

# VUORITEOLLISUUS

---

# BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

## Sisältö — Innehåll

**Toimi Lukkarinen:**

Teollisuuskäyttöisen märän jauhatusmyllyn  
kapasiteetti perusmyllyllä mitattuna

**Herman Stigzelius:**

Geologinen tutkimuslaitos

**Kalevi Pelkonen, Esko Alopaeus, Sakari Penttilä,  
Olli Korhonen:**

Outokumpu Oy:n Hammaslahden kaivos

**A. Warma, P. Lähteenoja, T. Lukkarinen:**

Outokumpu Oy:n Kylmäkosken kaivos

**Pentti Niskanen:**

ATK:n soveltaminen louhinnassa

**Andrzej Zablocki:**

Kupari — Puolan toivo

Uutisia — Nyheter

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen 1966—1972

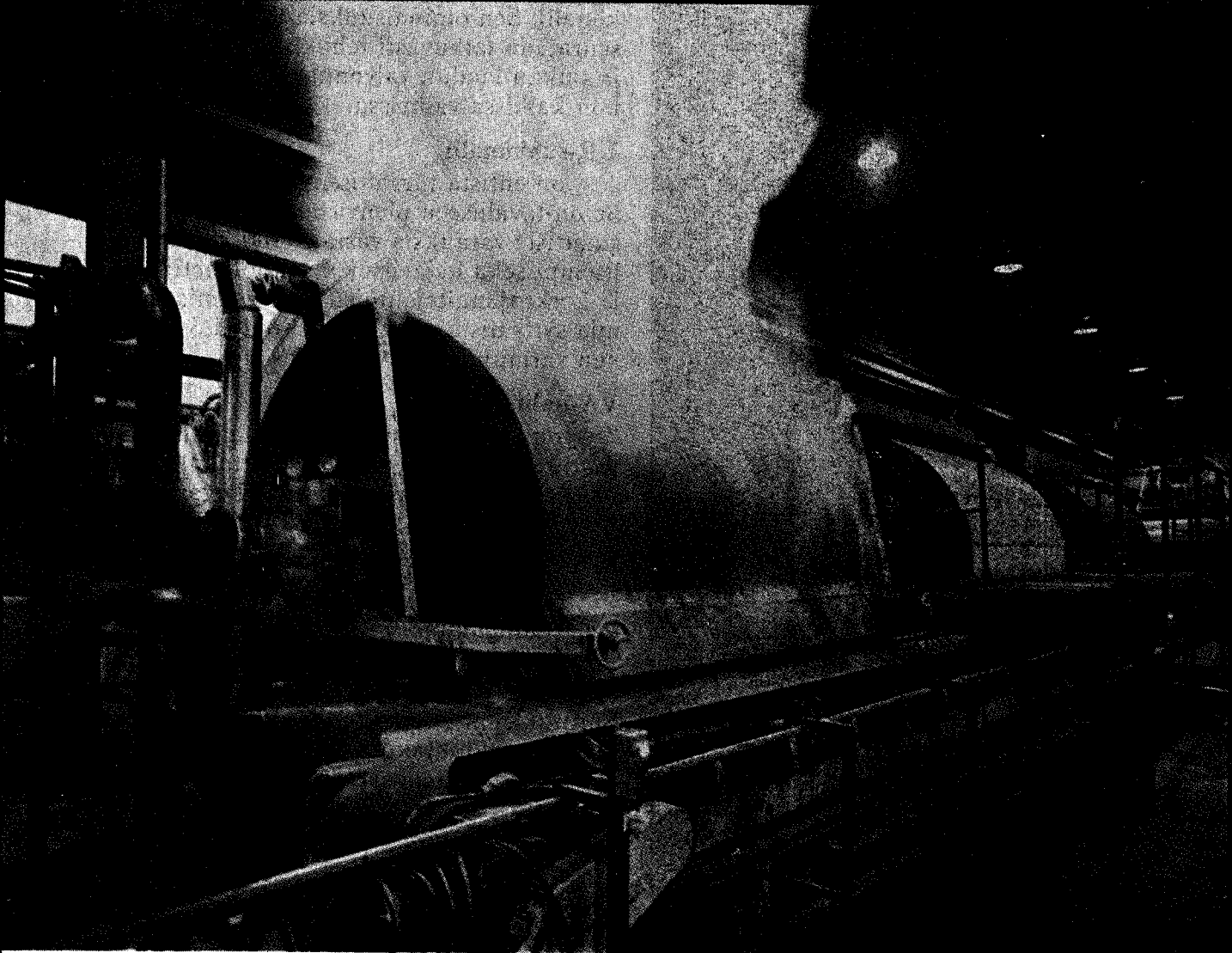
**Outokummun  
instrumentit  
käytettyjä,  
kiitettyjä  
kaikkialla maailmassa**



**OUTOKUMPU OY**  
INSTRUMENTTITEHDAS, TAPIOLA

# suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle

Enso valmistaa Envirotech Corporationin lisenssillä erilaisia kaivosteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja suodattimia ja sakeuttimia sekä muita laitteita kiinteiden aineiden erottamiseksi nesteistä.



Ferrokromitehtaan Enso-suodattimet, Outokumpu Oy, Tornio.

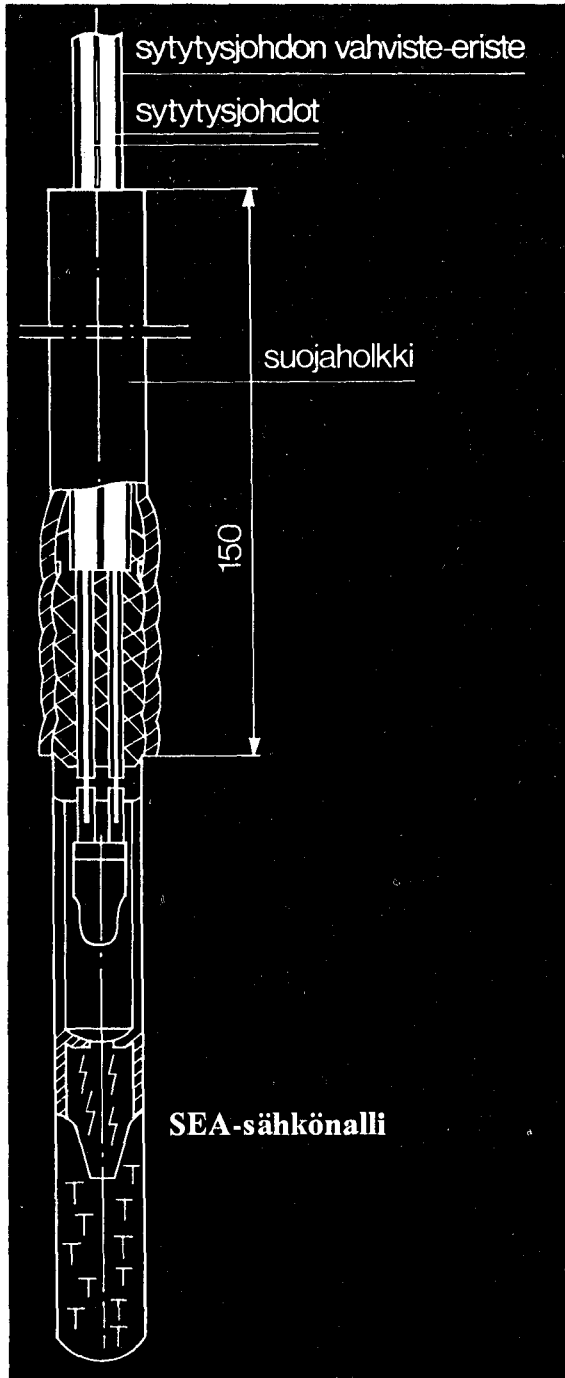
- EIMCOBELT SUODATTIMIA
- EXTRACTOR SUODATTIMIA
- AGIDISC KIEKKOSUODATTIMIA
- TILTING PAN SUODATTIMIA
- RUMPUSUODATTIMIA
- PAINESUODATTIMIA
- TOP FEED SUODATTIMIA
- PRECOAT SUODATTIMIA
- SAKEUTTIMIA
- SELKEYTTIMIA

# ENSO

ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ ● KONEPAJARYHMÄ

57101 SAVONLINNA 10 ● PUHELIN 21 941 ● TELEX 5613 enso sf

# VIHTAVUOREN luotettavia sähköräjäytysnalleja



## Pienvirtanalli

on korkealaatuinen, toimintavarma sähkönalli. Sen ominaisuuksia kehitetään ja seurataan jatkuvasti tehokkaan tutkimustyön ja tiukan laadun valvonnan avulla tuotannon kaikissa vaiheissa.

## UR-sähkönalli

on entistä turvallisempi pienvirtanalli. Se on tavalliseen pienvirtanalliin verrattuna staattisia varauksia vastaan 160 kertaa turvallisempi sekä hajavirtojen, radiolähettimien ja korkeajännitejohtojen aiheuttamia tahattomia syttymisiä vastaan sillä on yli 5-kertainen varmuus.

## VA-nalli

on varmuusominaisuuksiltaan huomattavasti turvallisempi kuin pienvirtanalli. VAnalli ei syty ihmisen kehon sähkövarauksesta ja voimajohtojen, radio- ja tutkalähettimien sekä ukonilman aiheuttama vaara on pienempi kuin pienvirtanalleja käytettäessä.

## SEA-sähkönalli

on vaativiin louhintaolosuhteisiin tarkoitettu erikoisnalli.

Suosittellemme sen käyttöä erityisesti vedenalaisissa louhintakohteissa, koska se on valmistettu vedenkestäväksi suurissakin vesipaineissa.

**KEMIRA OY**

Osasto Vihtavuori  
Räjähdyksineiden myynti  
ja käytön neuvonta  
Puh. 90-440 281

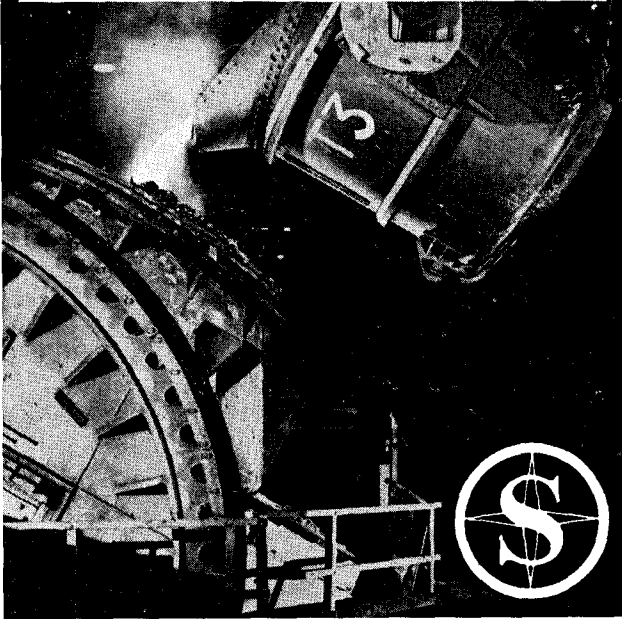
**KEMIRA OY**

Vihtavuoren tehtaat  
Puh. 941-32 622

**RÄJÄHDYSAINEKONTTORI**

Räjähdyksineiden myynti  
ja käytön neuvonta  
Puh. 90-441 602,  
90-499 884

# STEETLEY



## huippuluokan tulenkestäviä aineita

Euroopan suurimpana magnesiitti- ja dolomiitti-tuotteiden valmistajana Steetley on jatkuvasti seurannut teräsprosessien nopeata kehitystä voidakseen täyttää kaikki korkealuokkaisille tulenkestäville aineille asetettavat vaatimukset. Uusista ajanmukaisista tuotantolaitoksistaan Steetley voi nyt toimittaa kaikki viimeisimmät tulenkestävien aineiden tyypit Kaldo-, LD- ja valokaariuuniprosesseihin.

Nämä uudet Steetleyn tuotteet vastaavat kaikkia nykyisten teräsprosessien vaihtelevia vaatimuksia erilaisissa käyttöolosuhteissa. Käyttäkää Tekin Steetleyn laajaa kokemusta hyväksenne Steetleyn asiantuntijoilta saatte oikeat vastaukset — ja nopeasti. Steetleyn palveluun liittyy myös täydellinen vuoraus-asennus sekä neuvonta-, tuotanto- ja varastointikysymyksissä.

Ottakaa yhteys,  
annamme mielellämme lisätietoja.



## DEVCON muoviteräs

Devcon muoviteräs tilapäisiin ja pysyviin korjauksiin.

Devcon tuotteita on käytetty menestyksellisesti ympäri maailman rikkoutuneiden pumppujen, venttiilien, valukappaleiden, murtuneiden putkien, kompressoreiden, teräs-, lasi- tai puusäiliöiden, hydraulikkasyntereiden, leikkautuneiden kierteiden, kuljetushihnojen ym. korjaamiseen. Näitä käytetään myös kulutus-pintojen uusimiseen tai vanhojen laitteiden kunnostamiseen, tiivisteiden valmistamiseen, säiliöiden vuoraamiseen tai yleensä laitteiden suojaamiseen hankaavalta ja kemialliselta kulutukselta.

Ottakaa yhteys, kerromme mielellämme lisää Devcon tuotteiden monipuolisista käyttö-mahdollisuuksista.



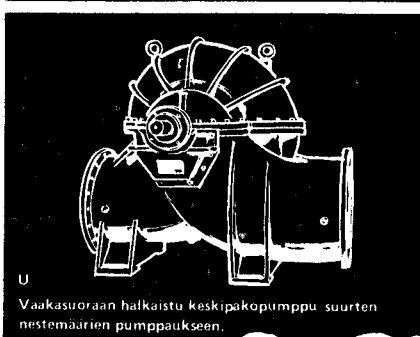
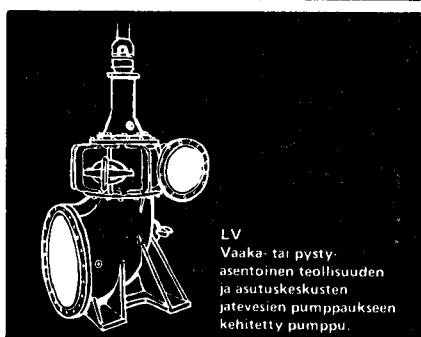
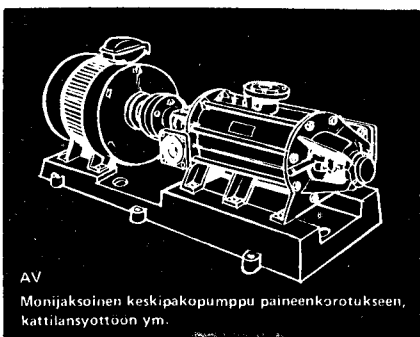
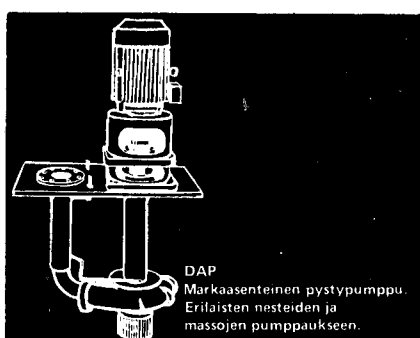
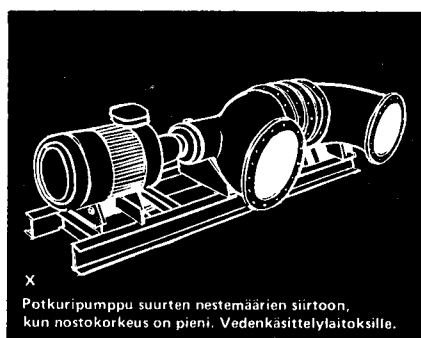
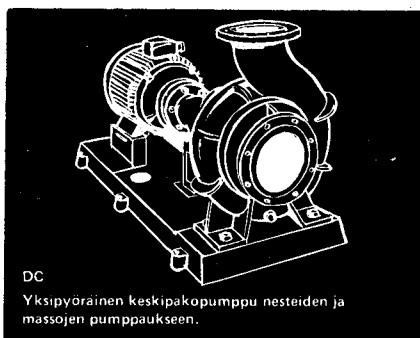
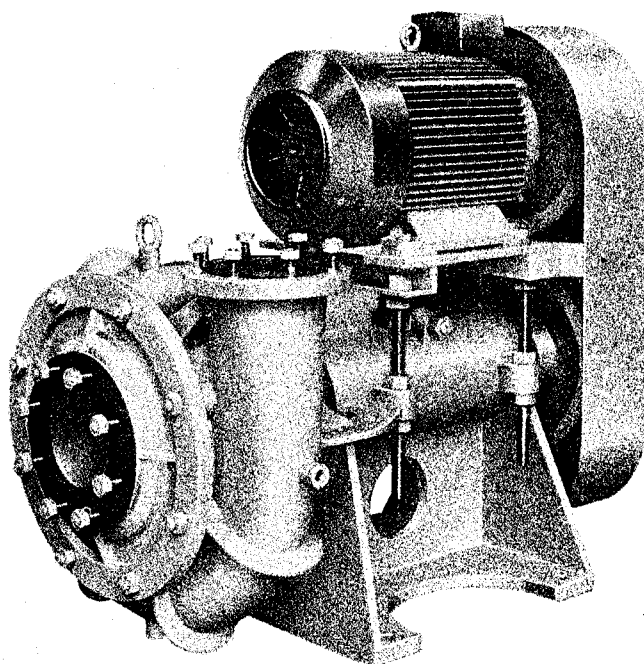
OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

00380 HELSINKI 38  
KARVAAMOKUJA 6  
PUHELIN 55 44 88  
20100 TURKU 10  
L. RANTAKATU 21  
PUHELIN 24 779  
90120 OULU 12  
ILMARINKATU 1  
PUHELIN 24 312

# Serlachius pumpput käyvät yötä päivää.

SERLACHIUS-pumput on kehitetty ja testattu todellisissa käyttöolosuhteissa. Jokainen pumppu on tehtaalla koeajettu. Viiden vuosikymmenen kokemuksella on pumppujen jokainen rakenneosia huolellisesti tutkittu ja suunniteltu. Tä.nä vankkarakenteinen OKR keskipakopumppu on tehty kestämään kulutusta ja kovaa räsitusta. Siksi sen valurautapesä on varustettu vaihdettavilla kumivuorilla. Teräsrunkoinen juoksupyörä on kiinteästi kumitettu. Pumppu valmistetaan myös kokonaan NiHard-aineesta. OKR keskipakopumppu kuljettaa kuluttavia lietteitä yötä päivää — tasaisesti ja häiriöttömästi.

**50**  
VUOTTA  
LAATUPUMPPUJA



G.A.Serlachius Oy Konepajateollisuus Mänttä

puhelin 934-4771, telex 22334 serko sf



TILAA  
NOPEA  
HUOLTO  
PUH.  
934-4771



## Tämä myllyvuoraus kestää vähintään neljä kertaa niin kauan kuin teräsvuoraus. Se on valmistettu Trellex<sup>®</sup>-kumista.

1. Vuorauksen pitemmän kesto-  
iän ansiosta lyhenevät myllyn sei-  
sonta-ajat ja täten laitoksen tuot-  
tavuus kohoaa.

2. Nopea ja yksinkertainen asen-  
nus. Tarkkaan mitoitettut osat ja 60  
—80 % alhaisempi paino mahdol-  
listavat asennusajan lyhenemisen  
kolmanteen osaan entisestä.

3. Korokepalkkien sisäänupote-  
tut kevytmetalliprofiilit sekä T-pul-  
tit takaavat vuorauksen jäykän ja  
tukevan kiinnityksen. Tämä kiinni-  
tystapa mahdollistaa korokepalk-  
kien kääntämisen 180°, jonka an-  
siosta vuorauksesta saadaan opti-  
mihyöty.

4. Trellex myllyvuorauksen an-  
siosta pienenee myllyn melutaso  
huomattavasti.

**TRELLEBORG** 

Lähempiä tietoja haluttaessa otta-  
kaa yhteys vuorikoneosastoomme.

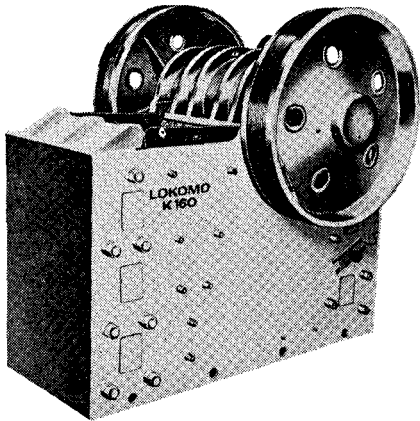
**TALLBERG**  
**VUORIKONEET**

ALEKSANTERINKATU 21 00100 HELSINKI 10 PUH. 13 611

# Vaikka kallioperustamme onkin maailman lujimpia, sen murskaaminen olisi leikintekoa Lokomo-kalustolle. Tästä sen pelastaa vain sen kauneus.

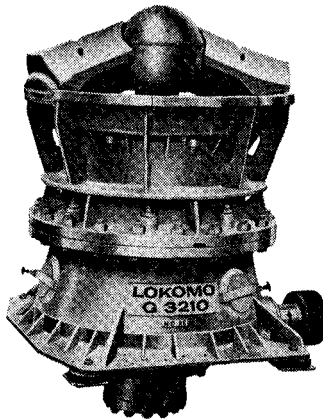
## KIERTOMURSKAIN LOKOMO K 160

Kita-aukko 1600 x 1300 mm  
Kiinteän leuan pituus 2950 mm  
Alapään min. asetusalue 250—400 mm  
Kapasiteetti e.o. asetuksilla 250—400 m<sup>3</sup>/h  
Paino 107 tonnia



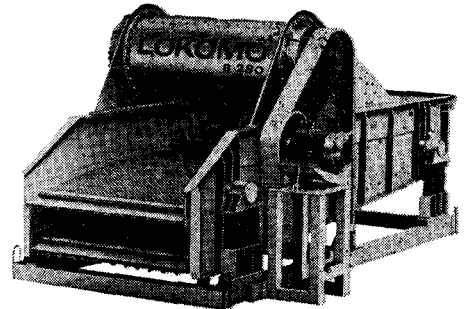
## KARAMURSKAIN LOKOMO G 3210

Sisäkartion suurin läpimitta 1000 mm  
Syöttöaukko 320 mm  
Iskuliike 16—25 mm  
Asetusalue 35—70 mm  
Kapasiteetti 70—160 m<sup>3</sup>/h  
Paino 16 tonnia



## HORISONTTAALISEULA LOKOMO B 280

Tasoluku 2 (vaihtoehtoisesti 3)  
Tason pinta-ala 8 m<sup>2</sup>/taso  
Moottori 22 kW/1445 rpm



Maailman lujin kivilaji — jääkauden paljastama graniitti ja pohjoisen arktiset olosuhteet — vuoden keskilämpötila 70. leveysasteella nollan alapuolella asettavat murskainkalustolle erittäin suuret vaatimukset. Koneiden on säilytettävä toimintakykynsä vielä yli 40°C pakkasessa. Ja murskattava samalla maailman lujinta kiveä. Siksi käytettävät rakenteet ja materiaalit on tutkittava ja testattava perinpohjaisesti. Kuten Lokomolla. Lokomon murskausyksiköitä käytetään mm. LKAB:n ja Boliden AB:n kaivoksissa Ruotsissa ja Outokummun kaivoksissa Suomessa. Maailman lujinta kiveä murskaamassa.

Viidenkymmenen vuoden kokemus murskainten valmistajana ja tuhannet toimitetut yksiköt ovat nostaneet Lokomo-murskainkaluston maailman huippuluokkaan. Oman terästehtaan ansiosta ei laadusta missään vaiheessa ole tarvinnut tinkiä. (Alihankkijana olemme toimittaneet mm. kilpailijoillemme murskainten akseleita!) Yksittäisten murskain-, seula- ja syötinyksikköjen lisäksi valmistamme myös pitkälle automatisoituja murskain- ja seula-asemia. Teemme myös suunnitelmia asiakkaittemme kokonaisprojekteista ja olemme aina valmiit auttamaan murskausalaa ongelmissa.

# LOKOMO

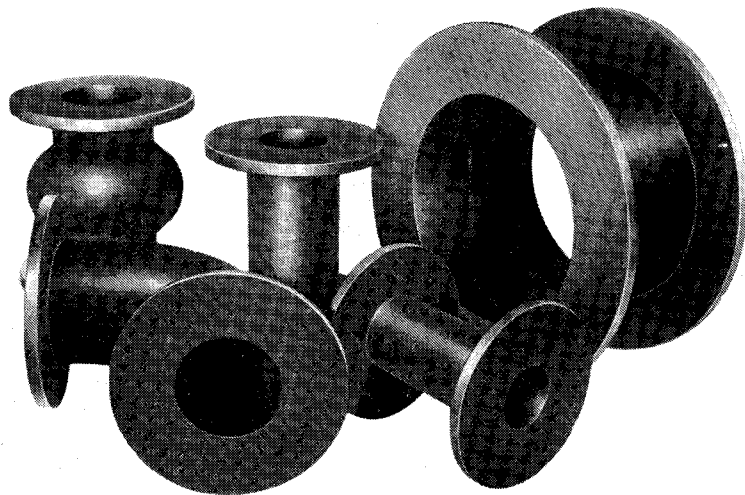
Rauma-Repola Oy Lokomon Tehtaat  
Tampere puh. 931 — 33 100





# Joustavaa tuotantoa.

**Nokian tekninen kumiosasto  
antaa kumille  
tarkoituksenmukaiset muodot.  
Näillä muodoilla vaimennetaan  
melua ja tärinää.**



## *Laipalliset liitäntäletkut*

*Nokian laipalliset liitäntäletkut vaimentavat melun ja tärinän johtumista putkistoon ja siitä seinien kautta koko rakennukseen. Liitäntäletkuja käytetään koneiden ja laitteiden tärinävaimennukseen. Liitäntäletkut tasaavat putkistojen jännityksiä ja lämpölaajenemista.*

*Nokian laipalliset liitäntäletkut helpottavat huomattavasti putkistojen asennustöitä.*

# MF aina kuorman verran edellä.

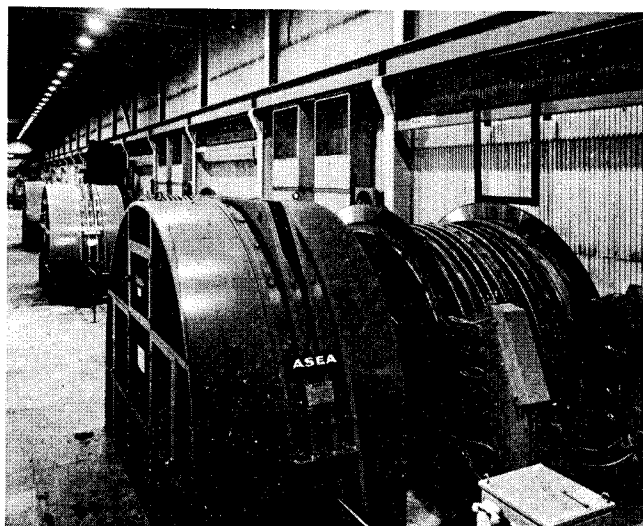
Sehän jo tunnetaan – maansiirtotöissä MF-pyöräkuormaaja on voimatekijä. Paiskii kuormia katkeamattomassa tahdissa. MF:n takia ei tule turhia katkoja. Ja MF on aina urakan mittainen. Tosi isoonkin työhön riittää tehoa ja vauhtia. MF-pyöräkuormaajia on laaja valikoima 7,8–30 tonnin painoluokissa. Pidä jalat maassa maansiirtokonetta valitessasi. Ota MF – ne pyörät pyörivät varmasti.



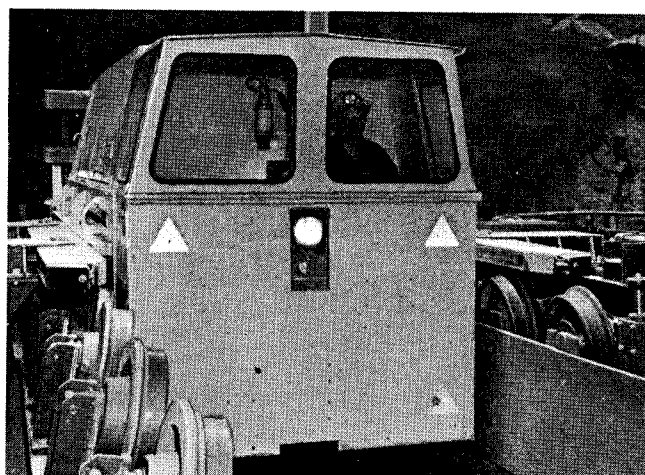
**HANKKIJAJA**



# Put your trust in established thyristor know-how!



ASEA installations for automatic horizontal and vertical transport are operating in over 300 mines throughout the world. ASEA pioneered thyristor drives and control – not to mention disc brakes – for mine hoists in the early '60s. Multi-rope hoists with thyristor drive and disc brakes give reduced



Remote-operated thyristor-controlled locomotives with highly efficient loading and discharge systems for mine cars afford optimum transport capacity.

costs for building, maintenance and spares. The illustration above shows six 4300 kW

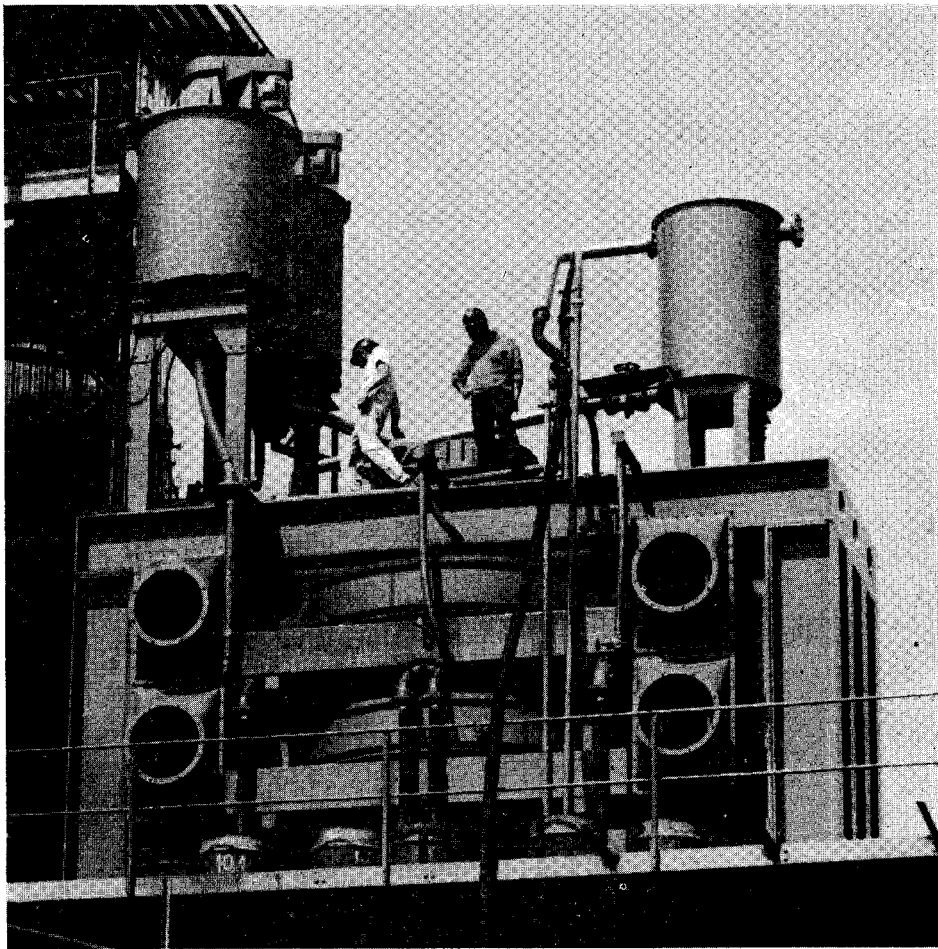
ten-rope hoists with thyristor drive and disc brakes at LKAB, Kiruna, Sweden.

---

OY ASEA AB  
Kilo industriområde  
Postfack 10, SF-02610 KILO  
Tel. 90-59111

# ASEA

# 'JONES' Vahvakenttä-märkä- magneettierotin tarjoaa uusia mahdollisuuksia



Se on mahdollistanut heikosti magneettisten, raeko'oltaan alle 1 mm olevien materiaalien taloudellisen märkäerotuksen. Se antaa korkeapitoisia magneettisia tuotteita tai hyvin puhtaita epämagneettisia tuotteita ja sen kapasiteetti on aina 110 t kiintoaineita tunnissa.

Vieläpä sellaisia mineraaleja, joita on pidetty epämagneettisina, voidaan 'JONES'-issa erottaa. Monet vielä arvottomat esiintymät voidaan nyt hyödyntää. Jätekasatkin merkitsevät usein rahaa.

Monista myydyistä 'JONES'-suurtehoerottimista yksistään Brasilian rautateollisuus käyttää 28 yksikköä itabiriitin rikastukseen. 'JONES' vahvakenttä-märkämagneettierotin tarjoaa useita etuja:

#### Magneettinen rikastus

Hematiitti, sideriitti, ilmeniitti, sinkki-, kromi-, mangaanioksiidit, eräät kupari- ja nikkeliyhdisteet sekä muut heikosti magneettiset mineraalit.

#### Mineraalien puhdistus

poistamalla magneettiset epäpuhtaudet.

Esim. lasihiekka, apatiitti, savi, talkki, maasälpä, kaoliini, grafiitti, bauksiitti.

# MICHIGAN 275 B pyöräkuormaaja



## on varustettu UUDEN AJAN HYDRAULIIKALLA, jonka ansiosta

– kaivuvoima säätyy automaattisesti kaivuvastuksen mukaan,

– virtaus lisääntyy automaattisesti silloin kun tarvitaan suurempia hydrauliiikan nopeuksia.

Uusi tarkoituksenmukainen ja kestävä puomin geometrisen muotoilu.

Voimansiirto kokonaisuudessaan Clarkin valmistama. Paino 33 tn. Kalliokauha 5,4 m<sup>3</sup>. Moottori 380 hv.

Tiekone, puh. 716 711, Teollisuuskatu 29, Helsinki, PL 129, 00101 Hki 10

# MACHINERY OY

# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

Hallitus: Joht. Heikki Tanner, puh.joht., joht. Nils Gripenberg, varapuh.joht., yli-ins. Raimo Eriksson, tekn.lis. Teuvo Grönfors, toim.joht. Erkki Heiskanen, tekn.tri Kalevi Kiukkola, yli-ins. Heikki Konkola, yli-ins. Simo Seppänen, dipl.ins. Rolf Söderström, dipl.ins. Juhani Tanila, tekn.lis. Seppo Yläsaari.

1. siht.: Dipl.ins. Pekka Lähteenoja, Outokumpu Oy, Töölönkatu 4, 00100 Hki 10, puh. 4031.

2. siht.: Dipl.ins. Gösta Diehl, Oy Aerator Ab, Haapaniemenkatu 6, 00530 Hki 53, puh. 717 077.

Rahastonhoitaja: Tekn.lis. Heikki Aulanko, Outokumpu Oy, PL 27, 02101 Tapiola, puh. 90-4211.

Geologijaosto: Fil.tri Lauri Hyvärinen, puh.joht., fil.maist. Marjatta Virkkunen, siht., Geologinen tutkimuslaitos, 02150 Otaniemi, puh. 90-461 011.

Kaivosjaosto: Joht. Reino Kurppa, puh.joht., dipl.ins. Antero Hakapää, siht., Outokumpu Oy, 83500 Outokumpu, puh. 973-51/561.

Metallurgijaosto: Dipl.ins. Reijo Antola, puh.joht., dipl.ins. Seppo Härkönen, siht., Ovako Oy, Lauttasaarentie 48, 00200 Hki 20, puh. 90-670 091.

Rikastus- ja prosessitekn.jaosto: Prof. R. T. Hukki, puh.joht., dipl.ins. Veikko Appelberg, siht., Outokumpu Oy, PL 27, 02101 Tapiola, puh. 90-4211.

Vuoriteollisuus-lehden toimitus: Prof. Martti Sulonen, päätoimittaja, TKK, 02150 Otaniemi, puh. 90-460 144, prof. Paavo Majjala TKK, rouva Kaija Marmo, toimitussihteeri, puh. 90-462 192.

Toimituksen osoite: 02150 Otaniemi, Otakallio 2 B 19.

Ilmoitushinnat: Kansisivut 850:—, muut sivut 750:—, 1/2 s. 500:—, 1/3 s. 400:—, 1/4 s. 300:—, irtonumero 5:—.

Lehti ilmestyy toukokuussa ja joulukuussa.

N:o 2

1973

31. VUOSIKERTA

## Teollisuuskäyttöisen määrän jauhatusmyllyn kapasiteetti perusmyllyllä mitattuna

*Toimi Lukkarinen, tekn.lis., Outokumpu Oy*

### JOHDANTO

Tämän kirjoituksen tarkoituksena on vertailla eräiden teollisuuskäytössä toimivien märkäjauhatusmyllyjen kapasiteetteja perusmyllyn [1] avulla ja esittää karkea laskutapa tarvittavan myllykoon arvioimiseksi.

Mielivaltaisen myllyn perusmyllyksi on määriteltä [1]

$$Py = D^{2.5} \times L \quad (1)$$

Myllyn läpimitta D on mitattu vaipan vuorauksen korokepalkkien harjalta harjalle, jos niiden välit ovat

malmin tai jauhinkappaleiden täyttämät, mutta muuten matalasta palkista tai vuorauslevystä toiseen myllyn keskiviivan kautta; myllyn pituus L on mitattu vaipan vuorauksen vieressä päätylevyn sisäpinnasta toiseen tai ari-nalevyn pintaan.

Myllyn kapasiteetilla ( $C_p$ ) tarkoitetaan sen perusmyllyä kohti tunnissa tekemän tiettyä raekokoa hienomman uuden tuotteen määrää. Tavallisimmin on vertailtu —200 meshin eli alle 74 mikronin tuotteita ilmaistuna tonneina tunnissa (t/h). Sulkeispiirissä toimivan myllyn kapasiteetti on laskettu luokittimen ylitteestä ja myllyluokitinpiirin uudesta syöttestä, joten kyseessä on koko

yhdistelmän yhteiskapasiteetti. Vaikka näin onkin jäänyt ottamatta huomioon kiertävän kuorman vaihtelun vaikutus, on eliminoitu hankala ja epätarkka luokittimen hiekan määrän mittausta.

Käsitteltävä aineisto on koottu pääasiassa vuosien 1955—1972 kuluessa, osin jo v. 1947.

Myllyn koon lisäksi käsitellään seuraavia sen toimintaan tunnetusti vaikuttavia tekijöitä [2]:

- myllyn nopeutta ( $n_p$ ), ilmaistuna prosentteina kriittisestä nopeudesta
- myllyn täyttöastetta eli jauhinkappalepanoksen määrää ( $V$ ), esitettynä prosentteina vuoratus myllyn sisätilavuudesta
- jauhettavan aineen ominaispainoa ( $\rho_s$ )
- myllyn vuorauksen rakennetta
- myllyn rakennetyyppejä
- syötteen karkeutta
- jauhettavan aineen jauhautuvuutta ( $g_b$ )

Toimintaolosuhde-erojen eliminoimiseksi on vertailutulokset redusoitu myllyn nopeuden ja täyttöasteen osalta, kuten tuonnempana selvitetään.

Vaikka myllyjen toimintoja on pyritty seuraamaan tasaisten olosuhteiden vallitessa, ovat esitettävät tulokset vain suuntaa antavia, sillä teollisuusmyllyn toiminnassa on aina vaihtelua. Kun kuitenkin jokaisen jauhatuslaitoksen taloudellisuus perustuu enemmän käyttökuin laboratoriotuloksiin, voitaneen tämänkaltaista tarkastelua pitää aiheellisena epätarkkuusuhasta huolimatta.

## MYLLYN TOIMINTAAN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

### Myllyn nopeus

Myllyn kapasiteetin on sanottu olevan sen nopeuden funktiona [3].

$$C_p = k \times n_p^m, \quad (2)$$

jossa  $k$  ja  $m$  ovat vakioita. Eksponentin  $m$  arvoksi on esitetty ainakin lukuja 1 [3], 1,4 [4] ja 1,5 [5], joskin viime mainittua on epäilty [6].

Olkkoonpa  $m$  mikä positiivinen luku tahansa, myllyn kapasiteetti kasvaa yhtälön (2) mukaan rajattomasti nopeuden kasvaessa. Myllyn tehonoton on sanottu kasvavan samalla tavalla [7]. Eräät nopeusalueella  $n_p > 100$  tehdyt jauhatuskokeet ovat osoittaneet myllyn tehonoton kasvavan sen nopeuden kasvaessa vain määrättyyn rajaan asti, minkä jälkeen myllyn tehonotto alkaa pienentyä [8]. Yhtälö (2) voi siis pitää paikkansa vain rajallisen nopeusalueella.

Nopeuden muutoksen vaikutusta sileäksi vuoratus ylittekuulamyllyn tehonottoon ja kapasiteettiin tutkittiin Aijalan rikastamossa v. 1958. Myllyn nimelliskoko oli  $\varnothing 2,2 \times 2,2$  m. Sitä ajettiin nopeuksilla  $n_p = 78, 139$  ja 205. Myllyn tehonotto kasvoi nopeuden potenssin  $m = 1,1$  mukaisesti, mutta kapasiteetti jyrkemmin eli potenssin 1,2 mukaisesti nopeusvälillä  $n_p 139 - 205 - 200$  meshin tuotteen osalta. Tehonoton mittausta oli kyseisissä oloissa tarkemmin tehtävissä kuin kapasiteetin määrittäminen.

Kun tässä yhteydessä tarkasteltavien myllyjen nopeudet sattuvat suppealle alueelle  $n_p = 62 - 106$ , on katsottu voitavan ilman sanottavaa virhettä käyttää  $m$ :n arvoa 1,0 redusoidaessa kapasiteetteja perustaksi otetulle nopeuden tasolle  $n_p = 75$ .

### Myllyn täyttöaste

Täyttöasteen vaikutusta myllyn tehonottoon ja sen kapasiteettiin tutkittiin Kotalahden rikastamon tankomyllyllä ( $\varnothing 1,8 \times 3,6$  m) ja Harjavallan Ni-tehtaan Ni-hienokiveä jauhavalla myllyllä ( $\varnothing 1,8 \times 3,2$  m). Lisäksi tehtiin Kotalahden rikastamon arinapalamyllyllä ( $\varnothing 2,7 \times 3,6$  m) täyttöasteen vaikutusta myllyn tehonottoon valaiseva koe.

Myllyjen nopeudet olivat: tankomylly  $n_p = 78$ , hienokivimylly  $n_p = 75$  ja palamylly  $n_p = 89$ .

Myllyn täyttöasteen määrittämiseen käytettiin Bondin likiarvokaavaa [2]

$$V = 113 - 126 \frac{D}{H}, \quad (3)$$

jossa  $H$  on jauhinkappalepanoksen yläpinnan suurin pystyettäisyys pysäytetyn myllyn vaipan vuorauksen pinnasta ja  $D$  on myllyn läpimitta vuorauksen sisältä.

Tankomyllyn tehonotto kasvoi täyttöasteen potenssin 0,80, mutta kapasiteetti  $V$ :n potenssin 1,1 mukaisesti. Ni-hienokiveä jauhettaessa tulokset eivät olleet aivan suoraviivaisia. Tehonotto kasvoi välillä  $V = 20 - 30$   $V$ :n potenssin 0,95 ja välillä 30—40 potenssin 0,56 mukaisesti; sen sijaan kapasiteetti kasvoi välillä  $V = 15,5 - 23$   $V$ :n potenssin 1,32 ja välillä  $V = 23 - 40$   $V$ :n potenssin 0,95 mukaisesti. Sekä myllyn tehonotto että sen kapasiteetti kasvoivat yhdensuuntaisesti välillä  $V = 23 - 30$ .

Palamyllykokeessa lisättiin paloja asteittain välillä  $V = 11 - 91$ . Kun kapasiteettimäärittäystä varten myllyä olisi kullakin täyttöasteen arvolla pitänyt käyttää vähintään neljä tuntia, mikä olisi pienentänyt laitoksen tuotantoa, tyydyttiin vain myllyn tehonoton mittaamiseen. Tulokset on koottu taulukkoon 1 ja kuvaan 1. Tehon-

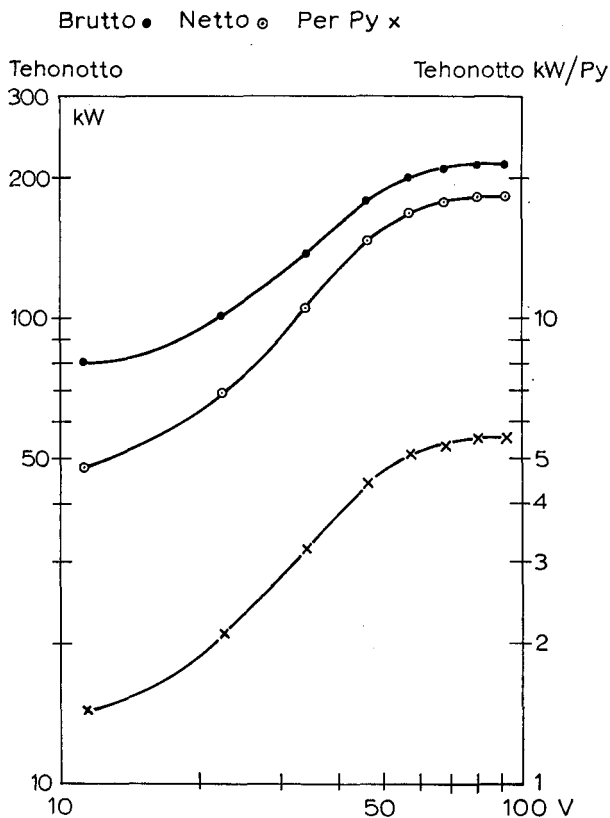
Taulukko 1

Kotalahden rikastamon palamyllyn tehonotto myllyn täyttöasteen ( $V$ ) muuttuessa.

V	Tehonotto		
	per $P_y$ kW	Netto kW	Brutto kW
11,4	1,45	48	81
22,8	2,09	69	102
34,0	3,18	105	138
46,7	4,45	147	180
56,8	5,10	168	201
68,0	5,36	177	210
80	5,55	183	216
91	5,55	183	216

otto on noussut täyttöasteen kasvaessa nopeimmin välillä  $V \sim 20 - 50$ , jolloin se on kasvanut  $V$ :n potenssin 1 mukaisesti.  $V = 50$  paikkeilla tehonoton kasvu on hidastunut pysähtyen  $V = 80$  kohdalla kokonaan. Samoin tehonotto on kasvanut hitaasti välillä  $V = 15 - 23$ ; eksponentti = 0,54.

Vajaan myllyn tehonoton hidas mukautuminen jauhinkappalelisäykseen selittyy sillä, että huomattava osa jauhinkappaleista on myllyn pyöriessä ilmassa. Täytymäisillään oleva mylly taas toimii vauhtipyörän tavoin lähes tasaisen tehonoton vallitessa.



Kuva 1: Kotalahden rikastamon arinapalamyllyn tehonotto täytöasteen muuttuessa.

Fig. 1: Power input of the low-discharge pebble mill in the Kotalahti concentrator as function of grinding media amounts.

Tuloksia redusoitaessa on käytetty perustana tasoa  $V = 40$  ja myllyn kapasiteetin on oletettu muuttuvan  $V$ :n potenssin 1,0 mukaisesti.

### Jauhettavan aineen ominaispaino

Mylly jauhaa liikkeeseen saattamiensa jauhinkappaleiden väliin sekä jauhinkappaleiden ja myllyn vuorauksen väliin jäävässä tilassa. Kuten painavampaa jauhettava materiaali on, sitä enemmän sitä mahtuu jauhettavaksi. Sen vuoksi myllyjen kapasiteetteja olisi oikeampi verrata jauhettavan aineen tilavuus- eikä painomäärien avulla. Laitoksen tuotannon tarkasteluun paino- ja tilavuus-erot kuitenkin soveltuvat tilavuusyksiköitä paremmin.

Tässä yhteydessä käsiteltävien malmien ominaispainot ovat välillä 3–3,5 Pyhäsalmen malmia  $\rho_s = 4,4$  lukuunottamatta. Kuten tuonnempana tehtävästä tulosten vertailusta käy ilmi, on Pyhäsalmen rikastamon palamyllyjen kapasiteetti —200 meshin tuotteelle n. 20 % muiden vastaavien myllyjen kapasiteetteja korkeampi. Ominaispainoerojen mukainen ero olisi esim. Keretin rikastamon palamyllyjen kapasiteettiin 26 %.

Malmien ominaispainoeroja ei ole otettu huomioon tuloksia vertailtaessa em. Pyhäsalmen malmien erikoismainintaa lukuunottamatta. Uutta jauhatuslaitosta suunniteltaessa on kuitenkin malmien ominaispainon vaikutus pidettävä mielessä varsinkin, jos ominaispaino on tavallista pienempi.

### Myllyn vuoraus

Taggartin [9] mukaan juuri vuoratun myllyn tuote on karkeampaa kuin kuluneen vuorauksen ollessa kyseessä. Kotalahden rikastamon tankomyllyn kapasiteetti oli uuden ja ”karkean” vuorauksen aikana —65 meshin tuotteelle 13 % korkeampi kuin sileäksi kulunutta vuorauksella käytettäessä, mutta muutaman kuukauden ajan käytössä olleen vuorauksen avulla myllyn kapasiteetti oli saman verran uuden vuorauksen aikaista suurempi. —200 meshin kohdalla erot olivat vastaavasti 6 %.

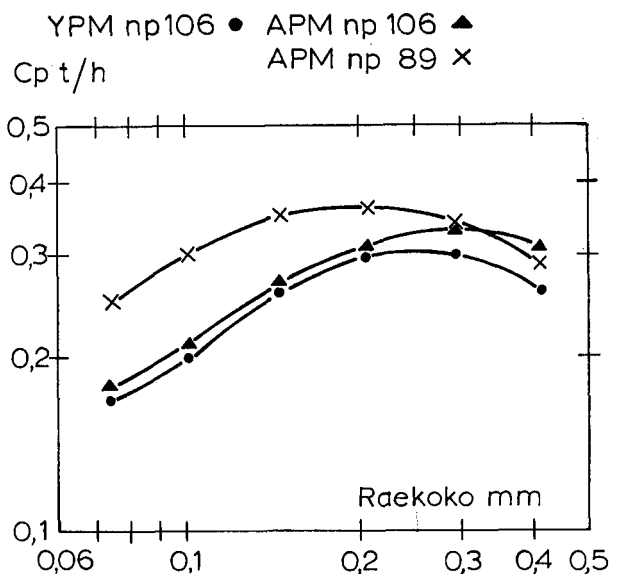
Uudessa vuorauksessa oli kahden 120 mm korkean ja 60 mm leveän korokepalkin jälkeen kolme 80 mm:n korkuista ja 60 mm:n levyistä matalaa palkkia.

Tulosten vertailuun ei ole otettu Kotalahden rikastamon lohkarajauhatuskoetta lukuunottamatta täysin uuden tai täysin kuluneen vuorauksen aikaista saatuja jauhatus tuloksia. Vuorauksen vaikutus myllyn kapasiteettiin vaatisi oman laajan tutkimuksensa.

### Myllyn rakennetyyppi

Tarkastelun piiriin on kuulunut sekä ylitte- että arinamyllyjä. Jälkimmäiset ovat olleet joko lohkar- tai palajauhatuskoetta. Myllyjen koot ovat vaihdelleet  $\varnothing 2,2 \times 2,2$  m:stä  $\varnothing 3,2 \times 4,5$  m:iin saakka.

Kotalahden rikastamon palamyllyä käytettiin sekä ylitte- että arinatyyppisenä nopeuden ollessa  $n_p = 106$ . Tällöin oli arinamyllyn kapasiteetti —35 meshin tuotteelle 10 % ylitte- ja arinamyllyn kapasiteettia suurempi, mutta 65 meshin kohdalla hienoihin raeluokkiin päin ero oli supistunut 4–5 %:iin. Kun arinamyllyn nopeus pienennettiin arvoon  $n_p = 89$ , myllyn kapasiteetti oli —200 meshin tuotteen osalta 39 % parempi kuin myllyn pyöriessä nopeudella  $n_p = 106$ . Vertailutulokset on koottu taulukkoon 2 ja kuvaan 2.



Kuva 2: Kotalahden rikastamon palamyllyn kapasiteetti  $C_p$  ylitte- ja arinamyllynä nopeuden muuttuessa.

Fig. 2: The capacity  $C_p$ , as function of mill speed, of the pebble mill when used as an overflow and a low-discharge mill in the Kotalahti concentrator.



## Taulukko 2

Kotalahden rikastamon palamylyn kapasiteetti ylite- ja arinamylynä; nopeuden muutoksen vaikutus arinamylyn kapasiteettiin ( $C_p$ ).

Raeluokka		$C_p$ t/h		
Mesh	mm	Ylitemyly		Arinamyly
		$n_p$ 106	$n_p$ 106	$n_p$ 89
35	0,417	0,26	0,31	0,29
48	0,295	0,30	0,33	0,34
65	0,208	0,30	0,31	0,36
100	0,147	0,26	0,27	0,35
150	0,102	0,20	0,21	0,30
200	0,074	0,17	0,18	0,25

## Sytöteen karkeus

Sytöteen karkeuden vaihtelu on jätetty huomioon ottamatta tuloksia vertailtaessa. Lohkaremylykokeiluja "run of mine" -malmilla ajettaessa syöte on ollut karkeudeltaan aivan eri asteista kuin hienoksi murskattua malmia jauhettaessa. Viime mainituissa tapauksissa taas sytöteen karkeudessa ei ole ollut oleellisia eroja. Sama pätee myös sekundäärimylyjen ryhmään.

Olisi ensiarvoisen tärkeätä tehdä sytöteen karkeuden vaikutusta mylyn kapasiteettiin koskeva tutkimus.

## Jauhettavan aineen jauhautuvuus

Mineraalien ja kivilajien jauhautuvuutta on tutkittu yli neljän vuosikymmenen ajan [10], [11], [12] ja [13]. Eräissä tapauksissa on kuivajauhatusmenetelmällä saatujen jauhautuvuuslukujen todettu korreloivan hyvin kuivajauhatuslaitosten tulosten kanssa [14], mutta olevan korkeintaan samansuuntaisia, kun niitä on verrattu märkäjauhatuslaitosten tuloksiin [15].

Tämän työn piiriin ei ole otettu jauhautuvuuslukujen ja käytännön tulosten vertailua, mikä sinänsä olisi mielenkiintoista, jos jauhautuvuus olisi määritetty Niitin menetelmällä [13].

## TYÖN SUORITUS

Tarpeelliset näytteet on otettu tasaisesti vähintään puolen vuoron aikana. Näytteet on seulottu tunnetulla märkäkuivaseulontamenetelmällä kalibroituja yleensä Tyler'in seulasarjaa käyttäen. Muilla seulasarjoilla saadut analyysit on graafisesti muunnettu Tyler'in seulasarjaa vastaaviksi. Laskuissa katsottu ns. laskutikkutarkkuus riittäväksi.

## TULOKSET

## Mylyjen kapasiteetit

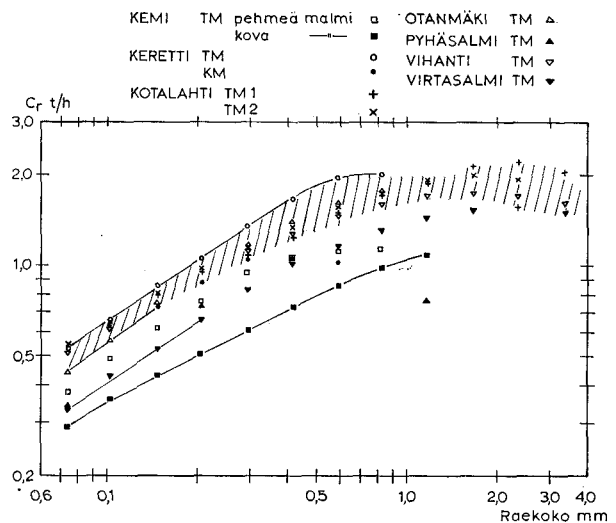
Tulosten tarkastelua varten mylyt on jaettu seuraaviin ryhmiin:

- Avopiirissä toimivat primäärimylyt
- Sulkeispiirissä toimivat primäärimylyt
- " " " sekundäärimylyt

Mylyjen teknilliset tiedot ja työn perustana olleet seula-analyysit on haluttaessa saatavissa tekijältä.

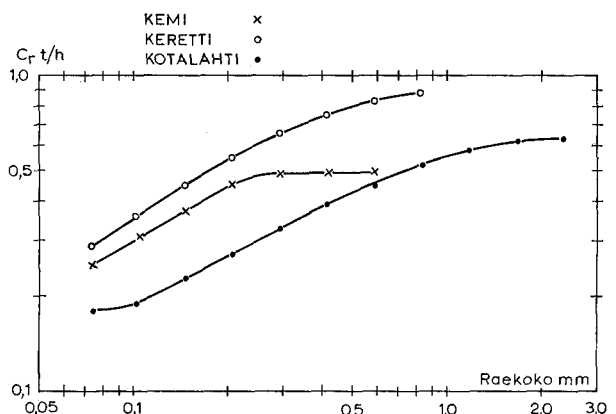
## Avopiirissä toimivat primäärimylyt

Tähän ryhmään kuuluvien mylyjen redusoidut kapasiteetit ( $C_r$ ) on esitetty taulukossa 3. Kuvassa 3 a ovat tanko- ja kuulamylyjen ja kuvassa 3 b lohkaremylyjen redusoitujen kapasiteettien kuvaajat.



Kuva 3 a: Avopiirissä toimivien primäärikuula- ja tankomylyjen redusoidut kapasiteetit  $C_r$

Fig. 3 a: Reduced capacities  $C_r$  of primary ball mills and rod mills used in open circuit.



Kuva 3 b: Avopiirissä toimivien lohkaremylyjen redusoidut kapasiteetit  $C_r$

Fig. 3 b: Reduced capacities  $C_r$  of primary lump mills used in open circuit.

Taulukko 3

Avopiirissä toimivien primäärimyllyjen redusoidut kapasiteetit ( $C_r$ )

Raeluokka		$C_r$ t/h													
		Kemi			Keretin			Kotalahti			Otanmäki	Pyhäsalmi	Vi-hanti	Virta-salmi	
mesh	mm	TM <sub>p</sub>	TM <sub>k</sub>	LM <sub>k</sub>	KM	TM	LM	TM1	TM2	LM	TM	TM	TM	TM	
6	3,327							2,07		0,59				1,61	1,50
8	2,362							2,21	1,94	0,63				1,70	1,56
10	1,651							2,15	2,00	0,62				1,74	1,54
14	1,168							1,87	1,93	0,58	1,93	0,77		1,70	1,44
20	0,833	1,14	0,99			2,03	0,88	1,71	1,75	0,52	1,77			1,60	1,30
28	0,589	1,12	0,86	0,49	1,03	1,98	0,83	1,50	1,55	0,45	1,61			1,45	1,16
35	0,417	1,06	0,73	0,49	1,07	1,68	0,75	1,25	1,34	0,39	1,40			1,27	1,01
48	0,295	0,95	0,61	0,49	1,05	1,36	0,66	1,08	1,14	0,33	1,17			1,11	0,83
65	0,208	0,76	0,51	0,45	0,88	1,06	0,55	0,95	0,97	0,27	0,97	0,74		0,97	0,66
100	0,147	0,62	0,43	0,37	0,73	0,86	0,45	0,80	0,80	0,23	0,75			0,80	0,53
150	0,102	0,49	0,36	0,31	0,57	0,66	0,36	0,63	0,64	0,19	0,56			0,62	0,43
200	0,074	0,38	0,29	0,25	0,45	0,53	0,29	0,52	0,55	0,18	0,44	0,34		0,51	0,33

KM = kuulamyly

Kemin TM<sub>p</sub> = malmi pehmeätä; TM<sub>k</sub> = malmi kovaa

TM = tankomyly

LM = lohkaremyly

Tulokset osoittavat Keretin rikastamon tankomylyyn kapasiteetin olleen muiden rikastamoiden tankomylyjen kapasiteetteja korkeamman. Yhtä selvästi ovat Kemin ja Pyhäsalmen rikastamoiden tankomylyjen kapasiteetit olleet pienimmät. Pyhäsalmen tapauksessa lienee suurin syy malmiin oleellisesti kuuluvien karkeiden rikkikiisurakeiden rikkomisessa. Kemin malmin serpentiinipohjainen malmityyppi on osoittautunut erittäin sitkeäksi, mutta talkkipohjainen tyyppi helpommaksi jauhaa.

Keretin rikastamon tanko- ja lohkaremylyjen tulosten ohella on esitetty myös Outokummun vanhan rikastamon kuulamylyyn tulokset vuodelta 1947 [16]. Vaikka malmin laatu onkin louhinnan siirtyessä malmin länsiosiin mahdollisesti muuttunut, antaa kuulamylytulosten mukaanotto tilaisuuden ainakin ylimalkaiseen saman malmin kuula-, tanko- ja lohkarejauhatuksen vertailuun. Tämä vertailu osoittaa, että —200 meshin tuotteelle tankomyly on ollut 18 % kuulamylyä ja tämä puolestaan 55 % lohkaremylyä tehokkaampi. Noin .65 meshin kohdalta ylöspäin tankomylyyn etevämyys tulee vielä edellistä selvemmin esille. Sen kapasiteetti on ollut 28 meshin eli n. 600 mikronin raekoon tienoilla 2-kertainen kuulamylyyn ja 2,5-kertainen lohkaremylyyn verrattuna.

Kuvissa 3 a ja 3 b esitettyjen kuvaajien tarkastelu johtaa mielenkiintoiseen eri mylyjen kapasiteettien maksimiarvojen ja niitä vastaavien raekokojen vertailuun.

Outokummun rikastamon kuulamylyyn ja Keretin rikastamon tanko- ja lohkaremylyjen kapasiteettien huipparvot ovat:

- kuulamyly  $C_r = 1,01$  t/h, 400 mikronin kohdalla
- tankomyly  $C_r = 2,0$  t/h, 800 — „ —
- lohkaremyly  $C_r = 0,88$  t/h, 800 — „ —

Kotalahden ja Vihannin sekä Otanmäen rikastamoiden tankomylyjen maksimikapasiteetit sattuvat raekokoalueelle 1,6—2,3 mm ja ovat 1,7—2,2 t/h.

Edellisestä käy ilmi, että Outokummun vanhan rikastamon käyttämät kolmen tuuman kuulat ovat olleet liian pieniä ja että kolmen viime mainitun rikastamon tankomylyt ”pystyvät” karkeampiin rakeisiin kuin Keretin tanko- tai lohkaremylyt.

Kemin sitkeää kromimalmia lohkareilla jauhettaessa maksimikapasiteetti  $C_r = 0,49$  t/h on saavutettu jo 300 mikronin raekoon kohdalla, mutta tankomylyyn kapasiteetikäyrä on nouseva vielä 1,2 mm:n kohdalla, vaikka  $C_r$  onkin vain 1,1 t/h. Lohkaremyly on tehnyt työnsä hiertämällä, tankomyly murskaamalla.

#### Sulkeispiirissä toimivat primäärimyllyt

Tässä yhteydessä on tarkasteltavana neljän kuula- ja yhden lohkaremylyyn tulokset, jotka on koottu taulukkoon 4 ja esitetty kuvassa 4. Kaikki kyseiset kuulamylyt ovat lopettaneet toimintansa ja tuloksien esittely onkin tehty mahdollisten tilapäistarpeiden varalta.

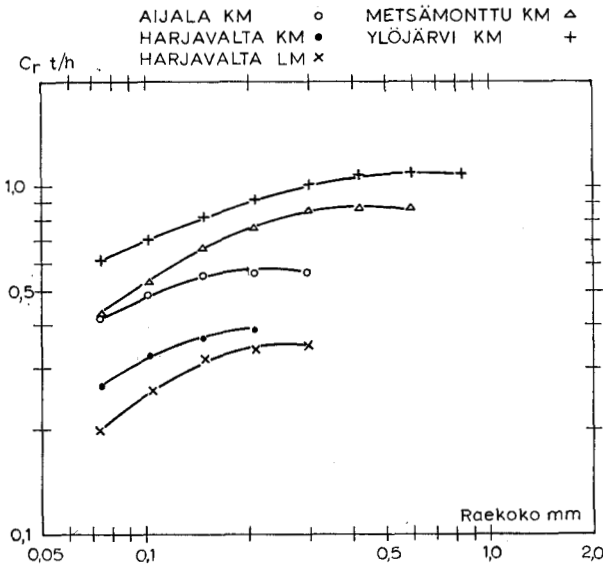
Sulfidimalmeja jauhaneiden kuulamylyjen keskimääräinen kapasiteetti on —200 meshin tuotteelle ollut  $C_r = 0,48$  t/h eli lähes sama kuin tankomylyjenkin. Sen sijaan maksimikapasiteetti on saavutettu jo 240—600 mikronin välillä. Vertailu kuvassa 3 a esitettyjen tankomylyjen kapasiteettien vastaavien kuvaajien kanssa osoittaa tankomylyjen ylivoimaisuuden kuulamylyihin verrattuna nimenomaan karkeiden raeluokkien alueella.

Taulukko 4

Sulkeispiirissä toimivien primäärikuulamylyjen redusoidut kapasiteetit ( $C_r$ )

Raeluokka		$C_r$ t/h				
		Aijala	Harjavalta		Metsä-monttu	Ylöjärvi
mesh	mm	KM	KM	LM	KM	KM
20	0,833					1,08
28	0,589				0,87	1,10
35	0,417				0,87	1,08
48	0,295	0,57		0,35	0,85	1,01
65	0,208	0,57	0,39	0,34	0,77	0,92
100	0,147	0,56	0,37	0,32	0,67	0,82
150	0,102	0,49	0,33	0,26	0,53	0,70
200	0,074	0,42	0,27	0,20	0,43	0,61

Harjavallan kuparisulaton kuparikuonaa on jauhettu sekä kuula- että lohkaremyllyllä. —200 meshin tuotteelle kapasiteetit ovat olleet vastaavasti  $C_r = 0,27$  ja  $0,20$  t/h. Maksimikapasiteetit  $0,39$  t/h ja  $0,35$  t/h ovat sattuneet vastaavasti 200 ja 250 mikronin kohdalle.



Kuva 4: Sulkeispiirissä toimivien primäärimyllyjen redusoidut kapasiteetit  $C_r$ .

Fig. 4: Reduced capacities  $C_r$  of primary mills used in closed circuit.

#### Sulkeispiirissä toimivat sekundäärimyllyt

Sulkeispiirissä toimivien sekundäärimyllyjen redusoidut kapasiteetit on koottu taulukkoon 5 ja esitetty graafisesti kuvassa 5 a kuula- ja arinapalamyllyjen osalta ja kuvassa 5 b ylitepalamyllyjen osalta.

Tarkastelun kohteena olleet kolme kuulamyllyä ovat olleet ylityyppisiä ja muodostavat oman palamyllyistä kapasiteettinsa puolesta täydellisesti poikkeavan ryhmän. Kuulamyllyjen kapasiteetit ovat —200 meshin tuotteelle  $C_r = 0,56$ — $0,66$  t/h eli keskimäärin n.  $0,60$  t/h. Primäärijauhatusessa olleisiin tanko- ja kuulamyllyihin verrattuna sekundäärimyllyt ovat olleet tehokkaampia tällä raekokoalueella. Parempi kapasiteetti on selitettävissä hienon syötteen, pienemmän kuulakoon ja luokitelun aikaansaannoksena. Maksimikapasiteetit sattuvat 170 ja 200 mikronin raekokoalueelle.

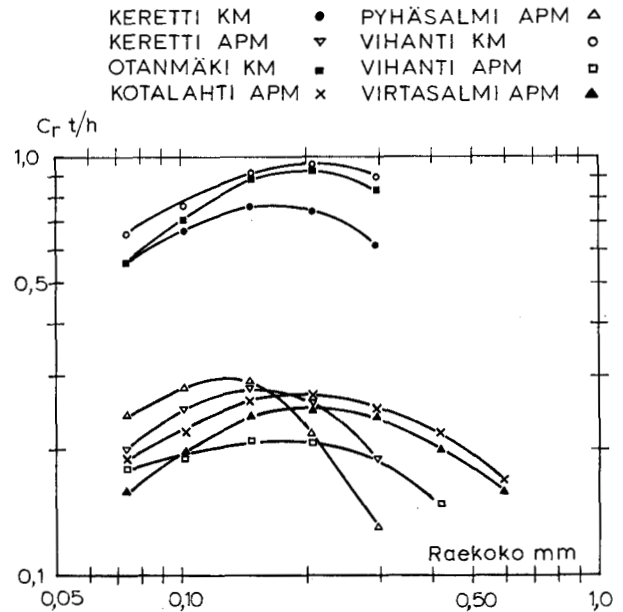
Arinapalamyllyjen kapasiteeteissa on huomattava hajonta. Niiden keskimääräinen kapasiteetti on —200 meshin tuotteelle  $C_r = 0,20$  t/h, maksimikapasiteetin sattuessa raekokovälille 125—210 mikronia. Alueen "laajuuteen" voidaan olettaa palojen kokoerojen vaikuttavan huomattavasti.

Ylitepalamyllyistä on vain kolme esimerkkiä: Keretin, Kotalahden ja Vihannin rikastamoiden myllyt, joiden tulosten hajonta on suuri. Kapasiteetin keskiarvo —200 meshin tuotteelle on  $C_r = 0,14$  t/h eli 75 % arinapalamyllyjen vastaavasta keskiarvosta. Maksimikapasiteetit sattuvat 140 ja 250 mikronin raekokovälille.

Keretin rikastamon sekundäärimyllyjen kapasiteetti on ylite- ja arinamyllynä ollut —200 meshin tuotteelle vastaavasti  $C_r = 0,14$  ja  $0,20$  t/h, joten arinamylly on ollut 43 % ylitemyllyä tehokkaampi. Vastaavat kapasiteetit

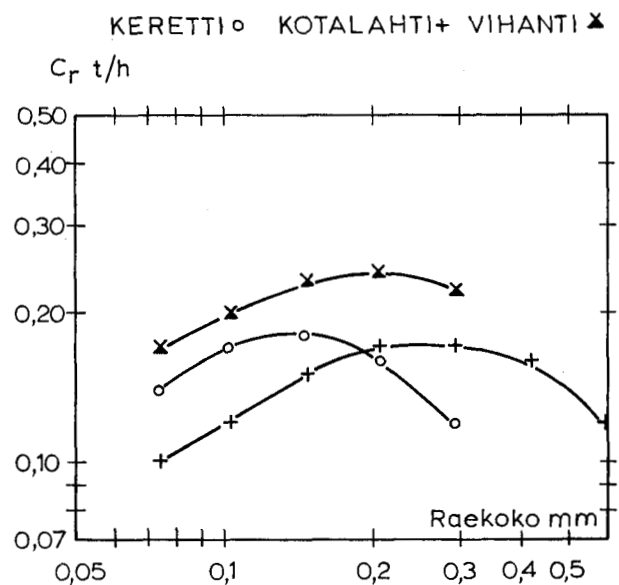
ovat olleet —100 meshin tuotteelle  $C_r = 0,18$  ja  $0,28$  t/h eron ollessa peräti 56 % arinamyllyn eduksi. Kotalahden rikastamon ylite- ja arinamyllyajot olivat ajallisesti muutamien päivien perässä toisistaan. Ylitemyllyn  $C_r$  —200 meshin tuotteelle oli  $0,10$  t/h ja arinamyllyn  $0,19$  t/h; 90 %:n ero kertoo jotakin epänormaalia olleen todennäköisesti ylitemyllyajossa. Ero on 73 % —100 meshin tavaralle.

Arinamyllyjen käyttö sekundääripalajauhatusessa on edellisten esimerkkien mukaan hyvin perusteltua.



Kuva 5 a: Sulkeispiirissä toimivien sekundäärimyllyjen redusoidut kapasiteetit  $C_r$  Kuula- ja arinapalamyllyt.

Fig. 5 a: Reduced capacities  $C_r$  of secondary mills used in closed circuit. Ball mills and low-discharge pebble mills.



Kuva 5 b: Sulkeispiirissä toimivien sekundäärimyllyjen redusoidut kapasiteetit  $C_r$ . Ylitepalamyllyt.

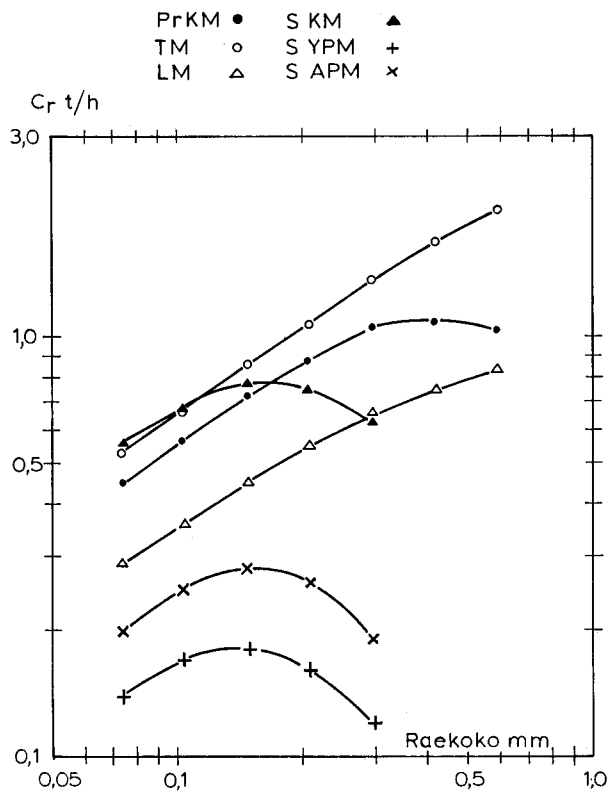
Fig. 5 b: Reduced capacities  $C_r$  of secondary mills used in closed circuit. Overflow pebble mills.

Taulukko 5

Sulkeispiirissä toimivien sekundaärimylyjen redusoidut kapasiteetit  $C_r$ 

Raeluokka		$C_r$ t/h										
		Keretti			Kotalahti		Otanmäki	Pyhäsalmi	Vihanti Zn-malmi			Virtasalmi
mesh	mm	KM	Y-PM	A-PM	Y-PM	A-PM	KM	A-PM	KM	Y-PM	A-PM	A-PM
20	0,833				0,08							
28	0,589				0,12	0,17						0,16
35	0,417				0,16	0,22						0,20
48	0,295	0,62	0,12	0,19	0,17	0,25	0,84	0,13	0,90	0,22	0,19	0,24
65	0,208	0,75	0,16	0,26	0,17	0,27	0,93	0,22	0,97	0,24	0,21	0,25
100	0,147	0,77	0,18	0,28	0,15	0,26	0,89	0,29	0,92	0,23	0,21	0,24
150	0,102	0,67	0,17	0,25	0,12	0,22	0,71	0,28	0,77	0,20	0,19	0,20
200	0,074	0,56	0,14	0,20	0,10	0,19	0,56	0,24	0,66	0,17	0,18	0,16

Y-PM = ylitepalamyly  
A-PM = arinapalamyly



Kuva 6: Outokummun malmin jauhatuskapasiteetit eri myllyjä käytettäessä.

Fig. 6: Grinding capacities of Outokumpu ore in different mills.

### Outokummun malmin jauhaminen eri myllyillä

Edellä esitetyt Outokummun malmin eri myllyjä käytäten saadut jauhatuskapasiteetit on yhteisen tarkastelun helpottamiseksi koottu taulukoista 3 ja 5 kuvaan 6.

Kapasiteettilukujen keskinäinen vertailu on tehty jo aikaisemmin, joten voidaan vain todeta, miten tarkasti sekä sekundaärikuulamylyyn että palamylyjen maksimikapasiteetit sattuivat 150 mikronin raekoon kohdalle.

Kun aikoinaan oli havaittu sopivaksi kuulakooksi  $1\frac{1}{4}''$ , koetettiin saada paloiksi kuulien kanssa keskimäärin samanpainoiset palat. Kun jauhatuksen tavoitteena on tehdä n. 95 % alle 65 meshin tuotetta, voisi hieman käytettyä suurempi palakoko olla tehokkaampi.

### Tarvittavan myllykoon laskeminen perusmyllyä käyttäen

Annetun malmin jauhatukseen tarvittava myllytilavuus voidaan laskea vastaavanlaisten tunnettujen malmien perusmyllyllä mitattujen kapasiteettien avulla. Suomen oloissa voidaan karkeaan arviointiin käyttää edellä esitettyjä redusoituja kapasiteetteja  $C_r$  jotka ovat —200 meshin osalta pyöristettyinä:

— tankomyly	0,50 t/h
— primäärikuulamyly, avopiiri	0,45 „
— „ „ sulkeispiiri	0,48 „
— lohcaremyly	0,25 „
— sekundaärikuulamyly	0,60 „
— sekundaäriarinapalamyly	0,20 „

Kun esitetyt kapasiteetit on redusoitu tasolle  $n_p = 75$  ja  $V = 40$ , jää marginaaliksi vielä sekä myllyn täyttöasteen että sen nopeuden kohottaminen, joskin viime mainittu on edellistä hankalampi toteuttaa.

Jos jauhattava malmimäärä on  $F$  t/h,  
tarvittava jauhatuste  $f_1$  % —200 mesh  
murskeen hienous  $f_2$  „—  
on jauhatuksen tehtävä uutta —200 meshin tuotetta

$$\frac{(f_1 - f_2)}{100} \times F = \frac{\Delta f}{100} \times F \text{ t/h.}$$

Merkitään myllyjen perusmyllylukuja seuraavasti:

— tankomyllyn perusmyllyluku	$P_y$ TM
— lohcaremylyn „	$P_y$ LM
— sekundaärikuulamylyyn perusmyllyluku	$P_y$ SKM
— palamylyyn perusmyllyluku	$P_y$ PM

Näitä käyttäen saadaan mm. seuraavat kapasiteetti- vaihtoehdot:

$$50 \times P_y \text{ TM} + 60 \times P_y \text{ SKM} = \Delta f \times F \quad (5)$$

$$50 \times P_y \text{ TM} + 20 \times P_y \text{ PM} = \Delta f \times F \quad (6)$$

$$25 \times P_y \text{ LM} + 20 \times P_y \text{ PM} = \Delta f \times F \quad (7)$$

Outokumpu Oy:n laitoksilla käytetään lähes yksinomaan seuraavia myllykokoja, joiden perusmyllyt vuorauksen sisältä laskettuna ovat:

1. Tankomylly	∅ 1,8 × 3,6 m	12 P <sub>y</sub>
2. ”	∅ 2,25 × 3,6 ”	17 ”
3. Pala- tai lohkaremylly	∅ 2,7 × 3,6 ”	35 ”
4. ”	∅ 3,2 × 4,5 ”	65 ”
5. ”	∅ 4,0 × 6,0 ”	160 ”

No. 3 on käytetty myös kuulamylynä ja No. 4 tankomyllynä.

Sijoittamalla yhtälöön (6) myllykoot 1 ja 3 vastavasti tanko- ja palamylyiksi ja ottamalla  $\Delta f = 45$  (edellyttää murskeessa —200 meshin tuotetta 5 % ja jauhatustuotteessa 50 %), saadaan  $F \sim 29$  t/h.

Vuotuisen käyttötuntimäärän ollessa 8 000 tulee vuosituotannoksi 230 000 t. Jos  $V = 45$  40:n asemesta, saadaan 260 000 t/v. Virtasalmen rikastamo toimii edellä esitetyllä tasolla ja v. 1972 syöttö oli 250 000 t.

Vuonoksen eri tyyppisten nikkelimalmien vaatimat jauhatushienoudet olivat ennakkokokeiden mukaan 65—75 % —200 meshiä.

Jos yhtälöön (7) sijoitetaan myllykoko 5 ja jos  $\Delta f = 60$ , saadaan  $F = 120$  t/h. Jos taas  $\Delta f = 70$ , on  $F = 103$  t/h. Kun Vuonoksen Ni-malmin ominaispaino on vain 2,7, aiheuttaa se em. keskimääräisiin kapasiteetteihin nähden 10 %:n pienennyksen. Sen vuoksi on odotettavissa, että 120 t/h:n asemesta syöttö on 108 t/h ja 103 t/h:n asemesta 92,5 t/h. Tähän asti on paras kuu-kausikeskiarvo ollut 109 t/h, mutta 92 t/h ei suinkaan ole tuntematon. Karkean murskeen vuoksi on ollut pakko ottaa avuksi pieni kuulapanos.

Esitetyllä tavalla on laskettavissa annettua tehtävää varten tarvittavan myllykaluston likimääräinen koko. Kun myllyjen yksikköhinta on korkea ja laskentatapa yleensäkin epätarkka sekä malmin laadun vaihtelujen vaikutus jauhatuskapasiteettiin ennakoita aavistamaton, olisi uutta jauhatuslaitosta tai rikastamo suunniteltaessa puhuttava etukäteen vain ”noin kapasiteetista”, jotta jokin tietty tavoiteltu tonnimäärä ei myöhemmin muodostuisi liian kalliiksi kunniaikysymykseksi.

## Summary

Comparison is made of the capacities of certain tumbling mills used in industrial scale. The capacities are calculated as the amount of new minus x-mesh material produced in an hour per base mill unit ( $P_y$ ). To eliminate differences in mill features the capacities have been reduced to a level of 75 percent of critical mill speed ( $n_p$ ) and 40 vol. percent of mill charge ( $V$ ). The results are compared using reduced capacities ( $C_r$ ) of minus 200 mesh material.

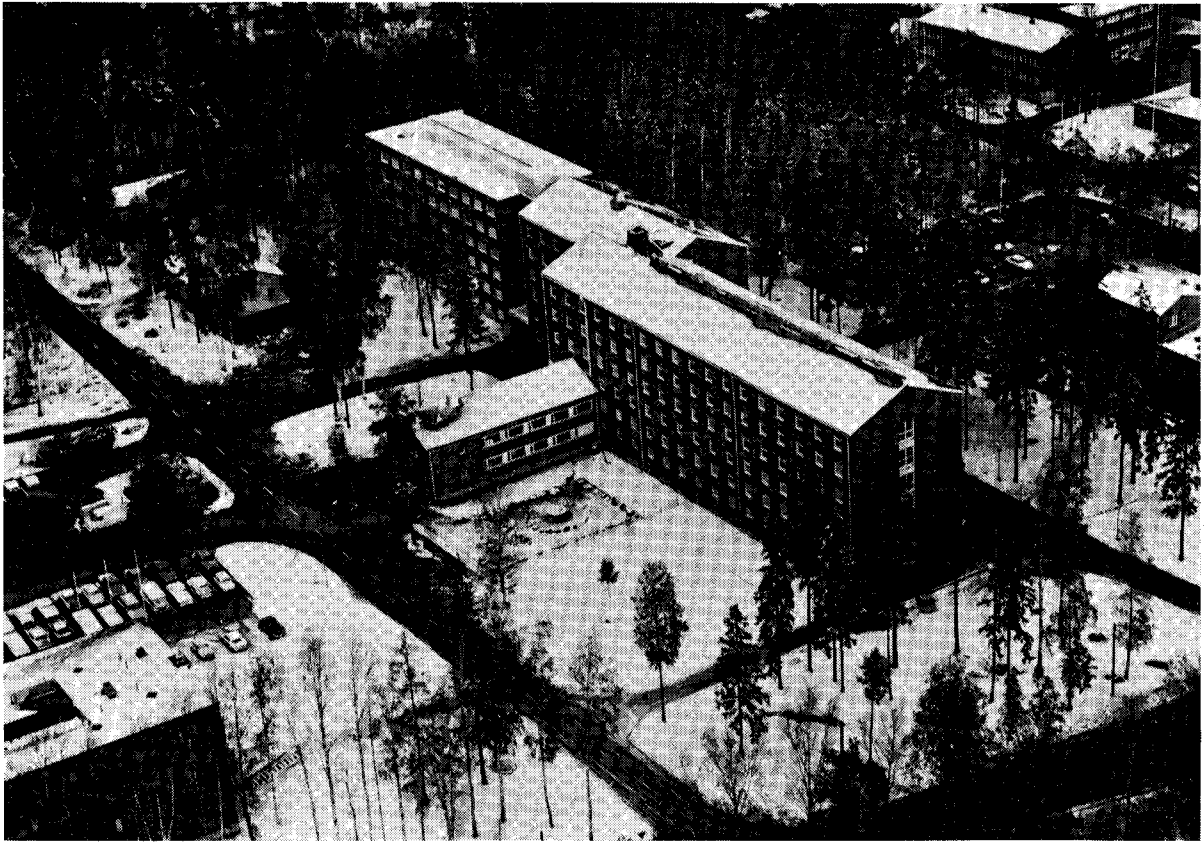
The reduced capacities have proven applicable in primary calculations when mills are to be selected for a new grinding installation. It should, nevertheless, be emphasized that this method can provide only a rough estimate if there is no prior experience of grinding the ore in an industrial-size mill.

(Translation of mill abbreviations in figures:

YPM = overflow pebble mill, APM = low-discharge pebble mill, KM = ball mill, LM = lump mill, TM = rod mill)

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- Hukki, R. T. Fundamental Study of the Grinding Characteristics of Tumbling Mills. Proceedings of the International Mineral Processing Congress, 1960, London, pp 7—23.
- Bond, Fred C. Mathematics of Crushing and Grinding. Recent Developments in Mineral Dressing. The Institution of Mining and Metallurgy, 1953, London, pp. 101—115.
- Hukki, R. T. Tumbling Mill Capacity and Power Consumption as Related to Mill Speed. Trans. AIME, Mining Engineering, July 1954, pp. 728—730.
- Tanner, H. & Heikkinen, T. Crushing and Grinding at Outokumpu. Progress in Mineral Dressing. Transactions of the International Mineral Dressing Congress, Stockholm, 1957, pp. 123—138.
- Banks, H. R. The Rod Mill in the Sullivan Flow. Trans. C.I.M.M., Vol. LV, 1952, p. 255.
- Crocker, B. S. Discussion: Rod Mill in the Sullivan Flow. Trans. C.I.M.M., Vol. LV, 1952, p. 256.
- Fahrenwald, A. W. Some Principles of Grinding. Trans. AIME, Vol. 112, 1934, pp. 88—115.
- Hukki, R. T. Grinding at Supercritical Speeds in Rod and Ball Mills. Progress in Mineral Dressing. Transactions of the International Mineral Dressing Congress, Stockholm, 1957, pp. 85—122.
- Taggart, A. F. Handbook of Mineral Dressing, 1945, pp. 5—109.
- Gross, John & Zimmerley, S. R. Crushing and Grinding I—III. Trans. AIME, Vol. 87, 1930, p. 7.
- Bond, Fred C. & Maxon, Walter L. Standard Grindability Tests and Calculations. Trans. AIME, Vol. 153, 1943, pp. 362—372.
- Schuhmann, R. Jr. Energy Input and Size Distribution in Comminution. Trans. AIME, Vol. 217, 1960, pp. 22—25.
- Niitti, Timo. Evaluation of Grindability by a Simple Batch Test. Proceedings of IXth International Mineral Processing Congress, Praha, 1970.
- Kitunen, Kyösti. Jauhatustulosten arvioimisesta Bondin teorian mukaan. Vuoriteollisuus — Berghantering, 1/1956, ss. 22—24.
- Lukkarinen, Toimi. Suomen malmien jauhautuvuuksien ja käytännössä saatujen jauhatustulosten vertailu. Tutkintotehtävä, Suomen teknillinen korkeakoulu, 1956.
- Lukkarinen, T. Tutkimuksia Outokummun jauhatuspiiristä. Tutkintotehtävä, Suomen teknillinen korkeakoulu, 1948.



Kuva 1. Geologisen tutkimuslaitoksen toimitalo Otaniemessä.

# Geologinen tutkimuslaitos

*Ylijohtaja Herman Stigzelius*

## Yleistä

Geologinen tutkimuslaitos on kauppa- ja teollisuusministeriön alainen keskusvirasto, jonka tehtävänä on suorittaa Suomen geologista tutkimusta tieteen ja käytännön vaatimusten mukaisesti.

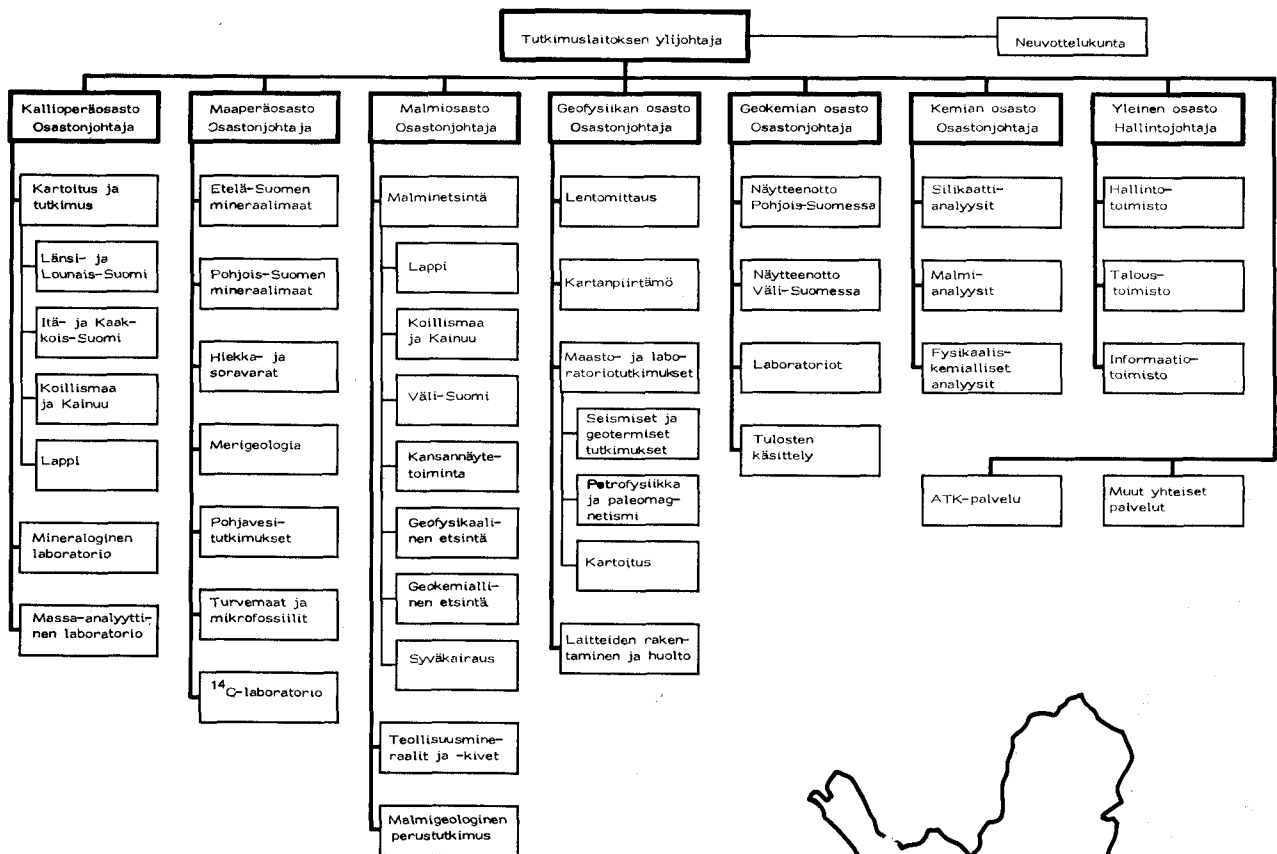
Geologinen tutkimus, jota aikaisemmin oli harjoitettu Vuorihallituksen toimesta, annettiin erillisen laitoksen tehtäväksi keisarin 21. päivänä toukokuuta 1885 antamalla päätöksellä. Sen perusteella Geologinen Komissioni aloitti toimintansa vuoden 1886 alussa. Nimi muutettiin 14 päivänä marraskuuta 1925 annetulla asetuksella Geologiseksi toimikunnaksi ja 29 päivänä tammikuuta 1946 annetulla asetuksella Geologiseksi tutkimuslaitokseksi.

Tutkimuslaitoksen palveluksessa on lähes 350 toimihenkilöä, joista noin 130 on suorittanut akateemisen loppututkimuksen. Kenttätöihin osallistuu lisäksi ympäri vuoden lähes 200 työntekijää ja kesäaikana noin 100 harjoittelijaa.

Tutkimuslaitoksen toimintaa varten osoitettiin vuoden 1973 valtion menoarviossa 17 210 800 markan suuruisen määräraha. Kun lasketaan mukaan tutkimuslaitokselle myönnetty työllisyysmääräraha, eräät muut tutkimusmäärärahat ja tutkimussopimusten rahoitus, nousee kuluvan vuoden toiminnan kokonaisrahoitus 21 777 218 markkaan. Vuodeksi 1974 on valtion menoarvioesitykseen merkitty 20 818 800 markkaa tutkimuslaitoksen momentille.

Tutkimuslaitoksen organisaatio uudistettiin viimeksi 23 helmikuuta 1973 annetulla asetuksella, joka astui voimaan 1 päivänä maaliskuuta 1973. Ylin päättävä elin on tutkimuslaitoksen istunto, johon ottavat osaa ylijohtaja, osastonjohtajat ja hallintojohtaja. Tutkimuslaitoksella on kauppa- ja teollisuusministeriön asettama neuvottelukunta neuvoa-antavana elimenä.

Tutkimuslaitoksen nykyinen organisaatio ilmenee oheisesta kaaviosta.



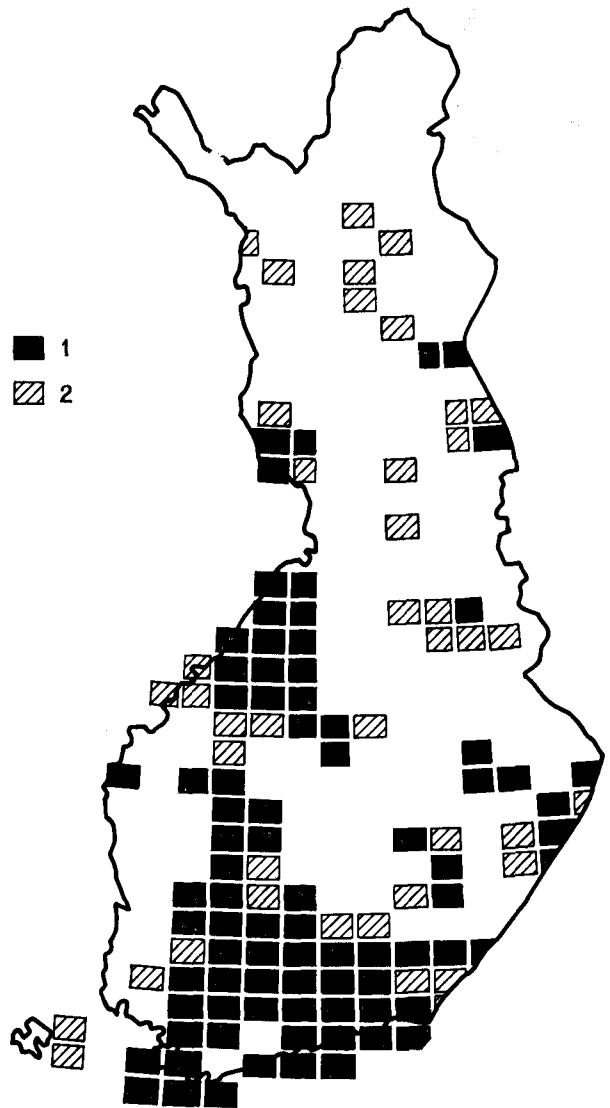
Kuva 2. Geologisen tutkimuslaitoksen organisaatio syksyllä 1973.

### Kallioperän kartoitus ja tutkimus

Järjestelmällinen geologinen kartoitus aloitettiin Vuorihallituksen toimesta ja ensimmäinen kartta julkaistiin vuonna 1879. Vuoteen 1900 mennessä julkaistiin mittakaavassa 1 : 200 000 yhteensä 37 sekä kallioperää että maaperää esittävää karttalehteä. Kartat kattavat Etelä-Suomen suunnilleen 61 leveysasteen eteläpuolelta. Vuosisadan vaihduttua ryhdyttiin julkaisemaan vain kallioperää esittäviä yleiskarttoja mittakaavassa 1 : 400 000 aieman karttasarjan pohjoispuoleiselta alueelta. Tämä ohjelma saatiin pääpiirteissään valmiiksi v. 1965, kun Inarin—Utsjoen karttalehti ilmestyi painosta.

Vuodesta 1949 lähtien on entistä yksityiskohtaisempia karttoja julkaistu mittakaavassa 1 : 100 000. Tähän mennessä on julkaistu 83 karttalehteä ja uusia valmistuu keskimäärin 5 vuosittain. Oheinen kartta osoittaa alueet, mistä näitä karttoja on julkaistu ja missä niitä on valmisteilla. Todettakoon, että viime vuosina kartoitustyöt ovat painottuneet entistä pohjoisemmaksi.

Kallioperän kartoituksen rinnalla harjoitetaan perustutkimusta. Sen avulla pyritään selvittämään kallioperän yleisrakennetta ja geologista kehitystä. Mineralogian ryhmä suorittaa mineraalien tunnistamisen lisäksi muun muassa mineraalien syntyolosuhteita koskevia erikoistutkimuksia. Massa-analyyttinen laboratorio puolestaan selvittää isotooppimäärityksin ja radiometrisin menetelmin kivilajien ikää.



Kuva 3. 1:100 000 -kaavaisen kallioperäkartan kartoitustilanne vuoden 1973 lopulla. 1 = julkaistut kartat, 2 = kartoitus käynnissä.

Tutkimuslaitoksen panos prekambriksen muodostumien tutkimisessa on mittava ja on saavuttanut kansainvälistä arvonantoa. Suomen Akatemian luonnontieteellisen toimikunnan v. 1973 julkaisemassa runko-ohjelmassa kiinnitetään huomiota siihen, että eräs kansainvälisesti sovittu lähitavoite geologian alalla on prekambriksen kauden jaotus alayksiköihin ja sopivien globaalisesti käyttökelpoisten stratigrafisten kiinnekohtien ajoittaminen, ja että Suomen kallioperä tarjoaa tämän tutkimuksen kannalta erinomaisen työkentän.

Kallioperän geologinen tuntemus luo pohjan järjestelmälliselle malminetsinnälle ja muille käytännöllisgeologisille tutkimuksille.

### Maaperän kartoitus ja tutkimus

Maaperää kartoitettiin 1800-luvulla rinnan kallioperän kanssa ja kartat julkaistiin, kuten jo mainittiin, mittakaavassa 1 : 200 000. Myös maaperän osalta siirryttiin kartoitusmittakaavaan 1 : 400 000 ja vuosina 1903—1953 julkaistiin maaperän yleiskarttoja 61°:n ja 65°:n leveysasteen väliseltä alueelta. Tätä työtä ryhdyttiin 1960-luvulla jatkamaan Pohjois-Suomessa fotogeologisin menetelmin. Tavoitteena on saattaa maaperän yleiskartoitus päätökseen vuoteen 1982 mennessä.

Etelä-Suomesta ja muista suhteellisen tiheään asutuista seuduista tarvitaan yleiskarttaa seikkaperäisempi maaperän tuntemus. Maapohjan käytön suunnittelussa ja rakennustoiminnassa sekä hiekan, soran, saven, turpeen ja pohjaveden saantia koskevissa selvityksissä tarvitaan kvartaarikauden geologisten tapahtumien oikeaan tulkittamiseen perustuva käsitys maaperän kerrosjärjestyksestä. Maaperäkartan tulisikin mahdollisuuksien mukaan antaa kolmiulotteinen kuva siitä. Etelä-Suomen maaperän geologinen seikkaperäiskartoitus aloitettiin 1950-luvulla ja ensimmäinen mittakaavaan 1 : 100 000 koottu maaperäkartta julkaistiin v. 1956. Tämä kartoitusohjelma on valmistumassa hyvää vauhtia teollistuneen Etelä- ja Lounais-Suomen osalta. Maaperätiedot on talletettu 1 : 20 000-mittakaavaisille arkistokartoille, joiden julkistaminen on käynyt ajankohtaiseksi. Ensimmäinen tällainen kartta on ilmestynyt painosta kuluvana vuonna. Yhteistyössä Maanmittaushallituksen ja osaksi myös Maatalouden tutkimuskeskuksen kanssa geologinen tutkimuslaitos pyrkii tehostamaan seikkaperäiskartoitusta siten, että 1 : 20 000-kaavaiset maaperäkartat painettaisiin sitä mukaa kuin peruskartoista tehdään uusia painoksia.

Kolmatta ulottuvuutta koskevien maaperätietojen lisäämiseksi tutkimuslaitos on ryhtynyt keräämään tietoja maakairauksista koko maasta. Tämän ns. kairausarkiston luominen on kuitenkin vasta alkuvaiheessa.

Edellä mainittujen tarkoitusten lisäksi maaperän tuntemus antaa erityisesti malminetsinnälle, mutta myös kallioperägeologiselle ja geokemialliselle kartoitukselle perustan lohkkareiden ja maaperässä hivenaineina esiintyvien arvometallien emäkallion jäljittämiseen. Pohjois-Suomen malmigeologisen tutkimuksen edistämiseen osoitetuilla varoilla tutkimuslaitos on viime vuodesta alkaen voinut tuntuvasti tehostaa sikäläisen moreeniaineksen kulkeutumista koskevaa tutkimusta.

Tutkimuslaitoksen tärkeimmistä projekteista on syytä mainita yhteistoiminnassa tie- ja vesirakennushallituksen kanssa v. 1971 aloitettu hiekka- ja soravarojen pikainventointi, joka saataneen päätökseen v. 1977. Sitä mukaa kuin hiekka- ja soravarojen inventointi edistyy on

tarkoituksenmukaista myös suorittaa merkittävempien pohjavesivarastojen arviointi. Se on suunniteltu suoritettavaksi tutkimuslaitoksen ja vesihallituksen yhteistyönä.

Turvemaiden valtakunnallinen arviointi on niin ikään käynnissä. Erityisesti selvitetään kasvu- ja polttoturpeen nostoon soveltuvia soita.

Maaperäosaston merigeologinen ryhmä tutkii merialueiden geologisia muodostumia kiinnittäen erityistä huomiota paleotsooisten kerrostumien esiintymiin sekä sellaisiin rannikkoalueen ja mannerjalustan vedenalaisiin hiekka- ja soraesiintymiin, joilla on taloudellista merkitystä.

Maaperäosaston toiminnasta mainittakoon vielä mikro-fossiilien tutkimus, joka on ulotettu koskemaan kvartaarikautta vanhempiakin fossiileja, sekä <sup>14</sup>C-laboratoriossa tehtävät ikämääritykset, joissa nykyään päästään noin 55 000 vuoden ikään asti.

### Malminetsintä ja siihen liittyvä tutkimustoiminta

Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston keskeisenä tehtävänä on aina ollut ja on edelleen uusien malminesiintymien ja muiden kivennäisvarojen löytäminen. Toiminta on johtanut kaikkiaan kymmenkunnan malmiesiintymän löytämiseen, joiden varassa maamme kaivostointi on kehittynyt merkittävällä tavalla.

Vuoriteollisuuden jatkuvuuden turvaaminen ja sen kehittäminen edellyttävät kuitenkin uusien malmivarojen jatkuvaa löytämistä. Siihen tarvitaan kaikkien malminetsintä harjoittavien organisaatioiden aktiivista tutkimuspanosta.

Geologinen tutkimuslaitos on asettanut tavoitteekseen uusien malmien ja kivennäisvarojen löytämisen omien tutkimustensa tuloksena sekä myös sellaisen malmigeologisen tutkimustoiminnan ja geologisen informaatio- ja dokumentaatiopalvelun harjoittamisen ja kehittämisen, että samalla edistettäisiin myös muiden organisaatioiden harjoittamaa malminetsintää.

Merkittävän osan malminetsinnästä muodostaa ns. kansannäytteryhmän toiminta. Ensimmäiset vihjeet malmien esiintymisestä on usein saatu harrastelijoiden geologien tutkittaviksi lähettämistä näytteistä. Siksi tätä harrastusta pyritään ylläpitämään ja laajentamaan järjestämällä malminetsintäkilpailuja, jakamalla palkintoja, kurssitoiminnan avulla sekä esitelmin, filmiesityksin ja sanomalehtikirjoituksin. Maastokäynnit mielenkiintoisten näytteiden löytöpaikoilla muodostavat olennaisen osan ryhmän työstä. Tutkimuslaitokselle voivat harrastajat postimaksutta ja muutoinkin kustannuksitta lähettää löytämänsä erikoiset kivet tutkittaviksi. Tällaisia lähetyksiä toimitetaan tutkimuslaitokselle vuosittain 5 000—8 000, joista osa aina antaa aiheen jatkotutkimuksiin.

Malmiosaston geofysikaalinen ja geokemiallinen ryhmä sekä syväkairausryhmä toteuttavat nykyajan vaatimusten mukaisin menetelmin ne maastomittaukset, näytteenotot, määritykset ja kairaukset, jotka ovat tarpeen kulloinkin kyseessä olevan malminetsintätehtävän suorittamiseksi. Näiden ryhmien toiminta eroaa geofysiikan ja geokemian osastojen toiminnasta siinä, että tutkimuksen kohteena aina on rajoitettu, malminetsinnallisesti keskeinen muodostuma. Ryhmät työskentelevät kentällä läpi vuoden. Mainittakoon, että tutkimuslaitoksen malmikoirien koulutus ja käyttö kuuluu organisatorisesti malmiosaston geokemian ryhmälle.



Malmiosastossa muodostaa teollisuusmineraalien ja -kivien tutkimus oman ryhmänsä. Ajankohtaisista aiheista mainittakoon karbonaattikiviä ja erityisesti marmoria koskevat tutkimukset Pohjois-Suomessa, beryllin ja muiden pegmatiittimineraalien tutkimukset Itä-Suomessa sekä alumiinisilikaattien hyväksikäyttöä koskevat kysymykset.

Vuonna 1972 erotettiin malmigeologinen perustutkimus omaksi ryhmäkseen osastossa. Sen tehtäviin kuuluu malmien muodostukseen liittyvien ilmiöiden tutkiminen ja selvittäminen. Lähiajan tutkimusohjelmassa ovat mm. mineraalien neste- ja kaasusulkeumat sekä kenttätutkimuksiin liittyen myös eräitä kerrosmyötäisiä malmeja koskevat tutkimukset. Malmigeologiseen perustutkimukseen kuuluu luonnollisesti myös mahdollisimman luotettavan metallogeenisen karttakuvan luominen. Ensimmäinen synteesikartta julkaistaan tutkimuslaitoksen bulletiinissa vielä kuluvana vuonna.

### Geofysikaalinen kartoitus ja tutkimus

Geologinen tutkimuslaitos ryhtyi v. 1951 suururakkaan, maamme magneettiseen kartoitukseen 150 metrin lentokorkeudesta ja 400 metrin linjavälein. Ohjelmaan liitettiin v. 1954 sähkömagneettiset mittaukset ja myöhemmin vielä radioaktiivisen kokonaissäteilyn intensiteetin rekisteröinti. Ohjelma vietiin lentojen osalta päätökseen v. 1972, jolloin koko valtakunnan maa- ja merialueet saatiin mitatuiksi. Mittaustulosten käsittely ja lopullisten karttojen valmistuminen viipyy kuitenkin vuoteen 1975. Primääriaineisto kerätään 1 : 20 000-mittakaavaisiksi kartoiksi. Niistä kootaan 1 : 100 000 ja 1 : 400 000-kaavaisia sekä mustavalkoisia että väritettyjä anomalia-karttoja.

Järjestelmällisesti suoritettu aerogeofysikaalinen kartoitus on osoittautunut erittäin hyödylliseksi tutkittaessa maamme geologisia suurrakenteita ja esim. määriteltäessä kivilajien välisiä rajoja alueilla, missä kalliopaljastumia on hyvin vähän. Tulokset hyödyttävät myös käytännön malminetsintää niin välillisesti kuin välittömästi. Rautuvaaran ja Raajärven magneettiset anomaliat havaittiin ensin aeromagneettisista kartoista.

Aerogeofysikaalisten yleiskartoituslentojen päätyttyä aloitettiin v. 1972 malminetsinnällisesti ja geologisesti mielenkiintoisten alueiden yksityiskohtaisempi matalalento-tutkimus, jossa lentokorkeus on 30–60 metriä ja lentolinjojen väli 100 tai 200 metriä. Mittauskalusto käsittää protonimagnetometrin, sähkömagneettisen laitteiston, 36-kanavaisen gammasäteily spektrometrin, lentokorkeusmittarin, paikantamiskameran ja mittaustulosten rekisteröimissysteemin. Radiometriseen mittaustulosten rekisteröimissysteemiin kuuluu neljä suurta NaJ-kidettä, joiden kokonaistilavuus on 1600 kuutiometriä. Tulokset saadaan kuten ennenkin anomaliakäyrinä paperille, mutta lisäksi digitaalimuodossa magneettinauhalle, mikä sallii tulosten automaattisen käsittelyn tietokoneella. Tarvittavat tietokoneohjelmat ovat kehitteillä. Mittauslennot tehtiin v. 1972 Twin Otter koneella ja v. 1973 DC3 koneella. Kar-Air Oy vastaa lentojen suorituksesta.

Geofysiikan osasto toimii myös maan pinnalla. Helpottaakseen aerogeofysikaalisten karttojen tulkintaa sekä antaakseen mielenkiintoisten muodostumien geologisen tulokunnan tarvitsemia geofysikaalisia tietoja osasto suorittaa erilaisten geofysikaalisten suureiden kartoitusta. Kivilajien järjestelmälliset susceptibiliteettimääritykset, tiheysmääritykset, gravimetriset mittaukset samoin kuin



Kuva 4. Geofysikaalisiin matalalento-omittauksiin v. 1973 käytetty DC 3 -lentokone.

alueelliset magneettiset ja sähkömagneettiset mittaukset kuuluvat tähän työhön, samoin VLF-mittaukset sekä seismiset, geotermiset, paleomagneettiset ja muut petrofysikaaliset tutkimukset.

### Geokemiallinen kartoitus ja tutkimus

Vuonna 1970 geologinen tutkimuslaitos otti geokemiallisen perustutkimuksen ja alueellisen kartoituksen ohjelmaansa. Silloin käytiin toteuttamaan laajaa ohjelmaa purosedimenttinäytteiden, moreeninäytteiden sekä bio- ja litogeokemiallisten näytteiden järjestelmälliseksi keräämiseksi. Työllisyysmäärärahoilla on voitu järjestää läpivuotisia näytteneottotöitä, jotka toistaiseksi ovat keskittyneet erälle Lapin ja Pohjanmaan työttömyys-alueille. Tehokas näytteneotto moreenista on voitu järjestää talviolosuhteissakin.

V. 1972 kerättiin yhteensä 57 484 geokemiallista näytettä, joista 23 409 moreeninäytettä, 26 809 purosedimenttinäytettä, 7 129 orgaanista pintanäytettä ja 137 kallionäytettä.

Näytteet esikäsitellään Sodankylässä, Kittilässä ja Ylivieskassa sijaitsevilla kenttätutkikohdissa. Rovaniemellä on geokemiallinen laboratorio — toistaiseksi vuokratiloissa — missä osa näytteistä analysoidaan kahdella atomiabsorptiospektrofotometrillä. Loput näytteistä analysoidaan Otaniemessä tutkimuslaitoksen kemian osaston toimesta.

### Kemiallinen analyysipalvelu ja tutkimus

Geologisen tutkimuslaitoksen kemian osastossa tutkitaan ne kivilaji- ja malminäytteet, joiden kemiallisen koostumuksen tarkka tunteminen on tärkeää muiden osastojen tutkimustyössä. Jossain määrin osasto on voinut suorittaa analyysijä myös muille. Niistä Apollo-ohjelman kuu-näytteiden tutkimukset osaston laboratorioissa ovat saaneet osakseen ammattipiirejä laajempaa julkisuutta.

Jotta geokemiallisten näytteiden analysointi voitaisiin hoitaa riittävän tehokkaasti, tutkimuslaitos varustettiin vuonna 1972 Applied Research Laboratories -yhtiön valmistamalla Model 31 000 Quantometer monikanavaspektrometrillä. Se on vuoden 1973 alusta lukien ollut rutiinikäytössä. Toistaiseksi se tulostaa 21 alkuaineen pitoisuudet näytteistä.

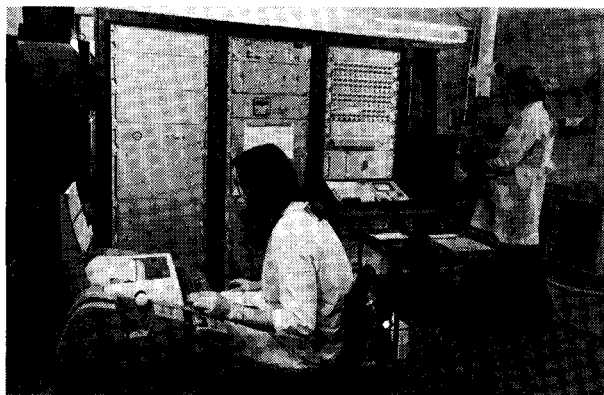
OTTOVUOSI	73	73	73	73	73	73	73	73	73
PISTENRO	76015	76016	76017	76018	76019	76020	76021	76022	76023
KARTTAL.	243405	243405	243405	243405	243405	243405	243405	243405	243405
X-KOORD.	4499	4477	4471	4466	4459	4455	4450	4445	4440
Y-KOORD.	5694	5692	5684	5675	5665	5657	5648	5640	5631
SYVYYS DM	015	015	015	015	015	015	015	015	015
MAANNOS	C	C	C	C	C	C	C	C	C
MAALAJI	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR
OTIN	K	K	K	K	K	K	K	K	K
FRAKTIO	P	P	P	P	P	P	P	P	P
ANALYYSI	KVANT	KVANT	KVANT	KVANT	KVANT	KVANT	KVANT	KVANT	KVANT
SI :	59	60	58	70	66	64	63	70	66
AL :	18	13	11	18	17	18	12	15	16
FE :	8	7	13	9	8	8	8	9	9
MG :	2	2	2	2	2	2	1	2	2
CA :	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NA :	6	4	3	5	5	5	3	4	4
K :	5	4	3	6	5	5	4	4	4
TI PPH	6820	5750	4130	6730	6610	6180	4920	5470	5590
V PPH	250	179	122	252	248	246	186	112	239
CR PPH	165	172	151	180	182	170	165	183	126
MI PPH	735	563	838	828	744	451	420	316	604
CO PPH	14	13	8	17	15	13	12	15	16
NI PPH	28	26	15	32	33	34	31	38	38
CU PPH	25	31	20	38	36	39	44	45	56
ZN PPH	57	45	33	72	59	58	43	68	53
PB PPH	16	17	20	20	19	17	13	18	16
AG PPH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MO PPH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U PPH									
SN PPH									
SE PPH									

Kuva 5. Ote geokemiallisesta moreenitiedostosta.

## Selityksiä:

- ottovuosi           näytteenottovuosi
- piste n:o           näytteenotokohdan numero
- karttal.           peruskartan (1:20 000)lehden n:o
- x-, y-koord.       koordinaatit 10:nä metreinä
- syvyys dm       näytteen syvyys
- maannos           maannosprofiilin tasot A, B tai C
- maalaji           esim. MR = moreeni, RP = rapakallio
- otin               näytteenotokalusto, esim. K = käsikaira
- fraktio           seulottu lajite, esim. p = —0,06 mm
- analyysi          analyysimenetelmä, esim. KVANT = kvantometri

Pääalkuaineet oksidiprosentteina, hivenalkuaineet metallipitoisuutena (ppm).



Kuva 6. Model 31 000 -Quantometer.

## ATK

Geofysikaalisen ja geokemiallisen kartoituksen ja niihin liittyvän tutkimustoiminnan suorittamiseksi on mittaus-tulosten automaattinen käsittely välttämätöntä. Myös muussa geodatojen keräämisessä ja käsittelyssä on ATK:n merkitys nopeasti lisääntymässä.

Vuonna 1972 geologinen tutkimuslaitos sai oman tietokoneen, Hewlett-Packard 2100, jonka muisti tätä nykyä on 32 K. Tietokonetta tarvitsevilla tutkimusryhmillä on päätet. Kone voidaan aikanaan kytkeä Val-tion tietokonekeskuksen Otaniemeen sijoitettaviin suu-rempiin tietokoneisiin.

## Informaatiopalvelu

Tutkimuslaitoksen yleiseen osastoon kuuluvan informaatiotoimiston tehtävänä on edistää geologisen informaation välittymistä sen tarvitsijoille. Toimisto huolehtii tutkimuslaitoksen kirjastosta, joka käytännössä on maan geologinen keskuskirjasto, arkistosta, johon kerätään julkaisemattomia tutkimustuloksia, julkaisutoiminnasta ja muusta tutkimuslaitoksen alaa koskevan informaation tehokkaasta jakelusta. Tehtävien ja materiaalien moninaisuus vaatii menetelmiä, joiden avulla tietoa voidaan rekisteröidä siten, että se tarvittaessa helposti löytyy ja voidaan koota käytettäväksi. Informaatiotoimisto kehittää tietojen rekisteröintijärjestelmää kansainvälisen yhteistyön puitteissa, erityisesti Ranskan geologisen tutkimuslaitoksen kanssa, jonka ATK-pohjaista rekisteriä käytetään runsaasti hyväksi. Myös muiden informaatiopalvelukeskusten kanssa on yhteistyötä. Kotimaisten materiaalien tallentamisessa on tarkoitus ottaa mikrokuvaus avuksi jo lähiaikoina. Pyrkimyksenä on, että tutkimustuloksia ei jäisi saavuttamattomina makaamaan arkistoihin tai tutkijain laatikoihin, vaan ne saataisiin käyttöön kirjallisuuden rinnalle.

## Hajasijoitus

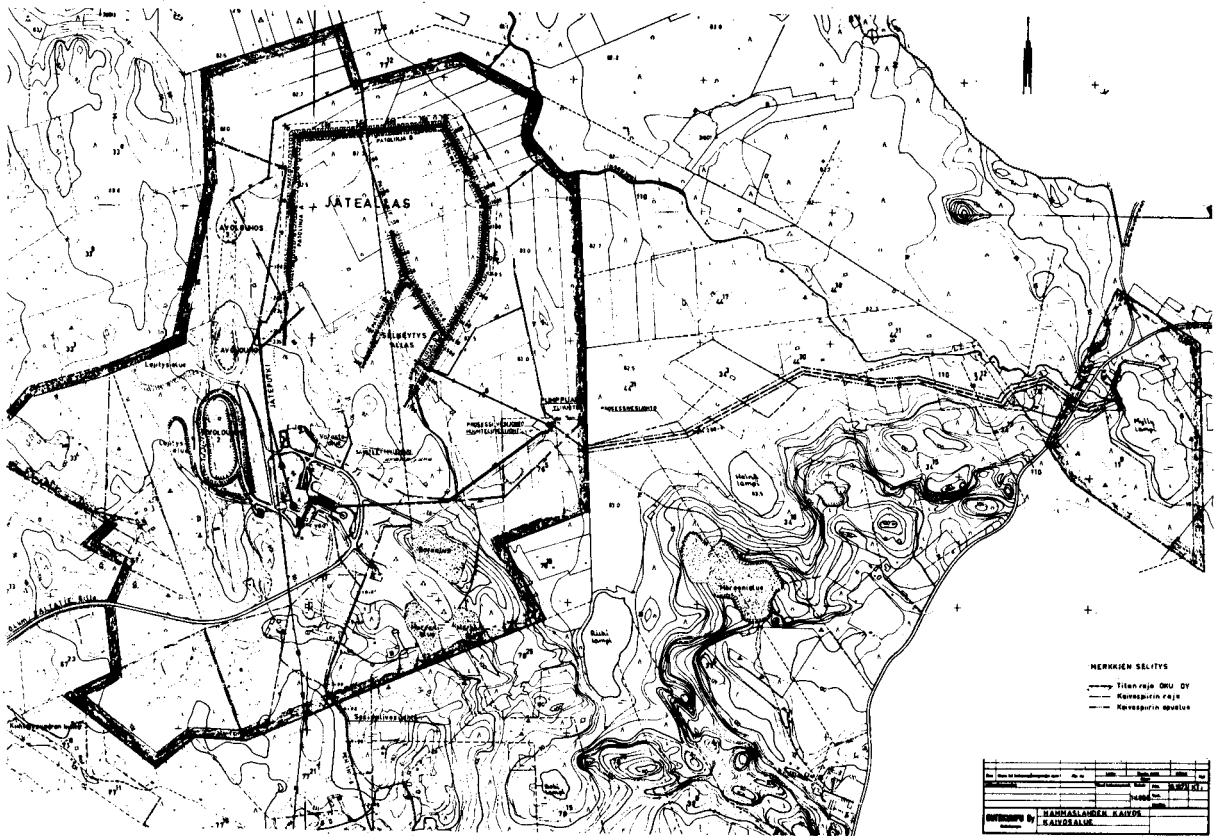
Geologisen tutkimuslaitoksen tehtävä, Suomen maankamaran rakenteen ja luonnonvarojen kaikinpuolinen selvittely, on ensiarvoisen tärkeä talouselämän kehittämisen kannalta ja sen merkitys aluepoliittisessa suunnittelussa oivalletaan yhä laajemmissa piireissä. Tästä johtuu, että tutkimuslaitoksen toiminnan volyyymi, esim. tutkijoiden työpanoksena mitattuna, on kaksinkertaistunut viime 10 vuoden aikana. Tehtäväkentän laajentuessa tutkimuslaitokselle on myös vastedes varattava lisää työskentelymahdollisuuksia.

Tutkimuslaitoksen v. 1956 valmistunutta toimitaloa Otaniemessä laajennettiin v. 1970, mutta toimitilat ovat jo nyt käyneet liian ahtaiksi. Koska Otaniemen toimitalon uutta laajentamista ei voi pitää tarkoituksenmukaisena, on tutkimuslaitos viime vuosina vuokrannut toimitiloja Rovaniemeltä ja Kuopiosta. Hajasijoituskomitean v. 1973 välimietinnössä tehty ehdotus tähtää näiden piirikeskusten voimakkaaseen kehittämiseen ja hallitus on vuoden 1974 menoarvioesityksessään eduskunnalle ehdottanut määrärahaa myönnettäväksi Rovaniemen toimitalon suunnittelua varten.

Hajasijoitus tuo mukanaan uudenlaista toimintaa ja uusia ongelmia. Hajasijoitusta valmistava suunnittelutyö aloittaa uuden vaiheen geologisen tutkimuslaitoksen kehityksessä.

## Summary

The Geological Survey of Finland is a research institute under the Ministry of Commerce and Industry. It was founded in 1885. The institute building is located at Otaniemi near Helsinki. The Survey employs about 350 persons, including 130 graduates. The aims and activities of the research departments are described. The main fields of research are: the geology of the Precambrian bedrock and the Quaternary formations, mineral exploration, and regional geophysical and geochemical surveys.



Kuva 1. Aluekaava kaivoksen ympäristöstä.

Fig. 1. General plan of the mill's environs.

## Outokumpu Oy:n Hammaslahden kaivos

Hammaslahden kaivos on yksi osa Outokummun kaivokseen kuuluvista kolmesta kaivoksesta. Kaksi muuta ovat Keretin kuparikaivos ja Vuonoksen kupari-nikkeli-kaivos. Kullakin kaivoksella on oma käyttökotonttorinsa kaivoksen äärellä, mutta tekninen ja hallinnollinen johto on keskitetty Outokumpuun.

Yhteydet Outokummun ja Hammaslahden välillä ovat hyvät ja molemmat on liitetty samaan puhelinautomaatioon.

Kun Hammaslahden kaivos on suhteellisen lähellä elinvoimaista Hammaslahden taajamaa, on alunperin voitu lähteä toteuttamaan nykyaikaan soveltuvaa työnjakoa, yrityksen ja yhteiskunnan tarjoamien palvelusten välillä. Pyhäselän kunta onkin pääosakkaana kiinteistöosakeyhtiössä, joka rakentaa vuokra-asuntoja myös kaivoksen palvelukseen tuleville.

Kaivoksen henkilöstön määräksi tulee louhinnan kasvavassa täyteen mittaansa noin 120 henkeä.

### MALMIESIINTYMÄN GEOLOGIA

*Fil.maist. Kalevi Pelkonen*

#### Löytöhistoria

Ensimmäiset merkit kuparikiisusta Hammaslahdessa löytyivät Geologisen tutkimuslaitoksen suorittaman kallioperäkartoituksen yhteydessä v. 1966. Seuranneen lyhyen

malmietsintävaiheen tuloksena oli Geologinen tutkimuslaitos vuoden 1970 loppuun mennessä löytänyt ja inventoinut käyttökelpoisen malmiesiintymän.

Vuonna 1971 esiintymä — josta siihen asti oli käytetty nimeä Lähekorpi — tuli Outokumpu Oy:n halluun, joka suoritti jatkokatkimukset kaivostoimintaa ajatellen. Kaivostoiminnan myötä pääsi käyntiin myös normaali tutkimustoiminta malmin rajojen ja pitoisuuksien tarkastamiseksi; mm. maanalainen kairaus on alkanut.

## Kallioperän pääpiirteet

Hammaslahden malmiesiintymä sijaitsee Hammaslahden arkosiittijaksoksi nimitetyn liuskemuodostuman kyljessä olevassa hiertovyöhykkeessä. Arkosiittijakso itse on laajan fylliitti-kiilleliuskealueen sisällä ja jakson kivilajit kuulunevat karjalaisten liuskeiden alaosiin. Arkosiittit ovat sangen epäpuhtaita, ja muodostumassa on runsaasti fylliitti-, mustaliuske-, konglomeraatti- ym. välikerroksia.

Metamorfoosiaste on suhteellisen alhainen, mutta sen sijaan tektonisten tekijöiden (poimutus, hiertymiset, siirrokset) vaikutus kallioperään on ollut voimakasta. Liuskeisuuden kaade on jyrkähkö ja länteen. Poimuakselin suunta on malmiesiintymän kohdalla n. 190/25—30.

## Malmiesiintymä

Esiintymässä voidaan erottaa neljä hieman limittäistä malmiota, jotka sijaitsevat N-S-suuntaisessa hiertovyöhykkeessä arkosiittijakson luoteisreunalla. Malmiot seuraavat poimuakselin suuntaa.

Malmiot muodostuvat breksiarakenteisista kuparikiisu-magneettikiisujuonista ja juoniverkoista sekä osaksi pirotteesta. Malmisuonien väliin jää suuriakin raakumurskaleita, josta seuraa, että pitoisuusvaihtelut samankin malmion eri osissa ovat suuria ja oikullisia.

Välittömänä isäntäkivenä on arkosiitti, mutta fylliittimurskaleitakin tavataan yleisesti. Siellä täällä on pieniä karsilinssejä, joiden yhteydessä malmi on pirotetyypistä.

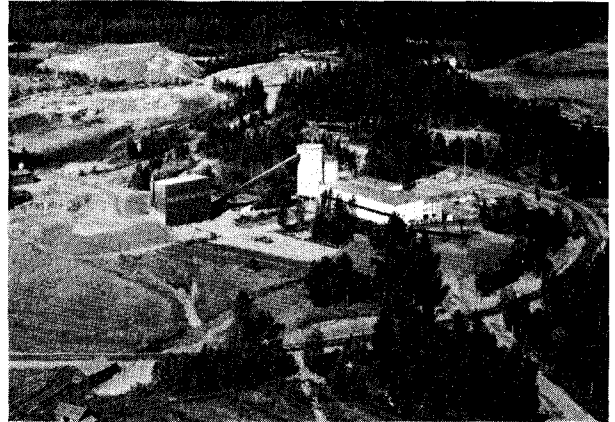
Malmien kattopuolella fylliittimuodostumaa vastassa on vahvasti ruhjeinen mustaliuskekerros, joka tulee aiheuttamaan vaikeuksia louhinnassa, sillä eräin paikoin malmi yltää tähän ruhjeeseen asti.

Malmimineraaleista runsaimmat ovat magneettikiisu ja kuparikiisu. Vähemmässä määrin on sinkkivalkettä, joka kyllä paikoin muodostaa malmiksi katsottavia rikastumia — esim. pohjoisin malmio. Siellä on myös mainittavammin rikkikiisua, joka muissa malmioissa on harvinaista. ”Mikromäärinä” on tavattu useita muitakin malmimineraaleja, joiden joukossa ovat myös hopea ja kultaa. Tällä hetkellä ainoa talteenotettava mineraali on kuparikiisu.

Harmemineraaleista eniten on kvartssia ja kloriittia.

Hammaslahden malmille ovat luonteenomaisia suuret pitoisuusvaihtelut. Keskipitoisuudeksi voidaan arvioida n. 1 % Cu. Malmivarojen suuruusluokka on muutamia miljoonia tonneja. Tarkemmat arviot vaihtelevat paljonkin cut-off -arvoista riippuen.

Hammaslahden malmi eroaa ns. Outokumpu-tyypistä Cu-malmeista, ja malmin löytymisen avaa uusia mahdollisuuksia Pohjois-Karjalassa tapahtuvalle malminetsinnälle.



Kuva 2. Hammaslahden kaivos kesällä 1973.

Fig. 2. Hammaslahti mine in summer 1973.

## KAIVOS

*Dipl.ins. Esko Alopaeus*

### Avolouhokset

Malmi puhkeaa maan pintaan kolmessa paikassa. Kaksi eteläisintä ovat tällä hetkellä avolouhinnassa. Tuotanto avolouhoksilta alkoi kevättalvella 1973.

Pohjoisin, N-avolouhos, on pieni, pituus n. 100 m ja leveys n. 60 m. Eteläinen, S-avolouhos, josta malmin tuotanto pääasiassa tapahtuu, on mitoiltaan 300 m pitkä ja n. 150 m leveä. Avolouhittavaa malmia on yhteensä 600 000 t.

Pengerkorkeus on 10 m. Ajotie louhitaan 1:10 kaltevuuteen. Lopulliset seinät louhitaan 75° kaltevuuteen. Räjähdyksineenä käytetään pääasiassa ANO:a.

Avolouhinnan suorittaa kaksi ulkopuolista urakoitsijaa.

Poraus avolouhoksella tapahtuu Atlas Copcon ROC 601 ja ROC 600 sekä Tamrockin Zoomtrack -pengerporauslaittein. Reikäläpimita on  $\varnothing$  64 mm.

Irroitettu kivi lastataan Cat 988 -pyöräkuormaajalla Kockum KL 442 tai 420 -maansiirtoautoihin, joilla kuljetetaan edelleen murskaamolle tai raakunläjitysalueelle.

Urakoitsijan kokonaishenkilövahvuus on 25.

### Maanalainen kaivos

#### *Yleiset valmistavat työt*

Malmin tarkempaa tutkimusta ja maanalaisen kaivoksen avaamista varten alettiin elokuussa 1971 ajaa malmin jalkapuolelle vinotunnelia. Työ tapahtui aluksi ulkopuolisen urakoitsijan toimesta ja siirtyi syyskuussa 1972 omaksi työksi.

Tunneli ajetaan kaltevuudessa 1:8,5 ja sen mitat ovat 5,0×4,1 m. Kaarteet levitetään 8 m leveiksi. Vinotunnelin pohja on päällystetty singelillä. Louhinnan valmistavien töiden aloittamiseksi on päävinotunnelista ajettu tasoilta +135, +180 ja +200 yhdysperät 5,0×4,1 m malmiin. Lisäksi on avattu tasot +120 ja +150, joiden peränaajoja jatketaan myöhemmin.

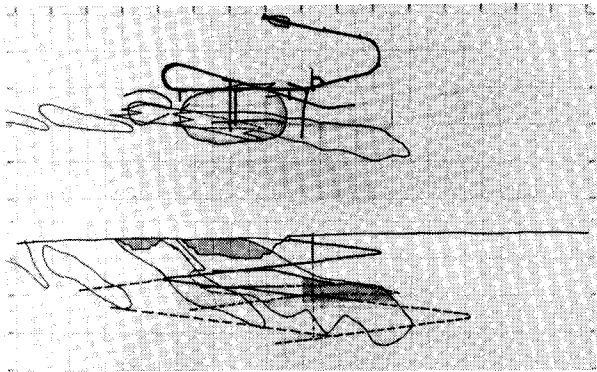
Malmin pohjoisten osien hyväksikäyttöä varten on +200 tasolta aloitettu apuvinotunnelin ajo 1:8,5 kaltevuudella. Apuvinotunnelin mitat ovat 5,0×4,1 m.

Yleisissä valmistavissa töissä on tähän mennessä ajettu kaikkiaan n. 2100 jm vinotunneleita ja yhdysperiä. Päävinotunnelin perä on tasolla +215 eli n. 180 m maanpinnan alapuolella.

#### Louhinta ja louhinnan valmistavat työt

Maanalaisena louhintamenetelmänä tulee olemaan sovellettu välitasolouhinta 20 m tasovälein. Malmin katto-puolella 0—25 m etäisyydellä esiintyvän täysin ruhjoutuneen mustaliuskekerroksen takia joudutaan malmia makasinoimaan louhoksissa kattojen tukemiseksi louhinnan kestäessä.

Louhinnan valmistavat työt ovat käynnistyneet ensimmäisellä louhinta-alueella. Perät on ajettu em. yhdysperistä käsin. Välitasoperät ajetaan mitoiltaan 4,5×3,8 m seuraten malmin kulkua. Kaikkiaan on malmissa ajettu periä n. 500 jm.



Kuva 3. Kaivoksen vaaka- ja pituusprojektiot.

Fig. 3. Horizontal and longitudinal projections of the ore deposit and the mine.

#### Ilmanvaihto

Ilmanvaihtoa varten on malmin jalkapuolelle ajettu Alimak-menetelmällä  $\varnothing$  3,2 m ilmanvaihtokuilu, josta n. 100 m tasovälein on yhteydet päävinotunneliin. Kuilu ajetaan alhaalta ylöspäin.

Ilmanvaihtokuilun ensimmäinen osa tasolta +110 maanpinnalle on valmis ja toinen osa välillä +200—+110 on ajon alla.

Ilmanvaihtoasemalla on 3 kpl Woodsin Aerofoil 60 J 1/2 -puhaltimia. Kunkin puhaltimen teho on 105 000 m<sup>3</sup>/h. Ilman lämmitystä varten on ilmanvaihtoasemalla 5 kpl Thermoblock TB 325 -lämmintilakehittämiä.

Paikallistuuletus maan alla tapahtuu siirrettävillä potkuripuhaltimilla  $\varnothing$  1000 mm tai  $\varnothing$  800 mm tuuletuspukien kautta.

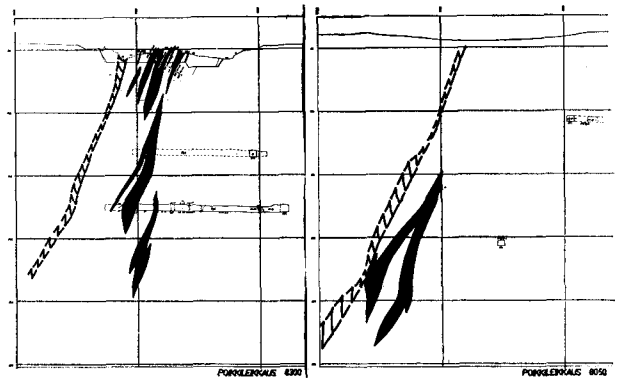
#### Vedennosto

Paikallispumppaus tapahtuu Grindex Major H -uppopumpuilla. Vesi kootaan +150 -tasolle väliaikaiselle pumppuasemalle, jolla on 2 kpl 6 AV 60 -pumpuja.

Keskimääräinen vedentulo kaivokseen on n. 250 l/min.

#### Sätkö ja paineilma

Kaivoksen 20 kV kaapeli on viety maan alle  $\varnothing$  100 mm reikä pitkin. Maanalaisilla muuntoasemilla jännite puotetaan 380 volttiin 500 kVA:n Askarell-täytteisillä muuntajilla.



Kuva 4. Poikkileikkauksia Hammaslahden malmista.

Fig. 4. Two cross sections of the Hammaslahti ore.

Paineilma tuotetaan kahdella Ingersol-Rand EXL 1200- ja kolmella Tamrock Polair 750 EA -ruuvikompressorilla. Kompressorit sijoitetaan maan alle ilmavaihtokuilun välittömään läheisyyteen, jolloin kaikki kompressorien hukkalämpö saadaan käytettyä kaivoksen tuuletusilman lämmitykseen.

#### Louhintakalusto

Peränajojen poraus suoritetaan kahdella Tamrockin kolmipuomisella Paramatic-jumbolla, porauspituus on 3,2 m.

Räjähdysaineena käytetään pääasiassa ANO:a sekä jonkin verran aniittia. Kaari- ja seinärei'issä käytetään kevyttä panostusta, sytytys suoritetaan VA-nalleilla.

Lastuskalustona on tällä hetkellä kaksi Wagner ST-8 -kaivoskuormaajaa.

Louheen kuljetus tapahtuu neljällä avolouhosurakoitusijan omistamalla Kockum KL 420 -maansiirtoautolla.

## RAKENTAMINEN JA VESIHUOLTO

Ins. Sakari Penttilä

### Suuntaviivat ja valmistavat toiminnot

Kun Hammaslahden malmi oli löytynyt ja periaatepää-tös sen louhinnasta ja paikan päällä tapahtuvasta rikastamisesta tehty, ryhdyttiin pikaisesti selvittämään muita tuotannollisen toiminnan edellytyksiä. Rinnan kenttä-tutkimusten ja kartoitus- sekä suunnittelutöiden kanssa aloitettiin kesällä 1971 kaivospiiritoimitus sekä vinotun-nelin avauksen tapahtuttua myös n. 2 km:n pituisen päätieyhteyden pengertäminen tunnelilouheesta valtatie n:o 6:lle.

Raakaveden ottopisteen ja jätealueen paikan tultua ratkaistuksi (kts. karttakuva) voitiinkin jo siirtyä pieni-piirteisempään rikastamon ja siihen liittyvien rakentei-den paikoittamiseen tavoitteena mahdollisimman lyhyet

ajoyhteydet sekä vinotunnelista että avolouhoksilta murskaamolle — huomioiden myös mahdollisen myöhemmän pystykuilun harkitun sijainnin toisaalta murskaamon kylkiäisenä ja toisaalta tunneliston elimellisenä osana — sekä tämän malmisiilojen ja myllyjen perustaminen kalliolle. Koska oli kyse suhteellisen pienestä tuotantoyksiköstä pyrittiin suurin osa toiminnoista saatamaan kustannusten säästämiseksi saman katon alle.

Yllä kuvattujen tavoitteiden yhteensovittaminen onnistui ilmeisen hyvin, sillä tulokseksi saatiin varsin toimiva asemakaava, jonka liikenteellistä sujuvuutta oli omiaan suuresti auttamaan murskaamo- ja rikastamoalueen alkuperäisen pinnanmuodostuksen sangen suuret korkeuserot. Näiden ansiosta esim. rikastamorakennuksen jätealueen puoleinen, varaston, korjaamon sekä ruokala-, sosiaali- ja toimistotilat käsittävän puoliskon julki-sivu saatiin vaivattomasti kolmikerroksiseksi, kun taas rakennuksen kolmella muulla ulkosivulla on maanpinta kerrosta ylempänä mahdollistaen raskaittenkin yksiköiden helpon kuljetuksen ulkoseinän viereen tai rakennuksen sisäpuolelle myös tällä rikastamon ja korjaamon toiminnan kannalta tärkeällä tasolla.

Jätesakeutin sijoitettiin alueen korkeimmalle kohdalle vinotunnelin suun yläpuolelle ja 45 kV:n kytkinkenttä sekä ilmanvaihtorakennus mahdollisimman pölyvapaa-seen ympäristöön.

Jo ennen varsinaisen rakennusurakoinnin alkua tehtiin kevättalvella 1972 joukko ympäristötöitä, jotka olivat myöhemmin omiaan nopeuttamaan varsinaisen rakentamisen vauhdittumista ja ennenkaikkea säästivät ympäröivää luontoa. Tällaisia hankkeita olivat mm.:

- tieverkoston pääosan rakentaminen tunnelilouheesta
- rikastamon alapuolisen paikoitus- ja varastokentän toteuttaminen sade- ja sosiaalivesiviemäreineen
- puuston kaataminen rakennusten paikoilta ja pystyyn jääneiden varustaminen tunnusmerkein
- vinotunnelin kuivanapitovesien kaksiosaisen selkeytysaltaan (välissä suotopato) rakentaminen palvelemaan myös rakennusaikaisena käyttövesi- ja paloaltaana
- teollisuusalueen avo-ojaston kaivaminen
- soranottoaikan avaus

### Murskaamo-, rikastamo- ym. tilojen rakentaminen

Rakennusten ns. arkkitehtisuunnittelusta — kuten myös laitosteknisestä suunnittelusta — vastasi Outokumpu Oy:n oma Teknillinen Suunnittelutoimisto (TESU) Helsingistä ja lujuuslaskelmista Ins.tsto Pöysälä & Sandberg. Kireä aikataulu pakotti suunnittelijat mahdollisimman pitkälle viedyn elementtitekniikan käyttöön.

Näiden rakennusteknillisten töiden, jotka käsittivät kaikkiaan n. 36 000 rakennuskuutiota — ilman murskaamon teräsrakenteista maanpäällistä osaa, urakoitsijaksi selvisi helsinkiläisönsuulainen Työyhtymä Hammas, jolle sähkö- ja LVI-urakoitsijat alistettiin.

Rikastamorakennuksen (n. 24 500 m<sup>3</sup>) teräsbetoniset pilari-, palkki-, sokkeli- ja välipohja- sekä vesikattoelementit valettiin Siilinjärvellä, josta valmistaja ne maanteitse kuljetti ja asensi paikoilleen. Pilarijako oli 7 m ja tämä määräsi sekä tasoelementteinä käytettyjen TT-laattojen että Vuosaassa valmistettujen Siporex-ulkoseinäelementtien (20×50 cm<sup>2</sup>) pituuden. Rikastamon imubetonilattia tehtiin varsin rohkein kallistuksin

(1:8,5) ja rakennuksen ulkoseinien kaikki Siporex-pinnat jätettiin vaille pintakäsittelyjä.

Murske- ja palamalmisiilot (6 200 m<sup>3</sup>, suurin liuku-korkeus 25 m) liukuvalettiin yhtenä pakettina runsaaseen neljään vuorokauteen joensuulaisella valmisbetonilla. Palasiilon sisäpinta varustettiin valun edistyessä muottiin asennetuilla kulutusta kestävästä erikoisteräksestä valmistetuilla 30×80×785 mm<sup>3</sup>:n laattateräselementeillä, jotka muodostivat 30 cm:n välein toistuvan monikulmiopiiriin — sivun mitta siis 78,5 cm.

Työyhtymän töiden ensimmäinen työmaakokous pidettiin heinäladossa 1972—04—28 ja kevään työmarkkinähäiriöiden ja pakollisen kesälomaseisokin takia voitiin vastaanottokatselmus suorittaa vasta 1972—11—30.

Teräsrunkoisen ja Planja-levykatteisen murskaamon yläosan (n. 5 200 m<sup>3</sup>) lujuuslaskelmat suoritti ja hallin pystytti n. seitsemässä viikossa tamperelainen erikoisliike. Hihnattunneleiden, joita on kaikkiaan n. 1 400 m<sup>3</sup> ja hihnapituutta 250 m, vastaavan rakenteiset osat urakoi oululainen myös hihna-, seulpta- ja murskauslaitteita toimittanut yritys.

### Jätealueen ja avolouhoksen maanrakennustyöt

Kuten oheisesta kartasta käy ilmi sijoitettiin jätealue rikastamolta runsaat 0,5 km pohjoiseen turvepeittoiselle (1—3 m) ja hietapohjaiselle Iiksenjoen laaksotasanteelle ja suunniteltiin ja toteutettiin kaksiosaisena ns. välipadon jakaessa sen kahteen altaaseen. Varsinainen jäteallas on pinta-alaltaan n. 30 ha ja sen tilavuus on vesipinnan tasossa (+86.00) n. 900 000 m<sup>3</sup> sekä selkeytysallas n. 4 ha ja tilavuus samassa vesipinnan tasossa n. 80 000 m<sup>3</sup>. Lisäksi on välipadon kärjestä pengerrytetty n. 150 m:n pituinen rikastusjätteen laskeutumista ohjaava pistopato F.

Padot suunniteltiin toteutettavaksi ns. homogeenisina moreenipatoina luiskakaltevuudella 1:2,5 ja harjakorkeudella +86.80 sekä harjaleveydellä 4,0 metriä. Pääasialliseksi rakennusmenetelmäksi valittiin ns. kerrostäyttömenetelmä, jonka kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus luonnollisesti riippui sullontatyötä suorittavasta kalustosta, mutta oli valittava siten, että moreenin kuivavuuspaino valmiissa patopenkereessä oli vähintään 95 % verrattuna ns. parannetulla Proctor-menettelmällä korkeellisesti määrättyyn maksimikuivavuuspainoon.

Patokriteerioiden seuraamista varten oli työmaalla oltava työnvalvojien apuna maalaboratorio, joka toimi pääosin kahdessa vuorossa kuten rakentaminenkin. Työmaalaboratorion tutkimusvälineistö oli vuokrattu Ins.tsto Maa- ja Vesi Oy:ltä, joka vastasi myös Hammasslahden kaivoksen maanrakennus- ja vesihuoltotöiden suunnittelusta.

Jätealueen raivaus ja maapatojen rakentaminen alkoi urakoitsijatyönä yksikköhintaurakkana kesä—heinäkuun vaihteessa 1972 ja jatkui talven tuloon asti joulukuussa.

Sama urakoitsija suoritti saman aikaisesti ensimmäisen avolouhoksen irtomaiden poiston, joka käsitti noin 186 000 k-m<sup>3</sup> hiesu- ja hietamaita. Niitä ei kuitenkaan niiden lajittuneisuuden ja märkyyden takia voitu käyttää maapatoihin, vaan ne jouduttiin läjittämään. Avolouhoksella käytettiin maakerroksen luiskakaltevuutena myös 1:2,5.

Maapatojen moreeni ajettiin n. 1—2 km:n etäisyydellä sijainneilta kolmelta otopaikalta (kts. kartta) n. 35 tonnin bruttopainoisilla 2-akselisilla Kockum KL-420 maansiirtoautoilla ja lähes 30 tonnin bruttopainoisilla

3-akselisilla erikoiskuorma-autoilla, jotka suorittivat pa-doilla ajaessaan varsin tehokasta sullontaa.

Vuoden 1972 rakennuskauden päättyessä jäivät moreenipadot runsaan metrin vaille varsinaista tavoitekor-keuttaan. Talvikautena 1972—73 ajatti Outokumpu Oy reunapatojen sisäluisikiin ja välipadon molempiin luiskiin kalliilouheverhouksen. Kesällä 1973 nostettiin patojen moreeniset tiivistyssydämet toisen urakoitsijan toimesta lopulliseen korkeuteensa (+86.80). Molempina kesinä tuli kahden eri urakoitsijan toimesta ajetuksi jätealueen patoihin moreenia yhteensä n. 210 000 k-m<sup>3</sup> mitattuna poiskaivettuna tilavuutena moreeninottoaikoilla.

Padot tullaan verhoamaan kokonaan louheella sitä mukaa kun malminlouhinnan yhteydessä joudutaan sivu-kiveä irrottamaan.

## Vesihuollon rakentaminen

Kaikki Hammaslahden kaivoksen vesihuoltotyöt suoritti yksi länsisuomalainen urakoitsija, joka aloitti työnsä ke-säkuussa 1972 ja päätti ne tammikuussa 1973 lukuun-ottamatta viime kesänä — lähinnä vesilinjoilla — suo-rittamia viimeistelytyöitä.

Tämän urakan etäisin kohde oli raakavedenotto-pis-teen rakentaminen Iiksenjoen (MQ = 2,3 m<sup>3</sup>/s) Mylly-lampeen, jonka varastotilavuutta lisättiin rakentamalla sen luusuaan maapato, jolla vedenpintaa nostettiin n. 1,5 m. Täältä rakennettiin 1,9 km:n pituinen gravitaatioputki PEH 315/6 prosessiveden pumppaamolle ja sieltä edelleen 0,8 km:n pituiset PEH 140/6 ja 250/6 linjat rikastamolle.

Saman sopimuksen piiriin kuului niinkään rikasta-mon jätesakeuttimelta jätealueelle johtavan 0,6 km:n pituisen PEL 180/4 jäteputken ja sen kyllästetystä puus-ta tehdyn telineistön rakentaminen sekä edelleen ren-kaan sulkeminen selkeytsaltaalta pumppuamolle johta-valla 0,4 km:n pituisella jälleen maahan upotetulla PEH 315/6 gravitaatioputkella, joka palauttaa selkiinty-neen jäteveden prosessikiertoon.

Itä-Suomen Vesioikeus myönsi 1973—01—25 Outo-kumpu Oy:lle luvan veden johtamiseen Iiksenjoesta. Tämän luvan käyttäminen näyttää näillä näkymillä ra-joittuvan lähinnä käynnistysvaiheisiin ja saa vesimäärä silloin olla lupachotoien mukaan 3 000 m<sup>3</sup>/vrk. Jätevesien laskulupa siirtyi valitusten jälkeen KHO:een eikä ole vielä ratkennut. Kierrätys on kuitenkin ainakin toistai-seksi onnistunut niin hyvin, että myöskin puhtaat kai-vosvedet on johdettu kokonaisuudessaan jätealueelle ja sitä kautta kiertoon mukaan.

Kaivoksen sosiaalitoimintojen tarvitsema talousvesi otetaan rikastamolta 1,2 km etelään rakennetusta appo-kaivomenetelmällä toteutetusta pohjavedenottamosta, jonka teho on koenumpauksen mukaan n. 200 l/min — vesijohtolinja on PEH 110/6 putkesta.

## Täydentävät rakennushankkeet

Aivan viime aikoina on rikastamoiden melukysymyksiin alettu kiinnittää lisääntyvää huomiota — niin myös Hammaslahdessa. Kesällä 1973 verhoiltiin rikastamon myllyn puoleisen pään katto ja nosturipalkkien yläpuo-linen osa seinistä mineraalivillalla. Toimenpidettä tehos-tettiin rakentamalla myllyjen eteen ja osittain sivuillekin helposti siirrettävät lastulevyrakenteiset ja 5 cm:n mine-

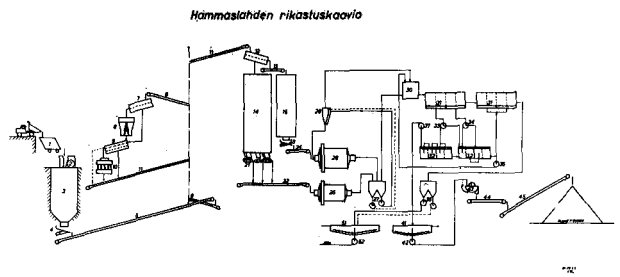
raalivillalla (100 kg/m<sup>3</sup>) vuoratut vaimennusseinämät. Asian kehittyminen on vielä kesken, mutta tähänastiset tu-lokset näyttävät myönteisiltä ja vaativat ilmeisestikin seuraavaksi tarttumaan rikastamon muihinkin meluläh-teisiin.

Ensi kevääseen mennessä tulee Hammaslahdikin saa-maan rikastevarastonsa — perustukset on jo valettu. Tilavuutta on rakennuskuutioissa mitattuna 7 200 ja runkona liimapuukaaret sekä katteena vaijerikannattei-nen Trevira Vinyplan.

Rakenteilla on parhaillaan toinen jäteputki PEL 160/4 ja ensi kesän ohjelmassa on keskeisten tie- ja kenttä-alueiden päällystäminen pääosin öljysoralla — syksyllä 1972 päällystettiin ja viemäroitiin vain rikastekenttä.

Kaukaisemman tulevaisuuden asioita ovat jätealueen laajentaminen ja pystykuilun toteuttaminen, johon kui-tenkin jo varauduttiin valamalla murskaamon rakenta-misen yhteydessä irtomaakerroksen osuus kuilusta.

Kaivoksen perustaminen on aikaansaanut myös yhtiön ulkopuolista seurannaisrakentamista. Niinpä VR rakensi ke-väällä 1973 Hammaslahden asemalle rikasteen lastaus-laiturin sivuraiteineen ja TVL:n Pohjois-Karjalan piiri toteuttaa paraillaan uutta n. 3,5 km:n pituista tieyh-teyttä Hammaslahden taajaman ja valtatie 6:n välille.



Kuva 5. Hammaslahden rikastuskaavio.

Fig. 5. Flowsheet of the concentrator.

### Legend for the flowsheet

1. Reciprocating feeder KOPO HUL 125
2. Single-toggle crusher AR 120, set 160 mm
3. Bin, 300 tons
4. IFE vibrating feeder EH 800×1000
5. Belt conveyor 1,0 m × 68 m
6. Belt conveyor 1,0 m × 52 m
7. Screen 1,5 m × 3,0 m, deck 80 mm × 80 mm
8. Gyratory crusher LOKOMO G 3210, set 40 mm
9. Screen 1,5 m × 4,0 m, double-deck, upper deck 50 mm × 50 mm, lower deck 20 mm × 20 mm
10. Cone crusher 5½' Symons SH, set 6 mm
11. Belt conveyor 0,8 m × 81 m
12. Screen 1,5 m × 3,0 m, deck 40 mm × 40 mm
13. Belt conveyor 0,5 m × 11,5 m
14. Crushed ore bin, 2300 tons
15. Pebble bin, 400 tons
21. 5 Belt feeders 1,0 m × 3,0 m
22. Belt conveyor 0,8 m × 20,5 m
23. IFE vibrating feeder EH 400×1000
24. Belt conveyor 0,5 m × 7,3 m
25. Rod mill φ 2250 mm × 3600 mm, 25 rpm
26. Pebble mill φ 3200 mm × 4500 mm, 18,5 rpm
27. 2 Centrifugal pumps LP 150
28. 2 Cyclone classifiers φ 500 mm/20°

30. Conditioner  $\phi$  2,8 m  $\times$  3,0 m  
 31. 2 OK 16 Flotation Machines, each with 4 cells  
 32. 2 VK13 Flotation Machines, each with 4 cells  
 33—35. Centrifugal pump OKR 125  
 36. 2 Centrifugal pumps LP 150  
 37. Centrifugal pump SPV 365-6

41. Concentrate thickener  $\phi$  10 m  
 42. Centrifugal pump OKR 80  
 43. 2 Disc filters  $\phi$  1800 mm, 4 discs  
 44. Belt conveyor 0,5 m  $\times$  15,5 m  
 45. Belt conveyor 0,5 m  $\times$  50 m

51. Tailing thickener  $\phi$  20 m  
 52. Centrifugal pump OKR 125

## RIKASTAMO

*Dipl.ins. Olli Korhonen*

### Yleistä

Rikastamo käsittelee vuosittain 400 000 tonnia malmia. Siitä valmistetaan malmin pitoisuudesta riippuen 12 000...16 000 tonnia kuparirikastetta, jonka kuparipitoisuus on keskimäärin 25 %. Rikaste kuljetetaan kuorma-autoilla 7 km:n päässä olevalle Hammaslahden asemalle ja sieltä edelleen junakuljetuksena Harjavaltaan.

Rikastamon suunnittelu, laitehankinnat ja asennusvalvonta tehtiin Outokumpu Oy:n Teknillisen Suunnittelun toimesta käyttäen apuna asiantuntijoita omasta yhtiöstä ja sen ulkopuolelta. Laitehankinnat tehtiin suurina kokonaisuuksina.

Koneiden asennus alkoi marraskuussa v. 1972, tehtaankäyttö maaliskuun alussa v. 1973 ja varsinaisen tuotanto 1. 4. 1973.

### Murskaus

Murskaus suoritetaan maanpäällisessä murskaamossa, johon louhittu malmi tuodaan malminkuljetusautoilla. Murskaus tapahtuu kolmessa vaiheessa:

- AR 120 leukamurskain, asetus 160 mm
- Lokomo G 3210 karamurskain, asetus 40 mm
- Symons SH 5 $\frac{1}{2}$ ' kartiomurskain, asetus 6 mm

Ensimmäistä murskausvaihetta edeltää hydraulisella käyttökoneistolla varustettu louheensyöttövaunu, jonka iskuluvun säätö on kauko-ohjattu.

Karkeamurskattu malmi varastoidaan 300 tonnin välisiiloon, joka sijaitsee leukamurskaimen alapuolella. Siilon purkusyöttimenä on iskunpituuden kaukosäätölaitteella varustettu sähkömagneettinen tärysytin.

Hienomurskaamo on rakennettu tornimurskaamoksi, johon karkeamurskattu malmi nostetaan kahden risteävän hihnakuljettimen avulla. Näistä ensimmäiseen on asennettu hihnavaaka ja METOR-metallinilmaisin.

Hienomurskaamon molempia murskausvaiheita edeltää vapaavärahteinen epäkeskotäryseula. Alemman seulan ylätasolla erotetaan jauhinkappaleina käytettävä palamalmi.

Murske ja palamalmi nostetaan yhteisellä hihnakuljettimella rikastamon murskesiilon yläpuolelle, jossa palamalmi erotetaan seulomalla ja syötetään omaan siilonsa.

Murskesiiloon voidaan varastoida rikastamon kahden vuorokauden syöttöä vastaava määrä mursketta eli noin 2300 tonnia. Murske- ja palamalmisiiloiden pinnankorkeudet mitataan kaikuluotausperiaatteella.

Murskaamon koneiden käynnistykset sekä karkeamurskaamon ja hienomurskaamon syötön säätö suoritetaan leukamurskaimen vieressä olevasta ohjauspulpetista käsin.

Murskaamon varolaitteina käytetään pyörinnanvalvoja sekä suppiloiden täyttymistä ilmaisevia radioaktiivisia pintakytkeämiä. Häiriötilanne pysäyttää kuljetinta tai suppiola edeltävät koneet.

Murskauksessa syntynyt pöly erotetaan pussisuodattimilla. Talteenotettu pöly lietetään veteen ja pumpataan jauhatuspiiriin.

Murskaamon kapasiteetti on 120...150 t/h. Murskausta suoritetaan kahdessa vuorossa viitenä päivänä viikossa.

### Jauhatus

Murskesiilon alla olevista hihnasyöttimistä keskimääräinen on varustettu tyristoriohjatulla tasavirtakäytöllä. Palamalmi syöttimenä on sähkömagneettinen tärysytin.

Jauhatuspiirin muodostavat tankomyly  $\phi$  2250 mm  $\times$  3600 mm, palamalmimylly  $\phi$  3200 mm  $\times$  4500 mm ja luokitussykloni  $\phi$  500 mm, joka on sulkeispiirissä palamalmimyllyn kanssa.

Jauhatushienous on 5...10 % +65 mesh ja 60...65 % —200 mesh. Jauhatuspiirin syöttö on 50 t/h, josta palojen osuus on noin 5 %.

Jauhatuspiirissä on toteutettu seuraavat säädöt:

- Tankomylyn syötön vakiointi
- Palamalmimyllyn teho
- Tankomylyn vesi suhteessa murskeen syöttöön
- Jauhatuksen kokonaisvesi
- Syklonipumppukaivojen pinnat. Toteutetaan palauttamalla lietettä valmentimesta.

Tämän lisäksi suoritetaan mittaukset tankomylyn tehosta, palamalmi syötöstä ja syklonien paineesta.

### Vaahdotus ja vedenpoisto

Vaahdottamossa malmista erotetaan ainoastaan kuparirikaste. Mahdollista sinkin vaahdotusta varten on varattu tilaa.

Kuparin esi- ja ripevaahdotus suoritetaan OK 16 -vaahdotuskoneilla. Kumpaakin vaahdotusvaihetta varten on yksi neliaksellinen yksikkö.

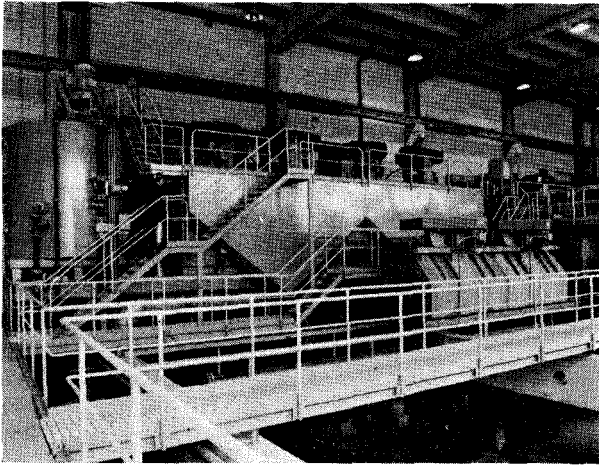
Outokumpu Oy:n kehittämä mekaanis-pneumaattinen vaahdotuskone OK 16 on eräs suurimmista markkinoilla esiintyvistä. Sen kennoaltaan yhden osaston mitat ovat 2,8 m  $\times$  2,8 m ja korkeus 2,2 m. Tilavuudeksi tulee akselia kohti 16 m<sup>3</sup>. Sen roottori-staattorimekanismin rakenne on suunniteltu erikoisesti suurten ilmamäärien dispergointiin. Ilman syöttö akselia kohti on 15...25 m<sup>3</sup>/min.

Esirikasteen kertaus suoritetaan kahdessa 4-akselisesa VK 3 -vaahdotuskoneessa.

Kaikki vaahdotuskoneet on varustettu automaattisella pinnankorkeuden säädöllä.

Riperikaste ja kertausjäte palautetaan esivaahdotusta edeltävään valmentimeen.





Kuva 6. Näkymä vaahdottamosta, taustalla uusi OK 16 vaahdotuskone.

Fig. 6. A view of the flotation section, in the background the new OK 16 Flotation Machine.

Vaahdotus suoritetaan kalkkialkaalisessa lietteessä, jonka pH on noin 11,5. Vaahdotuskemikaaleina käytetään natriumamyliksantaattia 50...100 g/t, vaahdotetta 3...5 g/t ja poltettua kalkkia noin 1 kg/t. Kemiaalit syötetään tankomyllyyn. Osa ksantaatista syötetään ripevaahdotukseen.

Rikasteen kuparipitoisuus on keskimäärin 25 % ja kuparin saanti yli 96 %.

Vuoronäytteet otetaan koneellisesti tankomyllyn tuotteesta, kuparirikasteesta ja vaahdotusjätteestä. Näytteet analysoidaan PIONEER-röntgenanalyysaattorilla.

Rikaste sakeutetaan  $\varnothing$  10 m:n sakeuttimessa ja suodatetaan 4-kiekkoisessa  $\varnothing$  1800 mm:n kiekkosuotimessa. Rikasteen suodinkosteus on 8...10 %. Rikastetta ei kuivata.

### Prosessivesi ja jätteen käsittely

Hammaslahden kaivoksella toteutetaan täydellinen prosessiveden kierrätys.

Vaahdotusjäte pumpataan  $\varnothing$  20 m:n sakeuttimeen, jonka ylitte palautetaan rikastamon prosessivesisäiliöön. Alite pumpataan jätealueelle, josta selkeytynyt vesi palautetaan pumppaamon kautta rikastamon prosessivesisäiliöön. Rikastamon vedenkulutus on 2500 l/min. Prosessivesiputkiston paine 4 kp/cm<sup>2</sup> saadaan aikaan paineenkorotuspumpuilla.

Kierrätysvedestä lähes puolet saadaan sakeuttimen ylitteenä. Tämä lisää viipymää jätealueella, samalla kun pumppauskustannukset alenevat. Lisäksi suuri osa vedestä saadaan takaisin prosessiin lämpimänä.

Rikastamo on jätealtaan täyttyttyä prosessiveden suhteen käytännöllisesti katsoen omavarainen. Vain kuivina kausina voidaan osa vedestä joutua ottamaan vesistöistä. Toisaalta prosessista peräisin olevia vesiä jouduttaneen laskemaan vesistöön ainoastaan poikkeuksellisen runsaiden sateiden tai kevättulvien johdosta, jolloin myös laimennus on suurimmillaan.

### Automaatio ja energia

Prosessin mittaukset ja säädöt sekä koneiden käynnistykset on keskitetty ohjaamoon. Instrumentit ovat etupäässä sähköisiä, toimilaitteet pneumaattisia.

Rikastamon 400 V:n kojeistot on sijoitettu ohjaamon alle kellarikerrokseen. Välissä on ristikytkentätila.

Rikastamon sähkönkulutus on yhteensä 25 kWh/t ja kaantuen seuraavasti: murskaus 3 kWh/t, jauhatus 12 kWh/t ja vaahdotus ym. 10 kWh/t.

### Henkilöstö

Varsinainen käyttöhenkilökunta käsittää rikastamon esimiehen, työnjohtajan ja 20 miestä. Miehistä on 16 keskeytymättömässä 3-vuorotyössä, 2 murskaamon 2-vuorotyössä ja 2 päivävuorossa.

### Summary

The Hammaslahti mine is situated in Eastern Finland in the province of North Karelia, about 25 kilometers south of the town of Joensuu.

The ore deposit is situated in an impure arcosite complex inside a vast area of Karelian phyllites. The deposit contains four ore bodies which follow the tectonic axial plunge. The ore breccia and veins are composed of pyrrhotite and chalcopyrite, with also sphalerite in places. The ore was discovered in 1966.

Open pit mining is used for the upper parts of the orebody, and the rest of the ore is mined underground. The full scale underground mining will start in the beginning of 1975.

The annual output of the mine is 400 000 tons of ore. From this amount 12 000...16 000 tons of copper concentrate containing 25 % copper is produced. The erection of the plant was begun in the spring 1972 and was chiefly finished up to the end of the same year. The production started in April 1973.

The copper concentrate is transported by rail to the Harjavalta smelter.

The clarified water from the tailing area will be re-used with the overflow of the tailing thickener. The need for fresh water is minimal.

The administration of the Hammaslahti mine is subordinated to the Outokumpu mine.

**Vuorimiesyhdistyksen julkaisemia tutkimus-**  
**selosteita ja kirjoja on saatavissa rahaston-**  
**hoitajalta TL Heikki Aulangolta osoitteella:**

**Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen**  
**r.y., PL 27, 02101 Tapiola tai puhelimella**  
**90 - 421 3502/Aulanko.**

**Viimeksi ovat ilmestyneet: Kalliomekaniikan**  
**päivät 1972, no 29 Jäähdytys ja lämmön**  
**talteenotto metallurgisessa teollisuudessa,**  
**no 39 ATK:n menetelmien käyttö**  
**kallioperäkartoituksessa, no 40 Kaivosten**  
**jätealueet ja ympäristösuojelu.**



Kuva 1. Rikastamo  
Fig. 1. Concentrator

# Outokumpu Oy:n Kylmäkosken kaivos

*A. Warma, P. Lähteenoja, T. Lukkarinen*

## Malmin löytö ja alustavat tutkimukset

Kylmäkosken pitäjän Taipaleen kylästä löytyi v. 1961 verraten rikas nikkeli-kuparipitoinen irtolohkare. Itse malmi paikallistettiin tutkimusten jälkeen v. 1962 n. 400 m luoteeseen lohkareen löytöpaikasta. Seuranneiden kairausten perusteella arvioitiin esiintymän sisältävän n. 0,5 milj. tonnia malmia, jonka pitoisuudeksi in situ arvioitiin 0,55 % Ni ja 0,48 % Cu.

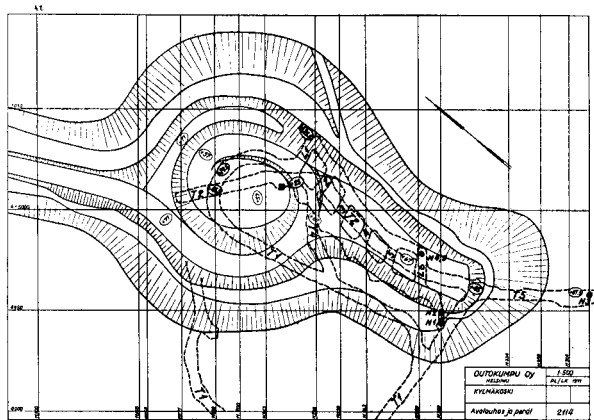
## Kaivoksen avaus ja rakennusvaihe

Päätös kaivostoiminnan aloittamisesta tehtiin huhtikuussa 1970. Malmin sijainti oli sikäli edullinen, että käyttövesi oli saatavissa vieressä sijaitsevasta Tarpianjoesta, alueen halki kulki 20 kV voimalinja ja tieyhteydet olivat olemassa. Toisaalta toiminta oli sopeutettava vauraan hämäläisen maalaiskylän miljööseen. Lähin asuinrakennus sijaitsee n. 80 metrin päässä rikastamosta.

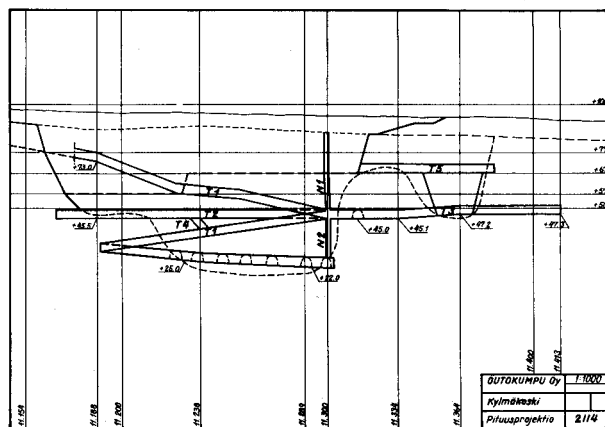
Louhinta suunniteltiin suoritettavaksi pääasiassa avolouhintana, johon malmion sijainti lähellä maanpintaa antoi mahdollisuuden. Rikastamo suunniteltiin lyhyeksi jäävästä toiminta-ajasta johtuen mahdollisimman siirrettäväksi. Laitoksen kapasiteetiksi suunniteltiin 200 000 tonnia vuodessa.

Maamassoja siirrettiin kaikkiaan runsaat 200 000 m<sup>3</sup>. N. 45 000 m<sup>3</sup> varastoitiin jätealueen toiminnan päätyttyä tapahtuvaa ruohottamista varten. Poistetuista massoista rakennettiin savikuoriset moreenipadot rikastamon 8 ha:n suuruisen jätealueen ja 1 ha:n suuruisen jäteveden selkeytymisaltaan ympärille.

Maanpoisto saatiin suoritetuksi tammikuussa 1971, jolloin päästiin louhimaan avolouhoksen ajoluiskaa. Tämä tavoitti malmin maaliskuun alussa, jolloin ryhdyttiin levittämään ensimmäistä 12,5 metrin korkuista louhintapengertä.



Kuva 2. Avolouhos ja perät  
Fig. 2. Open pit and drifts



Kuva 3. Pituusprojekti  
Fig. 3. Longitudinal projection

Rikastamon teräsbetonisten rakennus- ja koneperustuksien rakentaminen aloitettiin heinäkuussa 1970. Teräsrunkoinen 10 000 m<sup>3</sup>:n suuruinen rikastamohalli pystytettiin marraskuussa. Korjaamohalliksi siirrettiin Harjavallasta 1 000 m<sup>3</sup>:n suuruinen puuelementtirakenteinen rakennus. Murskaamo sijoitettiin kokonaan talvasalle. Veden hankintaa varten rakennettiin pieni puurakenteinen pumppaamo Tarpianjoen rantaan. Osetun tilan päärakennus kunnostettiin konttori-, laboratorio- ja huoltotiloiksi. Tilan talousrakennuksista saatiin käyttökelpoisia varasto- ja konehuoltotiloja.

Rikastamon kone- ja sähköasennukset aloitettiin marraskuun lopulla ja ne saatiin käyntiinlähtökuntoon maaliskuun lopulla. Rikastamo käynnistettiin 31. 3. 71.

Yli 90 % rikastamon konetoimituksista oli kotimaisia. Rakennustoissa oli parhaimmillaan yli 100 miestä.

### Louhinta ja valmistavat työt

Pääosa malmiesiintymästä louhitaan avolouhoksesta pengerlouhintana. Pengerkorkeus on n. 10 m. Niitä tulee louhoksen pohjoispäähän kolme, eteläpäähän kaksi. Avolouhokseen laskeutuvan, sisäpuolta kiertävän tien kaltevuus on 1 : 9, leveys n. 10 m.

Louhinnan, lastauksen, malmin ja raakun kuljetuksen ja malmin esimurskauksen suorittaa urakoitsija.

Louhintareikien suuruus on 64 mm Ø, räjähdysaineena käytetään ANO:a. Malmi ja raakku lastataan Caterpillar 988 -pyörätukuormaajalla ja kuljetus suoritetaan kahdella 12 tonnin Sisu-kuorma-autolla.

Malmion eteläisin, syvimmällä sijaitseva osa tullaan louhimaan maanalaisin menetelmin välitasolouhintaa käyttäen. Tätä varten on ajettu 4,3×4,5 m suuruinen kuljetustunneli. Tunnelin, perien ja nousujen yhteispituus on n. 1 km. Porauksen on urakoitsija suorittanut kolmella kevyellä polvisyöttökoneella kuorma-auton alustasta valmistetulta porauslavalta käsin. Lastaus ja kuljetus tunnelissa on tapahtunut samalla kalustolla kuin avolouhinnassakin.

Maanalaisen louhinnan poraus tullaan suorittamaan omana työnä. Malmin lastauksen ja ajon ylös maan alta tulee suorittamaan urakoitsija.

Malmi tulee loppuun louhittua kesällä 1974. Kokonaislouhinnaksi tulee noin 650 000 tonnia malmia, josta avolouhinnan osuus noin 500 000 tonnia. Sivukiveä on louhittu tällöin noin 120 000 tonnia.

Louhinta-urakoitsijan työvahvuus on avolouhoksella 11 miestä työnjohto mukaanluettuna. Louhinta ja maanalaiset valmistavat työt ovat käynnissä kahdessa vuorossa viitenä päivänä viikossa.

### Geologia

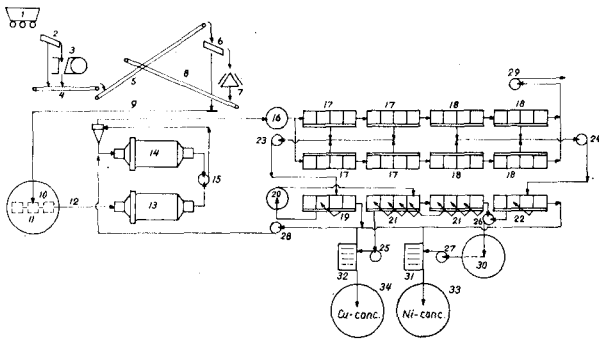
Tunnetun malmin muodostaa mineralisoitunut peridotitiilinsi, jossa sivukivimineraaleina on oliviinia, pyrokseneja, serpentiiniä ja rikastusteknillisesti haitallisessa määrin myös kloriittia ja talkkia. Malmimineraaleina ovat pentlandiitti, kuparikiisu ja nikkeli-pitoinen magneettikiisu. Pääosa malmimineraaleista on varsin karkearakeista. Malmion rikkonaisten pintaosien näytteissä on todettu oksidisia rapautumiskalvoja.

Kiisupitoinen peridotitiivi-vyöhyke rajoittuu joka puolelta kiihlegneisiin, paitsi ajoväylän puoleisessa päässä graniittiin. Irtomaata, savea ja moreenia, oli paljastuman päällä 8—12 m. Kalliopinta osoittautui tavattoman epätasaiseksi, siinä oli jyrkkiä kohoumia ja syviä ruhjevyyhykkeitä. Koko kiisuuntunut peridotitiivi on n. 150 m pitkä ja leveimmältä kohdaltaan lähes 80 m leveä. Se kapenee maljamaisesti melko nopeasti alaspäin ja loppuu n. 50—60 m:n syvyydessä.

Malmi on varsinkin yläosassa tavattoman epähomogeenista, ruhjeista ja rikkonaista. Lisäksi ruhjevyyhykeisiin on tunkeutunut loiva-asentoisia graniitti- ja pegmatiittijuonia, jotka vaikeuttavat malmin louhintaa ja laimentavat pitoisuutta.

### Tuotanto

Rikastamon kapasiteetti on 25—30 tonnia/tunti eli 600—700 tonnia/vrk. 4,5-prosenttista nikkeli-rikastetta saadaan keskimäärin 40 t/vrk, 25-prosenttista kuparirikastetta 3 t/vrk.



Kuva 4. Rikastuskaavio  
Fig. 4. Flowsheet of the concentrator

Legend for the Flowsheet

1. Reciprocating feeder, 1200 × 4800 mm, 15 kW
2. Grizzly, 1520 × 3300 mm, 15 kW
3. Jaw crusher, 900 × 1200 mm, 130 kW
4. Belt conveyor, c-c 10 m, 7,5 kW
5. Belt conveyor, c-c 30 m, 15 kW
6. Screen, 1500 × 4000 mm, 15 kW
7. 4¼ ft Symons St. crusher, 130 kW
8. Belt conveyor, c-c 20 m, 5,5 kW
9. Belt conveyor, c-c 55 m, 15 kW
10. Ore bin, 1450 tons
11. 3 drum feeders, 0,75 kW
12. Belt conveyor, c-c 30 m, 7,5 kW
13. Rod mill, ø 1800 × 3600 mm, 25,5 r/min, 160 kW
14. Ball mill, ø 2750 × 3200 mm, 21 r/min, 315 kW
15. 2 SPV-304 pumps for ore pulp, 15 kW
16. Conditioner, ø 2450 × 2450 mm, 230 r/min, 22 kW
17. 4 VK-3 flotation cells, roughing, 190 r/min, 22 kW
18. 4 VK-3 flotation cells, cleaning, 190 r/min, 22 kW
19. 1 VK-3 flotation cell, cleaning, 190 r/min, 22 kW
20. Conditioner, ø 2450 × 2450 mm, 230 r/min, 22 kW
21. 2 OKKO-1,5 flotation cells, Cu-Ni separation, 250 r/min, 11 kW
22. VK-3 flotation cell, cleaning, 190 r/min, 22 kW
- 23.—28. 7-SPV-260 pumps, one reserve, 7,5 kW
29. 2 SPV-304 pumps for tailing, 22 kW
30. Thickener, ø 7 m, 2 kW
31. Disc filter, 4 discs
32. Disc filter, 4 discs
33. Belt conveyor, c-c 30 m, 5,5 kW
34. Belt conveyor, c-c 30 m, 5,5 kW

**Murskaus**

Malmi murskataan kahdessa vaiheessa alle 20 mm:n raesuuruuteen. Karkeamurskaimena on Lokomon MK 120 -leukamurskain, hienomurskaimena 4¼ Symons Standard -kartiomurskain. Valmis murskaustuote kuljetetaan hihnakuuljettimella 1 000 m<sup>3</sup> elementtirakenteiseen terässiiloon.

Murskaamon pölynpoisto suoritetaan 34 000 m<sup>3</sup>/tunti puhaltimen, imuputkiston ja letkusuoitimen avulla.

Murskaamon kapasiteetti on 80 tonnia/tunti.

**Jauhatus**

Jauhatus suoritetaan kahdessa vaiheessa, ø 1 800×3 600 mm:n tankkomyllyssä ja ø 2 750×3 200 mm:n kuulamyllyssä. Malmi syötetään siilosta tankkomyllyn syöttöhihnalle rumpusyöttimillä. Hihnavaaka ohjaa rumpusyöttimien tasavirtamoottorien kierroslukua ja pitää syötön vakiona.

**Vaahdotus**

Vaahdotus jakaantuu kolmeen pääosaan, nikkeli-kupari-vaahdotukseen, nikkeli-kuparierotusvaahdotukseen ja nikkeli-pitoisen magneettikiisun vaahdotukseen.

Esivaahdotusta varten on 10 4-osaista VK 3 -vaahdotuskennoa, tilavuudeltaan 4×3 m<sup>3</sup> kukin. Kennot on sijoitettu kahteen rinnakkaiseen riviin. Nikkeli-kupari-esivaahdotusta varten on neljä, magneettikiisun esivaahdotusta varten kuusi 4-osaista vaahdotuskennoa. Kennoissa on automaattinen pinnansäätö. Nikkeli-kupariesirikaste kerrataan 4-osaisessa VK 3 -kennossa kolme kertaa, magneettikiisuesirikaste samaten kolme kertaa omassa 4-osaisessa VK 3 -kennossaan.

Kerrattu nikkeli-kupariesirikaste valmennetaan 10 m<sup>3</sup> valmentimessa ja erotetaan nikkeli- ja kuparirikasteiksi kahdessa 4-osaisessa OKKO 1,5 -vaahdotuskennossa.

Nikkeli-kuparivaahdotuksen kemikaalit ovat rikkihappo, amyliksantaatti, TEB ja CMC, magneettikiisuvaahdotuksen rikkihappo, amyliksantaatti ja TEB. Erotusvaahdotuksessa nikkelimineraalit painetaan kalkin ja dekstriinin avulla pH arvossa 12,2.

**Vedenpoisto**

Nikkelirikaste, johon yhdistetään nikkeli-pitoinen magneettikiisurikaste, sakeutetaan ulos sijoitetussa 7 m sakeuttimessa. Sakeuttimen alite suodatetaan 4-kiekkosellilla 6' kiekkosuoitimella.

Kuparirikaste suodatetaan 1-kiekkosella 6' suotimella ilman sakeutusta.

Suodatetut rikasteet kuljetetaan hihnakuuljettimilla ulos varastokasoihin autoilla Harjavaltaan kuljetettaviksi.

**Jätteen käsittely**

Jäte pumputaan runsaan puolen kilometrin päähän jätealueelle, jossa on noin 8 ha:n jäteallas ja noin 1 ha:n jäteveden selkeytysallas.

**Näytteiden otto ja analysointi**

Syötteen, rikasteiden ja jätteen vuoronäytteet otetaan automaattisesti. Ne analysoidaan paikan päällä käyttölaboratoriossa. Kuukausinäytteet analysoidaan Harjavallassa.

**Vedenhankinta**

Jätealueen ylitevesi, sakeuttimen ylite ja imukoneen tiivistysvesi johdetaan Tarpianjoen rannassa sijaitsevaan vedenottamoon. Tarvittava lisävesi otetaan joesta. Palautettavien kiertovesien ja tuoreveden seos muodostaa rikastamon käyttöveden, joka pumputaan rikastamolla sijaitsevaan pääjakotukkiin edelleen jaettavaksi. Rikastamolla tarvittava tuorevesi pumputaan vedenottamosta erillistä vesijohtoa käyttäen.

**Huolto- ja korjaustyöt**

Huolto- ja korjaustöitä varten rikastamon yhteydessä toimii pieni korjaamo tarpeellisine koneineen ja laitteineen. Rikastamohalli on varustettu 10 tonnin, korjaamo 1 tonnin siltanosturilla. Käytettävissä on myös pyörillä liikkuva 10 tonnin Demag-nosturi.

# ATK:n soveltaminen louhinnassa

*Tekn. lis. Pentti Niskanen, Outokumpu Oy*

## Johdanto

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunta perusti kokouksessaan 72—12—12 työkomitean, jonka tutkimusaiheeksi määrättiin ”ATK:n soveltaminen louhinnassa”.

Komitean tavoitteena on

1) Pitää ajan tasalla alan Suomessa toteutettujen tietokonesovellutusten lyhennelmäkokoelmaa. Alaan katsotaan tällöin kuuluvaksi malmiarviot, esiintymien kannattavuuslaskelmat, louhinnan suunnittelu, kalliomekaniikka, koneiden ja laitteiden hankinta ja huolto, tuuletus sekä teknilliset informaatiojärjestelmät.

2) Komitea seuraa alan resurssien ja sovellutusten kehitystä eri yrityksissä koordinoiden mahdollisuuksiensa mukaan alan kehitystä.

Komitea on pitänyt 2 kokousta, joiden yhteydessä on tutustuttu Paraisten Kalkki Oy:n, Outokumpu Oy:n sekä Teknillinen laskenta Oy:n tietojenkäsittelyyn sekä sovellutuksiin.

Komiteassa on jäsen yrityksistä Lohjan Kalkkitehdas Oy, Outokumpu Oy, Paraisten Kalkki Oy sekä Rautaruukki Oy. Tällä hetkellä on puheenjohtajana TL Pentti Niskanen, Outokumpu Oy, ja sihteerinä TL Lennart Lauren, Paraisten Kalkki Oy. Komitean jäsenmäärää laajennetaan tarvittaessa.

## Yhteenveto sovellutuslyhennelmistä

Sovellutustilanteen kartoittamiseksi lähetettiin kirjallinen tiedustelu 16 rakennus- ja vuoriteollisuusalan yritykselle, Geologiselle Tutkimuslaitokselle, Valtion Teknilliselle Tutkimuslaitokselle sekä Helsingin Teknilliselle Korkeakoululle. Saatujen vastausten perusteella on laadittu oheinen lyhennelmäkokoelma.

Sovellutuksista voidaan todeta

1) Sovellutusten laajuus ja ”vaikeustaso” vaihtelevat huomattavasti. Osa ohjelmista on yksinkertaisia laskurutiineja (esim. ”Pengerlouhinnan irrotusohjelma” tai ”Kaivosmittauksen laskut”). Joukossa on toisaalta muutamia laajoja ohjelmajärjestelmiä (”Kaivoksen tuuletuksen säätöjärjestelmä” tai ”Mittauspaketti”).

2) Monet kokoelmassa esitetyistä ohjelmista on tehty siten, että ne soveltuvat yhdistettäväksi laajemmaksi järjestelmäksi. Esimerkkinä tästä on mm. ohjelmaketju: ”Lohkomalmiarviorekisteri — Lohkomalmiarvio — Malmimalli — Avolouhoksen optimointi — Avolouhoksen malmi- ja tuotantoarvio — Tuoton todennäköisyysjakautuma” (tai ”Sisäisen koron todennäköisyysjakautuma”).

3) Sovellutusten ryhmittely valitun yksinkertaisen otosakejaon mukaisesti on hankalaa. Jako ei näinollen ole

sitova, vaan esimerkiksi ”Louhosohjelma” soveltuu myös avolouhoksen suunnitteluun (ja päinvastoin ”Louhintasimulaattori” maanalaisen louhinnan suunnitteluun) tai toisena esimerkkinä systeemillä ”Maaperän jännitykset ja muodonmuutokset” voidaan analysoida myös maanalaisten tilojen kalliomekaanisia ominaisuuksia.

Kaikenkaikkiaan lyhennelmäkokoelma sisältää laajan joukon komitean alaan kuuluvien perusongelmien ratkaisurutiineja, joita muuntelemalla ja kombinoimalla eri yritykset voivat kehittää omiin tarkoituksiinsa sopivia kokonaisjärjestelmiä.

## TIETOKONESOVELLUTUKSET 1973

### 1. Kaivosgeologia

#### *Kairaustietojen rekisteri (OK 1.1)*

Rekisteriin talletetaan suoraan geologien kairausraportilta tiedot reiän paikasta, kaltevuusmittauksista sekä analyysi-, ominaispaino- ja kivilajitiedot. Rekisterissä ovat siten pitoisuus- ja kivilajitiedot paikkakoordinaattien funktiona.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	50K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	2 kk

#### *Kairaustietojen käsittely (OK 1.2)*

Ohjelmisto käyttää lähtötietoina kairaustietojen rekisterin koordinaatti-, kivilaji-, ominaispaino- ja analyysitietoja. Tuloksina saadaan

1. mielivaltaisten syvyysvälien keskipitoisuudet kairausreiässä
2. kivilajijakautuma kairausreiässä prosentteina ja graafisesti
3. keskipitoisuudet kivilajeittain sekä
4. pitoisuusjakautuma kairausreiässä prosentteina sekä graafisesti

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	50K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	2 kk

*Soijaporaustietojen käsittely (OK 1.3)*

Ohjelma on tarkoitettu avolouhoksen yksityiskohtaiseen louhinnan suunnitteluun.

Lähtötietoina annetaan ohjelmalle pystysuorien reikien koordinaatit, soijan raekoko ja raekokoa vastaavat analyysitiedot, kivilajikoodit sekä analyysin syvyysväli.

Näiden tietojen avulla ohjelma piirtää halutussa mitakaavassa pitoisuus-, raekoko-, kivilaji- ja keskipitoisuuskartan. Lisäksi saadaan haluttaessa koko näytemateriaalista pitoisuusjakautuma ja kivilajien prosentuaalinen jakautuma sekä malmiarvio.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	8
Ohjelmointikieli	Fortran
Tarvittava keskusmuistitila	80K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	10 kk

*Sama-arvokäyräkartta (OK 1.4)*

Ohjelma piirtää säännöllisen pisteverkon lukuarvoista sama-arvokäyräkartan.

Parametritietoina vaaditaan tiedot piirrettävästä matriisista (lähtötietotiedostossa olevan matriisin koko, alueen nimi, koordinaatit, interpolointitapa, käyräväli, kävrien merkitsemistapa, mittakaava ym.).

Ohjelma interpoloi lineaarisesti pisteiden välisen tilan arvot.

Tuloksena saadaan parametritiedoissa annetussa mitakaavassa ja ilmoitetuin käyrävälein sama-arvokäyräkartta.

Kaivostekniikassa ohjelmaa käytetään malmimallin pitoisuus- ym. tietojen havainnollistamiseen, avolouhoksen projektiokuvan piirtämiseen sekä avolouhoksen soijaporaustulosten piirtämiseen.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	54K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	8 kk

*Lohkomalmiarviorekisteri (OK 1.5)*

Rekisteriin talletetaan geologisten leikkausten informaatio jakamalla leikkaus suorakuutioiksi. Suorakulmioiden sivuista muodostunut murtoviiva aproksimoi tällöin geologisia kontakteja tai materiaalirajoja. Rekisteriin ilmoitetaan kunkin suorakaiteen koordinaatit, kivilaji, keskimääräinen ominaispaino, keskipitoisuudet, rikastettavuutta kuvaava rikastuskerroin ja nk. materiaalikoodi, jolla voidaan erotella irtomaat, raakut ja erilaiset malmityypit toisistaan.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	50K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	4 kk

*Lohkomalmiarvio (OK 1.6)*

Ohjelma laskee lohkomalmiarviorekisteriä käyttäen malmin malmitonnit, keskimääräisen ominaispainon, keskipitoisuudet, eri kivilajien tonnimäärät ja keskipitoisuus-

det sekä malmitonnien jakaantumisen pitoisuusluokkiin. Tulokset saadaan leikkauksittain tai yhteensä annetuilta tasoväleiltä.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	75K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	7 kk

*Malmimalli (OK 1.7)*

Malmimalli on malmin kolmidimensionaalinen pienoismalli, jonka tarkoituksena on antaa tarkka kuva malmin muodosta, kivilajeista, pitoisuuksista, ominaispainosta ja rikastettavuudesta.

Malmimalli muodostuu paralleelipipedeistä, joista kuutio on yksi esimerkki. Kullekin tällaiselle lohkolle on malmimallirekisteriin sen särmien pituuksien ja koordinaattien lisäksi talletettu yllä luetellut tiedot.

Malmimalli muodostetaan automaattisesti lähtemällä kyseisen malmin lohkomalmiarvioleikkauksista, jotka ovat geologin konstruoimia pystysuoria malmin leikkauksia. Ohjelma jakaa nämä leikkaukset halutuksi suorakaideverkoksi sekä olettaa malmin jatkuvan samantyyppisillä poikkileikkauksin peräkkäisinä "kuutioina" annetun vaikutusmatkan.

Tulokset kirjoitetaan kirjoittimella sekä havainnollistetaan halutulla mittakaavalla piirretyllä kuvalla lohkorakenteesta. Vertaamalla tätä kuvaa samassa mittakaavassa oleviin malmin tasokarttoihin voidaan mallin epä-täsmällisyydet korjata halutulla tarkkuudella.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	3
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	60K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	4 kk

*Tonnitusohjelma TONNI*

Ohjelma on tarkoitettu malmion koon laskemiseen syväkairaustiedoista.

Laskemisperiaate on esitetty geologisen tutkimuslaitoksen raportissa M 16/52/70/1. Yleisesti ottaen laskemismenetelmänä on katkaistun kartion menetelmä, jossa kunkin alkion massa ja metallisisältö lasketaan erikseen.

Lähtötietoina annetaan kairauskaava (profiilien lukumäärä ja koordinaatit, kunkin profiilin reikien määrä ja lähtökoordinaatit), reikien kairausraporttitiedot (kaltevuudet ja analyysitulokset) sekä kunkin reiän osalta tutkijan arvio malmioon kuuluvasta kairausvälistä. Lähtötiedot annetaan reikänauhalla ja konsolilta.

Tuloksena saadaan:

- kullekin reialle: malmion alkamis- ja loppumispisteen koordinaatit (piirtämistä silmälläpitäen);
- kullekin profiilille: malmileikkauksen pinta-ala, keskitiheys ja keskipitoisuus;
- koko malmiolle: malmion tilavuus, massa, metallisisältö ja keskipitoisuus.

Geologinen tutkimuslaitos	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	HP-FORTRAN
Tarvittava keskusmuistitila	16K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	3 kk

## 2. Kalliomekaniikka ja rakenteet

### Rakolaskennan tulosten käsittely (OK 2.1)

Systeemi on tarkoitettu kairasydämistä suoritettavan rakolaskennan tulosten tilastolliseen käsittelyyn. Lähtötietoina tietokoneeseen syötetään kairanreiän numero sekä laskettu rakojen lukumäärä kutakin sydänmetriä kohti. Tulostuksena saadaan piirturilta pylväsdiagrammi, joka osoittaa rakojen lukumäärän reiän syvyyden funktiona. Lisäksi voidaan tulostaa rakofrekvenssejä joko yhdestä reiästä tai useamman reiän yhdistelmästä.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	2
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	40K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	1 kk

### Rakomittaustulosten käsittely (OK 2.2)

Systeemi on tarkoitettu louhitussa tilassa suoritettavan rakolaskennan tulosten tilastolliseen käsittelyyn kalliomekaanisten lujuusennusteiden laatimiseksi. Lähtötietoina koneeseen syötetään mitattujen rakojen suunta, kaade ja kokoluokka. Tulostuksena saadaan piirturilla rakojen suunta- ja kaadejakautumat sekä stereografiset projektiot erikseen kustakin kokoluokasta.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	4
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	80K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	4 kk

### Jännitystilamittausten käsittely (OK 2.3)

Ohjelma käsittelee Hast'in menetelmällä saatujen kalliion jännitystilamittausten tulokset.

Lähtötietoina annetaan mittauspaukan ja -reiän tiedot, mittausslukemat kolmessa eri suunnassa syvyyden funktiona, kalliiossa ilmenneiden rakojen paikka, kivilajit sekä kivilajien kimmomodulit mittaussuunnissa.

Lähtötietojen perusteella ohjelma laskee 25 sentin välein kaksi pääjännitystä ( $kp/cm^2$ ) sekä näiden välisen kulman reikää vastaan kohtisuorassa tasossa.

Tulokset esitetään taulukkoina sekä piirrettyinä piirturilla, jolloin kuvaan on merkitty reiän syvyyden funktiona jännitysten, niiden välisen kulman, rakojen sekä kivilajien muutokset.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	70K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	3 kk

### Tasokehä (TE 1031)

Ohjelmaa käytetään kaikentyypisten tasokehäarakenteiden ratkaisemiseen. Tasokehä ratkaistaan yleisellä siirtymämenetelmällä. Ohjelma huomioi kimmoiset tuet sekä kuormituksina myös painuman ja momenttipinnan.

Lähtötietoina annetaan rakenne-, materiaali- ja kuormitustiedot.

Tuloksina saadaan muodonmuutokset, rasitukset ja maximi-minimi-rasitukset sauvojen jakopisteissä. Ohjelma sisältää lähtötietogeneraattorin, monipuolisen kuormitusyhdistelyn ja valikoivan tulostuksen.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelman käyttöoikeus voidaan myydä	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	ALGOL
Tarvittava keskusmuisti	$\geq 20K$ (Sanoja, 36 BIT)
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	12 kk

### Arina (TE 1041)

Ohjelmaa käytetään kaikentyypisten arinarakenteiden ratkaisemiseen. Arina ratkaistaan yleisellä siirtymämenetelmällä. Ohjelma huomioi kimmoiset tuet sekä kuormituksina myös painuman ja momenttipinnan.

Lähtötietoina annetaan rakenne-, materiaali- ja kuormitustiedot.

Tuloksina saadaan muodonmuutokset, rasitukset ja maximi-minimi-rasitukset sauvojen jakopisteissä. Ohjelma sisältää myös lähtötietogeneraattorin, monipuolisen kuormitusyhdistelyn ja valikoivan tulostuksen.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelman käyttöoikeus voidaan myydä	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	ALGOL
Tarvittava keskusmuisti	$\geq 20K$ (Sanoja, 36 BIT)
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	12 kk

### Yleinen kuori (TE 1080)

Ohjelma ratkaisee elementtimenetelmällä levy-, laatta- ja kuorirakenteita. Rakenteen tuenta voi olla mielivaltaisen ja kuormituksena voi olla jakautuneita ja piste-kuormia.

Lähtötietoina annetaan rakenne-, materiaali- ja kuormitustiedot.

Tuloksina saadaan nurkkapisteiden siirtymät sekä jännitykset, normaalivoimat ja momentit elementin painopisteessä.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelman käyttöoikeus voidaan myydä	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	FORTRAN IV
Tarvittava keskusmuisti	36K (Sanoja, 36 BIT)
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	12 kk

### Pyörähdysymmetrinen kuori (TE 1081)

Ohjelma sopii aks. symmetristen paksukuoristen rakenteiden laskemiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi paineasiat, monet koneiden osat, eräät vesitornit, siilot, sylinterit ja kartiot, joiden poikkileikkaus saa olla vapaa- muotoinen.

Lähtötietoina annetaan rakenne-, materiaali- ja kuormitustiedot.

Tuloksina saadaan siirtymät ja jännitykset.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelman käyttöoikeus voidaan myydä	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	FORTRAN IV
Tarvittava keskusmuisti	30K
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	9 kk

### 3. Avolouhinta ja irtomaan käsittely

#### *Avolouhosohjelma (OK 3.1)*

Ohjelma on tarkoitettu avolouhoksen optimointiin leikkauksittain.

Ohjelma käyttää lähtötietonaan lohkomalmioarviorekisteriä. Periaate on se, että suunnittelija ilmoittaa kuskakin leikkauksessa joukon louhosvaihtoehtoja ja kone laskee kunkin vaihtoehdon tuoton. Suurimman tuoton omaava vaihtoehto valitaan leikkauksen optimivaihtoehdoksi.

Lähtötietoina annetaan lohkomalmioarviorekisterin lisäksi parametritietoina louhinta-, rikastus- ym. jalostuskustannukset, saannit sekä eri louhosvaihtoehtojen seinämän kaltevuudet ja seinämän paikka profiileittain. Parametritiedot on helppo muuttaa ja siten tutkia eri tekijöiden vaikutusta louhoksen muotoon.

Tuloksena saadaan jokaisesta louhosvaihtoehdosta seuraavat tiedot: poistettavan irtomaan määrä, malmin ja raakun tonnimäärät, malmin keskipitoisuudet sekä tuoto markoissa.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	90K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	6 kk

#### *Avolouhoksen kuutiointi (OK 3.2)*

Ohjelma laskee avolouhoksen (tai jonkin kappaleen, poistettujen irtomaiden, rikastekasan yms.) tilavuuden, kun muoto on annettu koordinaatteina yhdensuuntaisissa leikkauksissa. Koordinaatit voidaan määrätä joko vaaitsemalla tai ilmakuvauksen ja fotogrammetrisen vaaituksen avulla. Edellisessä tapauksessa lävistetään etäisyys- ja lattalukemat suoraan havaintopöytäkirjoilta lähtötiedoiksi ohjelmalle. Jälkimmäisessä tapauksessa saadaan lähtötiedoiksi ohjelmalle fotogrammetrisen vaaituksen suorittaneelta yritykseltä koordinaatit kaivoksen koordinaatistossa halutuun profiilivällein. Kun peräkkäisten louhosmuotojen koordinaatit (tai esim. maanpinnan muoto ennen ja jälkeen maanpoiston) on talletettu kuutiorekisteriin, laskee ohjelma pois louhittujen kuutioiden määrän. Tulokset esitetään taulukkona leikkauksittain ja lisäksi piirtää tietokone leikkaukset louhoksesta.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	5
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	80K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	3 kk

#### *Pengerloubinnan irrotusohjelma (OK 3.3)*

Ohjelma on tarkoitettu pengerialouhinnan poraus- ja räjäytyskustannusten tutkimiseen reikäläpimitan, porauskaltevuuden, alleporauksen, edun, reikävälien, pengerkorkeuden, räjähdysaineiden lataustavan ja lataustiheyden sekä poraus-, räjähdysaine- ja sytytyskustannusten funktiona.

Muutteleamalla lueteltuja lähtötietoja voidaan ohjelmalla laskea vastaavat muutokset poratussa tilavuudessa, ominaisporauksessa, räjähdysainemäärissä sekä kustannuksissa.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	80K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	2 kk

#### *Avolouhoksen tuotantoteho (OK 3.4)*

Ohjelma laskee avolouhoksen tuotantotehon ja koneiden käyttöasteen kuljetusmatkan funktiona. Jonotustilanteita ja satunnaisia häiriöitä ei oleteta tapahtuviksi. Kuljetusautojen oletetaan olevan ajossa ilman taukoja.

Ajoreitti muodostuu korkeintaan viidestä eripituisesta tai -tyyppisestä osasta, joista viimeinen voi olla pituudeltaan muuttuva.

Lastauskoneita voi olla neljää ja kuljetusautoja kuutta eri tyyppiä.

Lähtötietoina annetaan lastauskoneiden lastauskapasiteetit, kuljetusreittien osien pituudet ja laatu, trukkien tyyppi, kapasiteetti, kaatoaika ja nopeudet tyhjänä ja lastattuna eri reittiosuuksilla. Lisäksi ilmoitetaan kunkin trukin reitti ja sen käyttämä lastauskone.

Lähtötietojen perusteella ohjelma laskee halutulle aikavälille (esim. 6 h) järjestelmän tuotantotehon ja lastauskoneiden käyttöasteen.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	70K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	2 kk

#### *Avolouhoksen optimointi (OK 3.5)*

Ohjelma on tarkoitettu avolouhoksen optimimuodon ja -paikan määrittämiseen.

Lähtötietoina tarvitaan malmioiden materiaali, pitoisuus- ja rikastettavuustiedot malmimallirekisteriin sijoitettuna. Lisäksi tarvitaan hinta- ja kustannustietoja, joiden avulla ohjelma laskee louhosvaihtoehtojen tuoton. Ohjelma laskee yhdellä kertaa "optimilouhoksen syvyyden funktiona" tasoväleittäin ylimmältä louhintatasolta annetulle pohjan syvyydelle. Louhoksia laskettaessa tulevat kaikki malmiot huomioiduiksi ja malmioiden keskinäinen paikka, suuruudet, muodot ja arvot määräävät lopullisen louhoksen muodon ja paikan. Seinämien yleiskaltevuus annetaan lähtötietoina.

Tuloksena saadaan optimilouhokset eri pohjansyvyyksillä talletettuna avolouhosrekisteriin. Muuttamalla parametritietoja saadaan avolouhosrekisteriin näitä vastaava



uusi ketju louhoksia, joten parametrien vaikutus voidaan selvittää. Toisella ohjelmalla tulostetaan avolouhosrekisterissä olevien louhosten irtomaiden, malmien ja raakkujen määrät, keskipitoisuudet, tuotto sekä näiden kaikkien muuttumisen nopeus syvyyden funktiona.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	2
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	60K+1K/250 blokkia
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	8 kk

#### *Avolouhoksen malmi- ja tuotantoarvio (OK 3.6)*

Ohjelmalla voidaan suorittaa avolouhoksen malmiarvio halutuun tasovälein sekä tehdä malmi- ja raakkulouhintasuunnitelmat. Louhintasuunnitelmat on tarkoitettu sellaisenaan lähtötiedoiksi investointiohjelmille, joiden avulla voidaan huomioida erilaisten louhintasuunnitelmien vaikutus kannattavuuteen. Malmiarviossa saadaan tuloksena malmi- ja raakkutonit, malmin keskipitoisuudet sekä tonnimäärien jakautuma eri pitoisuusluokkiin.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	70K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	4 kk

#### *Liukupinta-analyysi (TE 4040)*

Ohjelma laskee mielivaltaisen poikkileikkauksen ympyräliukupintojen varmuuskertoimet BISHOPin menetelmällä.

Lähtötietoina annetaan rakenteen muoto ja materiaaliominaisuudet sekä halutut liukupinnat.

Tuloksina saadaan liukupintojen varmuuskertoimet ja keskimääräiset leikkausjännitykset.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	FORTTRAN IV
Tarvittava keskusmuisti	20K
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	4 kk

#### *Massatalouden optimointi (TE 4100)*

Ohjelma on lähinnä tarkoitettu asunto- ja teollisuusalueiden erilaisten rakennepintojen, kuten rakennusten pohjapintojen, pihojen, katujen yms. optimikorkeuksien määräämiseen ja massojen laskentaan. Ohjelmaa voidaan käyttää muissakin tehtävissä, joissa tulee kvsymykseen epäsäännöllisten pintojen rajoittamien kappaleiden tilavuuksien määrääminen. Esimerkkejä: tienrakennus, soranottoaikkujen tilavuudet, meri- ja järvi- ja järvialtaiden tilavuudet, väylän ruoppaukset jne.

Mitatuiosta maanpinnan ja kalliopinnan pisteistä ohjelma muodostaa numeerisen maastomallin. Maastomallia hvvaksi käyttäen ohjelma laskee maastoon sijoitettavan rakennepinnan aiheuttamat kalliroleikkaus-, maaleikkaus- ja pengermassat sekä massatyökustannukset. Rakennepinnalle voidaan etsiä sellainen korkeusasema, että massatyökustannukset tulevat mahdollisimman pieniksi tai vaihtoehtoisesti massavajaus (massaylijäämä) tulee halutun suuruiseksi.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelman käyttöoikeus voidaan myydä	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmien lukumäärä	15
Ohjelmointikieli	FORTTRAN IV
Tarvittava keskusmuisti	32K
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	18 kk

#### *Ponttiseinä (TE 4430)*

Ohjelma mitoittaa mielivaltaisesti tuetun ja ankkuroidun ponttiseinän lyöntisyvyyden.

Lähtötietoina annetaan rakenne-, materiaali- ja kuormitustiedot, sekä leikkausvoimille ja siirtymille annetut rajoitukset.

Tuloksina saadaan pienimmän mahdollisen lyöntisyvyyden omaavan ponttiseinän leikkausvoimat ja siirtymät.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelman käyttöoikeus voidaan myydä	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	FORTTRAN IV
Tarvittava keskusmuisti	24K
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	4 kk

#### *Tukimuuri (TE 4434)*

Ohjelma mitoittaa kulma- tai massiivitutkimuurin.

Lähtötietoina annetaan rakenne-, materiaali- ja kuormitustiedot, sekä eri mittojen rajamitat.

Tuloksena saadaan kevyimmän mahdollisen annetuissa rajoissa olevan tukimuurin mitat sekä varmuuskertoimet kaatumista ja liukumista vastaan.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelman käyttöoikeus voidaan myydä	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	FORTTRAN IV
Tarvittava keskusmuisti	20K (Sanoja, 36 BIT)
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	4 kk

#### *Maaperän jännitykset ja muodonmuutokset (TE 4500)*

Ohjelma on tarkoitettu kaksiulotteisten rakenteiden analysointiin.

Ohjelma laskee rakenteen jännitykset ja muodonmuutokset halutuissa kohdissa annetuista kuormista elementtimenetelmällä.

Lähtötietoina annetaan rakennetta kuvaava elementtiverkko, kuormitukset ja eri materiaalien ominaisuudet.

Tuloksena saadaan jännitykset ja muodonmuutokset annetuissa koordinaatistossa sekä pääjännitykset, jotka haluttaessa voidaan piirtää piirturilla.

Teknillinen laskenta Oy	
Ohjelma voidaan myydä	
Ohjelmalla suoritetaan laskentapalvelua	
Ohjelmointikieli	FORTTRAN IV
Tarvittava keskusmuisti	≥30K (Sanoja)
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	6 kk

*Louhintasimulaattori*

Ohjelma simuloi useasta louhintakohteesta muodostuvan työmaan toimintaa. Louhintakohteilta edellytetään ainoastaan, että louhintaprosessi noudattaa niissä toimintajärjestystä poraus, panostus (räjäytys ja) tuuletus ja kuormaus (ja kuljetus). Toimintoihin voi sisältyä sekä kohteista että kalustosta johtuvia häiriöitä.

Lähtötietoina annetaan

- simuloinnin kesto, käytettävä päätössääntö ja tuloksen laajuus
- kohteiden mitat, irroitustapa, käytettävä kalusto ja kohteiden keskinäiset räjäytysriippuvuus-suhteet
- koneiden tehot (kohteiden mittojen lineaarisina funktioina)

Tuloksena saadaan simulointiaikana kussakin kohteessa

- toteutettujen katkojen lukumäärä ja
- katkojen keskimääräinen kesto eriteltynä
  - toimintojen kestoiksi
  - häiriöiden kestoiksi ja
  - kaluston riittämättömyydestä johtuviksi odotusajoiksi sekä kunkin kalustoryhmän käyttö.

Oy Yleinen Insinööri-toimisto

Ohjelman omistaa varsinaisesti Helsingin Teknillinen Korkeakoulu, mutta materiaali säilytetään YIT:n tiloissa. Materiaali on lainattavissa kopiointia varten.

Ohjelmointikieli	Simula
Tarvittava tietokone	Univac 1108
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	4 kk

**4. Maanalainen louhinta**

*Louhosohjelma (OK 4.1)*

Ohjelma on tarkoitettu mielivaltaisen monikulmiolla aproksimoitavan louhospoikkileikkauksen malmimäärien, keskipitoisuuksien ja taloudellisen tuoton laskemiseen.

Periaate on se, että suunnittelija antaa haluamansa poikkileikkauksen muodon monikulmion nurkkapisteidien koordinaatteina. Ohjelmalla voidaan siten tutkia eri suunnitteluvaihtoehtojen antamia tuloksia. Ohjelmaa voidaan myös käyttää avolouhoksen suunnittelussa tasovalikohteisten malmiarvioiden laskemiseksi sekä koko avolouhoksen laskemiseksi pengertarkkuudella.

Lähtötietona tarvitaan esiintymän pitoisuus, materiaali ja geometriatiedot lohkomalmiarviorekisterissä. Lisäksi tarvitaan louhinta-, rikastus- ym. jalostuskustannukset ja saannit taloudellisen tuoton laskemiseksi.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	70K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	5 kk

*Pitkän tähtäyksen louhintasuunnitelma (OK 4.2)*

Tarkoituksena on löytää useiden vaihtoehtoisten louhintajärjestysten joukosta se, joka paitsi täyttää asetetun tuotantotavoitteen myös antaa suurimman nykyarvon

malmivaroille. Systeemi perustuu malmivarojen jakamiseen louhintayksikköihin, joiden osalta koneeseen talletetaan louhinnan taloudellisuuteen vaikuttavat tiedot. Toisella ohjelmalla haetaan edellä mainittu optimaalinen louhintajärjestys näiden tietojen perusteella.

Tulostuksena saadaan joko optimaalisen tai muuten määritellyn louhintajärjestyksen osalta louhintasuunnitelma koko kaivoksen loppuiksi 1/4-vuoden tarkkuudella. Kunkin 1/4-vuoden osalta tulostetaan kustakin louhintayksiköstä louhittava malmimäärä, malmin keskipitoisuus, tuotettavat metallimäärät, tuotantokustannukset ja myyntitulot. Kunkin vuoden osalta tulostetaan edellisten tietojen yhteenveto ja tuoton nykyarvo.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	3
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	50K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	4 kk

*Välitasolouhinnan poraus- ja panostuskaavio (OK 4.3)*

Ohjelmalle annetaan lähtötietoina louhoksen poikkileikkauksen muoto koordinaattijonona, reikäväli, viuhkaväli, reiän halkaisija, panostustiheys, lataustapa, malmin ominaispaino ja mittakaava.

Lähtötietojen perusteella ohjelma suunnittelee rei'ityskaavion, laskee reikien pituudet ja kulmat, ladattavan pituuden, räjäytettävän tilavuuden, malmimäärän ja räjähdysainemäärän. Lisäksi piirretään rei'itys- ja latauskaavio halutussa mittakaavassa.

Mainitut tulostustiedot, kuva ja taulukko, on tarkoitettu sellaisenaan porarin käyttöön.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	70K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	5 kk

*Kaivoksen tuotantoilmoitus (OK 4.5)*

Ohjelma on tarkoitettu päivittäiseen tuotannon valvontaan. Lähtötietoina ilmoitetaan työvuorottain kaikki kaivoksessa lastatut kauhamäärät, lastaustunnit sekä paikat, mistä malmi tai raakku on lastattu ja mihin se on kaadettu.

Samalla ilmoitetaan lastauksen tapahtuneen vaihtoehtoisesti joko perästä tai louhoksesta ja oliko kysymyksessä malmin vai raakun lastaus. Jos lastauskone on muussa käytössä (tien teko, puhdistuslastaus, tarvikkeiden kuljetuksessa yms.), seisoo työttä, on huollossa tai korjattavana, annetaan näistä tunteista ilmoitus ohjelmalle.

Tuloksena saadaan joka päivä raportti edellisen päivän tuotannosta. Raportissa on kustakin lastauspaikasta lastattujen tonnimäärien lisäksi vastaavat suunnitellut tonnimäärät sekä keskipitoisuudet ryhmiteltynä louhintamenetelmittäin sekä eroteltuna yleisiksi valmistaviksi töiksi, louhinnan valmistaviksi töiksi, varsinaiseksi louhinnaksi ja muuksi töiksi.

Päiväilmoitusten lisäksi saadaan kuukausittain kunkin koneen lastaamat tonnimäärät, tehot ja käyttötuntien kautuma lastauksen, muiden kuljetuksien, kunnossapidon ja muusta syystä tapahtuneen seisonnan kesken.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	FORTTRAN
Tarvittava keskusmuistitila	20K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	2 kk

#### *Trukkinoston ja -kuljetuksen simulointimalli (OK 4.6)*

Ohjelmalla voidaan tutkia usean lastauskoneen ja kuljetusauton muodostamaa järjestelmää.

Lähtötietoina annetaan nostettava kivimäärä vuodessa, työvuorot/vrk, vuoron efektiivinen työaika, trukkien ja lastauskoneiden keskinopeudet hajontoihin sekä niiden kapasiteetit, lastaukseen ja tyhjennykseen kuluvat ajat sekä kuljettavat matkat.

Tuloksena saadaan kuljetusmatkojen ja koneiden lukumäärien muutoksien vaikutus tuotantokapasiteettiin, lastauskoneiden käyttöasteeseen, järjestelmässä muodostuviin jonoihin ja odotusaikoihin jonossa sekä trukkien kierrosaikaa. Jononmuodostusten avulla voidaan mm. tutkia tarvittavien ohituspaikkojen lukumäärä.

Tämä ohjelma soveltuu erityisesti satunnaishäiriöiden vaikutuksen tutkimiseen.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	GPSS
Tarvittava keskusmuistitila	100K

## 5. Tuuletustekniikka

### *Kaivoksen tuuletusmalli (OK 5.1)*

Tuuletusmallilla voidaan tutkia kaivoksen tuuletusta. Sillä voidaan simuloida uusien suunniteltujen perien, nousujen, louhostilojen, tuuliovien ja puhaltimien vaikutusta tuuletukseen huomioiden samalla luonnollinen tuuletus sekä puhaltimien toimintakäyrät. Malli on siksi erittäin käyttökelpoinen mm. suunniteltaessa tuuletuksen automaattista ohiausta.

Lähtötietoina vaaditaan kaivoksen tuuletuskaavio, jossa perä, nousu ym. yhteydet sekä niiden risteykset on nousu. Haluttaessa voidaan ilmoittaa ilman lämpötilat risteyksissä sekä risteyksien korkeus merenpinnasta. Tällöin ohjelma huomioi tarkasti luonnollisen tuuletuksen vaikutuksen kaikiällä kaivoksessa.

Edellisten lisäksi tarvitaan tuuletuskaavion mukaisessa tilanteessa mitatut (tai vaikeissa olosuhteissa arvioit) kaivoksessa virtaavat ilmamäärät sekä yhteyksien dimensiot. Mitattujen ilmamäärien sekä annettujen perien ja nousujen dimensioiden avulla etsitään ohjelman avulla tuntemattomien louhosyhteyksien ilmanvastukset, jonka jälkeen malli on simulointivalmis.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	4
Ohjelmointikieli	FORTTRAN
Tarvittava keskusmuistitila	100K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	6 kk

### *Tuuletuksen stabiilisuus (OK 5.2)*

Stabiiliteetti-ohjelmalla voidaan paikallistaa ne kaivoksen yhteydet, joissa tuuletusilman virtaussuunta voi muut-

tua. Automaattisissa järjestelmissä voidaan siten tällaisiin yhteyksiin haluttaessa sijoittaa virtaussuunnan ilmaiseva mittari ja siten valvoa tilannetta.

Epästabiliin haarojen tuntemisella on merkitystä haluttaessa hallita savujen ja kaasujen leviäminen kaivoksessa.

Lähtötietoina tarvitaan pelkästään kaivoksen tuuletusverkko, johon on merkitty ilman virtaussuunnat. Ilmamääriä, yhteyksien dimensioita, lämpötiloja ja puhaltimien paineita ei tarvita.

Epästabiliin haarojen ja haaryhmien sekä näiden kääntymisestä mahdollisesti seuraavien epästabiliin haarojen lisäksi ohjelma tulostaa haaroja rinnan ja sarjaan kytkemällä mahdollisimman pitkälle yksinkertaistamansa tuuletusverkon.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	FORTTRAN
Tarvittava keskusmuistitila	80K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	3 kk

### *Kaivoksen tuuletuksen säätöjärjestelmä (OK 5.3)*

Kysymyksessä on prosessitietokonesovellutuksena tehty tuuletuspaketti VENTCON. Järjestelmä kokonaisuudessaan käsittää ilmamäärä- ja virtaussuuntamittaukset sekä tuuletusovien ja puhaltimien mittauksen ja säädön kaivoksessa, kauko-ohjausaseman ja tietokonelaitteiston, johon kuuluu keskusyksikön lisäksi kaksi kirjoitinta sekä reikänauhan lukija ja lävistin.

Tietokoneohjelmisto saa lähtötietoinaan kaivoksessa jatkuvasti suoritettujen mittausten lisäksi kauko-ohjausasemalta (tai räjäytyskeskuksista) käyttäjien esittämät vaatimukset tuuletuksen tilasta.

Lähtötietojen perusteella ohjelmisto säätää tuuletusovien ja puhaltimien toimintapisteet siten, että tavoitteet toteutuvat. Yksityiskohtainen selostus järjestelmästä on esitetty lehdessä Vuoriteollisuus n:o 1, 1973.

Järjestelmä voidaan myydä osina tai valmiiksi asennettuna pakettina

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	12
Ohjelmointikieli	FORTTRAN/BASIC
Tarvittava keskusmuistitila	16K (sanoja, 16 BIT)
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	5 kk

## 6. Kannattavuuslaskenta

### *Malmiesiintymän tuoton todennäköisyysjakautuma (OK 6.1)*

Ohjelma laskee tuoton todennäköisyysjakautuman, kun markkinahintoja, malmin pitoisuuksia, rikastamon saanteja sekä louhinta- ja rikastuskustannuksia pidetään satunnaismuuttujina, jotka saavat vaihdella annetuissa rajoissa. Muut tuottoon vaikuttavat tekijät oletetaan vakioiksi. Tuotto saadaan vähentämällä myyntitulojen nykyarvosta sekä pääoma- että tuotantokustannusten nykyarvo.

Satunnaismuuttujat voivat olla normaali-, kolmio- tai tasaisesti jakautuneita.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	40K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	2 kk

*Sisäisen koron todennäköisyysjakautuma (OK 6.2)*

Ohjelma laskee malmiesiintymän hyväksikäytöstä aiheutuvat kassavirrat ja edelleen vastaavan sisäisen koron. Todennäköisyysjakautuman laskelmassa pidetään markkinahintoja, malmin pitoisuuksia, rikastamon saanteja sekä louhinta- ja rikastuskustannuksia satunnaisuuttujina. Muut tuottoon vaikuttavat tekijät oletetaan vakioiksi.

Satunnaisuuttujat voivat olla normaali-, kolmio- tai tasaisesti jakautuneita, investoinnit voidaan luokitella ja sijoitella eri ajankohdille ja poistoja voidaan järjestellä käyttäjän toiveiden mukaisesti.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	1
Ohjelmointikieli	PL1
Tarvittava keskusmuistitila	40K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	3 kk

**7. Raportointi**

*Kaivosten teknillis-taloudelliset tiedot (OK 7.1)*

Kysymyksessä on laaja, kaikkien yhtiön kaivosten yhteiselle kustannus- ja työpaikkanumerointijärjestelmälle pohjautuva raportointisysteemi.

Kaivokset ilmoittavat teknillisten tietojen rekisteriin tallettavaksi kullakin työpaikalla suoritettut työt kuten poratut reikämetrit, ajetut perä- tai nousumetrit, lastatut ja nostetut tonnimäärät sekä käytetyt kalliopultti-, räjähdysaine- ym. määrät. Samaan rekisteriin siirretään myös vastaavat kustannukset yhtiön kustannuslaskennan rekistereistä.

Eri ohjelmilla saadaan rekisteristä halutuilta aika- ja kustannuspaikkaväleiltä yhteenvetoja teknillisistä suorituksista, tehoista ja kustannuksista.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	7
Ohjelmointikieli	Assembler, PL1
Tarvittava keskusmuistitila	60K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	4 kk

**8. Mittaustekniikka**

*Kaivosmittaustulosten laskenta (OK 4.4)*

Ohjelmat on tarkoitettu kuiluluotaus- ja monikulmiojonolaskelmien suorittamiseksi.

Monikulmiojono-ohjelma laskee annettujen lähtötietojen perusteella mielivaltaisen pitkän pisteketjun jokaisen pisteen koordinaatit, peräkkäisten pisteiden väliset suuntakulmat, etäisyydet ja koordinaattierotukset. Jos kyseessä on suljettu jono, jaetaan sulkuvirhe suuntavirheen osalta tasan jokaisen lasketun taitekulman kesken. Tämän jälkeen laskettujen x- ja y-koordinaattien virhe tasataan jokaiselle pisteelle vastaavien koordinaattierotusten suhteessa. Havaittu z-koordinaatin virhe jaetaan

tasan jokaisen pisteen kesken. Edestakaisin mitattu avoin jono tasataan avoimen pään taitekulmaa lukuunottamatta kuten suljettu jono.

Kuiluluotausmenetelmään, jossa käytetään kahta luotia ja kahta havaintopistettä. Kummallakin tasolla voidaan tehdä 1—10 havaintosarjaa, joista laskettuja kulmia verrataan kaikista havaintosarjoista keskiarvona saatuun kulmiin. Liian suuren poikkeaman omaava sarja poistetaan ja lasketaan uusi keskiarvo.

Outokumpu Oy	
Ohjelmien lukumäärä	2
Ohjelmointikieli	FORTRAN
Tarvittava keskusmuistitila	70K
Suunnittelu- ja ohjelmointiaika	3 kk

*Mittauspaketti (TE 6100)*

Systeemiä voidaan käyttää runkomittauslaskennoissa, kaavantulkinnassa, maastomittausten tarvitsemissa laskennoissa työmailla, tiepaketin apuna ja yleisissä geometrisissa tehtävissä.

Systeemi käsittää mm. seuraavat ohjelmat: Eteenpäinleikkaus, taaksepäinleikkaus, säteittäinen mittaus, suorakulmainen mittaus, yksittäisen pisteen tasoitus, sivullepäinleikkaus, kaarileikkaus, leikkauspisteiden tulkinta, sivuamispisteiden tulkinta, pinta-alat, suunta ja pituus, paalutuslaskenta, yleinen kaavan tulkinta, monikulmioverkon tasoitus, kolmioverkon tasoitus, vaaitusverkon tasoitus, pisterekisterien perustaminen ja pisterekisterien käsittely. Systeemiin kuuluu lisäksi pisterekisteri, johon talletetaan kaikki lähtötietopisteet ja tuloksina saadut lasketut pisteet. Pisterekisteri koostuu kahdesta osasta — vaihtuvasta ja pysyvästä rekisteristä, joiden yhteislaskettu maksimikoko on 1000 pistettä. Systeemiä täydennetään jatkuvasti käyttäjien tarpeiden mukaan.

Ohjelmia on helppo käyttää peräkkäin, koska tarvittavat pisteet tallettavat automaattisesti pisterekisteriin.

Teknillinen laskenta Oy	
Systeemin käyttöoikeus voidaan myydä	
Laskentapalvelua suoritetaan	
Ohjelmien lukumäärä	19
Ohjelmointikieli	FORTRAN
Tarvittava muisti	24K
Suunnittelu ja ohjelmointiaika	1 vuosi

**Summary:**

COMPUTER APPLICATIONS IN STOPING

The Mining and Metallurgical Society of Finland has set up a committee to coordinate the work of developing computer applications in stoping. The assignment of this committee named Computer Applications in Rock Engineering has been defined as follows:

1) The committee will file a nationwide collection of abstracts covering the specific fields of ore inventory, profitability calculation of mining projects, mine scheduling, rock mechanics, delivery and maintenance of machines, ventilation and technoecological information systems.

2) The committee is going to follow and coordinate the development of the above resources and applications in Finland.

This article contains an abstract collection of such computer applications from which Finnish companies and research laboratories have experience. At the end of every abstract, there is the name of respective company. These companies supply the abstracts also in English.



Lubin in kaivos  
Lubin mine

## Kupari – Puolan toivo

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

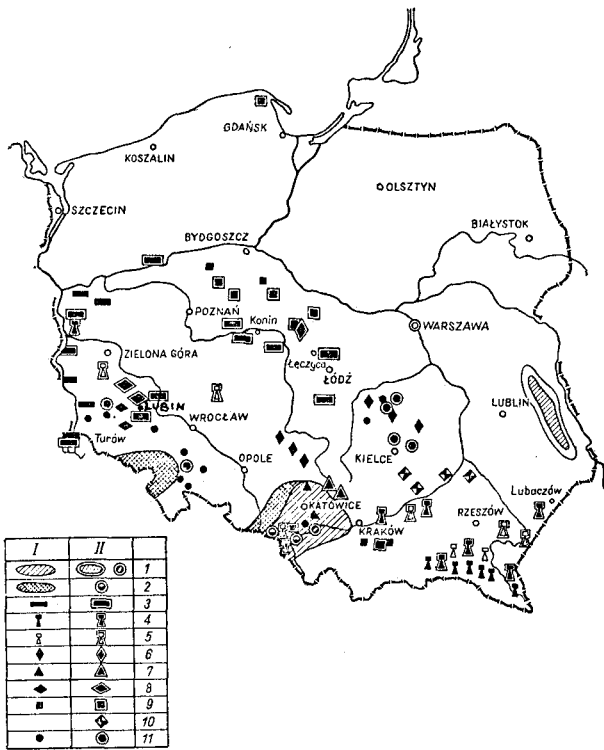
Puola on suhteellisen pieni maa, pinta-alaltaan noin 313.000 km<sup>2</sup>, mutta hämmästyttävän rikas mineraaleista (kuva 1), lukeutuen 10 huippumaan joukkoon maailmassa (viides kivihiiilen tuotannossa, USA:n, Neuvostoliiton, Kiinan ja Englannin jälkeen, mutta kolmas Euroopan kivihiiilen tuotannossa ja toinen lyijysinkkimalmien tuotannossa jne.

Puolan geologiset laitokset ovat löytäneet uusia ja arvokkaita mineraaliesiintymiä, ei enää keskittyen vain länsi-Puolaan vaan myöskin pohjois- ja itäosista, jopa Itämeren alta.

Polttoaineilla, rautamalmilla, teräksellä ja kirjometalleilla sekä rakennus- ja kemiallisilla aineilla on ollut huomattava vaikutus Puolan varallisuuteen. Näistä ovat metallit, varsinkin kirjometallit ja kemialliset raaka-aineet — erityisesti rikki — tulleet yhä tärkeämmälle sijalle (taulukko 1). Puolan rikkiesiintymät ovat satojen miljoonien tonniin luokkaa. Niitä louhitaan uuden-

aikaisin menetelmin, käyttäen maanalaista sulattoa (in situ) sekä avolouhintaa. Avolouhokset Tarnobzeğin lähellä sisältävät 99,95 prosenttista rikkiä. Yli puolet tuotannosta (1,7 milj. tonnia) menee vientiin. Toinen luonnonriikkaus on suola. Puolan vanhat suolakaivokset ovat hyvin tunnettuja. Äskettäin avattiin Klodawassa uusi kaivos, jonka tuotanto on 1 milj. tonnia vuodessa ja suunnitteilla on lähivuosina 3 milj. tonnin rajan saavuttaminen.

Mitä tulee kirjometalleihin, on erikoisesti lyijy-sinkin ja kuparin kaivostoiminta ja sulatus nopeasti kasvamassa. Uusi lyijy-sinkki esiintymä Zawiercie ja Olkusz alueella on osoittautunut erittäin rikkaaksi. Parast'aikaa siellä toimii kahdeksan kaivosta, neljä Bytomin piirissä muodostaen Orzel Bialy kaivoksen, kaksi jotka kuuluvat Boleslaw kaivokselle Olkusz alueella ja kaksi näiden lisäksi lähellä Zawiercietä (Trzebionkan ja Matyldan kaivokset).



Kuva 1. Puolan metalli- ja mineraaliesiintymien sijainti.

Fig. 2. Location map of mineral and metal deposits in Poland.

- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| 1. Kivihiihi         | 9. Suolat                          |
| 2. Koksikivihiihi    | 10. Rikki                          |
| 3. Ruskohiili        | 11. Tulenkestävät materiaalit      |
| 4. Öljy              | I. Malmi tunneltu ennen v. 1945    |
| 5. Maakaasu          | II. Malmi löydetty v. 1945 jälkeen |
| 6. Rautamalmi        |                                    |
| 7. Lyijy-sinkkimalmi |                                    |
| 8. Kuparimalmi       |                                    |

Taulukko 1

## METALLI- JA MINERAALITUOTANTO

Metallit ja mineraalit	Tuotanto			Kasvu v:sta 1969	
	1968	1969	1970	tuh.tn	%
Kivihiihi	128600	135000	140100	+5100	+ 3,8
siitä:					
— koksikivihiihi	30400	31800	34000	+2200	+ 6,9
— ruskohiili	26900	31000	32800	+1800	+ 5,8
— koksi	15700	16300	16700	+ 400	+ 2,5
Raakaöljy	475	439	424	— 15	— 3,5
Öljytuotteet	5720	6850	7473	+ 623	+ 9,1
Maakasu mlnm <sup>3</sup>	2556	3922	5182	+1260	+32,1
Rautamalmi	3000	2821	2553	— 268	— 9,5
Raakateräs	11000	11300	11800	+ 500	+ 4,4
Sinkki-lyijymalmi	4034	4329	4725	+ 396	+ 9,1
Lyijy (puhdistettu)	48	50	54	+ 4	+ 7,5
Sinkki	202	208	209	+ 1	+ 0,5
Alumiini	94	97	99	+ 2	+ 1,8
	*) 9.000.000 v. 1971				
Kuparimalmi	3040	4400	6552	+2152	+48,9
Kupari (elektroninen)	44	55	72	+ 17	+31,2
Nikkelimalmi	197	198	201	+ 3	+ 1,5
Rikkimalmi	2898	2955	4031	+1276	+36,4
Rikki (puhdas)	1316	1942	2684	+ 742	+38,2
Suola	2634	2817	2900	+ 83	+ 3,5
Rakennuskiviaineet	34138	35300	37600	+2300	+ 6,5
Muut rakennusaineet	55118	60000	63000	+3000	+ 5,0
Sementti	11600	11830	12180	+ 350	+ 3,0
Tiekivet	9068	8800	9300	+ 500	+ 5,7

Puolan kuparivarat kuuluvat maailman suurimpiin, mihin haluaisin kiinnittää enemmän huomiota toivoen sen kiinnostavan myöskin suomalaisia vuorimiehiä. Vaikka Suomi ja Puola ovat melkein naapureita tiedämme Puolan kaivostoiminnasta varsin vähän.

Vuonna 1957 löysivät Puolan geologit kupariesiintymän lähellä Lublin kaupunkia. Tänä päivänä se tunnetaan jo Legnica-Glogow kuparialueena, jossa on kaksi kaivosta, Polkowice ja Lubin, toiminnassa ja kaksi kaivosta rakenteilla.

## LEGNICA — GLOGOW (LGOM) KUPARIALUE

## 1. Geologia

Legnica-Glogow kupariesiintymä kuuluu maailman suurimpiin. Esiintymä on kerrostuma jonka paksuus on 0,4—5,4 m, mutta 60 % siitä on yli 2,5 m paksu (sisältäen myös 20 m:n paksuisia alueita). Esiintymän kaade on 2—6 astetta, maksimi syvyys 1000 m ja pinta-ala 180 km<sup>2</sup> (30 km × 6 km).

## Malmin tyyppitiedot

Ikä	Ala-Zechstein
Morfologia	Kerrostuma esiintymä, muoto epäsäännöllinen, malmin raja epäselvä
Malmityypit	Karbonaattisarja — kalkkikivet ja dolomit Saviliuskesarja Hiekkakivisarja
Päämineraalit	Kalkosiitti — 79,8 % Cu Borniitti — 63,3 % Cu Kalkopyriitti — 39,6 % Cu
Päämetalli	Kupari
Hivenalkuaineet	Pb, Ag, Mu, Re, Cr, V, Bi, Ge, Ga, Sn, Sb, As, Co, Ni, Cd, Zn, Sc, Te, Au

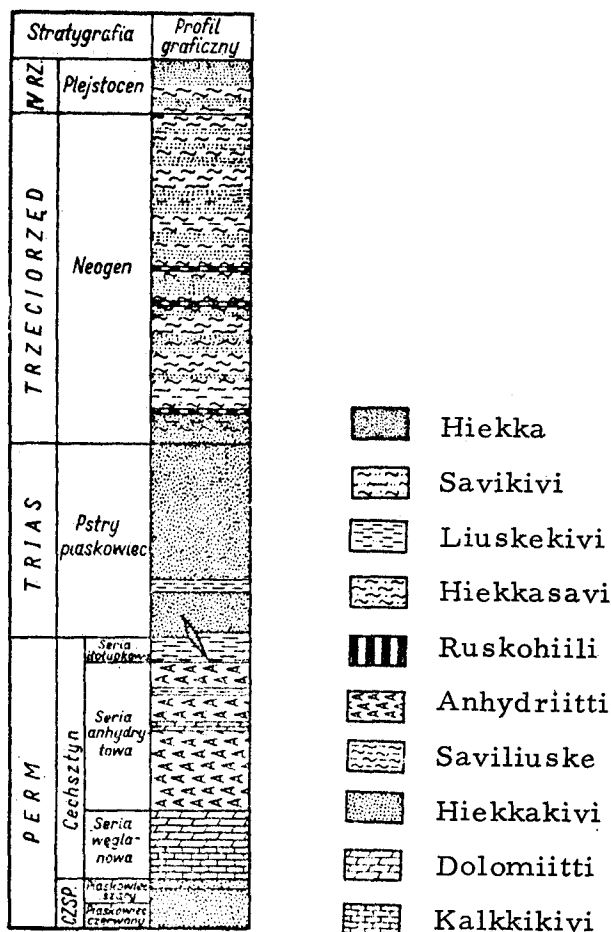
Geologinen profiili on kuvassa 2.

Tutkimuskairauksia suoritettiin aluksi 3 × 3 km:n alueella. Esiintymän tarkempi tutkimus suoritettiin pienemmällä alueella, jossa ajettiin malmiin tutkimusperiäkin. Malmin paksuus selvitettiin poraamalla tutkimusperistä reikiä ylöspäin ja alaspäin.

Malmin kattopuolella on kivenä permiläinen kalkkikivi ja dolomiitti, puristuslujuus 300—1200 kp/cm<sup>2</sup>.

Malmin alapuolella oleva harmaa hiekkakivi on erittäin heikkoa, puristuslujuus 80—100 kp/cm<sup>2</sup> kuivana ja 50 kp/cm<sup>2</sup> kosteana. Kalliassa on myös todettu useita epäjatkuvuuksia, ruhjeita ja siirroksia. Lisäksi mineralisaatiomuutosta esiintyy myös pystysuunnassa.

Esiintymän kattava — tertiäärinen ja kvartaäärinen formaatio on hyvin hydrosoitunut. Ankarat hydrogeologiset olosuhteet ovat antaneet aiheen odottaa kohdattavan vaikeuksia. Keskimäärin odotettiin 12—22 m<sup>3</sup>/min/km<sup>2</sup> veden tuloa kaivoksiin. Nämä hydrogeologiset olosuhteet sekä ns. lentohiekkakerrostumat ovat kuilun ajo-vaiheessa pakottaneet käyttämään jäädytysmenetelmää. Kuilun seinämät on lisäksi vahvistettu muuri- ja/tai terästukirakenteiden avulla. Tästä huolimatta veden tulo oli useissa paikoissa odotettua suurempi, joten sen pysäyttämiseksi käytettiin injektointia.



Kuva 2. Palkowice kaivos — geologinen profiili.

Fig. 2. Palkowice mine — geological profile

Lämpötila vaihtelee malmissa 28—42° C, mikä vaikuttaa työolosuhteisiin, vähentää työn mukavuutta ja turvallisuutta, vaatii suurempia perä ja parempaa tuuletusta. Nämä kaikki seikat, niiden tekniset ratkaisut pidentävät valmistelevien töiden aikaa ja aiheuttavat lisää kustannuksia.

## 2. Kaivoksen suunnittelu

Kahta parametria on käytetty malmivarojen määrittämisessä — kuparin sisältö suurempi kuin 1 % ja kuparin sisältö suurempi kuin 20 kg neliometriä kohti. Myöhemässä vaiheessa minimi kuparisällöksi otettiin 0,7 %. Pohjapiirros malmivaroista nähdään kuvassa 3. Geologista arviointia varten on esiintymä jaettu neljään vyöhykkeeseen. Taulukko 2 esittää malmivaroja ja malmiluokat eri vyöhykkeillä.

Kaivosten suunnittelutyöt taloudellisen ja teknisen tutkimuksen perusteella osoittivat parhaaksi ratkaisuksi neljän kaivoksen perustamisen. Kolmella näistä on erillinen parametri, tyyppi X kuin neljännellä, joka on vähän pienempi, tyyppi Y. Kuvassa 4 on kaivosten ja niiden kuilujen sijainti. Kaivosparametrit on esitetty taulukossa 3.

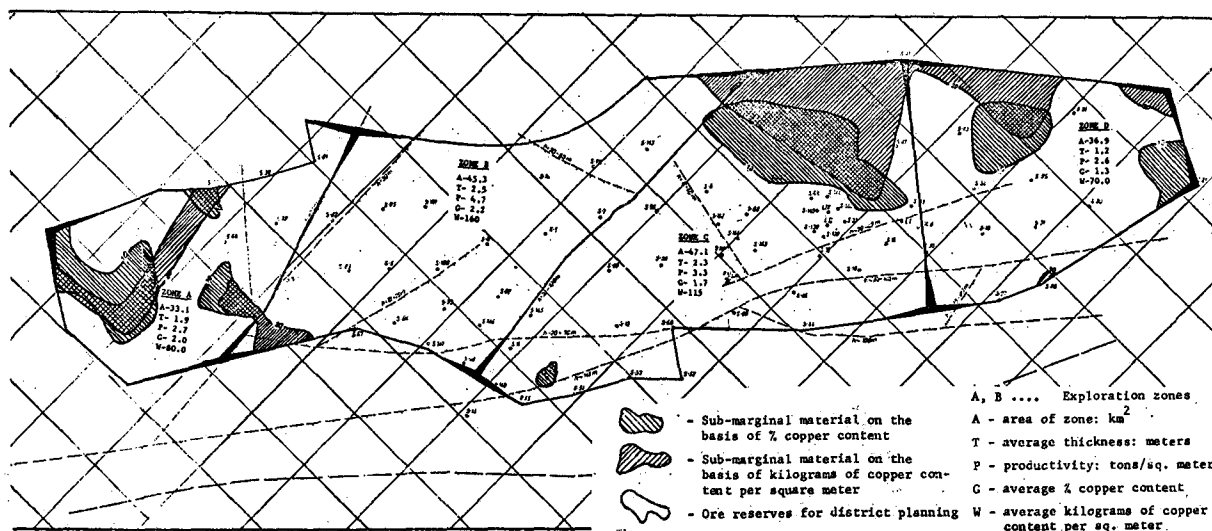
Puolassa pääoma kaivosten valmistaviin töihin voidaan käyttää vuosittain ja se on määrätty lain perusteella. Kuparikaivosten kustannukset yllä mainitulla tuotannolla ja syvyydellä on esitetty taulukossa 4.

Edellä mainitut kaivosten parametrit antavat perustan määrittellä lyhyin mahdollinen aika täystuotannon saavuttamiseksi kaivosalueelle.

Kaivosten suunnittelun alkuvaiheessa (1) konstruoidaan taulukot näyttämään vuosipääomakulutus valmistustöiden eri vaiheille. Erilaisten vaihtoehtojen tutkimus osoitti, että alueen tuotannon maksimi saavutetaan 21 vuodessa. 13 milj. tonnin tuotanto saavutetaan vuonna 1975.

Kuva 3. LGOM'in kuparimalmiesiintymä.

Fig. 3. Copper deposit in southwestern Poland — composite map of ore reserves and deposit parameters.



Taulukko 2

## MALMIVARAT JA LUOKAT

	A	Vyöhyke		D
		B	C	
Malmivarat milj.tonnina	119	284	207	128
Kuparisältö %	2,0	2,2	1,7	1,3
Kuparisältö kg/m <sup>2</sup>	80	160	115	70

Taulukko 3

## KAIVOSPARAMETREJÄ

	Tyyppi X kaivos 1, 2, 3	Tyyppi Y kaivos 4
Malmivarat kaivosta kohti milj.tonnina	124—140	84
Kaivoksen tuotanto milj.tonnina/v.	4	2,1
Kestoikä/v	36—40	45
Kuilun syvyys m	760—1080	640—790
Kuiluja kaivosta kohti	5—6	4
Kehitys (v)		
100 % tuotanto	10	10
50 % „	8	8
25 % „	6	6
Pääomakulut kaivosta kohti milj. zlotya	6.000	4.000

Taulukko 4

## VUOSIKULUT

Kehitysvuosi:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pääomakulut %	3	7	15	15	15	15	10	10	7	3

## 3. Louhinta

LGOM kaivoksissa käytetään tällä hetkellä pilarilouhintaa alueilla joissa malmin paksuus vaihtelee 2,5—6,5 m. Malmin paksuuden ollessa alle 2,5 m kokeillaan parast-aikaa pitkäseinälouhintaa ja yli 6,5 m paksuudelle ajatellaan pitkäreikä-pilarilouhintaa (viuhkaporautaa).

## Nyky menetelmä

Louhintakentän (leikattu kaksoistunnelilla joka on yhdistetty poikkiperillä) leveys on 70—100 m, pilareiden ja louhosten leveyden ollessa 5—6 m. Malmin kuljetuksen ja pilarien sijainnin johdosta louhintarinta voidaan suunnitella kohtisuoraan tai diagonaalisesti (kuva 5). Sekä louhintatyöt että valmistavat työt suoritetaan käyttämällä samanlaisia koneita.

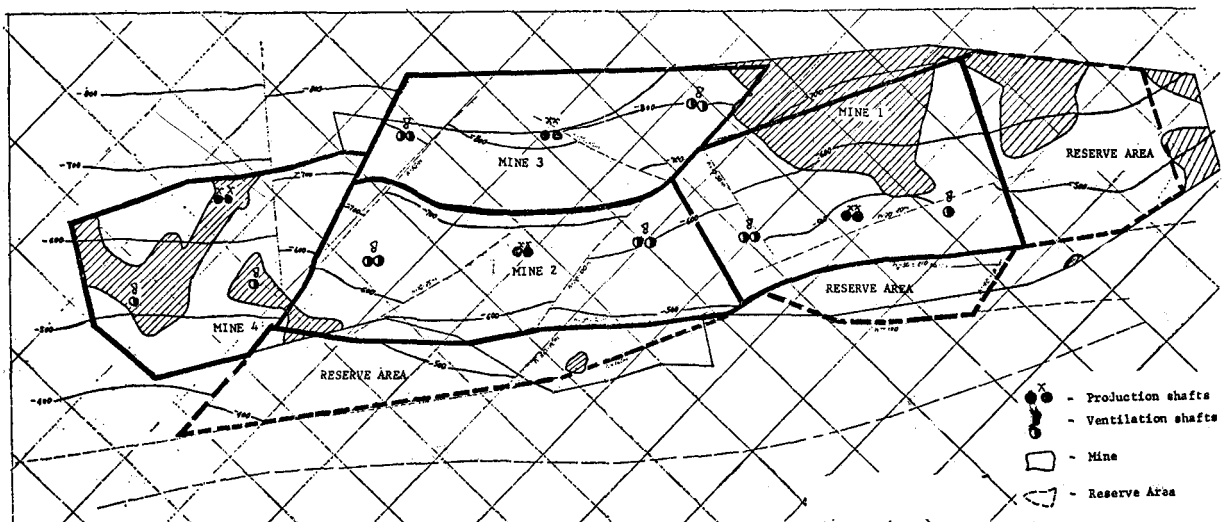
Poraus suoritetaan jumboilla. Länsituotteista eniten käytetty on porauslaite "Serpent" (Joy) varustettuna kahdella puomilla. SEV maista Neuvostoliitto on ainoa sen tyyppisten porauslaitteiden valmistaja ja laitetta SBU-2M on käytetty LGOM kaivoksissa.

Vuonna 1969 Puola itse ryhtyi valmistamaan porauslaitteita. Yleisin yhdistelmä on puolalainen alusta Fadroma (Leyland diesel), Secoma puomit, Atlas Copco ruuvisyöttölaitteet ja Meudon porakoneet. Yhdistelmän merkki on SWW-2. Tämä tendenssi omaan valmistukseen ei ole muutenkaan ihmeellistä, sillä SEV maissa valuutan puute on ainaisenä ongelmana. Lisäksi kysymys on suuresta määrästä laitteita. LGOM kaivoksissa on tähän asti ajettu lähes 80 km erilaisia tunneleita (todettakoon että v. 1973 LGOM kaivoksissa porataan 14.750 pm/vuoro) ja muutkin kaivokset odottavat mekanisoinnista.

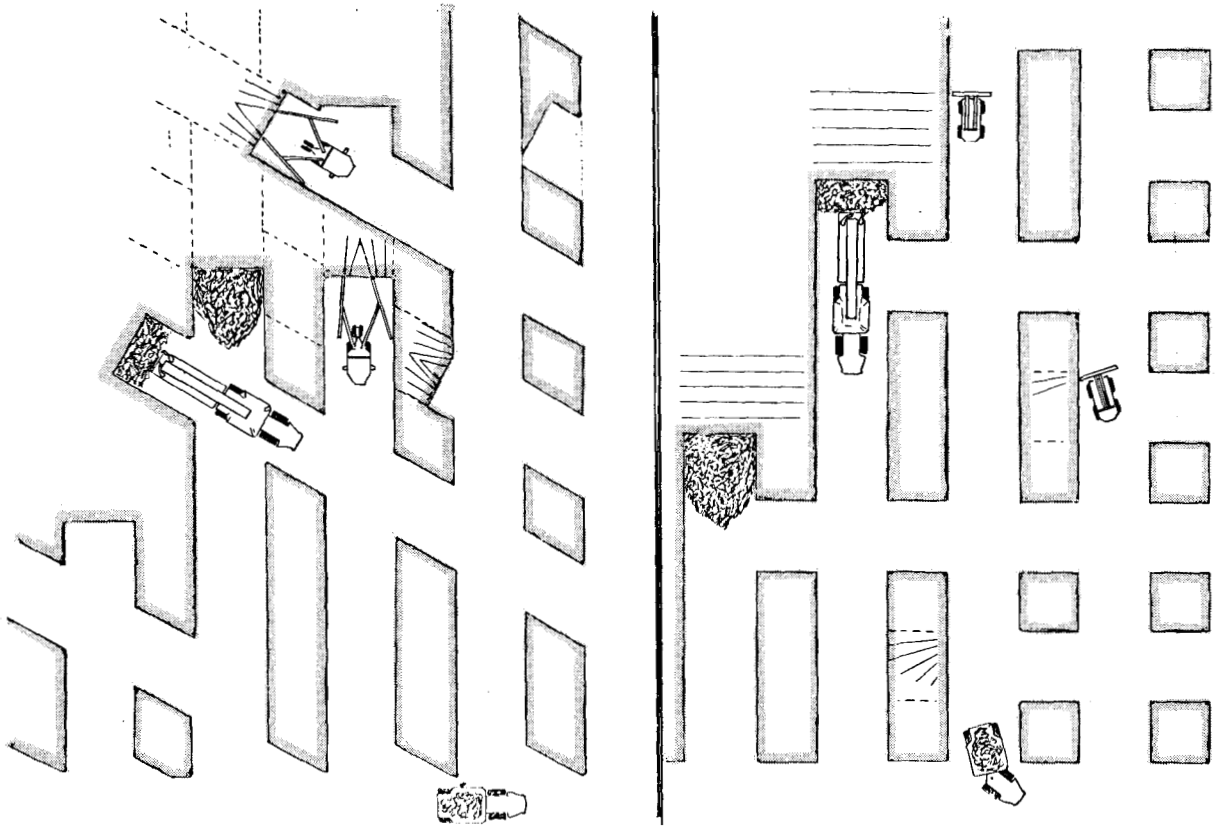
Kuten Outokummun vinoseinälouhinnassa LGOM kaivokset ovat kiinnostuneita käyttämään koko katkon

Kuva 4. LGOM-kaivosten ja kuilujen sijainti.

Fig. 4. Copper deposit in southwestern Poland — layout of mines and shafts.







Kuva 5. Pilarilouhinnan kaksi versiota.

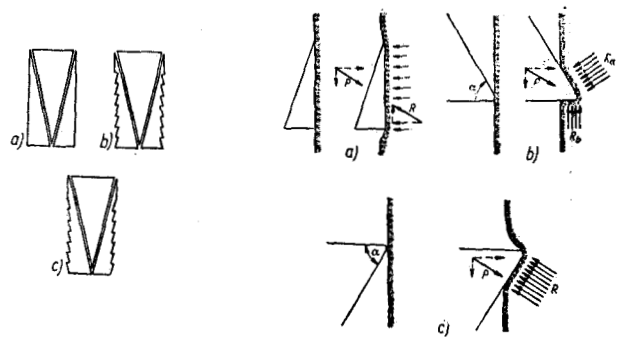
Fig. 5. Two versions of room and pillar method.

reikien porausta myös paikoissa joissa malmin paksuus on suurempi kuin 6,5 m. Tähän asti kaikki on ollut kiinni sopivasta porauspuomista, joten Atlas Copcon uusi BUT-14 puomi versio (BUT-14ER) on herättänyt suurta kiinnostusta. Sen maksimi porauskorkeus on 8,1 m. V. 1969 asti räjäytystyössä on käytetty ainoastaan dynamiittia. Tällä hetkellä se on melkein kokonaan korvattu ANO:lla.

Lastaus suoritetaan käyttämällä Joy 18 HR4 lastauskonetta. Se työskentelee yhdessä Expadump 14 D2 dumperin kanssa hoitaen kuljetukset lastauspaikoista. Yhdistelmän kapasiteetti riippuen kuljetusmatkasta on noin 300–400 t/vuoro alueen kippauspaikkoihin kuljetusmatkan ollessa 300–500 m. Myös nevestoliittolaisvalmisteista lastauskonetta BNB-3K (18 HR4 vastaava) käytetään. Vuodesta 1970 lähtien on käytetty Puolassa valmistettua (Leyland diesel 115 hv) Fadroma kauha-kuormaajaa (2 m<sup>3</sup>) lyhyemmillä kuljetusmatkoilla. Kippauspaikoista malmi kuljetetaan kaivosjunalla tai hihnakuljettimella.

Pultitusreikien poraamiseen käytetään Joy porausvauhua RBD-8B tai Secoma porauslaitetta asennettuna puolalaiselle alustalle (porauslaite SWK-1 varustettuna yhdellä puomilla). Myös käsiporakoneita WUP-22 (Holmanin lisenssillä) käytetään pultitusreikien poraamiseen. Jokaisen katkon jälkeen asennetaan 16–18 pulttia, kokonaisuus on noin 2,5 milj. pulttia vuodessa. Pulttien lukumäärä kalliokaton m<sup>2</sup> kohti lasketaan yleensä lujitus-kalliomassa energiataseesta (M. A. Jurcenko — Gornij Zurnal nro 10/1970).

Puolan kaivoksissa pultin pituuden lasketaan olevan  $\geq 1,5 b$ , jossa  $b$  on kalliokaton yläpuolella olevan jännitysvyöhykkeen korkeus, m. LGOM kaivoksissa katon turvalliseksi ja taloudelliseksi paksuudeksi on saatu 1,0–1,5 m. Usein pultin pituus on 1,5–2,0 m. Yleensä käytetään kärkiankkurointi-pultteja. On myös todettu, että pulttianskurin hampaat saavat parhaan mahdollisen tarttumisen ilman kalliopinna rikkoutumista kun ankkurin hampaat on suunnattu ylöspäin (kuva 6) eikä niinkuin tähän saakka alaspäin. Viime vuosina on injektointipultteja sekä ruiskubetonointia käytetty entistä enemmän.



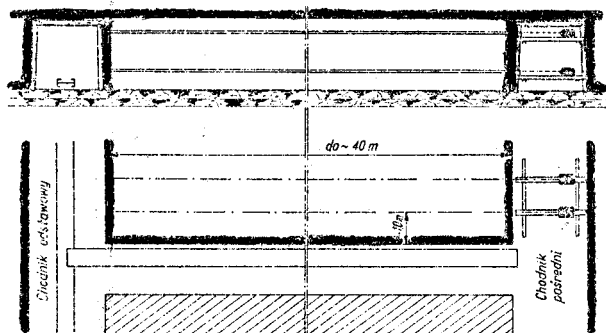
Kuva 6. Pulttianskurin tyypit ja työskentelytapa  
Fig. 6. Different type of bolt anchors and its work.

### Kuparimalmin louhinnan kehityssuunta tavanomaisilla menetelmillä

Malmien paksuus ja muut ns. luonnolliset olosuhteet ovat olleet vaikuttamassa luotaessa perusmenetelmiä, joilla louhitaan vaakasuoria tai pienen kaltevuuden omaavia esiintymiä, eli pitkäseinälouhinta ja erilaiset pilarilouhinnan versiot.

### Pitkäseinälouhinta

Tutkimukset osoittavat, että malmista noin 18 % "Lubin" ja "Palkowice" kaivoksissa voidaan louhia pitkäseinämenetelmällä. Parasta aikaa vanhalla kuparimalmin kaivosalueella pääasiassa "Konrad" kaivoksessa perusmenetelmänä on pitkäseinälouhinta jota seuraa katto-sorros tai täyttö. Räjähdytsreikä porataan kohtisuoraan seinään. Sekä poraus että lastaus tapahtuvat eriaikaisesti. Jotta saataisiin nämä kaksi työvaihetta tehtyä samanaikaisesti, mikä huomattavasti suurentaa tehoa, on porattava pitkän seinän suuntaisia reikiä (kuva 7).



Kuva 7. Pitkäseinälouhinta pitkäreikäporausta käyttäen.  
Fig. 7. Longwall mining using long hole drilling.

Kokeilumielessä näin on jo tehty "Konrad" kaivoksessa. Käyttämällä suurikokoisia raappoja on ainakin seinän puolelta poistettava pystytukia ja korvattava ne pulteilla jättämällä vain sorros- tai täyttöpuolelle tuet.

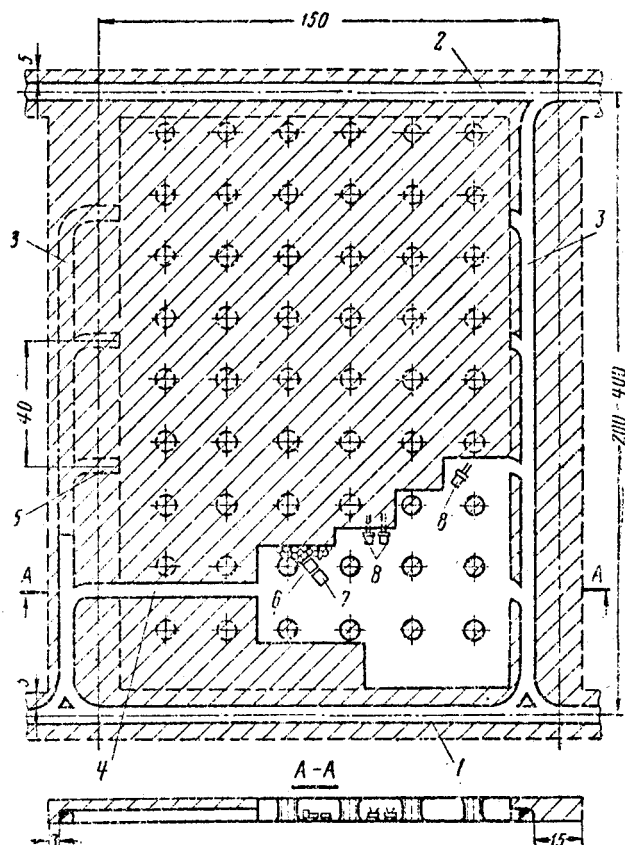
Konradin kaivoksen kokeilu osoitti, että käyttämällä uutta versiota teho seinästä kaksinkertaistuu 14,5:stä—25,7 tonniin miesvuoro. Kapasiteettia voidaan vielä nostaa. Menetelmä vaatii sopivan pitkälle mekanisoidun pultituslaitteen ja tehokkaan lastauskaluston (raappa — lastaussilta — kuljetin) sekä pitkäreikä tarkkuusporauslaitteiden käyttöä.

### Pilarilouhinta

Päämenetelmänä on pilarilouhinta joka sallii käytännössä työn täysmekanisoinnin ja suurlouhinnan keskittämisen. Tällä hetkellä kokonaiskapasiteetti LGOM kaivoksissa on vain 16,5 % siitä, mitä on esim. vastaavanlaisissa Lotaryngian rautamalmin kaivosalueella. Tosiasia on, että LGOM kaivokset ovat edelleen käyntiinlähtövaiheessa, josta syystä on paljon parantamisen varaa jotta saavutettaisiin maailmassa vallitseva keskitaso. Tutkimustyötä suoritetaan sekä itse menetelmän että louhintatekniikan parantamiseksi jatkuvasti ja käytännössä kokeillaan erilaisia laitteita.

### Louhintamenetelmä malmin ollessa yli 5 m paksuinen

Noin 20 % LGOM alueen malmista on 5—11 m paksuinen. Siitä osa (8 m paksuuteen asti) voidaan edelleen louhia em. pilarilouhintamenetelmällä käyttäen esimerkiksi uutta BUT-14ER Atlas Copcon puomia. Paksuuden ollessa yli 8 m voidaan Neuvostoliittoa seuraten käyttää esimerkiksi kaksitasoista pilarilouhinnan versiota (kuva 8, Dzezgazan'in kaivos). Toinen vaihtoehto on pilarilouhinta viuhkaporausta käyttäen (kuva 9). Tämän tyyppinen louhintamenetelmä on käytössä Olkusz lyijy-sinkki kaivoksessa Puolassa. Tällä "paksun" malmien alueella kysymys parhaasta louhintamenetelmästä on vielä avoin. Jonkinlainen pitkäseinälouhinta voinee olla sopiva.



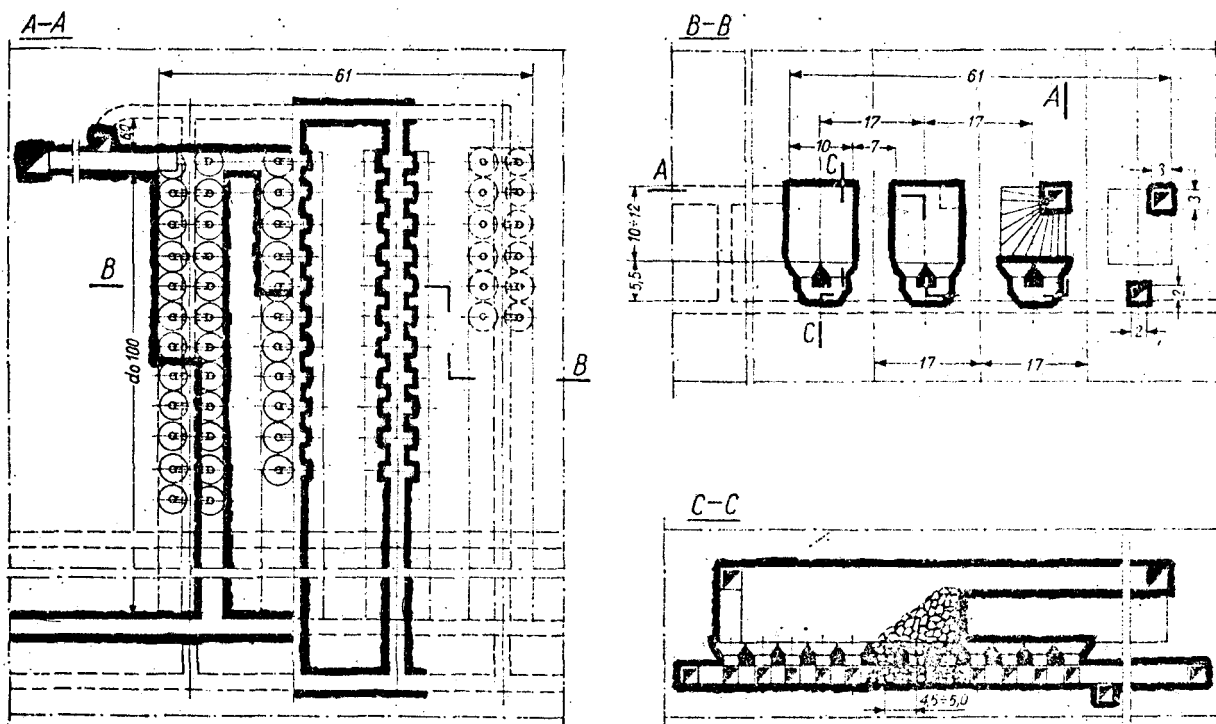
Kuva 8. Dzezgazan'in kaivos (Neuvostoliitto) — kaksitasoinen pilarilouhinta (malmin paksuus 8 m)

Fig. 8. Dzezgazan mine (USSR) — two-level room and pillar method (thickness of ore body 8 m).

### 4. Yhteenveto

Tällä hetkellä kahden toiminnassa olevan kaivoksen Lubin ja Palkowicen tuotanto vuorokaudessa on 20.000 tonnia kummassakin ja kolmannen Rudna kaivoksen vuorokausituotanto tulee olemaan 30.000 tonnia. Lubin kaivoksessa on viisi, Palkowicen kuusi ja Rudnassa myöskin kuusi kuilua. Jokaisen kaivoksen malmien nosto on keskitetty. Nostokuiluissa on 4 × 15 tonnin kapat. Vain pieni osa nostetaan sivukuiluja käyttäen.

Päätasot ovat: Lubin kaivoksessa 610 ja 740 m, Palkowice kaivoksessa 740, 810 ja 850 m ja Rudna kaivoksessa 1000 m.



Kuva 9. Pilarilouhinta viuhkaporausta käyttäen.  
(Olkusz kaivos — Puola)

Fig. 9. Pillarmining using fan drilling  
(Olkusz mine — Poland)

Vedentulo louhinta-alueille on vain 30—50 l/min. Kattokerrostuma on osoittautunut vesitiiviimmäksi kuin mitä odotettiin, mutta suuret varapumppuasemat on kuitenkin rakennettu. Jokaisella LGOM kaivoksella on oma rikastamonsa.

Taloudelliseksi määrättyä alinta kuparipitoisuutta sekä nykyistä pilarilouhintamenetelmää on viime aikoina arvosteltu voimakkaasti. Se, että nykyisin puhutaan eri ongelmista suhteellisen avoimesti johtuu ”poliittisesta” vaihdosta vuoden 1970 mellakoiden jälkeen. Onhan muistettava, että Puolan uusi kommunistisen puolueen sihteeri on ”entinen” kaivosmies. Ennen häntä oli tärkeää vain suuri tuotanto ja malmitappiot jäivät toisarvoisiksi. Yleisesti oletettiin, että malmin tappioiden ei pitäisi olla suurempia kuin 15 % ja raakun laimennus 10 %. Nämä numerot eivät koskaan pitäneet paikkaansa. Vaikeat tektoniset olosuhteet pakottivat useiden pilareiden jättämisen, joiden leveys on aina 50 metriin saakka. Tarkempien tutkimusten jälkeen yritetään ainakin osa niistä saada louhituksi. Ihmeellistä on se, että vanhalla kuparimalmi-alueella (m.m. Konrad kaivoksessa) alimmaksi kuparipitoisuudeksi malmirajojen selvittämiseksi otettiin 0,4 % ja uudella alueella (LGOM) vain 0,7 %. Taloudellisesti huolestuttavinta ovat suuret malmitappiot pilarilouhintamenetelmällä (25 %:iin asti). On selvää, että malmitappioita tulee jokaisella louhinta-menettelmällä, mutta jo oletettu 15 % on korkea arvo. Sen lisäksi raakun laimennus on ollut 20 %:n paikkeilla eikä oletettu 10 %. Mikäli näin olisi jatkettu olisi kaivoksen elinikä lyhentynyt kuudella vuodella.

Mainituista ongelmista huolehtivat luonnollisesti Puolan kaivosministeriö ja suuria muutoksia ja parannuksia on lähitulevaisuudessa odotettavissa.

## Summary

Copper has become one of the most important products influencing on Polish economy life. Large copper ore deposit in Lower Silesia was discovered in 1957. Today, this has been developed into the important Legnica-Głogów copper region (LOGM) with two mines, Polkowice and Lubin; two others are under development. Copper ore's geology, mining methods, drilling and loading with development trend are described in this paper.

## KIRJALLISUUS:

- J. Lajzerowicz, B. W. Mackenzie  
— Planning the development of a mining district — an eastern European approach, CIM Bulletin — October 1971
- E. Konstantynowicz, M. Preidl  
— Wpływ czynników geologicznych na warunki eksploatacyjne, Rudy Metale 4/1970
- N. Kunysz, L. Rylko, B. Wawerska-Charakterystyka Skal LGOM, Rudy Metale 7/1970
- J. Serkies, J. Oberc  
— Złota miedzi w Dzekazganie a złota dolnoslaskie, Rudy Metale 8/1970
- S. K. Wanielista, Z. Luczewski, J. Salacki  
— Wysokowydajne formy organizacji produkcji w systemach komorowo — filarowych, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 3/1970
- T. Machori, E. Kienig — Możliwość występowania tapan w kopalniach LGOM, Rudy Metale 5/1971
- K. Pazdyko — Wyniki badan pracy wozu wierniczego ”Serpent” Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 7/1971
- W. I. Podgorski  
— Nowe poglądy na Konstrukcje Kotwi szczekowych, Przegląd Gorniczy 1/1972
- J. Sajkiewicz, A. Fiszer  
— Tendencje rozwojowe eksploatacji złóż miedzi sposobami tradycyjnymi, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 7/1971
- S. Stewierski, Z. Nedza, Z. Iwulski, T. M. Urmow  
— Obudowa Kotwiowa w swietle teorii odprezenia gorotworu, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 7/1971
- Osnownyje warianty kamerno — stolbowoj systemy razrobotki w uslowia Dzekazgana Gornij Zurnal 11/1972
- E. Konstantynowicz — Kryteria wlasciwego wykorzystania zloz rud miedzi w Polsce, Rudy Metale 6/1971

Sisällysluettelo v. 1966—1972

- 1/66 H. Stigzelius: Suomen vuoriteollisuus ja sen kasvava merkitys maan talouselämässä.  
 M. Maliniemi: Malmberget standardisoi louhintamenetelmää ja siirtyy levylohintaan.  
 R. Eriksson: Kapillarihuokoisuus teräsvalussa.  
 K. Kitunen: Seulonasta täryseuloja käyttäen.  
 H. Aulanko: Siirrettävä kuilunajolaitteisto ja sen käyttö Hituran tutkimustyömaalla.  
 V. Vähätalo: Syvien reikien kairauksesta Outokummussa.  
 K. Hakalehto: Eräitä uusia piirteitä kivien rikkoontumisesta  
 Sisällysluettelo 1943—1965
- 2/66 M. H. Tikkanen: On the metallurgical research in the Institute of Technology, Otaniemi, Finland.  
 Risto Makkonen: Kobolttioksidin virheellisyys.  
 Heikki Jalkanen: Kobolttioksidin sintrauksesta.  
 Kai Lilius: Ytimen muodostuksesta ja kasvusta kobolttioksidin vetypelkistyksessä.  
 Lauri Holappa: Kuonan virherakenteen merkityksestä teräksen sulatuksessa.  
 Seppo Yläsaari: Karbonyylinikkelin sintrauksen teoriasta.  
 Jaakko Autio: Johtorenkaiden valmistaminen rautapulverista sintraamalla.  
 Bo Sandberg, Göran Mitts: Montolan dolomiitti- ja kalkkikivikaivos.  
 Aimo Mikkola, Georg Strandström, Henry Johnsson: Jussarön malmikenttä — Jussarö malmfält.  
 Heikki Raja-Halli: Harvinaislaatuinen talvikairaus Itämeren tuntumassa.  
 Antero Leppälä: Outokumpu Oy:n tutkimuslaboratorion laajeneva toiminta.  
 Urpo Šalo: Huomioita I kansainvälisestä kalliomekaniikan kongressista Lissabonissa 25. 9.—1. 10. 1966.  
 Jäsenluettelo
- 1/67 Toimi Lukkarinen: Kuparikuonan rikastaminen Outokumpu Oy:ssä.  
 Martti Kukkonen: Ylöjärven kaivos 1943—1966.  
 Bengt Forss: Pargas Kalkbergs Aktiebolags forskningsanstalt i Pargas.  
 Osmo Vartiainen: Kuljetushihnojen puhdistus.  
 Viljo Viertokangas: Kaivosnostokoneiden vetopyörrien vaurusmateriaaleista.  
 Antero Hakapää: Maanalaisen öljysäiliön rakentaminen Sköldvikissä.  
 Timo Niitti: "Sakero".
- 2/67 P. Rautio — A. Korhonen: Outokumpu Oy, Porin tehtaas.  
 K. Relander — K. Lounamaa: Mikroseostetut teräkset.  
 O. Vartiainen: Uusi suodatuslaitteisto nopeasti suodattuvien materiaalien jatkuvaksi suodattamiseksi.  
 J. Siivola: Röntgenmikroanalyyttori tutkimusvälineenä.  
 V. Vähätalo — H. Raja-Halli: Syväkairauksilasto v. 1966.  
 Kalliomekaniikan päivät.  
 Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y. 25 v.
- 1/68 Per Westerlund, Juhani Nuutilainen, Erkki Siirama: Otanmäki Oy, Kärvasvaaran kaivos 1959—1967.  
 M. H. Tikkanen: Näkymiä prosessimetallurgian viimeaikaisesta kehityksestä.  
 Pauli Isokangas: Malmiesiintymien löytöön ja hyväksikäyttöön liittyvistä tutkimuksista.
- 2/68 M. H. Tikkanen: Näkymiä prosessimetallurgian viimeaikaisesta kehityksestä II osa.  
 Timo Heikkinen: Outokummun rikastamon kaksivaiheinen autogeenijauhatus.  
 Antti Palomäki, Olli Halonen: Paakkilan antofylliittiasbestilouhos.  
 Pasi P. Huhtinen: Avolouhossuunnittelu tietokonetta hyväksikäyttäen.  
 Kalliomekaniikan päivät 1968.
- 1/69 Paavo V. Maijala: Kehittyvä kaivostekniikka.  
 Antti Mikkonen: Sulfidien vaahdotus alipaineessa.  
 Per Olof Grönqvist: Kobolttin valmistus Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaalla.  
 M. H. Tikkanen: Tulenkestävän keraamisen materiaalin valinta eri tarkoituksiin.  
 Franz Pawlek: Übersicht und Aussichten der Hydrometallurgie unter Druck.
- 2/69 Petri Bryk: Katsaus uusien metallurgisten prosessien kehittämiseen Outokumpu Oy:n piirissä.  
 Ulla-Maija Levanto: Vanadiinimalmin pasutus natriumsuolan kanssa.  
 A. Raitakari: Automaattinen paksuudensäätö kylmävalssauksessa.  
 Raimo Eriksson, Jaakko Lautjärvi: Kokemuksia teräksen valmistuksesta Rautaruukki Oy:n Raahen rautatehtaalla.  
 Mikko Tanner: "Vuoriöljy" ja vuoriteollisuus.  
 Andrzej Zablocki: Mine Filling Methods in Poland.  
 Nils Edelman: K. H. Renlunds stiftelse för Finlands praktisk — geologiska undersökning.  
 Kalliomekaniikan päivät 1969.
- 1/70 Pertti Voutilainen: Geologiset ja kaivostekniset tietokonesovellukset Outokumpu Oy:ssä.  
 Unto Paakkinen: Tietokone vaahdotusprosessissa.  
 Kyösti Kitunen: Paraisten Kalkki Oy:n Kolarin sementtitehdas.  
 Nils Arppe: Sementin valmistus Kolarin tehtaalla.  
 Olli Hermonen: Dieselhydraulin kaivosjuna.  
 Tapani Kilponen: Rikkiöljyrajähdyksistä kaivoksissa.  
 Sven Eketorp: Järn- och stålillverkningens huvudlinjer.  
 Kauko Järvinen muistelee.
- 2/70 Osmo Hämäläinen: Rikkihappo Oy:n Siilinjärven tehtaas.  
 Olavi Alarotu: Pienten malmien hyväksikäyttö.  
 Paavo Kupias: Vierailu Eestin palavakiviteollisuuden keskukselle Kohtla-Järvelle.  
 Vuorimiehiä Luikonlahdella ja Siilinjärvellä.  
 Kansainvälinen kalliomekaniikan kongressi Belgradissa 20.—26. 9. 70.
- 1/71 Erik Nyholm, Martti Haani, Tor-Leif Huggare: Sinkin valmistus Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaalla.  
 M. Haani, A. Kuivala: Outokummun prosessi kaasujen puhdistamiseksi elohopeasta.  
 Väinö Juntunen: Suomen Talkki Oy:n Lahnaslammen talkkikaivos.  
 Mikko Pietilä: Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden valsaamo.  
 Tatu Koivuniemi: Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden lanka-tehdas.  
 Lasse Vanha-Honko: Vihannin kaivoksen TSG-kuljetin.
- 2/71 Outokumpu Oy:n Kemin kaivos ja Tornion tehtaas.  
 Kalervo Räisänen: — Outokumpu Oy:n kromituotanto  
 J. Kujanpää: — Malmiesiintymän geologia  
 P. Kerola: — Avolouhos  
 L. Heikkilä: — Rikastamo  
 Heikki Tuovinen: — Ferrokromin tuotanto  
 Pentti Hokkanen: — Sintraamo  
 Seppo Blomqvist: — Sulatto  
 A. Jernström, P. Kostamo, T. Hätönen: Koverharin LD- ja tankovalulaitos.  
 Hans Josephsson: New method for the production of liquid sulphur dioxide.  
 Paavo Maijala: Kansainvälinen kalliomekaniikkasymposiumi Nancyssa.
- 1/72 Pauli Isokangas: Malminetsintä Outokumpu Oy:ssä.  
 Pekka Rautala: Outokumpu Oy:n Fysiikan laitos.  
 Tapio Tuominen: Outokumpu Oy:n Metallurginen tutkimuslaitos.  
 Ilmari Lehesaho: OVAKO-tutkimuskeskus.  
 Aulis Saarinen: Rautaruukki Oy:n tutkimuslaitos.  
 Erkki V. Heiskanen, Heikki Solin: Louhintaurakkaa koskevia yleisiä näkökohtia.
- 2/72 Helge Haavisto: Rautaruukki Oy:n lähiajan kehitysnäkymiä.  
 Holger Sweins: Rautaruukki Oy:n Hämeenlinnan tehdas.  
 Rainer Tuovinen, Pekka Sundquist, Risto Rinne: Rautavaaran kaivosprojekti.  
 Heikki Paarma: Malminetsintä Rautaruukki Oy:ssä.  
 Jaakko Salokangas: VTT:n metallilaboratorio.  
 Risto Makkonen, Tellervo Nurmi, Tarja Setälä: VTT:n metallurgian laboratorio.  
 Hans Allenius: VTT:n vuoriteknikan laboratorio.  
 Sven Sundberg: Vaakasuoja jatkuvavalu Suomen rahapajalla.  
 Säännöt  
 Vuoriteollisuusmuseo



## Metalliopin professori

Heikki Miekk-oja

4. 6 1908—30. 5. 1973

Heikki Miekk-oja syntyi 04. 06. 1908 Tampereella, suoritti Tampereen Lyseosta ylioppilastutkinnon vuonna 1927 ja filosofian kandidaatin tutkinnon Helsingin Yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa 1932. Väitöskirjaansa "Kalorimetrisehe Untersuchungen über Umwandlungen in  $\text{NaNO}_3$  und  $\text{KNO}_3$ " hän puolusti julkisesti 1941 ja sai filosofian tohtorin arvon 1949. Heikki Miekk-oja toimi Vakaustoimiston tarkastajana vuosina 1938—45. Sodanaikaisten olosuhteiden aiheuttamista vaikeista sairauksista hän toipui entisen menestyksekkään taitovoimistelijan fyysisen kunnan ja lujan tahdon avulla.

Metalliopin alaan hän alkoi tutustua Outokumpu Osakeyhtiön Porin tehtaiden tutkimuslaboratorion päällikkönä vuonna 1945, mutta jo vuonna 1950 hänen kykäänsä tarvittiin Teknillisessä korkeakoulussa avoimena olevan metalliopin professuurin hoitoon nimityksen seurauksena vuonna 1953.

Suomenkielisen metalliopin oppikirjan puute sai professori Miekk-ojan ryhtymään monivuotiseen oppikirjan kirjoitustyöhön ja "Metallioppi", joka edelleenkin on kaikkien metallioppia harrastavien arvokas oppi- ja käsikirja, valmistui vuonna 1960 ja siitä on sittemmin otettu uusia painoksia niin, että kokonaismäärä on nyt 12 600 kappaletta.

Mittavan oppikirjatyön jälkeen professori Miekk-oja antautui metalliopiilliseen tutkimukseen ja jatko-opiskelijoiden ohjaamiseen. Hänen johdolla suoritettiin 16 väitöskirjatyötä ja mm. kaikki nykyiset metalliopiillisten aineiden professorit, kaikkiaan seitsemän, ovat hänen oppilaitaan.

Metalliopin laboratorion kehittäminen nykyiselleen on tapahtunut hänen johdolla ja vuoriteollisuusosaston siirtyminen saman katon alle Otaniemessä tapahtui hänen toimiessaan osaston johtajana 1962—65.

Professori Miekk-ojan omista tutkimuksista merkittävimmät ovat kohdistuneet hänen esittämäänsä kansainvälistä huomiota osakseen saaneeseen dislokaatioiden kustomismekanismiin, jolla on monipuolisia sovellusmahdollisuuksia plastisen deformaation mekanismien selvityksessä. Viimeksi kuluneiden kymmenen vuoden aikana on hänen tutkimustuloksiaan julkaistu yli 20 kertaa alan arvostetuimmista lehdissä. Heikki Miekk-ojan voimakasta luonnetta ja elävää kiinnostusta tutkimukseen kuvaa hyvin se, että hän vielä pari päivää ennen kuolemaansa pitkäaikaisen sairauden murtamana jaksoi pohtia käynnissä olevia tutkimuksia ja suunnitella niiden kehittämistä.

Metalliopin laboratoriossa tapahtuvan opetuksen ja tutkimuksen lisäksi professori Miekk-ojalta riitti aikaa korkeakoulun ulkopuoliseenkin metallioppiin liittyvään toimintaan. Hän toimi mm. Suomen Hitsausteknillisen Yhdistyksen perusainekomitean puheenjohtajana sekä teknillisen komitean jäsenenä, Suomen Fysikkoseurassa, Vuorimiesyhdistyksessä, Suomalaisessa Tiedeakatemiassa, Teknillisten Tieteiden Akatemiassa, Reaktorilaboratorion asiantuntijatoimikunnassa, Atomienergieneuvottelukunnan materiaali- ja osastoissa, Rautaruukki Osakeyhtiön tutkimuslaitoksen neuvottelukunnassa jne, sekä oli Institute of Metals'in jäsen ja Svenska Metallografförbundet'in ensimmäinen ulkomainen kunniajäsen.

Professori Miekk-ojan toiminta metalliopin opettajana ja tutkijana on vaikuttanut ja tulee edelleen merkittävästi vaikuttamaan metallien perusteellisuuden ja konepajateollisuuden kehitykseen hänen suoranaisten oppilaidensa ja oppikirjansa käyttäjien kautta, mutta ei pidä myöskään unohtaa hänen "lähetystehtävänsä" modernin suomalaisen metalliopin tunnetuksi tekemisessä eri aloilla ja eri maissa.

Prof. Miekk-oja oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1946 alkaen.

**Dipl.ins. Eino Turtiainen****5. 8. 1921—16. 5. 1973**

Dipl.ins. Eino Emerik Turtiainen kuoli 16. 5. 1973. Hän oli syntynyt Säamingissä 5. 8. 1921 ja tullut ylioppilaaksi Savonlinnan lyseosta välirauhan keväänä 1941. Sen kevään tapaan nuori ylioppilas joutui sotapoluille suoraan koulunpenkiltä, kävi seuraavana vuonna Upseerikoulun ja toimi joukkueenjohtajan tehtävissä. Sodan loputtua hän pääsi varsinaisesti aloittamaan opin-

not ja valmistui dipl.insinööriksi v. 1948 TKK:n vuoriteollisuusosaston kaivostekniikan opintosuunnalta. Nuoren insinöörin tie johti Otanmäen kaivoksen tutkimustyömaan päälliköksi pariksi vuodeksi. Sen jälkeen hän toimi Lohja-Kotka Oy:n kalkkikaivoksen insinöörinä vuoteen 1955 saakka, jolloin tuli Insinööritoimisto H. Auramon apulaisjohtajaksi. Vuosina 1962—63 hän oli Grönroos yhtiöiden toimitusjohtajana, mutta siirtyi viimeksi mainittuna vuonna Machinery Oy:n osastopäälliköksi tehtäväänään hoitaa lähinnä maansiirtoalaan sekä kaivos- ja rikastustekniikan piiriin kuuluvien koneiden markkinointia. Tässä tehtävässä hän toimi kuolemaansa asti.

Eino Emerik, Sinun aina valoisa ja hyväntahtoinen olemukseksi tulee säilymään opiskelu- ja työtoverien sekä ystävien mielessä. Sinä olit ikuinen optimisti, kirjaimellisesti loppuun saakka. Kiitämme ystävyydestäsi ja teemme kunniaa muistollesi!

Vuorimiesyhdistyksen jäsen Eino Turtiainen oli vuodesta 1948 alkaen.

**Dipl.ins. Paavo Johannes Leinonen****15. 11. 1928—14. 7. 1973**

Heinäkuun 14. pnä 1973 kuoli dipl.ins. Paavo Leinonen pitkäaikaisen sairauden murtamana. Hän oli syntynyt Kajaanissa 15. 11. 1928, tuli ylioppilaaksi 1950 ja suoritti diplomi-insinööritutkinnon 1959.

Otanmäki Oy:n Otanmäen rikastamolla Paavo Leinonen toimi tutkimusinsinöörinä 1959—61, käyttöinsinöörinä 1962—1971 ja osastopäällikkönä 1971—1973. Suorittaen näin elämäntyönsä saman laitoksen piirissä hän vaikutti voimakkaasti sen kehittymiseen nykyiseen. Paavo Leinonen muistetaan myös aina innokkaana yhteisille asioille ja yhteisten tilaisuuksien hyvän tuulen luoja, jonka poismeno on jättänyt monen mieleen kaipauksen.

Dipl.ins. Leinonen oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen 1959 lähtien.

**Dipl.ing. Sigurd Nyström****6. 12. 1900—26. 9. 1973**

Den 26 september 1973 avled i Helsingfors dipl. ing. Sigurd Henrik Nyström.

Han var född den 6 december 1900, blev student 1920 och dipl. ing. 1924. Efter studier i Kanada och USA blev han år 1931 verkst. dir. för Ab Hangö Träförädling. År 1936 knöts han till Lojo Kalkverk Ab. Han verkade till en början som assistent åt bolagets tekniska chef, blev 1937 övering., och 1958 utsågs han till verkst. dir. för Lojo Elektricitets Ab, vilken post han innehade till sin pensionering.

Dipl. ing. Nyström tillhörde Bergsmannaföreningen sedan år 1943.

**VUORIMIESYHDISTYS —  
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

**TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN VUOSIKERTOMUS  
VUODELTA 1972**

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana on toiminut johtaja Caj Holm ja sihteerinä DI Hans Allenius.

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano on ollut seuraava:

**Teollisuuden edustajina:**

*Varsinaiset jäsenet:*

TT Pekka Rautala  
Outokumpu Oy  
Yli-ins. Sakari Seeste  
Outokumpu Oy  
Joht. Erkki Heiskanen  
Myllykoski Oy  
Joht. Henning Doepel  
Paraisten Kalkki Oy  
Joht. Jarmo Soininen  
Rautaruukki Oy  
Johtaja Caj Holm  
Lohjan Kalkkitehdas Oy  
TT Kalevi Kiukkola  
Kemira Oy  
Ins. Pentti Suurmaa  
Rauma-Repola Oy  
TT Jukka Vuorinen  
Imatran Voima Oy

*Varajäsenet:*

Yli-ins. Heikki Konkola  
Outokumpu Oy  
Yli-ins. Heikki Tanner  
Outokumpu Oy  
DI Lauri Koivikko  
Ruskealan Marmori Oy  
Joht. Urho Valtakari  
Paraisten Kalkki Oy  
Joht. Per Westerlund  
Rautaruukki Oy  
TL Raimo Matikainen  
Lohjan Kalkkitehdas Oy  
Toim.joht. Antti Mikkonen  
Suomen Malmi Oy  
  
FT Kauko Korpela  
Imatran Voima Oy

**Hallituksen kutsuma lisäjäsen:**

Ylijoht. Herman Stigzelius  
Geologinen tutkimuslaitos

**Yhdistyksen jaostojen edustajat:**

*Geologinen jaosto*

puh.joht.  
FT Lauri Hyvärinen siht. FM Veijo Yletyinen  
Geologinen tutkimuslaitos Geologinen tutkimuslaitos

*Kaivosteknillinen jaosto*

puh.joht.  
Joht. Reino Kurppa siht. DI Antero Hakapää  
Outokumpu Oy Outokumpu Oy

*Metallurginen jaosto*

puh.joht.  
Yli-ins. Raimo Eriksson siht. TT Erkki Räsänen  
Rautaruukki Oy Rautaruukki Oy

*Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto*

puh.joht.  
Prof. Risto Hukki siht. DI Veikko Appelberg  
Valtion tekn. tutkimuskeskus Outokumpu Oy

**Kokoukset**

Tutkimusvaltuuskunta on pitänyt vuoden aikana kaksi kokousta.

**Toiminnassa olleet työkomiteat**

N:o 27 Kallion rakenteelliset ominaisuudet  
Komitean puheenjohtajana on toiminut prof. P. Mai-

jala. Komitean työ on viety loppuun ja raportti valmistuu vuoden 1973 alkupuolella.

N:o 33 Urakkasopimusmallin laadinta  
Komitean puheenjohtajana on toiminut joht. E. Heiskanen. Raportti valmistui kesällä 1971. Urakkasopimuslomake julkaistiin Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden n:o 2, 1972 yhteydessä. Täältä on myös saatavissa rajoitettu määrä eripainoksia lomakkeesta.

N:o 34 Geologisten joukonäytteiden analysointi  
Komitean puheenjohtajana on toiminut tri A. Häkli. Raportti on käännetty ja painettu ruotsiksi. Suomenkielinen painos valmistuu vuoden 1973 alussa jaettavaksi jäsenille.

N:o 35 Louhoskattojen kontrollointi  
Ruotsissa on kehitetty komujen ilmaislaite. Suomen yhteismiehenä on DI R. Myyryläinen. Vuoden 1973 aikana on tarkoitus saada laite kokeiltavaksi Suomeen.

N:o 36 Pakokaasukomitea  
Komitean puheenjohtajana on toiminut DI H. Harjunpää. Työ on vuoden 1972 aikana käynnistynyt yhteispohjoisena. Yhteispohjoisaisen työkomitean puheenjohtaja on K. Sörensen, Malmberget.

Kauppa- ja teollisuusministeriö on myöntänyt työlle 10 000 mk:n suuruisen apurahan. Kotimainen tutkimustyö jatkuu yhteistyössä työterveyslaitoksen kanssa.

N:o 37 Vuoripainemittausmenetelmien vertailu  
Yhteispohjoisainen työkomitea, jonka suomalaisena jäsenenä on TL R. Matikainen, saa raporttinsa valmiiksi vuoden 1973 alkupuolella.

N:o 38 Luokittelu märkäjauhatuksen yhteydessä  
Komitean puheenjohtajana on toiminut prof. R. T. Hukki. Kotalahden tehdasmittakaavaisen kokeilun jälkeen on työtä jatkettu pilot-plant-mittakaavaisena VTT:n vuoritekniikan laboratoriossa.

N:o 39 ATK-menetelmien käyttö kallioperän tutkimuksessa

Komitean puheenjohtajana on toiminut FL F. Pipping. Työ valmistuu vuoden 1973 aikana.

N:o 40 Kaivosten jätteisiin liittyvät ympäristönsuojelliset kysymykset

Komitean puheenjohtajana on toiminut DI E. Lehtonen. Työ tehdään yhteispohjoisaisena yhteistyönä ja valmistuu vuoden 1973 aikana. Kauppa- ja teollisuusministeriö on myöntänyt työlle 15 000 mk:n suuruisen apurahan.

**Stenmaling**

Komitean puheenjohtajana on toiminut prof. Digre ja suomalaisena yhteismiehenä DI T. Niitti.

Yhteispohjoisainen työ jatkuu lähinnä norjalaisen toimesta niin laboratorio- kuin tehdasmittakaavaisenakin.

**Magnetiska tolkningsmetoder**

Komitean puheenjohtajana on toiminut tri S. Werner ja suomalaisena yhteismiehenä tri S-E. Hjelt. Työ käynnistyi syksyllä 1972. Komitea antaa ensimmäisen väliraporttinsa maaliskuussa 1973.

**Uudet työkomiteat**

Tutkimusvaltuuskunta on perustanut kolme uutta työkomiteaa, jotka aloittavat toimintansa vuoden 1973 alussa.

N:o 41 ATK:n soveltaminen louhinnassa  
Komitean puheenjohtaja on TL P. Niskanen. Ensimmäinen raportti ilmestyy Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden n:o 1:ssä. Työkomitea on pysyvä.

N:o 42 Kaivosten työympäristö  
Komitean puheenjohtajana on DI R. Myyryläinen. Komitean toimiaika on vuoden 1974 loppuun.

N:o 43 Kallion lujittaminen  
Komitean puheenjohtaja on DI R. Grundström. Komitean tulisi saada työnsä valmiiksi 1. 5. 1974 mennessä.

**Tutkimustoiminnan rahoitus**

Vuoden aikana on kannattavilta jäseniltä peritty jäsenmaksu, jolla on rahoitettu tutkimustoiminnan juoksevat kulut. Kauppa- ja teollisuusministeriö on sen lisäksi tukenut Vuorimiesyhdistyksen tutkimustoimintaa myöntämällä työkomiteaa n:o 36 varten 10 000 mk:n ja työkomiteaa n:o 40 varten 15 000 mk:n suuruisen tutkimusapurahan.

Kuluneen vuoden kustannusten erittely muodostuu täten seuraavaksi:

Kannatusmaksut	13 700,—
Käytetty valtionapu	6 600,—
Tutk.selosteiden myynti	4 500,—
Ed. vuoden saldo	+ 8 000,—
	<hr/>
	32 800,—
Toiminnan kustannukset	28 300,—
	<hr/>
Saldo toimintaa varten	+ 4 500,—
	<hr/>
Valtionavun saldo	+18 400,—
	<hr/> <hr/>

**Tutkimustoimikuntien toiminta**

*Geologinen toimikunta*

Kokoonpano: puh.joht. Prof. Aimo Mikkola  
jäsenet FM Heikki Paarma  
FM Pauli Isokangas  
FM Rolf Boström  
Prof. Maunu Puranen

Toimikunta on pitänyt vuoden aikana kaksi kokousta, joista yksi yhteispohjoismaisena. Yhteispohjoismainen kokous pidettiin Olarissa 14. 04. 1972. Toimikunnan vuosikertomus liitteenä.

*Kaivosteknillinen toimikunta*

Kokoonpano: puh.joht. Prof. Paavo Maijala  
jäsenet Joht. Per Westerlund  
Yli-ins. Olavi Alarotu  
Joht. Caj Holm  
Joht. Urho Valtakari  
FM Harry Laine

Toimikunta on pitänyt vuoden aikana kaksi kokousta. Sen vuosikertomus liitteenä.

*Rikastusteknillinen toimikunta*

Kokoonpano: puh.joht. Prof. Risto Hukki  
jäsenet DI Esko Lehtonen  
TL Kyösti Kitunen  
DI Risto Rinne  
DI Jorma Koponen

Toimikunta on pitänyt vuoden aikana kolme kokousta, joista yksi, 11—12. 04. 1972 Otaniemessä, yhteispohjoismaisena. Toimikunnan vuosikertomus liitteenä.

**Pohjoismainen yhteistyö**

Eri toimikuntien kohdalla mainitun kanssakäymisen ohella voidaan todeta, että valtuuskunnan sihteeri osallistui 4—5. 10. 1972 Tukholmassa pidettyyn yhteispohjoismaiseen kokoukseen. Valtuuskunnan puheenjohtaja liittyi kokoukseen 5. 10. 1972. Tässä keskusteltiin käynnissä olevista tutkimusprojekteista sekä yhteistyön kehittämistä ja laajentamisesta.

Vuorimiesyhdistys on kuluneen vuoden aikana saanut seuraavat tutkimusraportit Svenska Gruvföreningeniltä:

- B-157 Föredrag inom ämnesområdet mineralberedning.
- B-158 Psykologiska faktorer i arbetarskyddet.
- B-161 Brytningsmetoder.
- B-162 Automatisering av borrhningsarbete.
- B-163 Borrhningsteknik.
- B-164 Hammarborrning av långa, raka hål.
- B-165 Mullbildning vid sprängning och behandling av malm under jord.
- B-167 Lungcancer hos gruvarbetare i Sverige.
- B-168 Arbetarskyddsfrågor och lagstiftning berörande projektering av mineralberedningsverk.
- B-169 Blodstensmalmernas anrikningssituation, delrapport 10.
- C-51 Bestämning av styckefall vid fullskalaförsöket i Grängesberg.
- C-52 Sprängningars påverkan på miljön.
- C-53 Metoder för bestämning av packningsgrad.
- C-54 Gleshålssprängning under jord.
- C-55 Mineralogisk-kemisk studie av vissa mellansvenska järnmalmstyper.

STU Djupprospektering — nuvarande metoder, deras räckvidd och utvecklingsmöjligheter samt tänkbara nya tekniker.

Vuorimiesyhdistys on kuluneena vuonna saanut seuraavat tutkimusraportit BVLI:ltä, Norjasta:

- TR-20 Geologisk kartlegging i grube og dagbrudd.
- TR-21/1 Bergartenes materialtekniska egenskaper.
- TR-22/1 Norske sinkblendetyper — kjemisk sammen-setning undersøkt med røntgenmikroskop.
- TR-24/1 Regulering i knuseanlegg — utstyr og metoder.

Nämä raportit on jaettu kannattaville jäsenille. Vuorimiesyhdistys on vuoden aikana lähettänyt raportin n:o 34, Analysering av geologiska massprover, Ruotsiin ja Norjaan. Ajatellen tulevaa vuotta tapaa on muutettu niin että kumpikin maa tulee saamaan oman kappaleensa kaikista raporteista suomen kielellä. Käännetään ruotsiksi tai englanniksi vain pyydettyäessä.

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta

Caj Holm  
puheenjohtaja

Hans Allenius  
sihteeri



## Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina

### HELSINGIN YLIOPISTO

#### Geologian ja mineralogian laitos

4. 6. 1973 tarkastettiin julkisesti fil.lis. *Matti Laitalan* väitöskirja: "On the Precambrian bedrock and its structure in the Pellinge region, South Finland." Virallisena vastaväittäjänä toimi prof. J. Seitsaari ja kustoksena prof. Heikki V. Tuominen.

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

*Carlson, Liisa*: "Tärkeimpien mineraalien ja pääalkuaineiden vertikaalinen jakauma neljän dystrofisen järven pohjasedimenteissä Lounais-Suomessa."

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

*Jokinen, Juba*: "Viitasaaren rakennegeologiaa."

*Kähkönen, Yrjö*: "Rokkalan granodioriittista ja sen modaalikooستمuksen vaihteluista."

#### Geologian ja paleontologian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

*Eerola, Martti*: "Rauta- ja mangaanisaostumista ja niiden alueelliseen esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä".

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

*Sistonen, Matti*: "Maan imumittauksia vakiotiiveydestä sekä imu-vesipitoisuussuhteen tulkintaa kapillaarisen mallin pohjalta".

*Tikkanen, Jaakko*: "Eräiden glasifluviaalisten muodostumien rakenne ja synty sekä näihin muodostumiin liittyviä syn- ja metageneettisiä häiriörakenteita (Mikkelin läänin länsiosassa, Etelä-Päijänteellä ja Kouvolan ympäristössä)".

Lisäksi sivulaudaturit:

*Salomaa, Matti*: "Suomen kivi-kautisen kulttuurin ajoittamisesta geologis-in menetelmin".

*Vuorela, Paavo*: "Kalliosavi Metsämontun kaivok-sessa".

### TURUN YLIOPISTO

#### Geologian ja mineralogian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

*Kauppinen, Heikki*: "Iisalmen alueen lohkoraken-teista." Prof. K. J. Neuvosen johdolla.

Työssä esitetään graniittigneisseistä eräitä kemiallisia, petrologisia ja mikroskooppisia piirteitä, jotka ovat saattaneet syntyä Marmon (1971) esittämän hydrotermisen mallin mukaisissa olosuhteissa. Pitkäaikaisessa, hydrotermisessä prosessissa on graniittigneisseihin syn-tynyt koostumukseltaan erilaisia horisontteja. Ylimpien osien kivet ovat graniittisia, niiden alapuolella granodio-riittisia ja vielä alempana kvartsidioriittisia gneissejä. Myöhäisemmät liikunnat ovat kohottaneet ruhjevöhyk-keisiin rajoittuvia lohkoja ylöspäin. Lohkojen alueilla gneissit ovat keskimäärin tausta-alueen kiviä emäksi-sempiä ja voimakkaammin magneettisia. Graniittigneissi-alueen intrusiivikivet tulkitaan ainoastaan vähän liikku-neiksi graniittigneissien mobiloitumistuloksiksi.

#### Maaperägeologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

*Sandberg, Esa*: "Lounais-Suomen maanvyörymistä ja niiden liukupintojen määrittämisestä". Prof. Martti Salmen ja vt. prof. Gunnar Glückertin johdolla.

Tutkimuksessa on käsitelty kahta Lounais-Suomen savi-alueen jokipenkereen sortumaa sekä rakennustekni-seltä että kvartaäri-geologiselta kannalta. Kairausten ja laboratoriotutkimusten avulla on määrätty vyörymien liukupinnat eri menetelmillä. Lisäksi on tutkittu sortu-mastratigrafiaa, stabiiliteettia, vyörymän liukumisproses-sia sekä sortumaan liittyvää jokieroosiota.

## OULUN YLIOPISTO

### Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

*Forsström, Lars:* "Koillismaan glasiaaligeologiasta". Työn ohjasi prof. R. Aario.

Tutkimus käsittelee glasiaaligeologisia muodostumia Koillismaan alueella. Tyypillisinä supra-akvaattisina piirteinä alueella esiintyy jyrkkärinteisiä ja teräväharjaisia harjuja sekä runsaasti sulavesiuomia. Alueen drumliinit ja kuurrot ovat syntyneet jään viimeisen liikuntovaiheen aikana huomattavan paksun jään alla. Drumliinit ja kuurrot ovat keskenään vaihettuvia muotoja ja niiden synnyssä näyttävät sekä eroosio että kerrostuminen olevan vaikuttavia tekijöitä.

*Peuranieni, Vesa:* "Haapajärven glasiaalisavien mineraalikoostumus". Työn ohjasi professori R. Aario.

Tutkimuksessa käsitellään Haapajärven glasiaalisavien mineraalikoostumusta käyttäen apuna röntgendiffraktiota, DTA:ta ja TGA:ta. Tutkitut näytteet sisälsivät illiittia, kloriittia, vermikuliittia ja näiden muodostamia seos-hilamineraaleja sekä kvartsia, plagioklaasia, kalimaasäpää ja amfibolia. Osa savimineraaleista on todennäköisesti peräisin preglasiaalisesta rapautumiskuoresta. Havaittiin, että mineraalikoostumusta ei voida käyttää apuna lustosavien konnektoinnissa.

*Viitanen, Pentti:* "Hienorakeisten maalajien fysikaalisista ominaisuuksista Espoon eteläosassa". Työn ohjasi professori R. Aario.

Tutkielmassa tarkastellaan hienorakeisten maalajien fysikaalisia ominaisuuksia pyrkien samalla selvittämään näiden ominaisuuksien keskinäistä vuorovaikutusta ja riippuvuutta tutkimuskohteiden geologiasta. Tutkielmassa todetaan, että useat maalajien fysikaalisista ominaisuuksista ovat riippuvuussuhteessa toisiinsa ja myös stratigraafiseen asemaansa. Tärkeimmät perusominaisuudet ovat savespitoisuus, huokostilavuus ja humuspitoisuus. Itämeren eri kehitysvaiheiden aikana kerrostuneista sedimenteistä voidaan fysikaalisten ominaisuuksiensa perusteella parhaiten erottaa Litorina-sedimentit.

### Prosessitekniikan osasto

Tekniikan lisensiaatin tutkintoja:

*Kortela, Urpo:* "Kemiallisen sekoitusreaktorin laadunvaihdon optimointi". Työtä valvoi professori Paavo Uronen.

*Liimatainen, Vilho:* "Kuivavalmennuksen suoritustapa ja vaikutus magneettiseen kuivarikastukseen ja vaahdotukseen". Työtä valvoivat professori Urmas Runolinna ja vt. professori Sakari Kurronen.

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Härkönen, Matti Aulis:* "Raneykatalyyttien valmistus ja aktiivisuus metaanin reformoinnissa". Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Järvelä, Rainer Iikka Matias:* "Valkaistavan selluloosan keitto magnesiumibulfiittimenetelmällä". Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Kalapudas, Reijo Pentti Ensio:* "Aksiaalinen dispersiomallin ratkaiseminen ortogonaalisella kollokaatiomenetelmällä vastavirtaiselle kaksifaasiaineensiirtoprosessille". Työtä valvoi vt. professori Jorma Sohlo.

*Kaskentola, Pentti Olavi:* "Zeta-potentiaalain merkityksestä emulsiovaahdotuksessa". Työtä valvoi vt. professori Sakari Kurronen.

*Lindfors, Jorma Kalevi:* "Tutkimus metallisen kuparin muodostumisesta liekkisulatusprosessissa". Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Luttinen, Matti Pekka Tapani:* "Prosessitietokoneiden käyttö paperinvalmistuksessa". Työtä valvoi professori Paavo Uronen.

*Mikkola, Aila Kyllikki:* "Ceriumhydroksidin hapetus". Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Oinas, Lauri Tapani:* "Pyörivien levyjen aiheuttamat pisarakokojakaantumukset neste-neste systeemeissä". Työtä valvoi vt. professori Jorma Sohlo.

*Ojaniemi, Jaakko Jubani:* "Sintrausseoksen mikropelletointi". Työtä valvoi vt. professori Sakari Kurronen.

*Pelkonen, Raili Anneli:* "Putkilämmönvaihtimen siirtofunktion approksimointimenetelmistä". Työtä valvoi professori Paavo Uronen.

*Pibljabarju, Aimo Oskari:* "Rikkidioksidin selektiivinen adsorptio molekyyliaseleulaan". Työtä valvoi vt. professori Jorma Sohlo.

*Rantapirkola, Tapani Olavi:* "Adsorptioprosessin matemaattisen mallin numeerinen ratkaiseminen ortogonaalisella kollokaatiomenetelmällä". Työtä valvoi vt. professori Jorma Sohlo.

*Saari, Heikki Pellervo:* "Eräiden alumiinioksidipohjaisten massojen katalyyttinen aktiivisuus rikkihiilen hydrolyysireaktiossa". Työtä valvoi professori Väinö Veijola.

*Subonen, Esko Veli:* "Vihannin kaivoksen rikastamon jauhatuspörien luokitusterävyyden nostaminen seulomalla". Työtä valvoi vt. professori Sakari Kurronen.

*Suonperä, Timo Kullervo:* "Radiaalisen dispersiomallin ratkaiseminen ortogonaalisella kollokaatiolla kaksifaasitilanteessa". Työtä valvoi vt. professori Jorma Sohlo.

*Tarkiainen, Heikki Jubani Antero:* "Adsorption ai-neensiirtomallin ratkaiseminen ortogonaalisella kollokaatiomenetelmällä". Työtä valvoi vt. professori Jorma Sohlo.

*Tukki, Merja Anneli:* "Kokeelliset identifiointimenetelmät". Työtä valvoi professori Paavo Uronen.

*Öhman, Heikki Jubani:* "Meesauunin ajon optimointi". Työtä valvoi professori Paavo Uronen.

### Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Jurvelin, Antti:* "Wüsttiin kvantitatiivinen määrittäminen rautaa ja rautaoksideja sisältävistä jauheseoksista röntgendiffraktiomenetelmällä".

*Kumpula, Jubani:* "Erään mikroprosessorin simulaattorin toteuttaminen FORTRAN IV -kielellä".

*Laru, Jouko:* "Erään mikroprosessorin assembleri".

*Laurila, Hannu:* "Erään paperinvalmistusprosessin lyhyen kierron häiriöt ja niiden poistaminen".

*Lemmetty, Yrjö:* "Austeniittisen ruostumattoman teräksen hitsauksessa ja hitsausta simuloivissa kokeissa rakenteeseen syntyvän deltaferriitin määrän ja morfologian riippuvuus tuodusta lämpölämmästä ja jäähtymisnopeudesta".

*Moilanen, Usko:* "Datakompressio ja sen soveltaminen svdänkäyrään".

*Ukkonen, Tapio:* "Erään makroja käyttävän kääntäjän suunnittelu FORTRAN IV -kielellä 8008-mikroprosessorijärjestelmiä varten".

*Sutinen, Raimo:* "Digitaalisen PID-säätäjän ohjelmiston suunnittelu 8008-mikroprosessorille".

## ÅBO AKADEMI

### Geologisk-mineralogiska institutionen

#### Filosofie licentiat examen:

*Bergman, Leif:* "Två granitplutoners inverkan på den omgivande berggrundens tektonik. Åva- och Fjälskär-graniterna, SW Finland."

Under ledning av prof. Nils Edelman.

Två cirkelformiga granitplutoner med omgivande berggrund beskrivs kort petrografiskt. Vid det ena massivet är den omgivande berggrundens veckning och bandning parallella med dess kontakter. Det andra massivet skär diskordant genom de äldre strukturerna. Sidoberget har plastiskt deformerats av den ena granit-intrusionen, och endast ruptuellt av den andra. Plasticitetsvariationerna sammanhänger troligen med en ålderskillnad mellan intrusionerna. Under mellantiden har sidobergets temperatur sjunkit, som en följd av erosion, isostatisk upplyftning och avtagande termal gradient. Ålderskillnaden förklarar varför intrusiven haft så olika inverkan på den omgivande berggrundens tektonik.

*Eblers, Carl:* "Homogen deformation och veckning i Enklingeområdets bergarter, SW Finland".

Under ledning av prof. Nils Edelman.

Suprakrustalbergarterna i Enklinge bildar en långsmal synform. I synformens skänklar har pillowlavorna tillplattats starkt medan agglomeraten i synklinalens omböjning har uttänjts kraftigt och bildar en stänglighet. Dessa båda deformationstyper har satt sin prägel på alla de övriga strukturerna i berget. Några försök att mäta deformationens storlek har gjorts. En senare deformation med annan tryckriktning kan iakttagas.

#### Filosofie kandidat examen:

*Karlsson, Kurt:* "Veckning i Sottungaområdet. Sottunga, SW Finland".

Under ledning av prof. Nils Edelman.

Berggrunden inom Sottunga beskrivs kort. Två amfibolitrika zoner bildar ett Z-formigt mönster. Tektoniken beskrivs med 7 typlokaler i dessa amfibolit-zoner. En speciell typ av veckning med tätt liggande syn- och antiformer förekommer på SW stranden av Sottungalandet. En kraftig orientering av veckaxlarna till ostvästlig plan förekommer över området. Med hjälp av typlokalerna sammankopplas tektoniska element till två tredimensionella modeller vilka diskuteras.

## TEKNILLINEN KORKEAKOULU

### Vuoriteollisuusosasto

#### Tekniikan lisensiaatin tutkinto:

*Korri, Esa Ville:* "Yksinkertainen menetelmä raja-muovattavuuspiirroksen määrittämiseksi ympyräverkkö-analyysin avulla", professori Sulosen johdolla.

#### Diplomi-insinöörin tutkintoja:

*Aaltio, Matti Antero:* "Tutkimus Luikonlahden koboltti- ja nikkeliirikasteen sekä siitä magneettisesti erotettujen fraktioiden liuotuksista laimeassa rikkihappoliuoksessa", professori Tikkasen johdolla.

*Abokas, Turo Tauno Tapio:* "Tietokoneen käytöstä magneettisten anomalioiden tulkinnassa", professori Mikolan johdolla.

Tutkintotehtävässä on käsitelty tietokoneen käyttöä magneettisten anomalioiden tulkinnassa. Tulkintatarkastelua on suoritettu sekä teoreettisten että mitattujen anomalioiden avulla. Tulkintamalleina on käytetty kaksidimensionaalista levymallia ja kolmidimensionaalista nk. prismamallia. Lisäksi on suoritettu eräitä kokeiluja kaksidimensionaalisen jatkuvan mallin käytöstä profiilitulkintaan.

Eri tulkintamallien käyttöä rutiinitulkintaan on tarkasteltu myös kahden sovellutusesimerkin avulla.

*Asanti, Jaakko Pekka:* "Termogravimetrinen tutkimus kalkopyriitin,  $\text{CuFeS}_2$ , hapettumisesta ja hajoamisesta", professori Tikkasen johdolla.

Työssä pyrittiin selvittämään kiinteän kalkopyriitin hapettumisessa ja hajoamisessa  $800^\circ\text{C}$ :ssa syntyvät faasit ja niiden muodostumisjärjestys.

*Erävalo, Rauli Lasse Tapani:* "Lämpökäsittely- ja murtopintatutkimus Cr-Mo-V-paineastiateräksellä", dosentti Forsténin johdolla.

Työssä määrättiin jatkuvan jäähtymisen S-käyrät Cr-Mo-V-teräkselle ja sen lujuus- ja sitkeysominaisuudet päästölämpötilan funktiona kahdella eri sammutusnopeudella. Lisäksi tutkittiin austeniitin rakeenkasvua ja lämpökäsittelyjen veto- ja iskusauvojen murtopintoja.

*von Graevenitz, Georg Peter Alexander:* "Lisäaineen vaikutus Cu-ellyysissä", professori Tikkasen johdolla.

Työssä tutkittiin kolmen lisäaineen, liiman, tioureaan ja Avitonen vaikutusta katodikuparin pintaan elektrolyttisessä kupariraffinoinnissa.

Kokeellisen osan muodostivat katodisten polarisaatiokäyrien ja jännite-aika-käyrien määrittäminen kuparisulfaattiliuoksessa eri olosuhteissa sekä elektronimikroskooppiset havainnot saatujen kuparisaostumien pintarakenteesta.

*Gröndahl, Lauri Juhani:* "DTA-tutkimus kalkopyriitin hajaantumisen ja hapetuksesta", professori Tikkasen johdolla.

*Haapamäki, Ilkka Martti Juhani:* "Kaivosten nousun ajo Outokumpu Oy:llä ja Rautaruukki Oy:llä", professori Maijalan johdolla.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vertailemalla nykyisin käytössä olevia nousunajomenetelmiä, niiden käyttökelpoisuutta erilaisissa olosuhteissa ja erilaisilla nousun pituuksilla.

Aihetta oli tarkasteltu niin tekniseltä, taloudelliselta kuin myös työturvallisuuden kannalta katsottuna.

Kokoprofiilimenetelmän käyttöä Suomessa on myös selvitetty ja sitä on verrattu muihin menetelmiin.

Yhteenvedossa kootaan eri menetelmille sopivia nousun pituuksia, saavutettavia ajotehoja ja kustannuksia.

*Hänninen, Hannu Eelis:* "Tutkimus austeniittisen ruostumattoman teräksen rekristallisaatiosta", vt. professori Lindroosin johdolla.

Työssä tutkittiin austeniittisen ruostumattoman teräksen rekristallisaatiota kylmämuokkausta seuraavan beh-

kutuksen yhteydessä. Työssä käytettiin kahta kaupallista teräslaatuja (AISI 304 ja 316), joiden muokkauslujittumista seurattiin sekä rakenteiden että ominaisuuksien avulla. Työssä määrättiin rekristallisaatiokäyrät molemmille teräksille useilla muokkausasteilla. Rakennetutkimus tapahtui pääasiallisesti läpivalaisua hyväksikäyttäen keskittyen lähinnä rekristallisaation ydintymisvaiheeseen.

*Kaislaaniemi, Ilpo Göran:* "Jäteöljyselvitys", professori Carlssonin johdolla.

Jäteöljyselvitys on esitutkimus, jonka tarkoituksena on löytää mielekkäät jatko projektit voiteluöljyjätteiden eli jäteöljyjen hyväksikäyttökäytöksen ratkaisemiseksi Suomessa. Tutkimuksessa on kartoitettu jäteöljyjen alueellinen kertymä, selvitetty jäteöljyjen keräily-, kuljetus- ja käsittelymahdollisuuksia ja eri vaihtoehtojen taloudellista merkitystä sekä arvioitu jäteöljyistä valmistettujen tuotteiden markkinointimahdollisuuksia. Tutkimuksen perusteella on esitetty suosituksia ja jatko projekti ehdotuksia.

*Kantanen, Erkki Olavi:* "Kalliotilojen työnaikainen tuuletus", professori Maijalan johdolla.

*Kaukonen, Reino Kalevi:* "Tinaseostuksen vaikutus hiiletyskarkaistun teräksen pitting-kulumiseen", professori Sulosen johdolla.

Pitting-kokeissa käytettiin Amsler-kulutuskonetta, jossa pyörivät ja öljyvoitelut koeyliinterit puristetaan yhdensuuntaisesti vastakkain.

Lisäksi suoritettiin hiiletyskokeita foolioilla, jolloin havaittiin beta-arvon pieneneminen tinaseostuksen myötä.

*Kolehmainen, Matti Alpo:* "Kuumamuokkauksella valmistetun 105 mm tykistökranaatin sirpaloitumiseen", dosentti Pietikäisen johdolla.

*Kärävä, Lauri Jussi Ilmari:* "Vertaileva tutkimus eri ydintäytelangoilla suoritettujen hitsauksen vaikutuksesta hitsin rakenteeseen ja sen sitkeys- ja lujuusominaisuuksiin", vt. professori Lindroosin johdolla.

*Laapas, Heikki Reino:* "Tutkimus lietteen lämpötilan vaikutuksesta raskaiden metallien oksidimineraalien rasvahappovaihtotukseen", professori Hukin johdolla.

*Laasasenaho, Martti Juhani:* "Luonnon radioaktiivisuudesta ja autosäteilymittauksista", professori Mikkolan johdolla.

Työn alkuosassa käsitellään säteilyyn liittyviä perusasioita ja johdetaan primäärisen gammasäteilyn intensiteetin lausekkeita erilaisille kappaleille, joilla voidaan kuvata luonnon säteilylähteitä.

Työn loppuosassa selvitetään luonnon radioaktiivisuuden aiheuttajia ja lasketaan erilaisista lähteistä aiheutuvia intensiteetin poikkeamia tapauksissa, jotka ovat tavallisia autosäteilymittauksissa, sekä tarkastellaan autosäteilymittausten soveltuvuutta uraaninetsintään ja menetelmällä saavutettuja tuloksia.

*Laine, Jorma Sakari:* "Austenittisen ruostumattoman teräksen pitting-korroosio ja sen mittaaminen", vt. professori Lindroosin johdolla.

Työn johdannossa on käsitelty pitting-korroosioon vaikuttavia tekijöitä sekä pitting-korroosion luonnetta ja teoreettisia perusteita. Työn kokeellisessa osassa on yleisesti tarkasteltu pitting-korroosion potentiaalista mittauksiin liittyviä seikkoja ja on vertailtu AISI-304L ja AISI-321 terästen pitting-korroosioherkkyyttä. Lisäksi on scanning-elektronimikroskopiaa käyttäen tarkasteltu pitting-korroosion ydintymistä ja mekanismeita.

*Lammi, Jarmo Jaakko:* "Suurpainenaatriumlampun metallikeramiikkaliitos", professori Sulosen johdolla.

Työ tähtää suurpainenaatriumlampun purkausputkien valmistukseen. Nykyisin vielä joudutaan ostamaan valmiita, ulkomaisia purkausputkia.

Suurpainenaatriumlampun purkausputki on sintrattua, huokosetonta, näkyvää valoa läpäisevää, erittäin puhdasta alumiinioksidia, joka kestää hyvin lämpöhokkia ja natriumhöyryä. Purkausputken päät suljetaan kaasutiiviisti, samalla päihin asennetaan W-elektrodit. Näin joudutaan liittämään metallia alumiinioksidikeramiikkaan. Sopivin metalli tähän tarkoitukseen on niobi korkean sulamispisteensä, pienen höyrönpaineensa, sopivan lämpölaajenemiskertoimensa puolesta ja, koska se ei reagoi natriumamalgaamin kanssa.

Työssä on selostettu keramiikan metallointimenetelmiä, metallikeramiikkaliitosten valmistusmenetelmiä ja erityisesti suurpainenaatriumlamppuun soveltuvia liitosmenetelmiä.

Eri teorioita oksidisulan ja jähmeän metallin välisestä vaikutuksesta on selostettu, koska liitokset tehtiin työssä oksidiseosjuotteella.

Onnistuneita niobi-alumiinioksidi-liitoksia saatiin juotamalla  $Al_2O_3-CaO-MgO$  ja  $Al_2O_3-CaO-MgO-BaO$ -seoksilla vetyatmosfääriässä. Alle  $1500^\circ C$ :ssa muodostui liitosaineen ja metallin väliin reaktiotuotekerros, joka kiinnittyi heikosti metalliin.

Korkeammassa lämpötiloissa välikerros liukeni, jolloin liitoslujuus kasvoi huomattavasti.

Kostutuskokeilla tutkittiin metallin ja atmosfäärin vaikutusta oksidisulan kostutuskykyyn. Oksidisula kostutti huonosti molybdeenia, mutta hyvin niobia vedystä, joka hapetti niobia mutta ei molybdeenia.

Niobi haurastui juotoksia tehtäessä. Atmosfäärin vaikutusta niobin haurastumiseen tutkittiin.

Eräiden kaupallisten tuotteiden Nb- $Al_2O_3$ -liitoksia tutkittiin röntgenmikroanalysaattorilla.

*Levonmaa, Raimo Johannes:* "Ferriitin kaksostumisen matalissa lämpötiloissa", vt. professori Lindroosin johdolla.

Työ kuuluu osana Suomen Akatemian rahoittamaan tutkimusprojektiin nimeltä "Ferriittisten terästen deformaatiomekanismien ja lohkomurtuman syiden tutkiminen alhaisissa lämpötiloissa" ja siinä tutkittiin puhtaan ferriitin mekaanista kaksostumista läpivalaisuelektronimikroskoopilla. Kaksoset aikaansaatiin rakenteeseen muokkaamalla näytettä vetokoneella lämpötilavälillä  $78-150^\circ K$ .

Tutkimuksessa todettiin kaksostumiseen tarvittavan jännityksen riippuvan lineaarisesti lämpötilasta sekä kohoavan hieman lämpötilan laskiessa. Elektronimikroskoopilla todettiin kaksosten olevan muodoltaan ohuita lamelleja, jotka useimmiten ulottuivat raerailta toiselle. Kaksostuminen oli tapahtunut (112)-tasoilla  $\langle 111 \rangle$ -suuntaan. Dislokaatorakenteen havaittiin koostuvan pitkistä suorista ruuvidislokaatioista.

*Lindström, Matti Ilmari:* "Alumiiniitivistetyn ohutlevyn valmistukseen liittyvien prosessimuuttujien vaikutus ohutlevyn muovattavuuteen", professori Sulosen johdolla.

*Lintumaa, Timo Esa:* "Tutkimus titaanikarbidin liukoisuudesta nikkeliin", professori Tikkasen johdolla.

Työssä tutkittiin titaanikarbidin liukoisuutta nikkeliin. Liukoisuutta tutkittiin jäljittelemällä kovametallin sintrausolosuhteita: lämpötila  $1250-1400^\circ C$  ja atmosfääri vetyä. Tutkittavat näytteet olivat kovametallia 0.85TiC—0.15Ni. Näytteet sammutettiin lopuksi veteen.

tai niiden annettiin jäähtyä hitaasti (25–35°C/min) vetyatmosfäärissä. Liukoisuuksiksi havaittiin

lämpötilassa 1400°C	3.2 p% (Ti/Ni)
1295°C	2.9 p% (Ti/Ni)
1285°C	2.7 p% (Ti/Ni)
1250°C	2.4 p% (Ti/Ni)

Veteen sammutettujen ja vedyssä jäädytettyjen näytteiden sidefaasien titaanipitoisuudet eivät oleellisesti poikenneet toisistaan. Veteen sammutettujen näytteiden sidefaasin Ti/Ni-suhde (ilmoitettu edellä) oli hieman suurempi.

Työssä tutkittiin myös TiC-Ni-tilapiirroksen L/L + TiC-rajan sulatuskokein. Lämpötilassa 1400°C havaittiin rajan kulkevan koostumuksen 11.6 p% TiC + 88.4 p% Ni kautta.

*Lobbas, Kari Knut Kristian:* ”Volframhehkulangan laadun määrääminen torsiokokeen avulla”, professori Sulosen johdolla.

Tutkintotehtävässä esitetään volframhehkulangassa esiintyvien huokosten viimeaikaisten tutkimusten tuloksia. Lisäksi tutkittiin torsiokokeen tehokkuutta langan laadun ilmaisijana. Massaspektrograafilla suoritettuja analyysejä sekä SEM-elektronimikroskooppilla otettuja kuvia käytettiin tulosten tulkitsemiseen.

*Muhonen, Teuvo Kalevi:* ”Tutkimuksia synteettisten pentlandiittien sulfatoivasta pasutuksesta”, professori Tikkasen johdolla.

Tutkimuksen kohteena oli pentlandiitti  $Fe_{4.5}Ni_{4.5}S_8$  ja kaksi kobolttipentlandiittia, joita sulfatoitiin putkiuunissa lämpötilassa 680°C. Syöttökaasun koostumus oli  $O_2$  8.3,  $SO_2$  16.7 ja  $N_2$  75 vol.-%. Koboltti ja nikkeliin saantia sulfatoitiin tutkittiin näytteen ominaispinta-alan ja sulfatointiajan funktiona. Jauhemaisten ja kiinteiden materiaalien termogravimetrinen, mikroskooppisten ja mikroanalyttisten tutkimusten perusteella voitiin tehdä esitys pentlandiitin sulfatointimekanismiksi.

*Nopanen, Urho Heikki Jubani:* ”Erään metallitehtaan laadunvalvonnan tietojenkäsittelyjärjestelmän suunnittelu”, professorien Andersin ja Sulonen johdolla.

Työssä suunniteltiin metallitehtaan analyysi- ja aineen-koetustuloksia käsittelevä ATK-järjestelmä, jolla pyritään helpottamaan laadunvalvontaa ja tehtaan metallilaboratorion toimintaa. Järjestelmästä toteutettiin aineen-koetustulosten osuus. Toteutettu järjestelmä liittyy voimakkaasti tehtaan muuhun tietojenkäsittelyyn. Toteutuksessa on pyritty mahdollisuuksien mukaan varautumaan myöhempiin laajennus- ja kehitystarpeisiin.

*Pajunen, Jorma Oiva Alfred:* ”Valmissoikiouran ja valmisuran muodon vaikutus pyörötangon mittatarkkuuteen”, professori Sulosen johdolla.

Työssä tutkittiin kolmen erilaisen valmissoikiouran ja neljän valmisuran vaikutusta Ø 14 mm valssatun pyörötangon mittatarkkuuteen, erityisesti soikeuteen. Valsauskokeissa käytettiin sekä keskihiillistä hiiliterästä että austeniittista ruostumatonta terästä. Valmispistojen lämpötilat olivat välillä 850...1200°C, porrastus 50°C.

*Palin, Jukka Kalevi:* ”Valusuihkuun lisättyjen deoksidointoaineiden vaikutus teräksen lastuttavuuteen”, dosentti Pietikäisen johdolla.

*Pesonen, Jukka Pekka:* ”Tutkimus eräiden tekijöiden vaikutuksesta kovametallin huokoisuuteen”, professori Tikkasen johdolla.

Työn kirjallisuustutkimuksessa on selvitelty eri tekijöiden aiheuttamaa huokoisuutta kovametallin rakenteessa. On tarkasteltu huokoisuuden vaikutusta kovametallin ominaisuuksiin, ja nykyiset huokoisuuden luokiteltavat on esitetty.

Huokoisuutta on analysoitu valmistamalla WC+10% Co-kovametallia. Työssä on pääpaino asetettu voiteluaineiden aiheuttaman huokoisuuden tutkimiseen. Tätä on analysoitu valomikroskooppilla ja SEM:lla. SEM:n lisälaitteella, röntgenanalyysointilaitteella, on suoritettu analyysejä.

*Platán, Jorma Kalevi:* ”Tutkimus märkäseulonnasta raekokoalueella 0.1...0.5 mm”, professori Hukin johdolla.

Tutkimuksen tarkoituksena oli uuden märkäseulontalaitteen ominaisuuksien ja soveltuvuuden kartoittaminen raekokoalueella 0.1...0.5 mm.

Seulontalaitteeseen, jota tutkimuksessa kutsuttiin seularummuksi, voitiin syöttää vaivatta 35...39 t/h lietettä, mikä vastasi kokeilupiiriin maksimikapasiteettia. Syöttemateriaalina oli Vihannin rikastamon hydrosykloinin hiekkatuote. Seulon toimiessa jatkuvasti saatiin hienotuotetta, johon sisältyi 6.2...13.8 t/h kuivaa materiaalia. Kun käytetyn seulapinnan ala oli vain 0.24 m<sup>2</sup>, oli vastaava hienotuotekapasiteetti 25.8...57.5 t/m<sup>2</sup>h. Hienotuotteen hienousaste puolestaan oli 95% —215...270 µm. Erotusteryydyt olivat näin määritellyllä erotusrajalalla 73...90%.

*Pulkkinen, Raimo Erik Emerik:* ”Kaksifaasirakenteisen materiaalin plastinen deformaatio”, professori Sulosen johdolla.

Työssä etsittiin kaksifaasisen materiaalin kuumamuokausalueen alarajalla tapahtuvan deformaation tutkimiseen soveltuva materiaali, jonka rakennetta ja faasien tilavuusosia voidaan helposti muuttaa. Tämän materiaalin, joksi osoittautui (α+β)-messinki, avulla tutkittiin faasien vaikutusta materiaalin muokkautumiseen sekä faasien suhteellista osuutta materiaalin kokonaisuokkautumisen määrästä edellä mainittuja muuttujia vaihtelemalla.

*Räikkönen, Hannu Veikko Ilmari:* ”Kuumamuokauksessa syntyvä sellirakenne ja sen vaikutus puhtaan raudan lujuusominaisuuksiin”, vt. professori Lindroosin johdolla.

Työssä pyrittiin tutkimaan kuumakiertokoneen, optisen mikroskopian ja läpivalaisuelektronimikroskopian avulla kuumamuokauksessa syntyvää dislokaatiosellirakennetta ja sen vaikutusta puhtaan tilakeskisen raudan lujuusominaisuuksiin. Huomiota kiinnitettiin sellikoon, sellimuotoon ja sellien välisiin pienenkulmanrajoihin.

*Sippel, Rauno Matti:* ”Tutkimus kahden ruostumattoman teräksen OX18H10T ja 18/10/2 mikrorakenteesta”, dosentti Forsténin johdolla.

Teräksen 18/10/Ti mikrorakennetta tutkittiin optisen ja elektronimikroskoopin avulla stabilointikäsitellyssä tilassa, liuotuskäsitellyn ja erkautushehkutettuna. Teräksessä 18/10/Ti esiintyneet karbidit tunnistettiin elektronidiffraktiolla. Määrättiin karbidien erkautumisen S-käyrät ja tutkittiin lämpökäsittelyn vaikutusta korroosionkestävyyteen.

Valuteräksen 18/10/2 mikrorakennetta tutkittiin optisella ja elektronimikroskooppilla sekä tarkasteltiin vanhennuskäsittelyn vaikutusta sitkeyteen.

*Stenfors, Rauli Ilmari:* ”Tutkimus epähomogeenisen muutosyön minivoivan vetoprofiilin soveltuvuudesta kupariputken irtotuurnavetoon”, professori Sulosen johdolla.

*Sundquist, Heikki Antero:* ”Eräiden nuorrutusteräslaitujen pehmeäsihehkutus”, professori Sulosen johdolla.

Työssä tutkittiin neljälle eri nuorrutusteräslaudulle syntyviä rakenteita lämpökäsittelyllä, joka sisälsi austenitoinnin sekä hitaan jäähtytyksen noin 70°C A<sub>1</sub>-lämpötilan alapuolelle. Sopivia lämpötiloja käyttäen saatiin teräksille rakenne, jossa on pallomaisia karbidipartikkeleita ferriitin muodostamassa perusmassassa alle kymmenen tunnin lämpökäsittelyajalla. Tavallisella A<sub>1</sub>-lämpötilan alapuolella suoritettavalla pehmeäsihekkutuksella kestää vastaavien rakenteiden saavuttaminen useita kymmeniä tunteja.

*Tammenmaa, Jalle Kalevi:* "Aeroradiometristen mitaustulosten tilastomatematisesta tulkinnasta", dosenttien Ketola ja Hjelt johdolla.

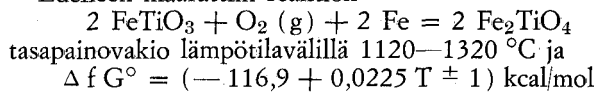
Työssä on tutkittu aeroradiometrisille havaintoaikasarjoille sopivia tasoitusmenetelmiä, kanavaspektrometrin mitaustulosten tulkintaa sekä tilastollisia testejä mitaustulosmateriaalin yleispiirteiden selvittämistä varten. Menetelmillä pyritään tilastollisen virheen minimointiin siis anomalioiden erotuskykyyn parantamiseen sekä vastaamaan kysymykseen, mikä radioisotooppi aiheuttaa anomaalisen säteilyn. Sopiviksi on katsottu yksinkertaiset, yleispätevät ja helposti tietokoneelle ohjelmoitavat menetelmät. Tällä on pyritty takaamaan se, että käsittelyaika ja kustannukset ovat sopusuhteissa saavutettujen tulosten kanssa. Työssä on esitelty myös eräs mahdollinen mitaustulosten käsittelysysteemi tietokoneohjelmiseen.

*Taskinen, Pekka Antero:* "Tutkimus raudan liukeneemisesta ilmeniittiin", professori Tikkasen johdolla.

Työssä syntetisoitiin joukko (Fe, Ti) -oksiedeja, jotka tasapainoitiin 1250 °C lämpötilassa CO-CO<sub>2</sub> -atmosfäärissä eri hapen osapaineissa ja määrättiin ko. tasapainopiirros.

Tällöin todettiin ilmeniitin, FeTiO<sub>3</sub>, ja hematitiin, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, muodostavan aukottoman, jähmeän oksidiliuoksen.

Edelleen määrättiin reaktion



Määrittäminen suoritettiin käyttäen galvaanista ketjua.

*Terho, Kari Paavo:* "Tutkimus epästökiometrisen titaanikarbidin TiCx hilavakiosta ja magneettisesta susceptibiliteetistä", professori Tikkasen johdolla.

*Vaaho, Antti Tapani:* "Tutkimus täytyksen vaikutuksesta hitsausjännityksiin", vt. professori Lindroosin johdolla.

*Vanbatalo, Voitto Kullervo:* "Tutkimus pulssikuumennuksella suoritettujen austenitoinnin vaikutuksesta eräiden niukkahiilisten mikroseosterästen mekaanisiin ominaisuuksiin ja raerakenteeseen", professori Sulosen johdolla.

Työssä tarkastellaan kuumennusnopeuden ja teräksen lähtötilan vaikutusta austenitoitumiseen sekä esitellään vastuskuumennukseen perustuva ns. pulssikuumennuslaitteisto. Kokeissa austenitoitiin ohuita teräslankanäytteitä kuumennusnopeuden ollessa n. 10<sup>8</sup> °C/s. Näytteet sammutettiin H<sub>2</sub>-atmosfäärissä huoneen lämpötilaan.

Nb-seostuksen havaittiin johtavan Al- ja V-seostusta parempiin lujuusominaisuuksiin, myötölujuuden ollessa 600 N/mm<sup>2</sup> ja murtolujuuden 800 N/mm<sup>2</sup> sekä murtovenymän yli 20 %, kun kuumennuksen huippulämpötila oli 1000 °C.

*Villarreal Leal, Antonio Maria:* "On the Aeromagnetic Method and Interpretation of Aeromagnetic Map Sheet 343", professori Mikkolan johdolla.

Työn ensimmäisessä osassa käsitellään aeromagneettista menetelmää yleensä. Siinä selitetään yksityiskohtaisesti aeromagneettisen prospektauksen eri vaiheita, kuten mittauksien suorittaminen, navigointimenetelmät, magnetometrit ja tulosten tulkintamenetelmät.

Työn toinen osa esittelee Suomen aeromagneettisen kartan 343 ja vastaavan alueen geologian korrelaatiota sekä kartan 3433 tulkintaa.

Tulkinta on tehty levymäisiä kaksidimensionaalisia mallikappaleita käyttäen.

*Volotinen, Markku Mikael:* "Tutkimus pneumaattisen luokittimen kehittämisestä tuotteille, joiden hienousaste on noin 95 % — 10 μm", professori Hukin johdolla.

*Jatk. siv:lta 99*

## Sähköenergia

Tarvittavan energian toimittaa Hämeen Sähkö Oy 20 kV korkeajännitelinjaa pitkin. Käyttöjännite on 400 V. Kaivosta varten on yksi 500 kVA:n muuntaja.

Rikastamon seinustalle on sijoitettu ulkoyhtymä ja kolme muuntajaa, suuruudeltaan 500, 1 000 ja 1 600 kVA. Muuntajien viereen on sijoitettu siirrettävät jakoja kontaktorikeskukset. Rikastamohallin, murskaamon ja vedenottamon ohjauskeskukset on sijoitettu asianomaisiin rakennuksiin.

Rikastamon energiankulutus on ollut n. 50 kWh/t.

## Organisaatio, henkilökunta

Hallinnollisesti Kylmäkosken kaivos toimii Harjavallan tehtaiden alaisena. Näin ollen paikallisen henkilökunnan lukumäärä on voitu pitää pienenä. Harjavallan hallinto-, laskenta-, laboratorio- ja ylläpitoelimet ovat tarvittaessa olleet käytettävissä. Kaivospuolen toimintaa valvoo Outokumpu Oy:n puolesta kaksi paikallista kaivosteknikkoa. Kaivosteknillinen suunnittelu, erilaiset geologiaan liittyvät työt ja kartoitus hoidetaan pääkonttorin kaivos- ja geologisen osaston sekä Malminetsinnän Aijalan paikallistoimiston toimesta.

Rikastamon ja korjaamon hoitaa yksi työnjohtaja, joka toimii myös paikallispäällikkönä. Harjavallan rikastusinsinööri käy laitoksella kerran pari viikossa. Yhtiön työntekijöitä on rikastamolla 11, korjaamolla 3. Useimmat heistä on koulutettu paikkakuntalaisista.

Konttorissa työskentelee varastonhoitaja ja kaksi konttoristia. Käyttölaboratoriossa on kaksi laboranttia. Muuta yhtiön henkilökuntaa laitoksella on yksi varastomies ja yksi siivoaja, eli Outokumpu Oy:n paikallisen henkilökunnan kokonaisvahvuus on 24 henkilöä.

Ruokalan hoitaa yksityinen yhtiön tiloissa. Rikasteen kuljetukset Harjavallaltaan hoitaa urakoitsija.

## Summary

The Kylmäkoski Mine, owned by Outokumpu Oy, is located in southwestern Finland close to the city of Tampere.

The ore is a small Ni-Cu orebody, only some 650 000 tons, containing 0.55 % Ni and 0.48 % Cu. Most of the ore will be stoped from an open pit. Ore from underground mining is hoisted through an incline. The ore production is about 200 000 tons per year.

Production started in the winter of 1971 and will end in the summer of 1974. Due to the short life of the mine, the concentrator was planned to be transportable to any other mini-ore site.

## Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna

DI *Pontus Abrahamsson* har utnämnts till chef för sektionen för processutveckling vid Pargas Kalk Ab. Adress: Brunnsböjden, 21600 Pargas.

DI *Yrjö Anjala* on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen Harjavallan tehtaille käyttöinsinööriksi. Osoite: Huovintie 6 B, 29200 Harjavalta.

DI *Reijo Antola* on nimitetty Ovako Oy, Imatran terästehtaan laadunvalvontaosaston päälliköksi.

DI *Erkki Auranen* toimii nyttemmin Finnasia Trading Ltd:n johtokunnan päätoimisena puheenjohtajana. Osoite: Lahnaruohtie 5 B 19, 00200 Helsinki 20.

DI *Eugen Autere* toimii nykyään Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen metallurgisen laboratorion tutkijana. Osoite: Tehtaankatu 14 C 27, 00140 Helsinki 14.

DI *Seppo Blomqvist* on nimitetty Outokumpu Oy:n Tornion jaloteräsprojektin johtoryhmään.

DI *Erik Bäck*. Ny adress: Hakalaxgatan 83 B 27, 67100 Gamlakarleby 10.

Professori *Carl Erik Carlson* on nimitetty SITRAN yliasiamieheksi.

DI *Paavo Eerola* on nimitetty Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen rikastamon päälliköksi.

FL *Carl Ehlers*. Ny adress: Östra Strandgatan 48—50 H 227, 20810 Åbo 81.

DI *Eero Erkkilä* on nimitetty Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen apulaiskaivoksenjohtajaksi.

DI *Kalevi Eskola* on eronnut Outokumpu Oy:n palveluksesta ja toimii nyt Romukeskus Oy:n toimitusjohtajana.

DI *Kaj Fagerholm*. Uusi osoite: Ensontie 45 A 7, 55610 Imatra 61.

TD *Jarl Forstén*. Ny adress: Fallgränden 5 C, 01600 Myrbacka.

FT *Gabor Gaal* on nimitetty Pohjois-Suomen malmi-geologisen toimikunnan tutkimuspäälliköksi.

DI *Kaj Grönblad*. Ny adress: Västerporten 1 B 8, 02210 Romens.

DI *Per Olof Grönqvist* har utnämnts till teknisk ledare för Outokumpu Oy:s koboltverk i Gamlakarleby.

DI *Martti Haani* on nimitetty Outokumpu Oy:n jaloterästehtaan projektiryhmään. Osoite: Matinkyläntie 2 E 21, 02230 Matinkylä.

DI *Jorma Haapala* on nimitetty Norlyn Oy:n kehitysjohtajaksi. Osoite: Kauppakatu 12 B 13, 95400 Tornio.

DI *Håkan Hakulin* har utnämnts till ledargruppen för Outokumpu Oy:s Torneå ädelstålprojekt.

DI *Sirkka-Leena Halme*. Uusi osoite: Pajaniityntie 1 E 40, 92120 Raabe 2.

DI *Harri Harjunpää* on nimitetty Alavuden Tehdas Oy:n toimitusjohtajaksi. Osoite: 63300 Alavus kk.

DI *Pekka Havola*. Uusi osoite: Haikolank. 9, 55100 Imatra 10.

TT *Sakari Heikkilä* on nykyään Oy Nokia Ab elektronikkaosaston tuotepäällikkö. Osoite: Tonttukallio 4, 02200 Niittykumpu.

DI *Olli Hermonen* on nimitetty Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivoksen kaivoksenjohtajaksi.

DI *Jorma Hirvelä* on nimitetty Oy Nokia Ab, kaapelitehtaan yrityssuunnitteluosaston projektipäälliköksi. Osoite: Tontunmäenterassi, as 3, 02200 Niittykumpu.

DI *Tor-Leif Huggare* har utnämnts till teknisk ledare för Outokumpu Oy:s zinkfabrik i Gamlakarleby.

DI *Stig-Erik Hultholm*. Ny adress: Kalevanpuisto 2 B 14, 28120 Björneborg 12.

DI *Jorma Hyvärinen* on nimitetty Matti Eloranta & Co:n teknilliseksi johtajaksi. Osoite: Kuruntie 4 B 13, 24800 Halikko.

DI *Seppo Härkki* on siirtynyt Outokumpu Oy:n pääkonttoriin metallurgisen johtajan apulaiseksi. Osoite: Espoon Etelärinne C 10, 02170 Haukilahti.

DI *Raimo Hopia* toimii Oy Tampella Ab:n konepajan päämetallurgina, os.: Palomäentie 16, 33230 Tampere 23.

DI *Jukka Ingman* toimii nykyään Oy Fiskars Ab:n työkalutehtaalla menetelmäinsinöörinä. Osoite: 10330 Pinjainen.

DI *Seppo Isoherranen* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaiden putkitehtaan päälliköksi. Osoite: Prinsintie, 28450 Vanha-Ulvila.

FL *Stig Johansson*. Ny adress: Dalsvägen 5 A 3, 02700 Grankulla.

DI *Veikko Jumppanen* on nimitetty Mt Lyell Mining and Railway Co Ltd:n operations manageriksi. Osoite: PO Box 153, Queenstown, Tasmania 7467, Australia.

DI *Jorma Kaartama*. Uusi osoite: Mäkkyläntie 37, 00370 Helsinki 37.

DI *Kauko Kaasila*. Uusi osoite: Kuhatie 9, 02170 Haukilahti.

DI *Ilpo Kaislaniemi* toimii nykyään Oy Informex Ab:n projektipäällikkönä. Osoite: Kaakkurikuja 5 B 12, 00200 Helsinki 20.

TL *Juhani Kangas* on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten teknillisen toimiston päälliköksi. Osoite: Annikinkatu 9, 67200 Kokkola 20.

TL *Kyösti Karjalhti* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n palvelukseen Raahan rautatehtaan tutkimuslaitoksen tutkimusinsinööriksi. Osoite: Ollinsaarentie 43 G 44, 92120 Raabe 2.

FK *Tapio Karppanen*. Uusi osoite: Hietaniemenkatu 3 A 5, 00100 Helsinki 10.

DI *Paavo Karttunen* on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaiden apulaismojohtajaksi.

FT *Kalevi Kauranne* on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen geokemian osaston osastonjohtajaksi, johon virkaan liittyy professorin arvonimi. Osoite: Satukuja 1, 02230 Matinkylä.

DI *Kimmo Kekki* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy, Kolarin tehtaan paikallisjohtajaksi. Osoite: 95930 Äkäsjoen suu.

DI *Matti Kilpinen* on nimitetty Parkano Oy:n toimitusjohtajaksi. Osoite: 39700 Parkano.

DI *Tapani Kilponen* on nimitetty Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen kaivososaston päälliköksi.

DI *Aapo Kirvesniemi*. Uusi osoite: Ryytimaantie 5 A 3, 00320 Helsinki 32.

TL *Kyösti Kitunen* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy, Lappeenrannan kaivoksen, kalkkitehtaan ja sementtitehtaan sekä Loukolammen ja Paakkilan kaivosten tuotantopäälliköksi. Osoite: Paraistentie 9 B, 53650 Lappeenranta 65.

DI *Matti Kivijärvi*. Uusi osoite: Kangaspellontie 8 C 22, 00300 Helsinki 30.

DI *Heikki Kivinen*. Uusi osoite: Kuutamokatu 4 B 4, 02210 Ruomela.

DI *Kaarlo Koivisto* on nimitetty lisenssi- ja patenttiasian osaston johtajaksi Oy Tampella Ab:n keskushallinnossa.

DI *Tatu Koivuniemi* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten muokkaamojen teknilliseksi johtajaksi.

FM *Matti Koponen*. Uusi osoite: Kauppalaantie 48 A 9, 00320 Helsinki 32.

DI *Väinö Korpeinen* on nimitetty Oy Fiskars Ab:n johtajaksi ja muodostetun tulosityksikön, konepajasektorin, päälliköksi.

DI *Vesa Koskinen*. Uusi osoite: 345 The East Mall apt. B 10, Islington, Ontario, Canada.

DI *Mikko Kumpula*. Uusi osoite: Pajaniityntie 1 B 14, 92120 Raaha 2.

DI *Paavo Kupias* on nimitetty Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen kaivossuunnittelun päälliköksi.

DI *Reino Kurppa* on nimitetty Outokumpu Oy:n kaivostoiminnan johtajaksi. Osoite: Tykistökapteenintie 1 G, 00340 Helsinki 34.

TL *Juhani Laakso*. Uusi osoite: Kuutintie 1 B 13, 28100 Pori 10.

FK *Lenni Laakso* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten metallilaboratorion päälliköksi.

DI *Kari Laatikainen* on nykyään Hewlett-Packard Oy, Data Systemsin field ing.

TL *Heikki Lantto* on nimitetty Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivoksen rikastusosaston päälliköksi.

DI *Raimo Laukkanen*. Uusi osoite: Urheilukatu 10—12, 67200 Kokkola 20.

FK *Seppo Lavikainen*. Uusi osoite: Kivenlahdenkatu 10 L 105, 02300 Kivenlahti.

TL *Esa Lecklin* on siirtynyt Imatran Voima Oy:n palvelukseen toimien materiaali- ja korroosioinsinöörinä. Osoite: Jousimiehentie 10 K 82, 00740 Helsinki 74.

DI *Antero Leppälä* toimii nyttemmin Obermark Marketing Oy:n konsulttina.

TT *Kai Lilius* on nimitetty Helsingin teknillisen korkeakoulun prosessimetallurgian dosentiksi.

DI *Jarkko Linnainmaa*. Uusi osoite: Vaahteratie 3 C, 02130 Tapiola 3.

I *Bror Lunkka* har utnämmts till försäljningschef för A. Ahlström Oy:s stålgluteri i Karhula. Adress: Ahmankatu 4, 38600 Karhula.

DI *Eero Löytymäki* on nimitetty Outokumpu Oy, Teknillisen suunnittelun johtajaksi sekä Tornion jaloteräsprojektin johtoryhmään.

Dr. ing. *Rolf Malmström* har utnämmts till metallurgisk direktör vid Outokumpu Oy:s huvudkontor. Adress: Fänrik Ståls gatan 5 B 11, 00100 Helsingfors 10.

DI *Juhani Markula* on nimitetty Valmet Oy, Linnavuoren tehtaiden tuotantopäälliköksi. Osoite: 37240 Linnavuori.

FL *Erkki Marttila*. Osoite: Ruistie 6 B 65, 20720 Turku 72.

DI *Matti Mattelmäki* on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten kunnossapito-osaston päälliköksi. Osoite: Talvitie 25, 67200 Kokkola 20.

Ministeri *Olavi J. Mattila* on nimitetty Valmet Oy:n ja Enso-Gutzeit Oy:n johtokuntien päätoimiseksi puheenjohtajaksi.

DI *Raimo Monni*. Ny adress: Trädfällarvägen 2, 00750 Helsingfors 75.

DI *Tarmo Mäntymäki* on nimitetty Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten sulattojen päälliköksi. Osoite: Urheilutie 3, 29200 Harjavalta.

DI *Gerhard Naupert* on nimitetty Oy Nokia Ab, kaapelitehtaan koneosaston markkinointipäälliköksi.

DI *Esko Nermes* on nimitetty Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten teknilliseksi johtajaksi. Osoite: Vuoksentie 8, 29200 Harjavalta.

DI *Harri Nevalainen*. Uusi osoite: Terästehdas B 88, 55610 Imatra 61.

TL *Pentti Niskanen* on siirtynyt Outokumpu Oy, Kotalahden kaivokselle ATK-suunnittelijaksi. Osoite: 71470 Oravikoski.

DI *Kalevi Onnela*. Uusi osoite: Kuusipenger, 15270 Kukkila.

DI *Antti Paasikivi* on nimitetty Upo Oy:n metalliteollisuuden johtajaksi.

DI *Tapani Pajala* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten vetämön päälliköksi. Osoite: Liisankatu 8 C 38, 28100 Pori.

DI *Mauri Palmu* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten valssaamon päälliköksi.

DI *Matti Palperi* on nimitetty Ovako-ryhmän tutkimuskeskuksen prosessinkehitysosaston päälliköksi. Osoite: Terästehdas B 99, 55610 Imatra 61.

DI *Eero Pekuri* toimii nykyään Paraisten Kalkki Oy, Lappeenrannan tehtaitta projektinsinöörinä. Osoite: Paraistentie 14, 53650 Lappeenranta 65.

DI *Martti Perälä* toimii nyttemmin Pioneerivarikon kemistinä. Osoite: Pioneerivarikko, 42540 Kaleton.

DI *Olavi Peura*. Uusi osoite: Jukolankatu 14 S 80, 33560 Tampere 56.

DI *Mikko Pietilä* on nimitetty Outokumpu Oy:n Tornion jaloteräsprojektin johtoryhmään.

DI *Esko Pihko* on nimitetty Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen kaivoksenjohtajaksi.

FK *Eero Pokki* on siirtynyt Pääkaupungin Vesi Oy:n palvelukseen geologiksi.

DI *Jorma Porkka* on nimitetty Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen tehdaspalvelun päälliköksi.

FT *Kauko Puustinen* toimii nykyään Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston geologina. Osoite: Rantakuja 8 E, 02170 Haukilahti.

DI *Abti Pynnä* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten johtajaksi.

DI *Esko Pääkkönen* on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan rikkitehtaan sulaton päälliköksi.

DI *Mauri Rantanen* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten valimon päälliköksi. Osoite: Olkitie 9, 28360 Pori 36.

DI *Raimo Rantanen* toimii nykyään Outokumpu Oy, Porin tehtaitten kemian osastojen metallurgina. Osoite: Aarnintie 29 A 1, 28360 Pori 36.

DI *Mauno Rautiainen* on nimitetty Oy Fiskars Ab:n johtajaksi sekä yhtiön yrityssuunnittelun päälliköksi.

DI *John Relander*. Ny adress: Otavankatu 2A, 28100 Björneborg 10.

DI *Arto Riihimäki*. Uusi osoite: Käpäkatu 3 A 13, 48800 Karhula.



DI *Risto Rinne*. Uusi osoite: Tuohistanhua 4 H 59, 02710 Viharlaakso.

DI *Timo Roisko* on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan rikkitehtaan pasuton päälliköksi. Osoite: Kustaa Adolfinkatu 3 B, 67100 Kokkola 10.

DI *Paavo Rouvala* on siirtynyt Imatran Voima Oy:n palvelukseen tehtävänäan mekaanisten asennusten valvonta. Osoite: Oltermanninkatu 1 B 22, 07900 Lovisa.

TT *Raimo Rätty* on nimitetty Outokumpu Oy, Metallurgisen tutkimuksen metallintutkimuslaboratorion päälliköksi. Osoite: Länsipuisto 20 A 27, 28100 Pori 10.

DI *Matti Salimäki* toimii nykyään Kauppa- ja teollisuusministeriön valtioneuvostojen toimiston erikoistutkijana.

DI *Klaus Salmelin* on nimitetty Pirve Oy:n toimitusjohtajaksi.

DI *Olavi Salminen* on nimitetty Oy Wärtsilä Ab, Taalintehtaan valssaamon päälliköksi. Osoite: 25900 Taalintehtas.

Bergsrådet *Erik Sarlin*. Ny adress: Doppingbrinken 1 A 2, 00200 Helsingfors 20.

DI *Jürgen Schmidt*. Ny adress: Malrnäs strandväg 6, 21600 Pargas.

DI *Pertti Selänne* on nimitetty Outokumpu Oy, Keretin kaivoksen päälliköksi. Osoite: 83500 Outokumpu.

TL *Olavi Siltari* on nimitetty Outokumpu Oy:n Tornion jaloteräsprojektin johtajaksi. Osoite: Aapontie 11, 02180 Mankkaa.

FM *Matti Suila*. Uusi osoite: Juhanilantie 7 D, 02180 Mankkaa.

I *Uolevi Syrjälä* on nimitetty Rauma-Repola Oy, Lokomon tehtaitten Lokomo-koneiden huoltopäälliköksi. Osoite: Niemikatu 2 A 25, 33230 Tampere 23.

DI *Juhani Tanila* on nimitetty Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen apulaiskaivoksenjohtajaksi. Osoite: 83500 Outokumpu.

DI *Paavo Tennilä*. Uusi osoite: Hämeenpuisto 13 B 36, 33210 Tampere 21.

DI *Antti Tuomala* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten teknilliseksi johtajaksi toimialueenaan tehdaspalvelu. Osoite: Kalevanpuisto 64 B, 28120 Pori 12.

DI *Heikki Tuovinen* on nimitetty Outokumpu Oy, Tornion ferrokromitehtaan teknilliseksi johtajaksi.

DI *Rainer Tuovinen*. Uusi osoite: 95900 Kolari.

DI *Erkki Tuulos* on nimitetty Rauma-Repola Oy, Lokomon tehtaitten murskaus- ja teräsryhmän markkinointipäälliköksi. Osoite: Näsilinnankatu 42 A 1, 33200 Tampere 20.

DI *Juhani Vahtola* on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan rikkitehtaan teknilliseksi johtajaksi. Osoite: Hakatie 13, 67700 Kaarlela.

DI *Per Westerlund* on nimitetty Rautaruukki Oy:n kaivosteknillisen osaston johtajaksi. Osoite: Sipulitie 10, 04400 Järvenpää.

FM *Juha-Pekka Vihavainen* on siirtynyt Oy Nokia Ab:n palvelukseen elektroniikkaosastolle systeemisuunnittelijaksi. Osoite: Maria Jotunintie 10 E 54, 00400 Helsinki 40.

FM *Kauno Vormisto* toimii nyttemmin Outokumpu Oy, Hituran kaivoksella kaivosgeologina. Osoite: 85560 Ainastalo.

FM *Erkki Vornanen* on nimitetty Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivoksen kaivososaston päälliköksi.

DI *Pertti Voutilainen* on nimitetty Outokumpu Oy:n yrityssuunnittelupäälliköksi. Osoite: Lehdesniityntie 3 J 162, 00340 Helsinki 34.

I *Gustav von Wright* är numera direktör vid Oy Finn-Intex Ab.

DI *Esko Vuoristo* on nimitetty Rautaruukki Oy, Mustavaaran kaivoksen johtajaksi 1974—01—01 alkaen.

FL *Seppo Väisänen* toimii nykyään geologina YK:n palveluksessa. Osoite: Naciones Unidas, Casilla 145, Salta, Argentina.

DI *Timo Välttilä* on nimitetty Outokumpu Oy, Vuonoksen kaivoksen päälliköksi.

FM *Veijo Yletyinen*. Uusi osoite: Satukuja 1 E 29, 02230 Matinkylä.

## Uusia jäseniä — Nya medlemmar

Johtokunnan kokouksessa 1973—05—23 hyväksyttiin seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

*Juononen, Veikko*, DI, s. 1945—12—15. Outokumpu Oy, Porin tehtaat, metallilaboratorio, tutkimusins. Osoite: Valtakatu 3 D 63, 28100 Pori 10.

*Knaapi, Heikki* Antero, DI, s. 1946—04—15. Outokumpu Oy, Porin tehtaat, metallilaboratorio, tutkimusins. Osoite: Eteläpuisto 17 A 3, 28100 Pori 10.

*Korkkala, Veikko* Johannes, DI, s. 1944—12—28. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehtas, kehitysins. Osoite: Hakatie 4 C 2, 92100 Raahen.

*Leino, Jorma* Tapani, DI, s. 1948—10—04. Outokumpu Oy, Pääkonttori, tekninen neuvonta. Osoite: Puutarhatie 6 C 13, 02260 Suomenoja.

*Salminen, Matti* Vilho Kalevi, DI, s. 1946—04—30. Sako Oy, metallurgi. Osoite: Kivimiehenkatu 6 A 2, 11100 Riihimäki 10.

*Siikarla, Aarne* Lauri, DI, s. 1946—02—09. Outokumpu Oy, Porin tehtaat, metallilaboratorio, tutkimusins. Osoite: Tiilimäentie 8 B 12, 28500 Pori 50.

*Suppanen, Risto*, DI, s. 1946—07—16. Oy Koverhar Ab, masuunin käyttöins. Osoite: Solhult III, 10820 Lappohja.

Kokouksessa 1973—09—05 hyväksyttiin:

*Alaniska, Heino*, I, s. 1944—02—20. Ruskealan Marmorio Oy, Louhen Kalkkitehtas, kaivosinsinööri ja kalkkitehtaan käyttöinsinööri tehtävissä. Osoite: 58220 Louhi.

*Haapamäki, Ilkka*, DI, s. 1946—04—24. Outokumpu Oy, Vuonoksen kaivos, kaivosins. Osoite: Kansalaiskoulukatu 5 as 1, 83500 Outokumpu.

*Hätönen, Tenho* Kullervo, DI, s. 1943—07—20. Oy Koverhar Ab, terästehtaan tankovalulaitos, käyttöins. Osoite: Solhult 3, 10820 Lappohja.

*Isobanni, Markku* Antti, FK, s. 1945—03—10. Rautaruukki Oy, Malminetsintä, aluegeologi. Osoite: Kasarmintie 14 A 63, 90100 Oulu 10.

*Karppanen, Kari* Tapio, FK, s. 1941—02—11. Outokumpu Oy, Malminetsintä, geologi. Osoite: Hietanienkatu 3 A 5, 00100 Helsinki 10.

*Katajarinne, Veli* Tapani, DI, s. 1941—02—03. Outokumpu Oy, Malminetsintä, geofysikaalisten tietokoneohjelmien suunnittelija. Osoite: Pääskylänrinne 10 B 28, 00500 Helsinki 50.

*Korkalo, Tuomo* Timo, FM, s. 1941—04—29. Outokumpu Oy, Malminetsintä, Pohjois-Suomen alueen apulaisgeologi. Osoite: Inapolku 3 A 4, 96200 Rovaniemi 20.

*Liisanantti, Jukka*, DI, s. 1942—08—17. Lohjan Kalkkitehdas Oy, mineraalituoteryhmän kehitysins. Osoite: Miljoonatalo, 08700 Virkkala.

*Mattila, Esa* Heimo Juhani, FM, s. 1939—02—27. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, kaivosgeologi. Osoite: Laationtie 3 B, 86440 Lampinsaari.

*Mäkelä, Kaarlo* Henrik, FL, s. 1939—02—21. Rautaruukki Oy, Malminetsintä aluegeologi. Osoite: Lassintie 1 C 21, 90500 Oulu 50.

Kokouksessa 1973—10—12 hyväksyttiin:

*Bertland, Ture*, dir., f. 1920—08—30. Gränges Engineering Ab, verkst. dir. Adress: Bergsgatan 15, 644 00 Torshälla, Sverige.

*Heikkilä, Eero* Sakari, FK, s. 1941—01—14. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, keskuslaboratorio, fyysikko. Osoite: Rekikujat, 28400 Ulvila.

*Hintikka, Väinö* Viljo Heikki, DI, s. 1945—12—23. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, tutkimusins. Osoite: Liinastentie 35, 28610 Pori 61.

*Karjalainen, Leo* Pentti, TL, s. 1945—09—08. Oulun yliopisto, metalliopin laitos, yliassistentti. Osoite: Ampuhaukantie 5 B 44, 90250 Oulu 25.

*Kiviniemi, Olavi* Antero, DI, s. 1943—01—16. Ovako Oy, Äminneforsin terästehdas, laadunvalvontains. Osoite: Vestergård A 10, 10410 Äminnefors.

*Kokkurainen, Matti* Alpo, DI, s. 1944—02—25. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, metallilaboratorio, tutkimusins. Osoite: Länsipuisto 20 B 42, 28100 Pori 10.

*Kuula, Esko* Antero, FM, s. 1944—11—20. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, keskuslaboratorio, fyysikko. Osoite: Yrjönkatu 7 B 16, 28100 Pori 10.

*Lymy, Sirpa* Irmeli, FK, s. 1946—05—21. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, keskuslaboratorio, kemisti. Osoite: Koivistonpuistikko 49 A 19, 28130 Pori 13.

*Mikkonen, Ilkka* Juhani, FK, s. 1941—01—08. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, keskuslaboratorio, fyysikko. Osoite: Pohjoiskauppatori 3 B 16, 28100 Pori 10.

*Mäki, Jussi-Pekka*, ekonomi, s. 1937—04—09. Kone-Pohja Oy, toim.joht. Osoite: Märssytie 1 G 6, 90530 Oulu 53.

*Nordström, Bengt-Ola* Edel Johannes, DI, f. 1946—01—02. Oy Wärtsilä Ab, Dalsbruk, laboratorieing. Adress: B 56/3, 25900 Dalsbruk.

*Ojala, Pertti* Kalle Johannes, I, s. 1946—03—28. Ovako Oy, Imatran terästehdas, valimon päällikkö. Osoite: Terästehdas B 102 F 18, 55610 Imatra 61.

*Palin, Jukka* Kalevi, DI, s. 1947—06—10. Ovako Oy, Imatran terästehdas, laadunvalvontains. Osoite: Terästehdas B 108, 55610 Imatra 61.

*Paloniemi, Pertti*, DI, s. 1945—08—30. Outokumpu Oy, Teknillinen suunnittelu, suunnitteluins. Osoite: Raunanantie 14 A 9, 00330 Helsinki 33.

*Riekkola, Marja-Liisa* Annikki, FK, s. 1941—05—28. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, keskuslaboratorio, kemisti. Osoite: Itsenäisyydenkatu 30 B 41, 28130 Pori 13.

*Ritakallio, Pekka* Oskari, DI, s. 1947—03—30. Oy Airam Ab, Kometa-tehtaas, kovametallios., tuotantoin. Osoite: Kuutamokatu 2 B 23, 02210 Ruomela.

*Saari, Jorma* Kalevi, FK, s. 1943—03—23. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, keskuslaboratorio, kemisti. Osoite: Valtakatu 3 C 53, 28100 Pori 10.

*Sivonen, Seppo* Juhani, DI, s. 1942—09—12. Oulun yliopisto, elektronioptiikan laitos, lab. ins. Osoite: Nuolihaukantie 1 A 44, 90250 Oulu 25.

*Takalo, Tapio*, DI, s. 1944—05—20. Oulun yliopisto, metalliopin laitos, assistentti. Osoite: Linnankatu 15 B 16, 90100 Oulu 10.

*Terbo, Kari* Paavo, DI, s. 1946—12—10. Ovako Oy, tutkimuskeskus, tutkimusins. Osoite: Lappeentie 19—21 C 29, 55100 Imatra 10.

*Utela, Heimo* Juhani, FK, s. 1940—04—18. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, keskuslaboratorio, fyysikko. Osoite: Koivulantie 6 as 4, 28130 Pori 13.

*Vuorela, Markku* Kalevi, DI, s. 1946—10—07. Lemminkäinen Oy, louhinta- ja murskausos., tutkimusins. Osoite: Matinkartanontie 2 C 47, 02230 Matinkylä.

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

**Puh. 90-427 260, osoite: Niittykumpu 7 C 20 02200 Niittykumpu.**

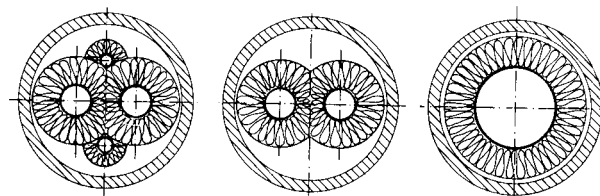
**Fru Karin Stigzelius sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister, varför vi be Er meddela henne eventuella tjänste- eller adressförändringar.**

**Tel. 90 - 427 260, adress: Ångskulla 7 C 20, 02200 Ångskulla.**

**PUTKI  
POSTIA  
PARAISILTA**

# Mitä lämpöjohto- elementeiltä vaaditaan?

- lämpö ei saa turmella eristystä
- suoja-putkien pitää olla niin vahvoja, että kuormitukset eivät turmele lämpöeristystä
- elementtirakenteen on oltava vedenpitävä
- hyvä lämmöneristyskyky
- taloudellinen asenta ja taloudellinen käytössä



## himanit

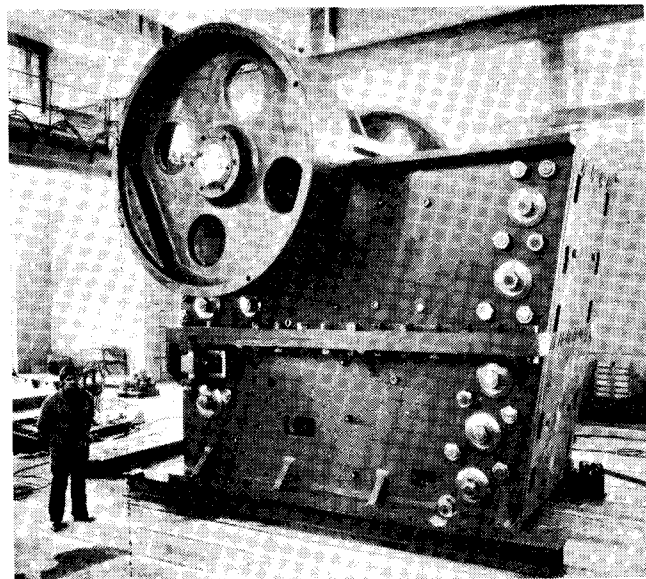
-lämpöjohtoelementit  
täyttävät nämä vaatimukset



Himanit-elementtien suoja-putket ovat suomalaisten standardien SFS 2349 ja SFS 2350 vaatimusten mukaiset. Puolueeton laadunvalvonta: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Suomen Standardisoimisliitto ry.

**P&K PARAISTEN KALKKI OY**

Putkiosasto Parainen, puh. 921-744 422



L 175 × 145/300 kitamurskain

## MURSKAUSKONE OY KASVAA...

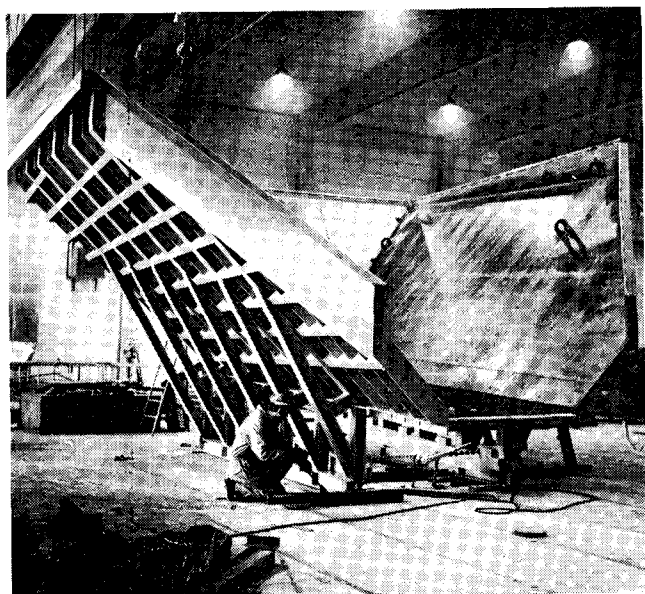
Murskauskone Oy sai syksyllä 1973 valmiiksi kolmannen laajennusvaiheen. Nyt Salpakan-kaalla on n. 70 000 m<sup>3</sup> nykyaikaista konepaja-tilaa.

Outokummun Sismjärvelle valmistui v. 1972 Murskauskoneen toinen teollisuuslaitos, joka palvelee Itä-Suomen kaivosaluetta.

Lyhyet toimitusajat sekä korkea laatutaso ovat Murskauskoneen kilpailukeinot kiristyvillä markkinoilla.

Laaja tuotekehitystyö takaa tuotteidemme jatkuvan kehittymisen ja modernit ratkaisut.

Murskauskoneen vienti suuntautuu pääasiassa pohjoismaihin. Vientiä tapahtuu myös muualle Eurooppaan.



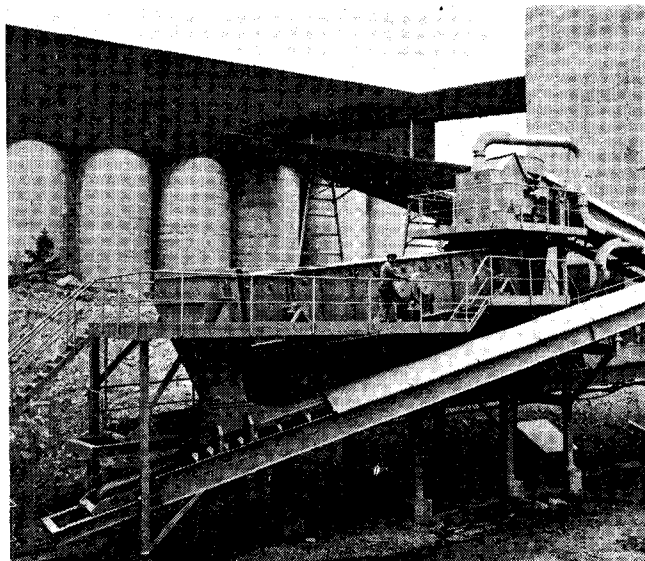
VSE 16 × 50 (65 m<sup>3</sup>) Vaunusyötin

## MURSKAUSKONE OY

Murskauskone Oy on murskaus- ja seulonta-alan laitteita valmistava konepaja.

Toiminta-ajatus on palvella asiakasta suunnitelluvalta kokoomakonepajana murskaus- ja seulonta-alalla, rakennus-, kaivos- ja prosessiteollisuudessa, komponentti- ja kokonaistoimitajana.

Murskaus- ja seulonta-alan parissa työskentelevää henkilökuntaamme on yhteensä 400.



SVS 23 × 90 (20 m<sup>2</sup>) suuntaiskuseula

## MURSKAUSKONEEN TUOTERYHMÄT

- MURSKAIMET
- SYOTTIMET
- KULJETTIMET
- SEULAT
- LUOKITTIMET
- POLYNPOISTOLAITTEET
- MAGNEETTISET EROTTIMET
- SIILOT JA TERÄSRAKENTEET
- KIVI- JA KAIVANNAISTEOLLISUUDEN LAHISIIRTOJÄRJESTELMÄT
- ISKUKONE B-200
- KOKONAISTOIMITUKSET

Avaimet käteen -toimituksia

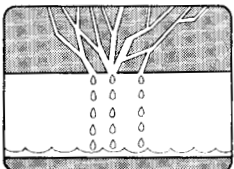


**MURSKAUSKONE OY**

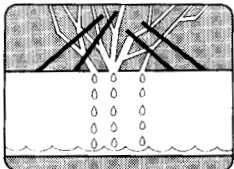
15860 SALPAKANGAS PUH. 918- 801311



# Siellä missä paikat eivät pidä on injektointi paikallaan



Kallioruhje tunnelissa



Injektioreitit porattuna ruuhjeisiin



Injektointi on suoritettu

Injektoinnin tarkoitus on stabiloida ruuhjeista kalliota tai heikkolaatuista maaperää.

Jos veden virtaamisnopeus ja sen virtaava määrä aikayksikössä on niin suuri, että sementti-injektioseos hajaantuu ennen kovettumista on seokseen lisättävä muita aineita kovettumisen nopeuttamiseksi. Erikoisinjektiokemikaalit AM-9 on kahden orgaanisen aineen sekoitus, monomeriacrylamidin ja N,N'-metyleeni-bisacrylamidin. Nämä saavat aikaan hyvin jäykkiä geelejä laimennetuista

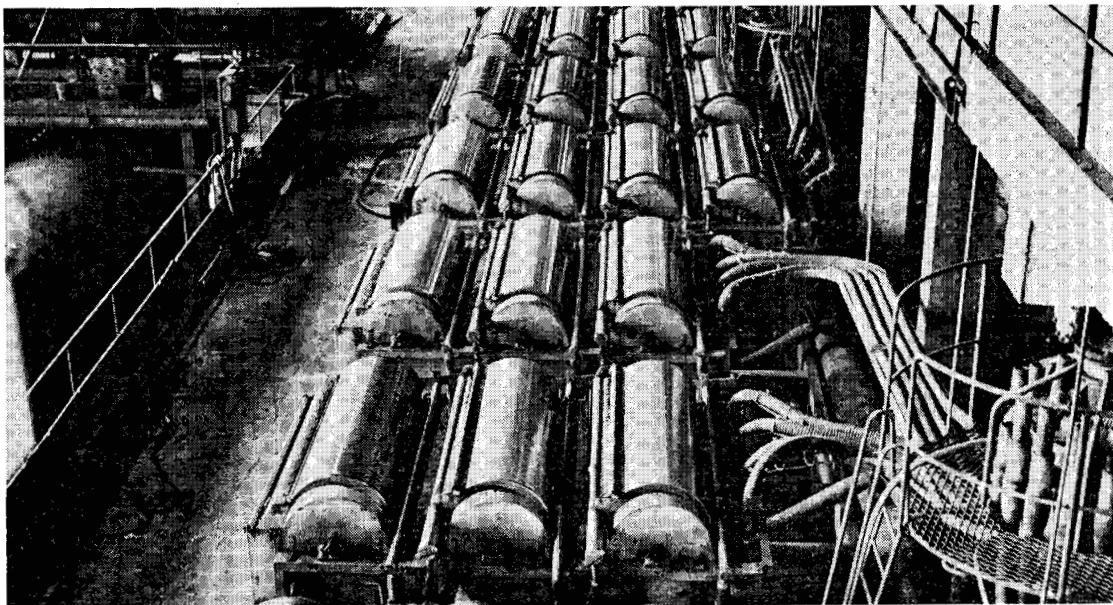
vesiliuoksista oikein kiihdytettynä. Erikoiskemikaalit AM-9 kuuluvat The American Cyanamid Co:n injektioaineisiin.

Osaakehtiö Ekströmin Koneliikkeellä on menetelmään yksinoikeus Suomessa ja Ruotsissa.

**OSAAKEYHTIÖ**  
**Ekströmin**  
**KONELIIKE**

00101 Helsinki 10 • PL 310  
Puh. 90-11 421

## Katastrofin jälkeenkin injektointi



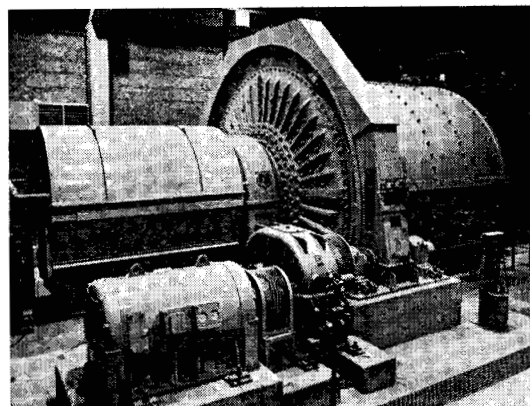
# THUNE-EUREKA

toimittaa vuoriteollisuudelle laajan valikoiman koneita ja laitteita, kuten:

- MAGNEETTIEROTTIMIA  
monine käyttömahdollisuuksineen
- MYLLYJÄ
- SUOTIMIA

**OY GRÖNBLOM AB**

Helsinki — Turku — Tampere



**Olemme alentaneet porametrin hintaa  
Kanadassa Suomessa Norjassa  
Sveitsissä USAssa Espanjassa  
Portugalissa Kreikassa Sambiassa  
Irlannissa Itävallassa Islannissa  
Kiinassa Etelä-Afrikassa Argentiinassa  
Ruotsissa Australiassa Italiassa  
Tsekkoslovakiassa Länsi-Saksassa...**

Tamrock-laitteilla poratut metrit ovat huokeampia kuin kilpailijoillamme.

Miksi?

Koska Tamrock-laitteissa on jäljittelemättömiä oivalluksia, ratkaisuja jotka on patentoitu. Kuten erillispyöritys, filosofia nimeltä pienireikämenetelmä, yhdensuuntaisuusautomaatiikka.

Ehkä nämä ovat Teille outoja nimityksiä? Kuitenkin, jokainen niistä on vähintään yhtä tärkeä kuin laitteissamme käytetyt hydraulikka ja pneumaatiikka. Kysykää niistä. Osoite on Oy Tampella Ab Tamrock Division, Tampere Finland.

Huomiotta ei voi jättää sellaistakaan etua, että porarit mielellään käyttävät koneitamme niiden kestävyiden ja helppokäyttöisyyden vuoksi. Po-raaminen Tamrock-laitteilla näkyy myös porarin palkassa. Edullisesti.

Kone konetta vastaan kilpailijan kanssa rinnakkain porattaessa emme koskaan ole jääneet toiseksi.

Tamrock on käsite otsikon mainitsemisissä maissa. Muunmuassa. Luet-telo jatkuu.

Oy Tampella Ab Tamrock Division, Tampere, telex 22-193, puh. 931-431 411.

**TAMROCK**  
**-läpi kallion**

Emme myy halpoja porakoneita vaan halpoja porametrejä. Siinä syy siihen, että Tamrock on vuodesta 1968 joka vuosi kaksinkertaistanut liikevaihtonsa. Voitto on investoitu ennen kaikkea tuotekehittelyyn ja koviin mieliin. Ammattilaisiin. — Meidän ei tarvitse kopioida ketään. Kaikki tuotteemme ovat omaa konstruktioita. Siksi olemme aina vuosia edellä muita.

**VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y:n**

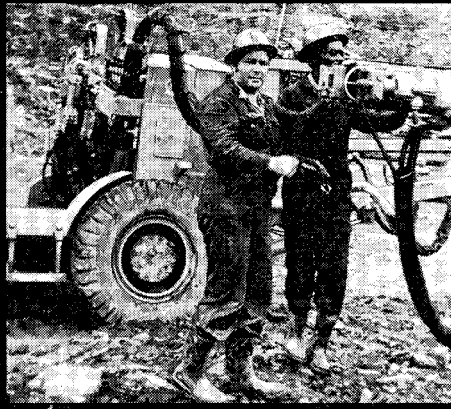
**Vuosikokous**

pidetään Helsingissä 22–23. 3. 1974

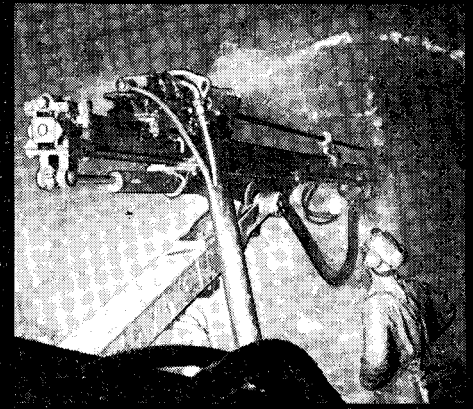
Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.



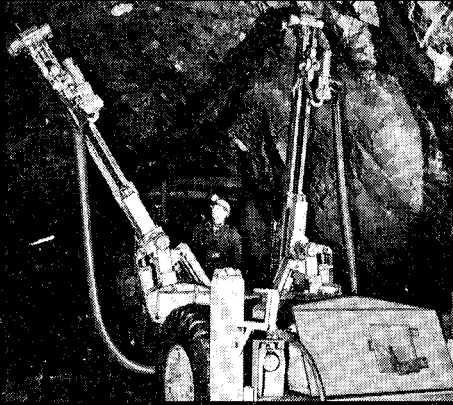
Kiskojumbo Minirondo Etelä-Afrikassa



Paramatic MJM-21 ja uusi poraaja koulutettavana; kuva Sambiasta



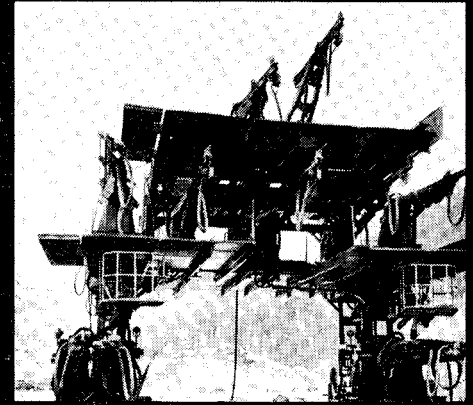
Kiskojumbo Minirondo ruotsalaisella tunnelityömaalla



Porausvaunu DUO Ruotsin Kirunassa



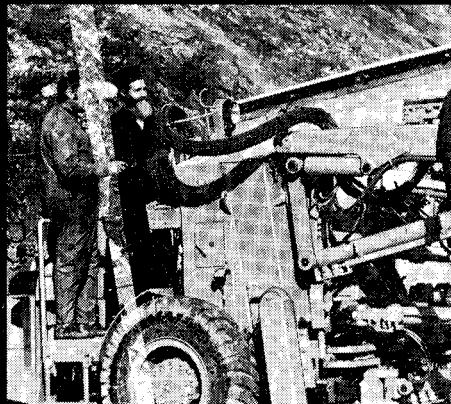
Kiinan Kansantasavalta osti yli 10.000 kpl Tamrock-porakoneita. Kuva Pekingistä.



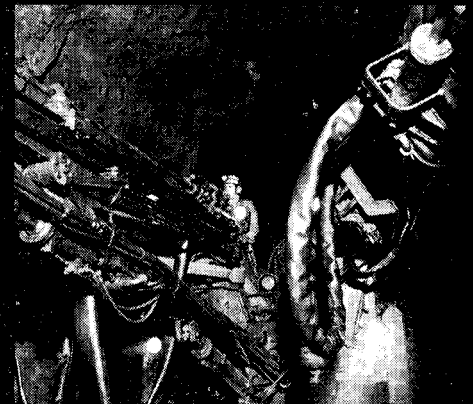
Itävallassa louhitaan Tauern- ja Katschberg-tunneleita suomalaisin jumboin



Polair 850 ruuvikompressori Tsekkoslovakiasa



Kylänvanhin tutustuu poramestarin opastuksella Paramatic-jumboon kreikkalaisella kaivoksella



Myös USAssa suomalainen Paramatic on kysytty kone kaivoksilla

**VUORIMIESYHDISTYS – BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y:s**

## **Årsmöte**

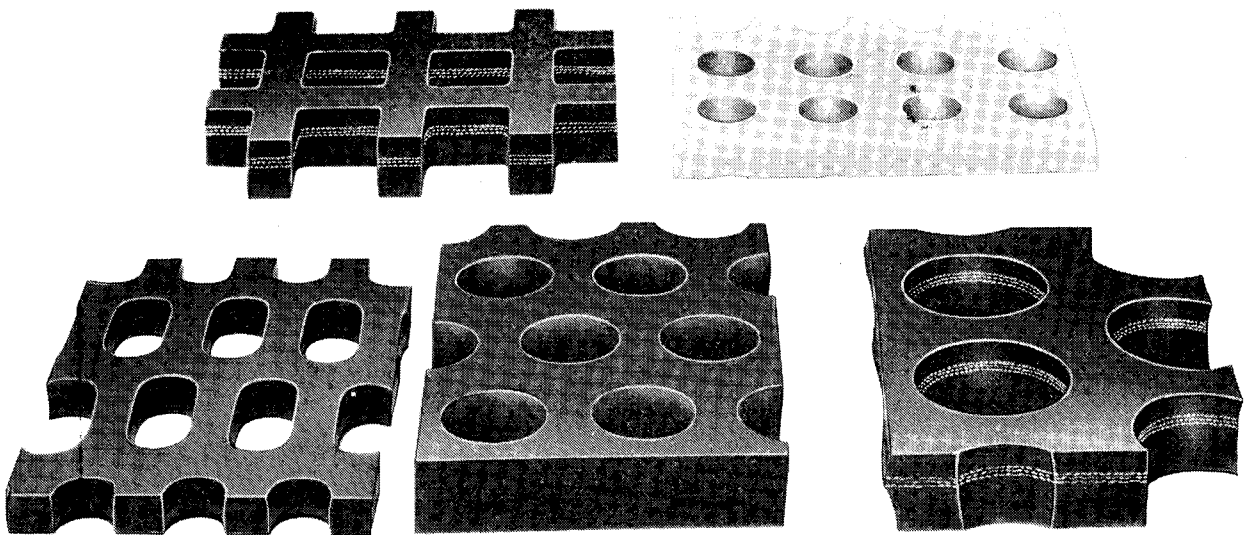
hålles i Helsingfors den 22–23. 3. 1974

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



# Joustavaa tuotantoa.

**Nokian tekninen kumiosasto  
antaa kumille  
tarkoituksenmukaiset muodot.**



## **Seulalevyt**

*Kumi soveltuu erittäin hyvin seulalevyjen raaka-aineeksi. Kimmoisuutensa ansiosta kumiset seulalevyt kestävät hyvin kulutusta. Ne ovat äänettämiä, puhdistuvat itsestään eivätkä tukkeudu kosteitaakaan aineita seulottaessa.*

# Kumi vie eteenpäin.

Trelleborgin vaalimaa kumipuuta voitte ravistaa miltei joka tilanteessa, jossa erimuotoista kumia tarvitsette. Kumipuun kuuluista hedelmistä ovat kuljetushinnat eräitä pisimmälle jalostettuja. Trelleborg-kuljetushinnat vastaavat teollisuuden kovia vaatimuksia.

Ne kestävät mekaanista räsitusta ja kulutusta. Ne ovat joustavia ja taipuisia. Eri kerrokset liittyvät saumattomasti toisiinsa. Trelleborg-valikoimasta saatte kuljetushinnan, joka sopii täsmälleen Teidän tarkoituksiinne. Siirräteppä tikkuja tai tukkeja,

kaiken vievät Trelleborg-kuljetushinnat tehokkaimmin eteenpäin. Trelleborgin kokemus kumipuun kehittäjänä koituu Teidän hyväksenne myös kuljetuksissa.



**Trelleborg - kuljetushihnoja voitte Suomessa tiedustella meiltä.**

**Pyrimme palvelemaan Teitä joustavasti - olemmehan kumipuun hedelmä.**

**TRELLEBORG** 

Pääedustaja Suomessa:

**oy kumi-tuote ab**

Hitsaajankatu 8 — 00810 Helsinki 81  
Puh. 780 122

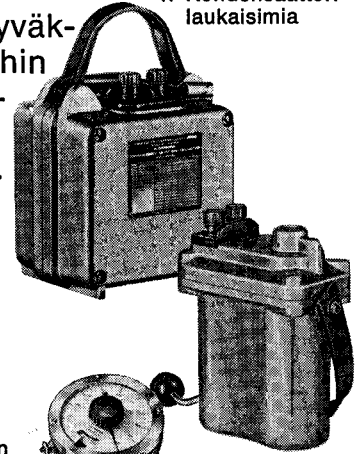
## Ilmoittajat — Annonserer

Airam/Kometa  
Asea  
Ekströmin Koneliike  
Enso  
Geofinn  
Grönblom  
Hankkija  
Humboldt Wedag  
Kemira  
Knorring  
Kumi-Tuote  
Lohjan Kalkkitehdas  
Lokomo  
Machinery  
Murskauskone  
Nokia/Kaapelitehdas  
Nokia/Kumitehdas  
Outokumpu  
Palsbo  
Paraisten Kalkki  
Rautakonttori  
Rautaruukki  
Serlachius/Konepajateollisuus  
Suomen Malmi  
Tallberg/Vuorikoneet  
Tampella/Tamrock  
Tulenkestävät Tiilet  
Witraktor

## SCHAFFLER- kondensaattorilaukaisimet nyt Suomessa

Suomessa on hyväksytty räjäytystöihin useita eri malleja mainituista erikoislaitteista. Yksityiskohtaisia tietoja näistä saa Sosiaali- ja Terveystieteiden tutkimuslaitoksen julkaisuista.

1. Kondensaattorilaukaisimia



3. Panoskentän mittauslaitteita

2. Dynamo-  
laukaisimia

Tarkempia tietoja maahantuojalta:

**RAUTAKONTTORIOY**

Keskuskatu 3, 00100 Helsinki 10  
Puh. 12 121



**SCHAFFLER & CO**

**GEOFINN<sup>®</sup> OY**

# Suoritamme

- syväkairaukset
- maanäytteiden oton
- geofysikaaliset mittaukset
- geologiset ja geokemialliset tutkimukset
- kallion jännitystilän määrittäykset
- louhintojen suunnittelun
- nostoköysien tarkastukset
- nousujen poraukset



**SUOMEN MALMI OY**

Otaniemi, puh. 460 633

# KUN TARVITSETTE

kvartsihiekkää  
luonnonhiekkää  
bentoniittia  
kalkkia, kalkkikiveä  
sementtiä



**LOHJAN KALKKITEHDAS OY**

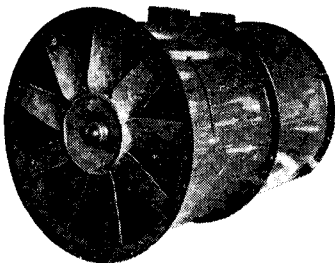
08700 Virkkala, puh. 912 - 41 511



**Yhdistäkää SÖDERBERG-aksiaalipuhallin ja VENTIFLEX-tuuletusputki. Saatte raitista ilmaa perille saakka. Ja paljon. Ja nopeasti.**

Ventiflex-tuuletusputki on tunnelinlouhijoille tuttu kaikissa maanosissa. Se on pitkäaikaisen kehittämistyön tulos. Se on kestävä, se on helppo ripustaa ja se vie tilaa vain vähän niin varastoinnissa kuin kuljetuksessakin. Ventiflex-tuuletusputken käyttäminen on erittäin taloudellista.

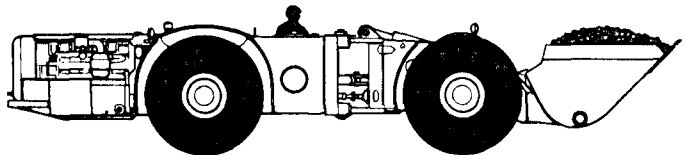
Yhdistäkää tuuletusjärjestelmään Söderberg-aksiaali-puhaltimet AMF! Saatte tehokkaan tuuletuksen vaikeissakin olosuhteissa.



**TALLBERG**  
**VUORIKONEET**

ALEKSANTERINKATU 21 00100 HELSINKI 10 PUH. 13 611

# Wagner -kaivoskuor- maajalla vähennätte maanalaisia kustannuksia



Wagnerin kumipyöräisiä kaivoskoneita — kuormaajia, kuljetusvaunuja ja dumpperite — on 34 vakiomallia. Ja erikoistapauksiin tehdään erikoismallit.

Kaikki ne ovat vahvoja, tehokkaita ja luotettavia. Suunniteltu nimenomaan työskentelemään maan alla. Siksi ne ovat matalia, kapeita ja keitetiä. Liikellepanevana voimana on vähän saastuttava Deutz-dieselmoottori.

Wagnerin kaivoskoneitten jokainen osa on rakennettu kestävään raskaassa työssä ja vaikeissa olosuhteissa. Tästä syystä näitä koneita käytetään kaikkialla maailmassa siellä missä tunkeudutaan maan sisään tehokkaasti ja taloudellisesti. Tämän tekee mahdolliseksi Wagnerin tarjoama kuormaa-kanna-kaada menetelmä.

Annamme mielellämme lisätietoja ja yksityiskohtaisia tarjouksia.

**palsbo**

OY HANS PALSBO AB

Pulttitie 20, Helsinki 81, puh. 782 100

# Profiloitu kierresaumaputki PKG tuo hyvää ilmaa edullisesti.

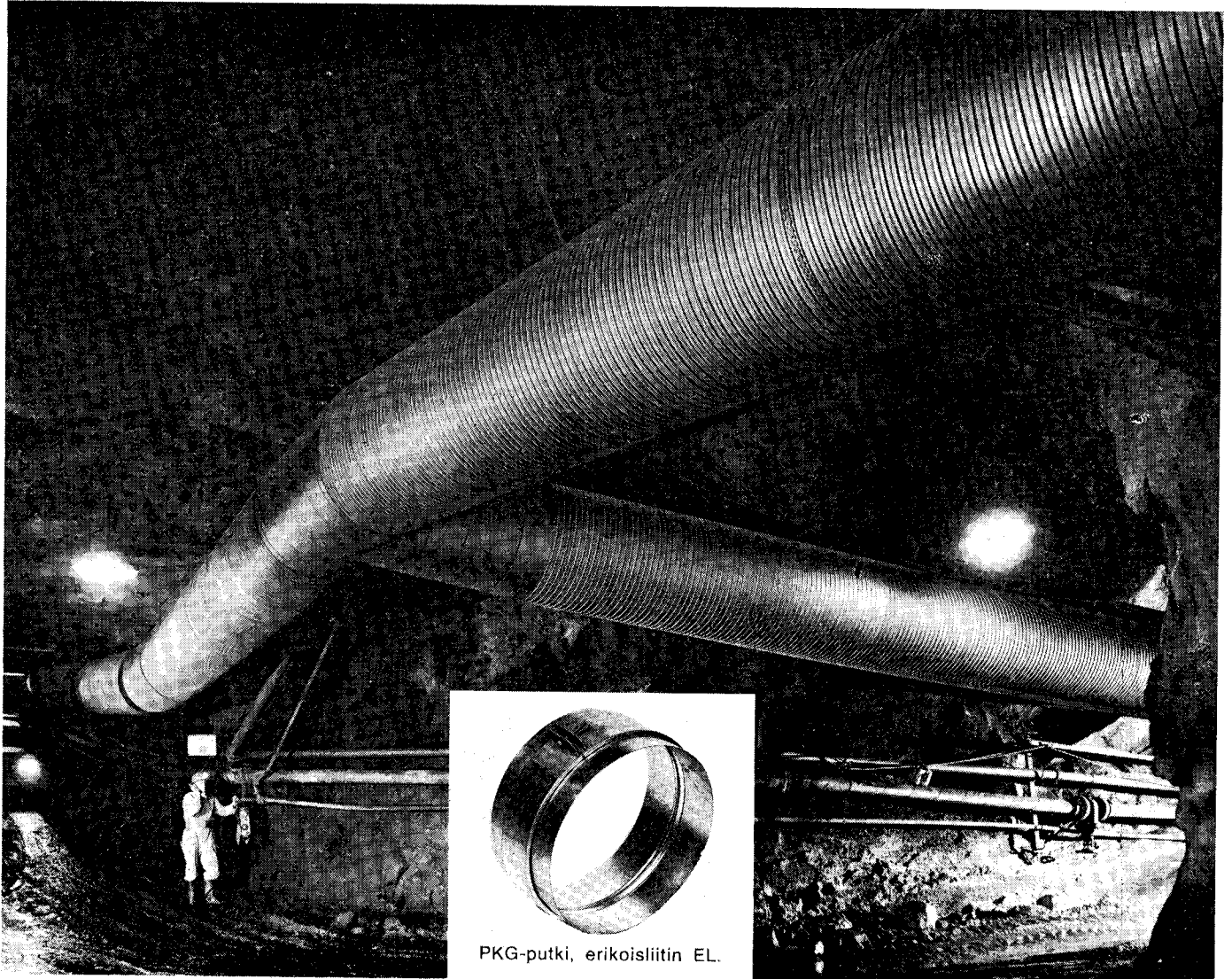
Profiloitu kierresaumaputki PKG soveltuu erityisen hyvin kaivosten ja tunnelityömaiden ilmanvaihtoputkeksi. PKG kestää käsittelyä ja on kevyt. Se on tehty kuumasinkitystä teräksestä,  $s = 0,5$  mm ja  $0,75$  mm. PKG voidaan valmistaa asennuspaikalla, joten kuljetuskustannukset jäävät pieniksi. Huomatkaa myös putken huokea hinta. Halkaisijat 40, 50, 60, 80, 100, 120 cm.

Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksessa on ilmanvaihtoon käytetty PKG-putkea.



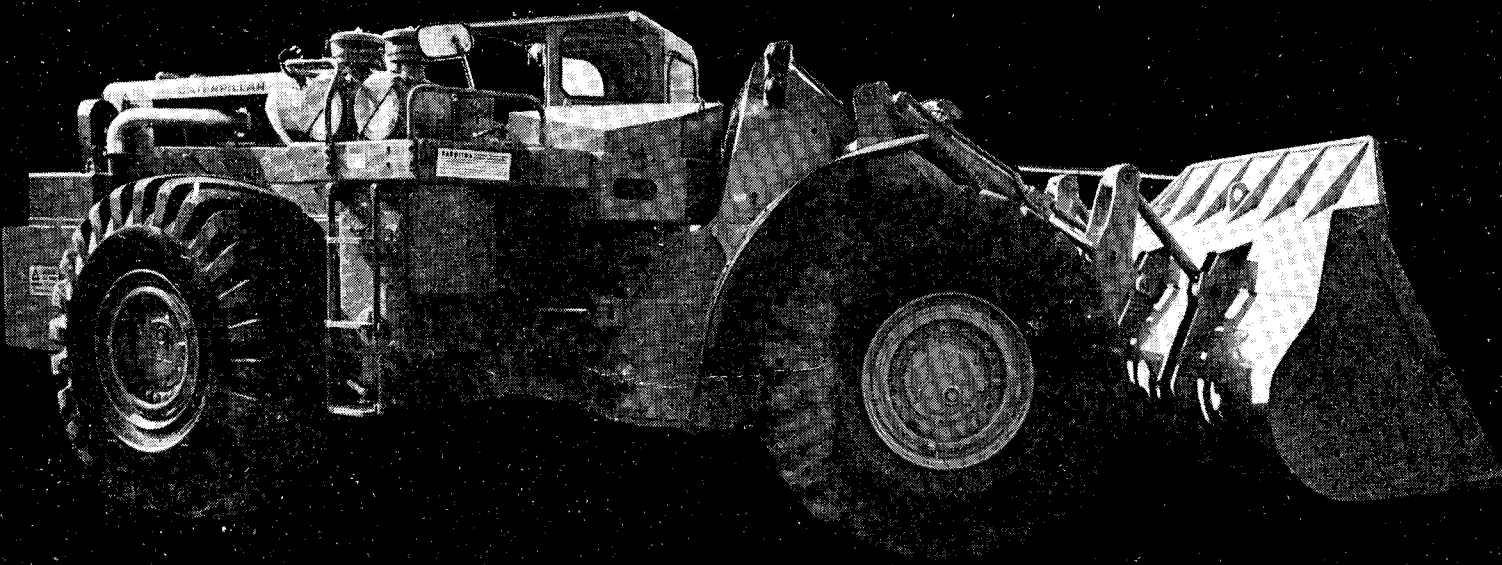
**OY NOKIA AB**  
**KAAPELITEHDAS**

01510 Helsingin pitäjää. Puh. 90-821 600



PKG-putki, erikoisliitin EL.

# MITTOJEN MUKAAN TEHTY CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA.



Isolle, järeälle kauhakuormajalle kaivos on ahdas paikka työskennellä. Kuitenkin se on juuri sellainen kone, jota nykyinen kaivosteollisuus tarvitsee.

Siksi suunnittelimme kaivoksia varten aivan oman pyöräkuormajan.

Otimme perustaksi Caterpillar 980:n; arvostetun ja kiitetyn maanpäällisen kauhakuormajan.

Madalsimme sitä, jotta se mahtuisi kulkemaan kaivoskäytävissä.

Siirsimme ohjaamon alas sivulle ja suunnittelimme hallintalaitteet siten, että kuljettajan on yhtä helppo ajaa kumpaan suuntaan tahansa.

Valmiina siinä jo olikin etukammio-moottori, joten pakokaasut eivät liikaa rasita kaivoksen ilmastointia.

Tuloksena syntyi Caterpillar 980-kaivoskuormaja, jonka käyttövalmius ja alhaiset käyttökustannukset eivät jää jälkeen maanpäällisestä koneesta huolimatta siitä, että kysymyksessä on erikoiskone. Ja selvää on, että huolto toimii myös moitteettomasti.

Ottakaapa yhteyttä ja kertokaa meille omat mittanne.



**CATERPILLAR**  
MYynti, HUOLTO & VARAOSAT

WIHURI-YHTYMÄ OY  
**WITRAKTOR**

HELSINKI - TAMPERE - OULU - ROVANIEMI  
☎ 826311 - ☎ 651633 - ☎ 44235 - ☎ 15271

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



# Rautaruukki yhdistää ihmisiä

Teräs ei pysy veden pinnalla, mutta  
kuitenkin teräksen avulla ylitetään vesiä.  
Laivat ylittävät vesiä, lyhentävät  
välimatkoja, yhdistävät ihmisiä.

Sillat ylittävät vesiä, lyhentävät  
välimatkoja, lähentävät ihmisiä keskenään.  
Laivat ja sillat tehdään teräslevyistä  
ja niitä tekee Rautaruukki.

**RAUTARUUKKI OY**

