated in Kolari in western Lapland. Iron ore, is found as two different ore deposits. Until now, one of them, the north-eastern Rautuvaara deposit has been mined to the depth of 210 meters. Here the ore is excavated from two main ore lenses, which are called the blue ore and the green ore.

The ore lenses are surrounded by a schist zone, in the direction of the ore. The schist zone carries two main directions of joints perpendicular to each other. This weakens the rock and plays an important role in the cave-in of the mine. Also, the ore contains one direction of joints, perpendicular to the formation. The directions and the frequencies of the joints have been measured from core samples.

Because of the fragmentation of the rock, the sub-level caving was first chosen as the mining method. During the excavation, from the depth of 80 meters to the depth of 175 meters, the cave-ins occurred only from the walls of the open cast mine. This gave a reason to study the possibility of changing the mining method to the sub-level stoping.

The compressive strength, the elasticity properties and the indirect tensile strength of the rock, and the shear strength for the joints, were measured from the samples. The state of stress of the rock was followed up in five points. The total stress state in the rock was calculated with the computer on the basis of the geometry of the mine and the known material properties. In the calculation, four phases were applied corresponding to the advance in the excavation until the depth of 400 meters. The calculation took into account the weight of the rock and the horizontal state of stress, which had been measured.

On the basis of the calculation, those areas are known, where the tensile stresses may appear during the excavation. This means that cave-ins will occur, if no strengthening of the rock is performed. The horizontal pillars on the levels of 210 and 300 meters are necessary and they will stand the stress. Also, on the basis of the results, the controlling of the rock stress state is planned and safe passageways can be excavated.

The influence of drill hole diameter on tunneling economy

Dipl.ins. Andrzej Zablocki, Oy Julius Tallberg Ab, Helsinki

Drilling and blasting is the most common and still the most economical hard rock excavation method in drifting and tunneling.

According to writers opinion up to now there has not been enough attention paid to the choice of hole diameter, which is also determining the choice of drilling method.

The rapid last year's development in both drill steel and rock drilling equipment together with a broader range of equipment are giving greater possibilities for choosing the most optimum combination.

By using a computer programme calculation has been made to study the influence of hole diameter on drilling and blasting costs for different drilling depths.

INTRODUCTION

Drilling is the first stage in the rock breaking process, and for this reason it is extremely important, since it affects the final economic result. In spite of many attempts to find new methods, the drilling and blasting technique has so far proved to be the most economical when dealing with hard rock.

This fact has greatly influenced the development of rock drilling equipment. During the last ten years de-

velopment has been particularly rapid (Fig. 1) — ever since the appearance on the market of high-power pneumatic rock drilling machines and the first hydraulic rock drilling machines.

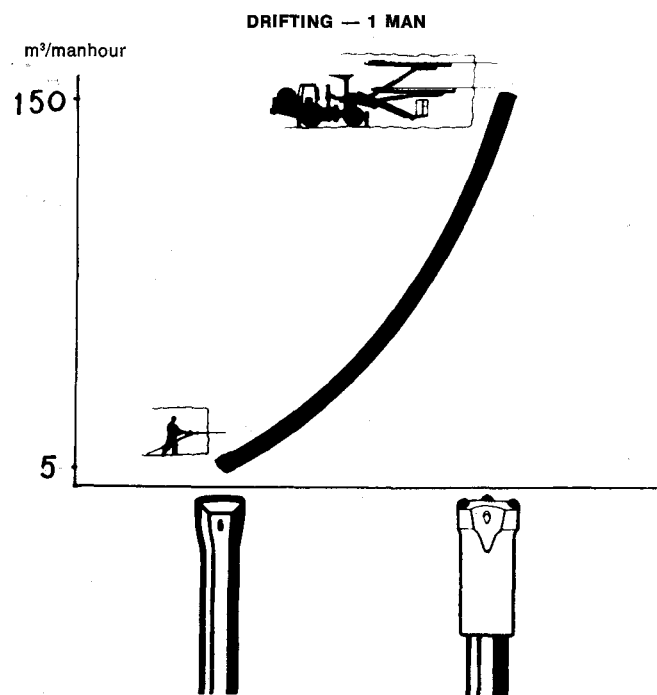
Although hydraulic rock drilling machines are considerably better in terms of both penetration rate and energy consumption, the latest progress made with pneumatic rock drilling machines indicates that this type of machine, particularly small and medium-sized versions, will still be in use after the year 2000. Pneumatic drilling machines are simple and long-lasting; moreover their energy consumption is acceptable and so the costs are low.

However, there is no doubt that in the immediate future, at least up to the year 2000 and beyond, hydraulic rock drilling machines — particularly the heavier types — will dominate the scene.

As far as mechanised drilling is concerned, there is a choice of either small or large diameter hole drilling, irrespective of the power system used. In addition to the hole diameter, there are other differences between these two drilling methods.

The small hole drilling method normally uses light rock drilling machines and integral drill steels, whereas large hole drilling employs heavy rock drilling machines and drifter rods.

Each method has its advantages and disadvantages, and these can be presented in the form of a table (Fig 2).



FACTOR	HOLE	
	SMALL Ø 30—38(41)	LARGE Ø 41—51
VOLUME/DRILL. M ADVANCE/ROUND	—	+
HOLE VOL. VS. ROCK VOL.	+	—
CONSUMPT. OF EXPL.	+(-)	+(-)
CHARGING TIME	—	+
FRAGMENTATION	+(-)	-(+)

Fig. 2.

In addition, a number of cost analyses have been made in favour of one or other of the methods, but these have usually not taken into account differences due to the drilling depth, penetration rate, the life of the drill steel equipment, etc.

It is the purpose of this paper to examine as objectively as possible, and keeping in mind drilling & blasting costs, the factors affecting the choice of hole diameter and drilling equipment.

Fig. 1.

CLASSES OF PNEUMATIC AND HYDRAULIC
ROCK DRILLING METHODS




	Light	Medium	Heavy
Rock drill			
Hole diam. mm	31—36	35—45	38—51
Drill steel	H22/H25	H25 R25/28 R32L	R38EL/38L

Fig. 3.

CURRENT DRILLING METHODS

Before calculating the costs of drilling and blasting we must examine the drilling and drill steel equipment that is currently available. Taking into account the current range of pneumatic and hydraulic rock drilling machines, drill steel equipment, etc. in use and available from manufacturers, it seems logical to divide modern drilling methods into three groups (Fig. 3).

From this division we can see that the weight class of the rock drilling machine, together with suitable drill steel equipment, guarantees the most economically favourable result; however, these two factors also dictate the hole diameter.

Due to the rapid progress in developing hydraulic machines, we have a situation today where there is an equal number of weight classes for both hydraulic and pneumatic drills, so that the division shown in Fig. 3 is valid irrespective of the power system.

CHOICE OF HOLE DIAMETER

The diameter of the hole has been used as the basis for a classification of the various drilling methods. The commonly used methods can be presented as in Fig. 4.

THE FOUR DRILLING METHODS UNDER STUDY
(= four different hole diameters)





ROCK DRILL	LIGHT	MEDIUM		HEAVY
DRILL STEEL	H22/25	H25	SHANK ROD + BIT	DRIFTER ROD + BIT
DRILL. METHOD	1	2	3	4
HOLE SIZE AND BIT TYPE	 Ø 31	 Ø 35	 Ø 38	 Ø 45

Fig. 4.

In the light class H22 integral drill steel is used, and the common hole diameter is 31 mm.

In the medium class H25 integral drill steels are in the widest use, with a hole diameter of 35 mm. The new R28 equipment, shown in Fig. 5, is also used in this

R 28 SHANK RODS FOR DRIFTING

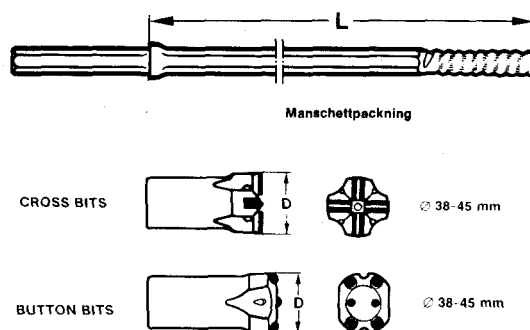


Fig. 5.

class. This equipment uses a shank diameter of 28 mm, making it more rigid than both H25 and R25 equipment. This makes it possible to use double thread. Some rock drilling machines in the medium class have often proved too powerful for H25 and R25 equipment, and this has been another reason for the development of the new R28 shank.

In the heavy class, however, R38L or R38EL (extra light) drifter rods are in most general use, with a hole diameter of 45 mm. Since the medium class has two sub-classes, there are altogether four different hole diameters.

The current aim is to find the most economical alternative by making use of a computer programme and by taking into account the following factors and restrictions:

General features and types of equipment considered

- only the commonly used equipment, together with the new R28 equipment shown in Fig. 4, has been considered.
- the various practical drilling lengths (see also "Input data") have been selected according to the rigidity of the equipment and the cut holes which may be drilled.
- the most modern and efficient rock drilling machine has been chosen in each class.
- since both pneumatic and hydraulic equipment is available in each class, only the pneumatic version has been studied, and a corresponding cost only given for the hydraulic version.

Restrictions

In calculations concerning actual contracts certain factors may make it necessary to use even the most expensive alternatives, and this cannot be taken into account in this cost analysis. Examples:

- the blasting may necessitate the use of a larger hole diameter than planned — e.g. because of problems with charging.
- rock that causes gauge wear may require a larger hole diameter.
- restrictions regarding blasting vibrations may affect both the drilling depth and the choice of hole diameter.

- the choice of drill steel equipment may be affected by the different ways of handling the equipment.
- the desire to avoid regrinding may affect the choice of a larger hole (Ø 41 mm is the smallest button bit currently available).

Input data used in the cost analysis (Fig. 6)

Computed drill pattern, data and costs for tunneling by Atlas Copco Stockholm 2. 1. 1979.	
Name of project: tunneling symposium, Finland.	
Conditions for calculations	
Tunnel crossection	16.0 m ²
Tunnel width	4.0 m
Contour blasting	smooth
Hole depth	3.7 m
Advance per round	3.4 m
Drill steel type	1 in integral H-25
Hole diameter	35.0 mm
Hole diameter burn hole	76.0 mm
Computed results	
Number of holes	47+2
Drilled meters per round	181.30 drillm
Drilled meters per m ³ rock	3.29 drillm/m ³
Net drilling time per round	166.36 machine-min
Total drilling time	98.63 min/round
Including setting up time	10.00 min/round
Total charging time	62.28 min/round
Including setting up time	10.00 min/round
Consumption of explosives	
Bottom charges	25.30 kg
Pipe charges contour	21.50 kg
Pipe charges cut	33.10 kg
Pipe charges stope	7.24 kg
Total for the round	87.14 kg
Specific explosives consumption/m ³ rock	1.58 kg/m ³

Fig. 6.

Rock type:

Homogeneous hard granite, in which the integral bit (H22/H25) has a life of c. 200 drilled metres

Tunnel size:

16 m²

Drilling machine:

3-boom type with rubber tyred chassis

Drilling machine penetration rates:

- Light Ø 31 mm — 0.95 m/min
- Medium Ø 35 mm — 1.2 m/min
- Ø 38 mm — 1.05 m/min
- Heavy Ø 45 mm — 1.2 m/min

Drilling classes shown in Fig. 7 have been chosen

DRILLING CLASSES:

Rock drilling machine	Light	Medium	Heavy	
Drill steel equipment	H22	H25	R28 R38L	
Drilling depth, m	Hole diameter			
2.1	Ø 31			
2.9	Ø 31	Ø 35	Ø 38 Ø 45	
3.7	Ø 31	Ø 35	Ø 38 Ø 45	
4.5		Ø 35	Ø 38 Ø 45	

Fig. 7.

Prices of drill steel and drilling equipment:

1978 price level

Service life of drill steel:

The service life of 4.0 m long integral drill steels is 200 drilled m, and the rest of the equipment is in relation to this. The reduction in the service life with increasing drill length has been taken into account.

Depth of round:

The greater the drilling depth employed, the greater the specific drilling for a constant advance value. This also applies to the number and volume of opening holes. Research carried out by Outokumpu, Rautaruukki and in Norway confirms this finding, and this was taken into account here.

Charging:

The change in the charging time as a function of the drilling depth has been taken into account.

Stopping method:

Smooth blasting.

Other cost factors:

- two men per drilling rig,
- shifts: 220 days/year, 2 shifts/day
- explosives: anite 4.03 mk/kg, ANFO 2.00 mk/kg, Silosex 6.41 mk/kg, detonators 1.91 mk each.

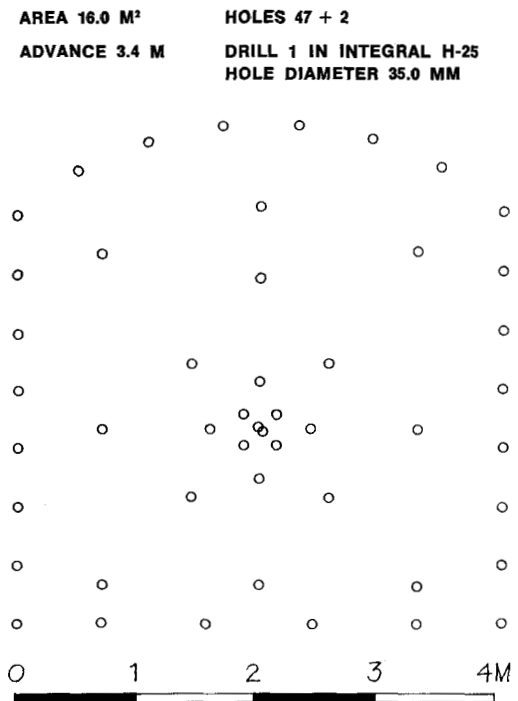


Fig. 8.

Results of cost analysis

Fig. 8 shows an example of the results obtained from the computer. All the factors considered (drilling depth, number of holes, drilling time, charging time, etc.) are included.

Altogether 18 cases were studied, from which the results shown in the example were obtained.

The results have been used to draw a number of diagrams to make it easier to study the effects of the various factors on drilling and blasting costs for the different hole diameters.

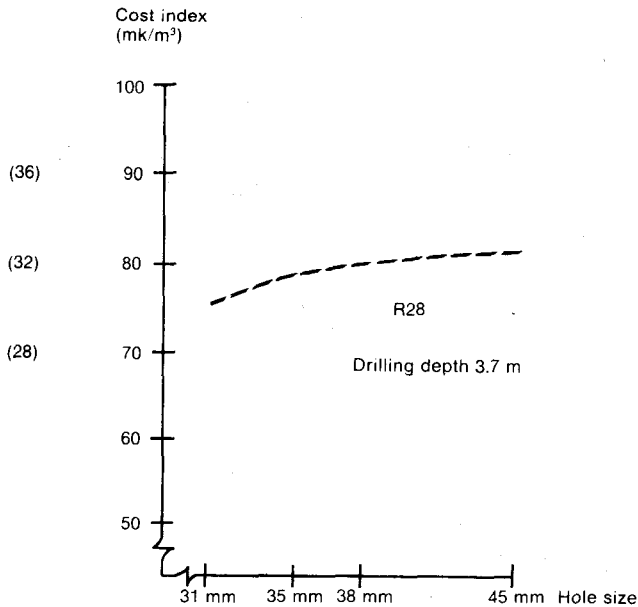


Fig. 9.

Fig. 9: The most widely used drilling depth in Finland is 3.7 m. The diagram shows the excavation costs (drilling and blasting) for the various drilling classes (hole diameter) when the drilling depth is 3.7 m mentioned above.

The curve can be said to represent the drilling methods used so far; the mark x below it represents the new R28 equipment. (Fig. 12). According to the curve, use of the new equipment represents a saving of about 1.60 mk/m³ compared with the integral drill steel.

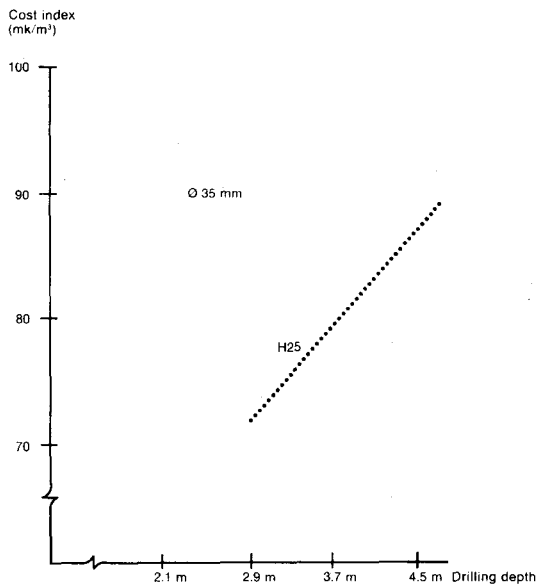


Fig. 10.

Fig. 10: The curve shows that drilling and blasting costs decrease along with decreasing drilling depth, so that the changeover from 4 m to 3.2 m drills (drilling depth goes from 3.7 m to 2.9 m) that has been made in some mines appears to be quite justified, at least as far as integral drill steel equipment is concerned.

In Finland most contractors use a hole diameter of 35 mm applying greater drilling depth with integral drill steel equipment, while in mines this hole diameter represents the shorter drilling depth.

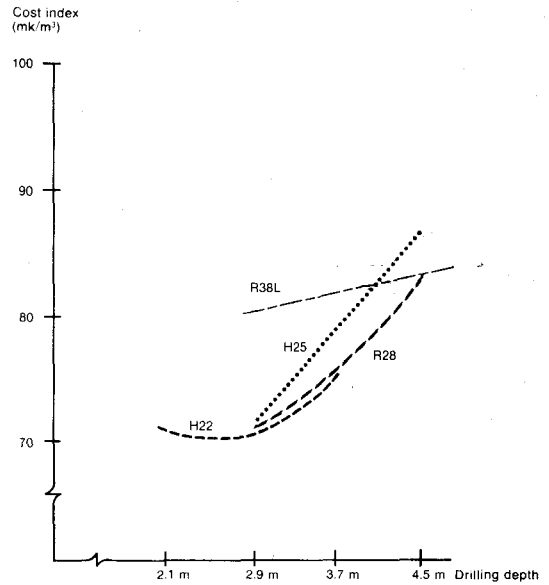


Fig. 11.

Fig. 11: This diagram shows the entire range of drilling equipment and the corresponding drilling and blasting costs as a function of the drilling depth. The diagram illustrates how drastically the drilling depth affects the costs in the case of the small hole method. The large hole method (i.e. the method using extension equipment) is not as sensitive to the drilling depth. For a given drilling depth the curve can be used to find the most economical drilling method — in other words, it allows us to select suitable drilling equipment (hole diameter).

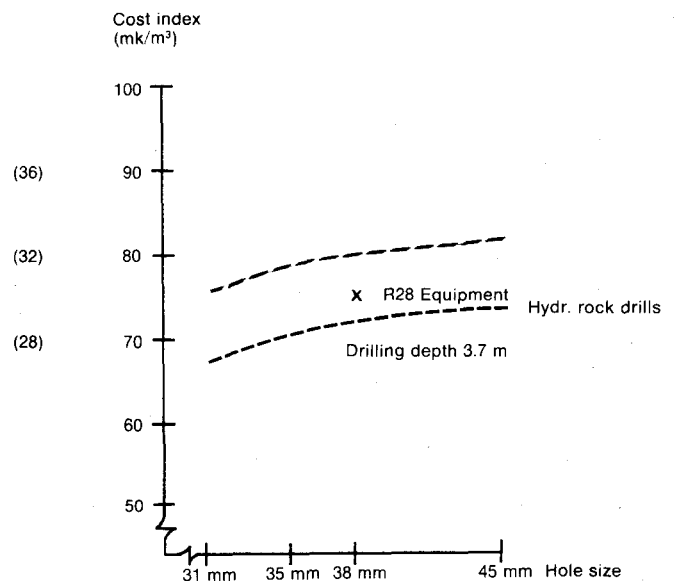


Fig. 12.

Fig. 12: The diagram presents the same curve as in Fig. 9 together with the blasting costs for hydraulic rock drills. The costs are clearly smaller, though the trend is in the same direction.

The same conclusions can thus be drawn irrespective of whether we are speaking of pneumatic or hydraulic rock drilling.

The results are perhaps slightly surprising in view of the fact that the drilling method most commonly used in Finland — using a 4.0 m integral drill steel — appears

to be one of the most expensive. It should be remembered, however, that this method is normally used by contractors, in which case the rate of advance greatly affects the total costs. This is discussed separately in section 5. This does not, however, mean that there are no cheaper alternatives when aiming at greater drilling depths, as the examples mentioned above show.

For long rounds, heavy rock drilling machines and large hole drilling can be recommended. For short rounds — say under 3.5 m — light rock drilling machines and small hole drilling are recommended.

PENETRATION RATE

The most typical feature of hydraulic rock drilling machi-

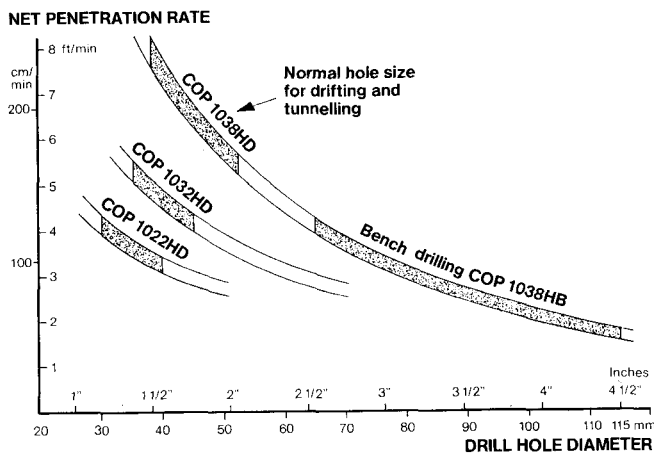


Fig. 13.

nes is their high penetration rate. Fig. 13 presents the penetration rates for three hydraulic rock drilling machines (light, medium and heavy) for various hole diameters. With modern rock drilling equipment (COP 115ED, COP 126ED) a penetration rate of c. 1.2 m/min can be achieved, even in hard rock.

The net penetration rate, however, does not give the right picture of the efficiency of the rock drilling machine. Drilling involves other work phases, such as positioning the boom and feed, and moving from one hole to another. The time needed for these operations may vary according to the driller's accuracy and experience, although the variation lies within rather restricted limits; this means that in practice the drilling efficiency can be calculated and presented as a function of the net penetration rate (Fig. 14).

In the diagram the term "practical efficiency" means actual drilling work, not a complete drilling cycle — i.e. it does not include setting up the drilling rig or its removal from the drilling site.

Doubling the net penetration rate from 80 to 160 cm/min results in an increase in the actual rate from 54 to 81 cm/min, i.e. an increase of only 50 %.

Similarly, the curve can be used to calculate the time required for tunnel drilling, starting from the drilling volume and the estimated net penetration rate.

What is the financial value of this time saving?

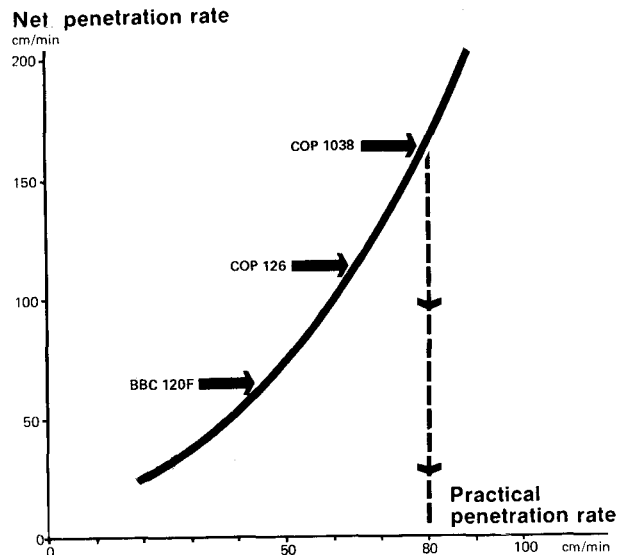


Fig. 14.

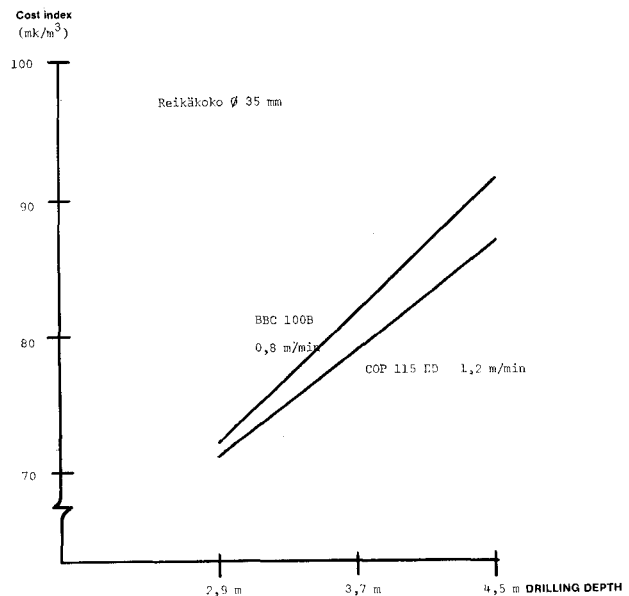


Fig. 15.

Fig. 15 shows the relationship between drilling and blasting costs and drilling depth as the penetration rate of the rock drilling machine varies. The machines in question are the pneumatic rock drills types BBC 100B (penetration rate 80 cm/min) and COP 115ED (penetration rate 120 cm/min), and the integral drill steel used is an H25, with a hole diameter of 35 mm. The greater the drilling depth the more economical it is to drill with a fast rock drilling machine. For a drilling depth of 3.7 m the difference may be c. 1 mk/m³ at today's price level.

For hydraulic machines the time saved is even greater.

TYPES OF CUT, ADVANCE

Factors affecting the choice of hole diameter indicate that increasing the drilling depth, using the equipment at present most widely in use (H25), is not the most economical solution. The price of the drill steel equipment and insufficient drilling accuracy have the greatest bearing on this. Neither is the drilling of large opening

FOUR-SECTION CUT

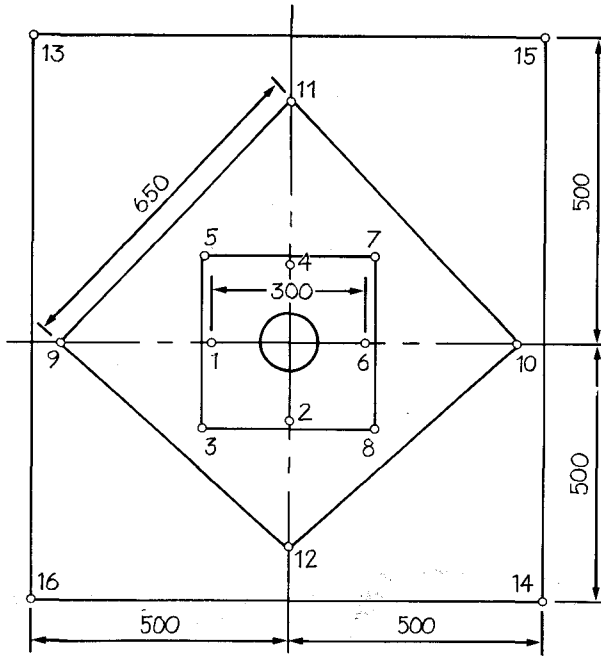


Fig. 16.

holes using this drill steel equipment economical.

The size of burn hole and the cut types used for drilling depths less than 3.7 m have proved suitable, although three or even four opening holes of diameter 76 mm have recently been used in place of the two used earlier.

If it is desired to increase the length of the round, stronger and more rigid drill steel equipment must be used; in addition, to achieve a better advance, other cuts than four-section cylindrical types must be used.

Fig. 16 presents a diagram of one such four-section

DOUBLE SPIRAL CUT

Ømm	75	100	110	125
Amm	110	130	140	160
Bmm	130	160	170	190
Cmm	160	190	210	240
Dmm	270	325	350	400
P ₁ kg/m	0.30	0.40	0.45	0.50
P ₂ kg/m	0.65	0.85	0.90	1.1

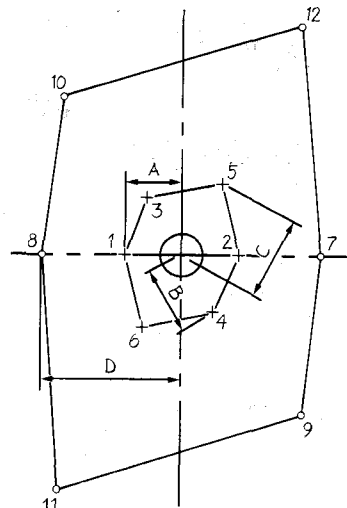


Fig. 17.

cylindrical cut, and Fig. 17 a diagram of a double spiral cut. The effect of the opening hole obtained with these two types on various drilling depths can be presented in the form of a table (20 m² tunnel, R38L drifter rod, 51 holes of diameter 45 mm table 1).

Table 1.

Drilling Depth	Drifter rod mm	Opening hole		Cut type	Advance	
		Ø mm	SA cm ²		% of hole depth	m
3,8	4265	102	82	Four-section cut	88	3,3
3,8	4265	102	82	Double spiral	95	3,6
3,8	4265	115	100	Four-section cut	92	3,5
3,8	4265	115	100	Double spiral	97	3,7
3,8	4265	127	126	Four-section cut	94	3,6
4,4	4915	115	100	Four-section cut	86	3,8
4,4	4915	115	100	Double spiral	93	4,1
4,4	4915	127	126	Four-section cut	90	4,0
4,4	4915	127	126	Double spiral	96	4,2
4,8	5335	127	126	Four-section cut	88	4,2
4,8	5335	127	126	Double spiral	94	4,5
4,8	5335	2×102	164	Four-section cut	94	4,5

Use of a double spiral cut clearly gives a better advance. The drilling may seem rather more difficult but the costs are indisputably lower.

The drilling time for small tunnels does not increase to any great extent even if the drilling depth is increased; neither is there any significance in practice in an increased charging time (using a charging device). Lengthening the round affects the loading time most, and this in turn often determines how deep round to drill without having to change the working rhythm. As far as the removal of the muck is concerned the only effect of lengthening the round is that it may be necessary to increase the number of dumpers, although this depends entirely on the distance involved.

Lengthening the round is significant economically, since the overall distances travelled by the drilling machine and the loader are reduced. If, for example, in a 5 km long tunnel, the number of rounds can be reduced by 233 (advance 3.9 m instead of 3.3 m) this means that the drilling machine and the loader have almost 600 km less to travel.

The biggest saving achieved by increasing the length of the round, however, may well be in the overall costs, thanks to a reduction in the overall working time.

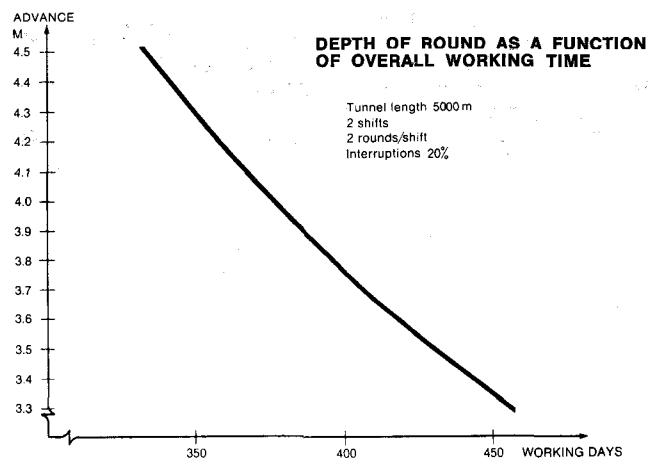


Fig. 18.

The curve presented in Fig. 18 shows the effect of the advance on the working time in a tunnel 5 km long and with a cross-sectional area of 16 m². Increasing the advance by 0.5 m reduces the overall working time by 2 months, which represents a saving of hundreds of thousands of marks.

With the help of this example I would like once again to draw attention to the fact that there are other methods besides the small hole drilling method. However, this does not mean that large hole drilling and long rounds are always the correct and most economical solution.

SUMMARY

In the countries using big hole drilling method there is always an interest in small hole drilling (what ever the reason might be) and vice versa — in countries using small hole method bigger hole drilling started to be lately interesting. Long advances seem to be however interested in any cases.

Because of that and referring to the present studies I am of the opinion that R28 (R38 EL) equipment is an alternative to anyone interested in decreasing drilling and blasting costs and at the same time in increasing the drilling efficiency.

The latest test results in Finland are supporting this viewpoint and can be presented according to Fig. 19.

This does not mean that I am necessarily a devotee of large hole drilling. I firmly believe that in addition to its other advantages the choice of small hole drilling, especially in combination with light hydraulic rock drilling machines, has the advantage of a low purchase price.

I only want to make it clear that there are other possibilities and that in my view, every drilling method has its own economical range of application.

So far, the various drilling methods have been compared in terms of factors such as wages and salaries and the cost of the drilling equipment. In doing this study I have tried to bring out all the factors which affect the drilling method — i.e. the choice of hole diameter.

R28 VERSUS H25/R25

FEATURE	BENEFIT
● STIFFER	● EASIER COLLARING ● LESS BREAKAGES = LESS INTERRUPT ● HIGHER PENETRATION RATE ● LESS JUMPING ON THE FEED ● SAFER
● LONG LIFE	● INCREASED PRODUCTIVITY (choice of steel 0:14 min/hole, changing of steel 0:25 min/hole) ● EASY TO HANDLE ● LESS RODS IN CIRCULATION — Capital saving — Less weight on the rig
● SEPARATE BIT (against H25)	● EASY TO HANDLE — H25 weights ~ 13 kg — bit weights ~ 0.6 kg ● DRILL RIG COST SAVING — no need to drive the rig only for steel transportation ● ALL THE BENEFITS OUT OF THE BUTTON BITS
● BIGGER FLUSHING HOLE	● BETTER FLUSHING — Improves penetration Improves bit life



YHTEENVETO

Perän- ja tunnelinajon yhteydessä poraus ja räjäytys on edelleen yleisin ja taloudellisin kallion irrotusmenetelmä. Kirjoittajan mielestä reikäkoon valintaan, jota voidaan myös pitää määrättyinä irrotusmenetelmän valintana, ei ole tähän saakka kiinnitetty tarpeeksi huomiota. Viimeaikainen sekä pora- että porauskaluston nopea kehitys ja saatavissa olevat laajat valikoimat antavat suuret mahdollisuudet valita optimiyhdistelmä mahdollisimman pienten irrotuskustannusten saavuttamiseksi.

Tietokoneohjelmaa hyväksikäyttäen on tässä tutkittu reikäkoon vaikutusta poraus- ja räjäytuskustannuksiin erilaisilla porauspituuksilla. Tulosten perusteella määrättylle porauspituudelle voidaan löytää taloudellisin porausmenetelmä — toisin sanoen, voidaan valita sopivin pora- ja porauskalusto (reikäkoko).

Fig. 19.

R28 equipment and continuous development of button bits which in view of regrinding and handling costs might be considerable more economical and even lead to higher degree of mechanization and operator's comfort, indicates that R28 perhaps will replace H25. Prognosed areas of application of the various types of equipment are presented in Fig. 20.

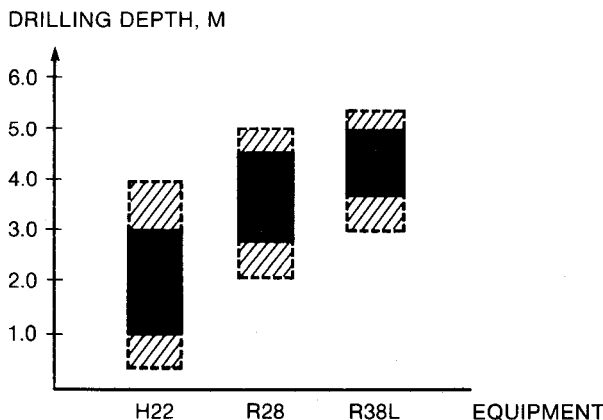


Fig. 20.

REFERENCES

1. Holdo, Jan. Tunnel drivningsteknik fram till år 2000. Tryckluft N. 3, 1978 (Swedish).
2. Hamrin, Hans. Hydraulborrmaskiner — fem års erfarenheter. Tryckluft N. 3, 1978 (Swedish).
3. Kankaanranta, Erkki. Louhintamenetelmät. Tunnelit ja varmuusvarastot (Finnish). INSKO 46—76 XIII, 7-8-4. 1976.
4. Larsson, B., Göting, O. Blasting — controlled power and safety are watchwords. World Mining, October 1977.
5. Back, Rune. Silmäys tulevaisuuteen — maanalainen kaivos vuonna 2000. Paineilmautiset N. 1/75, (Finnish).
6. Harr, V. Insert or button bits for drifting and tunnelling. Sandvik Ab, intern report, October 1978.
7. Seger, Matti. Ortdrivningsutredning — LKAB, Kiruna. Atlas Copco Project department, intern publication 1974 (Swedish).
8. Boring og Lading i tunneler under 20 m². Universitetet i Trondheim, Prospekt rapport 1—74 (Norwegian).
9. Rissanen, H. Räjähdyksaineiden kulutus peränajossa. 1. 12. 1977 Rautaruukki Oy, Otanmäki Mine, intern report (Finnish).
10. Kärkkäinen, U. Lähtevyys ja porareikämäärätutkimus peränajossa Hammaslahden kaivoksessa. 23. 5. 1977, Outokumpu Oy, intern report (Finnish).
11. Hakola, A. Katkojen lähtevyydet. 23. 10. 74 Outokumpu Oy, intern report (Finnish).
12. Zabolocki, A. Louhintakalusto ja sen valinta. Maansiirto N. 8/1973 (Finnish).
13. Zabolocki, A. Kokoprofiilitunneliajotekniikka. Maansiirto 5/74, 8/74, 8/75 (Finnish).

Suurten hydraulivasaroiden rikotuskyky

Dipl.ins. P. Heikkonen ja dipl.ins. U. Vilja, Rammer Oy

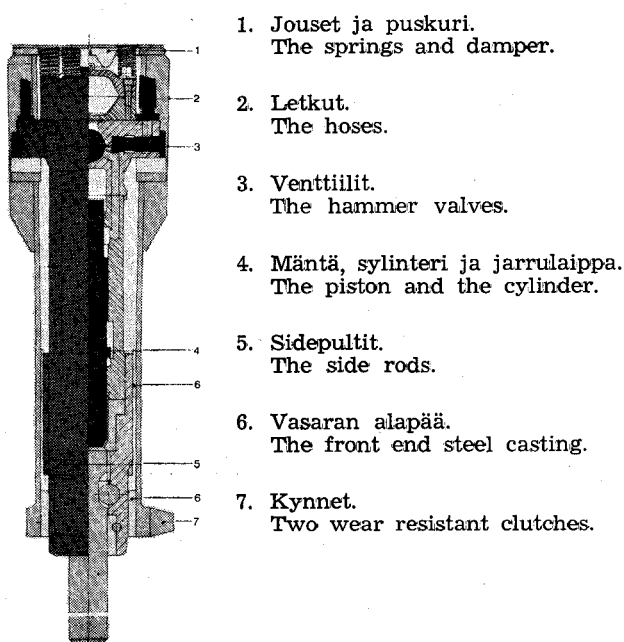
VASAROIDEN KEHITYS

Markkinoilla olevien hydraulivasaroiden koko on viime vuosina kasvanut ja vasaroita on alettu yhä yleisemmin käyttää myös raskaissa töissä kuten roudan ja kivien rikkomisessa. Näihin asti markkinoilla olleet vasarathan ovat olleet yksinomaan kevyitä ja keskiraskaita koneita, jotka on tarkoitettu rakennusteollisuuden tarpeisiin, lähinnä betonirakenteiden purkuun. Vasaroiden kokoa ja tehokkuutta ilmoitettaessa on käytetty seuraavia suureita:

- iskuenergia, jolla tarkoitetaan männän liike-energiaa iskuhetkellä
- impulssi, joka on iskuvoiman ja iskun kestoajan tulo
- vasaran massa
- terän halkaisija
- käyntipaine
- koneeseen syötettävä tilavuusvirta.

Näistä ainoastaan vasaran massa, terän halkaisija ja käyntipaine ovat yksiselitteisiä ja helposti tarkistettavia. Sopivalle tilavuusvirralle ilmoitetaan yleensä raja-arvot, joiden välissä käytettävän tilavuusvirran tulee olla. Käytännössä arvo määräytyy tietysti käytettävän kaivukoneen tai hydrauliyksikön pumppujen mukaan. Kehitys onkin tuonut mukanaan vaikeuden, kuinka vertailla vasaroita luotettavasti toisiinsa. Ongelmaa ei suinkaan helppota jopa maailman johtavien valmistajien taipumus suurennella reilusti nimenomaan iskuenergiaa, jota ei ilman monimutkaisia mittauksia voida tarkistaa.

Seuraavassa on esitetty niitä kokemuksia, joita suomalaisen vasaranvalmistajan Rammer Oy:n alkutaipaleel-



Kuva 1. S 800 hydraulivasara.

Fig. 1. Hydraulic Hammer S 800.

la on kertynyt. On huomattava, että kaikki esitetty asia liittyy hydraulivasaroihin, joissa mäntä iskee suoraan terän päähän (kuva 1). On toki olemassa muunkinlaisia konstruktioita, joista mainittakoon

- vasara, jossa ei ole lainkaan erillistä terää vaan mäntä iskee suoraan kohteeseen,
- vasara, jossa mäntä ei iske suoraan terään vaan johonkin väliaineeseen, esim. öljyyn.

JÄREÄN HYDRAULIVASARAN RAKENNE JA SUUNNITTELUPERUSTEET

Koska jäljempänä esitettävä tekniikka on tämän artikkelin varsinainen anti, on tässä vaiheessa tyydyttävä luettelomaiseen kertaukseen järeän hydraulivasaran rakenteesta ja suunnitteluperusteista.

Vasaran sisällä (kuva 1) on mäntä, jota liikutetaan paineöljyn avulla edestakaisin. Mäntä iskee terän päähän, jolloin männän liike-energia etenee jännitysaaltona terän läpi kohteeseen ja särkee sen. Vasaran rikotuskyky riippuu tämän jännitysaallon amplitudista, ajallisesta kestosta ja aallon muodosta. Vasaran suunnittelija muotoilee jännitysaallon omilla rakennetekniikoillaan. Jännitysaalton ja sen muotoon vaikuttavat männän ja terän kohtaamisnopeus sekä niiden mitoitus.

Toinen tärkeä seikka on rakenteen yksinkertaisuus. Liikkuvia osia tulee olla niin vähän kuin mahdollista ja ne pitää voida tarkistaa tai vaihtaa itse vasaraa purkamatta. Muutenkin osien tulee olla selväpiirteisiä ja helppoja käsitellä.

Kolmas, yleensä huomiotta jäävä asia on kohteesta takaisin heijastuva jännitysaalto. Kun hydraulivasaralla rikotaan esim. liian suurta kiveä, tapahtuu seuraavaa:

- Mäntä iskee terän päähän.
- Terään muodostuu jännitysaalto, joka kulkee terän läpi kiveen.
- Kivi ei rikkoonnu, jolloin jännitysaalto heijastuu kivestä takaisin ja kivi "lyö" puolestaan vasaraa.
- Takaisin heijastunut jännitysaalto kulkee terän ja vasaran runko-osien läpi.

Jos osia ei ole suunniteltu oikein, saattaa jännitysaalto vaurioittaa osien välisiä pintoja, katkoa pultteja ja pudotella vasaran sivuille "ripustettuja" osia pois.

VASAROIDEN VERTAILUSUURET

ISKUENERGIA — IMPULSSI

Hydraulivasaroiden tehokkuuden yleinen vertailuperuste on niiden iskuenergia. Se ilmoittaa vain vasaran sisällä liikkuvan männän liike-energian kun mäntä kohtaa terän, ja siksi sitä pitäisi vasaran tehokkuuden mittana käsitellä lainausmerkeissä.

$$\text{Iskuenergia lasketaan kaavasta } E = E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2.$$

Iskuenergia riippuu männän massasta m ja nopeudesta v .

Samansuuruinen "energia-annos" voidaan kuitenkin tuoda kiveen kovin monessa eri muodossa. Lopputuloksen kannalta on olennaisen tärkeää, että "annoksen" muoto ja sisältö on oikea.

Iskuenergia ei huomioi energian siirrossa ja muuttamisessa männän liike-energiasta kiven jännitystilän potentiaali- sekä partikkelien liike-energiaksi tapahtuvia häviöitä. Häviöt ovat seurausta mm. männän ja terän epäonnistuneesta muotoilusta ja ilmenevät osien lämpenemisenä.

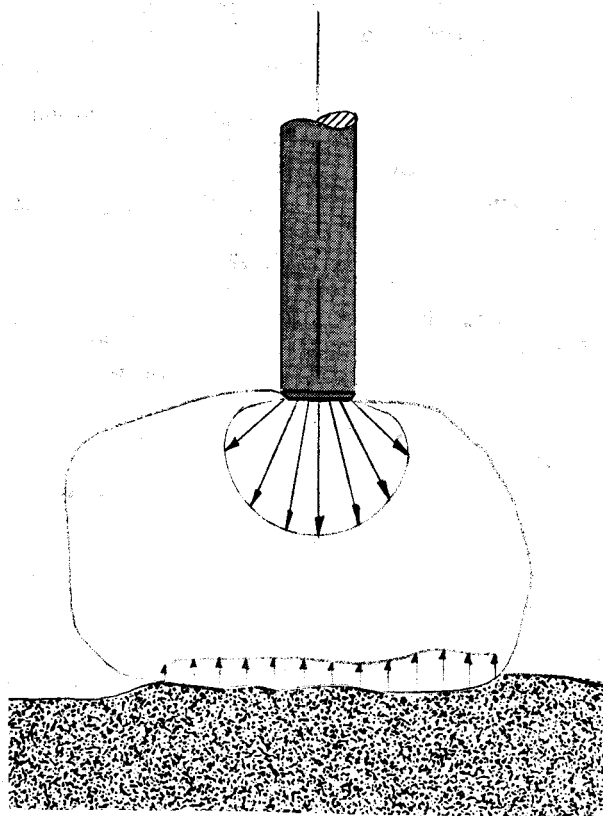
Iskuenergia ei näin ollen välttämättä kerro paljoakaan hydraulivasaran tehokkuudesta rikotaessa esim. kiviä.

Kiven rikkominen hydraulivasaralla perustuu siihen, että kiveen aiheutetaan murtumaan johtava jännitystila. Kiveä ei pyritä kiilaamaan halki, kuva 2.

Kiven jännitystilän aiheuttaa voima, joka syntyy kiven ja terän välisessä kosketuspinnassa terässä etenevästä jännitysaallosta. Terän jännitysaalto taas on seurausta männän iskeytymisestä terän päähän.

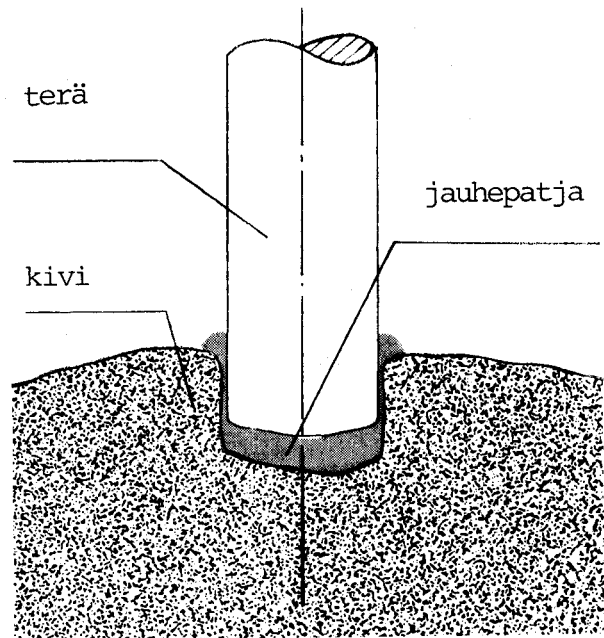
Tietyn poikkipinta-alaisen terän kautta kiven pintaan on mahdollista siirtää vain rajallisen suuruinen voima, koska jännityksen ylittäessä terän ja kiven kosketuskohdassa kiven murtolujuuden ylimääräinen osa murtaa kiviaineksen ja terä painuu kiven sisään. Terän ja kiven väliin muodostuu energiansiirron kannalta haitallinen jauhepatja (kuva 3). Tällöin ei liian suuresta iskuenergiasta ole mitään hyötyä, koska energiaa ei voi käyttää kiven rikkomiseen. Voidaan vain todeta, että vasaran dimensiointi on tässä tapauksessa väärin suoritettu.

Jotta terästä kiveen tuodun jännitysaallon heijastumis- ja kertaantumisiilmiöitä voitaisiin käyttää hyväksi lisäämään vasaran tehokkuutta, jännitysaallon kestoajalla tulee olla rikottavasta kivistä riippuva minimiarvo. Ta-



Kuva 2. Kiven jännitykset, periaatekuva.

Fig. 2. Stresses in a rock boulder in principle.



Kuva 3. Terän alle muodostuva jauhepatja.

Fig. 3. Layer of stone powder under the tool. (kivi = boulder, terä = tool, jauhepatja = powder)

loudellisesti rikottavien kiviä koko määräytyy siis osaltaan jännitysaallon kestoajan eli vasaran rakenteen pohjalta. Iskuenergialla ei tarvitse olla asian kanssa paljoakaan tekemistä, kunhan se on riittävän suuri.

Tekninen laskentasuure, joka riippuu

- männän massasta
- iskuopeudesta
- männän halkaisijoista
- terän halkaisijoista
- männän ja terän halkaisijasuhteista
- männän pituudesta

on impulssi. Se on yksinkertaisesti terästä kiveen siirtyvän iskuvoiman ja iskun kestoajan tulo ja sopii vasaroiden keskinäiseen vertailuun huomattavasti paremmin kuin iskuenergia. Tätä tukevat myös käytännössä suoritettavat havainnot eri hydraulivasaroiden rikkomistehokkuudesta.

Tehokasta vasaraa konstruoidessa on siis pyrittävä suureen impulssiin, jossa voiman amplitudilla ja kestoajalla on tietty suhde. Näin menetellen myös iskuenergiasta muodostuu riittävä.

HYDRAULIVASAROILLE ILMOITETTUJEN TEKNISTEN OMINAISUUKSIEN VERTAILUA

Iskuenergia I. männän liike-energia

Noin puolitoista vuotta sitten esiteltiin järeä hydraulivasara, Rammer S 800. Sen iskuenergia on 3500 J. Markkinoilla olleiden vasaroiden energiat vaihtelivat yleensä välillä 1000—2000 J.

Kokemus on osoittanut, että tilanteita, joissa yli 3500 J iskuenergiaa tarvitaan, on vähän. Yleensä iskuenergian kasvaessa myös vasaran paino samoin kuin tarvittavan peruskoneen paino kohoavat. Saavutettava lisäteho ei aina vastaakaan yksikön suurempia hankinta- ja käyttökustannuksia.

Iskutaajuus

Männän iskutaajuus ilmaistaan iskuina minuutissa. Isku-

taajuus riippuu peruskoneen vasaraa syöttävän pumpun tuotosta ollen korkeimmillaan noin 500 i/min. Iskutaajuutta voidaan kasvattaa, kun vasaraa pienennetään. Voidaan sanoa, että järeän vasaran iskutaajuuden kohottaminen yli 500 i/min ei enää lisää vasaran tehokkuutta, vaan aiheuttaa teknisiä ongelmia vasaran rakenteessa.

Käyntipaine ja tilavuusvirta

Vasaroiden käyntipaine ja tilavuusvirta sovitetaan yleensä sopivaksi kaivukoneisiin, joihin vasara on painonsa puolesta asennettavissa. Tilavuusvirta on yleensä alle 180 l/min ja käyntipaine korkeintaan 18 MPa (180 kp/cm²).

Kaivukonerintamalla on havaittavissa selvästi pyrkimys kohti korkeampia paineita ja pienempiä tilavuusvirtoja.

Hydraulivasarassa korkea käyntipaine johtaa yleensä alhaiseen hyötysuhteeseen vuotojen lisääntyessä suurihalkaisijaisissa tiivisteettömissä osissa.

Männän liike-energia terän poikkipinta-alaa kohden

Jotta hydraulivasara toimisi vasarana eikä porakoneena, jonka pyöritysmekanismissa on vika, energiatiheys terässä ei saa olla liian korkea (kuva 4).

Vasarat, joiden terähalkaisijat ovat samaa luokkaa, kamppailevat hyvin todennäköisesti samassa sarjassa.

Vasaran peruskoneesta ottama teho ja hyötysuhde

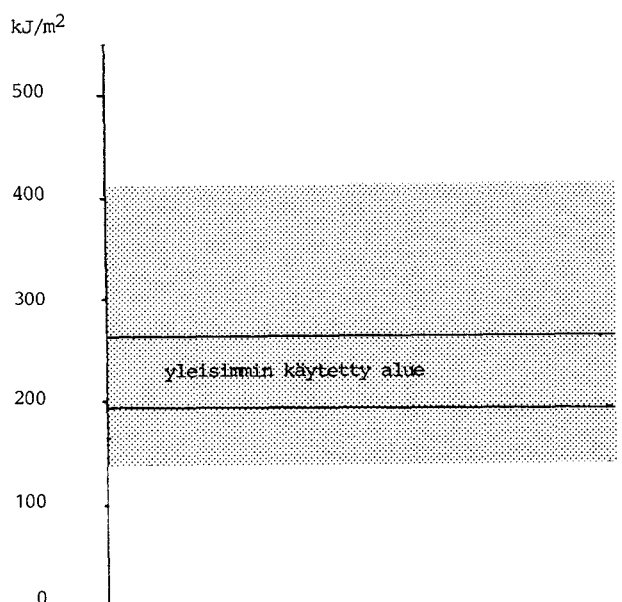
Vasaroiden peruskoneestaan ottama hydraulinen teho on käyntipaineen ja tilavuusvirran tulo ja korkeimmillaan luokkaa 45 kW.

Realistinen kokonaishyötysuhde lienee välillä 0.7—0.8.

Hyötysuhde voidaan laskea kaavasta

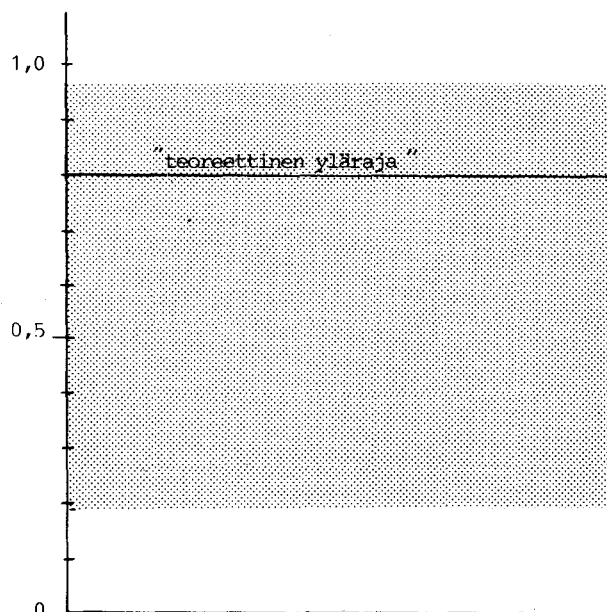
$$\eta = \frac{E \cdot f}{p \cdot Q}, \text{ missä}$$

E = männän liike-energia	(J)
f = iskutaajuus	(Hz)
p = käyntipaine	(Pa)
Q = tilavuusvirta	(m ³ /s)



Kuva 4. Männän liike-energia / terän poikkipinta-ala esitietojen perusteella.

Fig. 4. Piston kinetic energy / tool cross section area according to data given in leaflets. (yleisemmin käytetty alue = most common values)



Kuva 5. Hydraulivasaroiden hyötysuhdealue esitietojen perusteella.

Fig. 5. Efficiency ratio of hydraulic hammers according to data given in leaflets. (teoreettinen yläraja = theoretical max.)

Eri valmistajien ilmoittamien tietojen perusteella voidaan laskemalla saada arvoja, jotka vaihtelevat välillä 0.20 — 0.97 (kuva 5).

Hyötysuhde on tärkeä seikka paitsi käyttökustannusten kannalta myös siksi, että hydraulivasaroihin liittyy helposti ongelma öljyn lämpiämisestä.

YHTEENVETO

Vertailtaessa eri vasaroiden rikkomistehoa impulssi on iskuenergiaa parempi vertailusuure.

Hydraulivasaran suunnittelu on teoreettinen tehtävä; käyttövarmuus laitteelle on saavutettavissa vain pitkäaikaisen käytännön suunnittelukokemuksen kautta.

Siirtyminen paineilmatekniikasta hydrauliiikan käyttöön iskeissä koneissa on ollut ohdakkeinen. Vasta nyt voidaan todeta, että laitteet ovat saavuttaneet sen käyttövarmuuden, mitä niiltä odotetaan.

SUMMARY

THE BREAKING EFFICIENCY OF BIG HYDRAULIC HAMMERS

The size and efficiency of hydraulic hammers are increasing. At the same time, an unpleasant feature has come up: the manufacturers are exaggerating the data they give of the blow energy. This can be noticed by calculating the efficiency ratios of hammers and getting a result of e.g. 0.97.

The blow energy does not, however, take into consideration for example the energy losses caused by failed dimensioning. So it should be understood more as an input quantity of hydraulic hammers.

When comparing the breaking efficiency of different hammers, a more precise quantity is the impulse transmitted into stone. The impulse is simply the mathematical product of blow force amplitude and duration.

Through a tool with a certain cross section area it is not possible to take more than a certain blow force into the stone. The exceeding portion creates a layer of stone powder between the tool and the boulder, thus decreasing the blow efficiency.

Prosessitietokoneen käyttö vuoriteollisuudessa

Dipl.ins. Taisto Huhtelin, Outokumpu Oy, Teknillinen vieni, Espoo

JOHDANTO

Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivokselle hankittiin prosessitietokone 1960-luvun lopulla ja tämän jälkeen useille muille riekastamoille nopeassa tahdissa. Tässä esityksessä tarkastellaan Outokummun kokemuksia prosessitietokoneen käytöstä ja verrataan muualta saatuihin kokemuksiin.

Mikroprosessorien ja digitaalitekniikan nopea kehittyminen on muuttanut myös perinteisiä tietokonemarkkinoita. Analogiainstrumentoinnin ja prosessitietokoneiden väliin ovat tunkeutumassa mikroprosessoripohjaiset digitaaliset säätöjärjestelmät. Toisaalta myös minitietokoneet kehittyvät ja muuttuvat nopeasti. Tämä nopea kehitys on merkinnyt entistä tehokkaampia ja luotettavampia laitteita.

Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä kehitetään uutta PROSCON-sarjaa. Tämän esimerkitapauksen puitteissa tarkastellaan modernin prosessitietokonejärjestelmän käyttömahdollisuuksia vuoriteollisuuden eri sovellutuksissa.

PROSESSITIEKONEEN KÄYTTÖKOKEMUKSIA

Kaivokset

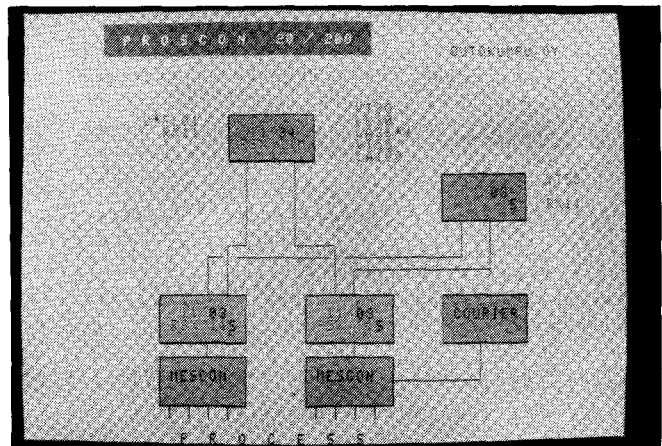
Tietokoneen käytöstä kaivoksessa on suhteellisen vähän kokemuksia. Pyhäsalmen kaivokselle on kehitysprojektina rakennettu viimeisen kuuden vuoden aikana tietokoneohjattua tuuletusjärjestelmää. Tietokonejärjestelmän osalta tämä kehitysprojekti on ollut mitätön, sillä tietokoneen tehtävät ovat vähäiset ja tavanomaiset. Kehityksen painopiste on ollut koko ajan mittaus- ja säätölaitteiden testauksessa.

Kaapelointikustannusten pienentämiseksi on kokeiltu kaukokäyttölaitteita tiedonsiirrossa. Nykyiset kaukokäyttölaitteet eivät ole täysin sopivia kaivoskäyttöön ja ovat lisäksi liian kalliita.

Tuuletustehtävien lisäksi tietokonetta voidaan käyttää mm. pumppausten ohjaukseen sekä kaivoksen liikenteenohjaukseen. Tietokoneelle tyypillisiä tehtäviä ovat myös erilaiset hälytys- ja valvontatehtävät paljon laajemmassa mittakaavassa kuin Pyhäsalmen nykyinen järjestelmä suorittaa. Todennäköisesti tulevaisuudessakin tietokoneen käytön rajoittajina ovat puutteellinen anturitekniikka ja tiedonsiirtotekniikka.

Murskaamot

Vuonoksen kaivoksen murskaamo on toiminut käynnistymisestä lähtien tietokoneohjauksella. Tämä ohjaus vastaa toiminnaltaan nykyisiä ohjelmoitavia logiikoita kuitenkin sillä erotuksella, että tietokoneella toteutettu-



Kuva 1.

PROSCON 20/200 järjestelmän osat:

PROSCON 200 prosessitietokone
 PDP 11/34 minitietokone
 RSX-11M käyttöjärjestelmä
 RL01 levy-yksiköt
 RX11 floppy levy-yksiköt
 VT30 värivideo-ohjausasema
 VT55 puoligraafinen näyttöpäätte
 LA36/LA180 hälytys-, raportti- ja operointikirjoittimet

PROSCON 20 DS ohjausasema

PDP 11/03 mikrotietokone
 RSX-11S käyttöjärjestelmä
 RX11 floppy levy-yksiköt
 VT55 puoligraafinen näyttöpäätte

PROSCON 20 MC mittaus- ja säätöasemat

PDP 11/03 mikrotietokone
 RSX-11S käyttöjärjestelmä
 MESCEN prosessiliitäntälaitteisto

Fig. 1.

PROSCON 20/200 system

PROSCON 200 process computer
 PDP 11/34 minicomputer
 RSX-11M operating system
 RL01 moving head disks
 RX11 floppy disks
 VT30 colour video operating station
 VT55 semigraphic CRT-display
 LA36/LA180 alarm, report and system typewriters

PROSCON 20 DS display station

PDP 11/03 microcomputer
 RSX-11S operating system
 RX11 floppy disks
 VT55 semigraphic CRT-display

PROSCON 20 MC measurement and control stations

PDP 11/03 microcomputer
 RSX-11S operating system
 MESCEN process interface



Kuva 2. PROSCON 200 voimalaitossovellutus.
Fig. 2. PROSCON 200 power plant process computer system.

na voidaan huomioida myös analogiamittausviestit. Sensijaan ohjelmoitava logiikka voi yleensä käsitellä vain kosketinviestejä.

Jauhatus

Suoritetun kirjallisuustutkimuksen /1/ lähdeaineistosta ei löytynyt yhtään laitosta, jossa olisi päästy koko rikastamon jatkuvaan, automaattiseen optimoivaan säätöön. Jauhatus oli lähdeaineistossa aina erotettu erilliseksi prosessiksi, jolle oli rakennettu oma säätöstrategia.

Yleensä rikastamon eri osa-alueista jauhatus on parhaiten automatisoitu ja myöskin useimmat tietokonesovellutukset ovat juuri jauhatuksen säädössä. Riippuen paikallisista olosuhteista vaihtelevat säätöstrategiat huomattavasti. Nämä säätöratkaisut voidaan jakaa seuraaviksi prosessiosien säädöiksi:

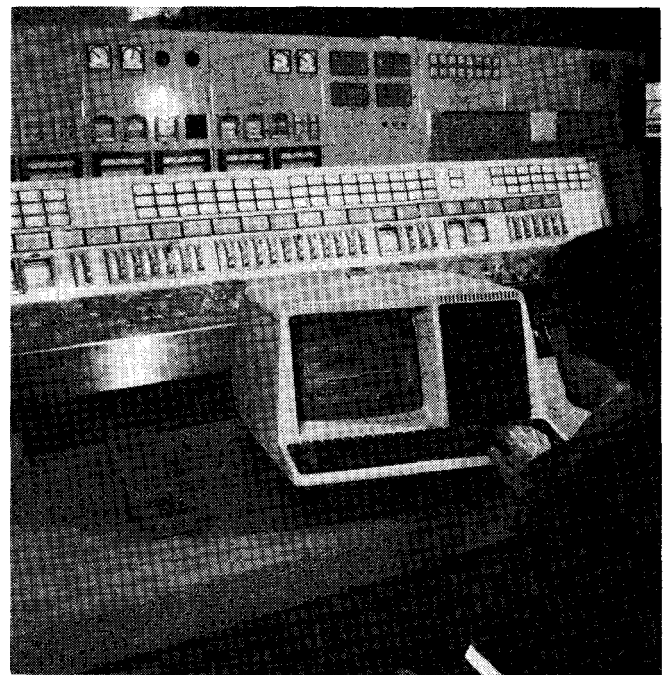
- Myllyn säätö
- Luokittimen säätö
- Kiertokuorman säätö

Myllyn ottaman tehon avulla säädetään joko myllyn syöttöä tai jauhinkappaleiden lisäystä. Myllyn lietetiheys säädetään vakioksi suhteuttamalla myllyyn syötetty vesi murskeen ja jauhinkappaleiden määrään.

Myllyn kuorman säädössä säätävänä suureena on myllyn syöttö. Koska kuorman suora mittausta on vaikeaa, käytetään tavallisesti jotakin epäsuoraa mittausta. Tällaisina suureina voi olla myllyn melunmittaus, myllyn punnitseminen tai voiteluöljyn paineen mittausta.

Myllyn optimisäätö on teoreettisesti mahdollista joko kokeilevalla optimoinnilla tai tehon gradientin säädöllä. Eräs esimerkki tällaisesta säädöstä on Norjassa Fosdalenissa /2/ käytetty avoimen piirin säätösystemi. Siellä mitataan sekä tehon että myllyn painon aikaderivaattaa. Jos nämä ovat erimerkkiset, tietokone päättelee, että myllyn toimintapiste on epästabiililla alueella, sekä suorittaa tarpeelliset säätökorjaukset. Outokummun laitoksilla on kokeiltu vastaavanlaisia säätömenetelmiä mittaamalla myllyn tehonkäyttö sekä myllyn melu.

Luokittimien säätö on lähes aina syklonin säätöä. Käytetyin menetelmä tähän on syklonin matemaattisen mallin käyttö /3/. Näissä säätösystemeissä mitataan



Kuva 3. VT55 CRT näyttöpäätte.
Fig. 3. VT55 CRT display terminal.

syklonin syötön virtaus, tiheys ja paine. Mallin avulla näistä lasketaan ylitteen raekoko, jota säädetään pump-pukaivon syötetyn lisäveden avulla. Syklonin malli siis toimii raekokoanalysointikorvikkeena.

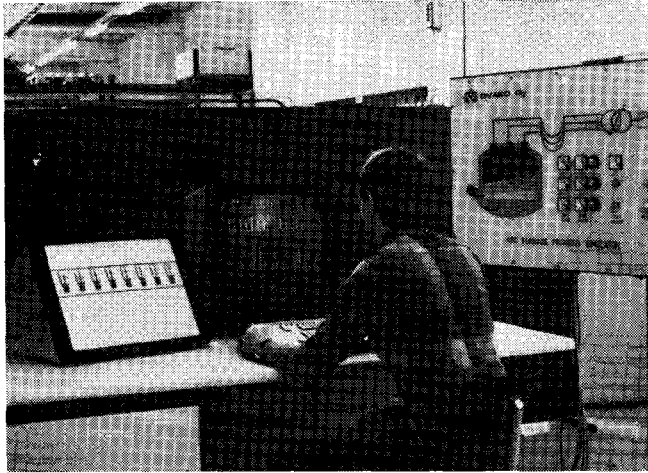
Kiertokuorman määrää säädetään lähes aina syötteen asetusarvoa muuttamalla. Kiertokuorman laskentaan voidaan käyttää luokittimen syötteen tiheys- ja virtausmittauksia. Mikäli luokittimen ylitteellä on olemassa raekokomittaus, ohjataan tällöin epäsuorasti kiertokuorman asetusarvoa säätämällä pumppukaivon lisävedettä.

Brenda Mines Ltd:n rikastamolla Kanadassa /4/ on yritetty yhdistää luokittimen säätöön sekä kiertokuorman että myllyn tehon säätö, jolloin ohjaussuurena käytetään murskeen syöttöä. Säädöt toimivat siten, että kiertokuorman säätö toimii normaalisti ja myllyjen tilaa tarkkaillaan melun- ja tehonmittausten avulla. Jos myllyjen tiloissa tapahtuu muutoksia, kiertokuorman säätö otetaan pois päältä ja piirin syöttöä ohjataan tietyn logiikan mukaan, joka huomioi myllyjen melun ja murskeen syötön. Prosessitietokone hoitaa ko. ohjauslogiikan, joka on kehitetty prosessinhoitajien käytännön rutiinien perusteella.

Pelkän kiertokuorman säädön haittana väitetään ko. rikastamolla olevan sen hitaus, koska säätö ei voi huomioida riittävän nopeasti jauhautuvuuden vaihteluita.

Eri puolilla maailmaa on kehitetty raekokoanalysointilaitteita, mutta toistaiseksi ainoastaan yksi analysointityyppi on hyväksytty markkinoilla. Autometrics raekokoanalysointilaitteita on myyty 120 USA:han ja Kanadaan sekä 30 muualle.

Pumppukaivojen mitoittamista ja pumppausten säätöä virtaushäiriöiden eliminoimiseen sekä vaahdotuksessa että jauhatuksessa on tutkittu erityisesti Pyhäsalmen rikastamolla. Pumppukaivojen säädön stabiiloiva vaikutus luokitukseen on ollut tunnettu jo tämän vuosikymmenen alussa /5/. Taajuusmuuttajien tultua markkinoille voidaan nyt käyttää oikosulkumoottoreilla varustettuja pumppuja, joiden nopeutta voidaan säätää. Koska pumppukaivot on opittu mitoittamaan oikein, pumppauksen säätöä ja säädettävyyttä voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi.



Kuva 4. PROSCON järjestelmän osia. Vasemmalla käsi-ohjausasema max. 32 säätöpiiriä varten. Oikealla VT27 videonäyttöpäätte.

Fig. 4. PROSCON 20 system devices. Back-up station for max. 32 control loops, left. VT27 video display station, right.

Vaahdotus

Vaahdotuksen prosessiohjaus on muuttunut runsaasti viimeisten kymmenen vuoden aikana. Tähän muutokseen on ollut kolme osasyitä:

Uudet kehittyneet vaahdotuskoneet

Analysaattoreiden käyttöönotto

Tietokoneohjauksen käyttöönotto

Tämän kehitystyön tuloksena Outokumpu Oy:ssä syntyi ensin OK-3 vaahdotuskone sekä tämän jälkeen OK-16 ja OK-32 vaahdotuskoneet. Viimeksimainittu tunnetaan nykyisin OK-38:na. Näissä vaahdotuskoneissa on otettu huomioon prosessiohjauksen vaatimukset, sillä ilman dispergointikykyä voidaan käyttää ohjaussuurena säätämällä vaahdotuskoneeseen syötettyä ilmamäärää. Suoritetuissa prosessikokeissa ilmansyöttö on todettu tehokkaaksi ohjaussuureksi suppealla alueella.

Vaahdotuskone on suunniteltu siten, että koneeseen aina kuuluu automaattinen pinnansäätölaitteisto. Lietepinnan korkeuden mittaamisen lisäksi on testattu vaahdotkerroksen pinnankorkeuden mittausta. Koska vaahdotuskoneiden koko on kasvanut, on tämä samalla merkinnyt sitä, että prosessin ohjattavien kohteiden lukumäärä on pudonnut hallittavalle tasolle. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että uudet rikastamot voidaan automatisoida kohtuullisilla kustannuksilla.

Vaahdotuksen ohjauksen kehittämisen avainlaitteena on Outokumpu Oy:ssä ollut Courier 300 röntgenfluorensianalysaattori. Tällä hetkellä Courier 300 analysaattoreita on jo asennettu ja käyttöönotettu yli 30 eri puolilla maailmaa. Courier 300 on suhteellisen kallis investointi, joten sen käyttöönotto on perusteltua vain suurtehoilla rikastamoilla tai käsiteltävissä vaikeita malmeja.

Courier 300:n rinnalle on kehitetty hajautettu analysaattorijärjestelmä Minexan 202. Minexan 202:ssa käytetty mittausmenetelmä antaa yksinkertaisilla malmeilla ja korkeilla pitoisuuksilla Courier 300:n mittaustuloksiin verrattavia tarkkuuksia.

Elektroniikan ja tietojenkäsittelytekniikan osalta kehitys on ollut huomattavaa. Sekä Courierissa että Minexanissa tietojenkäsittelyn ja analysaattorin ohjauksen suorittaa minitietokone. Nyt nämä samat tehtävät voidaan hoitaa 1...3 kerralle rakennetulla mikrotietokoneella. Laitteiston yksinkertaisuus merkitsee lähinnä hal-

paa hintaa ja luotettavuutta. Tärkeämpää on, että myös ohjelmistot ovat kehittyneet siten, että uusien järjestelmien tietojenkäsittely voidaan hajauttaa. Käyttäjäkommunikointi ja raportointi voidaan hoitaa omalla mikrotietokoneella tai liittää rikastamon automaatiojärjestelmään yhdeksi osatehtäväksi.

Vaahdotuksen prosessiohjauksen kehitystyö Outokumpu Oy:ssä lähti aikoinaan oikeaoppisesti käyntiin teoreettisiin tutkimuksiin perustuen /6/. Tätä seurannut käytännön prosessiohjauksen kehitystyö tukeutui aluksi kehitettyihin teoreettisiin malleihin, mutta varsin nopeasti havaittiin liiallisen yksinkertaistamisen mukanaan tuomat vaikeudet. Todettiin, että kehitettyjä prosessimalleja voidaan kyllä käyttää prosessin toiminnan ymmärtämiseksi tarkoitetuissa ajatusleikeissä ja simuloineissa, mutta käytännön prosessiohjaukseen tällaiset mallit ovat joko liian karkeita tai monimutkaisia.

Seuraavana vaiheena prosessiohjauksen kehitystyössä olivat erilaiset kokeilevat optimointimenetelmät /7/. Näitä menetelmiä on testattu useilla Outokummun rikastamoilla. Pyhäsalmen rikastamolla optimointiohjelmistoa tukemaan on kehitetty monimuuttujatyypistä prosessivaiheiden stabiloivaa säätöä. Tämän stabiloivan säädön perusajatus lähti optimointimenetelmien kokeiluissa havaituista vaikeuksista. Optimointiohjelmisto voi selvitä vain tilanteissa, joissa koko prosessin tulokset ovat tasapuolisesti hyvät tai huonot. Yksinkertaistaen tämä tarkoittaa sitä, että jos jätteen pitoisuus on korkea, on vastaavasti myös rikasteen pitoisuuden oltava alhainen. Optimointimenetelmät kykenevät etsimään näille pitoisuuksille oikeita suhteita edellyttäen, että alemman tason säädöt voivat toteuttaa optimoinnin ohjauspyynnöt.

Vaahdotuksen stabiloiva säätö toimii periaatteessa seuraavasti. Vaahdotusvaiheen jätteen perusteella laskeaan rikasteen pitoisuudelle asetusrvo, joka alenee jätteen pitoisuuden noustessa. Rikasteen pitoisuus ohjataan tähän asetusrvoon sopivien ohjaussuureiden avulla. Tällaisina ohjaussuureina on käytetty mm. vaahdotusilmamäärää ja vaahdotusvaiheen lietepinnan korkeutta tai sopivaa reagenssia. Paras apuohjaussuure olisi epäilemättä vaahdotusvaiheen rikasteen lietevirtauksen mitaus ja säätö. Valitettavasti tämä mitaus usein epäonnistuu joko rikasteessa olevan ilman vuoksi tai pumpausvaikeuksista johtuen. Lietevirtausta puolestaan voidaan ohjata ilman ja vaahdotusvaiheen lietepinnan korkeuden avulla. Vaahdotusvaiheesta riippuen voidaan käyttää joko molempia tai ainoastaan toista ohjaussuuretta.

Yllä esitettyä ohjaustapaa tutkittaessa on todettu mm:

- Pumpukaivoilla ja virtausten säädöllä on dominoiva vaikutus sekä virtaushäiriöiden että vaahdotuskoneiden pinnankorkeushäiriöiden eliminoinnissa.
- Pinnankorkeuden säätöön yleensä ja erityisesti riipevaahdotuksessa on kiinnitettävä huomiota, jotta saavutettaisiin tarkka ja selektiivinen vaahdotus.
- Prosessin olisi oltava mahdollisimman yksinkertainen tehokkaan ohjauksen aikaansaamiseksi.
- Automaattista säätöä käytettäessä olisi riipevaahdotus mitoitettava pienemmäksi ja vastaavasti kertausvaahdotus suuremmaksi kuin käsiohjausta käytettäessä.
- Vaahdotuskoneen kokoa määriteltäessä olisi huomioitava ko. vaahdotusvaiheen vaahdotkerroksen paksuudet ja mekanismien kuluessa syntyvä lietepinnan aaltoilu, joka heikentää vaahdotustuloksia. Tämän aaltoilun vaikutusta säätöön tuskin kannattaa eliminoida matemaattisten mallien avulla, vaan puuttamalla aaltoilun aiheuttajaan.

Automaation vaikutusta sekä vaahdotustuloksiin että käyttöhenkilökunnan työolosuhteisiin on tutkittu. Oikeutetusti voidaan väittää, että kumpikin tutkimus tehtiin liian aikaisin. Vaikka kehitystyötä on tehty jo yli kymmenen vuoden ajan, on vielä vaikeita yksityiskohtia ratkaisematta:

- Prosessia ei vielä osata mitoitaa huomioottaen takaisinkytkettyjen säätöjen vaikutukset.
- Prosessin käyttäytyminen eri tilanteissa ja erityisesti prosessin dynamiikka ohjauksen alla tunnetaan heikosti.
- Mittalaitteet ovat edelleen hitaita, epätarkkoja ja kalliita.
- Säätöteoriaa on kehitetty ainoastaan 60-luvun vaahdotusprosessille.

Metallurgiset laitokset

Outokumpu Oy:ssä on varsin vähän kokemuksia tietokoneen käytöstä prosessinohjaukseen metallurgisilla laitoksilla. Kokkolan sulattotietokoneprojektin jälkeen on asiakkaille rakennettu kaksi suurehkoa järjestelmää sulattotoimituksiin liittyen.

Esimerkkinä hyvin suunnitellusta sulaton tietokonejärjestelmästä voidaan pitää Kennecott'in Utahin sulaton tietokonejärjestelmää /8/, jossa erityinen huomio on kiinnitetty järjestelmän luotettavuuteen. Järjestelmään kuuluu luotettava digitaalinen säätöjärjestelmä sekä tämän yläpuolella kaksi prosessitietokonetta, jotka toimivat toisiaan korvaavina laitteina.

PROSCON-PROSESSITIEKONEJÄRJESTELMÄT

PROSCON 103/105

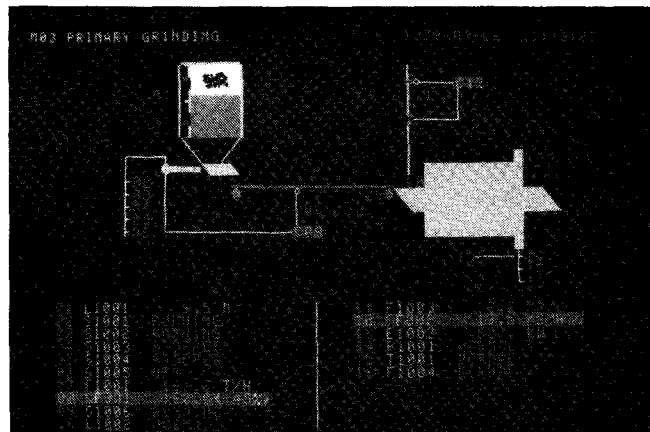
PROSCON 103/105-järjestelmän kehitys Outokumpu Oy:ssä alkoi vuoden -71 lopulla. PROSCON 103/105-järjestelmä on suunniteltu yksinomaan rikastamo- tai sulattokäyttöön. Kymmenen PROSCON 103 prosessitietokoneita on tilattu; näistä seitsemän on jo asennettu. Vastaavasti kuudesta tilatusta PROSCON 105 prosessitietokoneesta on asennettu viisi.

Kaikkiin PROSCON-sarjan järjestelmiin sopivaksi prosessiliitännälaitteistoksi on kehitetty MESCON-prosessiliitäntä. MESCON on suunniteltu sähköisiltä ominaisuuksiltaan korkealuokkaiseksi, joten sitä voidaan käyttää mm. voimalaitosten tietokonejärjestelmissä. PROSCON 103:een voidaan liittää 1...3 MESCON-kehikkoa, PROSCON 200:aan 1...6 ja PROSCON 20 mikrotietokonejärjestelmään 1 MESCON-kehikko. Yhteen MESCON-kehikkoon voidaan asentaa 16...22 prosessiliitännäkorttia järjestelmästä riippuen. Seuraavat prosessiliitännäkortit ovat käytössä:

- Analogiatulokortti 8 analogiamittausta varten
- Kontaktitulokortti 16 kontaktimittausta varten
- Kontaktitulokortti 16 keskeytyksen antavaa kontaktimittausta varten
- Kontaktilähtökortti 16 kontaktilähtöä varten. Tätä korttia voidaan käyttää myös 8 säätölähdön ohjaukseen.
- Analogialähtökortti 4 analogialähtöä varten.
- Pulssilaskentakortti, joka voi laskea 8 tulopiiristä joko pulssien lukumäärää tai pulssinpituutta. Sama kortti voi vaihtoehtoisesti ohjata 8 pulssilähdön pulssien lukumäärää tai pulssinpituutta.

PROSCON 200

PROSCON 200 järjestelmän kehitys alkoi vuoden 1975 lopulla. Tämän projektin tarkoituksena oli yleisen keski-



Kuva 5. PROSCON 200 prosessitietokoneeseen liittyvän värinäyttöohjausaseaman VT30 prosessikaavio. Ohjausaseaman voi liittyä 50 prosessikaaviota ja jokaiseen prosessikaavioon 20 mittauspistettä, säätöpiiriä tai ohjaus-/säätölähtöä.

Fig. 5. Flow chart of a VT30 video display station connected to a PROSCON 200 process computer. There can be 50 flow charts each containing up to 20 measurements, control loops or control outputs programmed to one VT30 display station.

suuren prosessitietokonejärjestelmän kehittäminen, joka myöhemmin korvautti PROSCON 103/105-järjestelmät. Tällä hetkellä on tilattu kahdeksan PROSCON 200 prosessitietokonetta, joista neljää ei vielä ole asennettu asiakkaan tiloihin.

PROSCON 200 on suunniteltu modulaariseksi sekä laitteiston että ohjelmiston suhteen. PROSCON 200 voi toimia itsenäisesti suorittaen sekä mittaukset että säädöt, tai nämä voivat olla PROSCON 20 MC-mittaus- ja säätöasemissa. Järjestelmään voidaan liittää neljä itsenäistä ohjausasemaa, joista jokaiseen voi kuulua:

- Mustavalkoinen- tai värivideonäyttöpääte
- Hälytyskirjoitin
- Raporttikirjoitin

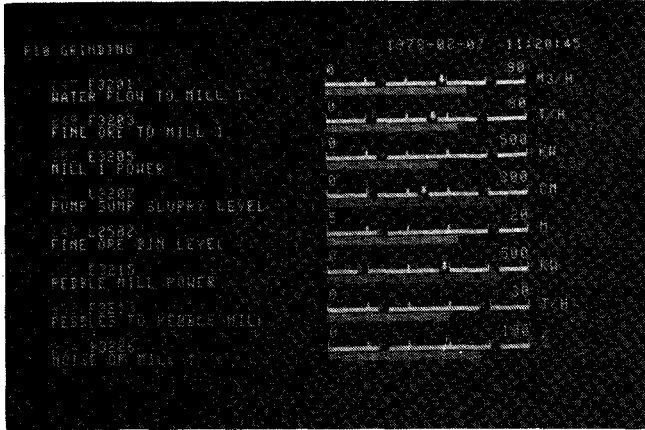
Ohjausasemalta voi seurata viereisen ohjausasemaan kuuluvan prosessin toimintaa, mutta tarpeen mukaan ohjausmahdollisuus voidaan estää.

Pienimmissä järjestelmissä tietokoneena voi olla PDP-11/23 mikrotietokone 64 K sanan keskusmuistilla ja kahdella levymuistiyksiköllä varustettuna. Suurempiin järjestelmiin voidaan valita tehokkaampi PDP-11 sarjan minitietokone. Järjestelmä on rakennettu siten, että ohjelmistomuutoksia ei tarvitse suorittaa vaihdettaessa uusia laitteita järjestelmään.

Käyttöjärjestelmänä on DEC:n toimittama RSX-11M tosiaikajärjestelmä, jota on käytetty jo tuhansissa erilaisissa tietokoneprojekteissa. Ohjelmointikielenä on pääasiassa FORTRAN IV tai FORTRAN IV PLUS sekä aliohjelmakirjastoon kuuluvien ohjelmien osalta myös assembler.

Ohjelmiston suunnittelussa on tärkeimpänä asiana pidetty ohjelmien riippumattomuutta järjestelmän muiden ohjelmien toiminnasta sekä laitevalinnoista. Tämä suunnitteluperiaate on mahdollistanut PROSCON 200 prosessitietokoneen käytön moniin erilaisiin sovellutuksiin.

Näyttöpäätteiden nopea kehitys on alkanut aivan viime aikoina näyttöpäätteiden käytön yleistyessä. Samalla ovat myös käyttäjät havainneet ne vaikeudet, joita videotekniikka aiheuttaa. Mikäli prosessinohjaus tapahtuu



Kuva 6. VT30 monipistenäyttö.

Fig. 6. VT30 multipoint display.

yksinomaan videopäätteen kautta, on tällaisen päätteen oltava paitsi luotettava myös erittäin korkealaatuinen ja virityksensä hyvin säilyttävä. Tästä johtuen laadukkaitten videopäätteiden hinnat ovat nousseet jatkuvasti.

Näyttöpäätteiden käyttöönotto on aiheuttanut sen, että myös sovellutusohjelmoinnissa on jouduttu yhä tarkemmin perehtymään näyttöpäätteiden käytön aiheuttamiin ergonomisiin seikkoihin. Lähinnä tämä merkitsee kuva-ruudulle sijoitetun informaation määrän oikeaa suunnittelua, koska ainakin toistaiseksi kuva-ruudun merkikoko on vakio.

PROSCON 20-MIKROTIEKONEPOHJAISET SÄÄTÖJÄRJESTELMÄT

Mikrotietokonepohjaisen PROSCON 20 mittaus- ja säätöaseman kehitystyö alkoi vuoden 1976 alussa. PROSCON 20:n kehitysvaihe sattui aikaan, jolloin mikrotietokonetekniikka kehittyi erittäin voimakkaasti. Samoin kehittyivät videopäätteet. Tämä ulkoinen laitekehitys aiheutti tiettyä epävarmuutta sekä selvästi hidasti kehitysprojektia. Laitteen prototyypitestausta on suoritettu Outokummun Harjavallan tehtailla. Järjestelmässä testatut uudet laitteet mikrotietokoneen ja videopäätteen osalta olivat prototyypitasoa.

Softwarekehitys joutuu tunnetusti aina kärsimään laitetekniikan aiheuttamista vaikeuksista ja laitemuutoksista, niin tässäkin tapauksessa. Kehitysprojektin aikana PROSCON 20 jaettiin kolmeksi järjestelmäksi:

- PROSCON 20 stand-alone säätöjärjestelmä
- PROSCON 20 MC mittaus- ja säätöasema
- PROSCON 20 DS ohjausasema.

Järjestelmän keskusyksikkönä on DEC:n toimittama LSI-11 mikroprosessoriin pohjautuva PDP11/03 mikrotietokone. Ohjausasemana on testattu mustavalkoista VT-27 videopäätettä. Säättöjen ja ohjausten back-up-laitteistona voi olla MCS-tukiasemat.

PROSCON 20:n sovellutusohjelmisto toimii RSX-11S käyttöjärjestelmän alaisena. RSX-11S on DEC:n pelkästään pikamuistia käyttävä tosialkajärjestelmä. So-

vellutusohjelmisto on koodattu PDP:n assemblerkielellä, jolla saavutetaan paras muistitila/suorituskyky hyötysuhde. Ohjelmisto perustuu toisistaan riippumattomiin ohjelma- ja tiedostomodulleihin. Ohjelmamoduulien toiminnan määräävät ohjausparametrit, jotka määrittellään sovellutuskohtaisesti. Sovellutusohjelmistossa on varauduttu myös asiakaskohtaiseen ohjelmointiin, jolloin voidaan rakentaa järjestelmään sellaisia erityispiirteitä, jotka yleensä puuttuvat digitaalisista säätöjärjestelmistä.

PROSCON 103 järjestelmään voidaan liittää
255 analogiamittausta
255 laskettua suuretta tai analyysia
255 säätölähtöä

PROSCON 103 vastaa kapasiteetillaan kahta PROSCON 20 MC mittaus- ja säätöasemaa. PROSCON 20 MC:hen voidaan liittää analogiatulosten ja -lähtöjen sijalle digitaaliarvoja ja sekvenssi-ohjausohjelmisto.

PROSCON 20 MC puolestaan vastaa kahta PROSCON 20 stand-alone-säätöjärjestelmää. PROSCON 20 järjestelmät ovat siis liitäntöjen lukumäärän ja järjestelmän rakenteen puolesta tyypillisiä tietokonepohjaisia säätöjärjestelmiä. Laitetekniikan nopea kehittyminen on kuitenkin aiheuttanut sen, että ero digitaaliseen säätöjärjestelmään verrattuna on varsin pieni.

Tällä hetkellä rakennetaan neljää ensimmäistä asiakkaalle toimitettavaa PROSCON 20 MC mittaus- ja säätöasemaa sekä ohjausasemana toimivaa PROSCON 20 DS:ää.

YHTEENVETO

Prosessitietokoneita on käytetty vuoriteollisuudessa jo yli kymmenen vuoden ajan. Tänä aikana tietokoneiden laitetekniikka on kehittynyt valtavasti ja tietokoneiden hinnat romahtaneet. Myös ohjelmointitekniikat ja ohjelmistot ovat kehittyneet, joskin tämä kehitys on ollut tuntuvasti laitetekniikan kehitystä hitaampaa. Prosessitietokoneprojektin kustannuksista yli puolet on nykyisin projektityö- ja ohjelmointikustannuksia.

Vuosikymmenen alun säätötietokone on muuttumassa tilastointi-, valvonta-, hälytys- ja raportointitietokoneeksi. Markkinoille ovat tulleet mikrotietokonepohjaiset digitaaliset säätöjärjestelmät ja videonäyttöihin perustuvat ohjausasemat. Lähivuodet tulevat näyttämään, kuinka hyvin tämä uusi tekniikka onnistuu tunkeutumaan analogiainstrumentoinnin ja prosessitietokoneiden väliin.

Prosessinohjauksen kehittämistä on rajoittanut prosessin toiminnan ja dynamiikan vajavainen tunteminen. Prosesseja ei vielä osata mitoittaa riittävän tarkasti huomioiden takaisinkytkettyjen säätöjen vaikutus, eikä prosessin toimintaa säädön alaisena osata esittää matemaattisesti riittävän tarkasti.

Viime vuosikymmenen lopun ja tämän vuosikymmenen alun intensiivinen prosessinohjauksen kehitystyö on supistunut suhteellisen vähäiseksi viime vuosien lamasta johtuen. Samalla säätöteorian kehitys on irtaantunut prosesseista, jolloin soveltavan prosessinohjauksen ja säätöteorian väliin on tullut vaikeasti ylitettävä kuilu.

Instrumentointi- ja mittauslaitetekniikka ovat kehittyneet varsin hitaasti tämän vuosikymmenen aikana. Ver-

Asiantuntijaedustajien vaihtovierailu Suomen ja Unkarin Vuoriteollisuusyhdistysten kesken

Tausta:

OMBKE Országos Magyar Banyaszáti és Kohászati Egyesület (Verein Ungarischer Berg- und Hüttenleute) esitti edustajiensa kautta 24.—28. 10. 1979 sekä kirjeessään 14. 12. 1977 vastavuoroisia isännän kustantamia asiantuntija- ja tutustumisvierailuja vastaanottajamaassa 2—4 henkilölle vuorovuosin Unkarissa ja Suomessa.

VMY:n hallitus käsitteli silloin tätä asiaa todeten: ”Periaatteessa tähän on suhtauduttava myönteisesti edellyttäen rajoitettua aikaa ja lukumäärää, ja että tälle on täällä isännät, joilla on mielenkiinnon kohteita Unkarissa”. Tältä pohjalta on e.m. kirjeeseen vastattu ja ensimmäinen vastavierailu on suoritettu Unkarin rajojen sisällä OMBKE:n ja sikäläisten isäntien kustantamana.

Virallinen keskustelu 27. 8. 1979 Budapestissa vierailuyhteistyöstä:

- Osanottajat ilmenevät ohjelmasta (liite)
- OMBKE:lla on isäntämaan rajojen sisäpuolella ja sen kustannuksella tapahtuva opintomatkatyhteistyö yllämainitulla periaatteella Englannin ja BRD:n kanssa.
- Samaa esitettiin nyt jatkettavaksi Suomen kanssa.
- Selitettiin, että tällä tavalla ei tarvita rupla- ja vastavasti \$-vaihtoa ja kuvattiin isäntien muodollisia vaikeuksia siitäkin huolimatta, että johto on a.o. ministeriön korkea elin.
- Sovittiin, että esitämme VMY:lle välillämme suoritettavaksi asiantuntijoiden n. viikon kestävien opintomatkojen vaihtoa vuorovuosina 2—4 hengen ryhmissä siten, että isäntämaan edustajat huolehtivat kaikista matkakustannuksista omassa maassaan.
- Sovittiin, että vierailevat edustajat saavat (kuten me nyt) esittää toivomuksiaan kohteiden suhteen.
- Vastauspuheessaan Suomen delegaatio esitti, että edustajien vierailuvaihto asiantuntijapohjalla on reaalinen alku toiminnalle, joka on mielekästä erityisesti silloin, kun se voi tuottaa taloudelliselle yhteistyölle uusia ja laajenevia kohteita.

Suomalaisen vierailuryhmän puolesta

Urho Valtakari

OTE MATKARAPORTISTA 27. 8.—1. 9. 1979 UNKARIN METALLI- JA MINERAALITEOLLISUUDEN EDUSTAJIEN KUTSUMALTA TUTUSTUMISKÄYNNILTÄ

Osanottajat: Ahti Pynnä, OKU, metallurginen kehitysjohtaja, Olli Hermonen, Rautaruukki, kaivostuotanto-osaston johtaja, UV, Partek.

Kutsu vuodelta 1977 perustui a.o. järjestön yhteistoimintahaluun. Tämä oli vastavierailu, jonka ohjelman kohteet olimme itse saaneet valita ilmoittaen asiantuntijakäyntitarkoituksemme. Vierailua siirrettiin toimestamme sopivan ajankohdan ja kohteiden määräämiseksi.

Kohteet olivat

- OMBKE, Verein Ungarischer Berg- und Hüttenleute
- Perliittijalostuslaitos Pásztó ja kevytelementtien valmistuslaitos Budapestissa
- Csepelin metallien käsittely- ja jatkojalostuslaitos
- Bauksiittikaivos ja alumiinilaitos Kincsesbánya ja Al-jatkojalostus ja valssaamolaitos Székesfehérvár.

Isännät, ministeriön suunnitteluosaston johtajia ja Alustrutin tekn. johtaja olivat järjestäneet tiiviin 3,5 päivän ohjelman. Sen aikana esitettiin avoimesti probleemit ja vaikeudet ja tuotiin esille parhaimman länsimaisen tekniikan know-how'n käyttö joko sellaisenaan tai yhdistettynä heidän, arvostelumme mukaan, todella hyvään tietä-taitoonsa. Kohteista toimitetaan erilliset raportit.

Urho Valtakari

rattaessa tätä kehitystä digitaalitekniikan kehitykseen tuntuu siltä, kuin kaikki instrumenttivalmistajat olisivat siirtyneet mikroprosessorin suunnitteluun. Kuitenkin prosessinohjaus voi toimia vain mittalaitteiden antamien prosessin tilaa kuvaavien tunnuslukujen perusteella. Lähitulevaisuuden prosessinohjauksen kehittyminen on täysin riippuvainen mittalaitetekniikan kehityksestä.

SUMMARY

THE USE OF PROCESS COMPUTER IN MINING INDUSTRY

Process computers have been used in ore dressing plants for more than ten years already. During this time, computer hardware has been developed enormously and the prices of computers have dropped. Computer software and programming techniques have also been developed. The development of them, however, has been much slower than that of hardware, and therefore project work and software prices are nowadays higher than hardware prices.

New microprocessor-based digital control systems provided with video display devices have been introduced. It remains to be seen how well these new systems have succeeded in penetrating between analog instrumentation and process computers after some years.

This paper describes the experience that Outokumpu Oy has obtained in computer control. A comparison between Outokumpu experience and that obtained elsewhere has been made.

In Outokumpu Oy Technical Export Division a new digital control system, PROSCON 20, and a new process computer, PROSCON 200, are under development. These systems have been described.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Timonen, E., Kirjallisuustutkimus jauhatuksen säädöstä, Outokumpu Oy, Teknillinen suunnittelu. Sisäinen raportti.
2. Olsen T. O., Berstad H. and Danielsen S., Automatic Control of Continuous Autogeneous Grinding. 2nd IFAC Symposium on Automation in Mining and Metal Processing, Johannesburg, September 1976.
3. Draper B. E. and Lynch A. J., The Operation and Control of Mineral Grinding Circuits.
4. Bradburn R. G., Flintoft B. C., Walker R. A., Practical Approach to Digital Control of a Grinding Circuit at Brenda Mines Ltd.
4. Watson D., Computer Control of Grinding Mills. Chemical and Process Engineering, January 1970.
6. Niemi A. and Paakkinen U., Simulation and Control of Flotation Circuits. Paper No. 2556, presented at the IFAC Symposium held in Sydney from 26th to 30th August, 1968.
7. King R. P., Computer-Controlled Flotation Plants in Canada and Finland, Report No. 1517. National Institute for Metallurgy, Johannesburg, South Africa, 1973.
8. Marchant G. R., Lewis C. K., Hales D. B. and Conlam W. J., Digital Controls for Continuous Copper Smelting. Instrumentation Technology, June 1978.

Kuumavalssaamoiden kehitys Suomessa 1970-luvulla

Dipl.ins. Pekka Vaarno, Rautaruukki Oy, Raahе, Ins. Hannu Nurmi, Oy Wärtsilä Ab, Taalintehtas/Dalsbruk

Dipl.ins. Kaj Fagerholm, Ovako Oy, Äminnefors, Dipl.ins. Matti Niskanen, Ovako Oy, Imatra

VMY:n metallurgijaoston vuosikokouksessa 23. 3. 1979 pidetty esitelmä

1970-luvulla on Suomessa ollut käynnissä kaksitoista teräksen kuumavalssaamoa tai valssauslinjaa. Vuosikymmenen aikana ovat lopettaneet toimintansa Taalintehtaan ja Äminneforsin valannevalssaamot ja uusina valssaamoina on rakennettu Raahen nauhavalssaamo ja Taalintehtaan valanne/keskivalssaamo.

Taulukossa 1 on eri valssaamoiden tuotteiden mitta-alueet ja tuotteet.

Valssaamoiden kehityksen taustaa

Valssaamoiden kehitystyön perusteena on ollut tuotantomäärien lisääminen, kustannusten alentaminen sekä laadullisen kilpailukykyyn parantaminen.

Vanhemmille valssaamoille on ollut tyypillistä automaation kehittämisenä. Sitä ovat vauhdittaneet sekä tuotavuuden että työolosuhteiden parantamistarpeet. Auto-

matisoinnin vaikutukset ovat näkyneet käsityövaiheiden vähentymisenä, valmistuskustannusten alentumisena, taasisesti menevänä, jopa kohonneena tuotantona ja laatu-tason tasaisuutena.

Teräsmarkkinoiden kehitys ja kulutuksen kasvu muodostavat sen pohjan, jolle valssaamoiden laajentamis- ja uudisrakennussuunnitelmat on tehty. Erikoisesti 70-luvun alkupuoliskolla vallinnut noususuhdanne ja sen perusteella tehdyt ennusteet antoivat vankan tuntuksen taustan laadituille kehityssuunnitelmille. (Kts. kansikuva).

Kuvassa 1 (kansikuva) nähdään kuinka valssaustuotteiden kulutus ja tuotanto ovat kehittyneet Suomessa. Vuosina -77...-78 on valssattua terästä tuotettu enemmän kuin mitä on kulutettu, josta on seurannut voimakas viennin suuntautuminen. Valssaustuotteisiin on tässä kuvassa laskettu mukaan myös kylmävalssatut teräkset.

Ylinnä olevan teräksen kokonaiskulutuksen kuvaajan pisteet vuosilta -60 ja -70 ovat toteutuneita tietoja ja vuoden -80 arvo on ennuste vuodelta -75.

Taulukko 1. Suomalaiset kuumavalssaamot 1970-luvulla.

Table 1. The Finnish hot rolling mills in the 70's.

Valssaamot	Mitta-alueet	Tuotteet
Rautaruukki, Raahе levyvalssaamo nauhavalssaamo	paks. 5...60 mm, lev. 1 000...3 250 mm paks. 2...8 mm, lev. 100...1 770 mm	laivalevyt, yleiset rakenneteräs- levyt, paineastialevyt, putkiteräs- ja lattialevyt
Taalintehtas valannevalssaamo (lop. v. -74)	80×80 mm;	teelmät
valanne/keskivalssaamo	100×100...120×120 mm; Ø 10...40 mm (Ø 5,5...10 mm); Ø 5,5...16 mm (Ø 10...30 mm);	teelmät kauppaterästangot valssilangat C = 0,07...0,9 %
hienovalssaamo Äminnefors valannevalssaamo (lop. v. -71)	75×75 mm;	teelmät
Sack-linja MH-linja	Ø 8...25 mm; Ø 5,5...25 mm, 10×100 mm;	betoniteräksiä kauppa- ja jousiteräksiä
Imatra karkeavalssaamo hienovalssaamo	98×98...125×125 mm, teelmät profiileja	prof., kauppateräkset, kiskot
keskilinja hienolinja lankalinja	Ø 33...85 mm, laattoja, profiileja Ø 14...32, laattoja Ø 7...23 mm;	kauppa- ja erikoisteräksiä kauppa- ja jousiteräksiä pulttiteräksiä

RAAHEN KUUMAVALSSAAMON KEHITYS

Levyvalssaamo

Rautaruukin Raahen rautatehtaan toinen rakennusvaihe oli toteutettu vuonna 1967. Silloin aloittivat tuotantonsa terässulatto ja karkealevyvalssaamo. Siirryttäessä 70-luvulle yhtiön terästuotanto oli 675 000 tonnia/vuosi, josta noin 450 000 tonnia valssattiin levyiksi pääasiassa kotimaisen metalliteollisuuden — telakoiden ja konepajojen — käyttöön. Loppu teräksestä myytiin aihioina ulkomaille.

Valssaamon laitteistoihin kuului tällöin kaksi läpityöntötyypistä aihionkuumennusuunia ja reversioelivalsain. Karkealevyjen viimeistelylinja käsitti jäähdytys-, merkkkaus- ja tarkastustasot, mekaanisen- ja polttoleikkauslinjan sekä normalisointi-uunin. Karkealevyvalssaamon investoinnit olivat 158 miljoonaa markkaa.

Levyvalssaamon tuotteiden jalostusastetta nostettiin rakentamalla vuonna 1972 valssaamon yhteyteen maalaaamo, jolloin asiakkailta oli mahdollisuus saada levynsä valmiiksi konepohjamaalilla käsiteltynä.

Nauhavalssaamo

Vuonna 1972 Rautaruukki aloitti kuumavalssattujen ohutlevyjen tuotannon Raahessa sekä kylmävalssattujen levyjen valmistuksen Hämeenlinnan tehtaalla. Tällöin kuumavalssaamon kapasiteetti nousi noin 700 000 tonniin vuodessa ja yhtiön koko terästuotanto kyettiin jalostamaan valssaus tuotteiksi.

Ohutlevytuotannon aloittamiseksi valssaamolle oli hankittu 5-tuolinen nauhavalssain vanhan reversiovalssaimen toimiessa yhdistettynä levy- ja nauhalinjan esivalssaimena. Valssauslinjaan kuului lisäksi nauhan jäähdytysrullarata ja kaksi kelainta. Kuumavalssattujen kelojen viimeistelyä varten hankittiin yhdistetty nauhalevyjen ja rainojen leikkauslinja. Ohutlevytuotannon vaatimat investoinnit olivat 123,5 miljoonaa markkaa.

"Ohjelma 1 500 000"

1970-luvun alkupuolella ennakoitiin teräksen kulutuksen kasvavan nopeasti. Kotimaan teräslevytuotteiden kulutuksen arvioitiin kasvavan keskimääräistäkin vauhtia nopeammin. Samanaikaisesti ja näitä kasvunäkymiä vasten Rautaruukki Oy suunnitteli terästuotannon ja valssauskapasiteetin kaksinkertaistamista. Tämän "ohjelma 1 500 000":n yhtiöpoliittisena lähtökohtana oli Rautaruukin raudanjalostustuotannon kilpailukyvyyn ylläpitäminen ja toisaalta kotimaan kehittyvän metalliteollisuuden teräslevyn saannin turvaaminen.

"Ohjelma 1 500 000" suunniteltiin toteutettavaksi vuoden 1977 alkupuolelle mennessä. Kasvaneesta levytuotannosta suunniteltiin viettävän ulkomaille alkuvaiheessa 30...40% ja vuosikymmenen lopulla sen arvettiin olevan markkinoitavissa pääosaltaan kotimaahan.

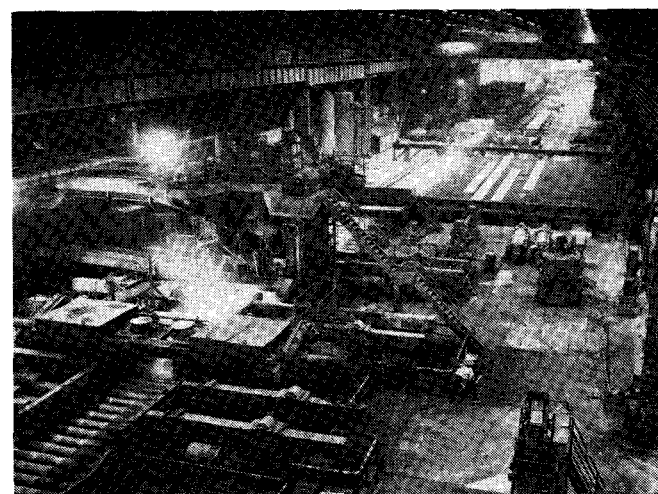
Jälkeenpäin voidaan todeta kasvuennusteiden olleen liian optimistisia niin maailmanlaajuisesti kuin kotimaan osalta. "Ohjelma 1 500 000":n mukainen tuotanto on kuitenkin pääpiirteittäin toteutettu viennin osuuden ollessa huomattavasti ennakoitua suuremman.



Kuva 2. Raahen levyvalssaamo.

Fig. 2. Plate mill in Raah.

Kuumavalssaamon tuotannon kaksinkertaistaminen toteutettiin rakentamalla levyvalssaamoon uudet aihionkäsittelylaitteet, kuumennusuunit ja reversiovalssain. Levyjen viimeistelyyn käytetään vanhaa linjaa. Nauhavalssaamon puolelle hankittiin kolmas aihio-uuni ja kuudes valssituoli. Kelojen viimeistelykapasiteettia lisättiin erillisen rainaleikkauslinjan ostamisella. Investointeihin käytettiin 272,5 miljoonaa markkaa.



Kuva 3. Raahen nauhavalssaamo.

Fig. 3. Strip mill in Raah.

Tehtyjen toimenpiteiden ansiosta kombinoitu levy- ja nauhavalssaamo muodostui kahdeksi erilliseksi tuotantolinjaksi. Levyvalssaamon tuotantokapasiteetti nousi 525 000 tonniin/vuosi ja nauhavalssaamon vastaavasti 1 200 000 tonniin/vuosi.

Uudistukset ja laajennukset eivät nostaneet ainoastaan

tuotannon määrällistä tasoa vaan myöskin tuotteiden laatua voitiin parantaa uudemman tekniikan käyttöön otolla, jolla on suuri merkitys kilpailtaessa kansainvälisillä markkinoilla.

Kehitysnäkymät 80-luvulle siirryttäessä

Eriyisesti uuden levyvalssaamon laitehankinnat ovat osoittautuneet onnistuneiksi. Aihionulosvetäjillä varustettujen läpityöntöuunien energian kulutus on pieni kansainväliseen tasoon verrattuna. Prosessitietokoneen ohjaama hydraulinen levyvalssain on mahdollistanut valmistaa levyjä tiukoilla toleransseilla hyvinkin laajalla mitta-alueella. Levyvalssaamo edustaakin sekä tuotantokapasiteettinsa että valssaustekniikkansa osalta maailmanlaajuisestikin ottaen korkeata tasoa. Prosessia kehitettäessä tullaan tuotannon ohjausjärjestelmän ja eri laiteyksiköiden automaatioastetta edelleen nostamaan tarkoituksena laatutason jatkuva kehittäminen ja parempien työolosuhteiden sekä työn tuottavuuden aikaansaaminen.

"Ohjelma 1 500 000":n jälkeinen nauhavalssaamo edustaa tuotantokapasiteetiltaan ja -tekniikaltaan eurooppalaista keskitasoa olevaa ns. toisen sukupolven mukaista puolijatkuvaa valssaamoa. Kuudennen valssituolin hankkiminen laajensi nauhavalssaamalla tuotteiden mittavaliokimaa ja loi myös paremmat edellytykset valssata oman terästuotannon lisäksi ruostumattomia ja haponkestäviä keloja.

Nauhavalssaamalla kapasiteetin edelleen nostoon on hyvät mahdollisuudet. Ilmeisesti kuitenkin lähitulevaisuudessa painopiste tulee olemaan tuotteiden laatuun ja jalostusasteen kehittämiseksi. Tätä silmälläpitäen yhtiö on jo tilannut kuumakelojen viimeistelyvalssaimen, jonka avulla nauhatuotteiden markkinointia voidaan oleellisesti varmistaa. Tämä noin 40 miljoonaa markkaa maksava valssain valmistetaan englantilaisten suunnitelmien mukaan suurimmalta osaltaan kotimaassa. Tuotanto arvioidaan voitavan aloittaa vuoden 1980 alkupuolella.

80-luvulla tultaneen nauhavalssaamollakin jo edellä mainituista syistä toteuttamaan tuotannon ja laiteyksiköiden tietokoneohjaus.

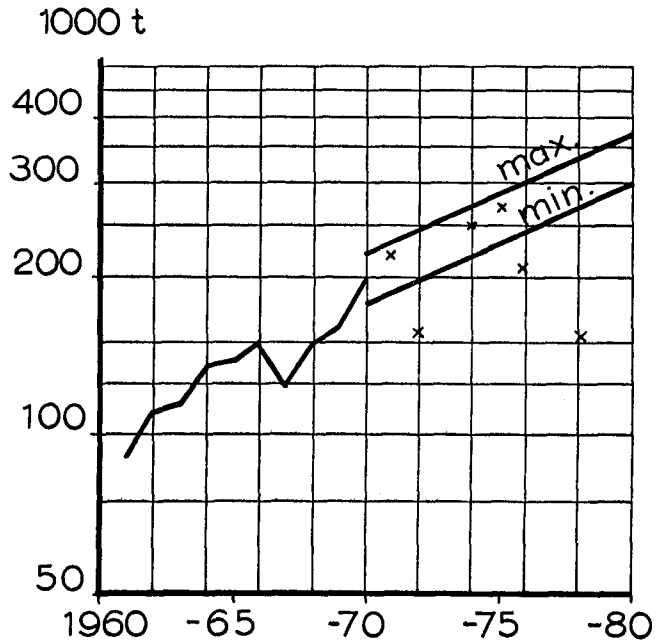
TAALINTEHTAAN KUUMAVALSSAAMON KEHITYS

1970-luvun alussa rakentuivat tulevaisuuden ennusteet Suomessa, kuten koko maailmassakin, jatkuvaan laajentumiseen ja taloudelliseen kasvuun. Tämä koski myös Taalintehtaan tuotealueen tulevaisuuden näkymiä. 1960-luvun lopulla oli Taalintehtaan päätuotantolinjalla valssilaitoksella siirrytty enenevässä määrin betoniterästen valmistukseen. Vuonna 1970 koettiin Suomessa tämän tuotteen osalta kaikkien aikojen ennätysmyynti 242 000 tonnia, josta tuonnin osuus oli kokonaista 45 000 tonnia.

Vuoden 1971 alussa ennusti mm. Valtion Teknillinen Tutkimuslaitos betoniteräksen kulutuksen Suomessa nousevan vuoteen 1980 mennessä 300...370 000 tonniin.

Samoihin aikoihin suunniteltiin Suomeen perustettavaksi ulkomaisin pääomin miniterästehdas, joka olisi käyttänyt Taalintehtaan pääasiallista raaka-ainetta teräsromua myöskin betoniteräksen valmistamiseen kuten Taalintehtaan.

Yllämainitut seikat sekä se tosiasia, että suuri osa valssilaitoksesta oli vanhentunut, johti sarjaan investointipäätöksiä Taalintehtaalla 70-luvun alussa.



Kuva 4. Betoniteräksen tuotanto v. 1961—1970 ja käytön ennuste v. 1971—1980.

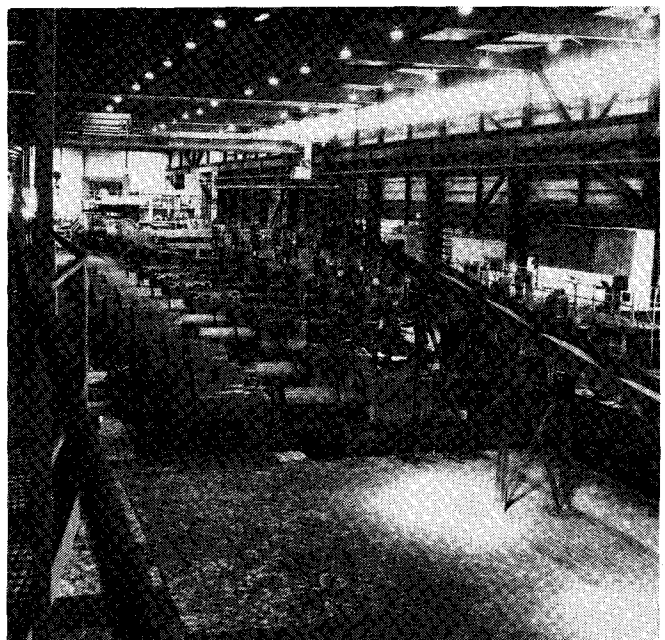
Fig. 4. The production of reinforcing steel 1961—1970 and estimated consumption 1971—1980.

Lähtökohta

Vuonna 1970 oli Taalintehtaan tuotanto 69 000 tonnia valmistustuotteita, joista 46 000 tonnia betoniteräksiä. Loppu oli erilaisia kauppaterästankoja ja valssilankoja. Puolivalmisteena tuotettiin valannevalssaamalla 53 000 tonnia 80×80 mm teelmiä. Muista avainluvusta mainittakoon loppunopeudet 20 m/s vyyhtimillä, 12 m/s jäädytystasolla sekä kieppipaino 150 kg.

Investoinnit ja niiden perustelut

Vuonna 1971 rakennettiin ja käynnistettiin Taalintehtaalta hienovalssaamon uusi uuni (kapasit. 25 t/h) ja uudet etuparit. Tavoitteena oli suurempi kieppipaino (250 kg) sekä parempi tuottavuus etuparien mekanisoinnin myötä. Lay-outista hävisi vanha keskivalssaamo.



Kuva 5. Taalintehtaan keskivalssaamo.

Fig. 5. Medium section mill in Taalintehtaan.

Elokuussa v. 1971 tehtiin myös päätös uuden valanne- ja keskivalssaamon hankkimisesta Neuvostoliitosta. Perustana päätökselle oli jo aiemmin mainittu betoniteräskulutuksen kasvu Suomessa sekä vanhan valannevalssaamon (oli hankittu v. 1951 Ruotsista vanhana) vanha-aikaisuus ja sitä kautta heikko tuottavuus.

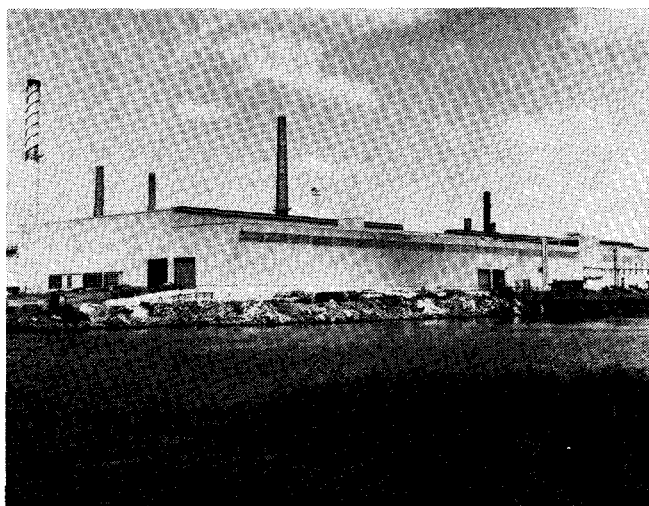
Tehdyillä investointipäätöksillä piti päästävän vuosikymmenen loppuosalla 145 000 t vuosituotantoon jakaumalla:

80 000 t betoniterästä

55 000 t valssilankaa

10 000 t pyöröteräksiä

Investoinnin ensimmäinen osa valannevalssaamo käynnistettiin loppuvuodesta 1974 kun taas keskivalssaamo-osaa päästiin käynnistämään vasta vuosi jälkeenpäin. (1975).



Kuva 6. Taalintehtaan valssaamo on meren äärellä.

Fig. 6. Rolling mill by the sea in Taalintehtas.

Vuoden 1974 lopulla tehtiin päätös hienovalssaamon vyyhtimien uusimisesta, samoin kuin etuparin yhteyteen asennettavasta kaksoisparista. Tämä mahdollisti kieppipainon nostamisen 420 kg:aan. Uudet ns. ED-vyyhtimet ajettiin käyntiin v. 1976 keväällä.

Markkinakuvan muutos ja sen vaikutus tuotantoon

Keskellä voimakkainta uusien laitteiden asentamiskautta, samoin kuin sitä seuraavien käyntiinajovaiheiden aikana v. 1975—77, ajautui Taalintehtaan potentiaalinen markkina-alue rakennusteollisuus Suomessa samoin kuin muuallakin voimakkaaseen laskusuhdanteeseen. Jos ennusteet vuosikymmenen alussa olivat lupailleet 300... 370 000 t vuosikulutusta betoniteräkselle, niin ne v. -76, kuin myös tänäkin päivänä näyttävät lupaavan selvästi 200 000 t alittavaa kotimaan kysyntää.

Kun teollisuusmaiden terästeollisuus jo aikaisemmin oli kamppailut ylikapasiteetin kanssa ja niiden perinteiset vientialueet kehitysmaissa kehittivät teräksen valmistuksen omavaraisuusasteen nostamissuunnitelmiin, oli seurauksena paineen kasvu teräsmaiden sisäisillä markkinoilla. Tämä painoi kauppateräksen kansainvälisen hintatason niin alas, ettei käynnistysvaiheen kanssa kamppailevalla Taalintehtaan valssilaitoksella ollut minkään näköisiä mahdollisuuksia vientimarkkinoille. Oli suoritettava tilanteen uudelleenarviointi.

Kun päätös uusien vyyhtimien hankkimiseksi tehtiin, oli markkinoille tullut aivan uusi, erityisesti korkeahi-

lisen valssilangan kontrolloituun jäädyttämiseen perustuva ns. ED-vyyhdin (ED = easy drawing). Vaikkakaan Taalintehtas ei aiemmin ollut valmistanut korkeahiillisiä valssilankoja, nähtiin eräänä kehityssuuntamahdollisuutena juuri kyseiset korkeahiilivalssilangat, jolle oli näköpiirissä paitsi kotimarkkinoita niin myös vientiä. Tällaiset ED-vyyhtimet sitten hankittiinkin ja varsinkin korkeahiililangan viennissä nähtiin mahdollisuus korvata menetetty betoniteräsmarkkinat.

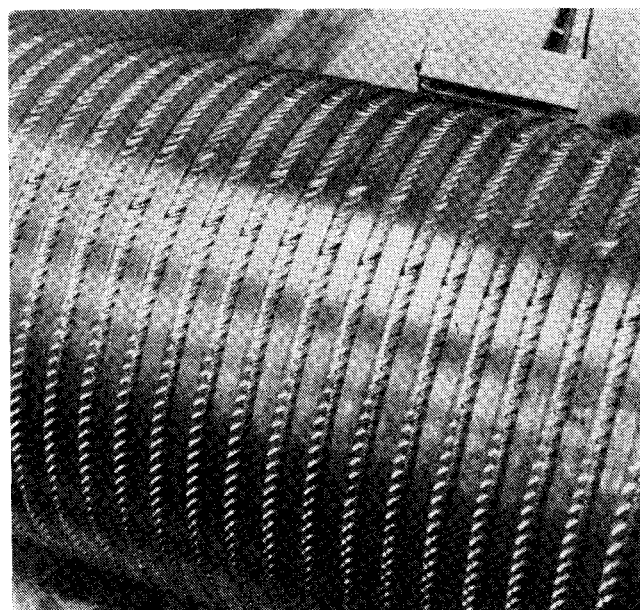
Paitsi että korkeahiilinen valssilanka sinänsä ei anna niin suuria tuotantovolyyumeja kuin tavallinen valssilanka saatikka betoniteräs, niin myös uuden teknologian opettelu vei oman osansa kokonaistuotannosta ja tuottavuudesta.

Tuleva kehitys

Tämän hetken kuvan mukaan jonkinnäköistä elpymistä lamasta on tapahtumassa ja vanhojen tuotantolaitosten suljettua oviaan teollisuusmaissa on jäljelle jääneille laitoksille täten jäänyt enemmän liikkumavaraa. Tästä huolimatta lienee turhaa optimismia odottaa vaikutuksen heijastuvan suomalaisen betoniteräksen kysynnän kasvuun, ei varsinkaan rakenteellisesti.

Tätä taustaa vasten ja tietäen tapahtumaan tulevan toimiala- ja tuoterationalisoinnin uuden yksityisen teräskonstellaation puitteissa on Taalintehtas ennakoimassa tilannetta pyrkien yhä enemmän keskittymään jatkossakin sekä korkeahiili- että muihinkin kontrolloitua jäädytystä vaativiin valssilankatyyppeihin. Raaka-aine tulee perustumaan valtaosin kuten jo nytkin Koverharin malmipohjaiseen jatkuvavalettuun teelmään sekä pieneltä osin omaan teknologialtaan korkeahiililangan valmistukseen hyvin soveltuvaan romupohjaiseen nousuvalanteeseen.

Valssilankakapasiteetin kasvattamiseksi on Taalintehtaan nykytilaan helpeksi ja suhteellisen pienin investoinnin rakennettavissa suurinopeuksinen (60 m/s = 216 km/h) niin kutsuttu no-twist valssiblokki sekä sen jälkeen jatkuvatoiminen, kontrolloituun jäädytykseen perustuva vyyhdinlaitteisto, joka mahdollistaa yli 1 000 kg:n kieppipainon valssauksen.



Kuva 7. Harjateräsvalssi.

Fig. 7. A roll for reinforcing steel.

ÄMINNEFORSIN VALSSAAMON KEHITYS

Tuoterationalisointi käynnistyi ripeästi vuonna 1970. Huonoja tuotteita karsittiin valmistusohjelmasta. Tuotteita vaihdettiin Äminneforsin ja Imatran kesken, jolloin Äminneforsin osaksi tulivat lähinnä betoniteräkset ja kaupparärslangat. Tuloksena olivat pitemmät valssausjaksot ja vähemmän mitanvaihtoja.

Valssaamon raaka-aineet, teelmät olivat 75×75 mm poikkileikkaukseltaan vuoteen -69 asti, jolloin siirryttiin 100×100 mm:n teelmiin. Vuonna -73 otettiin Sack-linjalla käyttöön kääntövaletut valanteet, joista taas luovuttiin noin vuosi sitten.

Kunnossapidon kanssa on yhteistyö ollut erittäin tiivistä. MH-linjan mekaanisten ja sähköhäiriöiden yhteenlaskettu osuus suunnitellusta valssausajasta on ollut 1,5 % ja Sack-linjalla vastaava luku on 2,5 %. Näitä tuloksia on pidettävä erinomaisina.

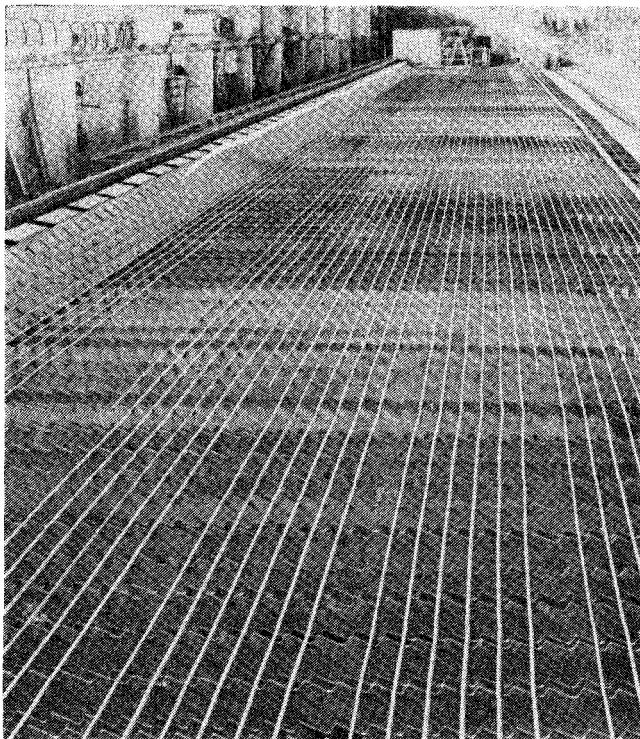
Investointitoiminta

Varsinaisella valssaamon vastuualueella on vuodesta -70 lukien tehty mm. seuraavat tuotantoa edistävä investoinnit

- MH-linjan uunin muutos
- uudet valssaimet parien 6, 7, 8 ja 9 tilalle
- Sack-linjan uunin laajennus kahdessa vaiheessa
- lankavalssaamon laajennus
- varmuuskytkimet etupareille
- lankavyyhtien niputusasema sekä romuvyyhdin
- jyrshintäkone harjateräsvalsseja varten
- vaihtoparit triopareja varten.

Tuotantoa edistäviä investointeja on yhdeksän vuoden aikana tehty yhteensä 19 milj. mk:n arvosta nykyrahassa laskien. Edellä lueteltuihin investointeihin on tällöin lisätty sähkölaitteistojen puolella tehdyt parannukset.

Tehdyillä investoinneilla on järjestelmällisesti avattu tuotantolinjojen pullonkauloja sekä poistettu muita haittatekijöitä. Toimenpiteet ovat välittömästi lisänneet tuotantoa tai tuotosta.



Kuva 8. Sack-linjan 75 metrin pituinen jäähdytysaraina.

Fig. 8. 75 m long cooling bed of Sack rolling mill.

Tuotannon kehitys

Sack-linjalla tapahtunutta tuotannon kehitystä on helppo tarkastella, koska tuotevalikoima on pysynyt samana yhdeksän vuoden ajan. Tuotantonopeus on kasvanut yli kaksinkertaiseksi. Tuotos on noussut 88,5 %:sta 91 %:iin ja teelmien osalta 94,7 %:sta 96,0 %:iin. Viime vuoden tuotantomäärä oli 108 740 t.

MH-linjan mittavalikoima on siirtynyt ohuempien mittojen suuntaan, mutta tästä huolimatta on tuotantomäärä kasvanut noin 50 % ja tuotos on noussut 93,5 %:sta 95,2 %:iin. Viime vuoden tuotantomäärä oli 63 457 t.

Miehistön kokonaisvahvuus on nykyisin 212 valssattaessa 20:ssa viikkovuorossa molemmilla linjoilla. V. -70 vastaava luku oli 236.

Tuotantomäärissä ja henkilöstössä tapahtunut kehitys on merkinnyt tuottavuuden kasvua runsaasti puolitoistakertaiseksi.

IMATRAN VALSSAAMOIDEN KEHITYS

Tuotejako Imatran ja Äminneforsin kesken 70-luvun alussa siirsi betoniteräksiä ratkaisevasti Imatralta ja tilalle tuli erikoisterästen valmistus. Tuotantoedellytyksiä parannettiin mm. tuotekehitysprojekteilla sekä rakentamalla laadunvalvontajärjestelmä. Merkittävin kohde valssamoilla oli urasarjojen muuttaminen erikoisterästen valmistukseen sopivaksi. 70-luvun alun pienet investoinnit tukivat aloitettua tuotesuuntausta sekä nostivat automatisointiastetta ja tehollisen ajan osuutta. Mainitsemisen arvoisia kohteita ovat lankavalssaamon uunin kuumen päään uusiminen sekä omaperäisellä tavalla ratkaistu keskivalssaamon esivalssaimen mekanisointi.

Maakaasutoimitusten alettua siirryttiin valssaamouuneissa käyttämään polttoaineena maakaasua.

V. -75 tehtiin päätös valssamoiden investointiohjelmasta, jolla pyrittiin kapasiteetin nostamiseen ja yksikkökustannusten alentamiseen.

Investointisumma 60 Mmk kohdistui seuraaviin uudistuksiin.

Karkeavalssaamo

Valanteiden kuumennukseen käytettyjen kuuden kuoppauunin lisäksi rakennettiin seitsemäs kuoppa. Vanhoihin uuneihin sopii 8 valannetta ja uuteen 16 valannetta. Valanteet panostetaan pääasiassa kuumana, jolloin maakaasun kulutus on ollut esim. v. -78 1 018 megajoulea/valannetonna.

Teelmäleikkuri, teelmien jäähdytysarina, punnitus- ja niputuslaitteet uusittiin kokonaan ja rakennettiin uuteen paikkaan.

Vedynpoistohehkutusta vaativille teelmille rakennettiin kaksi hehkutusuunia. Uuneihin mahtuu 50 t kumpaanakin. Hehkutus tapahtuu 600°C:ssa 20 tunnin pitoajalla. Teelmäniput panostetaan kuumina ja lisälämpö saadaan 60 kW:n sähkövastuksilla. Lämmön tasoittamista varten ilmaa kierrätetään uunissa puhaltimilla.

Teelmäkäsittely

Erikoisterästen valmistukseen kuuluu oleellisena osana valettujen ja valssattujen teelmien tarkastus sekä pintavikojen poisto ennen jatkovalssausta.

Teelmänsäilyä varten rakennettiin uusi halli. Tarkastus tapahtuu magneettisilla tarkastuslaitteilla, joista -69 käyttöönotettu Magnaflux siirrettiin uuteen halliin ja lisäksi hankittiin Magn-o-matic. Hiontaa varten on asennettu neljä Schlüter-hiomakonetta seitsemän vanhan

Centro-hiomakoneen lisäksi. Rakennuksen kellariin on sijoitettu ilmastointikojeeet, hydraulikka- ja sähkökeskukset sekä hiontajätteen keräilylaitteet.

Keskivalssaamo

Keskivalssaamon vanha läpityöntöuuni korvattiin askelpalkkiuunilla, jonka kapasiteetti on 35...40 t/h. Uusi uuni mahdollistaa maksimiteelmäpainon nostamisen entisestä 320 kg:sta 790 kg:an. Polttoaineen kulutuksessa on päästy usean kuukauden keskiarvoon n. 1100 megajoulea/valssattu tonni.

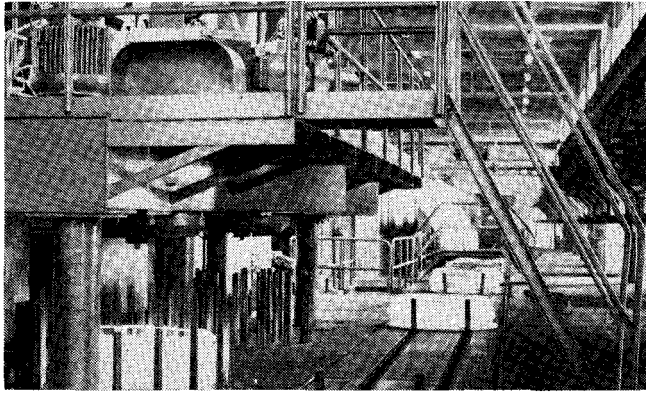
Kuumennuksen jälkeen teelmien pinta puhdistetaan uunihilseestä korkeapainepesurilla.

Esivalssaimet uusittiin nopeammin vaihdettaviin pakettityypisiin valssaimiin. Samoin uusittiin esivalssaamon vaihdelaatikko ja käyttömoottori.

Jäähdytysarinaa jatkettiin vastaamaan isommista teelmistä saatavia pidempiä tankopituuksia.

Viimeistelyä varten uusittiin kylmäleikkuri, niputus- ja punnituslaitteet.

Lankavalssaamo



Kuva 9. Lankavalssaamon vyyhtimet.

Fig. 9. Wire rod mill coilers.

Lankavalssaamon suunnitelma tähtäsi erikoisesti tehollisen ajan nostamiseen. Valssin ja mitan vaihtoja nopeutamaan toteutettiin erillinen esivalmistelun kehitysprojekti. Esivalmistelun tehtävänä on valssipakettien huolto, valssien laakerointi ja valssipakettien ajokuntoon laittaminen sekä ohjainkaluston huoltaminen. Esivalmistelutyö tapahtuu linjan ulkopuolella ja se palvelee myös keski- ja hienolinjoja.

Valssilinjalla syntyvien romujen käsittelyn nopeuttamiseksi hankittiin kaksi puhdistus- ja romuleikkuria.

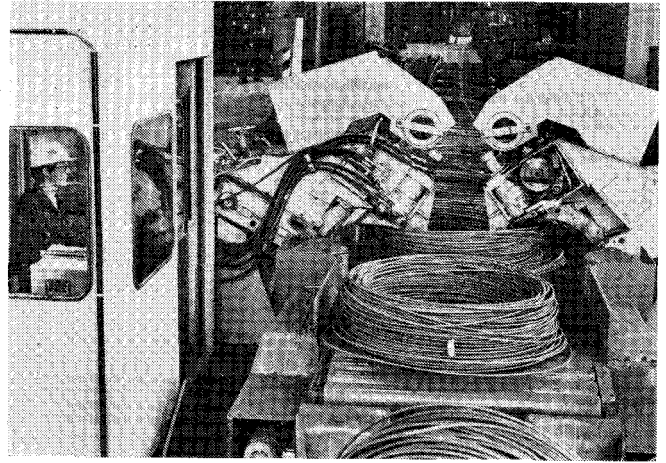
Pullonkaloja avattiin vielä uusimalla uunin panostuslaitteet ja vyyhtien sitomakoneet sekä hankkimalla mittaluualueelle Ø 10,5...23 soveltuva näyteleikkuri.

Suunnitelmat

Meneillään olevista suunnitelmista kannattaa mainita seuraavat:

Kankeavalssaamolle ollaan hankkimassa ja on jo osittain asennettu tietokonepohjainen teelmäleikkauksen optimointijärjestelmä sekä tuotannonohjaus- ja materiaali- virran seurantajärjestelmä.

Lankavalssaamoissa ja tankovalukoneella tehdään ensi kesänä tarpeelliset muutostyöt kieppipainon nostamiseksi 360 kg:sta 600 kg:an. Teelmäkokoa nostetaan 100×100 mm:sta 125×125 mm:iin.

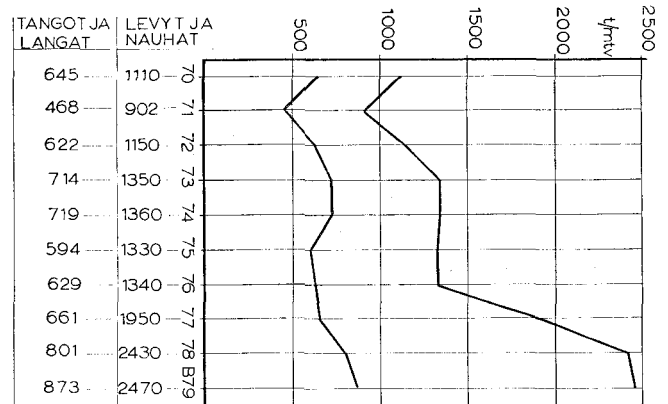


Kuva 10. Lankavyyhtien sitomisasema.

Fig. 10. Binding station for coils.

Kieppipainon nostoprojektin kustannusarvio on lähes 11 Mmk. Kotimaisuusaste tulee tässä projektissa olemaan huomattavan korkea, noin 90 %:n luokkaa.

70-LUVUN KEHITYS



Kuva 11. Työn tuottavuus (tonnia/miestyövuosi).

Fig. 11. Productivity (ton/manyear).

Työn tuottavuus on esitetty kuvassa 11 suurella tonnia/miestyövuosi. Tuottavuudessa on tapahtunut nousua, kun verrataan tämän vuoden budjetoituja arvoja vuoteen -70 seuraavasti

- levyt ja nauhat 122 %
- tangot ja langat 35 %

Levy- ja nauhatuotanto on noussut vuodesta -70 moninkertaiseksi. V. -78 yhteinen tuotanto oli 1 447 000 t ja kun kapasiteettia on käytettävissä 1 725 000 t saadaan käyttöasteeksi 84 %.

Tanko- ja lankatuotannon määrä on noussut vuosina -70...78 7,3 %. Tuotanto yhteensä v. -78 oli 468 400 t ja käytettävissä oli kapasiteettia 623 000 t. Käyttöasteeksi saadaan silloin 75 %.

70-luvun kehityssuunnitelmille ovat olleet tunnusomaisia seuraavat seikat

Taulukko 2. Valssaamoiden tuotannot ja kapasiteetit.

Table 2. The productions and capacities of rolling mills.

Valssaamo	Tuotanto -70 1 000 t	Tuotanto -78 1 000 t	Kapasit. -78 1 000 t
Rautaruukki, Raahe			
levyvalssaamo	359	375	525
nauha- valssaamo	—	1 072	1 200
		1 447	1 725
		84 %	
Taalintehdas valanne- valssaamo	53,1	—	—
valanne/keski- valssaamo	—	57,5	80
hieno- valssaamo	68,8	38,5	80
Aminnefors valanne- valssaamo	31,6	—	—
Sack-linja	66,5	108,7	110
MH-linja	65,3	63,5	75
Imatra karkea- valssaamo	36,8	27,3	38
hieno- valssaamo			
keskilinja	58,9	74,9	95
hienolinja	82,3	34,7	60
lankalinja	58,0	63,3	85
		468,4	623
		75 %	

- Rautaruukki rakennettiin korvaamaan tuontia ja tyydyttämään vuosikymmenen lopulla lähes yksinomaan kotimaan kysyntä
- Taalintehdas ja Aminnefors suunnittelivat tuottavansa ensisijaisesti kotimaan betoniteräksiä
- Imatra suuntautui vuosikymmenen alusta erikoisteräksiin ja vientiin.

Vuosikymmenen aikana suunnitelmia on jouduttu voimakkaasti muuttamaan ja suorittamaan uudelleenarvioin-
teja. Yhä enenevä vienti on antanut mahdollisuuden valssaamoille tyydyttävän käyntiasteen säilyttämiseen. Toisaalta jo tehdyt kehitys- ja investointityöt ovat varmistaneet kotimaisille teräsvalssaamoille sellaisen kapasiteetin, ettei suurisuuntaisiin uudisrakennushankkeisiin ole varmaankaan tarvetta aivan lähivuosina. Lisäksi tanko- ja lankatuotannossa alkanut yhdentymisen ja sen mukanaan tuoma valssaamoiden keskeisen työnjaon harkittu suorittaminen antavat elinvoimaisen perustan teräksen kuumavalssaamoille 80-luvulle siirryttäessä.

SUMMARY

THE DEVELOPMENT OF HOT ROLLING MILLS IN FINLAND DURING THE 1970's

In the 70's the following features have characterized the development plans

- Rautaruukki was founded to cover import and at the end of the decade to meet the domestic market demand
- Taalintehdas and Aminnefors planned their reinforcing steel production principally for the domestic markets
- Imatra concentrated at the beginning of the decade on special steels and export

However, during the last decade the plans have been changed thoroughly and new evaluations have been necessary. The continuously growing export has given rolling mills the possibility to maintain a reasonable level of used capacity. On the other hand the development and investment plans already carried out have ensured the Finnish rolling mills a sufficient capacity and therefore there should not be any need for large scale modernization during the next few years. Furthermore the rationalization activities in bar and wire production, which have led to production division between rolling mills, provide a firm basis for the hot rolling mills in the 80's.

**KALLIOMEKANIIKAN SOVELLUS-
TUKSET TÄYTTÖLOUHINNASSA**

Luulajan yliopisto, Bergforskningen (BeFo) ja Institute of Mining and Metallurgy (IMM) järjestävät 2.—4. 6. 1980 Luulajassa konferenssin työnimellä "Application of rock mechanics to cut and fill mining". Konferenssiin liittyy käynti Boliden Ab:n Näslidenin kaivoksella. Lisätietoja on saatavissa osoitteesta:

Prof. Ole Stephansson
University of Luleå
S-951 87 Luleå, Sweden

**MINERAALITEKNIIKAN SEMINAARI
LUULAJASSA 6—7. HELMI-
KUUTA 1980**

Tarkempia tietoja seminaarista saa VMY:n tutkimusvaltuuskunnan sihteeriltä DI Seija Poitsalolta, osoite: **TKK, Vuoriteollisuusosasto, Louhintateknikan laboratorio, 02150 Espoo 15, puh. 90 - 456 6202.** Seminaariin on ilmoittauduttava ennen 20. tammi-kuuta 1980.

YDINJÄTTEIDEN SIOITTAMISTA KALLIOPERÄÄN KÄSITELLYT SYMPOSI OTANIEMESSÄ KESÄLLÄ 1979

Dosentti Heikki Niini, Geologinen tutkimuslaitos, Otaniemi

Geologinen tutkimuslaitos järjesti 2.—6.7.1979 Teknillisellä korkeakoululla Otaniemessä kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n ja OECD:n ydinenergiajärjestön NEA:n symposion, joka käsiteli radioaktiivisten jätteiden sijoittamista maan sisään. Suomen hallituksen puolesta tilaisuuden avajaispuheen piti ulkoministeri Paavo Väyrynen.

Tilaisuuteen osallistui 380 asiantuntijaa 32 maasta ja neljästä kansainvälisestä järjestöstä. Symposion 10 istunnossa pidettiin yhteensä 68 esitelmää, joista 3 Suomesta. Istuntojen yhtenä puheenjohtajana toimi ylijohdaja H. Stigzelius. Symposion viimeisenä päivänä pidettiin paneelikeskustelu, jossa käsiteltiin erityisesti geologisten muodostumien avulla saatavan radioaktiivisten jätteiden eristämisen luotettavuutta.

SUOMALAISET ESITELMÄT

Suomalaisista esitelmäsihtijöistä P. Jauho ja P. Silvennoinen valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta käsitelivät kansainvälisesti soveltaen suomalaisen ns. APO-mietinnön teknistioteellisia perusteita. Esitelmän nimi oli: "Warranty obligations for the management and underground disposal of radioactive waste".

M. Härkönen, K. Ikonen ja H. Noro, samoin VTT:sta, käsitelivät esitelmässään "Temperature distribution and thermally induced stresses in a high-level waste repository" jätteiden aiheuttaman lämpötilannousun vaikutusta kallion jännityksiin teoreettiselta ja yleisuonteiselta kannalta.

H. Niinin esitelmä "The nuclear waste disposal study project of the Geological Survey of Finland" kuvasi GTL:ssä kauppa- ja teollisuusministeriön rahoituksella vuodesta 1977 käynnissä olevaa tutkimusprojektia, jonka tavoitteena on ydinjätteiden maanalaiseen sijoitukseen Suomessa vaikuttavien geologisten tekijäin selvittäminen.

YDINJÄTTEIDEN LOPULLISTA SIOITUSTA KOSKEVAT SUUNNITELMAT

Esitelmien ja paneelin yhteisäntinä saatiin varsin kattava yleiskatsaus ydinjätteiden loppusijoitusohjelmien nykytilanteeseen maailmassa. Eri ydinjätetyyppien sijoittamista erilaisiin geologisiin muodostumiin tutkitaan huomattavasti voimavaroin eri puolilla maailmaa. Tunnetaan monia geologisia muodostumia, joihin nykyteknologiallakin voidaan sijoittaa kaikkentyyppisiä ydinjätteitä. Tietyissä tapauksissa ratkaisuna tulevat kysymykseen myös vanhat kaivostilat, erityisesti laajoissa homogeenisissa suolapakuissa. Yhden parhaista mahdollisuuksista näyttää tarjoavan erillisten jätevarastojen louhiminen useiden satojen metrien syvyyteen peruskalliomuodostumiin. Toisaalta mikään tähän mennessä tutkituista geologisista muodostumista ei ole kaikin tavoin ihanteellinen ratkaisu. Siksi pyritään samalla tehokkaasti kehittämään luonnon-

olosuhteita täydentäviä teknisiä menetelmiä ja ratkaisuja kuten jätteen kemiallisfysikaalisen laadun sekä jättekapselin ja sijoitustilan täyteaineiden ominaisuuksien optimointia.

Ydinjätteiden lopullista sijoitusta koskevien suunnitelmien lukkoonlyönti edellyttää vielä paljon erityistutkimuksia, jotta saadaan selville varsinaisten sijoituspaikkojen turvallisuus ja muut merkittävät tekijät ja voidaan optimoida mahdolliset sijoitustavat. Käytännössä on jo osoitettu, että myös korkea-aktiivinen jäte kyetään turvallisesti varastoimaan vuosikymmeniksi. Siksi ei ole välitöntä tarvetta aloittaa itse loppusijoitustoimia heti valmalaitosten käynnistämisen myötä. Kuitenkin poliitikot ja suuri yleisö tuntuvat vaativan, että piakkoin olisi josakin otettava käyttöön maanalainen sijoitustila, joka osoittaisi korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoitusratkaisun toimivuuden käytännössä.

Turvallisuusarvioinnit ovat keskeisellä sijalla monien maiden ydinjättesijoituksen tutkimusohjelmissa. Ydinjätteiden pitkäaikaisen biosfääristä eristämisen turvallisuus voidaan osoittaa vain käsitteellisesti laskennallisten menetelmien avulla. Laskelmien tarkkuuden uskotaan parantuvan menetelmien kehittymisen sekä kokeellisen tiedon ja kokemusten kertymisen myötä.

Ydinjätteiden lopullinen kohtalo muodostaa pitkäaikaisen ja maailmanlaajuisen ongelman, jonka todennäköisin ratkaisu on sijoittaminen kallioon. Kallioperän geologisten edellytysten epätasaisen jakautumisen takia sekä ongelman maailmanlaajuisen vaikutusten vuoksi kansainväliset sopimukset ovat välttämättömiä parhaiden ratkaisujen löytämiseksi. Kaikissa maissa tulisi sijoittaa entistä enemmän voimavaroja tehokkaaseen kansainväliseen yhteistyöhön.

SYMPOSION JÄRJESTELYT

Itse symposioistuntojen ja -panelin lisäksi symposion yhteydessä pidettiin useita erillisiä, aiheeseen liittyviä kokouksia, kuten Kansainvälisen rakennusgeologisen assosiaation (IAEG) jätekomission kokous, OECD/NEA:n Stripan koeseaman yhteistoimintakokous, OECD/NEA:n Studsvikin koalueen yhteistoimintakokous ja NKA:n (Nordisk Kontaktorgan för Atomenergifrågor) kokous.

Suomen Atomiteknillinen Seura ja Rakennusgeologinen yhdistys järjestivät samaan aikaan TKK:ssa symposion aiheeseen liittyvän näyttelyn, jossa oli seitsemän näyttelylepanijaa, mm. VTT, GTL ja ydinvoimayhtiöt.

Symposion ohjelmaan kuului lisäksi opastettuja retkiä, mm. ekskursion Stripaan Ruotsiin, bussiretki Loviisan ydinvoimalaitokselle sekä tutustuminen GTL:n kivimuseoon, jonka yhteydessä esitettiin lyhyt katsaus GTL:n toimintaan. Viimeksimainittua tilaisuutta käytti hyväkseen n. 20 ulkomaalaista symposiovierasta. Symposion sosiaalisina ohjelma-ainoina olivat TKK:lla pidetty

avajaiscocktailtilaisuus, ministeri Väyrysen vastaanotto valtioneuvoston juhlahuoneistossa Smolnassa sekä jäähyväisbanketti Kalastajatorpalla. Seuralais- ja sosiaalisen ohjelman järjestelyistä vastasi Geologian Naiset r.y.

Symposion järjestelytoimikunnan puheenjohtajana ja esitelmien valintatoimikunnan suomalaisena jäsenenä toimi dosentti H. Niini. IAEA:n ja NEA:n sekä toisaalta Suomen hallituksen välisenä liaison officerina toimi FM M. Salmi. Paikallisena tukielimenä symposion järjestelyissä toimi ns. Advisory Committee, jonka puheenjohtajana oli ylijohtaja Stigzelius. Symposion esitelmät ja tärkeimmät keskustelut julkaistaan myöhemmin IAEA:n ja NEA:n toimesta.

SUMMARY

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE UNDERGROUND DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTES HELD AT OTANIEMI ON THE 2—6 JULY 1979

The symposium of the International Atomic Energy Agency and of the OECD Nuclear Energy Agency dealt with the urgent problem of the nuclear waste disposal into geological formations. The local host and responsible organizer was the Geological Survey of Finland. The Symposium was attended by 380 participants from 32 countries and 4 international organizations. 68 papers were presented. A round table discussion on the reliability of waste isolation ended the Symposium. Symposium excursions were organized to the Loviisa Power Plant, to the Mineralogical Museum of the Geological Survey of Finland, and to the Stripa Nuclear Waste Disposal Experimental Station in Sweden.

At the Symposium a remarkable consensus emerged on the existence of many geological environments with the capability of providing safe isolation for all types of nuclear waste. On the other hand, many specific investigations are still required to characterise specific disposal sites and to optimize the proposed disposal systems.

The solutions must guarantee isolation of the waste during long periods of time. Therefore the adequacy of the isolation systems cannot be verified in practice within the life-time of the present generation but must be demonstrated only conceptually. Nuclear waste disposal is also global problem. International agreement on the adequacy of the solutions and meaningful international co-operation in the realization of the chosen solutions are essential.

4. KANSAINVÄLINEN KALLIOMEKANIikka-KONGRESSI MONTREUX'SSÄ 2.—8. 9. 1979

Tekn. tri Pekka Särkkä, Teknillinen Korkeakoulu, Otaniemi

Yli 650 kalliomekaniikkaa eri puolilta maailmaa, heidän joukossaan 7 suomalaista, kokoontui syyskuun alussa viikoksi Montreux'hön Sveitsiin ISRM:n (International Society for Rock Mechanics) neljänteen kansainväliseen kongressiin.

Kongressilla oli 4 pääteemaa:

1. Kalliomassan reologinen käyttäytyminen.
2. Kokeiden ja tarkkailumittausten käyttö kalliorakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa.
3. Maanalaisten tilojen suunnittelu nykyisten rakennusmenetelmien valossa.
4. Maanpinnan siirtymät louhinnan seurauksena.

Kansalliset ryhmät olivat hyväksyneet etukäteen kongressiin lähetettäväksi 210 esitelmää yo. teemoista, yhteensä noin 1600 sivua. Nämä esitelmät ilmestyivät ennen kongressia kongressijulkaisun osina 1 ja 2. Pääpaino oli teemalla 2, josta oli lähes puolet esitelmistä. Ruotsalaisilla oli mukana toistakymmentä esitelmää, suomalaisilla ei yhtään.

Itse kongressissa kutakin teemaa käsitteli pääluennoitsija ja kolme referoijaa. Nämä esitelmät sekä keskustelupuheenvuorot ilmestyvät kongressijulkaisun osassa 3 vuoden 1980 alussa. Keskustelupuheenvuoroni "The crack closure curvature of some Finnish rocks" sisältyy tähän.

Kokonaisuutena ottaen esitysten taso vaihteli varsin paljon. Varsinaista uutta tuli esiin hyvin harvoissa esitelmissä. Kongressin tärkein anti olikin eri puolilta maailmaa yhteen kokoontuneiden asiantuntijoiden epävirallisissa tapaamisissa ja keskusteluissa.

Kongressin pääpaino oli selvästi kalliorakennusteknisellä puolella. Tulevaisuudessa tulee tapahtumaan siirtymää kaivostekniisiin sovellutuksiin päin, koska mekani-soitujen kaivosten samoin kuin avolouhostenkin jatkuva syventäminen tuo kalliomekaniikan tarpeen näissä yhä korostetummin esille.

Tutkimukseen ja koulutukseen käytetään melkoisia rahasummia joka puolella maapalloa. Jonkinlaisena nyrkkisääntönä tuntui olevan kehittyneissä valtioissa noin 1...2 mk/vuosi/asukas. Nimenomaan energian saantiin liittyvä tutkimus on hyvin vahvasti priorisoitua.

Seuraavat merkittävät kansainväliset kongressit pidetään vuonna 1981 Japanissa (International Symposium on Weak Rock) ja vuonna 1983 Melbournessa Australiasa (5th International Congress of ISRM).

Kiitän Vuorimiesyhdistystä ja sen kaivosjaostoa taloudellisesta tuesta, joka teki tämän kongressimatkan mahdolliseksi.

**X. KANSAINVÄLINEN KAIVOSKONGRESSI
ISTANBUL 17—21. 9. 1979**

Tekn.lis. Reino Matikainen, Outokumpu Oy, Espoo

Kongressin hyvin kunnianhimoisen ja laajan teeman käsittelevä "Mining and Mineral Raw Materials in the Service of Mankind" oli jaettu esitelmien osalta neljään pääryhmään:

1. Low Caloric Solid Resources
2. Mining Problems of Small Ore Deposits
3. Progress in Mining Methods under Difficult Conditions
4. Mineral Economics.

Suomesta oli tarjottu ja hyväksytty mukaan kolme esitelmää

DI I. Autere: Experiences of Pillar Stopping in the Mines of Outokumpu Oy.

TkT P. Niskanen: Improved Cut-Off Grade and Ore Reserve Decisions through Geostatistics and a New Cost Accounting System at the Mines of Outokumpu Oy.

DI K. Vaaajoensuu: Exploitation of Small and Low Grade Ore Deposits in Finland, jonka esitti DI A. Hakapää.

Hiiliteollisuudella on aina ollut näkyvä asema tässä kongressissa, mutta nyt ovat myös muut energiaraaka-aineet saamassa kasvavaa huomiota omine louhintateknisine ja kannattavuuskysymyksineen.

Samoin on nähtävissä kehitysmaiden yhä kasvava mielenkiinto omien esiintymiensä ja luonnonvarojensa hyödyntämiseen. Tämä ilmeni esitelmien lisäksi aktiivisena osallistumisena paneeli- ja käytäväkeskusteluihin.

Suomalaisia kiinnostivat eniten aiheet 2—4, mutta valitettavasti anti jäi ainakin teknillisessä mielessä kovin vähäiseksi.

Kongressissa oli rekisteröityjä osanottajia n. 1500, joista vain noin puolet oli ulkomailta ja näistä huomattava osa Itä-Euroopan maista. Suomesta oli mukana n. 30 henkilöä.

Perinteiseen tapaan oli kongressin yhteyteen järjestetty myös kaivoskonenäyttely 15—22. 9. 1979. Näyttely oli edelliseen Düsseldorfissa v. 1976 pidettyyn tilaisuuteen verrattuna hyvin vaatimaton, sillä monet länsimaaiset koneenvalmistajat olivat jääneet ilmeisesti olojen epävakaisuuden vuoksi pois (USA:sta ei ollut ketään). Suomen "osasto" oli näyttävä ja aivan ilmeisesti myös paras kokonaisuus.

Teknillisiä ekskursioita oli kaiken kaikkiaan kahdeksan ja ne kiersivät Turkin tärkeimmät kaivokset ja jalostuslaitokset.

Vaikkakin Turkin ilmapiiri oli hieman jännittynyt, kongressi, ekskursiot ja näyttely sujuivat onnistuneesti ja ohjelman mukaisesti. Kongressia suosi aurinkoinen ja hetkittäin jopa helteinen sää.

Suomalaisten varsin suuri osuus niin hyvin kongressissa kuin näyttelyssäkin kuvastaa kasvavaa mielenkiintoamme Turkin laajoja markkinoita kohtaan.

Seuraava, järjestyksessä XI kansainvälinen kaivoskongressi on Jugoslaviassa Belgradissa 1982 ja sen teema on ennakkotietojen mukaan seuraava: "Trends and problems of mineral raw material as factors in the development of international technological and economic relations."

**VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNA-
FÖRENINGEN r.y:n JULKAISUTOIMINNASTA**

Tutkimusvaltuuskunnan aloitteesta päätettiin yhdistyksen julkaisujen ulkoasu yhtenäistää, jolloin kansilehti saa lehtemme kansilehden mukaisen muodon. Samalla julkaisut ryhmitetään kahteen sarjaan.

Sarja A käsittää tutkimusvaltuuskunnan tutkimuslustoet, joiden numerointi on seurannut työkomiteoiden numerointia. Kaikkien työkomiteoiden työn tuloksena ei kuitenkaan ole syntynyt julkaisua, koska komitea on joko lakkautettu kun toimintaan ei ole ollut yhtiöiden puolelta kylliksi mielenkiintoa — tai komitean työn tulokset on julkaistu artikkeleina. Tästä lähtien annetaan tutkimuslustoille ilmestymisjärjestyksen mukainen numerointi alkaen A 61:stä. Tutkimuslustoisten kuvien ja taulukoiden tekstit pyritään kääntämään englannin kielelle pohjoismaista yhteistyötä varten. Julkaisuista laaditaan myös joko ruotsin- tai englanninkielinen lyhenne, joka käsittää noin 10% materiaalista.

Sarja B käsittää muut julkaisut kuten kalliomekaniikan päivien esitelmämonisteeset, koulutustilaisuuksien tai seminaarien luentomonisteeset sekä kirjat ja oppaat. Entisille julkaisuille on annettu numerot B 1 — B 27.

Vuoden loppuun mennessä pitäisi ilmestyä hinnastosiivulla mainittujen lisäksi vielä seuraavat julkaisut:

A 52 "Suunnattu kairaus"

A 53 "Kivilajien kairattavuusluokitus"

A 58 "Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"

A 60 "Holvautumien purkumenetelmä"

Luetelossa olevan hinnan lisäksi laskutetaan postimaksu. Korkeakouluille, teknillisille opistoille ja oppilaitoksille sekä ammattikouluille sekä niiden opiskelijoille myönnetään 15% alennus.

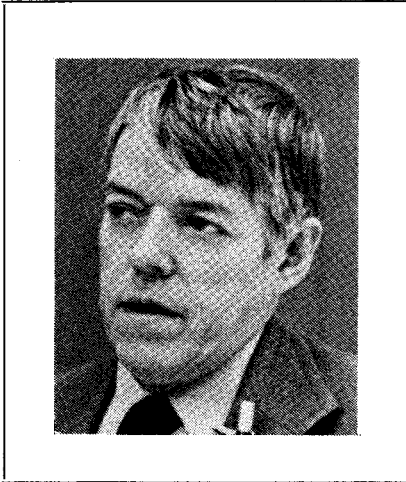
VUORITEOLLISUUS — BERGSHANTERINGEN LEHTI

Yhdistyksen arkistoon on jäänyt verrattain runsaasti lehden aikaisempia numeroita aina alkuvuodesta 1943 alkaen. Neljä vuotta sitten sidotettiin vuosien 1943—1975 numerot viideksi kirjaksi, joista enää yksi sarja on jäljellä. Eräät numerot olivat kuitenkin jo silloin loppuneet, joten edellä mainittuun kokoelmaan jouduttiin jo tekemään eräitä RX-monisteita.

Kun lehdissä on ollut erittäin arvokkaita teknillisiä ja nyt jo myös historiallisia artikkeleita, päätti yhdistyksen hallitus rahastonhoitajan ehdotuksesta, että varastossa olevia irtonumeroita myydään hintaan 5,—/vuosikerta (= 2 numeroa). Tällöin on nuoremmilla jäsenillä tilaisuus täydentää lehtikokoelmaansa ennen yhdistykseen liittymistä julkaistuilla numeroilla. Samoin on vanhemmilla jäsenillä tilaisuus hankkia kokoelmaansa kadonneiden tilalle uusi lehtinumero täydennykseksi.

Eräitä numeroita on vain rajoitetusti olemassa ja jotkut ovat kokonaan loppuneet, joten on syytä pitää kiirettä edullisella täydennystilauksella.

Julkaisuja ja lehtiä voidaan tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta osoitteella: Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y. TkL Heikki Aulanko, Vuoriharjantie 35, 02320 ESPOO 32, puh. 801 4316.



RAIMO ERIKSSON
6. 2. 1927 — 2. 5. 1979

Professori Raimo Olavi Alfredrik Eriksson kuoli 2. 5. 1979 Raahessa. Hän oli syntynyt Loviisassa 6. 2. 1927, valmistunut diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolta 1953 sekä suorittanut tekniikan lisensiaatin tutkinnon 1977.

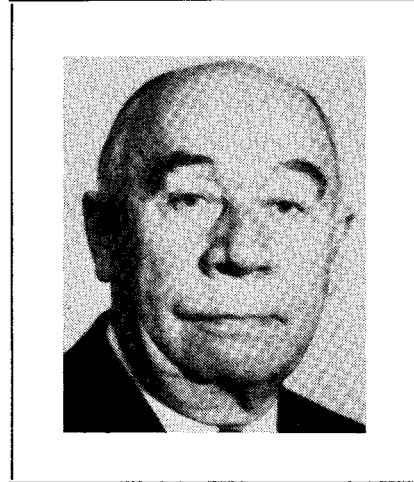
Raimo Eriksson aloitti uransa Lokomo Oy:n terästehtaalla toimien 1954—1958 siellä käyttöinsinöörinä. Hän oli 1959—1960 käyttöinsinöörinä Oy Fiskars Ab:n terästehtaalla, 1961—1962 Sveitsissä Gebrüder Sulzer AG:llä tutkimusinsinöörinä ja tämän jälkeen 1963—1966 Lokomo Oy:llä päämetallurgina ja käyttöpäällikkönä. Rautaruukki Oy:n palvelukseen hän siirtyi 1966 ja toimi aluksi yhtiön kehitysosaston päällikkönä ja vuodesta 1968 lähtien Raahen rautatehtaan päämetallurgina. Yli-insinöörin arvon hän sai 1971. Raimo Eriksson nimitettiin 1. 2. 1979 Teknillisen korkeakoulun sovelletun prosessimetallurgian professorin virkaan.

Raimo Erikssonilla oli vankka ammattialan tuntemus ja herkeämätön elävä kiinnostus alaa kohtaan sen koko laajuudessa. Raahen rautatehtaalla toimiessaan hän oli mukana rakentamassa uutta teollisuuden alaa Suomeen. Tässä hänen panoksensa koko hänen elämäntyötänsä metallurgina ajatellen muodostui merkittävimmäksi. Professorin virkaa, jonka hän innolla ja suurin odotuksin aloitti, Raimo Eriksson ehti hoitaa vain kolme kuukautta.

Raimo Eriksson muistetaan iloisena, uusille ajatuksille aina avoimena, tietorikkaana ihmisenä, hauskana seuramiehenä, optimistina, joka levittämällä ympäristöönsä kiireetöntä hyvää tuulta ja inhimillistä leppoisuutta, pystyi laukaisemaan kireätkin tilanteet. Hänen elämänmyönteisyytensä ja oma innostuksensa asiaan olisi tehnyt hänestä myös erinomaisen kasvattajan uusille metallurgisukupolville. On valitettavaa, että hänen työnsä nuorison parissa ei ehtinyt toteutua.

Raimo Erikssonilla riitti aikaa myös luottamustehtäviin ja yhdistystoimintaan. Hän oli mm. vuodesta 1977 Kansallisen kokouksen edustaja Raahen kaupunginvaltuustossa. Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän oli vuodesta 1955 ja toimi metallurgijaoston puheenjohtajana vuosina 1970—1973.

K. R.



AULIS JUNTILA
16. 8. 1904 — 17. 5. 1979

Professori Aulis Junttila poistui joukostamme 17. päivänä toukokuuta.

Aulis Junttila valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun tie- ja vesirakennuksen opintosuunnalta v. 1929. Palveltuaan aluksi urakoitsijaliikkeissä suunnittelijana ja työpäällikkönä sekä Tie- ja vesirakennushallituksessa hän siirtyi v. 1933 Sementtiyhdistyksen palvelukseen toimien ensin teknillisen osaston päällikkönä sekä vuodesta 1938 yhdistyksen asiamiehenä eläkkeelle siirtymiseensä saakka vuoden 1969 päättyessä. Päätoimensa ohella professori Aulis Junttila toimi lukuisien järjestöjen ja yhteisöjen erilaisissa johto- ja luottamustehtävissä. Sotilasarvoltaan hän oli insinöörieverstiluutnantti.

Aulis Junttilan työsaika oli erittäin monipuolinen yletyksen laajalti rakennustoiminnan eri alueille sekä koko yhteiskuntamme hyväksi tehtyyn työhön. Hänen tarmokkuuttaan kuvaa se, että hän oli mm. Puolustustaloudellisen suunnittelukunnan puheenjohtajana 1958—63 ja Puolustusneuvoston jäsenenä vuosina 1959—63. Hän toimi v. 1953—54 toisena kulkulaitosministerinä Tuomiojan hallituksessa.

Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän oli vuodesta 1946 alkaen.



LENNART HÄKKÄ
27. 7. 1910 — 10. 6. 1979

Lennart Häkkä, eräs yhdistyksemme vanhimmista jäsenistä, poistui joukostamme viime kesänä.

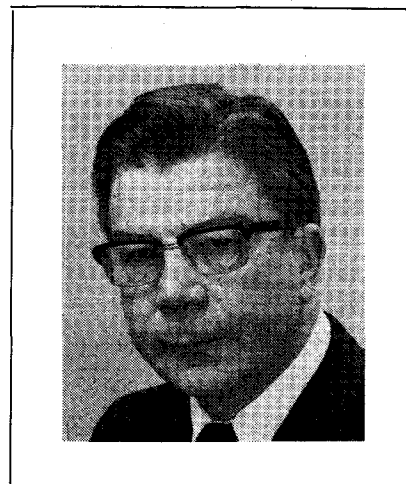
Lennart Häkkä valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta v. 1935 ja oli suurimman osan aktiivisesta työajastaan eri tehtävissä Oy Airam Ab:n palveluksessa toimien vuosina 1969—1975 eläkkeelle siirtymiseensä saakka Oy Airam Ab:n Kometa-tehtaitten johtajana.

Lennart Häkkä oli niitä harvoja, joille oli suotu tilaisuus ja mahdollisuus kokonaan antautua yhden ainoan suuren elämäntyön suorittamiseen. Tämä tehtävä, kova-metalliteollisuuden luominen maahamme, on ollut äärimmäisen vaativa ja vaikea. Se on vaatinut suunnittelijan, käyttöinsinöörin, tiedemiehen, talousmiehen ja psykologin tietoja ja taitoja ja, mikä tärkeintä, suunnattomasti sisua ja kärsivällisyyttä. Tällainen synteesi on mahdollinen vain aniharvan ihmisen osalta. Hän oli yksi niistä onnellisista, jonka kyvyt ja luonteenominaisuudet tekivät tämän mahdolliseksi.

Me työtoverit ja ystävät muistamme myös erikoisen selvästi, miten suurella ymmärtämyksellä ja lämmöllä hän osasi ottaa osaa muiden vaikeuksiin. Hän oli aina valmis tukemaan ja auttamaan meitä hienovaraisella tavallaan. Hän oli eräs niitä harvinaisia ihmisiä, joiden muisto säilyy kauan ystävien mielissä.

Vuorimiesyhdistyksen jäsen Lennart Häkkä oli vuodesta 1948 alkaen ja toimi metallurgijaoston puheenjohtajana vuosina 1961—64.

M. T.



AIMO NURMI
14. 2. 1923 — 21. 6. 1979

Geokemisti Aimo Akseli Ensio Nurmi, syntynyt 14. helmikuuta 1923 Helsingissä, menehtyi 21. kesäkuuta 1979. Hän pääsi ylioppilaaksi keväällä 1942 ja toimi sodan aikana tähtystäjänä ilmavoimissa ollen sotilasarvoitaan luutnantti.

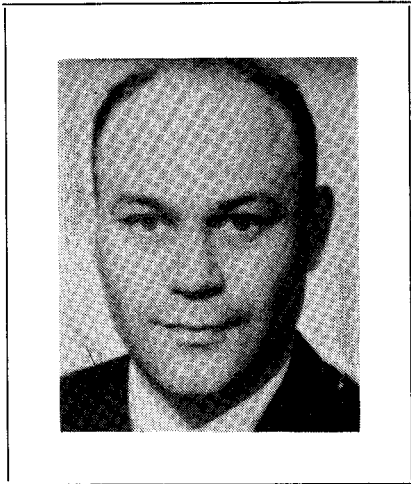
Nurmi valmistui kemistiksi Helsingin Yliopistosta 1957, suoritti lisensiaatin tutkinnon 1974 ja väitteli tohtoriksi 1977. Hän aloitti kemistin uransa jo opiskeluaikanaan Puolustusvoimien laboratoriossa Harakassa 1947 ja siirtyi Geologisen tutkimuslaitoksen palvelukseen 1952. Tässä laitoksessa hän toimi sairastumiseensa asti, aluksi erilaisissa tutkimusassistentin tehtävissä ja vuodesta 1960 alkaen varsinaisessa elämäntyössään geokemistinä.

Nurmi kasvatti kenttäryhmän, jonka tehokkuus oli kansainvälistä huippuluokkaa, ja laboratorioryhmän, jonka teho ja tarkkuus olivat samaa korkeaa tasoa. Hän johti tätä toimintaa lähes 20 vuoden ajan ja siitä johtuen osallistui alansa asiantuntijana sekä kotimaiseen että kansainväliseen yhteistyöhön. Nurmen rakkaus koiriin ja kyvyt niiden kasvattajana aiheuttivat sen, että hänet määrättiin ensimmäiseksi malmikoirakomppanian komentajaksi.

Nurmen oli tarkoitus toimia Geologisen tutkimuslaitoksen uudessa organisaatiossa kemiallisen analyysipalvelun johdossa. Hänen lähdettyään jäi tähän organisaatioon vaikeasti täytettävä aukko.

Vuorimiesyhdistykseen Nurmi kuului vuodesta 1960 lähtien.

L.K.K.



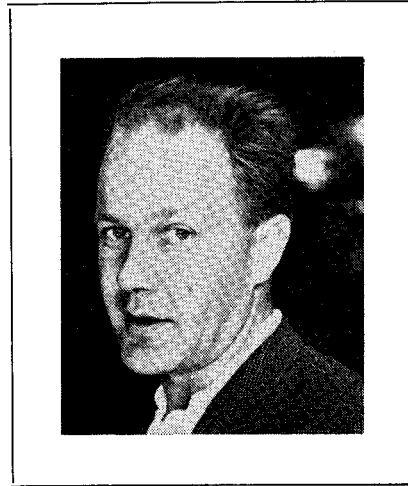
PEKKA MIELIKÄINEN
27. 6. 1935 — 16. 7. 1979

Geologisen tutkimuslaitoksen kallioperäosaston geologi Pekka Eljas Mielikäinen kuoli 16. 7. 1979.

Pekka Mielikäinen syntyi Mikkeliissä 27. 6. 1935. Ylioppilaaksi hän tuli kotikaupunkinsa yhteiskoulusta. Varusmiespalveluksensa jälkeen hän aloitti geologian opinnot Helsingin yliopistossa ja suoritti filosofian kandidaatin tutkinnon vuonna 1966 pääaineenaan geologia ja mineralogia.

Opiskelunsa aikana ja valmistuttuaankin Pekka Mielikäinen osallistui Suomen Malmi Oy:n malmitutkimuksiin. Tämän jälkeen hän toimi Outokumpu Oy:n palveluksessa edelleen malminetsintätehtävissä. Vuonna 1971 hän tuli Geologisen tutkimuslaitoksen palvelukseen kallioperägeologisiin tutkimuksiin. Vuonna 1973 hän muutti ensimmäisenä kallioperäosaston geologina Rovaniemelle, mistä käsin hän viimeisteli Pelkosenniemen 1:100 000 -mittakaavaisen kallioperäkarttalehden. Painettuna hän ei lehteään ehtinyt nähdä ennen yllättävää poismenoaan.

Pekka Mielikäinen kuului Vuorimiesyhdistykseen vuodesta 1972.



RAIMO KEINÄNEN
5. 7. 1935 — 5. 9. 1970

Orion-yhtymä Oy Normetin toimitusjohtaja DI Raimo Emil Keinänen poistui keskuudestamme 5. 9. 1979 Iisalmissa vaikean sairauden murtamana. Hän oli syntynyt 5. 7. 1935 Savonlinnassa.

Hän valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun koneenrakennuksen opintosuunnalta -62 ja toimi ensin Oy Fiskars Ab:ssä materiaali-insinöörinä ja myöhemmin lehtijousitehtaan päällikkönä. Hän siirtyi Peltosalmen Konepaja Oy:n teknilliseksi johtajaksi -68. Vuodesta -71 lähtien hän toimi Autolava Oy:n Iisalmen tehtaan tehdaspäällikkönä. Orion-yhtymä Oy Normetin palvelukseen Raimo Keinänen kutsuttiin -74 teknilliseksi johtajaksi ja vuonna -75 hänet nimitettiin yksikön toimitusjohtajaksi. Tässä tehtävässä hän toimi kuolemaansa saakka.

Tieto Raimo Keinänen äkillisestä poismenosta on ollut raskas, mutta hänen pitkäjänteinen työnsä metalliteollisuuden hyväksi jää elämään.

Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän oli vuodesta 1978.

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 30. 5. 1979

Eerola, Minna Liisa, DI, s. 9. 5. 1954. Pohjola-yhtiöt, teknisen yksikön informaattikko. Os.: Aapelinkatu 9 C 28, 02230 Espoo 23.

Engman, Gösta Einar, I, f. 18. 9. 1945. Ovako Oy Ab. marknadsföringen, försäljningsdirektör. Adr.: Enåsvägen 22 D 25, 00200 Helsingfors 20.

Haapala, Jarmo Matti Sakari, DI, s. 30. 11. 1952. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, teoreettisen prosessimetallurgian laboratorio, tutkija. Os.: Yliskyläntie 6 F 64, 00840 Helsinki 84.

Haavisto, Ilkka Johannes, DI, s. 9. 2. 1950. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, sovelletun prosessimetallurgian laboratorio, assistentti. Os.: Nissointie 1 C 15, 03100 Nummela.

Helander, Kari Arvi Juhani, DI, s. 16. 4. 1951. Kymi Kymmene, Metall, Karkkilan tehtaas, tutkimusins. Os.: Lastenkodinkatu 7 A 10, 00180 Helsinki 18.

Honkala, Risto Johannes, I, s. 8. 5. 1940. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, tutkimusins. Os.: Loukkurantie 18 as. 4, 28450 Vanha-Ulvila.

Huikko, Heikki Kalle Antero, DI, s. 12. 8. 1950. Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaas, ins. harjoittelija. Os.: Saimaantie 2, 29200 Harjavalta.

Häggman, Berndt, DI, f. 24. 10. 1952. Rautaruukki Oy, Tavastehus fabriker, ing. praktikant. Adr.: Suvikuja 4 B, 13200 Tavastehus 20.

Juopperi, Esko Juhani, DI, s. 12. 6. 1942. Rautaruukki Oy, keskuskonttori, sähkösuunnittelun päällikkö. Os.: Karikkokatu 9, 53500 Lappeenranta 50.

Klinge, Rolf Valdemar, I, s. 25. 3. 1929. Oy Nokia Ab, Kumitehdas, tekninen kumi, tuotepäällikkö. Os.: A 5, 04260 Kerava 6.

Kongas, Matti Juhani, TkL, s. 2. 12. 1947. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, tuotelinjapäällikkö. Os.: Punavuorenkatu 21 B 37, 00150 Helsinki 15.

Koskinen, Pauli Kalervo, DI, s. 30. 11. 1950. Ovako Oy Ab, Imatran terästehdas, hienovalssaamo, kehitysins. Os.: Terästehdas B 104 A 2, 55610 Imatra 61.

Pelli, Reijo Juhani, DI, s. 5. 1. 1947. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, metallilaboratorio, tutkija. Os.: Leilankuja 2 A 10, 02230 Espoo 23.

Pesonen, Raimo Ilkka Juhani, DI, s. 2. 3. 1951. Oy Airam Ab, Puistolan tehtaas, koneosasto, projekti-ins. Os.: Toinen linja 9 A 24, 00530 Helsinki 53.

Pirttijärvi, Matti Ensio, I, s. 22. 5. 1948. Ovako Oy Ab, Dalsbruk, sulaton osastoins. Os.: B 27/2, 25900 Taalintehdas.

Rask, Markku Johannes, FK, s. 15. 8. 1942. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, geologi. Os.: Rauhankatu 2 C 54, 00170 Helsinki 17.

Saari, Risto Ilmari, DI, s. 5. 5. 1947. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, valssaamon osastoins. Os.: Kiertokatu 10 as 13, 28130 Pori 13.

Seeste, Antti Veikko, DI, s. 30. 3. 1949. Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos, rikastamon tutkimusins. Os.: Ylätalo A 1, 71470 Oravikoski.

Söderholm, Krister Jan-Einar, FM, f. 16. 8. 1950. Nordiska Vulkanologiska Institutet. Adr.: 101 Reykjavik, Island.

Tanner, Teemu, DI, s. 19. 9. 1943. Sitra, tekninen asiantuntija. Os.: Oksasenkatu 3 b C 48, 00100 Helsinki 10.

Tukiainen, Matti Olavi, DI, s. 28. 12. 1950. Ovako Oy Ab, Koverharin rauta- ja terästehdas, tuotanto-osasto, kehitysins. Os.: Papinniitynkatu 5 A 29, 10600 Tammisaari.

Vartiainen, Asmo Yrjö, DI, s. 15. 12. 1954. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, suunnittelija. Os.: Porintie 3 E 41, 00350 Helsinki 35.

Westerlund, Kurt Artur Magnus, DI, f. 20. 6. 1953. Oy Grönberg Ab, teknisk ledare. Adr.: Tempelgatan 3—5 C 32, 00100 Helsingfors 10.

Kokouksessa 6. 9. 1979.

Alasaarela, Elja Inkeri, DI, s. 4. 7. 1954. Oy Wärtsilä — Höganäs Ab, tekninen neuvonantaja. Os.: Alppikatu 13 B 17, 00530 Helsinki 53.

Hakanen, Pertti Vilho Antero, FK, s. 19. 3. 1948. Outokumpu Oy, Malminetsintä, Itä-Suomen aluetoimisto, tutkimusgeologi. Os.: Kansalaiskoulu 3 A 3, 83500 Outokumpu.

Huhma, Hannu Aarto Tapani, FK, s. 14. 6. 1950. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, geologi. Os.: Matinraitti 7 E 58, 02230 Espoo 23.

Huomo, Pekka Tapio, FK, s. 25. 11. 1948. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, kaivosgeologiharjoittelija. Os.: Koivikkotie 7 D, 86900 Pyhäkumpu.

Iisalo, Esko Antero, FK, s. 25. 9. 1943. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, geokemian osasto, geologi. Os.: Kullervonkatu 17 B 28, 70500 Kuopio 50.

Kontas, Esko Hermann, FK, s. 19. 6. 1937. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetoimisto, geokemian osasto, laboratorion esimies. Os.: Hillapolku 8 A 4, 96500 Rovaniemi 50.

Kuivamäki, Aimo Kaarlo, FK, s. 2. 5. 1949. Helsingin yliopisto, geologian laitos, tutkija. Os.: Sahamäenkatu 7 B 7, 00580 Hyvinkää.

Kuosmanen, Viljo Veikko, FK, s. 12. 4. 1945. Helsingin yliopisto, geologian laitos, tutkija. Os.: Haltiantie 4 H 58, 01610 Vantaa 61.

Meriluoto, Teppo Kustaa Kristian, DI, s. 6. 11. 1951. Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos, käytännön työnjohtoharjoittelija. Os.: 71470 Oravikoski.

Mustonen, Eva-Liisa, DI, s. 23. 10. 1953. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, tutkimusosasto, tutkimusins. Os.: Ollinsaarentie 47 C 25, 92120 Raahelä 2.

Nikkarinen, Maria Elisabet, FK, s. 19. 5. 1948. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, geokemian osasto, tutkija. Os.: Hiihtäjätie 10 A 3, 70200 Kuopio 20.

Nurminen, Jaakko Johannes, I, s. 7. 7. 1948. Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaas, sinkkitehdas, pasuton käyttöins. Os.: Mäntynäädänkatu 4 B 7, 67800 Kokkola 80.

Pihlainen, Väinö Antero, DI, s. 4. 9. 1942. Oy Tampella Ab, Tamrock, projekti-ins. Os.: Aittakatu 7 B 9, 33560 Tampere 56.

Pyy, Hannu, Sakari, FK, s. 17. 7. 1952. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, geologi. Os.: Märyntie, 25250 Märynummi.

Räsänen, Esko Olavi, FK, s. 27. 5. 1947. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, geologi. Os.: Yläportti 1 B 14, 02210 Espoo 21.

Salminen, Reijo Kalevi, FL, s. 27. 11. 1943. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, geokemian osasto, geologi. Os.: Laaksopolku 4 A 2, 70910 Vuorela.

Svens, Kurt Runar, DI, f. 10. 4. 1947. Outokumpu Oy, Karleby fabriker, zinkfabriken, forskningsing. Adr.: Liebecksgatan 22, 67200 Karleby 20.

Tallberg, Henrik Julius, I, f. 3. 7. 1942. Oy Julius Tallberg Ab, Atlas Copco, avdelningschef. Adr.: Enåsvägen 13 B 17, 00200 Helsingfors 20.

Tanskanen, Heikki Sakari, FL, s. 7. 4. 1941. Geologinen tutkimuslaitos, geokemian osasto, v.t. osastonjohtaja. Os.: Kaskenpoittajantie 8 E, 00670 Helsinki 67.

Tenhola, Markku Kalevi, FK, s. 12. 10. 1945. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, geokemian osasto, aluegeologi. Os.: Tulliportinkatu 24 B 25, 70100 Kuopio 10.

Uusipaavalniemi, Erkki Juhani, DI, s. 30. 5. 1945. Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaas, sinkkitehdas, tutkimusins. Os.: Honkatie 20 C, 67200 Kokkola 20.

Volotinen, Markku Miika, DI, s. 27. 2. 1949. Lemminkäinen Oy, louhintaosasto, kehitysins. Os.: Lintukallionraitti 3 B 24, 01620 Vantaa 62.

Väänänen, Pauli Kalevi, FK, s. 8. 6. 1939. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, geokemian osasto, geokemisti. Os.: PJ 560 Peltola, 71999/Kuopio.

Kokouksessa 15. 11. 1979

Daavittala, Jorma Jaakko, DI, s. 9. 7. 1943. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, pyrometallurgian myynti-insinööri. Os.: Soukanahde 1 A 8, 02360 Espoo 36.

Heininen, Pekka Nikolai, I, s. 10. 11. 1929. Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaas, nikkelitehtaan projekti- ja laitekehitysinsinööri. Os.: Santakatu 4 C 1, 29200 Harjavalta.

Heinonen, Pertti Juhani, DI, s. 2. 3. 1950. Ovako Oy Ab, Imatra, tutkimuskeskus, laboratorioinsinööri. Os.: Terästehdas B 107 as 8, 55610 Imatra.

Hokka, Harri Mauri Johan, DI, s. 8. 6. 1979. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, mineraaliteknikan laboratorio, tutkija. Os.: Tähkäkuja 5 C 30, 01370 Vantaa 37.

Holopainen, Hannu Antero, DI, s. 11. 5. 1953. A. Ahlström Oy, Hans Ahlström- Laboratorio, kehitysinsinööri. Os.: Keskuskatu 22 A 32, 48100 Kotka 10.

Hurmola, Heikki Olavi, DI, s. 24. 3. 1950. Ovako Oy Ab, Imatra, metallilaboratorio, laboratorioinsinööri. Os.: Rouskunkatu 3 C 20, 55510 Imatra 51.

Hyppönen, Hannu Lauri Kalevi, DI, s. 27. 2. 1952. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, metallurgian laboratorio, tutkimusassistentti. Os.: Kirstinkatu 2 D 83, 00530 Helsinki 53.

Järvelä, Vesa Pekka, DI, s. 24. 10. 1951. Fermater Oy, tuotekehitysinsinööri. Os.: Lähderanta 22 F, 02720 Espoo 72.

Kainulainen, Kaarlo Einari, ylimestari, s. 4. 5. 1932. Ovako Oy Ab, Imatran terästehdas, tuotteiden ohjausteknikko. Os.: Terästehdas B 56, 55610 Imatra 61.

Kauppi, Tuomas Antero, DI, s. 22. 4. 1950. Outokumpu Oy, Tornion tehtaas, laadunohjausinsinööri. Os.: Kuljunkerä 1, 95410 Kiviranta.

Koivisto, Harri Vihtori, DI, s. 6. 12. 1954. Os.: Itsenäisydentie 12 B 9, 38200 Vammala.

Kukkonen, Esko Antero, I, s. 19. 5. 1940. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, tulenkestävistä vuorauksista vastaava insinööri. Os.: Pikkuholminkatu 15 B, 92100 Raahе.

Lampio, Eero Olavi, DI, s. 27. 7. 1954. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, taloudellisen geologian laboratorio, tutkija. Os.: Jämeräntaival 11 C 60, 02150 Espoo 15.

Leino, Reijo Olavi, I, s. 16. 6. 1943. Outokumpu Oy, Tornion tehtaas, ja jaloterästehtaan laadunvalvontainsinööri. Os.: Ahotie 11 A 1, 95420 Tornio 2.

Luukkonen, Erkki Juhani, FK, s. 19. 5. 1952. Geologinen tutkimuslaitos, Väli-Suomen aluetoimisto, kallioperäosasto, geologi. Os.: Raviradantie 1 A 2, 70100 Kuopio 10.

Lönnberg, Henry Vilhelm, DI, s. 29. 1. 1949. Ovako Oy Ab, Äminnefors, laboratorioinsinööri. Os.: PL 78, 10420 Pohjankuru.

Männistö, Jorma Väinö Olavi, DI, s. 3. 5. 1949. Outokumpu Oy, Tornion tehtaas, ferrokromitehdas, insinööriharjoittelija. Os.: Thurevikinkatu 2 D 8, 95420 Tornio 2.

Noras, Leo Pentti, FK, s. 24. 4. 1947. Geologinen tutkimuslaitos, geokemian osasto, tutkija. Os.: Iirislahdentie 27, 02230 Espoo 23.

Partio, Esko Mauri, FM, s. 10. 6. 1940. Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy, geologian ja maastotutkimusten jaoksen jaospäällikkö. Os.: Putousrinne 1 G 70, 01600 Vantaa 60.

Pirkola, Pentti Elon, I, s. 13. 4. 1938. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, käyttöinsinööri. Os.: Pohjoiskallio 38, 92120 Raahе 2.

Päiväläinen, Markku Ilmari, I, s. 18. 11. 1946. Outokumpu Oy, Tornion tehtaas, projektisuunnittelija. Os.: Junttarinkatu 12 F, 95420 Tornio 2.

Päiväläinen, Sisko Anneli, DI, s. 21. 1. 1948. Outokumpu Oy, Tornion tehtaas, tutkimusinsinööri. Os.: Junttarinkatu 12 F, 95420 Tornio 2.

Pääkkönen, Juha Kalevi, DI, s. 29. 4. 1951. Suomen Standardisoimisliitto r.y., tuotepäällikkö. Os.: Vähäntuvantie 9 A 11, 00390 Helsinki 39.

Rajaniemi, Tuomo Sakari, I, 6. 7. 1949. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, nauhavalssaamon käyttöinsinööri. Os.: Ouluntie 8 C 17, 92100 Raahе.

Ristikartano, Kari Kalervo, DI, s. 1. 7. 1945. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, sovelletun prosessimetallurgian laboratorio, tutkimusapulainen. Os.: Lintukorventie 2 H 86, 02660 Helsinki 66.

Saarela, Simo Jukka, DI, s. 29. 4. 1953. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, insinööriharjoittelija. Os.: Satamakangas III F 36, 92170 Raahensalo.

Savivalo, Hannu, DI s. 20. 7. 1946. Oma firma Os.: Vuorikatu 3 B 28, 50100 Mikkeli 10.

Suominen, Ismo Edvard, DI, s. 17. 8. 1936. Ovako Oy Ab, Loimaa, tehtaapäällikkö. Os.: 31600 Jokioinen.

Suominen, Sauli Ilkka Ilmari, DI, s. 16. 6. 1953. Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, metallurgian laboratorio, tutkija. Os.: Hernesaarenkatu 5 A 2, 00150 Helsinki 15.

Tawast, Allan Ensio, DI, s. 30. 3. 1950. Valtionrautatiet, Hyvinkään konepaja, rautavalimo, valimometallurgi. Os.: Tienhaarankatu 4 A 4, 05820 Hyvinkää 2.

Tuohino, Tuomo Juhani, DI, s. 20. 7. 1949. Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivos, insinööriharjoittelija. Os.: Poikala, 88200 Otanmäki.

Viirret, Jorma Johannes, FM, s. 4. 5. 1948. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, tutkimusinsinööri. Os.: Pajuniityntie 1 A 6, 92120 Raahе 2.

UUTTA JÄSENIÄ —

NYTT OM MEDLEMMARNA

DI **Irina Aho-Mantila**. Os.: Jaakkimatie 24 B 15, 02140 Espoo 14.

DI **Kaarina Airo** toimi tutkimusinsinöörinä Outokumpu Oy metallurgisessa tutkimuksessa. Os.: Kuninkaanlahdenkatu 8 as 13, 28100 Pori 10.

I **Heino Alaniska** on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen Keretin kaivoksen suunnitteluinsinööriksi. Os.: Pohjoisahonkatu 19, 83500 Outokumpu.

TkL **Christian von Alfthan** har utnämmts till försäljningschef vid Outokumpu Oy, Teknisk export.

DI **Reijo Antola** on nimitetty Ovako Oy Ab, Imatran tuotantojohtajaksi.

DI **Jaakko Anttilainen** toimii Outokumpu Oy, Teknillisen viennin myynti-insinöörinä.

DI **Markku Arvilommi** on palannut Koreasta toimien Outokumpu Oy, Teknillisen viennin rakentamisen jaoksen päällikkönä. Os.: Telaniityntie 2 E, 02170 Espoo 17.

Professori **Paavo Asanti** toimii YK:n, Unidon metallurgisena neuvonantajana Manilassa. Os.: UNDP, P.O.Box 1864, Manila, Philippines.

DI **Hannu Asikainen** on nimitetty Suomen Malmi Oy, kaivospalveluosaston päälliköksi. Os.: Mannerheimintie 100 B 55, 00250 Helsinki 25.

DI **Erkki Auranen**. Os.: Hauenkalliontie 12—14 H 114, 02170 Espoo 17.

TkL **Heikki Aurasmaa** on nimitetty Altim Control Ky, projektiosaston päälliköksi. Os.: Petäikönkatu 48, 78210 Varkaus 21.

TkL **Matti Autio** on nimitetty Outokumpu Oy, Teknillisen viennin projektijohtajaksi. Os.: Lönnrotinkatu 40 A 15, 00180 Helsinki 18.

TkL **Karl-Johan Björkas** har utnämmts till direktör för trädgruppen vid Ovako Oy Ab, men verkar samtidigt som direktör för Dalsbruk.

FD **Aif Björklund** har kommit tillbaka från Brasilien och arbetar som forskare på geokemiska avdelningen vid Geologiska forskningsanstalten. Adr.: Brovägen 1 A 24, 02400 Kyrkslätt.

DI **Seppo Blomqvist** on nimitetty Outokumpu Oy, Tornion tehtaiden johtajaksi.

DI **Henrik Bärlund** har utnämmts till VD för Oy Soffco Ab.

DI **Ilkka Eerola** on nimitetty Outokumpu Oy, Tornion tehtaiden kylmävalssaamon teknilliseksi johtajaksi.

DI **Paavo Eerola**. Os.: Joensuunkatu 9 A, 83500 Outokumpu.

DI **Arto Elo** on siirtynyt Yhtyneet Paperitehtaas Oy, Jylhävaaran konepajan palvelukseen markkinoinnin erikoistehtäviin.

DI **Peter Flinck** har utnämmts till direktör för utländska inköpsavdelningen vid Onninen Oy:s huvudkontor.

DI **Olof Forsén**. Adr.: Skogstomtens gränd 4 L 63, 02200 Esbo 20.

DI **Ilkka Haapamäki** on siirtynyt Outokumpu Oy, Teknillisen viennin palvelukseen. Os.: Matinraitti 14 A 1, 02230 Espoo 23.

Vuorineuvos **Helge Haavistolle** on ensimmäisenä suomalaisena luovutettu brittiläisen The Metals Societyn myöntämä Bessemerin kultainen mitali.

DI **Antero Hakapää**. Os.: Kupariperä 16, 83500 Outokumpu.

DI **Tapio Halin**. Os.: Tyräkkitie 12, 28450 Vanha-Ulvila.

DI **Terho Harju** toimii ins.harjoittelijana Outokumpu Oy, Porin tehtaiden putkitehtaalla. Os.: Väinörraitti 3 G 49, 28330 Pori 33.

DI **Hannu Haveri** on nimitetty Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Suomen Talkin tuotantopäälliköksi. Os.: Karhumpolku 14 B, 87300 Kajaani 30.

DI **Yrjänä Heikinheimo**. Os.: Asematie 41 B, 02700 Kau-niainen.

TkT **Sakari Heikkilä** on nimitetty Dataway Oy:n toi-mitusjohtajaksi.

FK **Kyösti Heinänen**. Os.: Kujatie 24 B, 92120 Raahe 2.

TkL **Tapio Hirvonen** on nimitetty Rautaruukki Oy, Raa-hen rautatehtaan teknisen neuvonnan päälliköksi.

Professori **Lauri Holappa**. Os.: Mankkaanpuro 7 A, 02180 Espoo 18.

DI **Matti Honkaniemi** on nimitetty Outokumpu Oy, Tor-nion ferrokromitehtaan teknilliseksi johtajaksi.

DI **Heikki Hovatta**. Os.: Pappilantie 2 B, 92140 Pattijoki.

DI **Tor-Leif Huggare**. Adr.: Gröndalsvägen 6 A, 02700 Grankulla.

DI **Heikki Kuikko**. Os.: Ilmarisenkatu 3 D 27, 29200 Har-javalta.

DI **Stig-Erik Hultholm**. Adr.: Sitomantie 1, 28360 Björ-neborg 36.

TkT **Olli Hyvärinen** on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaiden kemian osastojen päälliköksi toimien edelleen myös elektrolyysin osastopäällikönä.

DI **Mikko Häkämies** on nimitetty Oy Tikkakoski Ab:n myyntipäälliköksi. Os.: Jokelankatu talo 301, 41160 Tik-kakoski.

DI **Seppo Härkönen**. Os.: Kurjenranta 7 A 11, 20760 Piispanristi.

FM **Osmo Inkinen** toimii Outokumpu Oy:n ulkomaisen yritystoiminnan edustajana Meksikossa.

DI **Pentti Isokangas**. Os.: Revontulentie 2 G 75, 02100 Espoo 10.

DI **Tarmo Jokinen**. Os.: Huhtakoukku 15 A, 02340 Es-poo 34.

TkL **Vesa-Pekka Judin** toimii tutkijana Kemira Oy, Ou-lun tutkimuslaitoksella. Os.: Nokkalantie 43 A 2, 90600 Oulu 60.

DI **Juhani Juopperi** toimii teollisuussihteerinä Suomen Bonnin suurlähetystössä. Os.: 1' Am Annchen Platz, 53200 Bonn 2, Bundesrepublik Deutschland.

DI **Juha Jylhä**. Os.: Viherkallionkuja 3 R 120, 02340 Es-poo 34.

DI **Jukka Järvinen** toimii projekti-insinöörinä Outo-kumpu Oy, kaivosteknisessä ryhmässä. Os.: Kirkkopol-ku 18 as 1, 83500 Outokumpu.

DI **Jorma Kaartama**. Os.: Reimarantie 3 B, 06150 Por-vo0 15.

DI **Markku Kajan** on nimitetty Oy Grönblom Ab:n kal-liopora- ja kaivoskoneosaston myyntipäälliköksi.

FK **Pekka Kallio** toimii geologina Geologisen tutkimus-laitoksen Väli-Suomen aluetoimiston kallioporaosastolla. Os.: Taivaanpankontie 16 B 6, 70200 Kuopio 20.

DI **Karl-Gustav Karls** har utnämnts till exportchef vid Oy Hackman Ab:s processtekniska fabrik. Adr.: 79130 Sor-salkoski.

Professori **Kalevi Kauranne** on nimitetty Geologisen tut-kimuslaitoksen malmitutkimuksen osastoryhmän tutki-musjohtajaksi.

TkT **Matti Ketola**. Os.: Salakkakuja 2 A 4, 02170 Es-poo 17.

DI **Matti Ketolainen** on nimitetty Rautaruukki Oy, Raa-hen rautatehtaan tuotannosuunnittelun päälliköksi.

DI **Pekka Kinnari**. Os.: Sammakkosuonkatu 23, 92160 Saloinen.

TkT **Kalevi Kiukkola**. Os.: Pietarinkatu 18 B 25, 00140 Helsinki 14.

TkL **Heikki Kivistö**. Os.: Maksilahdentie 13 D, 02140 Es-poo 14.

DI **Lauri Koivikko** on nimitetty Ruskealan Marmorin Oy:n toimitusjohtajaksi.

DI **Juhani Kolehmäinen**. Os.: Seppälänkatu 15 B, 15810 Lahti 81.

DI **Ilpo Koppinen** on palannut Englannista ja toimii myyntipäällikkönä Outokumpu Oy, Porin tehtailla. Os.: Isolinnankatu 3 C 40, 28100 Pori 10.

FM **Tuomo Korkalo** on nimitetty Outokumpu Oy:n mal-minetsinnän Pohjois-Suomen aluetoimiston päälliköksi.

Professori **Kauko Korpela** on nimitetty Geologisen tut-kimuslaitoksen kallio- ja maaperätutkimuksen osastoryh-män tutkimusjohtajaksi.

DI **Aaro Koskenrouta**. Os.: Alinenkatu 14 B 17, 23500 Uusikaupunki.

TkL **Pertti Kostamo** on nimitetty Ovako Oy Ab:n teräs-tuoteryhmän johtajaksi.

DI **Juhani Käenniemi** toimii Oy W. Rosenlew Ab:n va-limon laadunvarmistusinsinöörinä. Os.: Kuninkaanlahden-katu 8 as 13, 28100 Pori 10.

DI **Esko Laitinen** on nimitetty Ovako Oy Ab:n peruste-räryhmän johtajaksi toimien samalla Imatran tehtaan-johtajana. Os.: Terästehdas B 57 as 1, 55610 Imatra 61.

DI **Yrjö Lemmetty**. Os.: Länsipuisto 20 B 42, 28100 Po-ri 10.

DI **Eero Lempainen** on palannut Koreasta toimien Outo-kumpu Oy, Harjavallan tehtailla sulaton käyttöinsinöörinä. Os.: Urheilutie 8 A, 29200 Harjavalta.

DI **Antero Leppälä**. Os.: Kokinkyläntie 5, 02180 Es-poo 18.

DI **Paavo Leppänen** on nimitetty Outokumpu Oy, Tor-nion tehtaiden tuotantosuunnittelupäälliköksi. Os.: Pir-kankatu 3, 95430 Tornio 3.

DI **Jaakko Levänaho** on nimitetty Automatiikka-asen-tajat Oy:n suunnittelupäälliköksi. Os.: Pohjolankatu 22 F 91, 33500 Tampere 50.

DI **Kristian Lobbas** har utnämnts till produktlinjechef för kalkprодукter inom basmaterialindustrin vid Oy Par-tek Ab.

DI **Juhani Luhtala** on nimitetty Rautaruukki Oy, Yli-vieskan tehtaan myyntijohtajaksi. Os.: Saartie 7, 84100 Ylivieska 10.

FM **Esko Lunden**. Adr.: Taipola, Sysilahti, 21600 Par-gas.

TkT **Toimi Lukkarinen** on nimitetty Teknillisen korkea-koulun mineraalitekniikan professorin virkaan.

TkL **Raimo Makkonen** on nimitetty Ovako Oy Ab:n Dalsbrukin tuotantojohtajaksi.

TkL **Raimo Matikainen** on nimitetty Teknillisen korkea-koulun louhintatekniikan professorin virkaan 1. 1. 1980 al-kaen. Os.: Salakkakuja 2, 02170 Espoo 17.

FL **Björn Mattsson** har utnämnts till direktör för täck-materialindustrin vid Oy Partek Ab. Adr.: 08680 Mui-jala.

Yli-ins. **Raimo Meriläinen** on nimitetty Rautaruukki Oy, Halikon tehtaan johtajaksi. Os.: Ollikkalankatu 14 B 1, 24100 Salo 10.

DI **Osmo Mikkola** on siirtynyt Valmet Oy:n Rautpoh-jan tehtaan palvelukseen ja toimii valimossa metallur-gina. Os.: Yrjönkatu 8 A 12, 40100 Jyväskylä 10.

FK **Iikka Mikkonen**. Os.: Esikkokuja 1, 28450 Vanha-Ulvila.

FT **Markku Mäkelä** on siirtynyt Outokumpu Oy, Mal-minetsinnän palvelukseen Outokumpu-projektin vastuul-liseksi päälliköksi.

DI **Onni Mäkelä** on nimitetty Outokumpu Oy, Keretin-kaivos-nimisen tuotantoyksikön päälliköksi.

DI **Alpo Mäkeläinen** on nimitetty Outokumpu Oy, me-talliteollisuusryhmän teknillisen kehityksen päälliköksi.

FM **Ahti Mäki** toimii Kemira Oy, Vihtavuoren tuote-kehitysyksikön erikoistutkijana.

DI **Juha Mäkipere** toimii Ovako Oy Ab:n keskuskontto-rissa projektivientitehtävissä. Os.: Puistokaari 11 C 29, 00200 Helsinki 20.

Professori **Antti Niemi** on nimitetty Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen teollisuusprosessien ja laitojen sys-teemitekniikan tutkimusprofessoriksi.

DI **Tom Niemi** on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaiden kobolttitehtaan saostamo-pelkistämön osasto-päälliköksi.

Dosentti **Heikki Niini**. Os.: Isomastontie 4, 00980 Hel-sinki 98.

DI **Juha-Pekka Niukkanen** on nimitetty Lyijyvalkois-tehdas Grönberg Oy:n käyttöpäälliköksi. Os.: Unikkotie 8 B 22, 01300 Vantaa 30.

DI **Tellervo Nurmi**. Os.: Lehtisaarentie 8 A 15, 00340 Helsinki 34.

DI **Asko Ojanen** on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaiden kobolttitehtaan teknilliseksi johtajaksi.

DI **Jouko Olkkonen**. Os.: Karhunpolku 18 A, 87300 Kaajaani 30.

DI **Antti Paasikivi**. Os.: Löytynkatu 3 A 1, 15900 Lahti 90.

DI **Juha Pajari** on nimitetty Oy Lohja Ab, Minerals, Vuonoksen talkkিতেhtaan paikallispäälliköksi. Os.: Maamiehenkatu 6 B 8, 83500 Outokumpu.

DI **Antti Palomäki** on nimitetty Oy Partek Ab:n henkilöstöhallinto-osaston osastopäälliköksi.

DI **Asko Palomäki** on nimitetty Asko-Upon toimitusjohtajaksi.

DI **Reijo Pelli**. Os.: Holmankuja 1 F 11, 02210 Espoo 21.

DI **Hannu Penttilä**. Os.: Lakkakuja 1 E 34, 56800 Simpele.

DI **Jussi Peräinen** on nimitetty Oy Nokia Ab:n 1980 alussa perustettavan, Nokialla toimivan projektiosaston päälliköksi.

DI **Jukka Pesonen**. Os.: Kuutamokatu 4 A 30, 02210 Espoo 21.

DI **Mikko Pietilä** on nimitetty Outokumpu Oy, terästeollisuusryhmän kehityspäälliköksi.

DI **Jorma Platán** on Outokumpu Engineering Inc:n palveluksessa. Os.: P.O. Box 16573, Denver, Colorado 80216, U.S.A.

DI **Eero Polvinen**. Os.: Nuuniitinkuja 2 C 15, 02710 Espoo 71.

DI **Martti Pouru**. Os.: Ensontie 45 B 10, 55610 Imatra 61.

FT **Kauko Puustinen** on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston malminetsintäryhmän päälliköksi.

DI **Esko Pääkkönen**. Os.: Itäinen rantatie 5 A, 02230 Espoo 23.

DI **Jukka Pöllä**. Os.: Vanha Kaarelantie 5 B 6, 01610 Vantaa 61.

DI **Esa Rantaheikka** on siirtynyt Fluor Mining & Metals Inc:n palvelukseen. Os.: L 228-30 th Ave., San Mateo, California, U.S.A.

DI **Mauri Rantanen**. Os.: Vilpunkatu 2 A 1, 02230 Espoo 23.

DI **Raimo Rantanen** on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaiden sinkkitehtaan teknilliseksi johtajaksi. Os.: Pikiruukintie 2, 67200 Kokkola 20.

Professori **Pekka Rautala**. Os.: Tiilimäki 19, 00330 Helsinki 33.

DI **Harri Rautiainen**. Os.: 3 Dame Road, Acton, Mass. 01720, U.S.A.

DI **Pekka Rikka** on nimitetty Kymi Kymmene Metallin Karkkilan tehtaan teollisuusvalun myyntipäälliköksi.

DI **Risto Rinne**. Os.: Yläportti 1 A 3, 02210 Espoo 21.

TkL **Pekka Ritakallio** on nimitetty teollisuussihteeriksi Suomen Osion suurlähetystöön. Os.: Drammensveien 40, Oslo 2, Norge.

FM **Erkki Ruotsi** on siirtynyt INSKOn palvelukseen toimien koulutussuunnittelijana tuotantotaloudellisella osastolla.

DI **Vesa Rutanen** on nimitetty projektipäälliköksi Rautaruukki Oy, Oulun keskuskonttorin suunnitteluosastolle. Os.: Lassintie 1 B 13, 90500 Oulu 50.

DI **Pentti Ruusunen** on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaiden kunnossapito-osaston päälliköksi.

DI **Tapio Saari**. Os.: Kirjavaisenkatu 19 C 10, 33560 Tampere 56.

DI **Ilo Saastamoinen** toimii Valmet Oy, Rautpohjan tehtaalalla materiaalitutkimusosaston tutkimusinsinöörinä. Os.: Tuulimyllyntie 23 C 26, 40630 Jyväskylä 63.

DI **Matti Salimäki** toimii erikoistutkijana Kauppa- ja teollisuusministeriön teollisuusosaston valtionyhtiöiden suunnittelutoimistossa. Os.: Merikatu 45 B 11, 00150 Helsinki 15.

DI **Juhani Sarmalisto** on siirtynyt AGAPE-Movemen-tin palvelukseen toimien kaivosinsinöörinä. Os.: Am Zielberg, 7840 Mühlheim, Bundesrepublik Deutschland.

FL **Esa Sandberg** toimii geologina Outokumpu Oy, Malminetsinnän Itä-Suomen aluetoimistossa. Os.: Kyykerinkatu 3 as 5, 83500 Outokumpu.

DI **Jari Sandström** har utnämnts till planeringschef för Outokumpu Oy, gruv- och metallurgiska grupps nya produktion.

DI **Timo Sarkkinen** on nimitetty Finnvalcon Sotkamon tehtaan paikallispäälliköksi.

DI **Pertti Selänne**. Os.: Vanha Mankkaantie 20 as 4, 02180 Espoo 18.

DI **Jaakko Seppälä**. Os.: Honkaranta 9, 71800 Siilinjärvi.

DI **Simo Seppänen** on nimitetty Ovako Oy Ab, Koverharin tuotantojohtajaksi.

DI **Erkki Siirama**. Os.: Talvikkitie 18 B 8, 90580 Oulu 58.

Varatuomari **Heikki Solin**. Os.: Kuoretie 4 A, 02170 Espoo 17.

DI **Erkki Ström** on nimitetty Ovako Oy Ab, terästuoteryhmän johtajaksi.

DI **Jukka Sulanto** toimii myynti-insinöörinä Outokumpu Oy, Teknillisessä viennissä. Os.: Kaupintie 4 C 45, 00400 Helsinki 40.

DI **Pekka Suppanen** on nimitetty Kemira Oy, lannoiteryhmän kehitysjohtajaksi.

FL **Bengt Söderholm**. Adr.: Skrapbergsliden 4 F 90, 01620 Vanda 62.

DI **Kalevi Taavitsainen**. Os.: Rekikatu 10, 55100 Imatra 10.

Yli-ins. **Heikki Tanner**. Os.: Lönnrotinpuistikko 5 A 8, 00120 Helsinki 12.

DI **Matti Tarvainen**. Os.: 3275 Charmaine Heights. Mississauga, Ont., L5A 3C, Canada.

TkL **Pekka Taskinen**. Os.: Lehtisaarentie 8—10 A, 00340 Helsinki 34.

FK **Timo Tervo** toimii geofyysikkona Geologisen tutkimuslaitoksen Väli-Suomen aluetoimiston geofysiikan osastolla. Os.: Kasarminkatu 9 B 45, 70100 Kuopio 10.

TkL **Matti Turunen**. Os.: Tontunmäentie 17—23 as 15, 02200 Espoo 20.

DI **Olof Turunen** on nimitetty Finnvalcon tutkimus- ja kehityspäälliköksi. Os.: Isoistentie 11 E 10, 02200 Espoo 20.

DI **Kalevi Tähkäoja**. Os.: Rantatie 4 B 11, 94400 Laurila.

DI **Asmo Vartiainen** toimii projekti-insinöörinä Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosaston prosessimetallurgian laboratoriossa.

DI **Veijo Vartiainen** on nimitetty Oy Tampella Ab — Tamrockin louhintakoneyksikön tuotepäälliköksi. Os.: Piiriniitynkatu 6 A 2, 33420 Tampere 42.

DI **Heikki Welling** toimii Outokumpu Oy, Teknillisen viennin prosessi-insinöörinä. Os.: Haahkakuja 10 B 40, 00200 Helsinki 20.

DI **Juhani Vestola**. Os.: Auvilankuja 3 C 15, 40740 Jyväskylä 74.

DI **Juha-Pekka Vihavainen**. Os.: Länsituulentie 8 A 15, 02100 Espoo 10.

DI **Raimo Vihermä** toimii kehitystehtävissä Outokumpu Oy, terästeollisuusyksikössä. Os.: Ahokatu 11 C 4, 95420 Tornio 2.

DI **Jorma Viljanen** toimii tutkijana Neste Oy:n tutkimuskeskuksessa Kulloossa. Os.: Kaunispuutatie 3 B 13, 00970 Helsinki 97.

DI **Pertti Voutilainen** on nimitetty Outokumpu Oy:n toimitusjohtajaksi 1. 11. 1980 alkaen.

FL **Seppo Väisänen** toimii Suomen kaupallisena avustajana Limassa. Os.: Apartado 2946, Lima 1, Peru.

DI **Andrzej Zablocki**. Os.: Isoistentie 11 C 6, 00200 Espoo 20.

FK **Matti Äyräs**. Os.: Vanamonkatu 3 B, 96500 Rovaniemi 50.

SUORITETTUA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos

Geologian ja mineralogian osasto

15. 9. 1979 tarkastettiin julkisesti **FL Kari Kinnusen** väitöskirja "Ore mineral inclusions in detrital quartz contained in basal till and the glacial transport from the Ylöjärvi copper-tungsten deposit, Southwestern Finland". Vastaväittäjinä toimivat dos. Ilmari Haapala ja prof. Kalevi Kauranne sekä kustoksena prof. Heikki V. Tuominen. Väitöskirja on julkaistu sarjassa: Geological Survey of Finland, Bulletin 298, 1979, 55 s.

Filosofian lisensiaatti:

Rehtijärvi, Pentti: "Uraani Suomen keskiperkambrisissa fosfaattisissa metasedimenteissä".

Lisensiaattityö koostuu seuraavista neljästä tutkielmasta:

Rehtijärvi, Pentti ja Olli Äikäs (1977): Fosfaatin värjäys ja autoradiografia apatiitti- ja uraanipitoisten geologisten näytteiden tutkimusmenetelmänä (Summary: Phosphate stain printing technique and autoradiography in the study of uranium- and apatite-bearing rock samples). *Geologi* 29, 17—22.

Rehtijärvi, Pentti ja E. A. Liehu (1977): Isotoopin ²³⁵U fission jäljet ja uraanin jakautuminen geologisissa näytteissä (Summary: Nuclear tracks of ²³⁵U and the distribution of uranium in geologic samples). *Geologi* 29, 100—103.

Rehtijärvi, Pentti, Olli Äikäs ja Markku Mäkelä (1978): A Middle Precambrian uranium- and apatite-bearing horizon associated with the Vihanti zinc ore deposit, western Finland.

Rehtijärvi, Pentti (1979): Uranium, thorium and rare earth elements in apatite with special reference to Precambrian phosphatic metasediments. A preliminary report.

Filosofian kandidaatit:

Nironen, Mikko: "Pohjois-Keiteleen kallioperän stratigrafiaa ja ruhjetektoniikkaa."

Tutkielman tarkoituksena on selvittää Pohjois-Keiteleen kallioperän stratigrafiaa ja tektoniikkaa, ja erityisesti verrata liuskeita luode-kaakko-suuntaisen graniidiriittivyöhykkeen molemmiin puoliin.

Liuskeet muodostavat kaksi litologisesti toisistaan poikkeavaa jaksoa, joista toinen on tulkittu synkliiniksi, toinen synformiksi. Pohjoisemman jakson, synformin, alaosassa on peliittisiä ja psammittisiä liuskeita sekä emäksisiä vulkaniitteja (sarvivälkegneissejä, diopsidi-amfiboliitteja, kiillegneissejä ja kvartsi-maasälpäliuskeita). Niiden päällä on happamia ja emäksisiä tuuffiitteja, joiden yhteydessä on rapautumissedimenttiainesta. Jakson keskiosassa on em. kivien muuttumistuloksina kordieriitti-gneissejä ja kordieriitti-antofylliittikiiviä, joihin liittyy Kangasjärven Zn-mineralisaatio. Jakso on rinnastettu ns. Ruotasen liuskejakssoon.

Eteläisen synkliinin alaosassa on kapea emäksisten vulkaniittien horisontti. Sen päällä on paksuna patjana arkoosisia kvartsimaa-sälpäliuskeita. Länsireunassa aines muuttuu melko terävärajaisesti happamaksi tuuffiitiksi. Nämä liuskeet on tulkittu nuoremmiksi kuin pohjoisen jakson liuskeet.

Liuskejaksojen välissä on luode-kaakko-suuntainen prekambriinen siirrosvyöhyke, joka on ollut aktiivinen pitkän aikaa. Siirtymää on tapahtunut sekä horisontaalisuunnassa (oikeakätisesti) että vertikaalisuunnassa, mahdollisesti eri aikoina. Siirrosvyöhyke on saattanut toimia

eteläisen liuskejakson sedimenttien lähtöalueena ja kontrolloida graniitti- ja gabrointrusioiden paikoilleenasetumista.

Sjöblom, Bengt Mosshaga, en postorogen granitintrusion på Åland, SW Finland.

Mosshagamassivet består av en grovporfyrisk granit. Det är oval till sin form med tydliga, ofta skarpt skärade kontakter med de omgivande svekokarelidiska bergarterna och det åländska rapakivgranitmassivet. Kontakterna och de olika bergartsinneslutningarna ägnas en utförligare beskrivning. Området kännetecknas av magnetiska störningar. Störningsområdet sammanfaller nästan helt med formen för porfyrgranitens utbredning. Solmätningar utfördes och resultaten av dessa möjliggjorde en korrigering av de tektoniska mätningens resultat. Ett försök att beskriva en intrusionsmekanism görs. Porfyrgranitens geologiska ålder samt dess inverkan på de omgivande bergarterna diskuteras. Slutligen görs en jämförelse med Ava, Lemland och Seglingegraniterna samt några andra porfyrgraniter som i stort sätt är av samma typ som Mosshagagraniten.

Geologian ja paleontologian osasto

Filosofian kandidaatit:

Alkio, Risto: "Kalliosavimineraalit ja niiden paisuntaominaisuudet".

Koivisto, Terho: "Etelä-Sallan moreenistratigrafiaa".

Punkari, Mikko: "Suomen glasifluviaalisten ja muiden glasigeenisten suurmuotojen tulkinta Landsat-satelliittikuvista".

Tutkimuksella selvitettiin Landsat-satelliittikuvien soveltuvuutta glasiaaligeologisiin, lähinnä glasifluviaalimuotojen ja drumliinien kartoituksiin. Käytössä oli melkein koko Suomen alueen talvi- ja kesäkuvat. Kuvista prosessoitiin värikoosioita, jyrkennyksiä ja Agfacontour-sävyerottelukuvia. Glasifluviaalimuotojen ja drumliinien erottumista ympäristöstään tutkittiin lentokoneesta Oulun läänissä, Kainuussa ja Pohjois-Karjalassa. Satelliittikuvista glasifluviaalimuotojen erottumista selvitettiin mm. densitometrimitauksin. Kuvatulkinnan tulosten todettiin olevan luotettavia ja arvokkaita deglasiaatiota tutkittaessa. Pohjois-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Kaakkois-Suomen glasifluviaalimuodotumat tulkittiin. Pohjois-Pohjanmaalla olevista jäätikön reuna-aseista esitetään uusi käsitys kuvatulkinnan perusteella. Artjärven ja Laatokan välillä havaittiin mahdollinen reunamuodostuma. Murrosvyöhykkeiden todettiin kontrolloineen Salpausselkien asemaa.

Drumliinien suuntaukset kartoitettiin Pohjois-Karjalan ja Kuusamon jäätikköloobien alueelta. Taivalkosken, Hosan ja Uhtuan (SNTL) vyöhykkeen kummallakin puolella todettiin drumliiniviuhojen perusteella olleen varsin itsenäisesti toimineet loobit. Drumliinien ja uurteiden suunnat ovat linjan molemmiin puoliin sitä kohden.

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Vuoriteollisuusosasto

Maaliskuun 17 päivänä 1979 tarkastettiin Vuoriteollisuusosastolla **TkL Jussi Sipilän** väitöskirja "On the solid solution formation between TiC and WC". Tutkimus käsittelee kulutusta kestävien metallisten materiaalien ja erityisesti kovametallien valmistuksessa käytettäviä raaka-aineita ja sen tuloksia voidaan käyttää hyväksi myös kotimaisen alan teollisuuden puitteissa. Tutkimuksen yhteydessä kehitettiin kuumapuristuslaitteisto ja -tekniikka, jolla jauhamaista materiaalista voidaan kuumapuristaa tiiviitä kappaleita jopa 3000 °C lämpötilassa. Väitöstilaisuudessa vastaväittäjänä toimi TkT Kari Tähti-nen ja kustoksena prof. Martti Sulonen.

Toukokuun 25 päivänä 1979 tarkastettiin Teknillisen fysiikan osastolla **DI Kai Falleniuksen** väitöskirja "Studies for the development of a new flotation mechanism and a series of flotation cells". Työssä on kehitetty väitteli-

jän keksintöön perustuvan, mineraalien rikastuksessa käytetyn vaahdotusmekanismin matemaattinen malli ja osoitettu sen riippuvuus Frouden luvusta. Lisäksi on johdettu kiintoaineen suspendoinnin skaalausyhtälö, joka Frouden luvun kanssa mahdollistaa vaahdotuskennojen mitoittamisen laskennallisesti. Vastaväittäjinä toimivat professori Risto T. Hukki ja tekn.tri Seppo Ruottu, kustoksena professori Eero Byckling.

Syyskuun 29 päivänä 1979 tarkastettiin Vuoriteollisuusosastolla **TkL Kari Törrösen** väitöskirja "Microstructural parameters and yielding in a quenched and tempered Cr-Mo-V pressure vessel steel". Vastaväittäjinä toimivat TkT Veikko Heikkinen ja vs. professori Jorma Kivilahti sekä kustoksena prof. Lauri Holappa.

Raskaiden teräsrakenteiden kuten paineastioiden, höyrykattiloiden ja turbiinien käyttöikä on useita vuosikymmeniä. Tänä aikana näiden komponenttien tulee toimia luotettavasti ja turvallisesti. Tällaiset rakenteet valmistetaan normaalisti ferriittisistä teräksistä hitsaamalla. Valmistusvaiheisiin liittyy myös monia lämpökäsittelyjä.

Ferriittisille teräksille on ominaista teräksen lujouden voimakas lämpötilariippuvuus. Matalissa lämpötiloissa ferriittisten terästen kyky deformaatiota plastisesti alenee, mikä saattaa johtaa rakenteen hauraaseen murtumiseen.

Väitöstyössä on tutkittu erään kromi-molybdeeni-vanadiiniseosteen ferriittisen paineastiateräksen plastista deformaatiota matalissa lämpötiloissa. Paineastian valmistusvaiheissa käytettäviä lämpökäsittelyjä simuloimalla on tuotettu erilaisia mikrorakenteita, jotka on yksityiskohtaisesti analysoitu. Työssä on tarkasteltu eri mikrorakennetekijöiden osuutta plastisessa deformaatiossa ja niiden vaikutusta teräksen lujuteen ja sen lämpötilariippuvuuteen.

Väitöstyö on osa laajasta Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa Kauppa- ja teollisuusministeriön rahoituksella suoritettavasta projektista, jonka eräitä tavoitteita on raskaiden paineastioiden turvallisuustarkastelut mukaanlukien mm. murtumisanalyysien suorittaminen.

Tekniikan lisensiaatit:

Forsén, Olof: "Manganjonens inverkan på blyanoden under elektrolyt i sulfatbad".

I detta arbete har man klarlagt manganjonens beteende vid en polariserad blyanod i sulfatbad. Man kan konstatera att det fordras manganjonhalter över 1,5 g/l i elektrolyten förrän ett blykorrosionsinhiberande skikt utfälls på anodytan. Denna beläggning är porös och växer vid fasgränsen PbO₂/elektrolyt och inte vid fasgränsen MnO₂/elektrolyt.

Manganjonens inhiberande verkan på blyanodkorrosionen i sulfatbad består i att manganjonen sänker den polariserade anodens potential och att blyets korrosionsprodukter adsorberas på MnO₂ beläggningen eller om blyets korrosionsprodukt är i jonform kan den införlivas med det växande MnO₂ gittret.

Den depolariserande verkan manganjonerna utövar på den polariserade anodpotentialen består i själva manganjonuppoxideringsreaktionen som är en parallellreaktion till syreutvecklingen på blyanoden.

Då både klorider och manganjoner är samtidigt närvarande i elektrolyten, kan man konstatera att manganjonen förmår kraftigt inhibera Cl₂ gasutvecklingen till ytteratmosfären. Detta gäller för högre manganjonhalter än 2 g/l.

Judin, Vesa-Pekka: "Kupari-vismutti-rikki-systeemin liuostasapainon määrääminen kontrolloidussa rikkiaatmosfäärissä liukoisuusaukon alueella".

Työssä määrättiin Cu-Bi-S-systeemin liukoisuusaukon rajat, vismutin jakaantumiskerroin ja komponenttien aktiivisuudet liukoisuusaukon alueella lämpötiloissa 1150°C, 1200°C, 1250°C ja 1300°C.

Mittaukset suoritettiin uudentyypisellä tasapainotusmenetelmällä, jolla sulfidisula tasapainotetaan seisovassa H₂S/H₂-atmosfäärissä.

Vismutti rikastuu voimakkaasti metallifaasiin. Kuparin aktiivisuuskeroin laskee jyrkästi edettäessä Cu-Cu₂S-rajasytemistä ternäriseen systeemiin. Vismutin ja rikin välillä todettiin lievä affiinisuus metallifaasissa.

Vismutin aktiivisuuden Cu-Bi-systeemissä todettu positiivinen poikkeama Raoultin laista pienenee metallifaa-sin rikkipitoisuuden kasvaessa.

Tulokset osoittavat, että käytännön kuparinvalmistuksessa vismutinpoisto on suoritettava viimeistään konvertteriprosessin kuonapuhallusvaiheessa ennen metallisen kuparin muodostumista.

Kytö, Markku: "Teoreettiset mallit metallurgisten kuonasulien komponenttien termodynaamisten aktiivisuuksien laskemiseksi".

Työ on kriittinen kirjallisuustutkimus, johon on koottu erilaiset esitetyt mallit kuonakomponenttien aktiivisuuksien teoreettiseksi laskemiseksi (n. 50 kuonamallia). Mallien lähtöoletuksia, pääpiirteitä ja keskinäisiä eroja on tarkasteltu ja pyritty tältä pohjalta arvioimaan niiden todellista käyttökelpoisuutta. Tämän tavoitteen saavuttaminen olisi edellyttänyt tarkasteltujen mallien huolellista ja järjestelmällistä testausta hyvin kokeellisesti tunnetuissa kuonasysteemeissä. Aiheen laajuuden vuoksi tätä ei ole tehty. Mallien testausta silmällä pitäen liiteosaan on kuitenkin koottu systemaattinen luettelo koskien niitä tutkimuksia, joissa on mitattu komponenttien aktiivisuuksia silikaatti-, fosfaatti-, boraatti- ja germa-naattisulista (n. 280 tutkimusta). Nykyaikaista käsitystä metallurgisten kuonasulien rakenteesta ei ole erikseen tarkasteltu tässä työssä.

Varsin käyttökelpoisiksi osoittautuvat ne ratkaisut, joissa jotakin ns. "yleistä" liuosmallia — esim. regulaaristen liuosten mallia — on sovellettu kuonasulaan tietyn olettamuksin. Työn liiteosassa on tarkasteltu näitä neutraalien osalajien konsentroiduille liuoksille johdettuja useita "yleisiä" liuosmalleja. Koska näitä on toistaiseksi sovellettu etupäässä vain orgaanisiin ja metallisiin liuoksiin, työssä on tarkasteltu millä erityisillä olettamuksilla ne ovat sovellettavissa myös kuonasuliin. Varsin lupaavan ryhmän em. malleista muodostavat paikallisen koostumuksen käsitteeseen perustuvat monet mallit.

Diplomi-insinöörit:

Akkila, Leo: "Liuotusjätteen selektiivinen pelkistys ja heikkomagneettinen erotus".

Blom, Dick: "Messinkiohutlevy CuZn37:n syvävedettävyys".

Työssä selvitettiin neljän eri valmistajan messinkiohutlevyjen muovattavuusparametrit. Yksiaksiaalisilla vetokokeilla määritettiin jännitysvenymäriippuvuudet, tasavenymät ja r-arvot. Rajamuovattavuuspiirrokset määritettiin vetokokeiden ja in-plane-kokeiden avulla. Lisäksi levyistä syvävedettiin Erichsen-laitteella kupit.

Levyjen jännitysvenymäriippuvuudet ja tasavenymät olivat lähes samat. Rajamuovattavuus sensijaan jäi pieneksi levyillä, jossa oli β-faasia. Suurimmat eroavuudet levyjen välisissä ominaisuuksissa olivat niiden anisotropiassa.

Työssä tutkittiin valmistusohjelman vaikutusta messinkiohutlevyn anisotropiaan. Tulokset osoittivat, että tasoanisotropian määrää loppuvalssauksen valssausaste.

Haimi, Seppo Olavi: "Senkkainjektioinnin vaikutus tankovaluteräksen oksidi- ja sulfidisulkeumiin".

Työ tehtiin OVAKO OY:n Imatran Terästehtaalla. Siinä analysoidaan SEM:n ja mikroanalysaattorin avulla eri tavoin injektioitujen sulatusten sulkeumia sekä verrataan niitä injektioimattoman teräksen sulkeumiin. Tutkimuksissa havaittiin Ca-injektioinnin selvä sulkeumia modifioiva vaikutus sekä rikinpoistoteho. Oksidisulkeumat muuttuvat pyöreiksi Al₂O₃ — CaO -yhdisteiksi, joiden pinnalle kuoreksi kertyy kalsiumsulfidia. Puhtaita Al₂O₃ -sulkeumia ei teräksessä injektioinnin jälkeen ole. Sulkeumien koostumuksen muuttumista tutkittiin tankovalureitillä välillä sula teräs → valssattu lanka.

Heikkinen, Antti Johannes: "Happipuhalluskonvertterin poistokaasujen hukkaenergian talteenotosta ja hyväksi-

käytöstä sekä taloudellinen tarkastelu hyödyntämismahdollisuuksista OVAKO OY:n Koverharin tehtaalla".

Työn kirjallisessa osassa on selvitetty integroidun terästehtaan energian käyttöä sekä erikoisesti happipuhalluskonverterin hukkaenergian talteenottoa ja hyväksikäyttöä. Tutkimuksen kokeellisessa osassa on laskettu muutamien helposti toteutettavissa olevien höyryn talteenotto- ja käyttömahdollisuuksien kannattavuutta OVAKO:n Koverharin tehtailla.

Helle, Aino: "Tutkimus Cu-konvertterikuonan vuorovaikutuksista vuorausmateriaalien kanssa".

Työn teoriaosassa esiteltiin lyhyesti vuorauksen kulumismekanismeja ja käsiteltiin termäärisiä systeemejä $FeO-Fe_2O_3-SiO_2$ ja $MgO-FeO-Fe_2O_3$ sekä raudan ja kromin diffuusiota periklaasissa.

Kokeellisessa osassa tutkittiin synteettisen fajaliittikuonan ja kaupallisen kromimagnesiittiin vuorovaikutuksia kastamalla tiilinäyte sulaan kuonaan $1250^{\circ}C \dots 1450^{\circ}C$:ssa eri hapenpaineissa. $Cu_2O-PbO-SiO_2$ -kuonan vuorovaikutuksia synteettisen kromimagnesiitin kanssa tutkittiin $1100^{\circ}C \dots 1300^{\circ}C$:ssa.

Sula fajaliittikuona tunkeutui nopeasti tiileen ja reagoi periklaasin kanssa. Kuonaan liuenneen MgO :n määrällä havaittiin olevan maksimi tietyllä lämpötilasta riippuvalla hapenpaineella. Tätä suuremmilla hapenpaineilla tiilen iitkenemistä vaikeutti myös pintaan muodostunut magnetiittirikas kerros. Pienemmällä hapenpaineilla ei tätä kerrosta ollut. Hyvin alhaisilla hapenpaineilla tiilipinnan kyllästyessä raudalla voi periklaasissa alkaa muodostua sulaa, jolloin tiilon tuhoutuminen on nopeaa. $MgO-Cu_2O-PbO-SiO_2$ -kuonan vaikutuksesta tiilestä liukeni MgO :a ja sen liukenemisnopeus riippui voimakkaasti lämpötilasta.

Helle, Lars Wolfgang: "Inverkan av geometriska och fysikaliska faktorer på utblandningsförloppet vid gasspolning i gjutskänk".

I arbetet har olika faktorers inverkan på utblandningsförloppet i gasomrörd processmetallurgisk reaktor undersökts.

Dominerande zonen för utblandningen är bubbelkolumnen. Kolumnen kan beskrivas med en kombination av mammutpump och bubbelriåteorier.

En dimensionsanalys har utförts för reaktorn. Modellförsöken gjordes i en vattenmodell. Följande faktorer undersöktes: Gasflödets-, dysplaceringens-, lansindopets-, badgeometris-, ytspänningens-, viskositets- och dysdiameterns inverkan på utblandningsförloppet.

Dimensionsanalysen ger en ekvation för beräkning av utblandningstider i reaktorer med varierande geometri samt olika vätskor.

Hirvensalo, Mikko: "Kaliumoksidin aktiivisuuskertoimien määrityksiä $Al_2O_3-CaO-MgO-SiO_2$ -kuonissa."

Työn teoriaosassa käsitellään masuunikuonia ja niiden ominaisuuksia yleisesti. Lisäksi käsitellään MgO :n vaikutusta kuonan emäksisyyteen ja kuonan rikkikapasiteettiin.

Työn kokeellisessa osassa tutkittiin K_2O :n aktiivisuuskertoimia $Al_2O_3-CaO-MgO-SiO_2$ -kuonissa emäksisyyksillä $(CaO+MgO)/SiO_2 = 1,40$ ja $1,47$. Lisäksi tutkittiin emäksisyyden vaikutuksen suuruutta. Kokeet suoritettiin isopiesticellä menetelmällä, jossa referenssikuona ja näytteenä otettiin tasapainotettiin K_2O :n suhteen kaasufaasin kautta lämpötilassa $1773 K$.

Todettiin, että kun CaO :ta korvattiin MgO :lla MgO -pitoisuuden noustessa $7,5 p-0$:sta $15 p-0$:iin, kuonan K_2O :n sitomiskyky kasvoi n. 35% . Kun kuonan emäksisyyttä $(CaO+MgO)/SiO_2$ muutettiin $1,47$:stä $0,94$:ään sitoi kuona n. kolminkertaisen määrän K_2O :ta.

Hokka, Harri: "Vaahdotuskokeita Nilsin serisiittikvartsiitilla kaupakelpoisen serisiittituotteen aikaansaamiseksi."

Oy Lohja Ab:n Nilsin kvartsiittirikastamolla syntyy liejunerotuksessa jätettä noin $20-25 \%$ syöttestä. Jäte sisältää noin 70% kvartsiä ja noin 30% serisiittiä ja kaoliiniittia. Serisiittipitoista välituotetta syntyy myös vaahdotuspiirissä, lasihiikkapiirin ylitteenä.

Työn tavoitteena oli löytää menetelmä serisiittirikasteen valmistamiseksi vaahdottamalla sekä tuottaa noin 10 tonnia Al_2O_3 -pitoisuudeltaan yli 30% serisiittirikastetta, joka tuli edelleen suihkujauhaa teollisuusmittakaavassa. Vaahdotuskokeita tehtiin lasihiikkapiirin ylitteelle ja bathmoksen jätteelle.

Holmberg, Ulla Kristiina Henriette: "Alkaliundersökning vid masugnen i Koverhar".

Denna alkaliundersökning har utförts vid masugnen vid Ovako Oy, Koverhar järn-och stålverk.

I diplomarbete undersöktes

— hur alkaliproblemen i masugnen accentueras, när alkalibelastningen ökar

— på vilket sätt en ökad MgO -halt i slaggen inverkar på slaggens alkaliupptagning och svavelreningsförmåga.

Resultaten av undersökningarna visar, att såväl slaggens alkaliupptagning som svavelreningsförmåga är beroende av dess basicitet. Slaggens alkaliupptagning förbättras, när basiciteten minskar, medan slaggens svavelreningsförmåga blir bättre, när basiciteten ökar. Slaggens alkaliupptagning och svavelrening är således varandras motsatser i förhållande till basiciteten.

MgO -haltens inverkan på slaggens alkaliupptagning och svavelrening kunde inte fastställas, trots att slaggens MgO -halt steg från 6% till 12% . Orsaken till detta var, att slaggens basicitet inte var konstant under de försöksperioder, som utfördes i samband med diplomarbetet.

Inga störningar i masugnsdriften inträffade, när masugnens Na_2O -belastning höjdes med ca $1 kg Na_2O/t RJ$ (Na_2O -belastning: $3,7 kg Na_2O/t RJ$, K_2O -belastning: $2,7 kg K_2O/t RJ$). Vid motsvarande ökning av K_2O -belastningen (K_2O -belastning: $3,4 kg K_2O/t RJ$, Na_2O -belastning: $2,6 kg Na_2O/t RJ$) förekom emellertid typiska alkalistörningar, vilka ledde till bl.a. ökad koksförbrukning samt gaspermeabilitetssvårigheter i masugnen.

Johansson, Erik: "Kalliomekaaninen perustutkimus Vammalan kaivoksella".

Työssä pyrittiin antamaan tarvittavat kalliomekaaniset lähtötiedot kaivoksen kalliotilojen suunnittelulle sekä mahdollisille jatkotutkimuksille.

Perustutkimuksessa selvitettiin kallion makrorakoa, kivien rikkonaisuutta ja kivilajien teknillisiä ominaisuuksia. Lisäksi tutkittiin kahta eri kallioluokitusta ja niiden soveltamista kaivokseen.

Tarkastelun kohteena oli pääasiassa esiintymän rikkain osa, Sotkan malmio, joskin suoritettiin myös vertailua muihin malmioihin, mikäli niistä oli tietoja saatavana.

Kauppinen, Hannu P.: "Tutkimus maanalaisen louhintamenetelmän soveltuvuudesta Hannukaisen Laurinojan malmiolle."

Työn tarkoituksena on yrittää suunnitella Hannukaisen Laurinojan malmiolle taloudellinen ja turvallinen louhintamenetelmä.

Työn alkuosassa on käsitelty Laurinojan geologiaa, kalliomekaniikkaa ja hydrogeologiaa.

Kirjallisuustutkimuksessa on esitetty erilaisia, paksujen loivakaateisten malmien louhintamenetelmiä.

Työssä on esitetty viisi louhintamenetelmäehdotusta ja niiden louhinta- ja lastauskalusto sekä henkilöstön tarve.

Maanalaiset louhintamenetelmät Laurinojan malmion louhimiseksi eivät ole nykyhinnoilla kannattavia.

Kilpinen, Erja Kristiina: "Holvautumat ja niiden purkumenetelmät."

Työn tarkoituksena oli tutkia kaivosten siiloissa, louhoksissa ja kaatokuiluissa tapahtuvia holvautumia sekä holvautumien erilaisia purkumenetelmiä, holvautumista aiheutuvia kustannuksia ja tapaturmia. Työssä on käsitelty teoreettisesti holvautumien syntyä. Käytännön kokemuksia holvautumista ja niiden purkumenetelmistä on kerätty kuudelta eri kaivokselta. Työssä on pyritty alustavasti kartoittamaan holvautumien syntyä ja purkumenetelmiin vaikuttavat tekijät mahdollisten jatkotutkimusten suorittamiseksi.

Koivisto, Harri: "Tutkimus Venezuelan Seborucon kalkosiittia ja malakiittia sisältävän kuparimalmin rikastamisesta".

Niin sanotuissa lämpimissä maissa kuparimalmien, kuten tietysti muidenkin malmien, pintaosat sisältävät enemmän tai vähemmän hapettumisen kautta syntyneitä mineraaleja. Tässä työssä pyrittiin erään tällaisen kuparimalmin mineraaleja rikastamaan pääasiassa kahdella menetelmällä. Toisessa malmin sulfidimineraalit vaahdotettiin normaalisti ksantaattikokoojalla ja saadun jätteen sisältämät "oksidiset" mineraalit, tässä tapauksessa malakiitti ja azuriitti, sulfidoitiin ensin Na_2S :lla ja vaahdotettiin sen jälkeen ksantaatilla. Menetelmällä saavutettiin 90 % kokonaissaanti. Toisessa menetelmässä kalkosiittivaahdotuksen jätteelle sovellettiin LPF-menetelmää. Kuparin liuotus malakiitista suoritettiin rikkihappolla, sementointi rautapulverilla ja vaahdotus Minerec A:lla. Kokonaissaanniksi muodostui nyt 96 %.

Koskinen, Matti Kaarlo: "Malmilouheen ja raakutäytteen tukemisvaikutuksesta makasinoivassa välitasolouhinnassa."

Työssä selviteltiin malmilouheen ja raakutäytteen tukemisvaikutusta, lähinnä niiden louhoksen seinämiin aiheuttamaa painetta. Laskelmissa käytettiin apuna finite-element-menetelmää.

Työn alussa käsiteltiin louheen käyttöä tukiaineena kaivosteollisuudessa yleensä. Samoin käsiteltiin myös karkean materiaalin virtausta makasiinissa.

Työssä selviteltiin myös finite-element-menetelmällä louhoksen seinämien siirtymiä ja niiden louheeseen aiheuttamaa vastapainetta. Samoin laskettiin myös louhoksen ympärillä vallitseva jännitystila.

Finite-element-menetelmällä saatuja tuloksia verrattiin muilla laskentamenetelmillä saatuihin tuloksiin ja muualla laskettuihin tuloksiin.

Kurimo-Salminen, Maija: "Loivakaateisen puolitason ja homogeenisen irtomaakerroksen slingramanomaliosta".

Työssä tutkittiin erittäin loivakaateisten ohuiden johdelevyjen slingramanomaliota pienoismallimittausten avulla. Käytännön tulkintaesimerkit tulkittiin anomalian ääriarvoihin perustuvien karakterististen käyrästöjen ja tietokonepohjaisen käyräsovitusmenetelmän avulla. Johdettavaa irtomaakerrosta tutkittiin käytännön esimerkin valossa. Paksun johdelevyn pienoismallimittauksissa käytettiin mallina keinotekoisesti valmistettuja grafiittikappaleita.

Lahtinen, Ulla-Riitta: "Tutkimus Coulter Counter -raekokoanalysointimenetelmän soveltavuudesta sementin raekokojakautuman määrittämiseksi."

Työssä on kehitetty analysointimenetelmä, jolla voidaan luotettavasti määrittää sementin raekokojakautuma 0,65 μm raekokoon asti. Sopivimmaksi elektroytyiksi todettiin 9 % NH_4SCN /metanoli-liuos. Analyysin toistettavuus on havaittu hyväksi sekä sen suoritus nopeaksi. Coulter Counter -menetelmää on myös verrattu Alpine-ilmasuihkuseulontaan, Andreesenin pipetti -menetelmään sekä Micromerograph-analysointiin.

Lehtonen, Ari Matti: "Tutkimus eräiden sankokäsittelymenetelmien soveltamisesta pallografiittiraudan valmistuksessa."

Työn tavoitteena oli saada grafiitti palloutumaan raudassa, sekä tutkia as cast -pallografiittiraudan valmistusmahdollisuuksia.

Panos sulatettiin kylmäilmakupoliuunilla ja sulakäsittely tehtiin sankokäsittelyinä, käyttäen päällekaato-, Trigger- ja Fosco-menetelmiä.

Grafiitti saatiin palloutumaan kaikilla menetelmillä, mutta ainoastaan Fosco-menetelmällä valmistettu pallografiittirauta täytti kemiallisen koostumuksen ja mikrorakenteen osalta as cast-laadun vaatimukset.

Lehtonen, Matti: "Ryhmittely- ja karakteristiikka-analyysin soveltamisesta Kotalahden nikkelivyöhykkeeseen".

Geologisen tutkimuslaitoksen malmietiedoston aineiston pohjalta työssä tutkittiin ryhmittely- ja karakteristiikka-

analyysillä 34 nikkeliesiintymän samankaltaisuutta ja pyrittiin määrittämään malmikriittisiä ominaisuuksia. Vertailuryhmän muodostivat 20 emäksis-ultraemäksistä intruusiota, jotka eivät tiettävästi sisällä malmimineraalisia aineita. Muuttujina käytettiin geologian ja geofysiikan tietoista muokattuja 471 binaarista muuttujaa, karakteristikkaa.

Leppälahti, Jukka: "Eräiden kuumanauhaterästen kylmämuovattavuuden mittaaminen".

Työssä tutkittiin eri lujuuksisten ja paksuisten kuumanauhavalssattujen terästen muovattavuutta. Tutkitut laadut olivat HR3, Fe37, Fe52, QStE340 ja QStE460. Kahdella eri paksuusluokkaa edustaville näytteille mitattiin vetokokeella myötölujuus, murtolujuus, tasavenymä, murtovenymä, muokkauslujittumiseksponentti n ja anisotropiaparametri r kolmessa suunnassa valssaussuuntaan nähden, määritettiin rajamuovattavuuspiirrokset ja tehtiin särmättävyyskokeita.

Muovattavuus riippui valssaussuunnassa selvästi lujuustasosta, mutta valssaussuuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa havaittiin laaduilla Fe37 ja Fe52 muovattavuuden heikkenemistä, joka johtui nauhoiksi venyneistä sulfidi- ja silikaattisulkeumista. Hiekkapuhalluksen todettiin vaikuttavan muovattavuutta heikentävästi.

Liikainen, Esa: "Metalli-oksidisulan tasapainottumislaitteiston rakentaminen ja testaus."

Tässä tutkimuksessa on kirjallisuusosassa selvitetty lyijyn sulatusta ja raffinoimista. Pääpaino on kuitenkin pantu raffinoinnin termodynamiikalle ja kinetiikalle, jolloin tarkastelun kohteena on ollut epäpuhtauksien hapetus ja sulfidointi.

Kokeellisessa osassa rakennettiin laitteisto, jolla tutkittiin lyijyn liuennun hapen määrää tasapainossa oksidinsa kanssa ja kuparin vaikutusta siihen.

Ovaskainen, Esa: "Pienoismallimittauksia slingrammenetelmällä."

Roitto, Klaus: "Bristning vid tråddragning av tennbrons."

I arbetet undersöktes möjligheten att höja totaldeformationen — med hjälp av lämplig draggeometri — vid tråddragning av tennbrons CuSn_8 , för att se om eventuellt någon mellanglödning i den nuvarande dragprocessen kunde utelämnas.

Den deformerade trådens egenskaper undersöktes med böj-, hårdhets- och dragprov. Restspänningsmätningar utfördes. Dessutom iaktogs tråden optiskt — även med elektronmikroskop.

Saarela, Jukka: "Rautapulveripuristeiden hiilettyminen endotermisessä suojakaasussa."

Rautapulverin hiiletymistä endokaasuatmosfäärissä tutkittiin termogravimetrinen menetelmän analysoimalla näytteiden painonmuutoksia lämpötilavälillä 25...1000°C. Näytteet valmistettiin NC100.24 rautapulverista puristamalla 5 g painoisia nappeja puristuspaineen ollessa 5 t/cm².

Perusatmosfäärinä kokeissa oli 20 % ($\text{CO} + \text{CO}_2$), 40 % H_2 ja 40 % N_2 . Säätelämällä perusatmosfäärin CO/CO_2 -suhdetta ja lisäämällä pieniä määriä vesihöyryä (0...6 %) pyrittiin kartoittamaan seuraavia hiilenmuodostumiseen vaikuttavia tekijöitä: kuumennusnopeus, vety, CO/CO_2 -suhde, vesihöyry ja voiteluaine.

Sarvilinna, Heikki: "Voiteluaineen poisto rautapulveripuristeista."

Työssä on tutkittu voiteluaineiden erityisesti sinkkistearaatin hajoamista termogravimetrillä menetelmällä. Sinkkistearaatin hajoaminen tapahtuu kahdessa vaiheessa. Ensinnä vapautuvat hiilivedyt valkoisena höyrynä ja toisessa vaiheessa sinkkioksidi sekä voiteluainejätteet. Pienillä kuumennusnopeuksilla ja kappaleitehkeyksillä tapahtuu sinkkistearaatin hajoaminen huokosissa, suurilla taas osa sinkkistearaattista tiikuu sulassa muodossa kap-

paleen pintaan ennen hajoamisen alkua. Suoritettujen Rapid Burn-off -kokeiden perusteella suositellaan voiteluaineen poistossa siirtymistä nykyistä suurempiin kuumennusnopeuksiin.

Silvennoinen, Hannu: "Transienttitulosten tulkinna kehittämisestä ohutta levymallia käyttäen."

Työssä muunnettiin ohuen levymallin harmoniset anomaliat "ramp"-muotoisen virtapulssin aiheuttamaksi vasteeksi. Muunnoksen mahdollistaa ohuen levymallin harmonisen anomalian riippuvuus yksinkertaisesta vasteparametrilla ja erityisesti vasteparametriin sisältyvästä taajuudesta.

Saatuja transienttitanomalia verrattiin DI Pekka Rouhiaisen rakentamalla pienoismallilaitteella mitattuihin tuloksiin ja saatiin hyvä vastaavuus.

Matemaattisesti osoitettiin transienttituloksilla olevan samantyyppinen vasteparametri riippuvuus kuin taajuusalueen tuloksilla. Univac 1108 tietokoneen avulla lasketut transienttitulokset voitiin näinollen esittää ns. karakteristisina käyrästöinä.

Väätäinen (o.s. Ruonansuu), Anne: "Erään fosforiesiintymän geoteknisistä ominaisuuksista."

Soklin fosforiitin geoteknisistä ominaisuuksia on tutkittu määrittämällä rapautuneelle fosforiittimateriaalille mm. erilaisia luokitusominaisuuksia sekä leikkauslujuusparametreit. Lisäksi on tutkittu kovien fosforiittilohkareiden lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksia. Rapautunutta fosforiittia on vertailtu koetulosten perusteella tavallisimpiin maalajeihin ja tarkasteltu eri laboratorio-määrittysten merkitystä pyrittäessä ennakoimaan kyseisen fosforiitin käyttäytymistä avolouhinnassa.

OULUN YLIOPISTO

Geofysiikan laitos

Filosofian kandidaatit:

Arkimaa, Hilka: "Kvantitatiivisesta kaukokartoitus-tulkinnasta Soklin alueella".

Työssä on tarkasteltu kaukokartoitusmenetelmän fysiikkaalista taustaa, mittauslaitteistoa eli keilainta ja luokitte- luita ohjatulla menetelmällä. Työssä käsitellään sekä monikanavatulkintaa että yksityisen kanavan mittaus- aineiston tulkintaa.

Esimerkeissä on käytetty Soklin alueelta olevaa passiivisen eli heijastuneen auringonsäteilyn lentomittaus- aineistoa.

Pietilä, Risto: "Ylivieskan gabron sähköinen rakenne- tutkimus".

Tutkimus perustuu Oulun yliopiston geofysiikan lai- toksen ja Geologisen tutkimuslaitoksen yhteisellä tutki- mussopimuksella toteuttamaan projektiin.

Tutkielmassa esitetään aluksi tiivistetty kuvaus käy- tetyistä geofysikaalisista menetelmistä (AMT, VLF, VLF-R ja DC) sekä mittaustulosten tulkintaperiaatteista.

Tutkielman loppuosassa esitellään tutkimusalueen tun- nettua geologista ja geofysikaalista luonnetta, suoritettut mittaukset sekä mittausten tulkinta. Lisäksi tämän tutki- muksen tuloksia verrataan muuhun alueelta käytettävissä olevaan geofysikaaliseen tietoon (mm. painovoimatul- kintaa ja seismisen reflektioluotausten tuloksiin).

Tutkimuksen mukaan Ylivieskan gabron sähköinen rakenne on useita kilometrejä syvä, muodoltaan kartio- mainen. Gabromuodostuma näyttää olevan sisäisesti ra- kenteeltaan monimutkainen käsitäten myös malminetsin- nän kannalta mielenkiintoisia, ominaisvastukseltaan ano- maalaisia osia.

Sandgren, Eero: "Vastusluotausten tulkinnasta yksin- kertaisilla malleilla".

Tutkielmassa tarkastellaan tasavirtaluotausten tulkin- taan liittyviä malleja. Vaakakerrosmallin lisäksi tarkas- tellaan kontakti-, horsti- ja laaksomalleja. Tutkielman pääpaino on kirjallisuudesta kerätyillä aineistolla.

Kenttämittausten tulkinnasta on esitetty harjumuodos- tuman rakenteen selvittämiseksi tehdyn luotaussarjan sekä loiva-asentoisen laatan reunan määrittämiseksi teh- tyjen luotausten tulkinna. Luotaussarjan tulkinnassa on tietokoneella laskettujen mallikäyrien perusteella pys- tytty paikallistamaan ohut siltikerros. Loiva-asentoisen laatan reuna on pystytty tarkasti paikallistamaan.

Filosofian lisensiaatit:

Kaikkonen, Pertti: "Elementtimenetelmä sovelletun geofysiikan sähkömagneettisten kenttien laskemisessa".

Tutkielmassa on esitetty numeerista, approksimatiivista elementtimenetelmää sovelletun geofysiikan sähkömag- neettisiin raja-arvoprobleemoihin käytettäessä tarvittavat variaatio- ja residuaaliformuloinnit. Residuaaliperiaate on yleispätevämpi verrattuna variaatioperiaatteeseen. Se soveltuu myös ei-lineaaristen probleemien formuloi- tiin.

Tulostarkkuus homogeeniselle ja kerrosrakenteelle on laaditulla tietokoneohjelmistolla n. 2-3 %.

Tärkeimmät johtopäätökset liittyvät AMT- ja VLF- mittauksiin. H-polarisaatio on tulkinnan kannalta huo- mattavasti antoisampi kuin E-polarisaatio.

Pernu, Teuvo: "Maa- ja kallioperän tutkiminen tasa- virtavastusmittauksilla, erityisesti Suomen oloissa".

Tasavirtamittausten soveltamista maapeitteen ja kal- lioperän rakenteiden selvittämiseen on tutkittu eri puo- lilla Suomea tehdyillä vastusluotauksilla ja -profiloi- neilla sekä määritetty maa- ja kivilajeille tyypillisiä ominaisvastusarvoja. Kokeiluista saatujen kokemusten perusteella on rakennettu yksinkertainen ja halpa digi- taalimittareista ja kuivaparistoista koostuva tasavirta- vastusmittari, joka on osoittautunut hyvin sopivaksi Suo- men olosuhteisiin. Mittausjärjestelmästä on osoittautunut hyvin käyttökelpoiseksi epäsymmetrisen AMN-järjestel- mä, jolla voidaan samanaikaisesti paitsi luodata myös profiloita monella syvyystasolla.

Sovellutusesimerkit käsittelevät maapeitteen rakenteen ja paksuuden määrittämistä, pohjavesiesiintymien selvit- tämistä, kallioperässä olevien johdepintojen seuraamista ja rajaamista sekä ruhjeiden paikantamista. Vastusmit- tausten erottelukykyä on verrattu mm. VLF-R-, Slin- gram- ja seismisillä menetelmillä saatuihin tuloksiin. Vertailut osoittavat, että vastusmittauksilla on laajasti käyttömahdollisuuksia mm. pohjavesi- ja soravarojen selvittämisessä sekä kallioperän rakenteiden tutkimisessa.

Geologian laitos

Filosofian kandidaatti:

Pääkkönen, Kari: "Porontimajärven—Kalliojärven alueen kallioperä ja uraanimineralisaatiot Kuusamon liuskejakson keskiosissa".

Työssä on keskitytty tutkimusalueen kivilajien petrografian sekä alueelta tavattujen uraanimineralisoi- tumien luonteen ja laadun selvittelyyn.

Tutkimusalueen kallioperä koostuu 70 %:sti klastisista ja pyroklastisista kivilajeista (erilaiset kvartsiitit, kvartsi- maasälpäliuskeet, merkeliliuskeet, dolomiitit, fylliitit, metatuffit, -tuffiitit, amfiboliliuskeet ja mustaliuskeet). Li- säksi tavataan vihreäkiviä (porfyryrisiä, agglomeraattisia, mantelirakenteisia tai homogeenisia) sekä spiliittisiä ja gabrokoostumuksisia kerrosjuonia.

Tutkimusalueen uraanimineralisaatiot esiintyvät spi- liittisten kerrosjuonien karbonaattirikkoina differentti- aateissa. Uraanimineraaleina tavataan davidiiittia, urani- niittia ja pikivälkettä sekä niihin liittyviä sekundaarisia U-mineraaleja. "Davidiiittirakeet" (Ø 0.5—5.0 mm) sisäl- tävät U-pitoisen faasin eli davidiiitin lisäksi vaihtelevasti ilmeniittia, rutiilia, hematiittia ja silikaattinesta.

Tutkitut U-esiintymät eivät ole taloudellisesti hyödyn-nettävissä johtuen U-mineraalien pistemäisestä esiinty- mistavasta sekä isäntäkiven oikullisesta jakaantumuksesta.

Prosessiteknikan osasto

Tekniikan lisensiaatit:

Holma, Hannu Antero: "Typen oksidien absorptiotor-

nin matemaattinen malli".

Härkönen, Matti: "Valmistusolosuhteiden vaikutus raneynikkelin aktiivisuuteen metaanin höyryreformoinnissa."

Tässä tutkimustyössä selvitettiin raneynikkelin soveltuvuutta höyryreformointikatalyytiksi. Tutkittiin erilaisten raneynikkelien valmistusmuuttujien vaikutusta valmistettavan katalyytin rakenteeseen ja ominaisuuksiin. Lähemmin tarkasteltiin kokeellisesti nikkeli-alumiini 50—50 lejeeringin liuotusolosuhteiden vaikutusta raneynikkelin aktiivisuuteen metaanin höyryreformoinnissa. Tarkastelun kohteena olivat seuraavat muuttujat: liuotuslämpötila, liuotusaste, alkalinen väkevyys ja reformointilämpötila. Lisäksi selvitettiin liuotusolosuhteiden vaikutus vedyn kehitysnopeuteen so. lejeeringin liukenemisnopeuteen.

Tutkimuksessa todettiin, että nikkeli-alumiini lejeeringin valmistusolosuhteilla ja lämpökäsittelyillä voidaan säädellä lejeeringin rakennetta ja kokoomusta ja nämä määräävät sitten osaltaan, millaiseksi valmistettavan raneynikkelin ominaispiirteet kehittyvät. Raneynikkelin rakenne- ja aktiivisuusmuutokset voidaan korreloida sen hilaparametrien muutoksiin.

Mycs erilaisilla nikkeli-alumiini lejeeringin liuotusolosuhteilla voidaan vaikuttaa raneynikkelin rakenteeseen, kokoomukseen ja ominaisuuksiin.

Voimakkaissa liuotusolosuhteissa kidekoot voivat kasvaa. Erilaisilla liuotusolosuhteilla ja alkaleilla voidaan vaikuttaa lähinnä valmistettavan raneynikkelin pinta- ja huokosrakenteeseen sekä metallisen jäännösalumiinin ja katalyyttiin adsorboituneiden alumiinioksidien määrään ja tätä kautta katalyytin ominaisuuksiin.

Kalapudas, Reijo Pentti Ensio: "Tutkimus mikrotalkin jauhatukseen soveltuvista menetelmistä".

Diplomi-insinöörit:

Alasalmi, Veli Matti: "Vaahdotuskineettisiä tutkimuksia".

Diplomityön teoreettisessa osassa tarkastellaan niitä mittausten menetelmiä, joilla saadaan määritetyksi mineraalirakeiden pinnalle adsorboitunut kokoojamäärä. Lisäksi tarkastellaan niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat vaahdotuskennossa tapahtuvassa valmennuksessa mitattuun kokoojan adsorptionopeuteen. Seuraavana johdetaan adsorptionopeusyhtälö tilanteelle, jossa kokoojaliuos virtaa mineraalirakeista muodostetun kiintoainepatjan läpi. Lopuksi tarkastellaan mitä vaikutusta on kokoojan lisäämisellä jauhatusvaiheeseen.

Adsorptiokokeita magneetti- ja kuparikiisulle suoritettiin natriumamyliksantaatin adsorption tapahtuessa vaahdotuskennossa, koeputkessa sekä kiintoainepatjassa. Lisäksi suoritettiin vaahdotuskokeita laboratoriomittakaavassa panosvaahdotuksena.

Arvola, Jouko Olavi: "Differentiaali- ja integraalireaktorit kineettisissä tutkimuksissa".

Kallio, Markku Johannes: "Raneynikkelin vetysisältö ja katalyyttinen aktiivisuus ksyloosin hydrolyysissä".

Kankaanpää, Asko Vilpas: "Tutkimus Hituran kaivoksen malmilietteen juoksevuusominaisuuksista".

Koemateriaalina tutkimuksissa oli Hituran serpentiinipohjainen Ni-Cu-malmi. Rotaatioviskosimetrin ja mikroskoopin avulla tutkittiin lietetiheyden, sekoitusajan ja eräiden vaahdotusagenssien vaikutusta malmilietteen näennäiseen viskositeettiin ja flokkulaatioiltaan. Mikroelektroforeesimenetelmään perustuvalla laitteistolla tutkittiin vaahdotusagenssien vaikutusta eri malmien ja malmin komponenttien zeta-potentiaaliin. Vaahdotusilman dispergointikokeissa pyrittiin löytämään olosuhteet ilman parhaalle dispersiolle. Laboratoriovaahdotuskokeissa tutkittiin eräiden malmilietteen juoksevuuteen vaikuttavien tekijöiden merkitystä vaahdotustulokseen.

Kauppi, Mauri Juhani: "Kuonafaasin ja kromiitin väliset reaktiot kromiitipellettien sintrauksessa".

Konttila, Hannu Tapio: "Pienten rikastemäärien vedenpoisto".

Työn tarkoituksena oli etsiä sellainen mekaaninen vedenpoistomenetelmä, että hienorakeisen lyijyrikasteen (d ≈ 30 μm) suodatuksen jälkeisestä lämpökuivauksesta voitaisiin luopua Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksella.

Lietteen esikäsittelymenetelmillä pyrittiin parantamaan olemassaolevan rumpusuotimen vedenpoistotehokkuutta. Eri pinta-aktiivisten aineiden, flokkulantien ja pH-muutoksen vaikutus jäi n. 1 %-yksikköön.

Jaksottain toimivalla kaavinlingolla saavutettiin haluttu 8 %:n jäännöskosteuspitoisuus, kun lingon erotustekijä oli suurempi kuin 1500. Kaavinlingolla saavutettiin keskimäärin 4 %-yksikköä alhaisempia jäännöskosteuspitoisuuksia kuin rumpusuotimella.

Pekkala, Merja Tyyne Marketta: "Teräksen lämpötila-kehitys välillä senkka-väliallas-valusuihkut".

Pulkkinen, Osmo Matti Antero: "Karboksimetyyliselluloosa saven painajana sylviniittimalmin vaahdotuksessa".

Työn teoreettisessa osassa käsitellään karboksimetyyliselluloosaa (CMC) ja sen käyttöä saven painajana sylviniittimalmin vaahdotuksessa. Kirjallisuudesta saatiin selville, mitkä olivat CMC:n ominaisuudet, kun saatiin parhaita vaahdotustuloksia. Lisäksi tarkastellaan CMC:n ja tarkkelyksen seoksella kationisten painajareagenssien sekä niiden ja CMC:n seoksilla saatuja tuloksia.

Kokeellisessa vaiheessa tutkittiin 26 Finnfix CMC-laadun, erilaisten Finnfix CMC-laatuojen seosten, erään kationisen painajareagenssin sekä proteiinin käyttöä kanadalaisen sylviniittimalmin vaahdotuksessa. Tutkimuksessa saatiin selville, millaiset ominaisuudet tulee olla CMC-laaduilla, jotka soveltuvat parhaiten em. malmin vaahdotukseen. Eräiden CMC-laatuojen seosten käytöllä saavutettiin sekä korkeampi saanti että korkeampi rikasteen KCI-pitoisuus kuin seosta muodostavilla komponenteilla erikseen käytettynä. Sekä kationisen painajareagenssin että proteiinin käytöllä saadut tulokset olivat huomattavasti heikompia kuin CMC:tä käyttäen.

Rahko, Markku Jaakko Juhani: "Alumiinin korvaaminen sinkillä raneykatalyyttien valmistuksessa".

Rantala, Lauri Tapio: "Raneyzirkonium ammoniakki-synteesin katalyyttinä".

Riihimäki, Eeva-Liisa: "Tutkimuksia volframimalmien rikastuksesta".

Työssä on tehty kirjallisuustutkimus volframimalmien rikastuksesta aikaisempien koetulosten perusteella.

Eri volframimineraalit eroavat ominaisuuksiltaan toisistaan siinä määrin, että niille ei sovellu samat rikastusmenetelmät; scheeliitti on helpointa rikastaa vaahdotamalla, hübneriitillä ja volframiitilla saadaan vielä tyydyttävät tulokset vaahdotuksesta, ja ferberiitti erotukseen on käytettävä muita rikastusmenetelmiä.

Volframimineraaleihin liittyvien seuralaismineraalien joukko on hyvin kirjava; lähes joka esiintymällä on omat seuralaismineraalinsa. Tämä vaikeuttaa yleispätevän rikastuskaavion esittämistä, sillä joka esiintymälle on koekiden avulla löydettävä sopivin.

Volframimalmeja käsittelyvien rikastamoiden rikastuskaaviot muodostuvat erittäin monimutkaisiksi, sillä kaupakelpoisen rikasteen aikaansaamiseksi joudutaan käyttämään yhdistelmiä eri menetelmistä.

Rinne, Anne Irmeli: "Rasvahappojen hiilivetyketjun pituuden ja tyydyttymättömyysasteen vaikutus kokoojaominaisuuksiin erityisesti vaahdotettaessa scheeliitti-karbonaattimalmeja".

Työn tarkoituksena oli tutkia, miten rasvahappojen hiilivetyketjun pituus ja tyydyttymättömyysaste vaikuttavat niiden kokoojaominaisuuksiin.

Koemateriaalina käytettiin Outokummun scheeliittimalmia.

Hiilivetyketjun pituuden vaikutusta tutkittiin tyydyt-
tyneillä rasvahapoilla C₁₂, C₁₄, C₁₆, C₁₈ ja C₂₂ sekä tyy-
dyttymättömyyttä C₁₈-rasvahapoilla kaksoissidosten luku-
määrän ollessa 1, 2 ja 3.

Tyydyttyneet rasvahapot osoittautuivat tehottomiksi
scheeliitin kokoojina ja kokoojavoimakkuus väheni hiilivetyketjun pidentyessä.

Tyydyttymättömät rasvahapot olivat huomattavasti te-
hokkaampia scheeliitin kokoojina kuin tyydyttyneet ras-
vahapot. Tyydyttymättömyyden vaikutus kokoojavoimak-
kuuteen riippui jossain määrin kokooja-annostuksesta.
Pienellä kokoojamäärällä kokoojavoimakkuus kasvoi tyy-
dyttymättömyyden vähentyessä, kun taas suurempia ko-
koojamääriä käytettäessä kokoojavoimakkuus kasvoi kak-
soissidosten lukumäärään kaksi saakka, mutta väheni si-
dosten lukumäärän lisääntyessä kolmeen.

Särkimäki, Kari Juhani: "Natriumvanadaatin uutto
Mustavaarassa".

Diplomityössä tarkastellaan erilaisten kiinteä-neste
uuttomenetelmien laskentamalleja.

Mustavaaran uuttosysteemille esitetään matemaattinen
malli. Seuraavaksi esitetään katsaus teknisiin kiinteä-
neste uuttolaitteistoihin, erityisesti tarkastellaan DORR'in
pesukolonnia ja sen toimintaa.

Kokeellisessa osassa tutkitaan vanadiinihäviviötä ja sel-
vitetään Mustavaaran uuttosysteemin olosuhteet ja eri
operaatioihin kuuluvat ajat.

Uuttosysteemiin esitetään muutoksia, joilla sen tehok-
kuus ja uuttoaanti saadaan nousemaan.

Matemaattinen malli ei ollut sovelias Mustavaaran uut-
tosysteemin kuvaamiseen.

Tölli, Kaija Liisa: "Vanadiinin happouutto Mustavaa-
ran pasutetusta magneettirikasteesta".

Työn kokeellisessa osassa tutkittiin uuttoliuoksen hap-
poväkevyyden vaikutusta vanadiinin liukenemiseen teke-
mällä uuttokokeita eri pH:n arvoilla. Tutkitut pH-arvot
olivat 8, 6, 5, 4, 3, 2,5, 2, 1,5 ja 1 sekä vesiuutto, missä
pH kohosi 10:een. Kiintoaine-nestesuhde näissä kokeissa
oli 5:100. Kokeissa todettiin, että vanadiini liukeni lähes
täydellisesti, kun pH oli riittävän alhainen: pH 1,5 tai
alhaisempi. Mutta tällöin myös epäpuhtauksia liukeni
enemmän. Esim. piin liukeneminen kasvoi hyvin jyrkästi,
kun pH laski 4:n alapuolelle.

Vanadiinin suhteen väkevästä happouuttoliuksesta
saostettiin vanadiinia sekä natrium- että ammoniumsul-
faatilla pH 2:ssa. Kokeet osoittivat, että vanadiini saos-
tui täydellisemmin liuksesta natriumsulfaatilla, mutta
ammoniumsulfaatilla saatiin puhtaampaa sakkaa.

Vanadiinin suhteen väkevien happouuttoliuosten käsit-
tely osoittautui hankalaksi: liuokset geelilytyivät muuta-
massa vuorokaudessa.

Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörit:

Juntunen, Raimo: "Jaksollinen optimointi prosessinoh-
jauksessa".

Kela, Kalervo: "Elektroniikan keraamisten komponent-
tien kuumapuristuslaitteisto".

Laukkanen, Kari: "Tutkimus pasutto- ja rikkihappo-
tehtaan automatisoinnista ja instrumentointijärjestelmän
uusimisesta".

Palojärvi, Hannu: "Autokorien sinkkifosfotointilaitok-
sen tutkiminen".

Remes, Ari: "Itsevirittyvä säädin ja sen toteutus mik-
roprosessoriohjauksessa automaatiojärjestelmässä".

Seppänen, Tapani: "Sulan raudan ja teräksen lämpö-
tilan mittaussäteilypyrometrillä".

Väyrynen, Jukka: "Niukkahiilisten rakenneterästen
piipitoisuuden vaikutus niiden kuumasinkittävyteen".

TURUN YLIOPISTO

Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian kandidaatit:

Lukkarinen, Heikki: "Aijalan ja Metsämontun liuskeis-
ta."

Tutkimusalue sijaitsee Etelä-Suomessa Kiskon kunnas-
sa ja on pinta-alaltaan 3 km². Alueen kivilajeissa on
primäärinenä pidettäviä kvartsi- ja plagioklaasihajara-
keita sekä erikokoisia kivilajifragmentteja, jotka ovat
tektonisoitumisen vuoksi usein muodoltaan linssimäisiä.
Kerrallisuus sekä muut veden lajittelusta johtuvat ra-
kenteet ovat harvinaisia. Sen sijaan koostumukseltaan
ja asultaan erilaisten kivityyppien aiheuttama hetero-
geenisuus on tyypillistä alueen kiville. Tämä viittaa vul-
kaaniseen alkuperään. Kemialliselta koostumukseltaan
liuskeet ovat basalttisia, andesiittisiä, ryodasiittisiä sekä
ryoliittisiä. Liuskeet ovat pyroklastisia: kidetuffeja, la-
pillituffeja sekä agglomeraatteja ja pyroklastisia brek-
sioita. Happamissa liuskeissa on "ash flow"-tuffien piir-
teitä, mutta "hitausrakennetta" ei ole varmuudella näh-
tävässä. Emäksisissä liuskeissa on pyroklastisten lisäksi
myös laavamaisia piirteitä. Happamissa liuskeissa kvart-
sihajarakiteiden aggregaattisuus johtuu kivien alkavasta
myloniittiutumuksesta.

Alueen kerroksellisuus ja liuskeisuus ovat yleensä sa-
mansuuntaiset. Kaateet ovat pystyjä. Mineraalivenymät
ja pienoispoimuakselit ovat myös yhdensuuntaiset ja pys-
tyjä. Kivet ovat uudelleenkiteytyneet almandiini-amfibo-
liittifasiuksen olosuhteissa. Kivilajikulun suuntaisissa
hiertovyöhykkeissä mineraaliseurueet vastaavat vihreä-
liuskefasieksen olosuhteita.

Raikunen, Seppo: "Etelä-Suomen kalkkikivien geoke-
miasta".

Tutkimuskohteina ovat olleet Tammisaaren ja lehti-
työhyökyksen länsi- ja itäosan kalkkikivimuodostumat.
Näytteet on otettu uranäytteenottomenetelmällä ja niistä
on analysoitu pääalkuaineiden lisäksi tärkeimmät hiven-
alkuaineet. Analyysitulokset on käsitelty tilastollisin me-
netelmin tietokoneella.

Kalkkikivimuodostumien geokemialliset erikoispiirteet
ilmenevät kokonaiskoostumuksissa, metallien ja pääalku-
aineiden keskinäisissä suhteissa ja korrelaatioissa sekä
alkuaineiden systemaattisessa vaihtelussa.

Tammisaaren kalkkikivivyöhyke poikkeaa geokemial-
taan, syntytavaltaan ja geologiselta ympäristöltään lehti-
työhyökyksen kalkkikivimuodostumista. Hivenmetallien
anomaliaita on eniten Tammisaaren ja lehtiityö-
hyökyksen itäosan kalkkikivimuodostumissa. Merkittävim-
mät anomaliat ovat kupari- ja sinkkianomaliaita, jotka
esiintyvät Tammisaaren, Orijärven ja Lohjansaaren kalk-
kikivivyöhykkeissä.

Kalkkikivien litogeokemiallinen tutkimusmenetelmä so-
veltuu parhaiten muiden malminetsintämenetelmien
avuksi etsittäessä viitteitä kupari- ja sinkkimineralisaa-
tioista.

Maaperägeologian osasto

Kesäkuun 19. päivänä 1979 tarkastettiin FL Esko Mäl-
kin väitöskirja "Groundwater flow velocity as an indi-
cator of the permeability and internal structure of eskers".
Vastavaittäjänä toimi professori Kauko Korpela ja kus-
toksena vt. professori Veikko Lappalainen. Väitöskirja on
julkaistu sarjassa: Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja —
Publications of the Water research institute No 32. Vesi-
hallitus — National board of waters, Finland. Helsinki
1979, 42 s.

Filosofian kandidaatit:

Innanen, Jouko: "Ounasjoen rantaerosio Tapionkylän
ja Kaukosen välille suunnitelluilla padotusalueilla."

Tutkimus on tehty Imatran Voima Oy:n toimesta ke-
sinä 1975, 1976 ja 1977. Ounasjoelle tyypillisiä ovat suuret
vesimäärän vaihtelut, uoman suuri gradientti ja alueen
vähäjärvisyys. Tulva-aikana jokien kuluttava ja kuljet-
tava vaikutus lisääntyy. Tärkein syy rantojen eroosiolle
on eroosioherkät maalajit. Nämä ovat pääosiltaan tasa-
rakeisia hiekköjä sekä silttejä. Eroosiotörmiä alueella oli

93. Näistä oli hiekkatörmä 80,4 %, siltitörmä 17,6 % ja moreenitörmä 2,0 %. Eroosiotörmien pituudet vaihtelivat muutamasta metrillä 4,5 kilometriin (keskiarvo 266 m) ja korkeudet metrillä 20 metriin. Törmien kaltevuudet vaihtelivat aineksesta riippuen 15—70° välillä.

Kejonen, Aimo: "Vuotomaista Muotkatunturien alueella Pohjois-Lapissa."

Tutkimus käsittelee Muotkan vuotomaailmiötä ja -morfologiaa, sekä vuotomaan ja sen alaisen irtomaan ominaisuuksia ja suhteita. Tutkimuksessa käytettiin ilmakuvatulkitintaa, kenttä- ja laboratoriotutkimuksia. Vuotomaan paksuutta ja stratigrafiaa selvitettiin kaivauksin, ikää ja etenemisnopeutta mittauksin, C₁₄- ja mikrofossiilimäärityksin. Sedimenteistä analysoitiin raakoostumusta, humuspitoisuutta, mineraali- ja kivilajikoostumusta, eri raakokojen pyörityneisyyttä, granuliittikivien rapautuneisuutta ja pitkänomaisten kivien suuntautuneisuutta ja viettoa.

Muotkan vuotomaamorfologia ei eroa muualla todetusta. Vuotomaa ja sen alainen irtomaa ovat melko samankaltaisia, sillä vuotomaa on yleensä alkuaan moreenia. Tärkeimmät erot ovat vuotomaa-aineksen suurempi kivisyys, vuotomaakivien suurempi kulmikkuus ja erot suuntautuneisuudessa ja vietoissa. Vuotomaan nykyinen etenemisnopeus on enintään 5 cm/v. Vuotomaatoiminta on tapahtunut kahdessa vaiheessa n. 10000—8700 ja 4000—0 vuotta sitten. Varhempi vuotomaatoiminta oli voimakasta käsitellen kokonaisia rinteitä. Nykyään toiminta on laikuttaista ja kasvillisuuden rajoittamaa ja sitomaa.

Maunu, Matti: "Rovaniemen ympäristön soiden soveltuvuudesta polttoturvetuotantoon."

Kenttätöyt perustuivat geologisen tutkimuslaitoksen suorittamiin turvetutkimuksiin. Alueella tutkittiin yhteensä 27 suota.

Tutkittujen soiden yhteispinta-ala on 5375 ha, josta 2325 ha on yli metrin syvyistä. Turpeen kokonaismäärä on 111,4 milj. m³. Turpeista on saravaltaisia n. 63 %. Keskimääräinen maatumisaste on 4,5 ja tuhkapitoisuus 5,6 %. Lämpöarvo on keskimäärin 9,3 MJ/kg (kosteus 50 %). Polttoturvetuotantoon soveltuu 10 suota. Näillä on tuotantokelpoista turvetta yli metrin syvyisillä alueilla noin 26 milj m³, joka vastaa likimäärin 13 milj. m³ 50 % kosteaa jyrskinturvetta.

Muurinen, Tapio: "Korpilahden Korospohjan pumppu-voimalaitosalueen rakennusgeologiasta ja kvartaarigeologisesta kehityksestä."

Alueen topografia on voimakaspiirteinen. Relatiiviset korkeuserot ovat yli 100 m. Absoluuttisesti korkeimmat kohdat ylittävät +200 m Vaarumäen päällä, jonne Imatran Voima Oy on suunnitellut pumppuvoimalaitoksen yläaltaan.

Tutkielman aineisto perustuu pääasiassa rakennusgeologisiin ja osittain kvartaarigeologisiin tutkimuksiin. Rakennusgeologisia tutkimuksia olivat mm. kartoitukset, seismiset luotaukset, koekuoppatutkimukset ja erilaiset kairaukset. Tuloksia on käytetty joko suoraan tai soveltaen. Kvartaarigeologisia tutkimuksia olivat moreenin suuntausanalyysit ja mikrofossiilianalysoinnit kahdesta suosta.

Voimakaspiirteinen topografia on vaikuttanut mannerjäätikön liikesuuntaan, joka on tällä alueella viimeksi ollut N-S. Moreeni on runsaskivistä ja -lohkareista. Moreenin rakenne osoittaa sen syntyneen suuressa paineessa. Jäätikön reunan väistöliike on ollut jyrkkä. Ylimmät rantakivikot ovat noin +180 m:ssä paikallisen jääjärven ajoilta. Korkein ranta YI sijaitsee noin +145 m:ssä. Soiden kehitys on alkanut aikaisintaan preboreaalikaudella. Vaarumäen supra-akvaattiset kallioalueet ovat pinnaltaan rapautuneita. Yleensä kallio on ehjää ruhjepaikkoja lukuunottamatta.

Sandberg (o.s. Toivonen), Leena: "Sedimentaatiosta ja sedimenttien laadusta Kemijoen voimalaitosten patoaltaissa välillä Rovaniemi — Kemi."

Kenttätutkimus on suoritettu kairaamalla ja ottamalla näytteitä patoaltaiden pohjasedimenteistä. Sedimenteistä on määritetty raakoostumus, orgaanisen aineksen määrä sekä muita fyysikaalisia ominaisuuksia.

Sedimenttiaines on liejuista hiekkaa tai siltiä. Orgaanisen aineksen määrä on yleensä 4—6 %. Sedimentaatio- nopeus on keskimäärin 6 mm vuodessa. Luonnontilaisessa

Kemijoen tutkimusalueella on tapahtunut vain vähän sedimentaatiota. Voimalaitosten rakentamisen jälkeen sedimentaatio on huomattavasti lisääntynyt. Se ei kuitenkaan tule aiheuttamaan haittaa voimalaitosten toiminnalle lähimpinä vuosikymmeninä.

Virtanen, Kimmo: "Mineralisaation kuvastuminen turpeessa kolmella Keski-Pohjanmaan suolla."

Tämä tutkimus tehtiin kesällä 1976 kolmella Keski-Pohjanmaan suolla, joiden alla tiedettiin olevan malmiimuodostuma. Soilta kerättiin yhteensä 1390 turve- ja mineraalimaanäytettä, joista analysoitiin Cu, Zn, Ni, Co, Pb ja Mn sekä mitattiin pH-arvot. Edelleen näytteistä pyrittiin selvittämään metallien esiintymistä erilaisissa turpeissa, sekä erilaisten ympäristötekijöiden vallitessa. Analyysitulosten ja muun kerätyn aineiston perusteella selvitettiin metallikationien kulkeutumista ja esiintymistä suo-olosuhteissa lähinnä malminetsinnän kannalta.

ÄBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filskand. **Markkula, Heikki:** "En sedimentsynklinal mellan två graniter i Norvijaur, Norrbotten, Sverige".

Sedimentstråket i Norvijaur och omgivande graniter har undersökts i fält. Dessa undersökningar tyder på, att graniten öster om sedimentstråket är äldre och kaligraniten väster om sedimentstråket i sin tur yngre än sedimentet. Dessa två graniter skiljer sig från varandra både strukturellt och till sin mineralsammansättning.

Sedimentstråk, som bildar en synklinal och representerar närmast en flyschformation, har avlagrats på den östliga graniten. Ovanpå denna granit förekommer botengrus. Sedimentstråket innehåller polymikta konglomerathorisoner med granit- och ljusa aplitbollar. Granitbollarna liknar graniten öster om sedimentet och de ljusa aplitgångarna skär endast denna granit, men har ej mera observerats skära sedimentstråket. Även "graded bedding"-observationerna tyder på att sedimentet har avlagrats på den östliga graniten.

Inga intrusiva kontakter mellan sedimentformationen och graniten öster om den har påträffats, medan kaligraniten väster om sedimentet förhåller sig intrusivt till denna.

GARDNER-DENVER

— porakalustot

MISSION

— upporakoneet

PUTZMEISTER

— ruiskutuspumput

TIMKEN

— porakruunut

DRILLCO

MÄNTSÄLÄ

Puh. 915-81024

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

Airam/Kometa	Outokumpu
Algol	Ovako
Aspo	Palsbo
Drillco	Rautaruukki
Enso	Skega
Grönblom	Tallberg/Atlas Copco
Kaukomarkkinat	Tallberg/Vuorikoneet
Kemira	Tallberg/ „ väriliite
Kockums	Tampella Tamrock
Kone Oy	Tulenkestävät Tiilet
Larox	Valmet
Lohja	Witraktor
Normet/Orion	Vitriifer
Nekalan Konepaja/Kopo	

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

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

Käsikirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkia 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukoineen ja kirjallisuusviitteineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäväksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten.

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 valitessa huomioon pienennyksen vaikutus. Kuvia ei varusteta kehysviivoin. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen.

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

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

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

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

Syksyllä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **syyskuun loppuun** mennessä, kevätnumeroon tarkoitetut **helmikuun loppuun** mennessä.

Eripainoksia toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella.

Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen ry:n tutkimusselosteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimusselosteet sarja A

	hintaa
A 1 "Kulutusta kestävä materiaali"	loppunut
A 2 "Malmitekniillinen näytteenotto"	"
A 3 "Jatkotankoporaus" "Öljypolttimet"	"
A 5 "Maakairaus ja pliktaus"	loppunut
A 6 "Putket ja rännit"	15,—
A 7 "Jatkotankoporaussovellutus louhintaan"	15,—
A 8 "Jäännösanomalia- ja gradienttikartto- jen käytöstä malminetsinnässä"	15,—
A 9 "Rikastamoiden jättealueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	15,—
A 10 "Kuilurakenteet"	15,—
A 10b "Kuilunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	loppunut
A 11 "Raakkulaimennus"	15,—
A 12 "Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teol- lisuusrakennusten katto- ja ukoseinära- kenteet"	56,—
A 12b Piirustusliite n:o 12:een	loppunut
A 13 "Vedenpoisto kaivoksesta"	"
A 14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa"	17,—
A 15 "Näytteenotto geokemiallisessa malmin- etsinnässä"	20,—
A 15b Kuvallite n:o 15:een	loppunut
A 16 "Jauheiden kuivatus"	15,—
A 17 "Pölyn talteenotto"	15,—
A 18 "Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—
A 19 "Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys	15,—
A 20 "Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 21 "Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet"	27,—
A 22 "Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24 "Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—
A 25 "Geofysikaaliset kenttätöet I. Painovoimamittaukset"	20,—
A 27 "Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—
A 28 "Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	15,—
A 29 "Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa"	50,—
A 31 "Pakokaasujen käsittely maanalaisissa ti- loissa: Selvitys normi- ja toimenpide-eh- dotuksineen"	loppunut
A 32 "Seulonta"	40,—
A 33 "Louhintaurakkasopimuksen laatimisohejet" "Louhintaurakkasopimuskaavake"	15,— 2,—
A 34 "Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—
A 36 "Pakokaasukomitea — selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä" Täydennysosa:	15,—
A 36b "Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmootto- rien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39 "ATK-menetelmien käyttö kallioperäkartoit- uksissa"	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 jättealueiden saattaminen uudel- leen kasvullisuuden peittämäksi"	50,—
A 50 "Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 54 "Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 56 "Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—
A 57 "Palontorjunta kaivoksissa"	50,—
A 59 "Utveckling av seismiska metoder för geolo- giska och bergmekaniska undersökningar"	50,—

Koulutus- ja seminaarimonistheet, kalliomekaniikan päivien esitelmämonistheet sekä muut julkaisut sarja B

	hintaa
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 " 49—74 "Skänkmetallurgi-Senkka- metallurgia"	45,—
B 18 " 90—74 "Investoinnit ja käyttölas- kenta metallurgisen teolli- suuden toiminnan ohjauk- sessa"	45,—
B 19 " 45—75 "Materiaalitoimitusten laa- dunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
B 20 VMY "Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
B 21 "Rikastuskemikaalien käsittely-, mittaus- ja annostelumenetelmät"	30,—
B 22 "Kulutusta kestävä materiaali"	40,—
B 23 "Laatokaan-Perämeren malmivyohe"	40,—
B 24 "Malminkäsittelylaitosten käyttöasteen ja kunnossapidon optimointi"	30,—
B 25 "Raakkulaimennus ja sen taloudelli- nen merkitys kaivostoiminnassa"	50,—
B 26 "Pientunnelisymposium"	70,—
B 27 "Uraaniraaka-ainesymposium"	50,—

Vuorimieskillan laulukirja "Tasku-
matti" 10,—
VMY:n solmio, värit: sininen, ruskea,
viininpunainen 30,—

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoita-
jalta TkL Heikki Aulangolta mieluummin kirjallisesti
osoitteella:

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
Vuoriharjuntie 35
02320 ESPOO 32
tai puh. 90-801 4316.

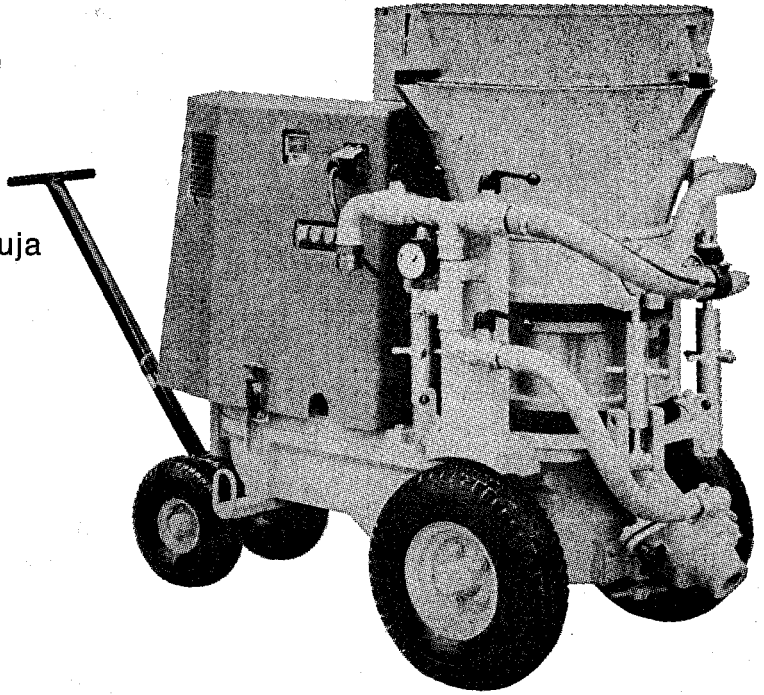
ALIVA - koneita
ruiskubetonille ja -laastille
tulenkestäville massoille
betonikuljetukseen ja
hiekkapuhallukseen

HÄNY - betonininjektointipumppuja

CIMENT-FONDU
-aluminaattisementtiä

ALAG - runkoainetta

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



ALIVA-260

Oy VITRIFER Ab

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

MONIKÄYTTÖISET NORMET – KAIVOSAJONEUVOT

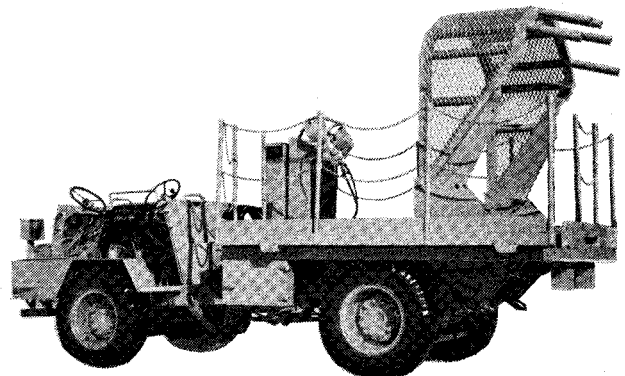
VARUSTEINEEN, KAIKKIIN
KAIVOSKÄYTTÖIHIN

- panostukseen
- huolto- ja korjaustöihin
- asennustöihin
- materiaalikuljetuksiin
- rusnaukseen
- ruiskubetonointiin
- pora-alusta käyttöihin

PK 1000

PK 3000

PK 5000



normet ORION-YHTYMÄ OY
normet
74510 Peltosalmi, Finland
puhelin — telefon 977-22241
telex 4418 farmi sf



DJB D330 louheensierrossa Outokumpu Oy:n Vammalan kaivoksessa. Koneen omistaa Lastaus E. Kärjä & Pojat, Kalajoki.

Käyttövarmuutta louheen siirtoon

DJB DUMPPERIT,

sekä avolouhoksiin että maanalaisiin kuljetuksiin.

Löydätte kuljetustarpeisiinne parhaiten soveltuvan dumppe-
rin seuraavasta mallivalikoimasta:

D275	Kantavuus 25 t
D330	Kantavuus 30 t
D350	Kantavuus 32 t
ja	
D550	Kantavuus 50 t

Kaikissa DJB dumppereissa on Caterpillarin valmistamat etu-
kammiodieselit, power shift vaihteistot ja akselistot.

DJB dumpperit täyttävät Kaivosasetuksen määräykset.

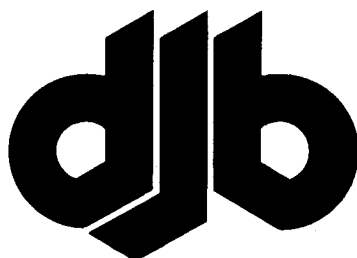
DJB koneet ovat erittäin ketteriä ahtaissa olosuhteissa. Ne
pystyvät liikkumaan täysin kuormattuina vaikeimmissakin
maastoissa ja kiipeämään jopa 40% luiskia.

DJB merkitsee kaivoskuljetuksissa poikkeuksellisen hyvää
käyttövarmuutta ja ensiluokkaista suorituskykyä.

DJB ENGINEERING LIMITED
Peterlee, Co. Durham,
England, SR8 2HX

Telephone 0783 86 4611 Telex 53361

djb on D.J.B Engineering Limited'in tavaramerkki



W WITRAKTOR

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

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

VARMAT

Vihtavuori on maailman monipuolisin räjähdysaineita tuottava laitos. Vuosikymmenien kokemuksen ja nykyaikaisen teknologian avulla luomme tuotteita, joiden teho ja varmuus ovat huippuluokkaa.

Räjähdysaineet
Dynamiitti
Silosex
Aniitti
Ammoniitti

Sytytystarvikkeet
UR-sähköallit
VA-sähköallit
tulilankaallit
sähköallin lisäosanokset
Ano-räjäyttimet
jatkojohdot

KEMIRA OY

VIHTAVUOREN TEHTAAT

41330 Vihtavuori, puh. 941-32622, telex 28226 kemih

Vuoriteollisuuden suurhankkija

Algol ja vuoriteollisuus. Yhteistyöllä on jo vuosikymmenien perinteet. Sen kokemuksen pohjalta me tänäänkin toimimme.

Edustamme tehtaita, joiden tuotteisiin on totuttu luottamaan Suomessa ja Suomen ulkopuolella: Lurgi, Demag ja Didier.

Tarjoamme ratkaisuja, joiden taustana on perusteellinen tekninen tieto, laaja tuotevalikoima ja pyrkimys paneutua asiaan perinpohjaisesti.

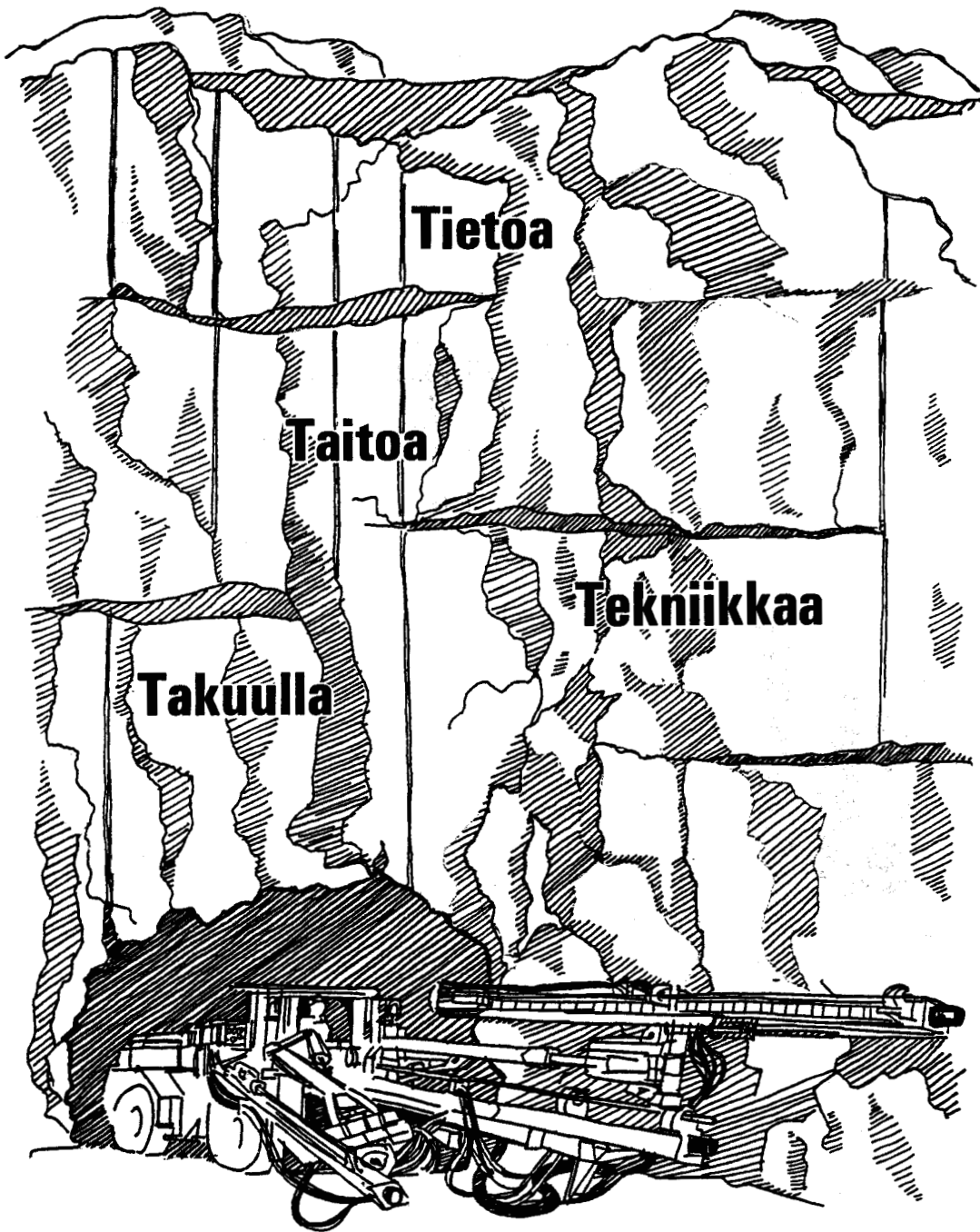
Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessitekniikan alueille. Mielessänne voi olla projektin suunnittelu, laite-tarve tai kysymys vailla vastausta. Olemme käytettävissänne joka tapauksessa.

Algol ja vuoriteollisuus on tuotevalikoimaa. Kuten esimerkiksi:

- kaivosnissejä
- hihnakuljettimia
- mobiilinostureita
- koneistoja pasutukseen, malmien sintraukseen, sintterin jäähdyttämiseen
- tyhjiökuivausrumpuja
- uranimalmin käsittelykoneistoja
- tulenkestäviä keraamisia aineita uunien vuorukseen
- sähkösuodattimia

ALGOL

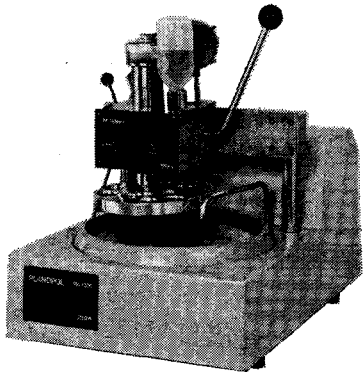
Eteläranta 8, 00130 Helsinki 13
Puhelin 90 -176 631 Telex 12-1430 algol sf



TAMROCK

33310 TAMPERE 31 Puh. 931 - 431 411 Telex 22193

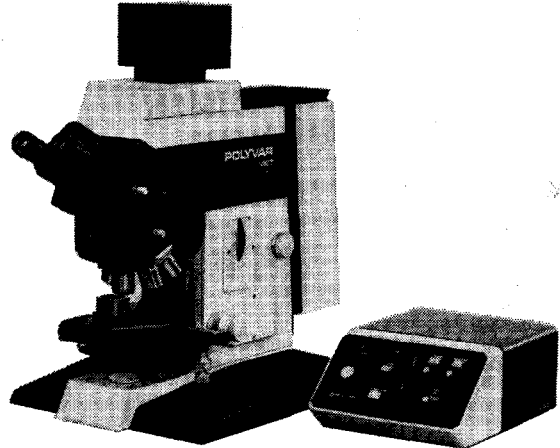
METALLOGRAFIAAN JA MINERALOGIAAN



STRUERS PLANOPOL/PEDEMAX, hionta/kiillotuskone pintavalohieille.



STRUERS — käsittää täydellisen valikoiman mekaanisia, automaattisia ja elektrolyyttisiä hionta- ja kiillotuskoneita pinta- ja ohuthieille sekä tietenkin korkealaatuiset tarvikkeet näiden valmistukseen.



REICHERT POLYVAR-MET tutkimusmikroskooppi pintavalohieille.



REICHERT taas vastaa siitä, että hyvin tehty hie voidaan kunnolla tutkia. Ohjelmassamme on useita vaihtoehtoja eri hintaluokissa pinta- ja läpivalo- sekä stereomikroskooppeja monipuolisilla lisälaitteilla.

KAUKOMARKKINAT OY, Laboratorio-osasto, Kutojantie 4, 02630 ESPOO 63, 90-523 711

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n**

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 28.—29. 3. 1980

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s**

ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors den 28.—29. 3. 1980

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

Laatua lähisiirtoihin- valitse KOPO- ja NECON- kuljetinelementit.

Toimitamme

- Kappale- ja massatavaran kuljetinelementtejä
 - NECON-kuljetinrullat (kevyt sarja)
 - KOPO-kuljetinrullat (normaali ja raskas sarja)
 - hihnarummut ja niiden kiristyskiskot
 - hihnan puhdistimet
 - rullien kannatintelineet

— käyttökoneistot ja muut osaelementit

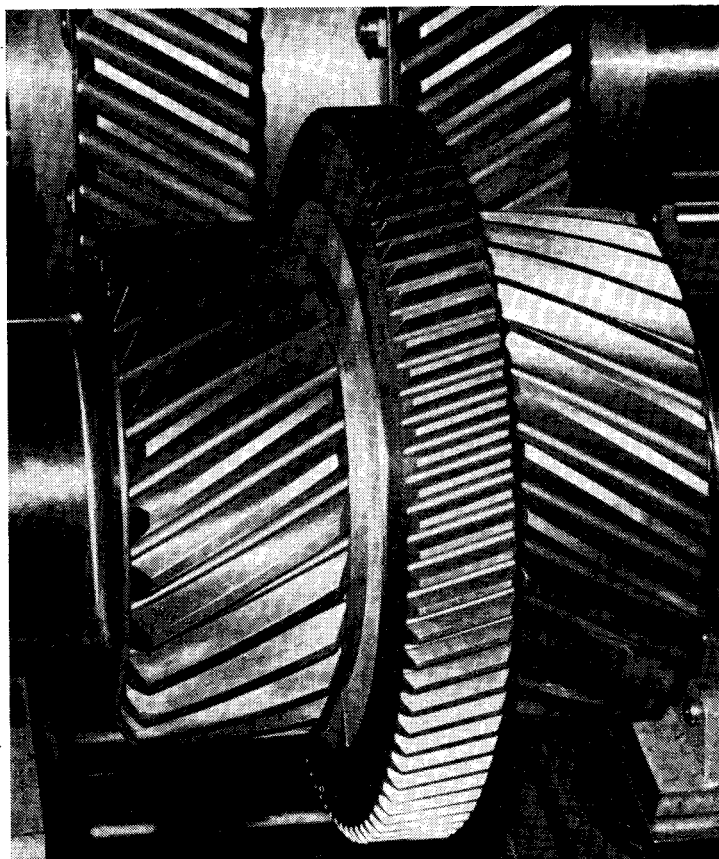
- Yksittäisiä kuljettimia
- Täydellisiä kappaletavaran kuljetinjärjestelmiä

OTA YHTEYTTÄ

KOPO

NEKALAN KONEPAJA OY

Vihiojantie 6, 33800 Tampere 80, puh. 931 - 30 202
telex 22506 neka sf



TEHONSIIRRON ASIAANTUNTIJA

VALMET GEARS

Monipuolinen tehonsiirtolaitepalvelumme tarjoaa

- neuvontaa käyttökysymyksissä
- sijoitus- ja perustussuunnitelmat
- huoltopalvelua
- linjauslaskelmat
- ennakoivaa vianetsintää
 - ääni- ja värähtelymittaukset
 - materiaalitutkimukset

Toimitamme mm.

- komponenttistandardoituja teollisuusvaihteita
- mekaanisia käyttöjärjestelmiä
- laivavaihteita
- erikoisvaihteita
- hammaskytkimiä
- elastisia tappikytkimiä

VALMET

Valmet Oy Rautpohjan Tehdas
PL 158, 40101 Jyväskylä 10
Puh. (941) 215100. Tlx 28213 valpr sf

Vuorimiestemme työn jälkeä.

Lohjan kaupunki
Tytyrin kaivos ja kalkkitehdas

Karjaa
Mustion avolouhos

Sipoo
Kaivos ja kalkkitehdas

Kemiö
Maasälpä- ja kvartsi-
laitos

Kokemäki
Puhallushiekka- ja
kuonalaivos

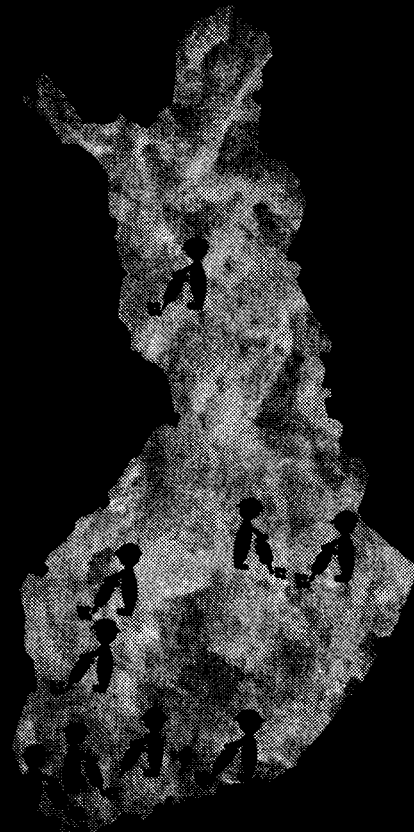
Nilsia
Kvartsihiekkalaitos

Peräseinäjoki
Haapaluoman
maasälpälaitos

Polvijärvi ja Outokumpu
Talkkilouhos ja
Vuonoksen talkki-
jalostamo

Tervola
Liuskesirotetehdas

OY LOHJA AB





**WAGNER
MINING
EQUIPMENT CO.**

**Laskekaa
kuljetus-
kustannuksia
Wagner-
kaivoskoneilla**

Wagner
lastaa ja kuljettaa
LHD-koneilla
sekä
raskailla dumppereilla.

palsbo

OY HANS PALSBO AB

Puuttitie 20, 00810 Helsinki 81, puhelin 90-782 100

Aspon teräs- palvelukeskuksesta

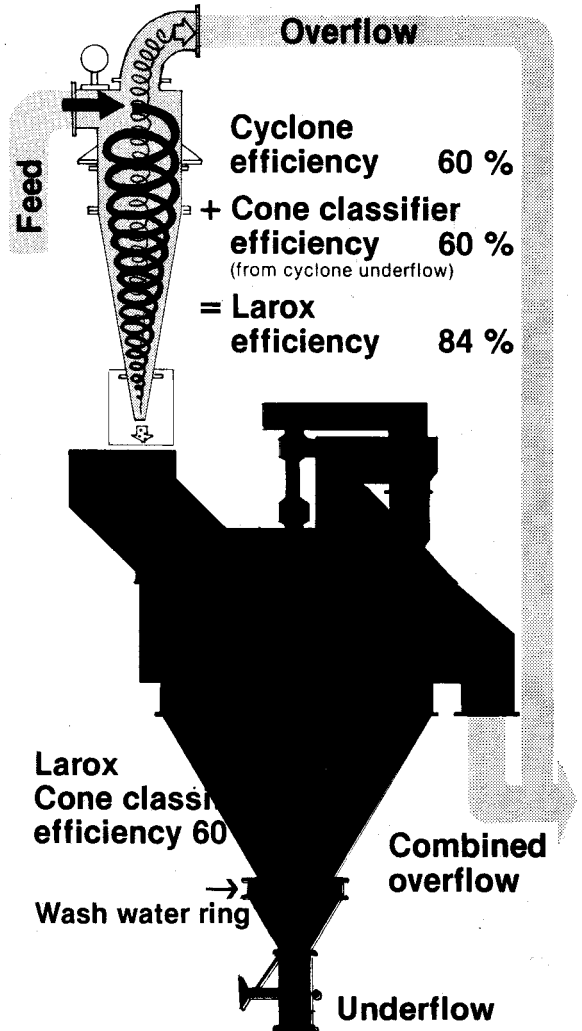
- Ovakon erikoisterästä
- Kulutuksen kestävät teräslevyt

Kylmävalssatut — ja kuumavalssatut teräslevyt •
Putkipalkit • Ruostumattomat ja haponkestävät te-
räkset, putket ja levyt • Alumiinit • Pakkausvanteet



Järvenpää puh. 90-280 122

60%+60%=84%



Larox classifiers are available for
feed capacities up to 600 tph.

LAROX

—classification—concentration—
filtration—

LAROX OY

P.O.B. 29, SF-53101 Lappeenranta 10, Finland

Phone (international +) 358-53-11760

Telex 58233 larox sf

SKEGA KUMISEULATASOT

SKEGA kumiseulatasoja käytetään karkea- ja hienoseulonnassa. Kuva esittää alatasoa aukoilla 6×20 mm. Tasolla on saavutettu seulontatehokkuuden lisäksi pitkä kestoikä, 1,2 — 1,3 milj. tonnia pellettejä.

SKEGA KARKEA- JA HIENOSEULONTAAN

Aukkokoot: 4×20 , 6×20 , 8×20 , 10×20 , 12×20 , 15×20 , 18×18

Neliöaukkokoot: 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 90, 100, 120, 140, 150

OY SKEGA AB

INCENTIVE-YHTYMÄ

HAAPANIEMENKATU 34 B 16

70100 KUOPIO 10

PUH. 971-123 111

TELEX 42157 SKEGA SF

Raex-teräkset.

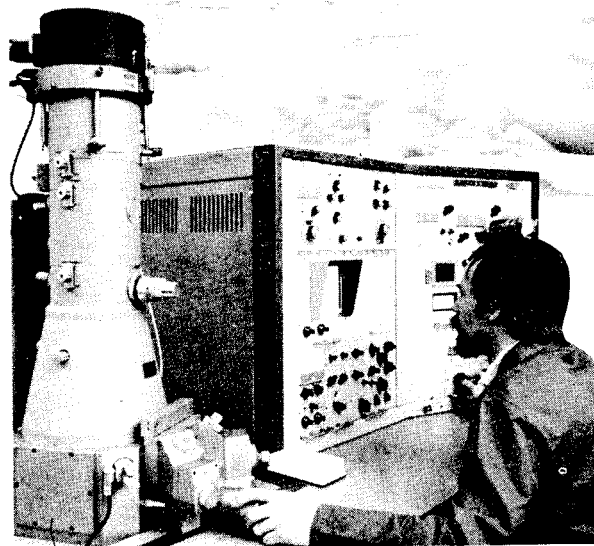
Kylmiin olosuhteisiin.



Kylmissä olosuhteissa käytettäviltä teräksiltä vaaditaan paljon. Lämpötilavaihtelut ja ankarat sääolosuhteet panevat teräksen kovalle koetukselle.

Siellä missä tavallinen normaalirakenteinen teräs pettää, siellä Rautaruukin kehittämät RAEX-teräslaadut kestävät.

Esimerkkejä tuotekehittelystämme: RAEX POLAR on jäänsärkijöitä varten kehitetty teräslaatu. Siinä on kyetty minimoi-



Rautaruukin metalliopillinen tutkimus tähtää sopivien teräslaatuojen kehittämiseen erilaisissa olosuhteissa varten ja toisaalta teräksen ominaisuuksien tuntemiseen niin, että tieto palvelee entistä paremmin teräksen käyttäjiä.

maan korroosiomahdollisuus hitsisaumassa teräksen ollessa suorassa kosketuksessa avoimen meriveden kanssa.

RAEX ARCTIC-rakenne- ja paineastiteräkset ovat käytännöllinen ja taloudellinen ratkaisu kohteisiin, jotka sijaitsevat kylmässä ilmanalassa.

RAEX ARCTIC-teräkselle on ominaista hyvä hitsattavuus, ja iskutikeus on erinomainen vielä -60°C lämpötilassa.



RAUTARUUKKI OY

Myynti ja tekninen neuvonta
Fredrikinkatu 51-53, 00100 HELSINKI 10
puhelin 90-601 911

Tutkimuskeskus
92170 RAAHENSALO
puhelin 982-301

SALA

lamellisakeutin:

et tingi yhtään tehosta.

Mutta säästät ehkä 70% tilasta.

Yksinkertaisesti nerokas

SALA on rakenneperiaatteeltaan yksinkertainen: sakeutuspinna on jaettu lamelleihin, jotka vuorostaan on asennettu limitäin kallistettuina päällekkäin. Sakeutus/selkeytyspinna on täten yhtä paljon kuin suuressa altaassa. Mutta tilaa tarvitaan vain murto-osa altaan vaatimasta tilasta. Rakenteella saavutetaan merkittäviä etuja:

Pakettitoimitus

Pienet ja keskisuuret sakeuttimet tulevat tehtaalta valmiiksi koottuina, vain suurimmat toimitetaan perille osina. Rakentamisvaiheet yksinkertaistuvat ratkaisevasti, asennuskustannukset jäävät vähäisiksi.

Siirreltävyys

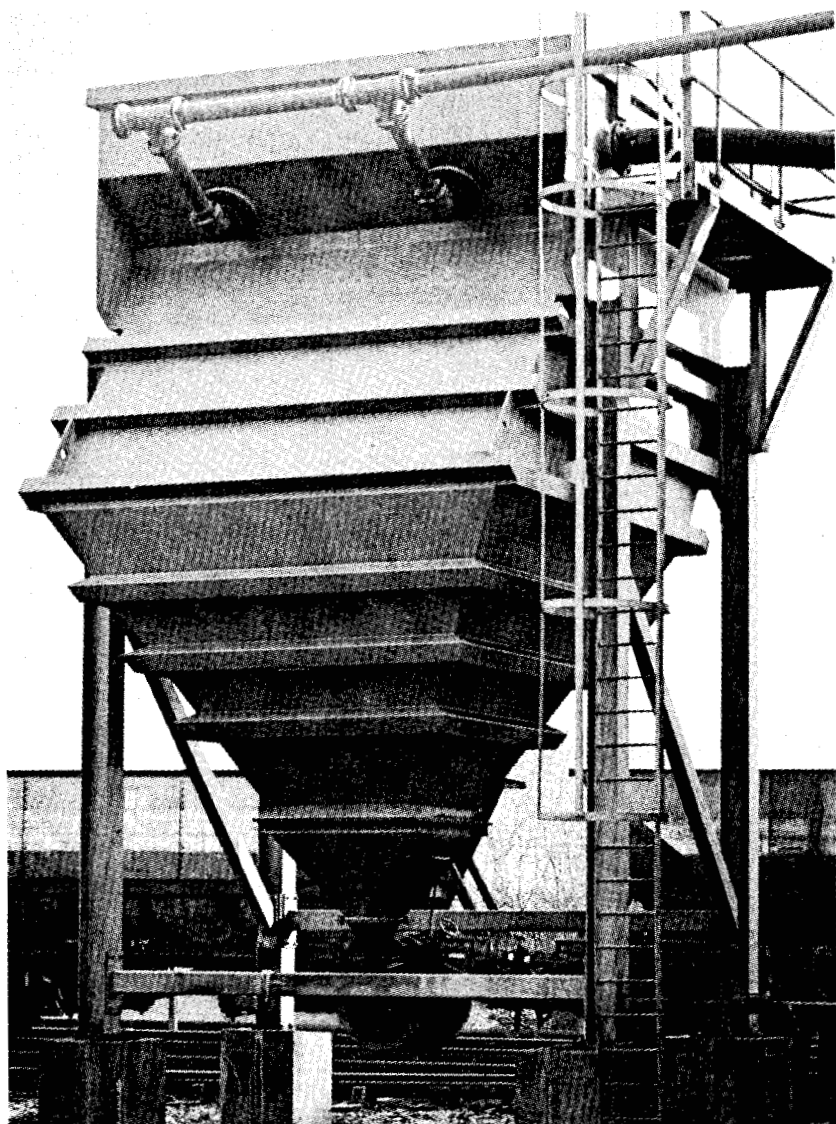
SALA lamellisakeutin on helppo siirtää. Suurikokoisen altaan siirtäminen sensijaan on melkoinen operaatio.

Kylmän ilmanalan sakeutin

SALA lamellisakeutin on Pohjolan oloihin ihanteellisesti sopiva sakeutin. Vähäisen tilantarpeen ansiosta se voidaan helposti sijoittaa sisätiloihin.

Edulliset käyttökustannukset

SALA lamellisakeuttimessa ei ole liikkuvia osia. Tämä merkitsee, että käyttökustannukset jäävät erittäin alhaisiksi.



Soita Tallbergin vuorikonemiehille. Saat palvelupostissa tarkat tiedot SALA lamellisakeuttimista.

TALLBERG
vuorikoneet

Karapellontie 11
02610 ESPOO 61
Puh. (90) 594 011