

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

Sisältö - Innehåll

Pentti Niskanen:

Yleinen systeemiteoria ja kaivosyrittäminen

John Relander:

Metallurgisen koksen valmistus turpeesta

Mikko Kumpula:

Rautarikasteiden sintrauksesta

Pekka Havola:

Jähmettymisen tutkiminen

Mauri Peltonen:

Teräksen tankovalulaitosten kehitysnäkymät lähitulevaisuudessa

Veikko Heikkinen:

Elektronimikroskopia fyysikaalisen metallurgian tutkimusmenetelmänä

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 1973

Uutisia — Nyheter

**Outokummun
instrumentit
käytettyjä,
kiitettyjä
kaikkialla maailmassa**



**O
O+K**

OUTOKUMPU OY
INSTRUMENTTITEHDAS, TAPIOLA

Suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle

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

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

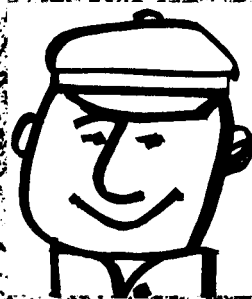
Enso-Gutzeitin suodattimet, Outokumpu Oy, Tornio.



ENSO

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

PÖLY-POIS TYÖ- ILMASTA.



Oikea erotin jokaiseen pölyongelmaan tuotantomme ja elinympäristömme suojaksi.

Teollisuuden prosesseissa syntyvien pölyhiukkasten koko, muoto ja tiheys vaihtelevat suuresti. Tehokkaan puhdistuksen aikaansaamiseksi tarvitaan jokaiseen pölyyn ja kuormitukseen oma erottimensä ja menetelmänsä. Erotusteho muodostuu useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta, kuten seulavaikutus, hitaus- ja sähköstaattiset voimat. Siten voidaan erottaa jopa 1/100 my pölyhiukkaset.

Käytettävissänne on täydellinen valikoima pölynerottimiamme. Uusi letkusuodatinmateriaali on lisännyt letkujen käyttömahdollisuuksia ja ne soveltuvat entistä kuumemmille savukaasuille. Laajaan valmistusohjelmaamme sisältyvät mm. seuraavat pölynerotimet:

LKKA-letkusuodatin pienehköille kuormituksille.
8 vakiokokoa kaasumäärille 10.000 ... 45.000 m³/h suodatinkammioita kohden.

TFE-letkusuodatin keskisuurille kaasumäärille noin 85.000 m³/h asti yksikköä kohden. Käyttö, yleisimmin esiintyvät pölyt mm. puun työstön yhteydessä.

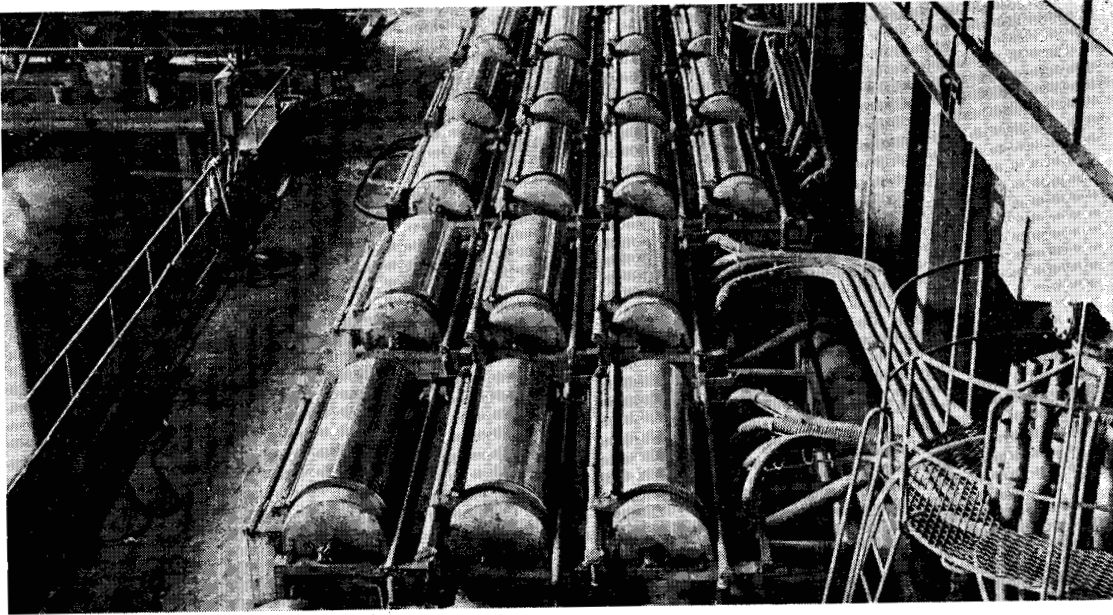
LKHA-letkusuodatin suurelle kuormitukselle. 20.000 ... 100.000 m³/h suodatinyksikköä kohden. Moduli-rakenteinen, 20 vakiokokoa. Puhdistettavan ilman pölypitoisuus saa olla jopa 500 g/m³.

Yhteistyömme The Carborundum Companyn kanssa, yhden maailman suurimmista letkusuodattimien valmistajista, on antanut lisäkokemusta pölynerotuslaitosten suunnittelussa ja valmistuksessa. Tämä kokemus on käytettävissänne oikean erottimen valitsemiseksi ja toimittamiseksi sekä myös huoltamiseksi.



Fläkt
Suomen Puhallintehtäas Oy

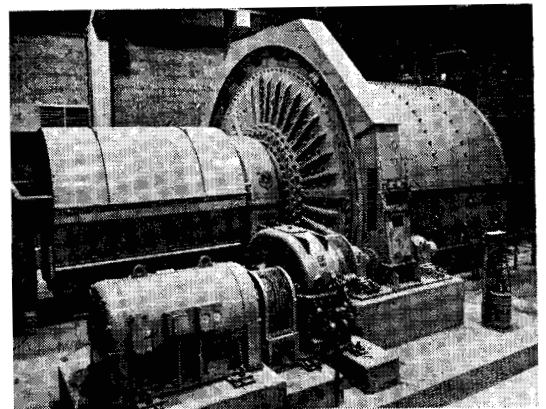
Helsinki 361 122, Jyväskylä 18 347,
Kotka 12 260, Kuopio 16 301,
Lahti 29 991, Oulu 23 733,
Pori 19 161, Tampere 27 630,
Turku 371 200, Vaasa 242 333.



THUNE-EUREKA

toimittaa vuoriteollisuudelle laajan valikoiman koneita ja laitteita, kuten:

- **MAGNEETTIEROTTIMIA**
monine käyttömahdollisuuksineen
- **MYLLYJÄ**
- **SUOTIMIA**



OY GRÖNBLOM AB

Helsinki - Turku - Tampere - Vaasa - Oulu

Profiloitu kierresaumaputki PKG tuo hyvää ilmaa edullisesti.

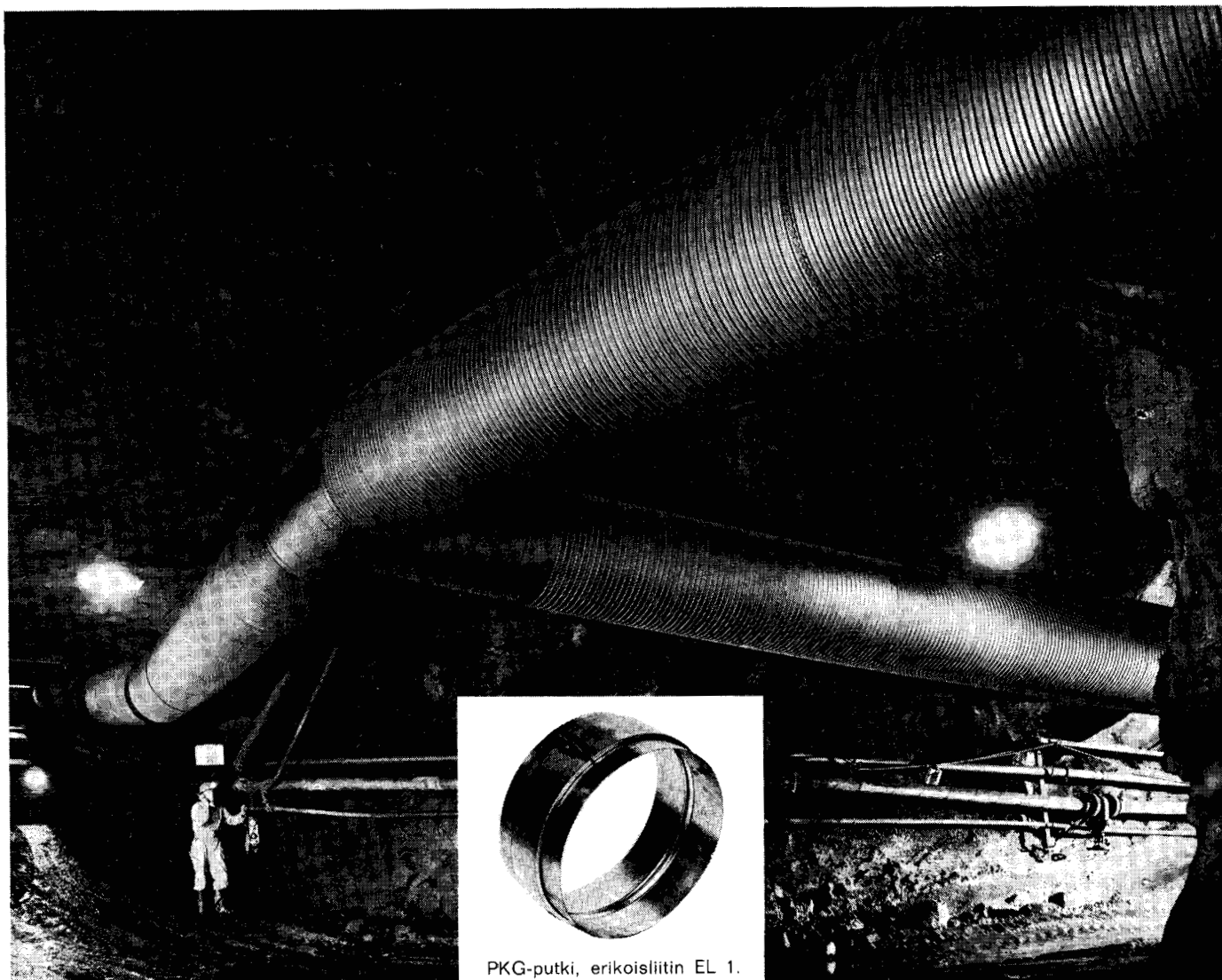
Profiloitu kierresaumaputki PKG soveltuu erityisen hyvin kaivosten ja tunnelityömaiden ilmanvaihtoputkeksi. PKG kestää käsittelyä ja on kevyt. Se on tehty kuumasinkitystä teräksestä, $s = 0,5$ mm ja $0,75$ mm. PKG voidaan valmistaa asennuspaikalla, joten kuljetuskustannukset jäävät pieniksi. Huomatkaa myös putken huokea hinta. Halkaisijat 40, 50, 60, 80, 100, 120 cm.

Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksessa on ilmanvaihtoon käytetty PKG-putkea.



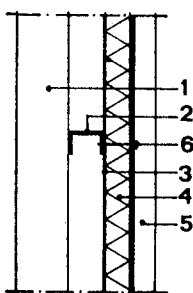
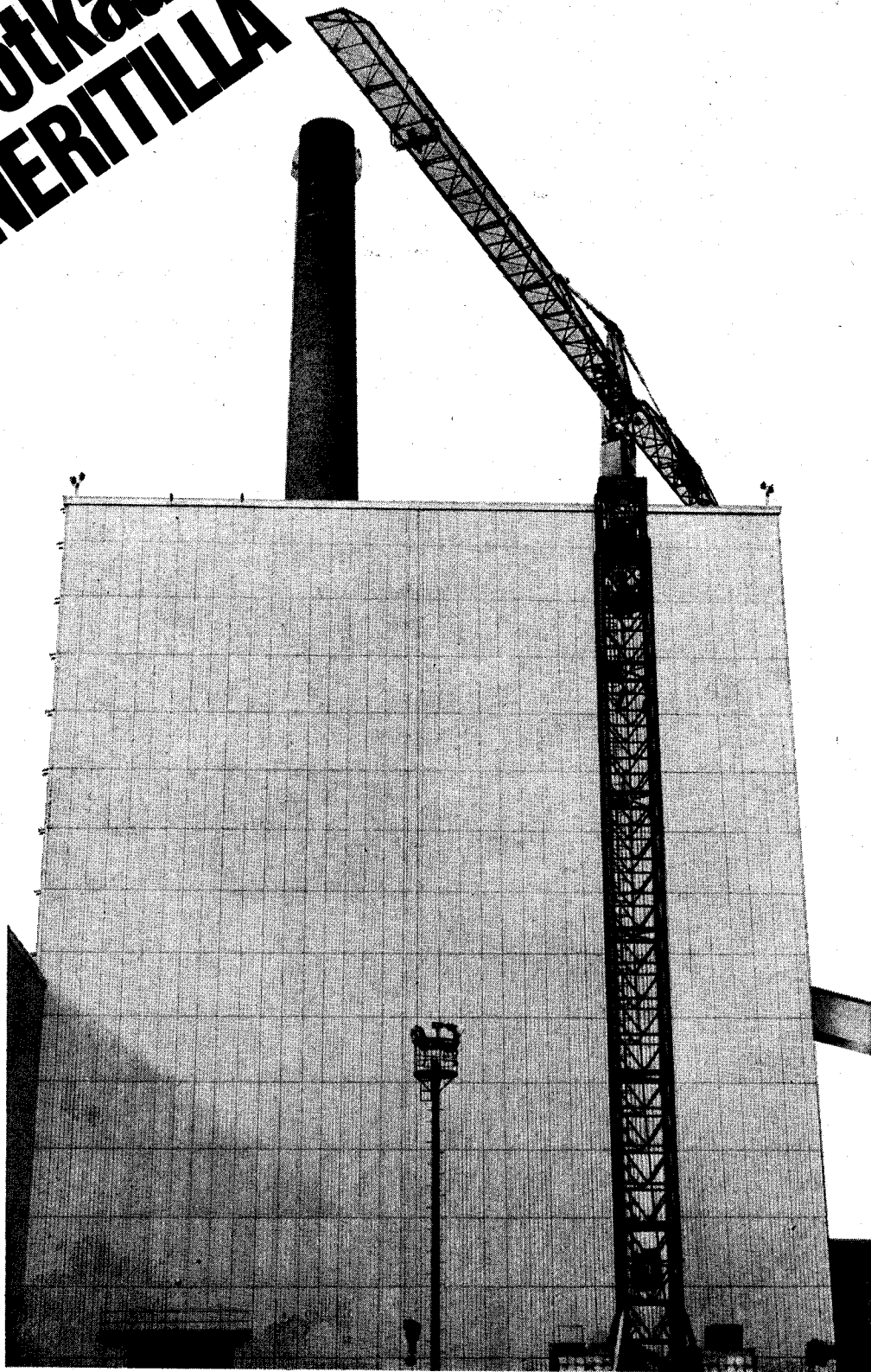
OY NOKIA AB
KAAPELITEHDAS

01510 Helsingin pitäjää. Puh. 90-821 600.

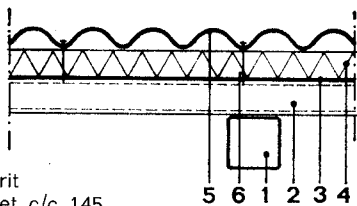


PKG-putki, erikoisliitin EL 1.

**Verhotkaa
MINERITILLÄ**



- 1 Teräspilarit
- 2 Vaakaorret c/c 145
- 3 Sileä Minerit-levy 8 mm
- 4 Kova mineraalivilla 6 cm
- 5 Minerit-aaltolevy P6
- 6 Itsekierteittävä haponkestävä ruuvi



Minerit on oikea seinälevy teräs-runkoisiin hallirakennuksiin. Se on kestävä rakennusaine teollisuusil-mastoon.

Ottakaa yhteys. Neuvontapalvelumme on käytössä.

PARAISTEN KALKKI OY



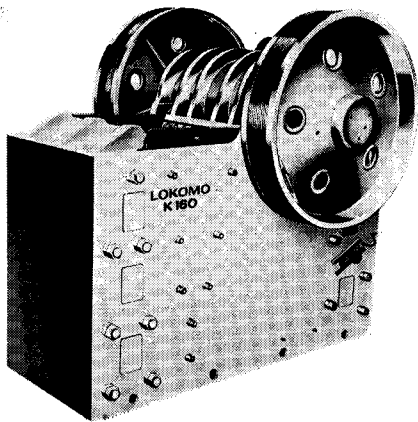
KATEAINEYKSIKKO/RAKENNUSNEUVONTA. 08680 Muijala. Puh 912 - 35 222.



Luonnonsuojeluystävällinen Lokomo-murskauslaitos vaikka kallion sisään.

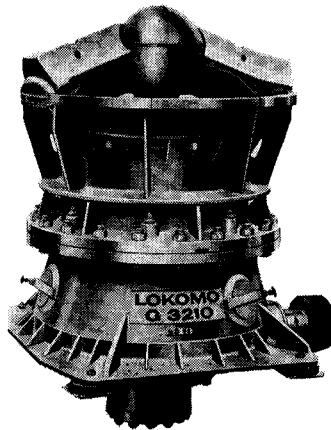
KIERTOMURSKAIN LOKOMO K 160

Kita-aukko 1600 x 1300 mm
Kiinteän leuan pituus 2950 mm
Alapään min. asetusalue 250—400 mm
Kapasiteetti e.o. asetuksilla 250—400 m³/h
Paino 107 tonnia.



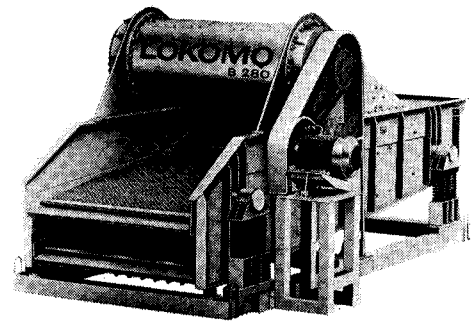
KARAMURSKAIN LOKOMO G 3210

Sisäkartion suurin läpimitta 1000 mm
Syöttöaukko 320 mm
Iskuliike 16—25 mm
Asetusalue 35—70 mm
Kapasiteetti 70—160 m³/h
Paino 16 tonnia



VAAKATASOSEULA LOKOMO B 280

Tasoloku 2 (vaihtoehtoisesti 3)
Tason pinta-ala 8 m²/taso
Moottori 22 kW/1445 rpm



Maailman lujin kivilaji — jääkauden paljastama graniitti ja pohjoisen arktiset olosuhteet — vuoden keskilämpötila 70. leveysasteella nol-lan alapuolella asettavat murskainkalustolle erittäin suuret vaatimukset. Koneiden on säily-tettävä toimintakykynsä vielä yli 40°C pakka-sessa. Ja murskattava samalla maailman lujin-ta kiveä. Siksi käytettävät rakenteet ja mate-riaalit on tutkittava ja testattava perinpohjai-sesti. Kuten Lokomolla. Lokomon murskaus-yksiköitä käytetään mm. LKAB:n ja Boliden AB:n kaivoksissa Ruotsissa ja Outokummun kaivoksissa Suomessa. Maailman lujinta kiveä murskaamassa.

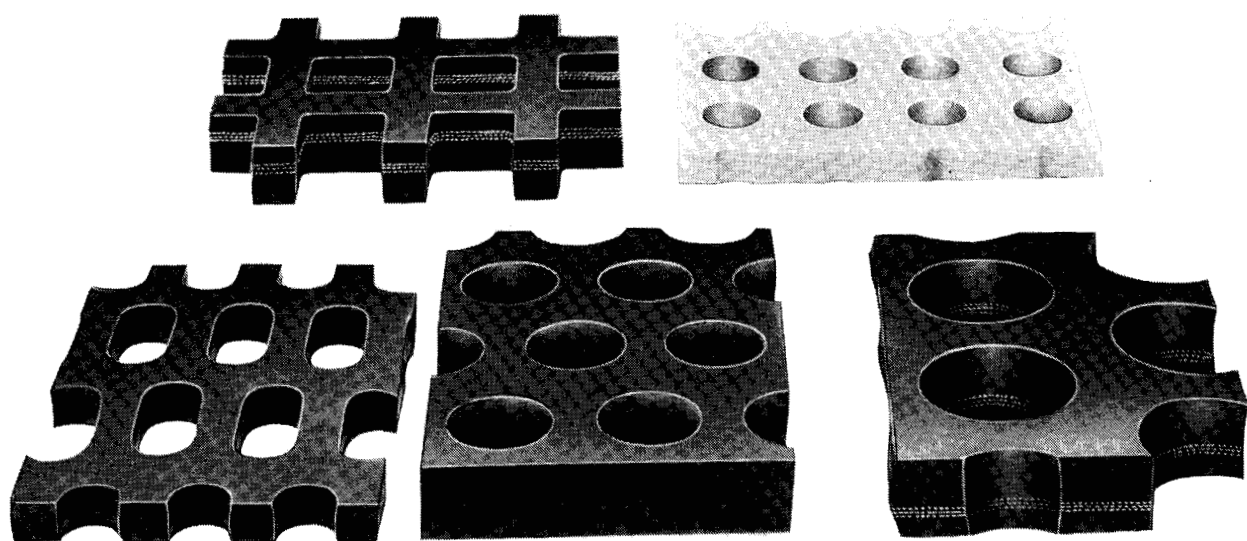
Viidenkymmenen vuoden kokemus murskain-ten valmistajana ja tuhannet toimitetut yksiköt ovat nostaneet Lokomo-murskainkaluston maailman huippuluokkaan. Oman terästehtaan ansiosta ei laadusta missään vaiheessa ole tarvinnut tinkiä. Yksittäisten murskain-, seula- ja syötinyksikköjen lisäksi valmistamme myös pitkälle automatisoituja murskain- ja seulant-a-asemia. Teemme myös suunnitelmia asiakkait-temme kokonaisprojekteista ja olemme aina valmiit auttamaan murskausalun ongelmissa.

LOKOMO

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

Joustavaa tuotantoa.

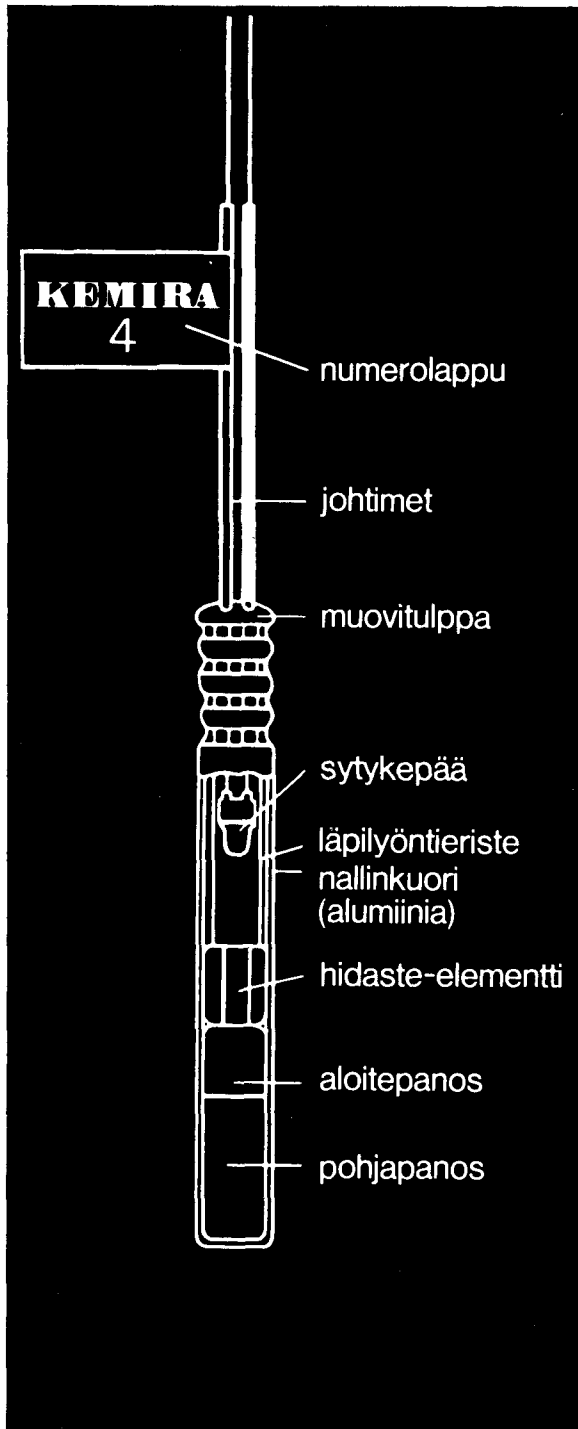
**Nokian tekninen kumiosasto
antaa kumille
tarkoituksenmukaiset muodot.**



Seulalevyt

*Kumi soveltuu erittäin hyvin seulalevyjen raaka-
aineeksi. Kimmoisuutensa ansiosta kumiset seula-
levyt kestävät hyvin kulutusta. Ne ovat äänettämiä,
puhdistuvat itsestään eivätkä tukkeudu kosteitakaan
aineita seulottaessa.*

VIHTAVUOREN sähkörajäytysnalleja



Pienvirtanalli

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

UR-sähkönalli

on entistä turvallisempi pienvirtanalli. Tavalliseen pienvirtanalliin verrattuna staattisia varauksia vastaan 160 kertaa turvallisempi. Hajavirtojen, radiolähettimien ja korkeajännitejohtojen aiheuttamia tahattomia syttymisiä vastaan yli 5-kertainen varmuus.

VA-sähkönalli

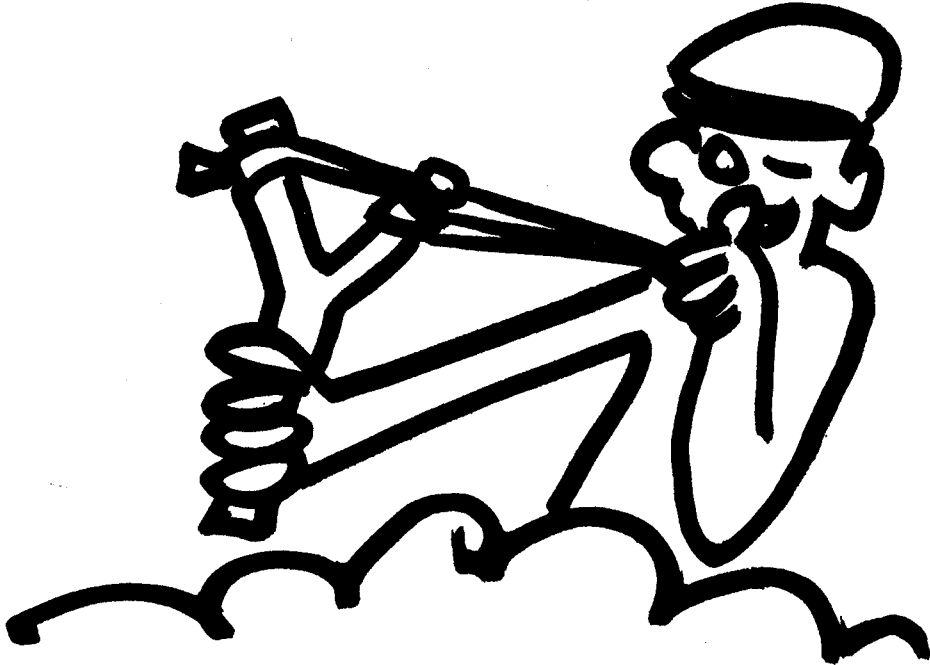
on varmuusominaisuuksiltaan huomattavasti turvallisempi kuin pienvirtanalli. Ei syty ihmisen kehon sähkövarauksesta. Voimajohtojen, radio- ja tutkalähettimien sekä ukonilman aiheuttama vaara on pienempi kuin pienvirtanalleja käytettäessä.

SEA-sähkönalli

on vaativiin louhintaolosuhteisiin tarkoitettu erikoisnalli, erityisesti vedenalaisiin louhintakohteisiin. Valmistettu vedenkestäväksi suurissakin vesipaineissa.

KEMIRA

Joko yrityksenne on siirtynyt kulutuskumikauteen?



Meillä on kumimies joka tietää terästä vahvempia ratkaisuja.

Kivenkäsittely, malmit ja murskaamot ovat osa Tallbergin Vuorikoneryhmän erikoisalaa. Siksi meillä on myös "kumimies", joka tietää miten nämä asiat hoidetaan terästä vahvemmalla tavalla. Kulutuskumi on materiaali, jolla korvataan yhä suuremmissa määrin koliseva, kolhiutuva ja usein myös työturvallisuuden kannalta epäedullinen teräs. Kulutuskumin avulla päästään kestävämpiin ratkaisui-

hin, suurempaan tuotantovarmuuteen ja kannattavuuteen kuin ennen. "Kumimiehellämme" on paljon ideoita, joilla Teidänkin yrityksenne tuotantoprosessia tai yksittäisiä kohteita voidaan entisestään tehostaa.

Ottakaa yhteys Tallbergin Vuorikoneryhmään, niin kerromme enemmän modernista ja vanhoja käsitöksiä mullistavista kumisen kestävästä ratkaisusta.

SALA

Paitsi että SALA valmistaa monenlaisia laitteita kaivos- ja kemianteollisuuden käyttöön, se edustaa myös suurta suunnitteluvoimaa. Yhtiö voi kauttamme toimittaa vaikkapa täydellisen kaivoksen "avaimet käteen" periaatteella.

IFE

Tämä tunnettu itävaltalainen yritys on erikoistunut erilaisten syöttimien valmistukseen. Niihin voidaan helposti tyristoriohjauksen avulla kytkeä vaakoja ja muita koneita.

TRELLEBORG

Missä teräs ei kestä, siellä tarjoaa ratkaisun Trelleborgin kulutuskumituotteet. Kohteita ovat mm. myllyvuoraukset, trukinlavavuoraukset, kulutuskumielementit, seulakankaat, lietteenkuljetusletkut, kulutuskumikangas jne.

TALLBERG

VUORIKONEET

ALEKSANTERINKATU 21 00100 HELSINKI 10 PUH. 13611

ALGOL

**TOIMITTAA KAIVOS-, METALLURGISELLE
JA PROSESSITEOLLISUUDELLE:**

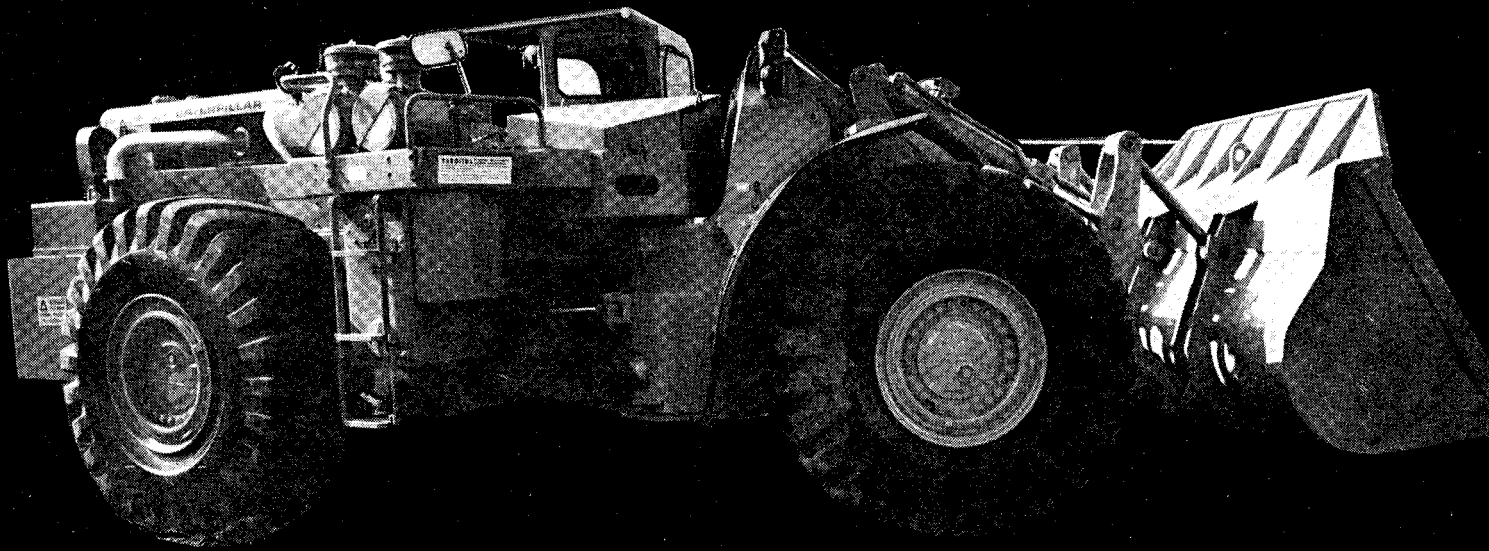
- KAIVOSHISSEJÄ
- HIHNAKULJETINLAITTEITA
- MOBILINOSTUREITA
- PASUTUKSEEN, MALMIEN SINTRAUKSEEN JA
SINTTERIN JÄÄHDYTTÄMISEEN TARVITTAVIA
KONEISTOJA
- TYHJIÖKUIVAUSRUMPUJA
- URAANIMALMIN KÄSITTELYKONEISTOJA
- UUNIEN VUORAUKSEEN TARVITTAVIA
TULENKESTÄVIÄ KERAMISIA AINEITA
- SÄHKÖSUODATTIMIA
- YM.

**LURGI, DEMAG, DIDIER YM. TOIMINIMET
NEUVOTTELEVAT MIELELLÄN KANSSANNE**

Oy ALGOL Ab

ETELÄRANTA 8 00130 H:ki 13
PUH. 90/12631
Telex 12-1430 algol sf

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 kumpaankin 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 - ☎ 670200 - ☎ 44235 - ☎ 15271

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

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

Hallitus: Joht. Heikki Tanner, puh.joht., joht. Nils Gripenberg, varapuh.joht., FT Kauko Korpela, yli-ins. Simo Seppänen, DI Rolf Söderström, joht. Esko Pihko, toim.joht. Erkki Heiskanen, TkT Kalevi Kiukkola, TkL Seppo Yläsaari, DI Juhani Tanila, joht. Esko Nermes.

1. siht.: DI Pekka Lähteenoja, Outokumpu Oy, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki 10, puh. 90-4031.

2. siht.: DI Erkki Ström, Ovako Oy, Imatran terästehdas, 55100 Imatra 10, puh. 954-63 688.

Rahastonhoitaja: TkL Heikki Aulanko, Outokumpu Oy, PL 27, 02101 Tapiola, puh. 90-421 3502.

Geologijaosto: FT Lauri Hyvärinen, puh.joht., FM Marjatta Virkkunen, siht., Geologinen tutkimuslaitos, 02150 Otaniemi, puh. 90-461 011.

Kaivosjaosto: Joht. Reino Kurppa, puh.joht., DI Antero Hakapää, siht., Outokumpu Oy, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki 10, puh. 90-4031.

Metallurgijaosto: DI Reijo Antola, puh.joht., DI Seppo Härkönen, siht., Ovako Oy, Lauttasaarentie 48, 00200 Helsinki 20, puh. 90-670 091.

Rikastus- ja prosessitekn. jaosto: Joht. Timo Heikkinen, puh.joht., DI Olli Korhonen, siht., Outokumpu Oy, 83500 Outokumpu, puh. 973-51/561.

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

Toimituksen osoite: 02150 Otaniemi, Otakallio 2 B 19.

Toimitusneuvosto: TkT Kalevi Kiukkola, puh.joht., FM Marjatta Virkkunen, TkT Kalle Hakalehto, DI Matti Palperi,

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 1

1974

32. VUOSIKERTA

Yleinen systeemiteoria ja kaivosyrittäjä

Tekn.lis. Pentti Niskanen, Outokumpu Oy, Kotalahden kaivos.

Johdanto

Mikä on kaivos, miten se toimii ja mihin pyritään ovat kysymyksiä, jotka kohdataan välittömästi hahmottaessa systematisoida kaivoksen johto-, suunnittelu- ja käyttöprosessia. Kaivostoiminta poikkeaa huomattavasti lähes kaikista muista teollisuusaloista ja on siksi perustoimintojensa analysoinnin kannaltakin katsoen yksin: valmiita sovellettavaksi kelpaavia teorioita tai käyttäytymismalleja saa hakea. Geologia, kalliomekaniikka, talousteoria, yritysteoria, rakennus-, kone- ja sähkötekniikka ovat kaikki tarpeellisia ja niiden alueilla tapahtuva kehitys tunkeutuu myös kaivoksiin, mutta kaivosmiehen varsinaista päivän työtä ne eivät auta. Niistä ei ole apua monimutkaisen ja päivittäin muuttuvan erikoiskoneista ja -miehistä, malmin laadusta, malmin käsittelyn dynaamisuudesta, kivilajien lujuusominaisuuksista ja monista yhtäaikaisista toiminnoista ja tarveaineista muodostuvan systeemin ymmärtämisessä ja systeemin ohjaamisessa tietyn tavoitteen saavuttamiseksi. Kaivos vaikuttaa sekavalta ja vaikeasti johdettavalta.

Yleisesti ottaen tekniikka on synteisiä, soveltamista. Tämän vuoksi on kaivoksen toiminnan systematisoimistavoite johtanut mm. yleisen systeemiteorian käsite- ja ideamaailman selvittelyyn siinä toivossa, että niitä voisi hyödyllisesti soveltaa myös kaivoksen käsittelyssä. Yleinen systeemiteoria (YST) on tässä otettu yhteisnimeksi laajalle joukolle teorioita ja menetelmiä, kuten kybernetiikka, informaatio-, peli-, päätös- ja organisaatioteoriat.

Näillä aloilla kehittynyt käsitteemaailma on yleistä ja käyttökelpoista biologiasta ja sosiologiasta teollisuusyrityksen analysointiin saakka. Kysymyksessä on tietty käsitteellinen laitteisto, työkalupakki, jonka soveltuminen tietylle alueelle antaa mahdollisuuden vuorovaikutukseen muiden alojen kanssa ja takaa samalla työkalujen ajan mukana (ehkä jollakin kaukaisella alalla) tapahtuvan kehityksen soveltamisen välittömästi tällä tietyllä alueella.

Jonkin alan käsitteellisten työkalujen määrittely jollakin toisella alalla on vaikea tehtävä. Koska kuitenkin ainakin kolmella Outokumpu Oy:n kaivoksella

la on kuluneen talven aikana sovellettu PERT-tekniikkaa tuotannon suunnittelussa on seuraavissa kappaleissa pyritty esittämään kuinka PERT on osa YST:n tarjoamasta metologiasta ja kuinka YST on eräs tapa määrittellä kaivostekniikalle tärkeitä tutkimus- ja kehityskohteita.

Yleinen systeemiteoria

Osiensa keskinäisen vuorovaikutuksen mukaisesti toimiva kokonaisuus on systeemi ja sitä mahdollisimman laajan sovellutusalueen pohjalta selittämään pyrkivä menetelmä on yleinen systeemiteoria (YST). YST on ennen kaikkea tutkimusmenetelmä, jonka huomattavin osa tai ehkä synonyymi on kybernetiikka. Kybernetiikka-sanana on otanut käyttöön tämän menetelmän perustaja Norbert Wiener (3) kuvataksaan mistä on kysymys: sanan alkuperäinen kreikan-kielinen merkitys on *hallita (vallita) tai laivan ohjaamisen taito*. Oleellista on, että systeemillä on *tavoite tai päämäärä*, johon se itsestään organisoimalla tai osiensa keskinäisiä verrannollisuuskertoimia muuttelemalla pyrkii ohjaamaan itseään. Systeemi voi olla *avoin*, jolloin siinä on "lähteitä ja nieluja". Näiden vaikutuksen avoin systeemi eliminoi tai huomioi riippuen siitä palvelevatko ne systeemin omia päämääriä. Vastakohta on *suljettu* systeemi, johon eivät mitkään ulkoiset olosuhteet, so. *ympäristö* vaikuta.

Systeemi on *adaptiivinen eli mukautuva*, jos se muuttaa organisaatiotaan (kytkentänsä) tai osiensa toimintaa (esim. vahvistusta tai viivettä) pyrkien johonkin arvon mukaan paremmin.

Malli eli systeemin kuva voi olla osa systeemiä. Malli palvelee systeemin muodostumista *oppivaksi*, joten sitä voidaan käyttää kehittymistä ennustamalla, systeemin ohjauksen työkaluna.

Avoin "kyberneettinen" systeemi on adaptiivinen, itseään organisoiva, tavoitehakuinen ja *takaisinkytketty*. Takaisinkytkentä (joka voi olla negatiivista tai positiivista) merkitsee sitä, että systeemin osat saavat jatkuvasti *informaatiota* systeemin tilasta ja tavoitteista tai molemmista ja että tämä vaikuttaa osien käyttäytymiseen. Matemaattisesti voidaan osoittaa (4), ettei pelkkä osien käyttäytyminen määrää systeemin käyttäytymistä, vaan osien kytkentä on myös oleellinen. Muuttamalla samanlaisten osien kytkentää toisiinsa saadaan systeemin käyttäytymisen muuttumaan. "Systeemi on enemmän kuin osiensa summa".

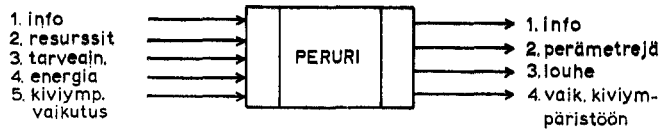
Seuraavaksi tarkastellaan kahta edellisistä käsitteistä hieman tarkemmin.

Organisaatio

Tutkittaessa järjestelmää jaetaan se osiin ja tutkitaan niitä erikseen. Yksittäisen osan toiminnan tajuaminen on kuitenkin mahdollista vain samanaikaisesti kaikkien muiden osien toiminnan tajuamisen kanssa. Tästä syystä tulisi tietoa kaikista osista lisätä samassa tahdissa liikaa rajoittumatta osa-alueille, sillä osien ominaisuuksien lisäksi niiden "kytkentä" kokonaisuudeksi osoittautuu tärkeäksi. Kokonaisuuden osa on mitä hyvänsä kyllin itsenäistä ansaitak-

seen nimen. O. Lange (4) kutsuu näitä osia *aktiivisiksi elementeiksi*. Aktiivisen elementin sisäänmenot määräävät yksikäsitteisesti sen ulostulot.

Kaivoksen eräs osa on perä, jonka saa aikaan (abstraktinen) peräntekoelementti nimeltään vaikkapa "peruri" (kuva 1). Jotta perää syntyisi täytyy perurille antaa *resursseja*, so. miehiä ja koneita, *tarveaineita* so. poria, pultteja, betonia jne., *energiaa* so. paineilmaa, sähköä, polttoöljyä, räjähdysaineita ja *informaatiota* so. lähtöpiste, perän muoto ja koko, loppupiste yms. Kun edelliseen lisätään vielä väliaineen laatu so. *kiviympäristö* on koossa luettelo perurin sisäänmenoista, jotka määräävät ulostulon, so. louheen, valmiin perän muodon, etenemisen ja valmistumishetken. Näin periaatteessa, eri asia on sitten tunnetaanko kaikki sisäänmenojen ja ulostulojen väliset riippuvuudet.



Kuva 1. Aktiivinen peräntekoelementti "peruri". Elementin sisäänmenot määräävät lopputuloksen.

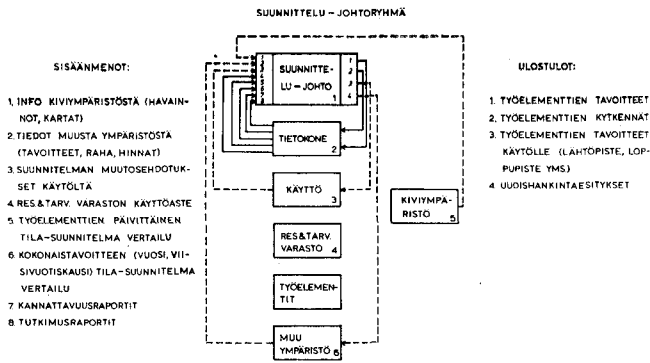
Fig. 1. An active drifting element. The states of the input vectors define uniquely the output states.

Edelleen voidaan määrittellä elementit *nousuri, louhuri, täyttöri* ja *siirturi*, joista jälkimmäinen käsittää kaiken materiaalin, raakun ja malmin lastauksen, kuljetuksen ja noston. Ed. elementtejä voisi kutsua yhteisellä nimellä *työelementit*. Kytkemällä työelementit mielekkäällä tavalla toisiinsa saadaan kaivoksen valmistavien töiden ja louhinnan suunnitelma eli organisaatio, jossa on viidentyyppisiä osia. Elementtityyppien valinta on samalla käsitteiden määrittelyä ja käsitteiden määrittely liittyy siten organisointiin. Jos tietty kokonaisuus (tässä kaivos) organisoidaan toisella tavalla muuttamalla käsitteitä (osien eli elementtien nimiä) on myös kytkentöjä muutettava.

Lopuksi voidaan vielä todeta, että osien organisointi kytkemällä ne kokonaisuudeksi merkitsee samalla toiminnan *rajoittamista*: osien kaikkien mielekkäiden kombinaatioiden vaihtelualueesta on rajoitettu tietylle osa-alueelle.

Informaatio

Informaatio (info) on päämääräorientoitunutta tietoa. Suunnittelu- ja johtoelementit, jotka määrittelevät tavoitteet, tulevat samalla määränneeksi organisaation tarvitseman infon. Kehittyessään systeemi suorittaa valintaa, jonka määrä on suoraan riippuvainen vastaavan infon määrästä. Infon kohteena on sekä organisaatio itse että sen ympäristö: Infon määrä on jonkinlainen organisaation toiminnan mitta. *Informaatioteoria* käsittelee infon määrän mutta ei laadun mittaamista. Määrä ei tietenkään määrittele infon arvoa, sisältöä, totuutta tai tarkoitusta.



Kuva 2. Kaivoksen suunnittelu- ja johtoryhmän toiminta-kaavio. Mallin mukaan yhteys tietokoneelta koostuu viidestä komponentista. Käyttöltä, kiviympäristöstä ja muualta ympäristöstä tulevaa (menevää) infoa on lähes mahdollonta automatisoida.

Fig. 2. The model of the active element "planning and management".

Info liittyy myös epätietoisuuteen eli varmuuden puutteeseen, joka ei ole sinänsä päätösvoiman puutetta vaikka liittyy siihen. Esimerkiksi: Tietyn louhintaluokan tai kaivoksen louhintakapasiteetiksi on suunnitelmissa todettu 10 eri mahdollisuutta. Jos info markkinoista, metallurgisista kapasiteeteista ja vaihtoehtoisista raaka-aineista tai muutosten vaatimista investoinneista vähentää em. vaihtoehdot viiteen, on saatu yksi nk. "bitti" infoa, epätietoisuus on vähentynyt ja päätöstilanne yksinkertaistunut. Infon avulla voidaan siis retusoida vaihtoehtoja ja rajoittaa toimintaa, kuten todettiin myös organisaatiokappaleen lopussa.

Suunnittelu

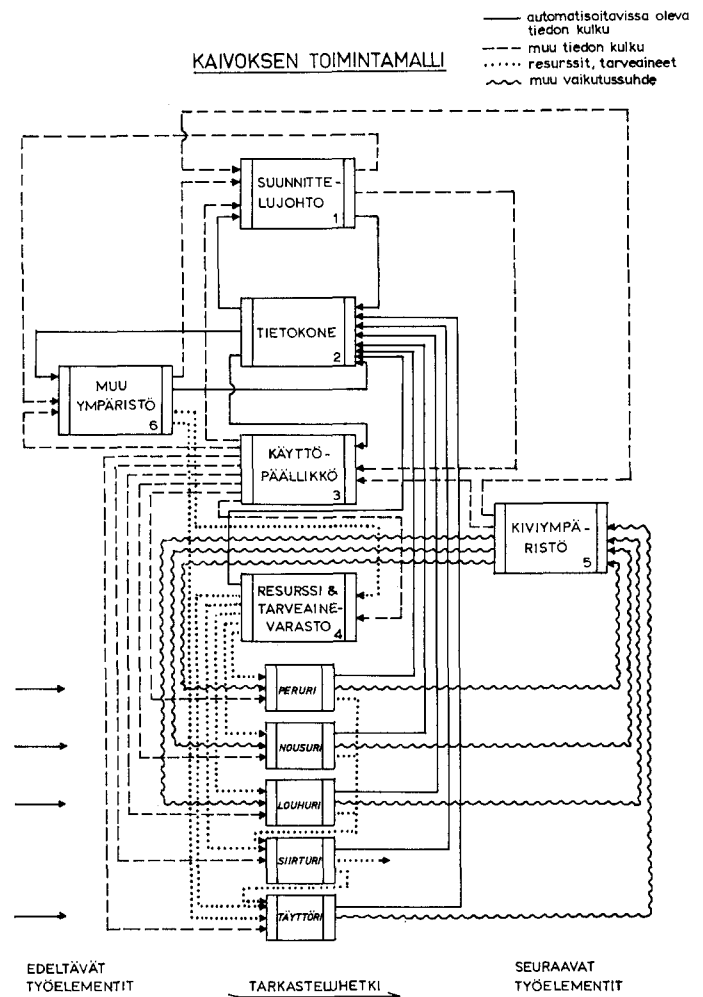
Edellä käytetyn sanaston mukaan suunnittelu on jatkuva organisointiprosessi. Organisoinnissa tapahtuva kokonaisuuden jako elementteihin tekee aktiivisista elementeistä samalla myös informaatiolähteitä. Osien kytkentä kokonaisuudeksi voidaan yleensä tehdä monella eri tavalla eli ts. suunnittelijan on 1. määriteltävä kaikki vaihtoehtoiset toimintasuunnat, 2. valittava näistä parhaiten (annettua) päämäärää palveleva vaihtoehto. Tällaista valintatilannetta käsittelevät matemaattiset peli- ja päätösteoriat.

Päämäärä on suunnittelijalle arvo, jolla mitataan suunnitelman hyvyys. Kaivoksen suunnittelun tapauksessa näitä ovat (ilman tärkeysjärjestystä) 1. pienet malmitappiot, 2. tasainen tuotanto, 3. turvallisuus ja 4. kannattavuus. Käytännössä erilaisia vaihtoehtoja saadaan jo yhdestä suunnitelmasta erilaisin lähtöolettamuksin. Suunnittelutyön "raaka-aineet" ovat siis toimintaorganisaatio ja info. Organisaatio kertoo miten suunnitelman hyvyys analysoidaan ja info mittaa hyvyttä kuvaavan arvon määrän. Tämän mukaan suunnittelija tarvitsee mallin, jolla voidaan kehittää erilaisia variaatioita tehdyille suunnitelmaille ja myös mitata kunkin hyvyys. Mallilla on voitava kaivoksen tapauksessa pelata "entä jos"-peliä ennen muuta resurssien määrän ja häiriöiden sekä kiviympäristön laatu- ja lujuusominaisuuksissa tapahtuneiden yllätysten kanssa.

Kaivos monimutkaisena mukautuvana systeeminä

Kuvassa 3 on kaivoksen toimintamalli, jonka elementit ovat suunnittelu- ja johtoryhmä (strateginen taso), tietokone (toiminnan hyvyttä mittaava info), käyttöpäällikkö (taktinen taso), resurssi- ja tarveainevarasto, kivi- ja muu ympäristö sekä kullakin hetkellä ajankohtaiset työelementit. Kuvaa voidaan havainnollistaa laskutikun hahloilla tai suurennuslasilla, jonka alta valmistunut työelementti siirretään pois ja tilalle tulee järjestyksessä seuraava elementti. Hahlon alla ollessaan on kukin elementti erityisen valvonnan alaisena: sille asetettua tavoitetta verrataan jatkuvasti todelliseen tilanteeseen. Samalla elementistä kerätään infoa, joka palvelee lähinnä kahta tarkoitusta, 1. systeemin ymmärtämistä tai oppimista ja 2. systeemin kehityksen ennustamista.

Jos info saa käyttöpäällikön lisäämään jonkin työelementin käytettävissä olevia resursseja on kysymyksessä tietokoneen kautta tullut takaisinkytkentä, joka aiheutti vahvistusta. Edelleen voi takaisinkytkentä johtaa työelementtien toteutusjärjestyksen muuttamiseen (organisaatiomuutos).



Kuva 3. Kaivoksen toimintamalli.

Fig. 3. The mine model.

Yllä mainitussa tietokone on esiintynyt "kaivos-systeemin" infon säilyttäjänä, käsittelijänä ja raporttoijana. Mikäli koneeseen ohjelmoidaan myös työelementtien toimintaa ja kytkentöjä kuvaava malli (esim. PERT-verkko) voi kone samalla tavoin kuten todellista kaivosta, säilyttää, käsitellä ja raportoida mallin infoa. Malli voidaan silloin tehdä (tarkasteluhetkellä todellisuuteen sidotuksi ja kaivoksessa toteutuneita tehoja ja kustannuksia käyttäväksi) ennustavaksi kaivoksen malliksi ja sillä voidaan joitakin avainparametrejä muuttamalla kehittää vaihtoehtoisia kuvia tulevasta kehityksen kulusta. Jos (PERT-verkon) resurssi- ja kustannusanalyysit ovat mukana järjestelmässä saadaan samalla myös infoa vaihtoehtoisten suunnitelmien hyväydestä.

Edellä mainittiin, että hahlon alla olevan työelementin tilaa verrataan jatkuvasti (taktisella tasolla) vastaavaan suunnitelmaan, joka on kaivoksen osatavoite. Kaivoksen kokonaistavoite (tietty määrä metalleja vuoden lopussa) koostuu kaikkien vuoden aikana toteutuvien elementtien osatavoitteista. Mallin avulla voidaan joka hetki ennustaa tulos vuoden lopussa ja vastaavasti verrata sitä kokonaistavoitteeseen.

Kuvien 1—3 esittämien aktiivisten elementtien käyttäytyminen voidaan periaatteessa esittää sisäänmeno- ja ulostulovektorien välisten siirtofunktioiden avulla eli jokainen elementti voidaan korvata yhtälöryhmällä. Jos lisäksi elementtien välinen kytkentä esitetään matriisimuodossa, voidaan osoittaa, että koko systeemin käyttäytyminen on kuvattavissa vektoryhtälöryhmällä. Tässä yhteydessä ei ole tarkoitus syventyä näihin matemaattisiin mahdollisuuksiin, jotka löytyvät esim. teoksesta (4). Todettakoon vain, että yllä esitetty systeemiteoreettinen menetelmä tarjoaa myös erittäin pitkälle ulottuvan matemaattisen rungon, jonka varassa voidaan kehittää hyvinkin erilaisia käytännön sovellutuksia.

Kuvassa 4 on havainnollisuutensa vuoksi vielä esitetty kuva 3 kaivosmallin kytkentä matriisimuodossa. Elementtien nimet ovat sekä vaaka- että pystyriveillä. Elementtien välinen kytkentä on esitetty vastaavaan risteykseen kirjoitetulla numerolla 1. Tyhjä vastaa numeroa 0. Tietyn elementin kaikki sisäänmenot ovat vastaavassa pystysarakkeessa ja kaikki ulostulot vastaavalla rivillä. Pelkkiä nollija sisältävät rivit ja sarakkeet paljastavat nk. pinta-elementit, joiden kautta avoin systeemi on yhteydessä ympäristöönsä. Suljetussa systeemissä ei ole pintaelementtejä. Matriisin lävistäjän alapuolella olevat ykköset osoittavat systeemin takaisinkytkentälenkit. Kuvasta näkyy mm. PERT-verkon tunnettu vaatimus: Verkossa ei saa esiintyä silmukoita.

Loppusanat

Tässä paperissa esitetty metodologia on ollut lähtökohtana ja ohjeena suunniteltaessa kaivoksen suunnittelu- ja raportointijärjestelmää. Tällaiset järjestelmät (kuten myös esim. rikastamoiden säätöpakettit) ovat aina ennen kaikkea infon käsittelyjärjestelmiä, joiden tehokkuudesta koko toiminnan tehokkuus hyvin suurella määrällä riippuu. Infon siirron nopeus on käytännön elämässä ensiarvoisen tärkeä. Tästä syystä suunnittelu- ja raportointijärjestelmät tulisi toteuttaa kaivosten omilla prosessitietokoneilla. Useilla tuotantolaitoksilla on jo tehokkaita koneita, joissa on vapaata kapasiteettia riittävästi myös monipuoliseen kaivosmallin kehittämiseen, mikäli asianomaiset piirit näin haluavat. Kyseessä olisi siten lähinnä olemassa olevan työkalun käytön tehostamista ilman uusia laiteinvestointeja.

Käsitelty aihepiiri on laaja ja se sisältää monia erittäin tarpeellisia myös ulkopuolisille tutkimuslaitoksille ja korkeakouluille sopivia tutkimus- ja kehityskohteita. Siltä varalta, että jokin tällainen laitos on kiinnostunut myös käytäntöä palvelevasta sovellutustyöstä, esitetään seuraavassa vielä muutama kehitystyötä kaipaava aihe.

MALLIKAIVOKSEN RAKENNEMATRIISI

C _{rs}	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13														
	1	0	1	1			1								
2	1	0	1												TIETOKONE
3	1		0	1				1	1	1	1	1			KÄYTTÖ
4	1		1	0				1	1	1	1	1	1		RES.& TARV. VARASTO
5	1		1		0			1	1	1					KIVIYMPÄRISTÖ
6	1	1		1	0								1		MUU YMPÄRISTÖ
7						0	1	1	1	1	1				EDELTVÄ ELEM.
8		1		1			0		1	1	1				PERURI
9		1		1				0	1	1	1				NOUSURI
10		1		1					0	1	1				LOUHURI
11		1		1						0	1	1			SIIRTURI
12		1		1							0	1			TÄYTTÖRI
13													0		SEURAAVA ELEM.

SUUNN.-JOHTO
 TIETOKONE
 KÄYTTÖ
 RES.& TARV. VARASTO
 KIVIYMPÄRISTÖ
 MUU YMPÄRISTÖ
 EDELTVÄ TYÖLEM.
 PERURI
 NOUSURI
 LOUHURI
 SIIRTURI
 TÄYTTÖRI
 SEURAAVA TYÖLEM.

PERT

TYÖELEMENTIT

Kuva 4. Edellisessä kuvassa esitetyn mallin kytkennät matriisimuodossa. Diagonaalin alapuolella olevat ykköset osoittavat mallin takaisinkytkentälenkit. Kaivoksesta riippumatta rakenne on periaatteeltaan oheisen kuvan mukainen. Eri kaivosten kytkentäerot aiheuttavat muutoksia oikeassa alanurkassa esitetyn PERT-verkon diagonaalin yläpuolisessa osassa. Diagonaalin alapuolinen osa on aina tyhjä, koska PERT-verkossa ei esiinny silmukoita.

Fig. 4. The coupling matrix of the model. Different types of mines cause different couplings in the PERT-part of the matrix, other parts remain unchanged.

1. Tänä päivänä tulee kaikki perustieto kaivoksesta manuaalisesti täytetyillä paperilapuilla. Kaivosprosessin suureiden mittausta ja mittaustulosten siirtoa ei ole saatu kehittymään rahtuakaan muutama sataan vuoteen. Tarvittaisiin lastauskoneisiin sijoitettu (esim. kauhan akseleihin sijoitettu jännitystila-anturi tai hydrauliiikan painemuutoksiin perustuva) vaaka, jolla koneen lastaama kivimäärä jatkuvasti punnittaisiin. Sama koskee parametrien mittaamista: suurten jumbojen tehot ja toiminta-asteet tulisi mitata automaattisesti.
2. Edelliseen liittyen tarvitaan langaton viestiyhteys koneelta työpaikoilla (lastauspaikat, kaatopaikat ja valmistavien töiden porauspisteet) sijaitseviin vastaanottimiin, joista puolestaan voi olla kaapeliyhteys tietokoneeseen.
3. Vaikka edellä korostettiin sitä, että "kaivosmalli" viime kädessä palvelee toimivaa tuotantolaitosta ja että mallin tulisi olla paikallisissa tietokoneissa, ei se merkitse sitä, ettei aihetta voisi kehittää vaikkapa korkeakoulussa. Esitetty menetelmä ja ongelmat ovat täysin yleisiä ja yksityisestä kaivoksesta riippumattomia. Johonkin ulkopuoliseen tietokoneeseen voitaisiin helposti rakentaa yleinen kaivosmalli, eräänlainen "testipenkki", jossa eri kaivosten ajankohtaisten kytkentöjen systeemiominaisuuksia tutkittaisiin. Lie nee esimerkiksi rakennettavissa eri *louhintamenetelmien* PERT-mallit, joiden soveltuvuus suunnitelluissa paikoissa voidaan tutkia "testipenkkiä" käyttäen.
4. Edellä kuvattujen aktiivisten elementtien toiminnan tutkiminen on ensiarvoisen tärkeää mallin luotettavuuden ja todenmukaisuuden lisäämiseksi. Esimerkkinä tästä aihepiiristä on diplomityö "R. Sepponen: Katkon kesto usean perän louhinnassa, HTKK (1973)".

Lopuksi korostettakoon vielä, että tässä paperissa on keskitytty kaivoksen systeemitekniiseen käsitteilyyn. Pienintäkään aikomusta ei ole ollut väheksyä muita monen mielestä tärkeämpiäkin ajatusmalleja (esim. kalliomekaniikka). Perimmäisenä tarkoituksena sen sijaan on ollut osoittaa, että systeemiteorian tarkoitus on toimia eri menetelmiä yhdistävänä luurankona.

Summary

General systems theory is introduced and the possibilities and usefulness of the respective terminology in mine planning are thoroughly discussed.

Kirjallisuus:

1. **Boulding, K.** General Systems Theory — the Skeleton of Science, *Management Science*, 2 (1956), 197—208.
2. **Rapoport, A and Horwath, W. J.** Thoughts on Organization Theory, *General Systems*, 4 (1959), 87—91.
3. **Wiener N.** *Cybernetics*, John Wiley, New York (1961).
4. **Lange, O.** Wholes and Parts, A General Theory of System Behavior, Pergamon Press, Oxford (1962).
5. **Wittmann, W.** Unternehmung und unvollkommene Information. Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen (1959).
6. **Rapoport A.** The Promise and Pitfalls of Information Theory, *Behavioral Science*, I (1956).
7. **Ackoff R. L.** Towards a Behavioral Theory of Communication, *Management Science*, 4 (1957—58).
8. **Raiffa H.** Decision Analysis, Introductory Lectures on Choices under Uncertainty, Addison - Wesley, Reading (1970).
9. **Ashby, W. R.** An Introduction to Cybernetics, Chapman - Hall Ltd, London (1961).

Rouva Karin Stigzelius hoitaa Vuorimiesyhdistys r.y:n jäsenkortistoa, joten pyydämme Teitä ilmoittamaan mahdollisista paikan- tai 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 tjänst eller adressförändringar.

Tel. 90-427 260, adress: Ängskulla 7 C 20, 02200 Ängskulla.

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

Geologijaosto

järjestää syysekskursion Suomen Geologisen Seuran kanssa 4—6. 9. 1974 Kittilän alueella. — Rovaniemellä 3. 9. 1974 pidetään Geologijaoston kokous, jossa käsitellään ehdotusta jaoston uudeksi johtosäännöksi. Tarkempi ekskursio-ohjelma ja ilmoittautuminen Geologi-lehden toukokuun numerossa.

Metallurgisen koksin valmistus turpeesta

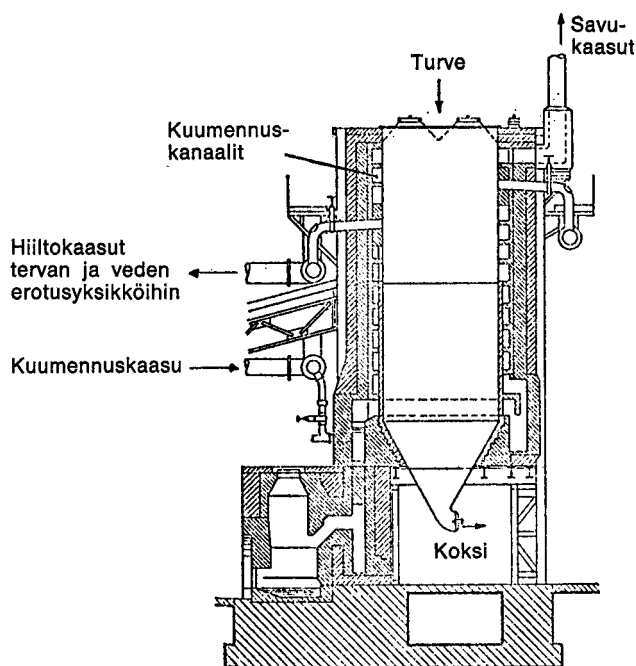
Dipl.ins. John Relander, Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimuslaitos, Pori

Turvekoksin valmistus

Turve on öljykriisin myötä tullut jälleen ajankoh-
taiseksi ja se on nykyään kivihiilen ja öljyn kanssa
kilpailukykyinen energialähde. Turvetta voidaan
käyttää paitsi polttoaineena myös raaka-aineena
edelleen jalostamista varten. Tärkeimpiä näistä tuot-
teista on turvekoksi.

Turvekoksia on lähinnä Keski-Euroopassa jo pit-
kään käytetty puuhiilen ohella ja valmistettu seu-
duilla, missä puuraaka-ainetta on rajoitetusti ollut
saatavissa. Nykyisin turvekoksia valmistetaan suh-
teellisen pienessä mitassa Länsi-Saksassa, Neuvosto-
liitossa ja Puolassa. Hollannissa ja Irlannissa on tur-
vehiiltämöjä, joissa valmistetaan aktiivihiiltä suo-
raan turpeesta.

Koksauslaitokset käyttävät suoralla tai/ja epäsuo-
ralla kiertokaasulämmityksellä puolijatkuvana toi-
mivia retortteja tai kuilu-uuneja. Lukuisia muita
turpeenhiiltomenetelmiä on esitetty, mutta ne ovat
toistaiseksi jääneet koeasteelle. Esimerkkinä tur-
peenkoksauslaitoksesta mainittakoon Nord Carbon
GmbH Oldenburgin Elisabethfehnissä. Laitos, joka
perustettiin vuonna 1905, on Länsi-Saksan suurin ja
sen kapasiteetti on tällä hetkellä 12000—15000 t
turvekoksia vuodessa. Tämä on vastannut noin 70 %
koko tuotetusta turvekoksimäärästä Länsi-Saksassa.
Tässä tehtaassa, joka toimii Wielandt-menetelmällä,
ilmakuiva turve hiilletään retorteissa, joiden mitat
ovat 8,4×3×0,4 m, (kuva 1). Useita retortteja (7 kpl)
on rakennettu yhteen. Retortit lämmitetään ulko-
puolelta siten, etteivät polttokaasut pääse kosketuk-
siin turpeen kanssa. Ennen polttoa jäähdytetään hiil-
tokaasut ja niistä erotetaan terva ja vesi. Kun tur-
peen kosteus on alle 35 %, saadaan ylimäärin kaa-
sua ja lämpöä. Retortteja käynnistettäessä ja silloin,
kun turve on poikkeuksellisen märkää, käytetään
lämmitykseen erillisen generaattorin tuottamaa kaa-
sua. Hiiltokaasuista poistetussa tervavedessä on fe-
noleja, 1—4 % etikkahappoa, 0,5—1 % metyylialko-
holia ja ammoniakkaa. Nykyään jätevesi haihdute-
taan ja poltetaan ja sen mukana myös aiemmin tal-
teenotettu terva, jonka määrä on ollut 4—5 % turve-
syötteestä. Turvekoksin saanti laitoksessa on noin
35 % turpeen kuivapainosta,



Kuva 1. Wielandt-prosessissa käytetty koksausuuni.

Fig. 1. The carbonizing furnace used in the Wielandt process.

Turvekoksin käyttö

Turvekoksilla on kuten puuhiilellä matala tuhka-
ja rikkipitoisuus, korkea lämpöarvo, se on helposti
syttyvä ja erittäin reaktiivista. Turvekoksin lujuus-
ominaisuudet ovat heikommät kuin kivihiilikoksin ja
sähkönjohtokyky matalampi. Eteläpohjanmaalaisesta
palaturpeesta 550—900 °C:ssa hiillettä turvekoksia
kuvaavat seuraavat arvot:

C-pitoisuus	80—93 %
haihtuvat komponentit	12—2 %
tuhkapitoisuus	3—8 %
rikkipitoisuus	0,1—0,2 %
fosforipitoisuus	0,03—0,1 %
rautapitoisuus	0,5—0,8 %
tehollinen lämpöarvo	7200—7500 kcal/kg

Tyypillinen tuhkan analyysi on:

SiO ₂	25—45 %
Al ₂ O ₃	12—20 %
MgO	4—7 %
CaO	7—18 %

Turvekoksia käytetään lähinnä korkeapiipitoisen ferropiin ja piimetallin valmistuksessa. Turvekoksien huokoisen rakenteen vuoksi se on erinomainen aktiivivihiilen raaka-aine. Pienempiä määriä käyttävät valimot, kemian teollisuus esimerkiksi rikkihiilen valmistukseen ja keraaminen teollisuus huokoisten tulenkestävien tiilien valmistuksessa. Turvekoksia on myös käytetty terästen pintakarkaisussa ja Puolassa sitä on käytetty hiilielektrodien valmistukseen. Turvekoksien käyttöä on myös kokeiltu rautamalmien sintrauslaitoksissa.

Turvekoksien valmistus ja tutkimukset Suomessa

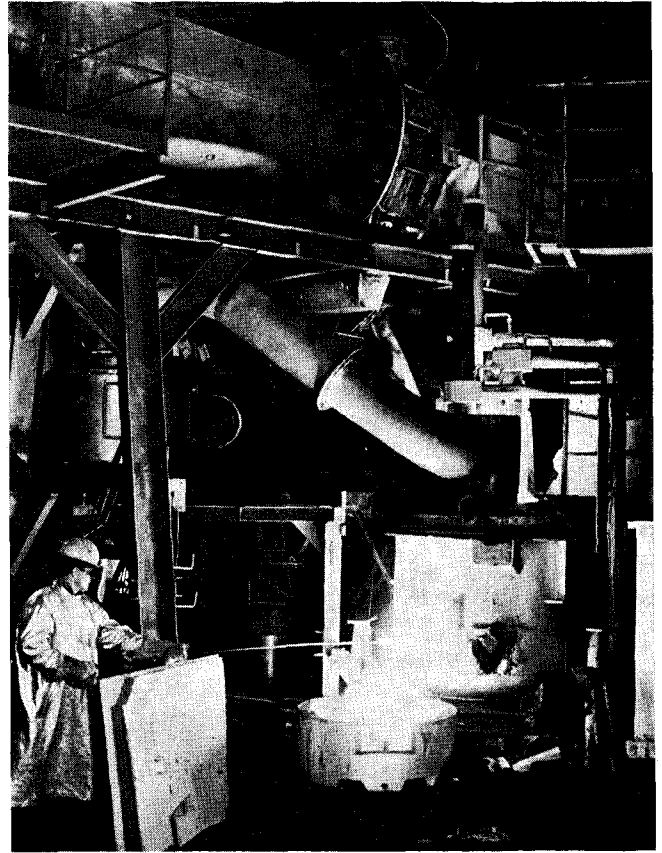
Suomessa turvekoksien valmistus on ajoittain ollut ajankohtaista ja tutkimuksia sekä kokeita on suoritettu. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus on laajalti tutkinut kotimaisten turvesoiden ja turvelaatuojen soveltuvuutta ja käyttökelpoisuutta mm. turvekoksien ja aktiivivihiilen valmistukseen. VTT:n turvelaboratoriolla on käytettävissään mm. yhteistyössä Koppersin kanssa suunniteltu koksaustorni. Teollisesti ei turvekoksia Suomessa ole valmistettu.

Outokumpu Oy:n mukaantuloon turvekoksien hankkeeseen vuonna 1970 vaikutti lähinnä ferrokromin valmistuksessa käytettävän koksien saannin ajoittainen epävarmuus, koksien kohonnut hinnat ja tiukentuneet laatuvaatimukset ferrokromin rikkipitoisuuden suhteen. Koska kaupalliset koksausmenetelmät todettiin vanhanaikaisiksi ja monimutkaisiksi, aloitettiin kesällä 1971 yhtiön Metallurgisessa Tutkimuslaitoksessa Porissa tutkimukset uuden menetelmän kehittämiseksi. Ensimmäinen koetehdasmittakaavainen turpeenkoksaus suoritettiin keväällä -72. Syksyllä 1973 suoritettujen koetehdasmittakaavainen koeajojen jälkeen katsottiin menetelmän olevan toteutus- ja myyntikelpoinen. Näissä koekoksauksissa on Porissa valmistettu n. 40 t turvekoksia, jota on käytetty mm. ferrokromin sulatustutkimuksissa. (Kuva 2)

Turpeen kuivatuslaus

Turvetta kuivattamalla orgaaniset yhdisteet hajoavat ja uusia yhdisteitä muodostuu. Kuumennettavasta materiaalista erkanevat tervot ja kaasut, jotka sisältävät hyvin monia orgaanisia yhdisteitä, hiili rikastuu jäännökseen. Kun turvetta hitaasti kuumennetaan reaktorissa tapahtuvat turpeessa seuraavat muutokset:

20—120 °C	Vettä sekä turvekuiduissa olevia kaasuja poistuu.
120—200 °C	Turveaine alkaa hajota ja sen hajoamistuloksina syntyy hiilidioksidia ja vesihöyryä. Pienet määrät metanolia, hiilimonoksidia ja hiilivetyjä muodostuu.



Kuva 2. Koetehdasmittakaavainen ferrokromisulatus turvekoksia käyttäen. Kuvan yläosassa näkyy osa turpeen koksauskokeissa käytetystä rumpu-uunista.

Fig. 2. Ferro-chromium pilot-tests using peat coke. In the background there is seen part of the furnace used for peat carbonizing tests.

200—450 °C Tällä lämpötila-alueella tapahtuu pääasiainen tervanmuodostus. Tervan ohella muodostuu vetykaasua, hiilivetyjä, fenoleja, etikkahappoa ja ammoniakkaa.

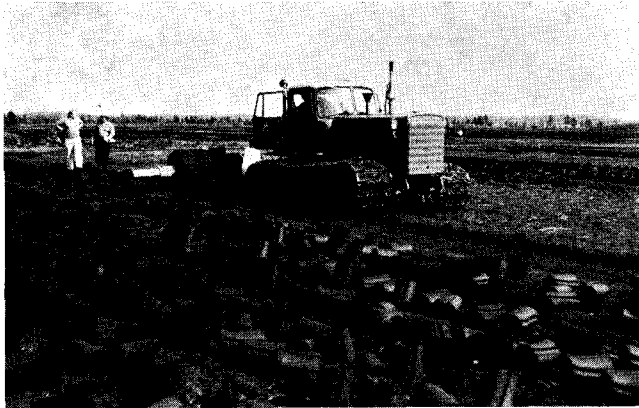
450—1000 °C Korkeimmissa lämpötiloissa kehittyy pääasiassa kaasuja: vetyä, ammoniakkaa, hiilimonoksidia, hiilidioksidia, hiilivetyjä. Koksien hiilipitoisuus nousee, happi- ja vetypitoisuus laskee ja typpipitoisuus pysyy lähes vakiona.

Kuivatuslauksen vaatima lämpömäärä on 200—260 kcal/kg kuivaa turvetta. Turvekoksien ominaisuuksiin vaikuttaa olennaisesti loppulämpötila sekä hiiltonopeus eri vaiheissa. Moniin teollisiin tarkoituksiin kelpaa noin 550 °C:ssa valmistettu turvehiili. Nimityksien horjuvuudesta johtuen jo tällaista tuotetta sanotaan myös puolikoksiksi tai turvekoksiksi. Loppulämpötilalla 550 °C saadaan suurin koksien ja tervasaalis, haihtuvien määrä koksissa on 12—15 %. Korkeammassa lämpötiloissa koksaattaessa tuotteen lujuus paranee ja haihtuvien pitoisuus alenee. Loppulämpötilalla 800—1000 °C saadaan koksia, missä haihtuvien aineiden määrä on vain noin 2 %. Hiilto-

netelmästä ja turpeen laadusta sekä maatumisasteesta riippuen saadaan koksisaaliit, jotka ovat 25—40 % laskettuna turvekuivapainosta. Jos terva otetaan talteen saadaan 5—15 % saalis hiiltomenetelmästä ja turpeen laadusta riippuen. Terva voidaan vedenerotuksen ja puhdistuksen jälkeen käyttää lähinnä lämmitysöljyn korvikkeena. Sen lämpöarvo on 8500—9000 kcal/kg. Tervaveden osuus on 4—9 % ja hiilokaasuja saadaan 20—30 paino-%, lämpöarvo 3000—3500 kcal/Nm³.

Turpeen nosto

Turvekoksien raaka-aineena käytetään vähätuokasta hyvin maatumutta turvetta, joka nostetaan palaturvemenetelmällä. Nostomenetelmä vaikuttaa olennaisesti koksien lujuusominaisuuksiin. Paras tulos on saatu nostokoneilla, jotka nostavat suhteellisen määrän turpeen, kosteus 85—90 %, noin puolen metrin syvyydestä leikaten ja tehokkaasti muokaten. Palaturve pyritään kuivaamaan kentällä keskimää-

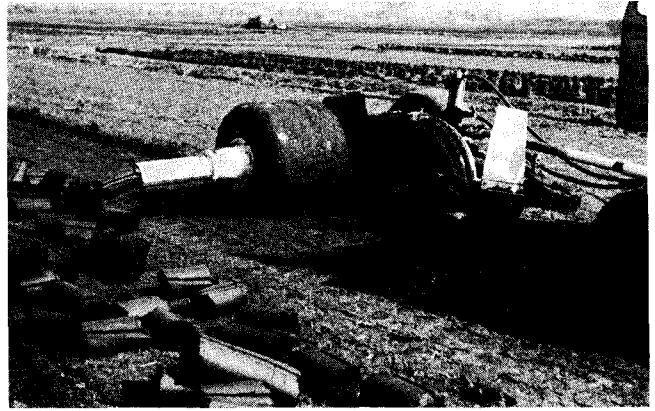


Kuva 3. Raaka-ainetta turvekoksikokeita varten nostetaan venäläisellä MTK 12 -koneella.

Fig. 3. Sod peat production for carbonizing tests with the MTK 12 machine.

rin 35 % kosteuteen. (Kuvat 3 ja 4.) Suomalaisten turvekoneiden valmistajina ovat Lönnström Oy ja Pajulahti Oy aloittaneet sopivien palaturvekoneiden kehittämisen. Prototyypin testaus tapahtuu ensi kesänä Vapon kanssa yhteistyössä.

Jyrsinturpeesta valmistettujen puristeiden käyttöä koksien raaka-aineena on myös kokeiltu. Näistä valmistetun koksien lujuusominaisuudet ovat kuitenkin heikot. Turvepuristeen lujuus ei vaikuta samalla tavalla kuin esimerkiksi ruskohiilipuriste saadun koksien lujuuteen. Termobriketoimalla jyrsinturvetta voidaan saavuttaa tyydyttävä tulos, mutta menetelmät ovat monimutkaiset.



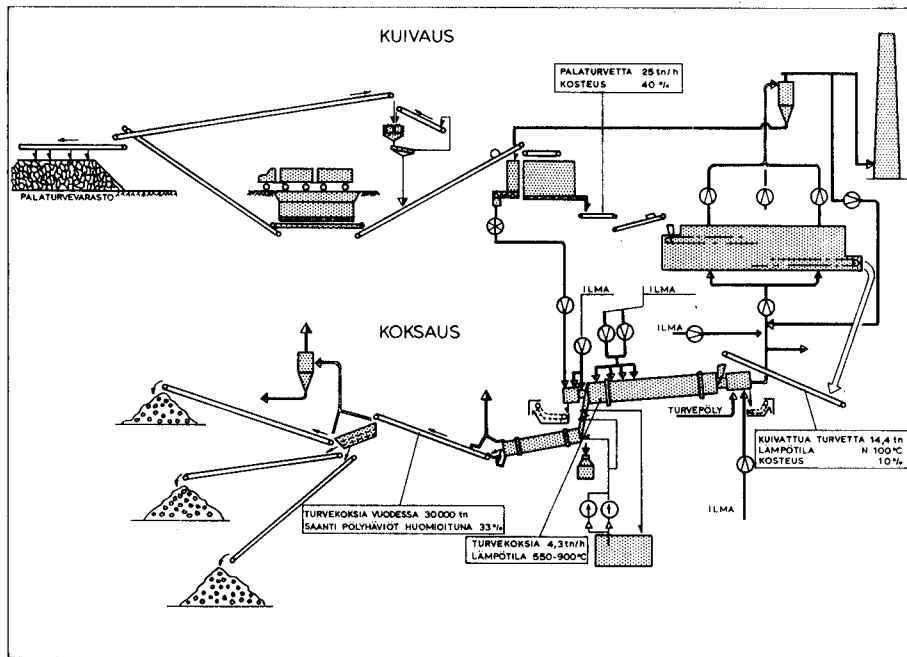
Kuva 4. Yksityiskohtia samasta koneesta.

Fig. 4. Detail of the same machine.

Outokummun koksausmenetelmä

Menetelmässä palaturvetta koksataan jatkuvana prosessina rumpu-uunissa. Kuivatislauksen vaatima lämpö kehitetään apupolttimolla ja polttamalla rumpu-uunissa siinä syntyviä haihtuvia aineita. Muihin menetelmiin verrattuna laitteisto on yksinkertainen ja kapasiteetti on suuri. (Kuva 5.) Raaka-aineena käytetään palaturvetta, jonka raekoko on 10—60 mm ja kosteus 35—45 %. Turve kuivataan nauha- tai rumpukuivaimessa koksauksesta tulevilla poltetuilla kaasuilla 10—15 % kosteuteen. Kuivauksen aikana tapahtuu turvepalojen voimakas kutistuminen ja halkeilemisen estämiseksi suoritetaan kuivaus hitaasti. Lämpötila on tässä yksikössä 150—250 °C.

Kuivattu turve koksataan rumpu-uunissa vastavirtaperiaatteella. Koska turpeen muuttuminen plastiseksi on heikompaa kuin kivihiilellä, materiaali pysyy koko ajan palamaisena ja prosessi voidaan suorittaa jatkuvana yhdessä vaiheessa. Koksauksen vaatima lämpö kehitetään polttamalla osa rumpu-uunissa syntyvistä haihtuvista aineista puhaltamalla lisäilmaa rumpu-uuniin. Tarvittava lisälämpö saadaan pienestä sykloniturvepoltimesta. Savukaasut sisältävät hiilidioksidia ja vesihöyryä, jotka korkeissa lämpötiloissa reagoisivat hiilen kanssa ja pienentäisivät koksisaalista. Häviöreaktioiden osuus jää kuitenkin vähäiseksi, koska turve kuivatisloutuessaan kehittää runsaasti omia kaasuja, jotka estävät sitä joutumasta kosketuksiin savukaasujen kanssa. Rummussa ei näinollen käytetä kaksoisvaippaa erottamassa kuivatislattavaa materiaalia ja savukaasuja. Koksien saanti on lähes sama kuin epäsuoralla lämmityksellä toimivassa hiiltoreaktorissa. Suoralla kuumennuksella varustetun rumpu-uunin lämpötilaa ja lämpötilaprofiilia voidaan säätää nopeasti ja suurissa rajoissa apupolttimolla ja lisäilmapuhalluksilla. Näin voidaan valmistaa eri tarkoituksiin sopivaa tuotetta samassa yksikössä. Koksauksikaasut, jotka sisältävät tervaa ja pölyä, poltetaan jälkipolttokammiossa.



Kuva 5. Prosessikaavio.

Fig. 5. Process flow sheet.

Kuuma koksi, 550–900°C, jäädytetään osittain epäsuorasti ja sen jälkeen suorasti vesisuihkuilla pienessä rummussa. Sen jälkeen koksi seulotaan fraktioihin ja varastoidaan. Prosessi on kokonaisuudessaan jatkuvatoiminen.

Prosessia on koetehtaassa ajettu myös siten, että hiiltokaasuista on erotettu pölyt, terva ja tervavesi ennen kaasujen polttoa. Pienen tervasaaliin ja monimutkaisen työvaiheen takia on kuitenkin tällä hetkellä edullisempaa suorittaa jälkipolttot ilman tervanerotusta ja samalla saadaan hiiltokaasuista hävitettyä myrkylliset fenoliyhdisteet. Haitallisia jätteveisiä ei prosessissa synny. Prosessista jää lämpöä yli myös muuhun käyttöön. Noin puolet jälkipolton syntyvästä lämmöstä käytetään syöttöturpeen kuivauksessa.

Turvekoksitehtaan rakentaminen

Valtion polttoainekeskus rakentaa Peräseinäjoelle maamme ensimmäisen turvekoksitehtaan. Syksyllä 1973 tehtiin lisenssi- ja suunnittelusopimus ja tehdasalueella aloitetaan maansiirtotyöt ensi syyskuussa. Tehtaan käyntiinlähtö tapahtuu kesällä 1976. Kapasiteetti tulee olemaan ensimmäisessä toteuttamisvaiheessa 30000 t turvekoksia vuodessa.

Summary

A short description of the manufacture and use of peat coke is presented. The main production countries are West Germany and the Soviet Union. In addition, active carbon is manufactured from peat coke in Holland and Ireland.

There exists no commercial manufacture of peat coke in Finland today. The Peat and Oil Laboratory of the Technical Research Centre of Finland has carried out extensive research work on the investigation of the suitability of the peats of Finnish bogs as a raw material for the production of peat coke and particularly active carbon. The Outokumpu Company started the research and development work of a new process for the manufacture of peat coke in 1971 at the Metallurgical Research Centre in Pori. Pilot plant tests have been carried out. The peat coke produced has been used mainly in ferrochromium smelting tests.

In the process, dried sod peat is continuously carbonized in a rotating drum furnace. The heat needed is developed by burning part of the volatiles in the furnace and by using a small peat cyclone burner. The process gases, including dust and tar, are burned in a second burner after leaving the furnace. The heat is used in the drying process.

The State Fuel Centre in Finland is building the first peat coke plant in Peräseinäjoki with Outokumpu as main constructor. The plant will be in operation in 1976 and will have a capacity of 30,000 t of peat coke per year.

Rautarikasteiden sintrauksesta

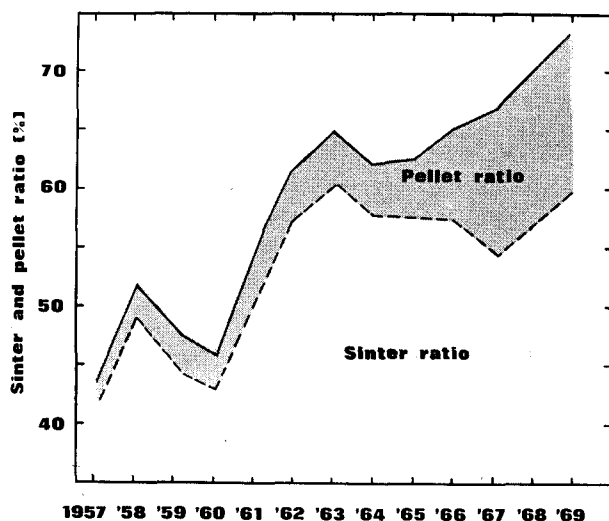
Dipl.ins. Mikko Kumpula, Rautaruukki Oy, Tutkimuslaitos, Raahе

Maailmassa tuotettiin vuonna 1972 raakarautaa noin 446 milj. tonnia. Tämän raakarautamäärän tuottamiseen käytetystä rautapitoisesta materiaalista oli sintterin ja pellettien osuus lähes 70 %. Yksistään sintterin osuus oli noin 50 %.

Sintterin osuuden voimakas kasvu masuunin panosmateriaalina ajoittuu 1950-luvun puoliväliin, jolloin kehitettiin menetelmä itsefluksaavan sintterin valmistamiseksi. Samanaikaisesti alettiin kiinnittää erikoista huomiota masuunipanoksen raekokoon, jolloin palamalmiin lisääntyneen murskauksen ja seulonnan tuloksena syntyi huomattavia määriä sintrausprosessissa käytettäväksi sopivia fraktioita. Siirtyminen rautarikasteiden tuotannossa yhä hienompiin fraktioihin, lähinnä suurempien puhtausvaatimusten takia, on osaltaan lisännyt mielenkiintoa sintterin valmistukseen.

Kuvassa 1 on esitetty sintterin ja pellettien osuuden kehitys masuunin panoksessa Japanissa vuosien 1957—1969 aikana.

Tätä kehitystä voidaan pitää hyvin yleismaailmalisena. Kuvasta käy ilmi, että vasta 1960-luvun loppupuolella on pellettien osuus alkanut kasvaa. Tämä johtuu siitä, että vasta tällöin saatiin pellettien käytössä esiintyneet vaikeudet ratkaistuksi.



Kuva 1. Panoskoostumuksen kehitys Japanissa vuosina 1957—1969 /1/.

Fig. 1. Transition of sinter and pellet ratio in Japan.

Toisaalta sintterituotanto on kasvanut voimakkaasti erityisesti 1970-luvun alkupuolella, mistä on osoituksena se, että vuosien 1970 ja 1971 aikana otettiin maailmassa käyttöön 10 kpl uusia sintrauskoneita, joiden kaikkien tehollinen pinta-ala oli yli 300 m², pääosan ollessa 400 m² ja suurimman 500 m² (Yawata, Nippon Steel).

Sinttereille asetettavat vaatimukset

Sintteriltä masuunin panoksena vaaditaan seuraavia fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia:

Kemiallisen koostumuksen tasaisuus

Tärkeimmät valvottavat komponentit ovat Fe, kuonaa muodostavat komponentit kuten CaO, SiO₂, Al₂O₃ ja MgO sekä erilaiset haitalliset epäpuhtaudet kuten Ti, Zn, P, S ja alkalit. Rautapitoisuuden muutokset aiheuttavat Fe/C-suhteen muuttumisen ja tätä kautta muutoksen myös masuunin alaosan lämpötilatasoon. Lämpötilalla on taas merkittävä vaikutus raakaraudan koostumukseen ja epäpuhtauksien jakautumiseen raudan ja kuonan kesken. Sintterin kuonaa muodostavien komponenttien pitoisuusvaihtelu vaikuttaa myös raakaraudan koostumukseen muuttamalla useiden alkuaineiden jakaantumista raudan ja kuonan kesken.

Kapea raekokoalue

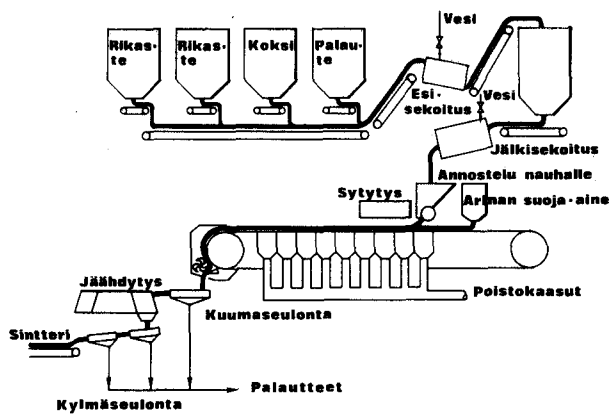
Panoksen kaasunläpäisevyys ja tätä kautta masuuniin puhallettava ilmamäärä riippuu miltei yksinomaan panoksen raekokojakaumasta. Mitä laajempi on raekokoalue, sitä huonompi on kaasunläpäisevyys. Erittäin voimakkaasti kaasunläpäisevyyttä heikentävät hienot fraktiot, yleensä < 5 mm:iä. Raekoolia on myös tietty vaikutus kemiallisiin reaktioihin, kuten kaasupelkistyksen nopeuteen.

Hyvät kylmä- ja kuumalujuusominaisuudet ja hyvä pelkistyvyys

Erytisesti on korostettava, että lujuuden tulee olla riittävä myös pelkistävissä olosuhteissa. Hyvä pelkistyvyys taas lisää ja nopeuttaa kaasupelkistyksen määrää ja vähentää siten tarvittavan koksien määrää.

Vaatimusten toteuttaminen ja laadunvalvonta sintrausprosessissa

Seuraava tarkastelu koskee erityisesti nauhatyyppiä sintrauslaitoksia, mutta on helposti sovellettavissa muunkin tyyppiin laitoksiin.



Kuva 2. Nauhatyyppinen sintrauslaitos.

Fig. 2. DL-sinter plant.

Sintrausseoksen kemiallisen koostumuksen vakioiminen

Sintrausseos koostuu normaalitapauksessa useista rikasteista. Rikasteiden sisäiset laatuvariaatiot sekä keskinäisten suhteiden hallitsemattomat muutokset ovat pääasiallisimmat syyt seoksen koostumusvaihteluihin.

Seoksen koostumusvaihteluiden pienentämiseksi on kehitetty erityyppisiä ja eri tavalla valvottuja sekoitusprosesseja, joista tässä lähemmin tarkastellaan erästä tehokkaimmista, ns. petausta. Petaussekoitus on yleistynyt viimeisten vuosien aikana erittäin nopeasti varsinkin keskisuurissa ja suurissa laitoksissa. Syynä tähän voidaan mainita raaka-aineiden suuri lukumäärä sekä se, että petaus vähentää ja rationalisoi raaka-aineiden käsittelyä.

Petaus on perusidealtaan kaksivaiheinen prosessi:

- ensimmäinen vaihe käsittää kasan rakentamisen kerrostamismenettelyä käyttäen ts. kasa koostuu ohuista kerroksista
- toinen vaihe sisältää kasan purkamisen useimmiten leikkaamalla kasa kohtisuorasti kerroksia vastaan.

Petauksen ensimmäinen vaihe voi tapahtua periaatteessa kolmella eri tavalla /2/:

- materiaalin syöttö kasaan tapahtuu yhdestä pisteestä, joka sijaitsee kasan keskilinjalla
- materiaalin syöttö kasaan tapahtuu useammasta pisteestä kasan leveysuunnassa
- materiaalin syöttö kasaan tapahtuu yhdestä pisteestä, joka liikkuu samanaikaisesti sekä pituus- että leveysuunnassa.

Kasa on

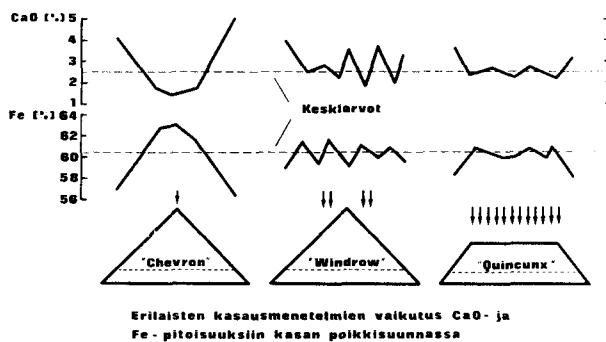
- kartiomainen, jos syöttöpiste on kiinteä
- rengasmainen, poikkileikkaukseltaan kolmio, jos syöttöpiste liikkuu ympyrän kaarta
- suorakulmainen, poikkileikkaukseltaan kolmio, jos syöttöpiste liikkuu suoraa pitkin

- suorakulmainen, poikkileikkaukseltaan puolisuunnikasmainen, jos syöttöpiste liikkuu samanaikaisesti sekä leveys- että pituussuunnassa.

Voidaan todeta, että siirryttäessä kartiomaisesta kasasta poikkileikkaukseltaan puolisuunnikasmaiseen kasaan

- pohjapinta-alaa kohti tuleva tonnimäärä kasvaa
- laitteistot tulevat monimutkaisemmiksi ja investoinnit kasvavat
- taipumus materiaalin fraktioitumiseen pienenee (kuva 3)
- saavutetaan suurempia käsittelynopeuksia

Kasan purkaussysteemin valinta on täysin riippuvainen ensimmäisessä vaiheessa käytetystä menetelmästä. Esimerkiksi käytettäessä "Chevronin" kerrostamismenettelyä (kuva 3) on purkaus tapahtuva samanaikaisesti kasan koko poikkileikkaukselta. Muut kerrostamismenetelmät antavat vapaammat valinnanmahdollisuudet purkaussysteemille.



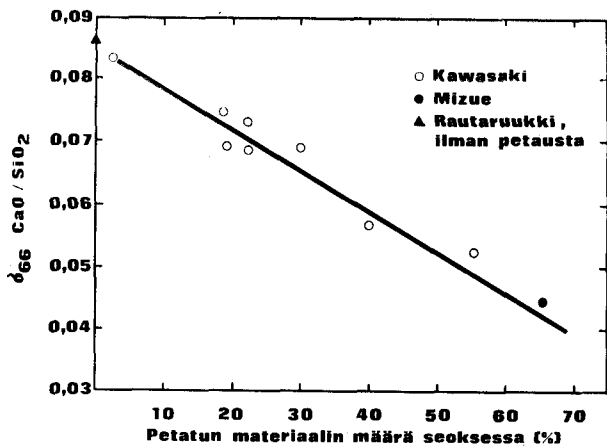
Kuva 3. Kasaussmenetelmät ja niiden vaikutus seoksen koostumukseen kasan poikkisuunnassa /2/.

Fig. 3. Lateral variability with different layering methods.

Petauskasaan tulevien kerrosten lukumäärä riippuu ratkaisevasti komponenttien analyysihajonnan laadusta ja suuruudesta. Sintrausprosessiin liittyvässä petauksessa käytetään yleensä 400—700 kerrosta kerrospaksuuden ollessa 1—3 cm /3/.

Petausprosessin tehokkuuden mittana käytetään yleisesti standardipokkeamien suhdetta ennen ja jälkeen petauksen. Käytännössä esiintyvissä parhaimmassa tapauksessa tämä suhde saa arvon 5 eli analyysihajonta on pienentynyt viidenteen osaan alkuperäisestä.

Sintrausprosessiin liittyneenä petauskasa sisältää kaikki sintrausseokseen kuuluvat komponentit lukuunottamatta osaa kalkista ja polttoaineesta. Näin on pyritty eliminoimaan mahdollisimman paljon annostelun aiheuttamasta hajonnasta. Kuvassa 4 on esitetty, miten seoksen petaus vaikuttaa sinterin CaO/SiO₂-suhteen hajontaan.

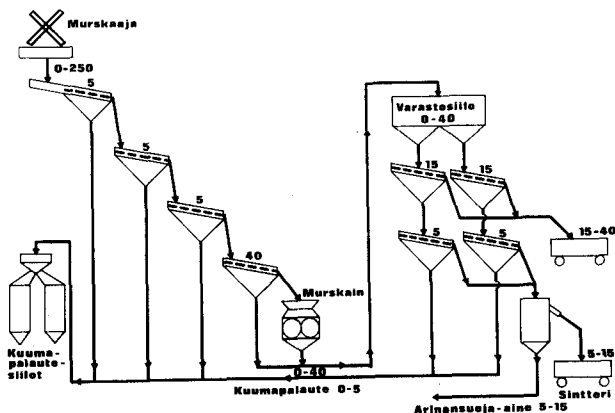


Kuva 4. Petauksen vaikutus sintterin CaO/SiO₂-suhteen hajontaan /3/.

Fig. 4. Relation between σ_{CaO/SiO_2} in sinter and ratio of bedding ore in sinter mix.

Sintterin raekoko

Valmiin sintterin raekoko riippuu sintterin lujuusominaisuuksista sekä käytettävistä murskaus- ja seulontalaitteista. Laitteista muuntamalla saadaan aikaan haluttu lopullinen raekoko.



Kuva 5. Nykyaikaisen sintraamon murskaus- ja seulontalaitteet.

Fig. 5. Crushing and screening facilities in modern sinter plant

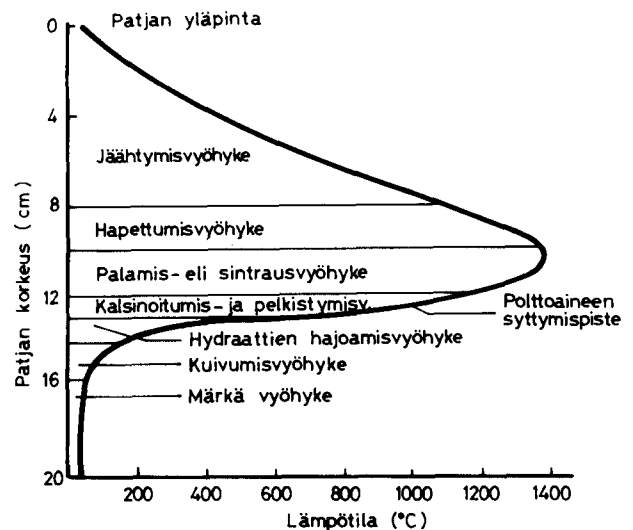
Sintterin kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet

Varsinainen sintraustapahtuma voidaan jakaa karkeasti seuraaviin osaprosesseihin:

- materiaalipatjan läpi virtaava ilma ja sen vaikutus prosessiin
- kaasujen ja kiinteän materiaalin välinen lämmönsiirto
- kiinteän polttoaineen palaminen
- kemialliset reaktiot, kuten kalsinoituminen, rautaoksidien pelkistyminen ja hapettuminen sekä silikaattien ja ferriittien muodostuminen
- rautaoksidien ja kuonafaasin osittainen sulaminen ja rekristallisoituminen.

Näiden osaprosessien tuloksena on tietyn tyyp-

pinen lämpötila- ja mineraaliprofiili kussakin patjan pisteessä sintrauksen aikana. Muuttamalla näitä profiileja voidaan vaikuttaa sintterin rakenteeseen ja mineralogiaan. Voidaan todeta, että sintterin kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet riippuvat täysin sintterin rakenteesta ja mineralogiasta ja hiukan yksinkertaistaen myös siten patjan lämpötilaprofiilista.



Kuva 6. Sintrauspatjan lämpötilaprofiili ja siihen liittyvät tärkeimmät kemialliset vyöhykkeet.

Fig. 6. Typical temperature curve for thermocouple in sinter bed.

Sintterin lopulliseen kemialliseen koostumukseen ja mineralogiseen rakenteeseen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kahteen pääryhmään:

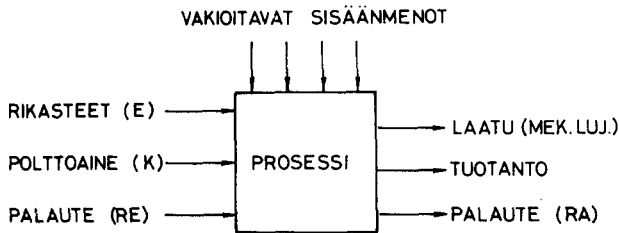
- raaka-ainetekijät eli lähtöaineiden kemiallinen ja mineraloginen rakenne sekä keskinäiset suhteet (Fe₂O₃/Fe₃O₄-suhde, CaO/SiO₂-suhde, raekoko ja muut lisäaineet)
- fysikaaliset tekijät
 - sintterikappaleen "terminen historia" eli kuinka kauan kappale on viipynyt kussakin lämpötilassa (lämpötila/aika-riippuvuus)
 - sintrauksen eri vaiheissa vallinnut atmosfääri (CO/CO₂-suhde, happipotentiaali).

Edellä olevaan jaotukseen perustuen voidaan laatia luettelo niistä tekijöistä, joilla voidaan vaikuttaa sintterin ominaisuuksiin:

- muuttamalla raaka-ainepohjaa
- käyttämällä eri määriä (myös eri laatuja) lisäaineita (kuonamatriisin määrä ja laatu)
- muuttamalla sintrauksen teknologista suoritusta siten, että lämpötila/aika-käyrän muoto muuttuu (palautteen ja polttoaineen määrä, seoksen kaasunläpäisevyys ja käytetty ilmamäärä)

Kun tarkastellaan tiettyä sintrauslaitosta ja tiettyä raakaseosta, tulee suurin osa edellämäistä vaikuttavista tekijöistä vakioitua. Jäljelle jää kontrolloitu määrä muuttujia riippuen valitusta valvontaja säätöjärjestelmästä. Näistä tavallisimpia ovat voimakkaimmin lämpötila/aika-käyrään vaikuttavat kuten seoksen palaute- ja polttoainemäärät.

Rautaruukki Oy:n sintrauslaitoksessa on ensisijaiseksi valvontasuureeksi valittu sintterin mineralogia ja toissijaiseksi sintterin tuotanto sekä säätösuureeksi seoksen polttoaine- ja palautemäärät. Muut tekijät on pyritty mahdollisuuksien mukaan vakioimaan erillisin toimenpitein (kuva 7).

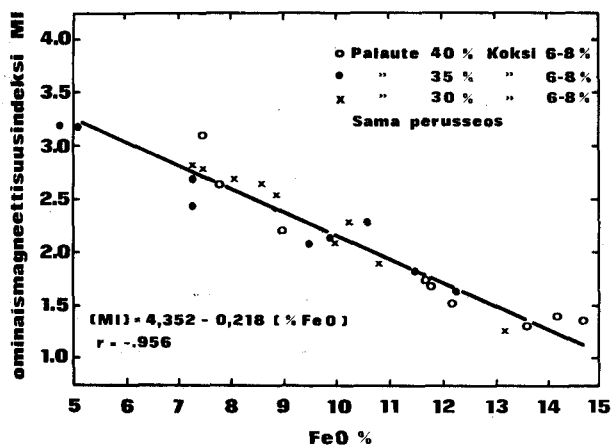


Kuva 7. Sintrausprosessin sisäänmeno- ja ulostulosuureet. Käytetty palaute (RE) = syntyvä palaute (RA).

Fig. 7. The main input and output variables in sintering process.

Pyrkimyksenä on määrittää kokeellisesti sisäänmeno- ja ulostulosuureiden väliset riippuvuudet kullakin seostyyppillä. Koska sintterin mineralogian jatkuva seuraaminen on erittäin hankalaa, on pyritty löytämään yksinkertaisia ja jatkuvatoimisia menetelmiä, joiden avulla saadaan riittävällä tarkkuudella tietoa mineralogisesta rakenteesta ja siinä tapahtuvista muutoksista. Nämä vaatimukset täyttää sintterin ominaismagneettisuuden mittaukseen perustuva menetelmä. Ominaismagneettisuuden (lähinnä magneettitiin määrä) on todettu riittävällä tarkkuudella kuvaavan sintterin tärkeimpiä laatuominaisuuksia, kuten kylmälujuutta ja pelkistyvyttä. Menetelmän kontrollointikeinona käytetään silloin tällöin röntgenometrisesti määritettyjä faasisuoksia.

Kuvassa 8 on esitetty Rautaruukki Oy:ssä rakennetulla laitteella mitatun sintterin ominaismagneettisuuden riippuvuus kemiallisesti määritetystä FeO-pitoisuudesta.



Kuva 8. Sintterin FeO-pitoisuuden ja ominaismagneettisuuden välinen riippuvuus tietyllä seoksella.

Fig. 8. Relation between FeO and magnetic properties in sinter.

Tekijöiden välinen korrelaatio on erittäin hyvä, mikä ilmaisee sen, että kuonaan sitoutuneen kahdenarvoisen raudan määrä on ollut melko vakio eri sintterinäytteissä. Toinen, kuonaan sitoutuneen raudan ohella, hajontaa aiheuttava tekijä on mitatun materiaalin vaihteleva pakkausaste mitta-anturissa. Tätä virhemahdollisuutta voidaan olennaisesti vähentää valitsemalla mitatun materiaalin raekoko sopivasti.

Edellä esitetyn, jatkuvatoimisen, sintterin laatua kuvaavan mittausmenetelmän ratkaisevin etu muihin menetelmiin nähden on se, että mittaus voidaan suorittaa nopeasti jäädytetylle kuumapalautteelle, jolloin aikaviiveet ratkaisevasti lyhenevät. Normaalistihan laatutestit suoritetaan valmiille masuunikelpoiselle sintterille.

Sintrausprosessin kehitysnäkymiä

Nykyisin asetetaan masuuniin panostettavalle rautapitoiselle panokselle yhä tiukempia laatuvaatimuksia johtuen pyrkimyksestä minimoida masuunin polttoaineenkulutus. Viimeaikaisen sintrausprosessia koskevan kehitystyön tuloksena on sintterin ominaisuuksia voitu kehittää siten, että sintteri vastaa panokselle asetettuja kiristettyjä vaatimuksia. Toisaalta on myös kehitystyön tuloksena sintrausprosessin taloudellisuutta voitu edelleen parantaa. Näkyvimpinä tuloksina voidaan mainita suurentuneet yksikkökoot, pienentyneet palautemäärät ja alentunut polttoainekulutus. Nykytilanteessa voidaan vielä sintrausprosessin etuna pitää sitä, että siinä voidaan käyttää kiinteää polttoainetta, jolle asetetut laatuvaatimukset eivät ole kovin korkeat.

Kuten edellä todettiin, on petaussekoituksen käyttöönotto suurelta osin ratkaissut koostumuksen vaihteluun liittyneet ongelmat. Kun tähän liitetään kehittynyt annostelutekniikka, on analyysiin liittyneet ongelmat pääosin ratkaistu.

Sintterin ominaisuuksiin kohdistuneen tutkimustyön avulla on laatuun vaikuttavat tekijät pääosin selvitetty. Kuitenkin tulosten soveltaminen käytäntöön on vielä huomattavilta osiltaan kesken.

Sintrausprosessin laadunvalvontaan ja automatioon liittyvät tehtävät tulevat olemaan etualalla lähitulevaisuudessa. Tähän liittyen on runsaasti tutkimuspainosta keskittetty prosessia kuvaavien staattisten ja dynaamisten mallien kehittelyyn.

Pitkän tähtäyksen kehitystavoitteista sintrausprosessin osalta voidaan mainita seospatjan paksuuden huomattava kasvattaminen, palautemäärien edelleen pienentäminen ja yhä hienommille materiaaleille sopivan sintrausmenetelmän kehittäminen.

Kirjallisuus

- /1/ Tsujihata K., Prospects of Ironmaking Technology in Japan, Proceedings of ICSTIS, Suppl. Trans. ISIJ, vol 11 (1971), Part 1 ss. 33-36
- /2/ Bradley A., et al. Modern ore blending techniques, Iron and Steel, April (1971) ss. 89-94
- /2/ Suzuki G., et al. Blast Furnace Practice at NKK Fukuyama, Journal of The Iron and Steel Institute, vol 207 (1969) ss. 751-764

Jähmettymisen tutkiminen

Dipl.ins. Pekka Havola, OVAKO, Imatra

Tasapainopiiirros osoittaa jähmettymisessä syntyvien faasien laadun, koostumuksen sekä tilavuusosuuden. Tällöin oletetaan vallitsevan täydellinen tasapaino, jolloin syntyvällä kiinteällä sekä sulalla faasilla on koko ajan sama koostumus. Tasapainopiiirros ei kerro mitään ulkoisten jähmettymisolosuhteiden vaikutuksesta syntyvään rakenteeseen.

Kaupallisen metalliseoksen jähmettyminen johtaa aina tiettyyn määrään epähomogeenisuuksia, suotauksia sekä mikro- että makromittakaavassa. Tähän ovat syynä kiinteän ja sulan faasin erilainen kyky liuottaa seosaineita sekä sulassa tapahtuva sekoittuminen jähmettymisen aikana. Epähomogeenisuuksien jakauman määrää primäärinen jähmettymisrakenne, jonka muotoutumista säättävät ulkoiset jähmettymisolosuhteet. Nämä puolestaan vaihtelevat teollisessa valmistusprosessissa sekä paikallisesti että ajallisesti jähmettymisen aikana ja ovat siten vaikeasti hallittavissa sekä simuloitavissa.

Suotaumilla on ratkaiseva vaikutus mekaanisiin ominaisuuksiin. Niiden vaikutus voidaan hyvin rinnastaa erilaisten dislokaatorakenteiden merkitykseen. Lisäksi on todettava, että raudan tavanomaisen seosaineiden diffuusionopeus on niin pieni myös korkeissa lämpötiloissa, että myöhemmin tehtävä muokkaus ja lämpökäsittely eivät riitä suotaumien täydelliseen poistamiseen. Koska jokaisen metalliseoksen valmistukseen kuuluu välttämättä ainakin yksi jähmettymistapahtuma, on jähmettymisen ja siten epähomogeenisuuksien syntymekanismien tunteminen epäilemättä yksi metallurgisen tutkimuksen tärkeimmistä alueista. Huolimatta suuresta määrästä sekä tieteellistä että teknologista tutkimustyötä, tärkeimpien jähmettymisparametrien ja jähmettymisessä syntyvien rakenteiden välinen yhteys on edelleen epäselvä.

Teollisen jähmettymistutkimuksen kohteita

Aikaisemmin tehdyt tutkimukset ovat käsitelleet pääasiassa matalan sulamispisteen metalleja ja seoksia. Viimeaikainen kehitys tutkimustekniikan alalla on kuitenkin voimistanut teräksen jähmettymistutkimusta. Tätä on vielä lisännyt uusien, entistä taloudellisempien valumenetelmien kehittyminen. Prosessiolosuhteet poikkeavat näissä huomattavasti konventionaalisesta valannevalusta, joten saatu kokemusperäinen tieto ei suoranaisesti ole sovellettavissa niihin. Prosessin kehityksessä on tehty paljon työtä, mutta nyt on koittanut aika, jolloin myös jähmettymistapahtuman teoreettista hallintaa on alettu pitää välttämättömänä. Jatkuvavalu on tyypillinen esimerkki tästä kehityksestä. On tunnustettava se tosiasia, että kaikki teräslaadut eivät sovellu yhtä hyvin jatkuvavaluun, siksi on kehitettävä erityisesti tähän prosessiin soveltuvia teräksiä.

Myös hitsauksessa tapahtuva jähmettyminen on tutkimuksen osa-alue, vaikka se tässä yhteydessä usein unohtetaan. Viimeaikaiset tutkimustulokset ovat osoittaneet, että tiettyjen hitsausmenetelmien yhteydessä syntyvät haurausilmiöt ovat suotautumisen tuloksena syntyneiden faasien aiheuttamia.

Kolmas alue, jossa tehokkaalla tutkimuksella voidaan saada paljon aikaan on suotaumavapaiden terästen kehittäminen pulverimetallurgista tietä, sint-raamalla; pulverin valmistukseen tässä prosessissa kuuluu usein osana jähmettyminen.

Tutkimusmenetelmistä

Suorien, teräksen jähmettymistä koskevien, mikroskooppisten havaintojen teko on yleensä vaikeata korkean lämpötilan takia. Tämän vuoksi tutkimuksiin liittyy tavallisesti kaksi vaihtoa: laboratoriomittakaavan laitteilla tapahtuva käytännön valuprosessin simulointi ja tätä seuraava rakennetutkimus.

Laboratoriokokeissa valmistetaan tavallisesti joko pieniä valanteita induktiouunin sisällä olevassa kookillissa tai käytetään gradienttijähmettymistekniikkaa. Molemmista menetelmistä on mahdollisuus keskeyttää jähmettyminen halutussa vaiheessa sammutuksella. Yleensä vain ensin mainitussa menetelmässä voidaan tehdä terminen analyysi. Kummallakin tavalla on etunsa ja haittansa, joten ne parhaimmillaan täydentävät toisiaan. Molempien menetelmien laitekustannukset ovat pienet. Laitteistot soveltuvat erityisen hyvin korkeakouluissa tehtäviin tutkimuksiin.

Kolmas usein käytetty tekniikka on suuntainen jähmettyminen, jossa käytetään yhdeltä sivulta voimakkaasti jäädytettyä ja muilta sivuilta eristettyä muottia. Tätä menetelmää käytetään myös teollisessa turbiinilapojen ja komposiittimateriaalien valmistuksessa. Kaikilla kolmella tekniikalla on teollisia valuprosesseja simuloitaessa yksi heikkous; niissä ei synny sulavirtauksia. Kuitenkin ne antavat useimmiten täysin riittävän tiedon tutkittavan seoksen jähmettymisestä.

Rakennetutkimuksiin soveltuu erityisen hyvin scanning-elektronimikroskoopi varustettuna mikroanalyysointilaitteilla. Mikroanalyysointilaitteiden käyttö on täysin välttämätön suotaumien selvittämisessä.

Läpivalaisutekniikka täydentää rakennetutkimuksia, sekä jähmettymisessä syntyneiden faasien että dislokaatorakenteiden selvityksessä. Valomikroskopia ei kuitenkaan sovi unohtaa, sillä yleiskuva dendriittirakenteesta on vain sen avulla saatavissa.

Jähmettymistutkimus OVAKO:ssa

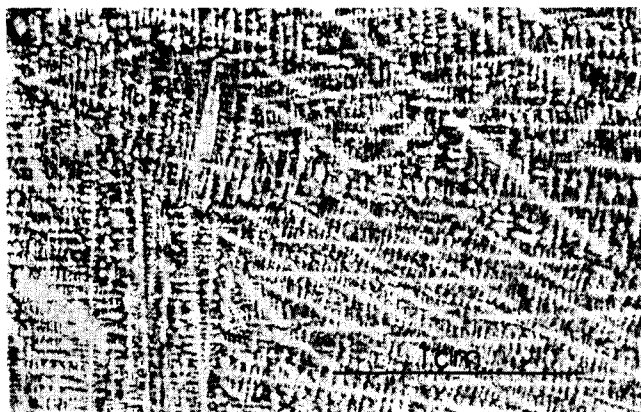
OVAKO:n tutkimustoiminnassa aloitettiin noin kaksi vuotta sitten teräksen jähmettymisrakenneita selvittävää pitkän tähtäyksen tutkimus. Päätaavoitteena

on kehittää erityisesti jatkuvavaluun soveltuvia teräksiä. Tiettyjen laatuojen suuri halkeilutaipumus jatkuvavalussa oli yksi syy projektin aloittamiseen. Alkuvaiheissa on tutkittu hiiliterästen jatkuvavalurakenteita. Vertailun vuoksi mukana oli myös yksi ruostumaton teräs. Tämän lisäksi on käynnissä yksi diplomityö, jonka aiheena on kromin ja mangaanin mikrosuotautuminen suuntaisesti jähmettyneessä teräksessä.

Eräitä tuloksia jähmettymistutkimuksesta

Dendriittirakenne

Teräs jähmettyy jatkuvavalun olosuhteissa dendriittisellä mekanismilla. Tämän aiheuttaa seosaineen hylkäämisestä johtuva lakimääräinen alijäähtyminen. Myös lämmönsiirtymisen kannalta dendriittinen kasvumuoto on edullinen. Koska dendriittirakenne määrää syntyvien epähomogeenisuuksien jakauman, on tärkeätä tuntea tämä kiteenkasvun mekanismi.

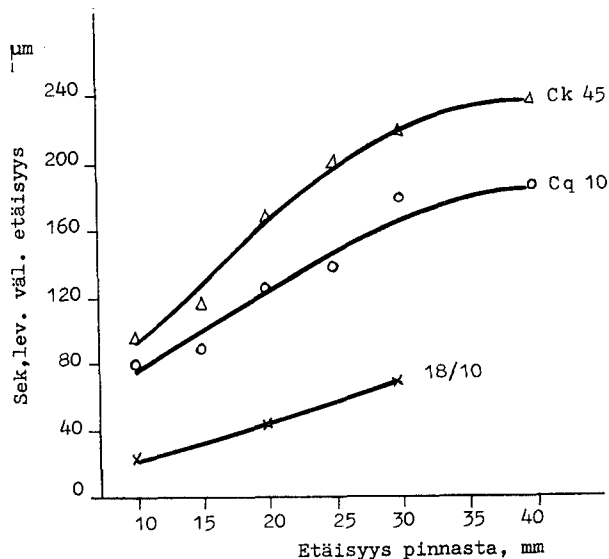


Kuva 1. Jatkuvavaletun niukkahiilisen teräksen dendriittirakenne läheltä teelmän (100 × 100) keskustaa.

Fig. 1. The dendritic structure near the centre of a low carbon steel billet. Billet size 100 × 100 mm².

Kuvassa 1 nähdään niukkahiilisen (0,10 % C) teräksen dendriittirakennetta läheltä jatkuvavaluteelmän keskustaa.

Huolimatta suhteellisen sekavan näköisestä rakenteesta dendriiteillä on hyvin tarkka kristallografinen kasvumorfologia. Primäärihaarat kasvavat päälämmönsiirtymissuuntaan. Niistä kehittyi kahteen toisiansa vastaan kohtisuoraan <100> -suuntaan sivuhaaroja, jotka myöhemmässä vaiheessa muodostavat levyjä. Juuri näiden sekundäärilevyjen välistä etäisyyttä pidetään rakenteen hienousasteen mittana. Kuvassa 2 on esitetty sekundäärilevyjen välisen etäisyyden muutos teelmän pinnasta sisään päin deltaferriittinä (Cq 10) ¹⁾ sekä austeniittina (Ck 45) ²⁾ jähmettyvälle teräkselle. Vertailun vuoksi on esitetty ruostumattoman austeniittis-ferriittisen teräksen vastaava käyrä. Tästä nähdään, että hiiliterästen välinen ero on pieni, ja että ruostumattoman teräksen rakenne on huomattavasti hienempi. Tämä on selitettävissä ns. paikallisen jähmettymisajan avulla, jolla tarkoitetaan sitä aikaa, mikä kuluu likviduksen ja soliduksen välisessä lämpötila-alueessa.



Kuva 2. Sekundäärilevyjen välinen etäisyys jatkuvavaletuissa hiiliteräksissä sekä ruostumattomassa teräksessä.

Fig. 2. Secondary dendrite arm spacing in carbon and stainless steels.

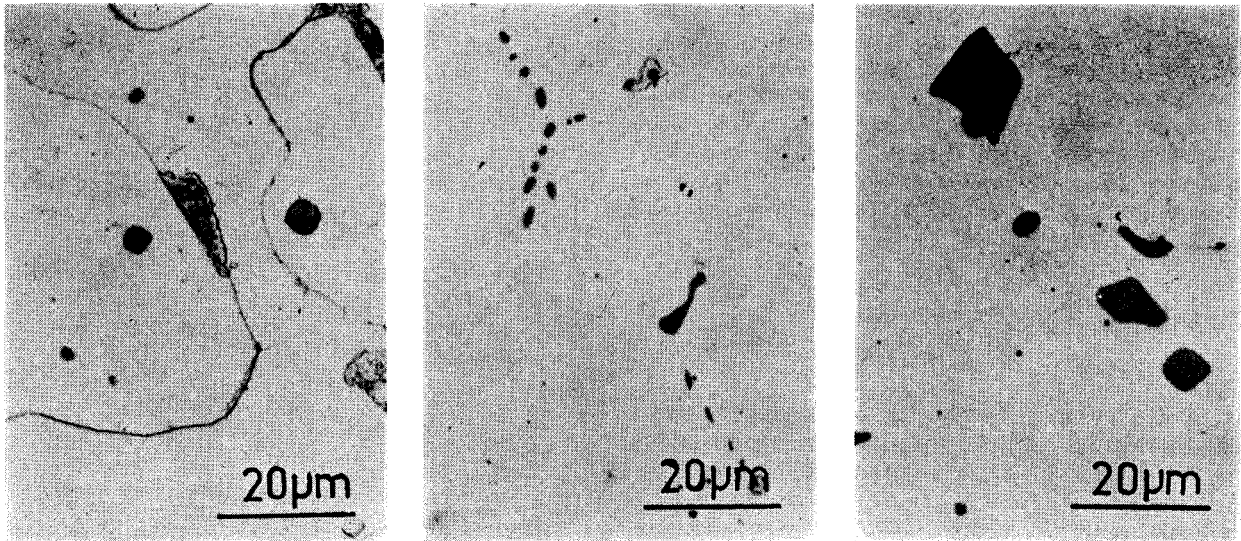
Mielenkiintoisen yksityiskohdan muodostaa primäärin raerakenteen ja dendriittirakenteen välinen yhteys. Usein on virheellisesti esitetty, että yksi dendriitti muodostaa yhden rakeen. Tällainen ei tilanne kuitenkaan ole, kuten kuva 3 osoittaa. Siitä nähdään, että jokainen rae sisältää useita dendriitin haaroja. Tästä kuvasta, joka on otettu kohtisuoraan primääristä kasvusuuntaa vastaan voidaan havaita dendriittisen kasvun tarkka <100> orientaatio. Koska primääriset rakeet muodostuvat alirakenteesta — dendriiteistä — raekoon hienontajilla on käytännöllistä merkitystä homogeenisuuden kannalta vasta kun raerakenne saadaan yhtä hienoksi kuin dendriittirakenne.

¹⁾ Cq 10, hiiliteräs C = 0,10 %
²⁾ Ck 45, hiiliteräs C = 0,45 %



Kuva 3. Primäärin jähmettymisessä syntyneen raerakenteen ja dendriittirakenteen välinen yhteys hiiliteräksessä.

Fig. 3. The primary grain structure and dendritic structure in a carbon steel.



Kuva 4. MnS-sulkeumat hiiliteräksessä. Tyyppi I (a), tyyppi II (b) ja tyyppi III (c).

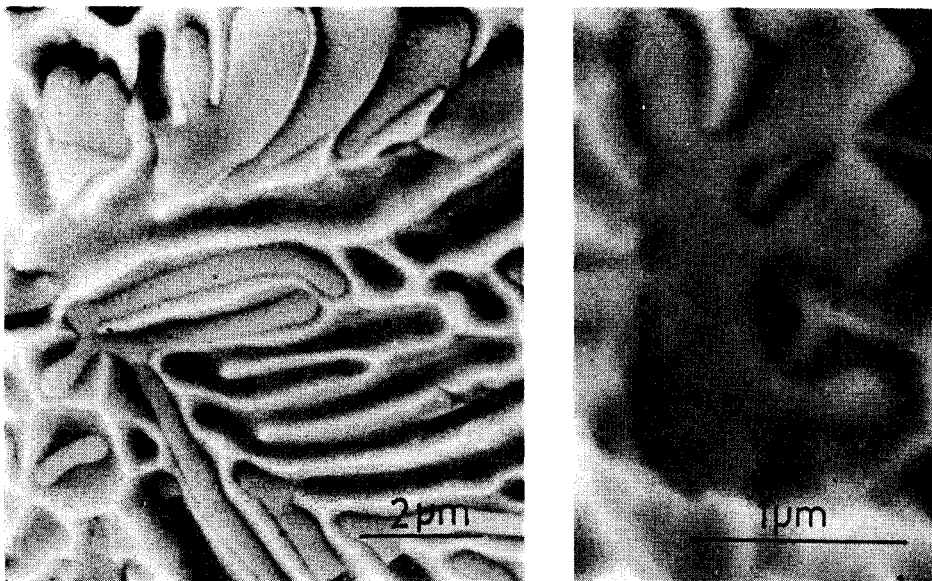
Fig. 4. MnS-inclusions in steels. Type I (a), type II (b) and type III (c).

Mangaanisulfidien syntyminen

Teräksessä oleva rikki sidotaan mangaanin avulla korkeassa lämpötilassa sulaviksi sulfideiksi. Sulfidien ydintymiseen tarvittava ylikyllästeisyys saavutetaan kuitenkin vasta niin myöhään, että sulfidit jäävät teräksen dendriittien välisille rajoille. Täten niiden muoto ja jakauma vaikuttaa teräksen mekaanisiin ominaisuuksiin.

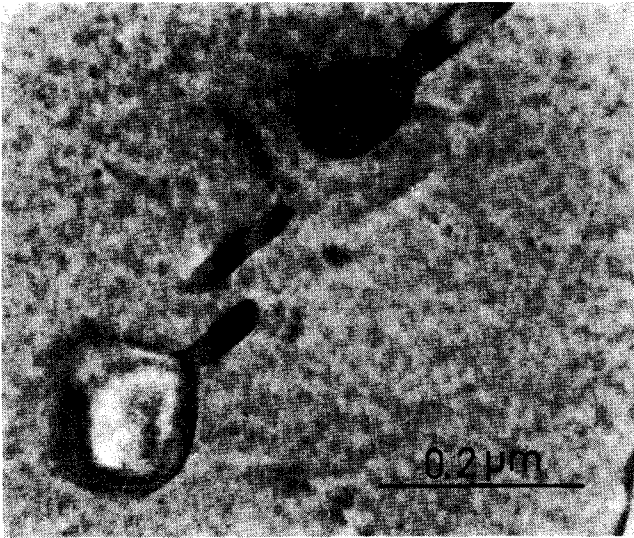
Sulfidien syntymekanismit ovat tällä hetkellä uuden tutkimuksen kohteena. Nykyisen käsityksen mukaan sulfidityyppejä on neljä, joista kolme ensimmäistä esiintyy teräksessä. Kuvassa 4 (a, b, c) nähdään nämä kolme tyyppiä. Tyyppi I (kuva 4a) on pallo-

mainen ja usein oksysulfidi. Sen on todettu syntyvän degeneroituneen monotektisen reaktion tuloksena. Tyyppin II (4b) on oletettu muodostuvan normaalin monotektisen reaktion tuloksena. Tätä on perusteltu sekä tasapainopiirrosten että kuvan 5a mukaisen saavamaisen kasvumorfologian avulla. Kuitenkin tässä tutkimuksessa todettiin, että myös tyyppin II sulfidilla voi olla anisotrooppinen kasvumuoto kuten kuva 5b osoittaa ja että kirjallisuudessa esitetty syntymekanismi voi olla virheellinen. Tyyppi III on kulkimikas (kuva 4c), mikä osoittaa sen syntyneen kiinteänä sulasta degeneroituneen eutektisen reaktion tuloksena. Tyyppi neljä on normaali eutektinen ja esiintyy vain valuraudoissa.



Kuva 5. Tyyppin II mangaanisulfideja niukkahiilisen teräksen murtopinnalla. (T Lepistö, TTKK).

Fig. 5. Type-II manganese sulfides on the fracture surface of a low carbon continuous cast steel. (T Lepistö, TTKK).



Kuva 6. $M_{23}C_6$ -tyyppisiä titaanikarbideja niukkahiilisessä teräksessä.

Fig. 6. $M_{23}C_6$ -type titaniumcarbides in a low carbon boron treated steel.

Muita erkaumafaaseja

Kuvassa 6 on niukkahiilisestä booriteräksestä runsaasti löydettyjä $M_{23}C_6$ -tyyppisiä titaanin muodostamia karbideja. Erkaumien kiderakenne tunnistettiin elektronidiffraktiolla ja niiden sisältämät seosaineet mikroanalyyssaattorilla.

Suotaumatutkimukset

Mikroanalyyssaattoria (TTKK) käyttäen tutkittiin mangaanin mikrosuotaumaa hiiliteräksissä. Kirjallisuudessa on paljon tuloksia eri seosaineiden suotaumisesta. Tutkimusten jähmettymisolosuhteet ja tutkimustekniikka poikkeavat kuitenkin usein niin paljon toisistaan, että tulokset eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Suotauman mittana pidetään maksimi- ja minimikonsentraatioiden suhdetta. ($SI = C_M / C_m$). Tehdyssä tutkimuksessa saatiin tälle suurelle tavanomaisia arvoja, jotka vaihtelevat välillä 1,5..1,9. Hiilipitoisuuden ei todettu vaikuttavan mangaanin suotautumistaipumukseen pitoisuusvälillä 0,13..0,47 % hiiltä.

Yhteenveto

Jähmettymistutkimus on eräs metallurgisen tutkimuksen tärkeimmistä alueista. Rakenteen sisältämien epähomogeenisuuksien syntymekanismien tunteminen ja hallitseminen on tärkeätä, koska epähomogeenisuudet vaikuttavat voimakkaasti mekaanisiin ominaisuuksiin. Uudet valmistusprosessit ovat kiihdyttäneet erityisesti teräksen jähmettymistutkimuksia kaikkialla maailmassa.

Laboratoriomittakaavan simulointilaitteiden kustannukset ovat suhteellisen pienet. Sen sijaan rakennetutkimukset edellyttävät varsin kalliita laitteita, joita kuitenkin on Suomessa sekä korkeakoulujen että teollisuuslaitosten tutkimuslaboratorioissa.

OVAKO:ssa on ollut noin kaksi vuotta käynnissä jatkuvavalettujen terästen jähmettymisrakenteita tutkiva projekti. Monia mielenkiintoisia tuloksia on saatu ja tutkimuksia tullaan jatkamaan.

Summary

Solidification forms one of the major disciplines of metallurgical research. The understanding of the formation of inhomogeneities and their control is important since they affect mechanical properties critically. Consequently, as a result of new economical production methods, research into solidification has accelerated.

The cost of small-scale laboratory simulation units is small compared to the equipment required for a detailed structural investigation. The latter equipment can now, however, be found in many universities and industrial research laboratories.

The solidification of continuously cast steel has been studied at OVAKO for two years and is still under investigation.

jatk. s:lta 25

Summary

Generally speaking, the average share of sinter in blast furnace charge material was 50 % in the world during 1972. This share is strongly increasing due to the economic production and good quality of sinter.

The main requirements of the blast furnace process on the sinter are: homogeneous chemical composition, narrow grain size distribution, good reduction strength and cold strength as well as reducibility.

In order to even the scattering in the chemical composition of sinter the bedding of concentrates is becoming more general. In this way the scattering of the analysis of the sinter decreases to one third of the earlier value.

In order to improve the quality control of the sintering process farreaching studies have been carried out at Rautaruukki Oy. The results of the studies have proved that on the basis of the magnetic properties of the sinter it is possible to determine other important properties with sufficient accuracy. The measuring of the magnetic properties of sinter is relatively easy and can be made continuously. Because it is possible to use cooled hot return fines as test material, this makes it possible to shorten the waste time.

Teräksen tankovalulaitosten kehitysnäkymät lähitulevaisuudessa

Dipl.ins. Mauri Peltonen, OVAKO-ryhmän Tutkimuskeskus, Imatra

Teräksen jatkuvavalu- eli tankovalumenetelmä on kiistattomasti lyönyt itsensä läpi viimeisen kymmenen vuoden aikana. Eräällä ajanjaksolla kehitys oli niin voimakasta, että tuotanto kaksinkertaistui aina kahden vuoden välein. Vuoteen 1975 mennessä valukapasiteetti saavuttanee 200 miljoonan tonnin rajan. Määrällisesti huomattavin osa tuotannosta on keskitynyt levyaihioiden valamiseen, mutta erikokoisten teelmien valu on myöskin yleistynyt voimakkaasti, joten tällä hetkellä tilatuista uusista laitoksista valtaosa onkin teelmäkoneita. Periaatteellisessa mielessä tankovalukoneet eivät ole oleellisesti muuttuneet, sillä teräs valetaan edelleen yleisimmin vesijähdytteiseen kuparikokilliin, jonka sisäpinta on useimmiten kovakromattu. Välittömästi kokillin alapuolella kuoriosaltaan jäähdytynyttä tankoa sitten jähdytetään vesisuihkulla tai joskus jähdytyslevyillä.

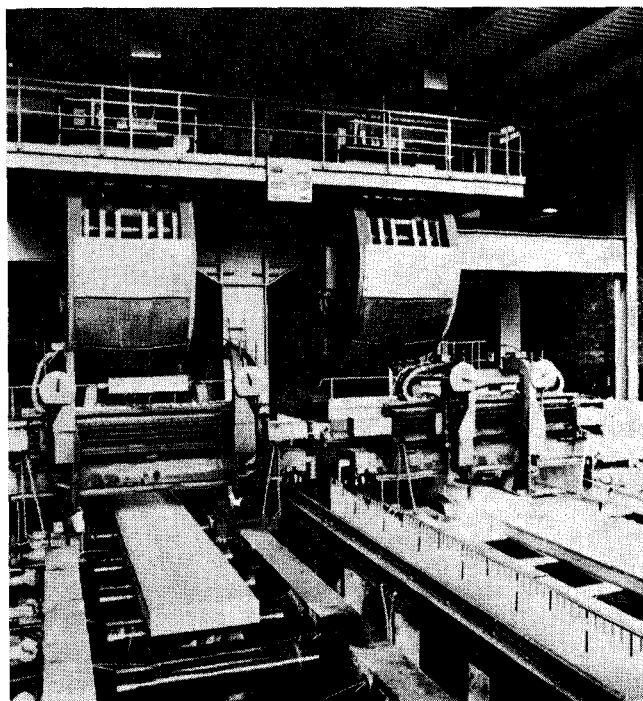
Aluksi tankovalukoneet olivat pieniä ja ne rakennettiin jonkin olemassaolevan terästehtaan apukoneiksi tai koelaitoksiksi. Tällä hetkellä on kuitenkin jo käytössä varsin suuriakin terästehtaita, joissa koko kapasiteetti tai huomattava osa siitä valetaan tankovalutietä. Seuraavassa esitetään joukko tyypillisimpiä tankovalun käyttöalueita ja kehitysnäkymiä niillä.

Levyaihioiden valu

Useimmat levyaihiokoneet, kuten muutkin tankovalukoneet, on rakennettu sähköuunien tai LD-konverttien yhteyteen. Jälkimmäinen menetelmä on viimeaikoina voittanut yhä enemmän alaa. Laatutekniset kysymykset ovat jo melko pitkälle ratkaistut, mutta suurten sulatusten valu tuottaa vielä vaikeuksia. Nykyisillä normaalirakenteisilla, kaarevakokillisilla S-koneilla voidaan valaa 2,5 tonnia minuutissa. Kun koneita ei juuri rakenneta yli kaksitankoisiksi, päästään tehoon 5 tonnia minuutissa, joten 250...300 tonnin valuista selvittää hyvin. Konvertterien ja sähköuunien saamaa etumatkaa on yritetty kuroa kiinni rakentamalla nelitankoinen kone (Weirton, USA) tai lisäämällä valunopeutta normaalista arvosta 1...1,2 m/min arvoon 2 m/min. Valunopeuden nosto näyttää helpoimmalta ja ainakin halvemmalla ratkaisulta, vaikka eräitä tärkeitä kysymyksiä on vielä osittain ratkaisematta, kuten tasainen kuoren kasvu kokilissa.

Teelmäkoneet

Teelmäkoneiden osalta pyritään myöskin suurempiin valutehoihin, mutta mahdollisuudet eivät kuitenkaan



Kuva 1. Levyaihion valua kaksitankoisella koneella, jonka panospaino on noin 250 tonnia.

Fig. 1. Slabcasting with 2-strand S-machine. Ladle weight is about 250 t.

ole samat kuin levyaihiovalussa. Suurimmat teelmäkoneiden panospainot ovat noin 200 tonnia. Noin vuosi sitten Englannissa (Lackenby) käyntiinlähteneellä kahdeksantankoisella koneella tosin valetaan 250...280 tonnin panoksia, kun kyseessä ovat suuret teelmäkoot.

Teelmäkoneiden panospainoja on voitu lisätä seuraavilla keinoilla:

- tankojen lukumäärän lisäys, toistaiseksi maksimi on kahdeksan tankoa
- valunopeuden lisäys
- käyttövarmuuden parantaminen (paremmat huolto- ja korjausmahdollisuudet, laiteparannukset ja automaatio), jotta koneen kapasiteetti ei vähenisi valuhäiriöiden takia
- teelmäkoon suurentaminen.

Tällä hetkellä onkin suunta suurempiin teelmäkoihin vallitseva. Kysymys ei ole yksinomaan tankovalun eduista, vaan esimerkiksi langanvetämöihin ja



Kuva 2. Suuria teelmiä, 255 × 330 mm, valava kahdeksan-tankoinen kone, jonka panospaino on 250...270 tonnia. Kuvassa teelmät tulevat ulos leikkureilta.

Fig. 2. An 8-strand bloom casting machine (billet size 255 × 330 mm) with 250...270 t ladle capacity. In the figure the blooms are coming out from the torch cutting machines.

luonnollisesti myös lankavalssaamoihin halutaan suurempia kieppipainoja.

Tulevaisuudessa tullaan ilmeisesti teelmäkoneilla tekemään pääasiallisesti kokoja □ 140...250 mm ja pienemmät koot tulevat olemaan poikkeuksia. Mikäli kuitenkin halutaan pienempiä teelmäkokoja, tullaan varmaankin käyttämään nyt kehityksen alla olevia tankovalukoneen yhteyteen rakennettavia valssaustai muita muokkausyksiköitä.

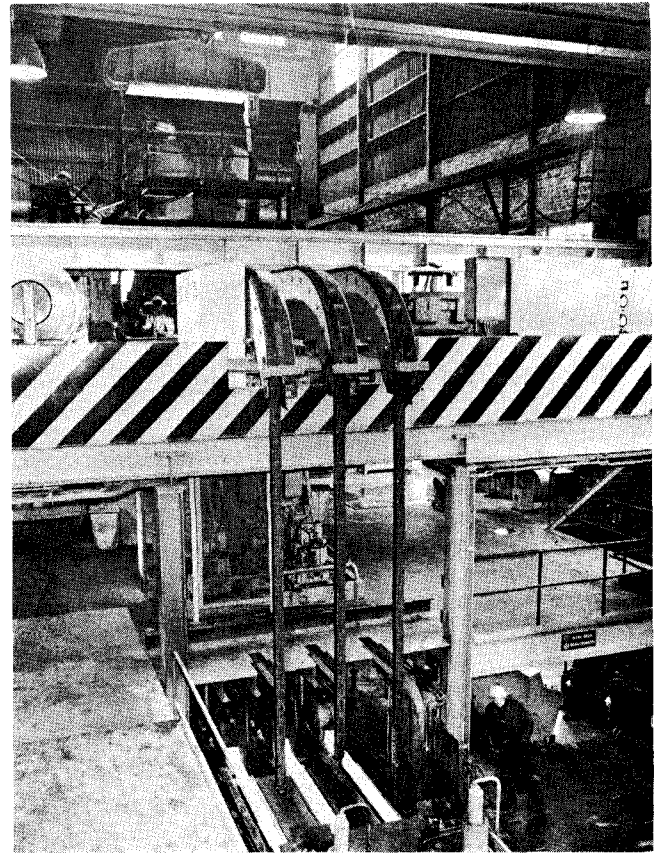
Suurten teelmäkokojen valmistus on tankovalun kannalta edullista seuraavista syistä:

- tankovalukoneen kapasiteetti kasvaa
- huonojen valusuihkujen ja huonosti valettavan teräksen aiheuttamat häiriöt vähenevät
- valusuihkujen suojaus valuputkilla helpottuu
- voidaan käyttää helpommin valupulveria kokillin voiteluaineena ja teräksen suojana kokillissa.

Tankovalettavan teräksen valmistuksessa on vielä paljon kehittämistä. Eräänä päävaikeutena on korkean alumiinitason vaikutus välialtaan pienten suutiilien kiinnikuroutumiseen. Kuromisen estämiseksi onkin nykyään menossa eri tahoilla monia kehitysprojekteja.

Teräksenvalmistus, tankovalu ja valssaus liittyvät varsin läheisesti yhteen. Tulevaisuudessa tullaan varmasti tekemään paljon näiden yhdistämiseksi yhdeksi ainoaksi tuotantoketjuksi: teräksen jatkuvavalmistus — tankovalu — lämmöntasausuuni — valssaus. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan kuitenkin vielä melko paljon uutta tekniikkaa.

Tämän hetken eräs muotivirtaus on miniterästehtaiden rakentaminen, johon tankovalu liittyy varsin oleellisesti. Tällöin tuotantoketju on ultra-high power-sähköuunit — teelmiä valava tankovalukone — lankaa ja tankoja valmistava valssaamo. Kapasiteetti vaihtelee 40 000...400 000 t/vuosi. Tällaiset tehtaot ovat osoittautuneet useissa tapauksissa varsin kilpailukykyisiksi.



Kuva 3. Imatran tankovalulaitos, joka lähti käyntiin keväällä 1965.

Fig. 3. Continuous billet caster at Imatra Steelworks (commissioned 1965).

Tankovalutekniikan kehitys ja laiteparannukset

Perättäisvalutekniikka

Perättäisvalussa valetaan useita, joskus jopa useita kymmeniä valuja ilman keskeytystä. Kun samalla välialtaalla tehdään useita valuja, valusanko vaihdetaan niin nopeasti, että teräs ei ehdi loppua välialtaasta ennen uuden valusangon sulkumekanismin avausta. Vaihto tapahtuu joko kahta nosturia, valusankovaunua tai erikoista kääntöpukkia käyttäen. Perättäisvalutekniikassa välialtaan tulenkestävä materiaali joutuu varsin kovalle koetukselle. Kriittisiä kohtia ovat suutiilet, valusangon suihkun alla oleva kulutuslevy ja myöskin eräät kohdat seinävuorauk-

sessä. Uusinta tekniikkaa tällä alalla edustavat zirkonioksidisuutiilet ja eräät seinien suojana käytettävät kulutuseristyslevyt, joita käytettäessä vältytään myös välialtaiden esikuumennukselta.

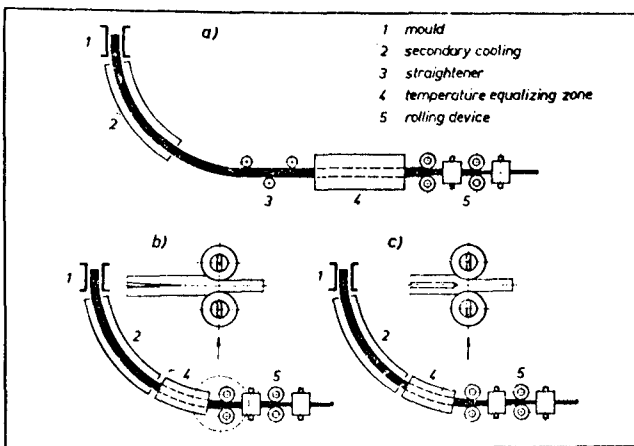
Tulenkestävän materiaalin lisäksi perättäisvaluteknikka vaatii varsin tehokasta koneen huoltoa ja kunnossapitoa. Ehdottomana edellytyksenä on koneen moitteeton toiminta koko valusarjan ajan (maailmanennätys noin 83 tuntia). Perättäisvaluteknikalla voidaan tankovalukoneen teho jopa lähes kaksinkertaistaa. Nykyisen käsityksen mukaan teelmäkoolla $\square 100 \dots 120$ mm on yksittäisvaluteknikalla koneen teho noin 2500...3000 t/kk tankoa kohti ja perättäisvaluteknikalla noin 5000 t/kk.

Perättäisvaluteknikan avulla päästään siis rajoitetussa määrin todelliseen jatkuvavaluun. Se soveltuu hyvin laitoksiin, joissa teräs valmistetaan LD-konverttereilla, mutta myöskin 2...3 valokaariuunin laitoksissa päästään tyydyttävään tulokseen.

Valunopeuden lisääminen

Tämän kysymyksen parissa on työskennelty melko tiiviisti koko tankovalun kehityshistorian ajan. Valunopeuden merkitystä on jopa toisinaan yliarvioitu ja käytetty ehkä tarpeettomastikin myyntivaltina. Jokaisella tankovalukoneella on oma rakenteellinen maksiminopeutensa. Tämän nopeuden määrää kokillin ja veto-oikaisukoneen välinen etäisyys. S-koneet ovat tässä suhteessa pystykoneita edullisempia, koska toisiojähdytysvyöhyke (suihkujähdytys) on pitempi. Esimerkiksi viiden metrin säteisellä S-koneella (Koverhar $\square 100 \times 100$ mm teelmä) tämä rakenteellinen nopeus on kokemusten mukaan 3,8...4 m/min. Jos nopeus on suurempi, on teelmien keskus oikaisukoneella sula.

Tähän rakennenoiteenkin pääseminen ilman huomattavaa käyttövarmuuden alenemista ei käy ilman muuta. Koverharin Terästehtaalla on erilaisin toimenpitein päästy valunopeuteen 3,5 m/min, ajoittain jopa 4 m/min, ilman käyttövarmuuden heikkenemistä noin vuoden pituisen kehitysjakson aikana.



Kuva 4. Oikaisuvalssauksen eri vaihtoehtoja.

Fig. 4. Three different types of in-line reduction for billet casting.

Valunopeuden lisäämiseksi on teelmän jäädytystä yritetty tehostaa monin tavoin välittömästi kokillin alapuolella käyttämällä esimerkiksi jäädytysren-gasta tai jäädytyslevyä.

Tästä rakennenoiteestakin on haluttu päästä yli. Esimerkiksi oikaisukonevalssseilla voidaan puristaa suuren valunopeuden takia vielä sulana oleva tangon keskus kiinni ennen oikaisua (kuva 4c). Periaatteellisessa mielessä menetelmä on hyvä, mutta käytännön sovellutuksissa on esiintynyt vielä monia tekniisiä vaikeuksia.

Valusuihkujen suojaus

Valmistettaessa vaativia teräslaatuja tankovalulla joudutaan valusuihkut suojaamaan. Valusargon suihkun suojaukseen voidaan käyttää keraamista valuputkea tai tulenkestävällä materiaalilla vuorattua putkea, johon puhalletaan suojaakaasua esimerkiksi typpeä.

Välialtaan ja kokillien välinen suihkun suojaus tapahtuu useimmiten valuputkella. Valuputkien käyttö on suhteellisen helppoa levyaihioita tai suuria teelmäkojoja valettaessa. Poikkipinnan ollessa alle $\square 120$ mm esiintyy vaikeuksia etenkin valupulvereita käytettäessä, koska valupulverit eivät yleensä ehdi sulaa tällöin riittävän nopeasti ja tasaisesti. Valuputkien ja -pulvereiden edelleenkehittämiseksi tehdään tällä hetkellä paljon työtä.

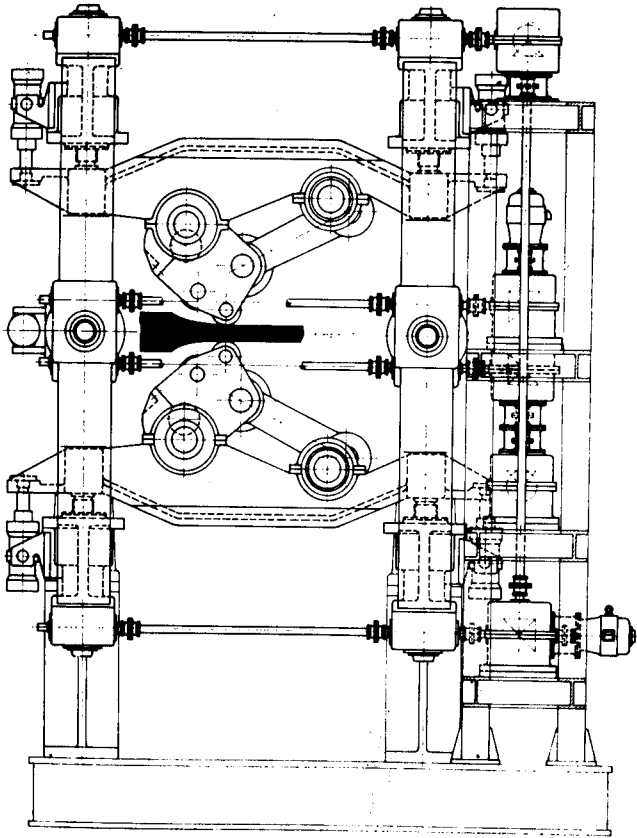
Päitsi valuputkia on välialtaan suihkujen suojaukseen kehitetty muitakin suojalaitteita, esimerkiksi erilaiset suljetut peltisuojuukset, joiden sisään syötetään suojaakaasua.

Suutiilien kiinnikuroutuminen

Välialtaan suutiilien kiinnikasvaminen eli kuroutuminen on ongelma, johon tankovalussa jatkuvasti törmätään. Kuroutumisen voi aiheuttaa liian alhaisesta valulämpötilasta johtuva jäähmettyminen suutiilen reiässä. Mutta tankovalun yhteydessä "kuromisella" tarkoitetaan lähinnä teräksen desoksidaatioon käytetyn alumiinin aiheuttamaa suutiilien kiinnikasvamista. Kuromista voidaan jossain määrin vähentää nostamalla teräksen lämpötilaa. Tämä ei ole kuitenkaan yleensä mahdollista laatu teknisistä syistä.

Kuromisilmiön eliminoimiseksi ja haittojen pienentämiseksi on kehitetty seuraavanlaisia ratkaisuja:

- hallittu alumiinidesoksidaatio. Pyritään pitämään teräksen alumiinipitoisuus ns. kuromisrajan alapuolella. Menetelmä edellyttää valmistusprosessin tarkkaa hallintaa.
- valu ylisuurilla suutiilillä. Valunopeuden asetus ja säätö suoritetaan sulkutangoilla tai liukusulkimilla välialtaassa.
- kuromisen estäminen kaasuverholla. Huokoisesta materiaalista valmistetun suutiilen läpi puhalletaan kaasua, joka estää kuromisen alkunpääsyn suutiilen sisäpinnalla.



Kuva 5. Tankovalukoneen yhteydessä toimiva heilurivalssain.

Fig. 5. Swingrolling machine.

- vähän kurovien suutiilien käyttö. Kehitteillä on keraamisia materiaaleja, joiden kuroutumisalttius on pienempi kuin nykyisin käytössä olevilla suutiilimateriaaleilla. Näiden materiaalien ongelmana on ollut niiden suhteellisen voimakas kuluminen valun aikana.

Kuromisongelma on tällä hetkellä intensiivisen tutkimuksen kohteena. Monella eri taholla on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota ongelman perussyiden selvittämiseen.

Kuromisongelma esiintyy voimakkaimpana vallettaessa pieniä teelmäkokoja, jolloin suutiilien aukko on vastaavasti pieni. Ongelma ei ole niin vaikea suurilla teelmäkooilla. Tämä onkin eräs syy siihen, että suuntausta teelmäkoon suurentamiseen on havaittavissa.

Automaatio ja instrumentointi

Pyrittäessä suuriin valunopeuksiin ja parempaan laatuun on tarve automatisoida tankovalukoneen toimintoja kasvanut.

Tankovalukoneen tärkeimmät mitattavat suureet ovat:

- teräksen lämpötila
- valunopeus
- kokilliveden määrä
- kokilliveden lämpötilat
- toisiojäähdytysveden paine ja määrä
- jähmettyneen tangon pintalämpötila.

Seuraavia toimintoja voidaan automatisoida:

- teräksen virtauksen säätö valusangosta välialtaaseen ja välialtaasta kokilliin
- teräksen pinnankorkeuden säätö kokillissa (käytössä Imatralla)
- toisiojäähdytysvesien säätö valunopeuden mukaan.

Tangon välitön jatkomuokkaus

Tällainen tankovalun yhteydessä tai välittömästi sen jälkeen tapahtuva muokkaus on ajatuksena hyvä. Valitettavasti läheskään kaikki menetelmät eivät vielä ole luotettavia ja käytännön olosuhteisiin sopivia.

Mahdollisia menetelmiä ovat:

- oikaisukonevalssaus keskustan ollessa jähmettynyt (kuvat 4 a ja 4 b)
- oikaisukonevalssaus tangon keskustan ollessa vielä sulana (kuva 4 c)
- tangon muokkaus heiluritakomakoneella tai heilurivalssaimilla. Näillä on päästy melko korkeaan muokkausasteeseen ja tyydyttävästi toimivia laitteita on rakennettu (kuva 5).
- normaali tankovalu, kuumien teelmien tasaus-hehkus ja valssaus pienemmäksi teelmäkooksi.

Edelläolevassa on esitetty vain eräitä tärkeimpiä alueita, joilla jo itsensä läpilyönyt teräksen tankovalumenetelmä (jatkuvaluu) tulee edelleen kehittämään. OVAKOn piirissä on oltu mukana tässä kehitystyössä vuodesta 1965 lähtien, jolloin Suomen ensimmäinen tankovalulaitos perustettiin Imatralla. Koverharin Terästehtaalla taas koko terästuotanto valjetaan kahdella nelitankoisella S-koneella \square 100 x 100 mm teelmiksi.

Kirjallisuus

1. **B A Tarman**, High Performance Continuous Casting Machines For The Casting Of Small Billets. Böhler Engineering Division, erikoisraportti. Böhler Bros & Co Ltd.
2. **M Saxer & P Koenig**, Report On First Casting Tests At Increased Throughputs By Using Intensive Cooling. Concast AG, Zürich, tutkimusraportti 1969-02-07.
3. **H G Baumann, E A Elsner & J Pirdzum**, Aussere und innere Beschaffenheit der Stränge beim Stahlstrang-Giesswalzen. Stahl und Eisen, vol. 92 (1971), s. 139.
4. **H G Baumann**, Beitrag zur kontinuierlichen Verarbeitung gegossener Stahlstränge. Draht-Welt, vol. 58 (1972), s. 319.
5. **H G Baumann**, Neue Entwicklung beim Stahlstrang-Giesswalzen. Draht-Welt, vol. 55 (1969), s. 607.
6. **K Heck**, Modern Developments In The Design Operations And Application Of Large Continuous Casting Units. Iron and Steel, vol. 43 (1970), s. 289.

Elektronimikroskopia fysikaalisen metallurgian tutkimusmenetelmänä

Tekn. tri Veikko Heikkinen, Rautaruukki Oy, Tutkimuslaitos, Raaha

Ensimmäisen elektronimikroskoopin kehittivät Knoll ja Ruska jo 1930-luvulla. Laite oli teknisesti sangen puutteellinen eikä saanut metallurgien taholta osakseen sitä huomiota, jonka epäilemättä olisi ansainnut. Ensimmäiset kaupalliset elektronimikroskoopit ilmestyivät markkinoille vasta 40-luvun lopulla. Innostuneimman vastaanoton ne saivat aluksi biologeilta ja lääkäreiltä, joille elektronimikroskooppi merkitsi lähinnä parantunutta erotuskykyä; ensimmäinen Suomeen hankittu elektronimikroskooppi asennettiin vuonna 1956 Valtion Luonnontieteellisen Toimikunnan ylläpitämälle elektronioptiikan laitokselle.

Läpivalaisuelektronimikroskopian kehittyminen oli aluksi hitaampaa, mikä johtui osaksi metallintutkimuksen laitteistolle asettamista suuremmista vaatimuksista, osaksi riittävän ohuen metallinäytteen valmistamisesta ilmenneistä vaikeuksista. Vaikka ensimmäiset alkeelliset läpivalaisututkimukset tehtiin jo 50-luvun alkupuolella, kehittyi läpivalaisuelektronimikroskopia käyttökelpoiseksi tutkimusmenetelmäksi vasta vuoden 1963 paikkeilla. Tuona vuonna järjestettiin Cambridgessa elektronimikroskopian kesäkoulu, jossa pidetyt luennot ilmestyivät pari vuotta myöhemmin kirjana nimeltä "Electron Microscopy of Thin Crystals". Eräistä ilmeisistä puutteistaan huolimatta kirjasta tuli pian kaikkien elektronimikroskopistien käsikirja, eikä sen ole tarvinnut tuosta asemastaan vieläkään luopua. Alkuvaikeuksien jälkeen elektronimikroskopian käyttö lisääntyi nopeasti 60-luvun jälkimmäisellä puoliskolla ja merkkejä tasaantumisesta alkaa vasta nyt olla näkyvissä. Elektronimikroskopian tähänhetkisestä asemasta metallintutkimuksessa antaa hyvän kuvan tilasto, jonka mukaan esimerkiksi Acta Metallurgica'ssa vuonna 1972 julkaistuista artikkeleista 40 % tavalla tai toisella perustui elektronimikroskopian hyväksikäyttöön.

Kun elektronimikroskopia sai aluksi jalansijaa lähinnä yliopistoissa ja korkeakouluissa, kehittyi se luonteeltaan teoretisoivaksi, jollaisena se kohtasi joltistakin vieroksuntaa käytännöllisiin tutkimusaiheisiin sidottujen tutkijoiden taholta. Eikä kuva elektronimikroskopiasta liene kaikille vieläkään täysin selkiintynyt. Jotta myös sellaiset fysikaalisen metallurgian tutkijat, joilla itsellään ei ole ollut mahdollisuutta tai halua perehtyä elektronimikroskopian ensinäkemältä melko monimutkaiseen tekniikkaan, saisivat entistä paremman kuvan tämän tutkimusmenetelmän tarjoamista mahdollisuuksista, pyrin seuraavassa tuomaan esille eräitä elektronimikroskopian erikoispiirteitä sekä nimeämään ne aihepiirit, joiden tutkimiseen elektronimikroskooppi luontaisesti soveltuu.

Elektronimikroskoopin rakenne ja toiminta

Toiminnalliselta rakenteeltaan elektronimikroskooppi ja valomikroskooppi ovat lähes analogisia. Sen sijaan rakenteellisissa yksityiskohdissa ne poikkeavat suuresti toisistaan, mikä johtuu siitä, että optisessa mikroskoopissa käytetään kuvan muodostukseen valoa, elektronimikroskoopissa elektroneja.

Elektronilähde koostuu hehkukatodista ja riittävästä anodista, joiden välisessä potentiaalikäytössä elektronit saavat kiihdytysjännitettä vastaavan energian. Ennen kuin elektronit osuvat näytteeseen, ne kootaan magneettisilla linseillä yhdensuuntaiseksi monoenergeettiseksi suihkuksi, jonka halkaisija on vain muutamia mikroneja. Tämä elektronisuihku vastaa valonsädettä optisessa mikroskoopissa. Elektronimikroskoopit on tullut tavaksi luokitella sen mukaan, mikä on laitteen maksimikiihdytysjännite. Useimpien metallintutkimuksessa käytettävien mikroskooppien maksimikiihdytysjännite on 100 kV. Tällainen laite on esimerkiksi laajan käytön saavuttanut Philipsin EM 300.

Näytteen läpi kulkeneet elektronit muodostavat näytteestä suurennettun kuvan objektiivilinssin välityksellä, jonka hyvyydestä mikroskoopin erotuskyky paljolti riippuu. Tätä kuvaa suurennetaan edelleen magneettisilla linseillä, kunnes se tehdään näkyväksi fluoresoivalla kuvapinnalla. Useimmissa mikroskoopeissa on lisäksi mahdollisuus tarkastella fluoresoivalla kuvapinnalla olevaa kuvaa suurennettuna optisella mikroskoopilla. Kaikki näytteestä saatava informaatio sisältyy kuitenkin jo objektiivilinssin muodostamaan ensimmäiseen välikuvaan ja suurentaminen ainoastaan helpottaa tuon informaation havainnoimista.

Metallien läpivalaisututkimuksen kannalta on oleellista, että samalla kun näytteestä muodostuu kuva objektiivilinssin kuvatasoon, muodostuu kiteisestä aineesta syntyvä diffraktiokuva objektiivilinssin polttotasoon. Valitsemalla seuraavien linssien esinetasoksi joko objektiivilinssin kuvataso tai polttotasoo, voidaan siis fluoresoivalle kuvapinnalle saada joko näytteen kuva tai sitä vastaava diffraktiokuva. Käytännössä siirtyminen kuvasta toiseen tapahtuu objektiivilinssiä seuraavan linssin polttoväliä muuttamalla, mikä taas tapahtuu linssivirtaa muuttamalla.

Elektronimikroskoopilla operoiminen ei käytännössä poikkea paljon työskentelystä optisella mikroskoopilla. Suurennuksen muuttaminen, fokusointi ja intensiteetin säätö tapahtuvat yksinkertaisesti linssivirtoja säätämällä. Suurin ero optisen ja elektronimikroskoopilla suoritettavan tutkimuksen välillä liittyy

tyy tulosten tulkintaan. Kun optisella mikroskoopilla otettu rakennekuva on useimmissa tapauksissa täysin yksiselitteinen, voidaan elektronimikroskoopilla saada samastakin näytteestä mitä erilaisimpia näkymiä, joiden tulkinta edellyttää paitsi harjaantuneisuutta myös joltistakin perehtyneisyyttä kontrastiteoriaan.

Näytteen valmistus ja kuvan muodostuminen

Näyte voidaan preparoida elektronimikroskooppitutkimusta varten periaatteessa kahdella eri tavalla. Varsinkin biologisissa ja lääketieteellisissä tutkimuksissa käytetään paljon ns. replikamenetelmää, jossa näytteestä valmistetaan ensin jäljenne, ja vasta tätä tutkitaan mikroskoopissa. Läpivalaisuelektronimikroskopiassa näytteeksi preparoidaan pala tutkittavaa materiaalia.

Replikan valmistamisessa on siinäkin useita eri tapoja. Yksinkertaisinta on höyrystä hiilikalvo suoraan tutkittavan näytteen pinnalle. Jos tämä ei ole mahdollista, voidaan kohteesta valmistaa ensin muovijäljenne ja höyrystä hiilikalvo vasta tämän pinnalle. Ennen kuin tällaista näytettä voidaan tarkastella mikroskoopissa, on muovikalvo liuotettava pois. Ekstraktioreplikat pitävät sisällään paitsi tutkittavan pinnan muodot myös siitä irronneita osia, esim. karbideja. Joissakin tapauksissa voi pinnan osasia tarttua suoraankin hiilireplikaan, mutta kunnollisen tartunnan aikaansaamiseksi käytetään yleensä kaksivaiheista menetelmää. Kuvan muodostuminen replikasta perustuu kokonaan elektronien kimmottomaan sirontaan: mitä paksumpi on kalvo, sitä voimakkaammin elektronit siroavat pois alkuperäisestä suunnas-

taan ja sitä heikompi on kyseisen kohdan intensiteetti fluoresoivalla levyllä.

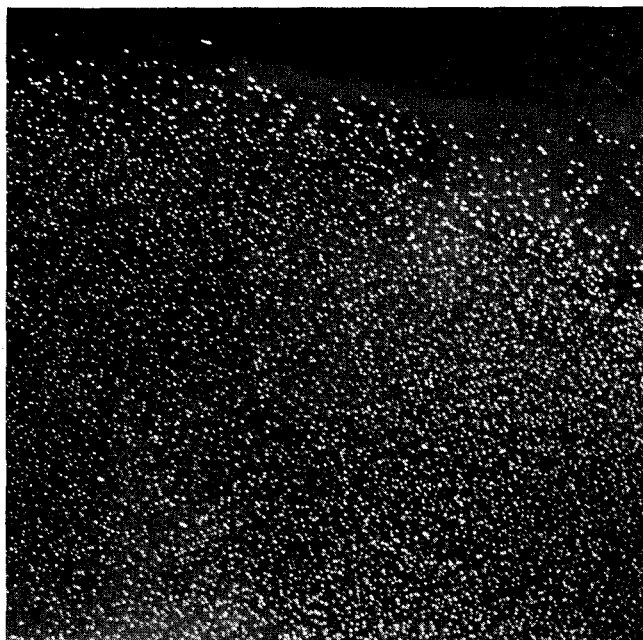
Raskaina alkuaineina absorboivat metallit voimakkaasti elektroneja. Tämän vuoksi on metallisen läpivalaisunäytteen oltava hyvin ohut, vain muutamia tuhansia ångströmejä. Läpivalaisunäytteen valmistusmenetelmiä on kehitetty useita. Esimerkkinä mainittakoon metalliopin laboratoriossa Otaniemessä kehitetty kylmäpöytätekniikka, jolla saadaan useimmista metalleista erinomaisia läpivalaisunäytteitä. Puuttumatta tarkemmin muihin menetelmiin, todettakoon läpivalaisunäytteen valmistuksesta yleensä, että tärkeämpää on näytteen laatu kuin määrä. Esim. näytteen automatisoinnin ainoa hyväksyttävä peruste on pyrkimys parempilaatuisiin näytteisiin.

Kuva 1. Niobimikroseostaisen hienoraeteräksen RAEX 38 mikrorakenne: a) Optinen kuva. Alkuperäinen suurennus 1000 \times . b) Hiilireplika. Suurin osa tummista pisteistä replikassa olevia kuoppia. Alkuperäinen suurennus 5000 \times . c) Läpivalaisukuva. Ferritissä näkyvät tummat pisteet niobikarbonitridejä, jotka tekevät teräksen hienorakeiseksi. Alkuperäinen suurennus 35 000 \times .



Osuessaan metallinäytteeseen osa elektronisäteilystä siroaa kimmoisesti suuntaansa muuttaen. Yksittäisistä atomeista sironneet aallot summautuvat yhdeksi voimakkaaksi aalloksi, jos kiteessä on atomitasoja, jotka täyttävät Braggin heijastusehdon. Näin ollen näytteestä tulee ulos alkuperäisen suuntaisen elektronisuihkun lisäksi elektronisuihku kaikista Braggin heijastusehdon täyttävistä hilatasoista. Diffraktiokuvassa nämä suihkut näkyvät pisteinä, joiden perusteella voidaan päätellä, missä asennossa kide kulloinkin on. Kallistamalla näytettä voidaan tulevan elektronisuihkun ja kiteen hilatasojen välisiä kulmia muuttaa siten, että juuri halutut hilatasot täyttävät heijastusehdon. Metallien läpivalaisuutkimuksessa kide asetetaan yleensä sellaiseen asentoon, että vain yksi matalaindeksinen hilataso täyttää heijastusehdon. Diffraktiokuvassa on tällöin suoraan läpimenneen elektronisuihkun aiheuttaman pisteen lisäksi vain yksi kirkas piste.

Kuvan muodostavaksi säteeksi voidaan valita joko suoraan läpimennyt tai sironnut säde. Käytännössä valinta tapahtuu siten, että objektiivilinssin polttotasoon asetetaan aperttuuri, joka sallii vain halutun elektronisuihkun jatkaa matkaansa. Käytettäessä kuvanmuodostukseen suoraan läpimennyt sädetä, saadaan näytteestä ns. vaaleataustakuva. Sironneella säteellä muodostetusta kuvasta käytetään nimitystä tummataustakuva. Kuvassa kulloinkin näkyvät tummuserot johtuvat käytetyn elektronisuihkun intensiteettieroista näytteen alapinnalla. Jos näytteenä on virheetön, suora, tasapaksu kide, on intensiteetti vakio eikä kuvassa esiinny tummuuseroja. Käytännössä virheettömänkin kiteen kuvassa esiintyy aina tummuuseroja, jotka johtuvat näytteen taipumisesta sekä paksuusvaihteluista.



Kuva 2. Tummataustakuva 475°C-haurauden ferriittisessä ruostumattomassa teräksessä aiheuttavasta faasista. Alkuperäinen suurennus 40 000×.

Metallintutkimuksessa eivät virheettömät kiteet kuitenkaan ole kiinnostavia, vaan tutkimus kohdistuu yleensä nimenomaan rakenteessa oleviin epäsuoruuksiin ja virheisiin. Voimakkaasti elektroneja absorboivat rakenne-elementit kuten komplisoidun kiderakenteen omaavat erkaumat sekä epämetalliset sulkeumat näkyvät tummina, vaikka heijastusehto ei olisikaan täytetty. Dislokaatioiden ja erkaumien aiheuttamien kimmoisten siirrostien havaitsemiseksi on kiteen oltava heijastusasennossa tai ainakin lähellä sitä. Jos siirroksia on tapahtunut riittävän laajalla alueella, nähdään kuvassa paikallisesti muuttuneita heijastusolosuhteita vastaavia tummuuseroja. Kuvan tulkinnan kannalta on oleellista, että siirrokset, jotka ovat tapahtuneet kulloinkin heijastusasennossa olevassa tasossa, eivät aiheuta kontrastia.

Optisen mikroskoopin erotuskyvyille asettaa valon aallonpituus luonnollisen alarajan. Aallonpituus on teoreettisesti tarkasteltuna myös elektronimikroskoopin erotuskykyä rajoittava tekijä. Käytännössä elektronimikroskooppien erotuskyky on kuitenkin täysin riippuvainen laitetekniikasta. Vaikka elektronien aallonpituus 100 kV:n kiihdytysjännitteellä on 0,037 Å, on parhaimpienkin mikroskooppien erotuskyky vain 1,5 Å:n luokkaa. Ja tämäkin pitää paikkansa vain replikoiden suhteen, sillä varsinaisten läpivalaisuusnäytteiden kohdalla asettaa jo näyte rajan erotuskyvyille. Metallintutkimuksessa liikkuu erotuskyky 20—30 Å:n tienoilla. Elektronimikroskooppia metallintutkimukseen hankittaessa ei siis ole syytä juuri lainkaan kiinnittää huomiota laiteteknilliseen erotuskykyyn, sillä se ei ole tutkimusta rajoittava tekijä.

Elektronimikroskopian käyttömahdollisuudet

Rakenteen yleispiirteiden kuten raekoon, faasirakenteen ja faasien jakauman tutkimiseen soveltuu yleensä parhaiten optinen mikroskooppi. Teräksen rakenteesta antaa tosin hyvän kuvan jo pelkkä kovuusmittaus, jos koostumus on tunnettu. Rakenteen määrittäminen perustuu tällöin kokemuspäisesti määrättyjen S-käyrien hyväksikäyttöön. Optisesti havaittavan faasin tunnistaminen käy kätevimmin mikroanalysaattorilla, jolla saadaan selville faasin sisältämät alkuaineet sekä niiden painosuhteet. Useimmissa tapauksissa on faasin kiderakenne jo näiden tietojen perusteella täysin yksiselitteisesti määrättävissä. Tämä pätee varsinkin teollisesti valmistettaviin metalleihin ja metalliseoksiin, joista käsikirjatietoutta on runsaasti olemassa. Lähes kokonaan optisten menetelmien ja mikroanalysaattorin varaan jäävistä tutkimusaiheista mainittakoon epämetallisten sulkeumien kuten oksidien ja sulfidien tutkimus. Jos tunnistamisen lisäksi halutaan tietoja myös oksidien ja sulfidien rakenteesta, joudutaan turvautumaan röntgenmetallografiin tutkimusmenetelmiin, joihin liittyy vaivalloinen ja melkoisia epäluotettavuustekijöitäkin sisältävä pulverinäytteen valmistus.

Elektronimikroskoopilla voidaan rakenteen yleispiirteitä tutkia parhaiten replikoiden avulla. Vaikka replikoiden tutkiminen on mahdollista hyvinkin suurilla suurennuksilla, ei menetelmä ole saavuttanut kovinkaan laajaa käyttöä, mikä johtuu osittain siitä, että replikan edustavuutta ei voida pitää täysin luot-

tettavana, osittain siitä, että jo optinen mikroskooppi antaa varsin hyvän yleiskuvan rakenteesta. Replikoita tehdään nykyisin lähinnä vain sellaisista kohteista, joista ei pystytä valmistamaan kunnollista läpivalaisunäytettä. Sen sijaan ekstraktioreplikat ovat metallitutkimuksessa melko yleisesti käytettyjä. Tyypillisimpiä ekstraktioreplikoiden avulla tutkittavia faaseja ovat karbidit ja nitridit. Diffraktiokuvasta tehtävien mittausten tarkkuutta voidaan oleellisesti parantaa höyryttämällä replikan pinnalle referenssiainetta, jonka hilavakio on tunnettu. Vielä muutamia vuosia sitten oli replikatekniikan tärkeimpiä sovellutuksia erilaisten murtopintojen tutkiminen. Rasterielektronimikroskoopin tehtyä murtopintojen suoran tutkimisen mahdolliseksi, on replikatekniikan käyttö tähän tarkoitukseen viime vuosina huomattavasti vähentynyt.

Varsinainen läpivalaisututkimus kohdistuu tavallisin erkaumiin, dislokaatioihin, faasitransformaatioihin tai säteilyvaurioihin. Kun uusien metalliseosten kehittäminen perustuu juuri erkautumisilmiöiden hyväksikäyttöön, on helppo ymmärtää elektronimikroskopian saama keskeinen asema metallitutkimuksessa. Erkautumisreaktioiden alkuvaiheiden tutkimiseen ei juuri ole vaihtoehtoisia menetelmiä ellei sellaisena pidetä kovuusmittausta. Tarkka mutta vaivalloinen pienenkulman sirontaan perustuva röntgenmetallograafinen menetelmä ei sovellu käytännöllisiin tutkimuksiin. Dislokaatioiden tutkimisessa on elektronimikroskopian asema jos mahdollista vieläkin keskeisempi. Vaikka dislokaatioteoriasta on fyysikoiden toimesta kehittynyt jo oma tieteenhaaransa, jolla ei näytä olevan paljon yhtymäkohtia käytännön metallitutkimukseen, ei tavoitetutkimusta tekevä metallurgikaan voi kokonaan pidättäytyä dislokaatioiden tutkimisesta, sillä monet jähmeän tilan muutokset, plastisesta deformaatiosta puhumattakaan, tapahtuvat nimenomaan dislokaatioiden välityksellä. Esimerkkeinä mainittakoon epäjatkuva erkautuminen ja martensiittitransformaatio. Polygonoituminen, jota pidetään jopa tämän vuosikymmenen tärkeimpänä fysikaalisen metallurgian tutkimusaiheena, perustuu kokonaan erilaisiin dislokaatioreaktioihin.

Koska metalliseosten kehittämisessä on kuitenkin useimmiten lähdettävä siitä, että dislokaatioiden syntymistä ei voida estää eikä niiden perusolemuksen muuttua, on tutkimuksen painopiste tarkoituksenmukaisinta suunnata niihin tekijöihin, jotka vaikuttavat dislokaatioiden liikkumiseen. Näin on asianlaita mm. ferriittisen teräksen lujuuden sekä virumis- ja väsymiskestävyuden suhteen. Tärkeimmän poikkeuksen tästä yleisperiaatteesta muodostavat sellaiset metallit ja metalliseokset, joissa pinousvian pintaenergia on pieni ja dislokaatiot voivat laajeta. Laajentuneen dislokaation kyky kiivetä ja ristiliukua riippuu oleellisesti pinousvian pintaenergiasta. Vain kuttamalla pinousvian pintaenergiaa voidaan siis vaikuttaa dislokaation laajenemiseen ja sitä kautta myös metallien käyttäytymiseen jännityksen alaisena.

Faasitransformaatioiden tutkiminen on monissa tapauksissa mahdollista optisellakin mikroskoopilla. Bainiitti- ja martensiittireaktioista antaa optinen mikroskooppi kuitenkin varsin pintapuolisen kuvan. Kun esimerkiksi hitsausliitoksessa saattaa samastakin

austeniittirakeesta syntyä jäähtymisen aikana kaikkia teräksessä esiintyviä rakenteita, on läpivalaisuelektronimikroskooppi ainoa mahdollinen täyden selvyyden mikrorakenteesta antava tutkimusväline. Kovuusmittauskin antaa tällaisesta rakenteesta vain "keskimääräisen" kuvan, jonka perusteella ei liitoksen mekaanisia ominaisuuksia vielä pystytä arvioimaan.

Yksi ohuen läpivalaisunäytteen suurimmista heikkouksista on, ettei sitä aina voida pitää täysin edustavana. Esimerkiksi dislokaatiot häviävät näytteen pintaosista ja jäännösausteniitti saattaa jännitysten lauetessa muuttua martensiitiksi. Erityisen haitallinen on pinnan vaikutus dynaamisissa kokeissa, joissa näytettä tutkimuksen aikana muovataan tai kuumentetaan. Lähinnä juuri paksumpien näytteiden tutkimisen mahdollistamiseksi on viime vuosina rakennettu mikroskooppeja, joissa kiihdytysjännite on 1000 jopa 3000 kV. Näiden avulla voidaan tehdä suoria havaintoja kolmiulotteisessakin kappaleessa tapahtuvista dislokaatioreaktioista, rekristallisaatiosta sekä faasitransformaatioista. Lyhytaaltoisten elektronien aiheuttaessa säteilyvaurioita näytteessä ovat suurjännite-elektronimikroskoopit mahdollistaneet myös säteilyvaurioiden kehittymisen visuaalisen seurannan. Yleisesti ottaen on suurjännite-elektronimikroskoopien suhteen kuitenkin todettava, etteivät ne, säteilyvauriotutkimuksia lukuunottamatta, ole antaneet kovinkaan paljon oleellisesti uutta tietoa metalleista. Pikemminkin ne ovat vain syventäneet sitä tietoutta, jonka jo koventionaaliset 100 kV:n elektronimikroskoopit ovat antaneet.

Millaisia tavoitteita elektronimikroskopialle tulisi sitten käytännön tutkimustyössä asettaa? Uusien metalliseosten kehittämisessä on pyrkimyksenä yleensä tietyn, ennalta määrätyn ominaisuusyhdistelmän omaava laatu. Seoksen koostumus on jo tämän perusteella useimmissa tapauksissa melko ahtaasti rajattu. Toisaalta asettavat käytettävissä olevat tuotantovälineet rajoituksensa seoksen lämpökäsittelyille. Elektronimikroskopian ja rakennetutkimusten tehtäväksi yleensäkin jää edesauttaa haluttuun ominaisuusyhdistelmään pääsemistä siten, että vältytään laajamittaisilta tuotantokokeilta ja mekaanisten ominaisuuksien testauksilta. Metallioipillisiin ilmiöihin kohdistuva perustutkimus, jollaista tehdään varsinkin korkeakouluissa, johtaa harvoin kaupalliseen tuotteeseen, eikä sellainen ole usein tavoitteenakaan. Silti perustutkimus on välttämätöntä ja sitä tulisi tehdä jossain määrin myös teollisuuden tutkimuslaitoksissa, sillä vain sitä kautta on hankittavissa se taustatieto, jonka avulla mikrorakenteiden ja mekaanisten ominaisuuksien välisiä, usein hyvinkin monitahoisia syy-yhteyksiä pystytään analysoimaan. Väheksyä ei sovi myöskään perustutkimuksen merkitystä tutkimukselle otollisen ilmapiirin luomisessa laboratorioon.

Elektronimikroskoopin antamaa taloudellista hyötyä on vaikea arvioida, koska se ei useinkaan ole konkreettista vaan summautuu vaikeasti eriteltävällä tavalla koko tutkimustoiminnan saantiin. Voidaan kuitenkin sanoa, että elektronimikroskoopin hankinta on yritykselle sitä taloudellisempaa mitä pitkäjänteisempää sen tutkimustoiminta on.

TILASTOTIETOJA
vuoriteollisuudesta vuonna 1973
koonnut kaivostarkastaja Kari Huju

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu kiveä tonnia	Malmia tai hyötykiveä tonnia	Kaivostyöntekijöitä v. 1973 aikana			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avolouhos	maalla	yht.	
Malmikaivokset									
1. Vuonos	Outokumpu	Ni, Cu, Zn, Co	Outokumpu Oy	2 376 608	1 524 140	24	95	119	225 006
2. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	FeS ₂ , Cu, Zn	Outokumpu Oy	1 484 994	985 134	19	120	139	252 123
3. Otanmäki	Vuolijoki	V ₂ O ₅ , Fe, TiO ₂	Rautaruukki Oy	1 280 800	1 264 800		169	169	276 823
4. Kemi	Kemi mlk.	Cr	Outokumpu Oy	966 920	377 000	30		30	44 501
5. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb, Ag	Outokumpu Oy	867 506	791 639		168	168	303 008
6. Keretti	Outokumpu	Cu, FeS ₂ , Zn, Co	Outokumpu Oy	712 506	605 000		180	180	341 896
7. Raajärvi- Leveäselkä	Kemijärvi	Fe	Rautaruukki Oy	702 300	702 300		70	70	139 630
8. Luikonlahti	Kaavi	Cu, FeS, Co	Myllykoski Oy	675 472	595 187	1	87	88	164 227
9. Hammas- lahti	Pyhäselkä	Cu	Outokumpu Oy	660 441	314 100	24	32	56	108 674
10. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	Outokumpu Oy	555 556	457 617		125	125	240 323
11. Hällinmäki	Virtasalmi	Cu	Outokumpu Oy	302 741	263 093		15	15	38 257
12. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	227 910	202 574	10		10	16 479
13. Kylmäkoski	Kylmäkoski	Ni, Cu	Outokumpu Oy	206 032	169 850	11	4	15	24 230
14. Metsämonttu	Kisko	Zn, Pb, Au, Ag	Outokumpu Oy	116 744	115 863		24	24	42 088
15. Rautu- vaara *)	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	101 000	12 000		49	49	96 436
16. Petolahti **)	Maalahti	Ni, Cu	Outokumpu Oy	47 057	47 057	3	4	7	6 447
Malmikaivokset 16 kpl yht.				11 284 587	8 427 354	122	1 142	1 264	2 320 148
Kalkkikivi- kaivokset									
1. Parainen	Parainen	kalkkikivi	Paraisten Kalkki Oy	1 583 410	1 394 339	33	16	49	94 967
2. Tytyri	Lohja	"	Lohjan Kalkkitehdas Oy	957 670	957 670		86	86	129 819
3. Ihalainen	Lappeenranta	"	Paraisten Kalkki Oy	904 715	904 715	25	2	27	51 510
4. Mustio	Karjaa	"	Lohjan Kalkkitehdas Oy	670 332	434 349	29		29	43 554
5. Ruokojärvi	Kerimäki	"	Ruskealan Marmori Oy	233 600	233 600	2	35	37	61 550
6. Äkäsjoen- suu	Kolari	"	Paraisten Kalkki Oy	232 200	232 200			13	25 000
7. Kalkkimaa	Tornio	kalkkikivi, kvartsi	Rauma-Repola Oy	141 841	141 841	5		5	8 800
8. Förby	Särkisalo	kalkkikivi	Karl Forsström Oy	133 035	132 039		18	18	35 467
9. Ryytimaa	Vimpeli	"	Paraisten Kalkki Oy	112 267	93 375	5		5	8 606
10. Montola	Virtasalmi	"	Paraisten Kalkki Oy	108 580	108 580		23	23	34 777
11. Sipoo	Sipoo	"	Lohjan Kalkkitehdas Oy	77 905	77 905		9	9	15 486
Kalkkikivikaivokset 11 kpl yht.				5 155 555	4 710 613	112	189	301	509 536
Mineraali- kaivokset									
1. Lahnaslampi	Sotkamo	talkki	Suomen Talkki Oy	339 294	293 848	10		10	20 640
2. Paakkila	Tuusniemi	asbesti,	Paraisten Kalkki Oy	153 853	6 768	6		6	10 947
3. Kemiö	Kemiö	maasälpä, kvartsi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	140 439	134 737	6		6	13 349
4. Nilsjä	Nilsjä	kvartsi	—, —	83 096	83 093	3		3	4 800
5. Haapaluoma	Peräseinäjoki	maasälpä	—, —	26 037	17 595	4		4	4 821
Mineraalikaivokset 5 kpl yht.				742 719	536 044	29		29	54 557
Muut kaivokset									
1. Bälaby	Karjaa	Fe, Al, ym. ***)	Lohjan Kalkkitehdas Oy	38 370	38 370	3		3	1 500
2. Kuivaniemi	Kuivaniemi	"	Paraisten Kalkki Oy	31 600	31 600	3		3	824
3. Parikkala	Parikkala	"	—, —	29 275	29 275	5		5	5 544
4. Parsby	Parainen	"	—, —	21 664	21 664	4		4	546
5. Sallittu	Suomusjärvi	"	—, —	18 880	18 880	2		2	760
6. Hyvärilä	Lemi	"	—, —	14 647	14 647	2		2	3 381
7. Mantovaara	Sodankylä	"	—, —	14 100	14 100	2		2	2 000
8. Rutola	Lappeenranta	"	—, —	4 213	4 213	2		2	706
Muut kaivokset 8 kpl yht.				172 749	172 749	23		23	15 261
Kaikki kaivokset 40 kpl yht.				17 355 610	13 846 760	286	1 331	1 617	2 899 502

*) rakenteilla

**) lopettanut toimintansa v. 1973 aikana

***) vuorivillan ja sementin valmistukseen

TILASTOTIETOJA

vuoriteollisuudesta vuonna 1973

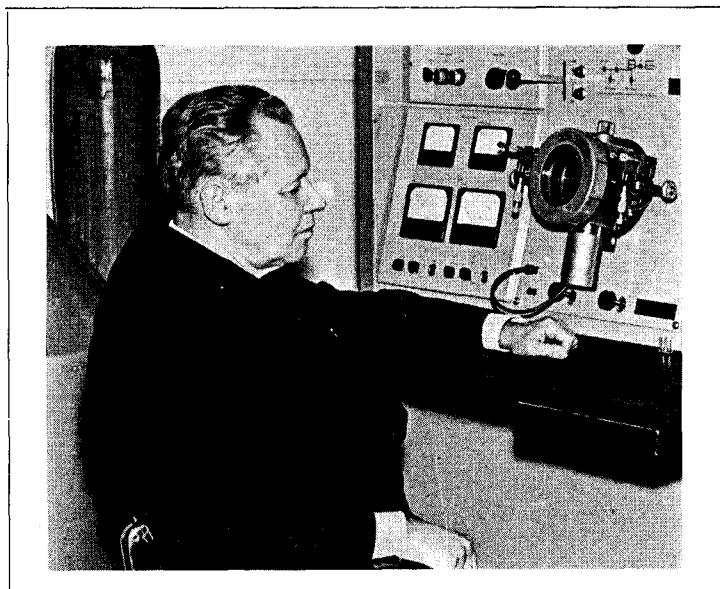
Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1971	1972	1973	keskipitoisuus % v. 1973
Rikasteet tonnia				
Rautarikasteita yhteensä	878 352	995 196	893 629	65,3
— rautarikasteet	528 653	573 389	585 818	66,0
— pasute, purppuramalmi (Kokkola)	349 699	421 807	307 811	64,1
Rikkirikasteet	865 612	856 719	777 426	45,4
Kuparirikaste	126 077	159 157	174 131	21,9
Ilmeniittirikaste (TiO ₂ %)	139 500	149 500	159 000	45,7
Kromirikaste (Cr ₂ O ₃ %)	139 378	104 571	149 471	42,7
Nikkelirikaste	66 121	107 537	122 511	4,7
Sinkkirikaste	98 819	96 496	110 452	53,1
Kobolttirikaste	4 036	1 995	20 679	0,7
Lyijyrikaste	8 805	6 980	4 144	51,5
Metallit tonnia				
Raakarauta (malmeista)	1 029 253	1 183 487	1 412 055	
Elementääririkki	101 456	119 221	122 715	
Sinkki	63 702	81 096	80 662	
Katodikupari	32 339	38 424	42 907	
Ferrokromi	35 323	24 324	39 570	
Katodinikkeli	3 890	5 458	5 839	
Vanadiinipentoksiidi	1 979	2 124	2 248	
Koboltti	925	803	1 010	
Kadmium	120	175	179	
Hopea kg	19 367	19 444	24 676	
Seleeni ”	6 273	5 069	9 171	
Elohopea ”	4 659	7 309	6 760	
Kulta ”	544	548	615	
Mineraalit tonnia				
Kalkkikivi yhteensä	3 752 422	3 902 509	4 345 811	
— sementin valmistus	2 347 560	2 597 420	2 909 003	
— maanparannuskalkki	485 272	447 714	509 858	
— kalkinpoltto	481 048	434 201	445 717	
— rouheet, tekn. hienojauheet ym.	265 207	262 805	323 880	
— sulfiitti- ja metallurginen kivi	170 347	155 072	153 353	
— dolomiitin poltto	2 988	5 297	4 000	
Talkki	100 679	90 327	109 704	
Kvartsi	86 197	92 085	92 937	
Vuorivillakivi	110 840	50 382	74 179	
Maasälpä	64 062	59 858	58 318	
Wollastoniitti	5 549	6 491	6 547	
Asbesti	10 360	6 388	6 337	
Sementti tonnia	1 810 893	1 983 719	2 091 903	

ILMOITTAJAT – ANNONSÖRER

AIRAM/KOMETA
 ALGOL
 EKSTROMIN KONELIIKE
 ENSO
 GRÖNBLOM
 HUMBOLDT-WEDAG
 IMATRAN VOIMA
 KEMIRA
 KNORRING
 KONEISTO
 LOHJAN KALKKITEHDAS
 LOKOMO
 MACHINERY
 MURSKAUSKONE
 NOKIA/KAAPELITEHDAS

NOKIA/KUMITEHDAS
 OUTOKUMPU
 HANS PALSBO
 PARAISTEN KALKKI
 RAUTARUUKKI
 ROTATOR
 SUOMEN MALMI
 SUOMEN MESSUT
 SUOMEN PUHALLINTEHDAS
 TALLBERG/VUORIKONEET
 TAMPELLA-TAMROCK
 TECALEMIT
 TIT-TRADING
 TULENKESTÄVÄT TIILET
 WITRAKTOR



Prof. Olavi Erämetsä

10. 10. 1906—3. 1. 1974

Tammikuun kolmantena päivänä 1974 kuoli Helsingissä pitkällisen sairauden murtamana professori Olavi Erämetsä. Hän oli syntynyt Lahdessa 10. 10. 1906, tullut ylioppilaaksi Kuopion Lyseosta vuonna 1925, valmistunut diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun kemian osastolla vuonna 1934 sekä väitellyt tekniikan tohtoriksi neljä vuotta myöhemmin.

Jo opiskeluaikanaan prof. Erämetsä toimi Teknillisen korkeakoulun palveluksessa aluksi mineralogian assistenttina ja suoritettuaan diplomi-insinööritutkinnon analyttisen kemian sekä metallurgian assistentin viroissa. Tätä seurasi monivuotinen toiminta analyttisen kemian lehtorina ja vuodesta 1947 alkaen aina viime syksyyn saakka, jolloin prof. Erämetsä täysinpalvelleena siirtyi eläkkeelle, hän oli epäorgaanisen kemian professori ja samalla epäorgaanisen ja analyttisen kemian laboratorion esimies.

Näissä tehtävissä prof. Erämetsä antoi merkittävän panoksen epäorgaanisen ja analyttisen kemian opetuksen ja tutkimuksen hyväksi. Hänen johtamansa laboratorio kohosi lyhyessä ajassa huipputason laitokseksi spektrokemian alalla, spektrokemiallisten analyysien suuntautuessa etupäässä harvinaisten alkuaineiden geokemian selvittämiseen. Jo väitöskirjassaan hän oli käsitellyt laajasti indiumin esiinty-

mistä suomalaisissa mineraaleissa ja tätä julkaisua seurasi vuosien kuluessa useat muut tutkimukset geokemian alalta. Kaikenkaikkiaan prof. Erämetsän julkaistujen tutkimusten määrä ulottui pitkälti toiselle sadalle. Useissa tapauksissa hänen tutkimustoimintansa johti konkreettisiin sovellutuksiin teollisuudessa.

Prof. Erämetsän tieteellinen työpanos sai tunnustusta usealta taholta niin koti- kuin ulkomaillakin. Hän oli Suomalaisen tiedeakatemian ja Teknillisten tieteiden akatemian jäsen sekä Suomalaisten Kemistien Seuran kunniajäsen. Vuorimiesyhdistys myönsi hänelle viime syksynä Eero Mäkisen mitalin tunnustuksena pitkäaikaisesta ja ansiokkaasta tutkimus- ja kehitystyöstä alueella, joka läheisesti liittyy yhdistyksen toimintaan.

Professori Erämetsän kaikkea toimintaa leimasi innostuneisuus, peräänantamattomuus ja ennakkoluolettomuus. Nämä ominaisuudet olivat vielä yhdistyneinä hänen lämpimän inhimilliseen perusnäkemykseensä elämästä. Tämän henkisen perintönsä hän onnistui siirtämään vuosien aikana lukuisiin oppilaisiinsa elävien luentojensa välityksellä ja erityisesti myöhemmässä vaiheessa ohjatessaan heidän diplomi- ja muita tutkimustöitään.

jatk. s:lta 37



Yli-insinööri Per Westerlund

24. 12. 1926—17. 3. 1974

Yllättäen poistui keskuudestamme 17. 3. 1974 yli-insinööri Per Martin Ensio Westerlund Järvenpäässä.

Hän oli syntynyt Jääskessä 24. 12. 1926 ja tullut ylioppilaaksi Kajaanin yhteislyseosta 1945. TKK:n vuoriteollisuusosaston kaivosteknilliseltä linjalta hän valmistui diplomi-insinööriksi 1949, jolloin hän tuli Otanmäen toimiston tutkimustyömaan päälliköksi. Otanmäen kaivoksen tultua perustetuksi hänet nimitettiin 1951 kaivoksen rikastamon käyttöinsinööriksi.

Toimittuaan vuosina 1955—60 Outokummun kaivoksen tutkimusinsinöörinä Per Westerlund kutsuttiin vuonna 1960 Otanmäki Oy:n Kärvasvaaran kaivoksen isännöitsijäksi. Misin alueen kaivostoiminnan siirryttyä sittemmin Raajärvelle Westerlundista tuli myös tämän kaivoksen isännöitsijä 1961. Toukokuun alusta 1968 hän tuli takaisin Otanmäkeen nyt kaivoksen johtajaksi.

Vuoden 1973 syyskuun alusta hän siirtyi Helsinkiin Rautaruukin kaivosteknillisen osaston johtajaksi. Tässä toimessa hän joutui johtamaan mm. Rautuvaaran ja Mustavaaran kaivosten suunnittelua ja rakentamista. Hänen vastuullaan olivat myös suuren Soklin malmiesiintymän tutkimukset.

Per Westerlund oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1947. Vuorimiesyhdistyksen kaivosjaoston sihteerinä hän toimi 1956—62 ja Vuorimiesyhdistyksen hallituksen jäsen hän oli 1968—70.

Ystävien ja työtovereiden keskuudessa Per Westerlund tunnettiin hienotunteisena ja rehtinä ihmisenä, jolle suuri vastuuntunto ja pitkäjännitteisyys olivat ominaisia. Hän oli laajan kokemuksen omaava vuorimies.

Tulevaisuuden näkymiä

Elektronimikroskopia on fysikaalisen metallurgian tutkimusmenetelmänä vielä suhteellisen nuori. Siitä huolimatta se on jo saavuttanut melko keskeisen aseman lähes kaikessa metallien rakenteen tutkimuksessa. Elektronimikroskoopi ei kuitenkaan ole tehnyt tarpeettomaksi enempää optista mikroskooppia kuin röntgenlaitteitakaan. Yhä edelleenkin on optinen mikroskoopi paras väline rakenteen yleispiirteiden tutkimisessa. Röntgenmetallografia taas on säilyttänyt asemansa fysikaalisen metallurgian tärkeimpänä tutkimusmenetelmänä.

Mitään suuria parannuksia nykyisiin elektronimikroskoopeihin ei ole odotettavissa. Voimakkainta tulee kehitys todennäköisesti olemaan erilaisten lisälaitteiden kohdalla. Jo omaksi elektronimikroskopian haarakseen on kehittynyt rasterielektronimikroskopia. Uusinta tekniikkaa tällä alalla edustaa läpivalaisurasterielektronimikroskoopi, jonka avulla on onnistuttu näkemään jopa yksittäisiä raskaiden alkuaineiden atomeja.

Harjaantuneiden tutkijoiden käsissä elektronimikroskoopi on hyvin suorituskykyinen laite. Tämä pitää paikkansa myös rasterielektronimikroskoopin ja mikroanalysaattorin suhteen. Jotta lisääntyviä laitekursseja resursseja kyettäisiin vastaisuudessaakin käyttämään tehokkaasti hyväksi, olisi entistä useamman metallurgin pyrittävä tekemään näillä laitteilla myös omakohtaista tutkimustyötä, sillä vasta se luo edellytykset tutkimusmenetelmän ja tutkimustulosten kriittiseen arviointiin. Metallien kehitystyötä tekevällä tutkijalla ei ole varaa ylenkatsoa mitään tutkimusmenetelmää, kaikkein vähiten elektronimikroskopiaa.

Summary

Thin foil electron microscopy is at present widely used in all metal research. In addition to the fundamental research carried out particularly at universities, electron microscopy has been started to be used also in industrial research aiming at practical applications. A research like this is primarily concerned with decomposition of solid solutions and structure of multiphase alloys. Other subjects to be mentioned are dislocation configurations, martensitic and bainitic transformations, work hardening and radioation damages. The last mentioned subject can only be studied by means of high-voltage electron microscopes. When carrying out fracture surface studies the conventional electron microscopes have almost entirely been replaced by scanning electron microscopes during the last few years.

Suoritettuja tutkintoja - Avlagda examina

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian ja mineralogian laitos

2.3.1974 tarkastettiin julkisesti fil.lis. *Markku Mäkelän* väitöskirja: "A study of sulfur isotopes in the Outokumpu ore deposit, Finland". Virallisena vastaväittäjänä toimi FT Aulis Häkli ja kustoksena prof. Heikki V. Tuominen.

Geologian ja paleontologian laitos

19.1.1974 tarkastettiin julkisesti fil.lis. *Kate Kranckin* väitöskirja: "On Sedimentological Processes in Northumberland Strait, Canada". Virallisena vastaväittäjänä toimi FT Boris Winterhalter ja kustoksena prof. Joakim Donner.

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

Rainio, Heikki: "Mannerjäätikön reunan asema Jaamankankaalta Uimaharjuun".

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Ikonen, Liisa: "Rokuan alueen jääkauden jälkeisestä kehityksestä siitepöly- ja piilevätutkimusten valossa".

Korttila, Kaarina: "Puiden kasvurengassarjoista ja dendrokronologian sovellutuksista, erityisesti radiohiilimenetelmän yhteydessä. Rengastutkimuksia Kuusamon männyistä".

Raudasmaa, Pekka: "Kaavoitukseen liittyvät maaperän rakennettavuustutkimukset".

OULUN YLIOPISTO

Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Lahtinen, Jarmo: "Lapin granuliittimuodostuman ja Taka-Lapin graniittigneissikompleksin geologias-ta". Työn ohjasi prof. J. Seitsaari.

Taka-Lapin kallioperässä voidaan erottaa kolme suuryksikköä: presvekokarjalainen graniittigneissikompleksi, sen päällä suurehkoissa synformeissa esiintyvät iältään todennäköisesti svekokarjalaiset ns. kiillegneissialueet sekä granuliittimuodostuma. Granuliittimuodostuman metamorfoosi tapahtui svekokarjalaisessa orogeniassa 1950 milj. vuotta sitten, ja granuliittialue sisältää uudelleen metamorfoituneita graniittigneissikompleksin kiviä sekä ensimmäistä kertaa metamorfoosiin joutuneita kiillegneissialueiden kiviä.

Reino, Jouni: "Pohjois-Suomessa esiintyvien albitiittien petrografiasta ja geokemiasta". Työn ohjasi prof. J. Seitsaari.

Prosessitekniikan osasto

Tekniikan lisensiaatin tutkintoja:

Juttila, Esa A. A.: "Sulfaatti- ja neutraalimenetelmää käyttävän vuokeiton tietokonesäätö". Työtä valvoi prof. P. Uronen.

Ollila, Antero Veli Eenokki: "Siirtofunktioden approksimointimenetelmät". Työtä valvoi prof. P. Uronen.

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

Hemmilä, Airi Irene: "Tutkimus happiteräsprosessissa käytettävän kalkkisinterin ominaisuuksista." Työtä valvoi prof. V. Veijola.

Kajava, Liisa Marjatta: "Aromaattisten hiilivetyjen hapettaminen polysulfideilla". Työtä valvoi prof. V. Veijola.

Karvonen, Jyrki Sakari: "Sekoitusreaktorisarjan laadunvaihdon optimointi epsilon-menetelmällä". Työtä valvoi prof. P. Uronen.

Korhonen, Kalle Juhani: "Tutkimus on-line kromatografiasta". Työtä valvoi prof. P. Uronen.

Maukola, Matti Heikki Juhani: "Mikron-2-laitteiston käyttökelpoisuus raekokoanalysoinnissa". Työtä valvoi vt. prof. S. Kurronen.

Määttä, Valde Juhani: "Butaanin reformointi höyryllä". Työtä valvoi prof. V. Veijola.

Salmi, Veli Juhani: "Seleenin ja telluurin poistaminen rikistä". Työtä valvoi prof. V. Veijola.

Seppänen, Alpo Johannes: "Hydro syklonin hyöty-suhteen määrittäminen puhdistettaessa kuitususpensiota". Työtä valvoi vt. prof. S. Kurronen.

Siltaloppi, Martti Sakari: "Sulan rikin mekaaninen puhdistus". Työtä valvoi vt. prof. S. Kurronen.

Taskila, Leena Aulikki: "Glukoosin ja fruktoosin erottaminen toisistaan ioninvaihtohartseilla". Työtä valvoi prof. V. Veijola.

Tuomala, Irma Kaarina: "Pienikapasiteettisen jatkuvatoinisen prosessisysteemin suunnittelu". Työtä valvoi prof. V. Veijola.

Wahlström, Pentti Toivo Kalevi: "Painehäviö masasulpun putkivirtauksessa". Työtä valvoi vt. prof. S. Kurronen.

Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

Anttila, Väinö: "Ca- sulfiittikeiton säätömalli".

Nykänen, Juha: "Erään mikroprosessorin assembleri ja simulaattori".

Timoharju, Erkki: "Erään paperinjalostustehtaan tuotannon suunnittelu".

Timonen, Eero: "Vaahdotusprosessin lietevirtauksien dynamiikan ja säädön tutkiminen".

TURUN YLIOPISTO

Maaperägeologian laitos

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

Lehmuspelto, Pasi: "Tinan ja berylliumin esiintymisestä moreenissa Eurajoen rapakivigraniittien alueella". Tarkastajina v.t. prof. Gunnar Glückert ja FT Ilmari Haapala.

Työssä on tarkasteltu tinan pitoisuusvaihteluja moreenissa alueellisesti, eri syvyyksillä moreenipatjassa sekä moreeniaineksen eri raekoko- luokissa. Alueellisena piirteenä havaittava tinan rikastuminen moreenipatjan pintaosaan tulkitaan preglasiaalisen rapautumiskuoren ominaisuudeksi, joka on säilynyt mannerjäätikön sekoitustyöstä huolimatta. Moreenin ja siitä vesirikastuksella saatujen upien mineraalikoostumusten vertailussa todetaan, että mineraalirakeiden muodolla on ominaispainon lisäksi tärkeä merkitys vesirikastuksessa. Tina ja beryllium eivät Eurajoen alueella kokonaisuutena korreloi keskenään, sen sijaan tinaminalisaation läheltä otetussa moreeninäytteissä niillä on tilastollisesti merkittävä korrelaatio.

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Anttila, Pekka: "Gotlannin altaan sedimenteistä". Tarkastajina v.t. prof. Gunnar Glückert ja FT Heikki Ignatius.

Tutkielmassa selvitetään syvänteen kerrostumien ominaisuuksia ja stratigrafiaa näytesarjojen ja kaikuluotaustulosten avulla. Savisarjat ajoittuvat jääkaudesta nykyaikaan, ja niistä on tehty erilaisia määrittäyksiä mm. humuspitoisuus ja raesuuruus. Näytesarjoissa havaittuja ominaisuuksien muutoksia (tilavuuspaino, raekoko) on verrattu vastaavalta kohdalta ajettuun kaikuluotausprofiiliin, jolloin on voitu identifioida kaikuluotausdiagrammissa esiintyvät kerrostuman sisäiset heijastuspinnat. Näiden perusteella on altaan poikki ajettu kaikuluotausprofiili pystytty tulkitsemaan, jolloin kerrostumista on eritelty resentiininen savilieju, Litorina-Post-Litorinan savilieju, glasiaalisavi (sis. Ancyclus) ja moreeni.

Leino, Jukka: "Eräiden umpeenkasvusooiden turvesuhteista Salon ympäristössä". Tarkastajina v.t. prof. Gunnar Glückert ja prof. Martti Salmi.

Kahdeksan umpeenkasvun kautta syntyneen kohosun turvekerrostoista laskettiin keskisyvyys ja -maatuneisuus, turvelajisuhteet, saven ja liejun esiintymisen laajuus sekä eri turvelajien keskimääräiset ulottuvuudet turvekerrostoissa. Turvelajisuhteissa on leimaavaa heikosti maatuneen rahkavaltaisen turpeen suuri osuus, tavallisimmin 70—80 %, joka muodostaa soiden ylimmän ja paksuimman osan. Rahkan alla ovat paremmin maatuneet sara- ja puunjäte- sekä alinna korte- ja ruokoturpeiden kerrokset. Siitepöly- ja ¹⁴C-määritysten mukaan kuusi yleistyi alueella noin 1000—1500 e.Kr.

Pulkkinen, Eelis: "Kallioperän vaikutuksesta moreenin kivilajikoostumukseen Sallan—Pelkosenniemen alueella". Tarkastajina v.t. prof. Gunnar Glückert ja FT Raimo Kujansuu.

Lohkare-etsinnän, kallioperäkartoituksen, erilaisen kairausten, geofysikaalisten mittausten sekä suuntaus- ja kivilaskujen avulla tutkittiin moreenin petrograafista koostumusta ja stratigrafiaa erään Jauratsin rautamalmityyppisen esiintymän selvittämiseksi Ahvenselän alueella Sallan—Pelkosenniemen välillä Itä-Lapissa. Saadut tulokset käsiteltiin tilastollisesti. Moreenin kivilajikoostumuksesta ei aina voitu ennustaa alla olevan kallon kivilajia. Tämä johtui sekä näytteenottoaikkojen epätasaisesta jakautumisesta että kallioperän kivilajien suuresta vaihtelusta. Viidestä alueen moreenipatjasta selvitetiin mannerjään virtaussuunnat, jotka vaihtelivat lounaan, lännen ja pohjoisluoteen välillä. Alimmat moreenipatjat lienevät viimeistä jääkautta vanhempia.

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Vuoriteollisuusosasto

2.2.1974 tarkastettiin julkisesti diplomi-insinööri *Kari Anders Blomsterin* väitöskirja "Surface Energies of Solid Cobalt Oxide at Various Oxygen Acti-

vities". Vastaväittäjinä toimivat professori M. H. Tikkanen ja tekniikan tohtori Jussi Rastas ja kustoksena professori Martti Sulonen.

Väitöskirjatyössä tutkittiin kiinteän kobolttioksidin pintaenergian riippuvuutta hapen osapaineesta. Kobolttioksidin pintaenergia mitattiin viidessä eri hapenpaineessa 1150° C, ja todettiin, että hapenpaineen noustessa pintaenergian arvot pienenevät. Kobolttioksidin, joka on p-tyypin puolijohde, pintaan on tämän mukaan adsorboitunut muuhun hilaan nähden ylimäärä konsentraatio hilavirheitä, joiden pinta-konsentraatio määrättiin saatuja tuloksia ja termodynaamista tarkastelua käyttäen.

Tekniikan lisensiaatin tutkintoja:

Malinen, Risto Pentti: "Niukkahiilisten rakenne-teräsaihioiden lämpenemisestä 3-vyöhykkeisessä läpityöntöuunissa", professori Sulosen johdolla.

Nikkilä, Kalevi Juhani: "Valsattavaan aihioon kohdistuvan vedon aikaansaamiseksi tarvittavan laitteiston rakentaminen ja sen käyttäminen vedon vaikutuksen tutkimiseen urissa tapahtuvassa kuumavalssauksessa", professori Sulosen johdolla.

Tunturi, Pekka Johannes: "Tutkimus kuparin pistekorroosiosta kuumavesiverkostoissa ja sen estosta maamme käyttövesissä", professori Tikkanen johdolla.

Kuparin pistekorroosiotapausten esiintyessä jopa koko vesilaitoksen jakelupiirin kuumavesiverkostoissa lähdettiin tutkimaan kuparin aktivoitumismahdollisuutta vedenkäsittelyssä käytetyn alumiinisulfaatin jälkisaostumisen seurauksena hydrolyysi-reaktion takia.

Toisaalta selvitettiin ns. esikäsitteilyä inhibiitein ja inhibiittien käyttöä kupariputkistoissa kiertovesijärjestelmissä maamme käyttövesillä, joihin niiden todettiin erinomaisesti soveltuvan.

Vilpponen, Kari Olli: "On the Creep Behaviour of Lightly Alloyed Thermomechanically Treated Steels", vt. professori Lindroosin johdolla.

Metallin kuumalujuutta, erityisesti virumiskestävyyttä on totuttu parantamaan seostusta lisäämällä. Tässä työssä sensijaan pää-asialliset koeteräkset on suunniteltu siten, että seostus on erittäin niukka, varsinaisia seosaineita alle 0.3%, ja virumisprosessia on pyritty säätelemään termomekaanisilla käsitteilyillä. Johtavana ajatuksena on ollut muodostaa etukäteen metalliin korkea virumisjännitystä vastaava stabiili sellirakenne. Työ käsittelee niukkaseosteisten terästen lisäksi myös puhtaan raudan virumiskäyttäytymistä. Lisäksi on pyritty soveltamaan läpivalaisuelektronimikroskopian ja aineenkoetuksen ohella myös röntgendiffraktiota, autoradiografiaa sekä scanning elektronimikroskopiaa.

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

Forsén, Olof Berndt Wilhelm: "Studier rörande nickelelektrolys ur sulfatbad", professori Tikkanen johdolla.

Elektrolyysi suoritettiin sulfaattikylvyssä, joka sisältää 73 g/l Ni:ä (sulfaattina), 6 g/l H₃BO₃:a ja 190 g/l Na₂SO₄:a. pH vaihtelee 2.6 ja 6 välillä ja lämpötila on 60° C.

Tutkimuksessa on potentiodynaamisten polarisaatiokäyrien avulla määrätty nikkelin katodisen saostumisen ja anodisen liukenemisen sähkökemiallinen mekanismi.

Tässä työssä määrättiin myös nikkelin tasavirtasaostumisen virtahyötysuhteet sulfaattiliuoksesta pH:n ja virrantiheyden funktiona. On määrätty myös virtahyötysuhteet eri jaksoluvuilla ja anodisen ajan osuuksilla Periodic Reverse Current saostuksessa. Elektronimikroskooppisesti on tutkittu katodin pintarakennetta ja vertailtu tasavirralla ja PRC:llä saostettujen katodien ulkonäköä.

Jalasto, Tuuro Jyrki Sakari: "Tutkimus eräiden sirkoniseosten faasitransformaatioista ja elektrolyytisestä hydrauksesta", dosentti Forsténin johdolla.

Työssä tutkittiin ydinvoimalaitosten polttoaine-elementeissä käytettyjen sirkoni-niobiseosten käyttäytymistä lämpötilavälillä 20...1000° C. Pääpaino tutkimuksessa suunnattiin näissä lämpötiloissa tapahtuvien faasitransformaatioiden tutkimiseen. Faasitransformaatiolämpötilat määrättiin paitsi dilatometrisesti, myös tutkimalla isotermissä hehkutettujen näytteiden tasapainorakenteita sekä läpivalaisu- että optisen mikroskopian avulla. Tutkimuksessa selvitettiin myös ko. sirkoni-niobi seosten elektrolyyttisiä hydraamismahdollisuuksia.

Jortikka, Markku Juhani: "Kalkopyriittipohjaisen rikkasteen liuotustutkimus", professori Tikkanen johdolla.

Työn tarkoituksena oli tutkia kalkopyriittipohjaisen kuparirikasteen liukenemistä rikkihappoisessa liuoksessa erilaisissa olosuhteissa. Hapettimina käytettiin happea ja Fe³⁺:a.

Liuotukset suoritettiin kolmessa eri lämpötilassa: 70, 90, 115° C. Liukenemismekanismia tutkittiin määräämällä synteettiselle kalkopyriitille polarisaatiokäyrät 23, 30, 50, ja 75° C:ssa.

Synteettistä kalkopyriittia liuotettiin vakio potentiaalissa (300 mV ja 900 mV (SCE)).

Jussila, Eino Kalervo: "Metallirahan leimaus", professori Sulosen johdolla.

Työn tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia luopua 1 pennin pyöröloiden leimausta edeltävästä reunustuksesta.

Kirjallisuustutkimuksessa kerätyistä tiedoista kävi ilmi, että leimauksessa tarvittavaan voimaan vaikuttavat mm. leimojen peruspinnan muoto ja kuviointin korkeus.

Kokeita varten valmistettiin leimapareja, joissa em. ominaisuudet vaihtelivat. Mittaamalla parien vaatimat leimausvoimat löydettiin edullisin muoto. Tällaisilla leimoilla valmistettiin pennin rahoja tuotantomittakaavassa vaikeuksitta.

Lehto, Kimmo Veikko Johannes: "Ruostumattoman ja haponkestävän teräksen pinnan muuttuminen voidellussa kylmävalssauksessa", professori Sulosen johdolla.

Mattila, Pauli Viljo Tapani: "Kuumavalssauksen vaikutus austeniittisten ruostumattomien terästen lujuuteen", professori Sulosen johdolla.

Teräksiä AISI 304 ja 316 valssattiin lämpötiloissa 850...1150° C muokkausasteen vaihdella 15...40 %. Valssatuista kappaleista tutkittiin mekaanisia ominaisuuksia ja optisesti niiden mikrorakennetta. Kirjallisuustutkimusosassa on tarkasteltu lähinnä muokkauslujittumista ja dynaamista elpymistä sekä kuumamuokattavuutta.

Nybergh, Carl-Johan: "Undersökning om förutsättningarna samt begränsningarna för produktion av segjärn "as-cast" i ett automatgjuteri", professori Sulosen johdolla.

I diplomarbetet kartlägges premisserna för att uppnå dels en huvudsakligt ferritisk, dels en rent perlitisk samt dels en ferritperlitisk matrisstruktur hos segjärn "as-cast" med olika kemisk sammansättning, vägg tjocklek samt svalningstid i gjutform.

Paatsola, Olavi, "Geofysikaalisten reikämittausten käytöstä malminetsinnässä", dosentti Hjeltin johdolla.

Työssä selvitetään reikämittausten menetelmiä, joita käytetään malminetsinnässä. Kaikista on pyritty antamaan lyhyt kuvaus reikämittausten kannalta — itse menetelmien periaatteisiin ei yleensä puututa.

Sovellusmahdollisuuksia on tarkasteltu kirjallisuuden ja testimittausten perusteella. Testimittauksissa esitetään omapotentiaalin ja sivusuunnan mitauksia.

Reikämittauksista saatavaa hyötyä tarkastellaan kvalitatiivisesti. Kehitysnäkymiä on selvitetty Suomen osalta malminetsintäyrityksille lähetetyn kyselyn avulla ja muilta osin kirjallisuuden perusteella.

Pyykkö, Timo Matti: "Valmistavien töiden osuus karkeamurskaamon siirrossa maan alla Paraisten avolouhoksella", professori Maijalan johdolla.

Diplomityössä oli tutkimuksen kohteena hihnätunnelin ja vinon ajotunnelin louhintatyö, jossa tarkasteltiin kaluston soveltuvuutta, porauskaaviota, panostusta, vedenpoistoa ja tuuletusta. Lopuksi tarkasteltiin louhinta-aikataulua ja verrattiin eri yhtiöitten louhintamenetelmien kustannuksia keskenään.

Rantala, Erkki Sakari: "Otsonin elektrolyyttinen valmistus", professori Tikkasen johdolla.

Tutkimuksen teoreettisessa osassa tarkastellaan otsonin elektrolyyttisiä valmistusmenetelmiä ja niiden taloudellisuutta. Kirjallisuustutkimuksen perusteella rakennettiin elektrolyysikkenno, jolla tutkittiin otsonin saantiin vaikuttavia tekijöitä.

Ristimäki, Erkki Johannes: "LD-prosessin kineettinen tutkimus", professori Tikkasen johdolla.

Työssä tutkittiin Koverharin LD-prosessin kineettikkää ottamalla emulsio- ja sulanäytteitä koverterista puhalluksen aikana. Analyysitulosten perus-

teella saatiin yleiskuva puhalluksen kulusta ja valittujen prosessimuuttujien vaikutuksesta siihen. Tutkittavina prosessimuuttujina olivat LD-pölyn ja Mn-malmin käyttö sekä kalkin laatu. Tulosten tarkastelussa kiinnitettiin päähuomio kuonan muodostumiseen ja fosforin- sekä rikinpoistoon.

Saarinen, Jorma Sakari: "Hitsausjännitysten laukeaminen veto- ja vaihtokuormituksessa", vt. professori Lindroosin johdolla.

Hitsauksessa syntyvät jännösjännitykset, jotka saattavat olla suuruudeltaan myötörajan luokkaa, vaikuttavat epäedullisesti rakenteen ominaisuuksiin. Metallin väsyminen ja sen taipumus haurasmurtumaan riippuu osin juuri hitsausjännityksistä.

Kokeellisen tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää, missä määrin hitsausjännityksiä on jäljellä levyistä koneistetuissa väsytykskoesauvoissa ja tapahtuuko laukeamista koesauvoja eri tavoin kuormitettaessa. Jännitykset on mitattu röntgendiffraktioon perustuvalla kameramenetelmällä.

Sörensen, Tom Mikael: "Ydinpolttoaineen Zr-suojaputkien tekstuuri mittauksia", dosentti Forsténin johdolla.

Työssä perehdyttiin sirkoniputkien tekstuuriin mittaamiseen tekstuuriometrialla, sekä selvitettiin ydinpoltoaineputkien (0002)-tekstuurit.

Tasonäytteitä valmistettiin putkesta eri menetelmillä, pyrkimyksenä oli löytää nopein ja vaivattomin menetelmä edustavan näytteen valmistamiseksi.

Putkien tekstuuri mittauksissa, jotka suoritettiin eri syvyyksillä, todettiin putkien (0002)-tekstuurit varsin edullisiksi ja tekstuuri gradientti vain lieväksi.

Rajoitetusti seurattiin lämpökäsittelyn ja kylmämuokkauksen vaikutusta tekstuuriin.

jatk. s:lta 33

Summary

The development of the continuous casting technique has been very rapid in the last ten years. Earlier casting machines were small and were operating mainly in older steelworks. Now, however, many steelworks are casting their whole steel outputs with continuous casting machines. The present trend is to bigger billet and slab sizes, to bigger casting units and higher casting speeds.

The development of in-line reduction is discussed. The aim of in-line reduction is to increase the rate of casting by higher casting speeds, bigger cross-sections and the elimination of central porosity.

Sequence casting, increase of casting speed, blocking of tundish nozzles and the instrumentation of the casting process are also discussed. The eventual steelmaking process in the future will be continuous steelmaking → continuous casting → with in-line reduction → rolling. It is necessary to further develop the mechanization and automation. Improvement in refractory materials and casting practice can also be considered.

Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen r.y.

VUORIMIESYHDISTYS - BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y:N HALLITUKSEN TOIMINTAKERTOMUS TOIMINTAVUODELTA 1973

Vuosikokoukset

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 30. vuosikokous pidettiin Helsingissä 23. 3. 1973. Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- FT Heikki Wennervirta, Outokumpu Oy:
Rikki maan kuoressa
- TL Juhani Kangas, Outokumpu Oy:
Rikin tuotanto
- TT Kalevi Kiukkola, Kemira Oy:
Rikki kemian teollisuudessa
- DI Gösta W. Diehl, Oy Aerator Ab:
Rikki ja ympäristö

Jaostojen kokouksien yhteydessä iltapäivällä pidettiin erikoisalojen esitelmää. Illallistanssiaisissa ravintola Finlandiassa vastasi isännyydestä Rautaruukki Oy.

Toimihenkilöt

Yhdistyksessä ovat luottamustehtävissä toimineet seuraavat henkilöt:

- puheenjohtajana yli-ins. Heikki Tanner
- varapuheenjohtajana johtaja Nils Gripenberg
- hallituksen jäseninä: yli-ins Raimo Eriksson
TL Teuvo Grönfors
toim.j. Erkki Heiskanen
TT Kalevi Kiukkola
yli-ins. Heikki Konkola
yli-ins. Simo Seppänen
DI Rolf Söderström
DI Juhani Tanila
TL Seppo Yläsaari
- rahastonhoitajana TL Heikki Aulanko
- sihteerinä DI Pekka Lähteenoja
DI Gösta W. Diehl

Yhdistyksen toiminta

Hallitus on kokoontunut toimintavuoden aikana kahdeksan kertaa. Läsä ovat olleet myös jaostojen puheenjohtajat sekä tarpeen vaatiessa rahastonhoitaja.

Yhdistyksen lehti "Vuoriteollisuus - Bergshanteringen" on ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden pitkäaikaisen päätoimittajan, prof. Paavo Maijalan

pyydettyä eroa tehtävästään valittiin uudeksi päätoimittajaksi prof. Martti Sulonen.

NIF:n Bergsingenörenes Avdeling'in vuosikokouksessa edusti yhdistystä puheenjohtaja H. Tanner ja syyskokouksessa ja sen yhteydessä järjestetyssä exkursiossa FL Tom Bröckl. Svenska Bergsmannaföreningenin kokoukseen osallistui yhdistyksen edustajana TL Asko Parviainen.

Yhdistyksen toiminta jäsenkuntansa ammattitaidon ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi on pääasiassa, kuten aikaisempinakin vuosina, keskittynyt yhdistyksen neljään alajaostoon.

Erityisesti on syytä mainita metallurgijaoston aloittama koulutustoiminta, jonka puitteissa on jo yksi jatkokoulutuskurssi järjestetty ja toisen kurssin valmistelut ovat käynnissä.

Yhdistyksen jäsenmäärä

Yhdistyksen jäsenmäärä oli toimintakauden lopussa 31. 12. 1973 1012 henkilöä.

Jaostojen jäsenmäärät olivat:

Metallurgijaosto	572
Geologijaosto	238
Kaivosjaosto	252
Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto	125

Tutkimusvaltuuskunta on toimikautena kokoonnutunut kaksi kertaa ja sen toimikunnat kahdeksan kertaa. Valtuuskunnan puheenjohtajana on toimintajohtaja Caj Holm ja sihteerinä DI Hans Allenius. Toimikunnissa puheenjohtajina ovat toimineet:

Geologinen toimik.: prof. Aimo Mikkola
Kaivosteknillinen toimik.: prof. Paavo Maijala
Rikastusteknillinen toimik.: prof. Risto T. Hukki

Uusia työkomiteoita on suunnitteilla 2...4. Aikaisemmin nimitetyistä on työtään jatkanut 12 komiteaa, joista neljä on saanut työnsä valmiiksi.

Pohjoismaisen yhteistyön tuloksena on Vuorimiesyhdistys saanut Ruotsista 19 tutkimusraporttia ja Norjasta viisi raporttia.

Tilivuoden aikana on valtuuskunnan juokseviin menoihin käytetty 23 400,— markkaa.

Helsingissä 19 päivänä maaliskuuta 1974

Heikki Tanner
puheenjohtaja

Pekka Lähteenoja
sihtööri

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNA-FÖRENINGEN R.Y:N GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1973

Geologijaosto on kuluneen vuoden aikana kokoon-
tunut kaksi kertaa. Vuosikokous oli Vuorimiespäi-
vien yhteydessä 23. 3. 1973 Helsingissä ja syysretkei-
ly tehtiin 6—7. 9. 1973.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- Apul.prof. Oke Vaasjoki, Helsingin yliopisto:
"Metallien riittävydestä teollisuuden käyt-
töön".
- Apul.prof. Tauno Piironen, Oulun yliopisto:
"Svekokarjalainen orogenia ja malmimuodostus
Suomessa".
- Apul.prof. Kalevi Kauranne, Geologinen tutki-
muslaitos:
"Geokemiallinen tutkimus 1973"
- TL Kalervo Nieminen, Teknillinen korkeakou-
lu: "Bolivian asbestista".

Syysretkeily järjestettiin 6—7. 9. 1973. Tällöin tu-
tustuttiin eräisiin Savonlinnan, Pieksämäen ja Mik-
kelin ympäristön geologisesti mielenkiintoisiin
kohteisiin. Oppaina ja isäntinä toimi Kerimäen Lou-
hen Kalkkitehtaalla DI Lauri Koivikko ja Virtasal-
men Hällinmäen kaivoksella kaivoksen johtaja DI
Lars Wetzell ja FM Juhani Koskinen. Virtasalmen
geologiaa esitteli myös FT Lauri Hyvärinen. Maas-
tossa olevilla kohteilla toimivat oppaina tri Gabor
Gaál ja FM Boris Saltikoff, FT Gunnar Glückert ja
FM Jouni Pekkarinen. Syysretkeilylle osallistui 71
henkilöä.

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan ko-
kouksissa ovat jaostoa edustaneet puheenjohtaja tri
Hyvärinen ja geologisen toimikunnan puheenjohtaja
prof. Mikkola.

Viimemainittuun valtuuskuntaan kuuluvat pu-
heenjohtajan ohella jäseninä prof. Puranen, johtajat
Boström, Isokangas ja Paarma sekätrit Nuutilainen
ja Wennervirta. Isokangas ja Paarma toimivat tou-
kokuun loppuun ja tästä edelleen heidän tilallaan
Wennervirta ja Nuutilainen.

Geologisen toimikunnan yhteispohjoismaisessa
kokouksessa, joka pidettiin Tukholmassa 19—20. 3.
1973, Suomea edustivat FM Rolf Boström, FT Ju-
hani Nuutilainen, DI E. Stigzelius, FT H. Wenner-
virta ja DI H. Allenius.

Yhteispohjoismaisista työkomiteoista on toiminut
mm. komitea:

- Magnetiska tolkningsmetoder, puheenjohtajana
tri Werner Ruotsista. Suomen yhdysmiehenä
toimii tri S-E. Hjelt.

Kotimaisista tutkimuskomiteoista puolestaan ovat
toimineet mm:

- Komitea no 39, ATK-menetelmien käyttö kallioperäkartoituksissa, puheenjohtajana FL Pip-
ping. Komitea on saattanut työnsä päätök-
seen.

- Komitea no 44, Geologian ja geokemian maa-
ja kallioperästä tapahtuvan näytteenoton tek-
nillinen suoritus. Puheenjohtajana FM Airas.

Vuorimiesyhdistyksen hallituksessa on geologi-
jaostoa edustanut puheenjohtaja tri Hyvärinen.
Vuosikokouksen valitsemana on hallitukseen kuulu-
nut myös jaoston jäsen johtaja Heiskanen.

Geologian Kansallisessa Komiteassa on jaostoa
edustanut tri Wennervirta.

Yhdistyksen hallitus on hyväksynyt geologijaos-
toon 14 uutta jäsentä, joten jaoston jäsenmäärä on
nyt 246.

Geologijaoston puheenjohtajana on toiminut FT
Lauri Hyvärinen, varapuheenjohtajana tri Gabor
Gaál, hallituksen lisäjäseneä FT Juhani Nuutilai-
nen ja sihteerinä FM Marjatta Virkkunen.

Otaniemessä 20. 02. 1974

Vuorimiesyhdistys—Bergsmannaföreningen r.y.
Geologijaosto

Lauri Hyvärinen
puheenjohtaja

Marjatta Virkkunen
sihtööri

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNA-FÖRENINGEN R.Y:N KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1973

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintakauden aika-
na kaksi kertaa, yhdistyksen vuosikokouksen yhtey-
dessä ja jaoston syysretkeilyn yhteydessä.

Kevätkokouksessa 1973-02-23 oli läsnä 44 jäsentä
kuulemassa alustuksia vinotunnelien avoleikkausten
ja yläpään rakenteista. Alustajina DI Aaro Matikka-
la Outokumpu Oy:stä sekä FM Göran Mitts Parais-
ten Kalkki Oy:stä.

Lisäksi vierailtiin 1973-03-24 Oy Julius Tallberg
Ab:n Atlas-Copco-myyntin tiloissa Lauttasaarella,
jossa kuultiin tekn.joht. Lennart Ottosonin (Atlas
MCT Ab) esitys "Utvecklingstrender inom mekani-
serad bergbrytning".

Syysretken kohteena olivat 1972-10-05 Outokumpu
Oy:n Vuonoksen kaivos ja Hammaslahden kaivos.
Mukana syyskokouksessa oli 70 jäsentä. Jaosto on
antanut selvitykset radon-mittauksista eri kaivok-
sissa ja kaivosmittauskoulutuksesta.

Jaoston jäsenmäärä on 252 henkilöä (1973-12-31).

Jaoston puheenjohtaja on perinteiseen tapaan
toiminut Bergsprängningskommitténin yhdysmiehenä
Suomessa.

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toi-
minut yli-ins. Reino Kurppa, varapuheenjohtajana
kaivoksenjohtaja Esko Pihko ja sihteerinä DI Antero
Hakapää.

Helsingissä 1974-03-08

Reino O. Kurppa
puheenjohtaja

Antero Hakapää
sihtööri

VUORIMIESYHDISTYS - BERGSMANNA-FÖRENINGEN R.Y:N METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1973

Metallurgijaosto on kokoontunut toimintakauden aikana kerran, tehnyt kesäretken Oy Koverhar Ab:n Rauta- ja Terästehtaalle sekä järjestänyt terästen lämpökäsittelyn erityiskysymyksistä kolmipäiväisen kurssin.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut dipl.ins. Reijo Antola, varapuheenjohtajana tekn.lis. Asko Parviainen ja sihteerinä dipl.ins. Seppo Härkönen.

Johtokunta on kokoontunut kauden aikana seitsemän (7) kertaa.

Vuosikokous

Jaoston vuosikokous pidettiin Helsingissä Rakenusmestarien talolla 1973—03—23. Tällöin valittiin johtokuntaan seuraavat henkilöt:

- dipl.ins. Reijo Antola, puh.joht.
- tekn.lis. Asko Parviainen, varapuheenjoht.
- dipl.ins. Seppo Härkönen, sihteeri
- dipl.ins. Pentti Holopainen
- dipl.ins. Markku Kaivola
- tekn.tri Kai Lilius
- dipl.ins. Pekka Purra
- dipl.ins. Pekka Vaarno

Vuosikokouksen yhteydessä pidettiin seuraavat esitelmät:

- Prof. Sven Eketorp (KTH):
Järnsvampsmetodernas framtid i Norden
- DI Aaro Laurila (Outokumpu Oy):
Outokummun kehittämän know how'n vienti
- Toim.joht. Rainer Sjöström (Oy Navire Ab):
Naviren vientikokemuksia maailman markkinoilta
- DI Paavo Holmström (Rauma-Repola Oy):
Rauma-Repolan Mäntyluodon tehtaat ja ensimmäiset Suomessa valmistetut öljynporauslautat

Kesäretki

Jaoston kesäretki tehtiin 1973—09—07 Koverhariin, jossa tutustuttiin OVAKO-ryhmään kuuluvaan Koverharin Rauta- ja Terästehtaaseen. Retken yhteydessä kuultiin seuraavat esitykset:

- Dipl.ins. Gunnar Lundqvist:
Öljyn käytön lisääminen masuuniprosessissa
- Dipl.ins. Tenho Hätönen:
Erikoisterästen valmistus LD-tankovalumene-
telmällä
- Fil.maist. Raimo Pöyhönen:
Automaattinen röntgenspektrometri rauta- ja terästehtaan laatutarkkailussa

Tehdaskierroksen jälkeen nautittiin yhteinen lounas Tammisaaressa, jonka jälkeen siirryttiin vesitse Hankoon. Kesäretki päättyi yhteiseen illalliseen ja illanviettoon Hangö Udds Segelföreningen'illä.

Koulutustoiminta

Koska on havaittu, ettei metallurgeille sopivaa täydennyskoulutusta ole liiemmin tarjolla, jaoston johtokunta on päättänyt tehostaa toimintaa tällä sektorilla. Vuosikokouksen yhteydessä suoritettun kyselyn perusteella järjestettiin 1973—11—15..17 terästen lämpökäsittelyn erityiskysymyksiä käsittelevä kurssi Aulangolla.

Kurssin suunnittelua varten perustettiin kurssitoimikunta, johon kuuluivat

- prof. Martti Sulonen, puh.joht.
- dipl.ins. Pekka Purra, sihteeri
- dipl.ins. Reijo Katila
- dipl.ins. Lauri Mannerkoski
- tekn.tri Lasse Salonen
- dipl.ins. Erkki Ström
- insinööri Nils Tapani
- dipl.ins. Raimo Viherma
- Käytännön järjestelyistä vastasi INSKO.

Kurssille osallistui 32 henkilöä, joista 2/3 oli jaoston jäseniä. Kurssilla pidettiin seuraavat esitykset:

- Dipl.ins. Pekka Ranta (Yhtyneet Paperitehtaat):
Lämpökäsittelyn mittaus- ja säätötekniikka
- Tekn.tri Lasse Salonen (Puolustuslaitoksen tutkimuskeskus):
Suojakaasut terästen lämpökäsittelyssä
- Dipl.ins. Kari Blomster (Oy Suomen Bofors Ab):
Terästen lämpökäsittelyssä syntyvät pintarakenteet
- Ins. Karl-Erik Thelning ja ins. Göran Larsson (Ab Bofors):
Specialdragen i massiva kroppars värmbehandlingsteknik.
- Dipl.ins. Kari Kallio (OVAKO Oy):
Niukkaseosteisen teräksen lämpökäsittely muovaavaa ja lastuavaa työstöä varten

Lisäksi suoritettiin aiheisiin liittyviä ryhmätöitä. Kurssin luennoista ja ryhmätöistä on koottu moniste, joka on VMY:n jäsenten ostettavissa.

Kurssin yhteydessä järjestettiin näyttely, johon osallistui viisi näytteillepanijaa.

Muu toiminta

Jaosto järjesti 1973-05-03 tiedotustilaisuuden Ota-niemessä Vuoriteollisuusosaston teekkareille sekä 1974-01-23 Tampereella koneinsinööriosaston teekkareille.

Jaosto on laatinut suunnitelman historiallisten metallurgian ja konepajateollisuuden muistomerkkien entisöimiseksi. VMY:n hallitus on jaoston aloitteesta perustanut toimikunnan suunnitelmien toteuttamiseksi.

Jaosto on ryhtynyt julkaisemaan omaa tiedotuslehteä "Metallurgijaosto tiedottaa". Kuluneen kauden aikana lehti on ilmestynyt kolme kertaa.

Jaoston entiset puheenjohtajat kokoontuivat 1974-02-12 saunailtaan antamaan evästyksiä istuvalle johtokunnalle.

Vuorimiesyhdistystä edusti tekn.lis. Asko Parviainen Svenska Bergsmannaföreningenin vuosikokouksessa 1973-05-23.

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä 1973-02-23 oli 556 jäsentä. Toimintakauden aikana uusia jäseniä on liittynyt 44, eronnut tai kuollut 10, joten jäsenmäärä 1974-03-22 on 590.

Imatralla helmikuun 20 päivänä 1974

Reijo Antola
puheenjohtaja

Seppo Härkönen
sihteeri

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNA-FÖRENINGEN R.Y:N RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1973

Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto kokoontui vuoden aikana neljä kertaa. Talviretkeily Poriin tehtiin 23. 2., vuosikokous oli Vuorimiespäivien yhteydessä 23. 3., kesäretki tehtiin Lappeenrantaan 15. 6. ja syysretki Kokkolaan 9. 11.

Talviretkeily Poriin 23. 2.

Ensimmäisenä vierailukohteena oli Outokumpu Oy:n Metallurginen tutkimuslaitos Porissa. Aamukahvin jälkeen esitteli laitoksen johtaja, tekn.lis. T. Tuominen instituuttinsa toimintaa. Tämän jälkeen suoritettiin kiertokäynti laboratoriossa ja koetehdaalla.

Outokumpu Oy:n tarjoaman lounaan jälkeen siirryttiin Rauma-Repola Oy:n Porin tehtaille. Siellä tehtaan johtaja, dipl.ins. M. Jaakonmäki esitteli Rauma-Repola Oy:n Porin ja Mäntyluodon tehtaiden toimintaa. Porin tehtailta suoritettua kiertokäyntiä jälkeen siirryttiin Mäntyluodon uusille tehtaille. Siellä paikallisjohtajan toimesta suoritettua esittelyä jälkeen nähtiin erittäin moderni raskaan teollisuuden konepaja ja puolivalmiina tuotteena mielenkiintoinen koeporauslautta. Retkeily päättyi Rauma-Repola Oy:n tarjoamaan illalliseen ravintola Satakunnassa. Retkeilyyn osallistui 23 jaoston jäsentä.

Vuosikokous 23. 3.

Vuosikokouksen teemana oli "Jauhatus ja luokitus". Tästä aiheesta kuultiin seuraavat esitelmät:

Tekn.lis. Toimi Lukkarinen, Outokumpu Oy: "Teollisuuskäyttöisen määrän jauhatusmyllyn kapasiteetti perusmyllyä kohti."

Dipl.ins. Hannu Haveri, Murskauskone Oy, dipl.ins. Pertti Heinonen, VTT ja prof. R. T. Hukki, VTT: "Pneumaattisesta luokituksesta".

Seuraavana päivänä vierailtiin VTT:n Vuoritekniikan laboratoriossa Otaniemessä, jossa prof. Hukki esitteli kokouksen teemaan liittyviä uusia rikastusteknisiä laitteita. Vuosikokoukseen osallistui 50 jaoston jäsentä.

Kesäretki Lappeenrantaan 15. 6.

Lappeenrannassa vierailtiin Paraisten Kalkki Oy:n ja Lappeenrannan Konepaja Oy:n tuotantolaitoksilla. Aamupäivän kohteena oli Paraisten Kalkki Oy, jonka tehtaiden esittelyn hoiti johtaja Bröckl. Tehtailta suoritettua kiertokäyntiä jälkeen tarjosi isäntäfirma lounaan. Tämän jälkeen siirryttiin Lappeenrannan Konepaja Oy:lle, jossa esiteltiin tehdas ja tutustuttiin siihen paikan päällä. Tämän jälkeen siirryttiin Roope-laivalla johtaja Erkon huvilalle, jossa saunottiin. Lopuksi tarjosi Lappeenrannan Konepaja retkeilijöille illallisen paikallisessa ravintolassa. Retkelle osallistui 20 jaoston jäsentä.

Syysretki Kokkolaan 9. 11.

Ensimmäisenä vierailukohteena oli Kemira Oy:n Kokkolan tehtaas. Johtaja Kaila kertoi Kemira Oy:n tuotantolaitoksista ja erityisesti Kokkolan tehtaista. Tämän jälkeen suoritettiin kiertokäynti rikkihappotehtaille 2 ja 3, natriumsulfaattitehtaalte, kalsiumsulfaattitehtaalte ja keskussäkitämöön. Kiertokäyntiä jälkeen nautittiin lounas Kemira Oy:n isännyydellä.

Illtapäivällä oli vuorossa Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaas. Johtaja Nyholm toivotti vieraat tervetulleiksi ja kertoi Kokkolan tehtaista. Sinkkitehtaan johtaja Huggare selosti sinkkitehtaan toimintaa, jonka jälkeen tehtiin kiertokäynti laajennusvaiheessa olevalle sinkkitehtaalte. Outokumpu Oy tarjosi illallisen Kauppaseuran ravintolassa. Retkeen osallistui 29 jaoston jäsentä.

Jäsenistö

Vuorimiesyhdistyksen hallituksessa samoin kuin tutkimusvaltuuskunnassa on jaostoa edustanut puheenjohtaja.

Vuosikokouksen valitsemina ovat hallitukseen kuuluneet jaoston jäsenet yli-ins. Heikki Tanner puheenjohtajana ja jäsenenä dipl.ins. Rolf Söderström ja dipl.ins. Juhani Tanila. Vuoden 1973 aikana on jaoston jäsenmäärä lisääntynyt 19:llä ollen 131. Rikastusjaoston puheenjohtajana on toiminut prof. R. T. Hukki, varapuheenjohtajana tekn.lis. K. Kitunen, muina jäsenenä dipl.ins. E. Pöyliö, dipl.ins. T. Välttilä ja sihteerinä dipl.ins. V. Appelberg.

Helsingissä maaliskuun 5. päivänä 1974

R. T. Hukki
puheenjohtaja

V. Appelberg
sihteeri

TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN VUOSIKERTOMUS VUODELTA 1973

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

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano on ollut seuraava:

Teollisuuden edustajina:

<i>Varsinaiset jäsenet:</i>	<i>Varajäsenet:</i>
DI Karl Haahti Karl Forsström Oy	Ins. Pertti Suurmaa Rauma-Repola Oy
Joht. Erkki Heiskanen Myllykoski Oy	DI Lauri Koivikko Ruskealan Marmori Oy
TT Kalevi Kiukkola Kemira Oy	Toim.joht. Antti Mikkonen Suomen Malmi Oy
TT Pekka Rautala Outokumpu Oy	Yli-ins. Heikki Konkola Outokumpu Oy
TT Krister Relander Rautaruukki Oy	Joht. Per Westerlund Rautaruukki Oy
Yli-ins. Sakari Seeste Outokumpu Oy	Joht. Heikki Tanner Outokumpu Oy
Joht. Urho Valtakari Paraisten Kalkki Oy	FM Rolf Boström Paraisten Kalkki Oy
TT Jukka Vuorinen Imatran Voima Oy	FT Kauko Korpela Imatran Voima Oy
Joht. Caj Holm Lohjan Kalkkitehdas Oy	DI Karl-Fredrik Bäckström Lohjan Kalkkitehdas Oy

Hallituksen kutsuma lisäjäsien:

Ylijoht. Herman Stigzelius
Geologinen tutkimuslaitos

Yhdistyksen jaostojen edustajat:

Geologinen jaosto

puh.joht. FT Lauri Hyvärinen
Geologinen tutkimuslaitos

Kaivosteknillinen jaosto

puh.joht. Joht. Reino Kurppa
Outokumpu Oy

Metallurginen jaosto

puh.joht. Yli-ins. Reijo Antola
Ovako Oy

Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto

puh.joht. Prof. Risto T. Hukki
Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Tutkimusvaltuuskunta on vuoden aikana pitänyt kaksi kokousta.

Toiminnassa olleet työkomiteat

- N:o 27 Kallion rakenteelliset ominaisuudet
Komitean puheenjohtajana on toiminut prof. P. Maijala. Tutkimusraportti valmistui vuoden 1973 aikana.
- N:o 35 Louhoskattojen valvonta
Yhteispohjoismaisen työkomitean suomalaisena yhteysmiehenä on ollut DI R. Myyryläinen. ABEM:n kehittämä komuilmaisin on ollut kokeiltavana Paraisten Kalkki Oy:llä. Laitteen kehitystyö jatkuu.
- N:o 36 Pakokaasukomitea
Yhteispohjoismaisen työkomitean suomalaisena yhteysmiehenä ja kotimaisen työkomitean puheenjohtajana on ollut DI H. Harjunpää. Suomen työkomitea on tehnyt väliraportin tähän mennessä tehdyistä töistä lähetettäväksi KTM:lle, joka on myöntänyt 10.000 mk:n suuruisen apurahan työlle. Komitean työ jatkuu sekä kotimaisena että yhteispohjoismaisena.
- N:o 37 Vuoripainemittausmenetelmien vertailu
Yhteispohjoismaisen työkomitean suomalaisena jäsenenä on ollut TL R. Matikainen. Komitea on saanut työnsä valmiiksi ja raportti on odotettavissa vuoden 1974 aikana.
- N:o 38 Luokittelu märkäjauhituksen yhteydessä
Komitean puheenjohtajana on toiminut prof. R. T. Hukki. VTT:n vuoritekniikan laboratoriossa rakennetun prototyypiseulan tehdasmittakaavainen kokeilu alkoi. K.o. seulan seula-aukko on 0.5 mm. Tutkimusta on tarkoitettu jatkaa 0.315 ja 0.16 mm:n seuloilla.
- N:o 39 ATK-menetelmien käyttö kallioperäkartoituksissa.
Komitean puheenjohtajana on toiminut FL F. Pipping. Loppuraportti on valmistunut.
- N:o 40 Kaivosten jätteisiin liittyvät ympäristönsuojelulliset kysymykset.
Komitean puheenjohtajana on toiminut DI E. Lehtonen. KTM:n 15.000 mk:lla rahoittama työ on valmistunut. Julkaistun loppuraportin lisäksi on FM L. Kosomaa pitänyt esitelmän aiheesta Rörosissa, Norjassa, järjestetyssä rikastusteknillisten toimikuntien yhteispohjoismaisessa kokouksessa.
- N:o 41 ATK:n soveltaminen louhinnassa
Pysyvän työkomitean puheenjohtajana on TL P. Niskanen. Ensimmäinen raportti ilmestyi Vuoriteollisuus-Bergshanteringen-lehden n:o 2:ssa, 1973.
- N:o 42 Kaivosten työympäristö
Komitean puheenjohtajana on toiminut DI R. Myyryläinen. Komitean työ jatkuu suunnitelmien mukaisesti.
- N:o 43 Kallion lujittaminen
Komitean puheenjohtajana on toiminut DI R. Grundström. Työ käynnistyi vuoden loppupuolella.
- N:o 44 Geologian ja geokemian maa- ja kallioperästä tapahtuvan näytteenoton teknillinen suoritus.
Komitean puheenjohtaja on FM K. Airas. Työ käynnistyi vuoden loppupuolella. Komitean toiminta-aika on yksi vuosi.

N:o 45 Perustutkimus sulkeisesta kuivajauhatuspiiristä, raekoon ylärajana 95 %—45 mikronia. Komitean puheenjohtaja on prof. R. T. Hukki. Työ on käynnistetty VTT:n vuoritekniikan laboratoriossa.

Stenmaling

Yhteispohjoismaisen työkomitean puheenjohtajana on prof. M. Digre ja suomalaisena yhteismiehenä DI T. Niitti. Työ jatkuu norjalaisten toimesta suunnitelmien mukaisesti.

Magnetiska tolkningsmetoder

Yhteispohjoismaisen työkomitean puheenjohtajana on tri S. Werner ja Suomen yhteismiehenä tri. S-E. Hjelt. Työ on jatkunut suunnitelmien mukaisesti. Loppuraportti valmistuu syksyllä 1974.

Tutkimustoiminnan rahoitus

Kannattavilta jäseniltä on peritty jäsenmaksu, jolla tutkimustoiminnan juoksevat kulut on rahoitettu. Työkomiteoilla n:o 36 ja n:o 40 on vuoden aikana ollut käytettävissä yhteensä 18.400 mk Kauppa- ja teollisuusministeriön vuonna 1972 Vuorimiesyhdistykselle myöntämästä 25.000 mk:n tutkimusapurahasta.

Kuluneen vuoden kustannusten erittely muodostuu täten seuraavaksi:

Kannatusmaksut	20 000 mk
Tutkimusselosteiden myynti	8 600 „
Vuoden 1972 ylijäämä	4 500 „
Valtionavun ylijäämä 1972	18 400 „
	<u>51 500 mk</u>
Toiminnan kustannukset	25 500 mk
Käytetty valtionapu	8 400 „
Saldo toimintaa varten	7 600 „
Valtionavun saldo	10 000 „
	<u>51 500 mk</u>

Tutkimustoimikuntien toiminta

Geologinen toimikunta

Kokoonpano:

puh.joht. Prof. Aimo Mikkola

Jäsenet

- FM Rolf Boström
- FM Pauli Isokangas (1973. 01.01.—05. 29.)
- FM Heikki Paarma (1973. 01. 01.—05. 29.)
- Prof. Maunu Puranen
- FT Juhani Nuutilainen (1973. 05. 29.—)
- FT Heikki Wennervirta (1973. 05. 29.—)

Toimikunta on vuoden aikana pitänyt kolme kokousta. Tukholmassa 1973. 03. 19.—20. pidetyssä yhteispohjoismaisessa kokouksessa Suomea edustivat FM R. Boström, FT J. Nuutilainen, DI E. Stigzelius, FT H. Wennervirta ja DI H. Allenius.

Toimikunnan vuosikertomus on liitteenä.

Kaivosteknillinen toimikunta

Kokoonpano:

puh.joht. Prof. Paavo Maijala

Jäsenet

- Yli-ins. Olavi Alarotu
- Joht. Caj Holm
- FM Harry Laine
- Joht. Urho Valtakari
- Joht. Per Westerlund

Toimikunta on vuoden aikana pitänyt kolme kokousta, joista yksi yhteispohjoismaisena. Yhteispohjoismaisen kokous pidettiin Outokummussa 1973. 09. 13—14 Outokumpu Oy:n tiloissa.

Toimikunnan vuosikertomus on liitteenä.

Rikastusteknillinen toimikunta

Kokoonpano:

puh. joht. Prof. Risto T. Hukki

Jäsenet

- TL Kyösti Kitunen
- DI Jorma Koponen
- DI Esko Lehtonen
- DI Risto Rinne

Toimikunta on vuoden aikana pitänyt kaksi kokousta. Rörosissa 1973. 03. 12—14 pidetyssä yhteispohjoismaisessa kokouksessa Suomea edustivat DI H. Allenius, Joht. C. Holm ja FM L. Kosomaa.

Toimikunnan vuosikertomus on liitteenä.

Pohjoismaisen yhteistyö

Eri toimikuntien kohdalla mainitun kanssakäymisen ohella tutkimusvaltuuskunnan sihteeri osallistui Gruvforskningenin syyskokoukseen 1973. 10. 09—10. Tukholmassa. Kokouksessa keskusteltiin käynnissä olevista yhteispohjoismaisista ja ruotsalaisista tutkimusprojekteista.

Vuorimiesyhdistys on kuluneen vuoden aikana saanut seuraavat tutkimusraportit Svenska Gruvföreningeniltä:

- B-170 Användning av mineralberedningens restprodukter
- B-171 Finsiktning
- B-172 Flotationsteori
- B-173 Längdmätning av borrhål
- B-174 Kompressibilitetsundersökning av fyllnadsmaterial vid igensättningsbrytning
- B-175 Temperaturanomali i berggrunden
- B-176 Metod för bestämning av slitage på kvarninfodringsgummi
- B-177 Laboratorieprov med slående och mejslände nötning
- B-178 Enkät beträffande användning av mineralberedningens restprodukter
- B-179 Användning av flockningsmedel vid igensättningsbrytning
- B-180 Studium av rasförloppet vid skivrasbrytning vid fullskala och modell
- B-181 Arbetsplatsmiljö i mineralberedningsverk
- B-182 Projektet säkerhet i arbetet
- B-183 Illustration av bergmekaniska beräkningar med finita elementprogrammet BEFEM

jatk. s:lla 58

Uutta jäsenistä - Nytt om medlemmarna

FM *Kari Airas*. Uusi os: Laavapolku 1, 96500 Rovaniemi 50.

DI *Pauli Alasaarela*. Uusi osoite: Märsyläntie 4, 92140 Pattijoki.

DI *Christian von Alfthan*. Ny adress: Skinnbyxvägen 6 A 25, 00200 Helsingfors 20.

DI *Esko Alopaeus* on nimitetty Outokumpu Oy, Hammaslahden kaivoksen päälliköksi.

DI *Nils Arppe* har utnämnts till teknisk direktör för täckmaterialenheten inom byggnadsmaterialgruppen vid Pargas Kalk Ab. Samtidigt verkar han som platschef för bolagets anläggningar i Muijala.

TL *Heikki Aulanko*. Uusi osoite: Vuoriharjuntie 35, 02320 Kivenlahti.

Direktör *Ture Bertland*. Ny adress: Backgatan 13, 724 60 Västerås, Sverige.

DI *Ilkka Eerola* on nimetty Outokumpu Oy, Tornion jaloterästehtaan projektiryhmään. Osoite: Matinkuja 1 E 35, 02230 Matinkylä.

DI *Henrik Eklund*. Ny adress: Hindersby, 02400 Kyrkslätt.

Rautaruukki Oy, Raahen Rautatehtaan tuotantopäällikkö *Esko Erkkilä* on nimitetty yli-insinööriksi.

FM *Leo Grundström* on siirtynyt Outokumpu Oy, Kotalahden kaivokselle geologiksi. Osoite: 71470 Oravikoski.

TL *Teuvo Grönfors* on nimitetty Murskauskone Oy:n teknilliseksi johtajaksi. Osoite: Vapaudenkatu 8 A 26, 15100 Lahti 10.

Professori *Paavo Haapala* toimii 1973—09—01 alkaen neuvonantajana Neste Oy:n öljyetsinöissä.

TT *Kaarlo Hakalehto*. Uusi osoite: Kohmankaari 1 B, 33310 Tampere 31.

DI *Antero Hakapää* on siirtynyt Outokumpu Oy:n pääkonttoriin tuotannollisen johtajan apulaiseksi. Osoite: Tontunmäentie 32 B 9, 02200 Niittykumpu.

DI *Lauri Heikkilä*. Uusi osoite: Nahkurinkatu 28 B 14, 94100 Kemi 10.

DI *Lauri Heimonen* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten valimoiden (lukuunottamatta vetovalimoa) päälliköksi.

DI *Risto Heiskanen* on nimitetty Outokumpu Oy Vuonoksen kaivoksen käyttöpäälliköksi. Osoite: Poikkikatu 5—7, 83500 Outokumpu.

DI *Olle Henrichson*. Ny adress: Sjötullsgatan 20 A 8, 00170 Helsingfors 17.

FM *Rauno Hugg*. Uusi osoite: Kiviniemi, 90820 Kello.

FM *Juha Huhta* on siirtynyt project manageriksi YK:n projektiin Burmaan. Osoite: UNDP, P.O. Box 650, Rangoon, Burma.

FT *Kai Hytönen*. Uusi osoite: Täysikuu 10 B 47, 02210 Ruomela.

DI *Kari Huju* on siirtynyt Keskinäinen Vakuutusyhtiö Sampo-Tarmon palvelukseen paloinsinööriksi.

FT *Aulis Häkli*. Muuttunut osoite: Tontunmäentie 25 C, 02200 Niittykumpu.

DI *Seppo Härkki*. Muuttunut osoite: Haukiverkko 13 C 10, 02170 Haukilahti.

Rautaruukki Oy, Raahen rautatehtaan paikallisjohtaja *Toivo Härkönen* on saanut teollisuusneuvoksen arvonimen.

DI *Paavo Hörkkö*. Uusi osoite: 37310 Tottijärvi.

DI *Hannu Juntunen* on nimitetty Upo Oy:n valimon tuotantopäälliköksi. Osoite: Tanssimäenkatu 14 A 19, 15240 Lahti 24.

FL *Aarre Juopperi* toimii nyttemmin assistenttina Oulun Yliopiston Geologian laitoksella.

TT *Jyrki Juusela*. Uusi osoite: Katariinankatu 22 B 1, 28100 Pori 10.

FK *Matti Järvinen* toimii 1974—06—01 alkaen Outokumpu Oy, Keretin kaivoksen geologina. Osoite: 83500 Outokumpu.

TL *Pentti Karjalainen*. Uusi osoite: Nuolihaukantie 6 A 4, 90250 Oulu 25.

FK *Tapio Karppanen* on nimitetty Outokumpu Oy, Malminetsinnän Pohjanmaan aluegeologiksi.

DI *Erkki Karstunen* toimii nykyään Outokumpu Oy, Teknillisen Suunnittelun JT projektissa. Osoite: Ulvilantie 21 B 27, 00350 Helsinki 35.

DI *Tapani Katajarinne*. Uusi osoite: Lansa, 02610 Kilo.

DI *Heikki Kivinen* toimii nykyään Outokumpu Oy:n pääkonttorissa tuotannollisen johtajan apulaisena. Osoite: Kuutamokatu 4 B 4, 02210 Ruomela.

DI *Pertti Koivistoinen*. Uusi osoite: Kuusikkotie 2 A, 86900 Pyhäkumpu.

FM *Tapio Koistinen* toimii 1974—06—01 alkaen Outokumpu Oy, Outokumpu-jakson tutkimusprojektin geologina.

DI *Matti Kolehmainen*. Uusi osoite: Hallituskatu 6 B 37, 28100 Pori 10.

FK *Matti Kontio* toimii nykyään Geologisen tutkimuslaitoksen geologina Kuopiossa. Osoite: Lönnrotinkatu 7 A 8, 70500 Kuopio 50.

DI *Ilpo Koppinen*. Uusi osoite: Itsenäisyydenkatu 47, 28100 Pori 10.

DI *Kyösti Koskinen*. Uusi osoite: Alkutie 18 B 16, 00660 Helsinki 66.

FM *Lasse Kosomaa*. Uusi osoite: Rakentajantie 21, 50600 Mikkeli 60.

DI *Seppo Kreula* on nimitetty Outokumpu Oy, Instrumenttitehtaan markkinointipäälliköksi.

FK *Erna Kuusisto*. Uusi osoite: Kuusikallionkuja 3 F 87, 02210 Ruomela.

FM *Matti Laurila*. Muuttunut osoite: Tontunmäentie 25 D, 02200 Niittykumpu.

DI *Raimo Leimala*. Uusi osoite: Urheilutie 11, 29200 Harjavalta.

DI *Jorma Leino*. Uusi osoite: Miekka I D 86, 02600 Leppävaara.

DI *Timo Lohikoski* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten johtajaksi toimialueenaan metallien valuun liittyvien laitteiden kehittäminen ja valmistus toimien myös valuteknillisinä asiantuntijana.

DI *Lars Lund* är numera anställd som Industrial Manager vid Atlas Copco Brasileira S/A. Adress: Caixa Postal 30349, BR-01000 Sao Paulo, Brazil.

TL *Risto Malinen* toimii nykyään mittaus- ja säätötekniikan lehtorina Varkauden teknillisessä koulussa. Osoite: Vorokkikuja 2 as 2, 78500 Varkaus 50.

DI *Bengt Merikanto*. Uusi osoite: Eteläpuisto 14 B, 28100 Pori 10.

FK *Pekka Mielikäinen* toimii nykyään Geologisen tutkimuslaitoksen tutkijana Rovaniemellä. Osoite: Jaakonkatu 5 A 5, 96200 Rovaniemi 20.

DI *Pekka Mikkola* on siirtynyt Suomen Malmi Oy:n palvelukseen geofyysikoksi.

FK *Ilkka Mikkonen*. Uusi osoite: Valtakatu 14 A 11, 28100 Pori 10.

DI *Raimo Monni* on nimitetty Outokumpu Oy, Instrumenttitehtaan apulaisjohtajaksi.

DI *Jukka Murtoaro* on nimitetty Lohjan Kalkkitehdas Oy:n Ruduksen soraosaston päälliköksi.

DI *Onni Mäkelä* on siirtynyt suunnitteluinsinööriksi Outokumpu Oy Outokummun kaivokselle. Osoite: Kiisukatu 36, 83500 Outokumpu.

DI *Osmo Norvasto*. Uusi osoite: Turjankatu 1 C, 33100 Tampere 10.

DI *Mauri Palmu*. Uusi osoite: Sinerväsentie 37, 28360 Pori 36.

DI *Risto Paloheimo* on nimitetty Lohjan Kalkkitehdas Oy, Sipoon kalkkitehtaan paikallispäälliköksi. Osoite: 01180 Kalkkiranta.

DI *Antti Palomäki* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy:n rakennustarvikeryhmän kateaineysikön johtajaksi.

DI *Asko Palomäki* on nimitetty Oy Starckjohann & Co Ab:n ja Oy Starckjohann Import Ab:n toimitusjohtajaksi 1974—06—01 alkaen.

DI *Kari Parviainen* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n palvelukseen tehtävänään ATK-toiminnan suunnittelu ja kehittäminen.

FM *Eero Pehkonen* toimii Outokumpu Oy, Malminetsinnän Lounais-Suomen aluegeologina 1974—06—01 alkaen.

DI *Eero Pekuri* on nimitetty Paraisten Kalkki Oy:n Turun Kaakelin tuotantopäälliköksi.

TL *Herkko Pesonen* on nimitetty Oy Airam Ab:n laadunvalvontaosaston päälliköksi. Osoite: Takametsäntie 13 A, 00620 Helsinki 62.

FM *Raimo Pöyhönen*. Uusi osoite: Niittykatu 4, 10600 Tammisaari.

DI *Esko Pöyliö*. Uusi osoite: Käenpolku 6, 92100 Raahе.

DI *Mauri Rantanen* on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaitten osastopäälliköksi toimialueenaan valuteknillisten laitteiden kehittäminen.

DI *Seppo Rantanen* toimii nykyään Outokumpu Oy, Keretin kaivoksella tutkimusinsinöörinä. Osoite: Tehtaankatu 6, 83500 Outokumpu.

DI *Harri Rautiainen* toimii nykyään Oy Honeywell Ab:n valvontajärjestelmäasiantuntijana.

DI *Pekka Ritakallion* toimipaikka on 1974-06-01

alkaen Metallurgiska Forskningsstationen i Luleå.

FM *Olof Rosenlund* är numera anställd som gruvgeolog vid Rautaruukki Oy, Otanmäki gruva. Adress: Happo B 17, 88200 Otanmäki.

FK *Jorma Saari*. Uusi osoite: Uusikoivistontie 79 B 13, 28130 Pori 13.

DI *Jaakko Saarikoski* on nimitetty Kemira Oy, Vaasan tehtaitten suojainosaston päälliköksi. Osoite: 66400 Laihia kk.

DI *Risto Saarinen* on nimitetty Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten tehdaspalvelupäälliköksi.

DI *Kari Salminen*. Uusi osoite: Satakunnankatu 8 C 29, 28100 Pori 10.

DI *Bo Sandberg* har utnämnts till direktör för byggnadsmaterialgruppens utvecklingsavdelning vid Pargas Kalk Ab och samtidigt till biträdande direktör för byggnadsmaterialgruppen.

DI *Pekka Sariola* toimii nykyään Oy Tampella Ab:n Tamrockin markkinoinnin kansainvälisen projektiryhmän projekti-insinöörinä. Osoite: Kärjäntörmä 2 N 87, 33310 Tampere 31.

DI *Aarne Siikarla*. Uusi osoite: Valtakatu 3 D 63, 28100 Pori 10.

DI *Erkki Siirama* on nimitetty Rautaruukki Oy, Raajärven kaivoksen johtajaksi.

DI *Jussi Sipilä*. Uusi osoite: Adolf Lindforsintie 5 B 44, 00400 Helsinki 40.

DI *Erik Stigzelius* har utnämnts till gruvgeolog vid Rautaruukki Oy Rautuvaara gruva. Adress: 95900 Kolari.

FL *Veli Suominen* toimii nykyään tutkijana Geologisen tutkimuslaitoksen kallioperäosastolla työalueenaan Varsinais-Suomi ja Ahvenanmaa.

DI *Anja Ukkola*. Uusi osoite: Ouluntie 20 D 27, 92100 Raahе.

FM *Arno Varma* on nimitetty hoitamaan Outokumpu Oy, Aijalan kaivoksen kaivoksenjohtajan tehtäviä.

FT *Heikki Wennervirta* on nimitetty Outokumpu Oy:n pääkaivosgeologiksi 1974—06—01 alkaen.

DI *Raimo Viherma*. Uusi osoite: Lampolanmäki, 25500 Perniö.

FM *Heikki Wihuri* on nimitetty Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:n pohjavesijaoksen päälliköksi .

DI *Pekka Viitanen*. Uusi osoite: Lintukallionrinne 1 D 42, 01620 Martinlaakso.

DI *Kalevi Wikström*. Uusi osoite: Vellamontie 21 as 7, 04200 Kerava.

FM *Erkki Viluksela* on nimitetty Outokumpu Oy, Malminetsinnän koulutus- ja työsuojelupäälliköksi.

FM *Kauno Vormisto* toimii 1974—06—01 alkaen Outokumpu Oy, Vammalan tutkimustyömaan vastaavana geologina.

DI *Raimo Vuolio* on nimitetty Oy Finnrock Ab:n toimitusjohtajaksi. Osoite: Fredrikinkatu 58 B 29, 00100 Helsinki 10.

TL *Jouko Vuorinen* on nimitetty Oy Tampella Ab:n keskushallinnon tutkimus- ja tuotekehitysosaston tutkimuskoordinaattoriksi. Osoite: Haiharankatu 19 C 16, 33710 Tampere 71.

FT *Veikko Vähätalo*. Muuttunut osoite: Haukiverkko 13 A 2, 02170 Haukilahti.

FL *Seppo Väisänen* siirtyy 1974—06—01 Outokumpu Oy, Malminetsinnän palvelukseen Itä-Suomen aluegeologiksi. Osoite: 83500 Outokumpu.

Uusia jäseniä - Nya medlemmar

Vuorimiesyhdistyksen hallitus on kokouksessaan 1973—11—27 hyväksynyt seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

Luhtala, Juhani Ilmari, DI, s. 1936—12—05. Orion-yhtymä Oy, Peltosalmen Konepaja, tehtaanojohtaja. Osoite: Rinteentie 13, 74130 Iisalmi 3.

Rönnkvist, K.J. Arthur, I, f. 1930—03—29. Sala International, marknadskonsult för Finland, Norge och Danmark. Adress: Hyttgatan 39 C 733 00 Sala, Sverige.

Kokouksessa 1974—01—17 hyväksyttiin:

Ahokas, Turo Tauno Tapio, DI, s. 1948—04—26. Outokumpu Oy, Malminetsintä, geofyysikko. Osoite: Pengerkatu 21 B 49, 00500 Helsinki 50.

Ala-Jokimäki, Antero Asko Juhani, DI, s. 1945—11—04. Oy Airam Ab, Kometa-tehtaat, kallioporaosasto, tutkimus- ja tuotekehitysins. Osoite: Lintukallionrinne 1 A 7, 01620 Martinlaakso.

Aurasmaa, Heikki Eljas, DI, s. 1948—02—17. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos, automaatioins. Osoite: Kuilukatu 7 A 11, 83500 Outokumpu.

Jokinen, Kari Antero, DI, s. 1946—04—03. Outokumpu Oy, Pääkonttori, myynti-ins. Osoite: Kolmaslinja 19 B 44, 00530 Helsinki 53.

Lappalainen, Eino Paavo Aapeli, FT, s. 1939—11—09. Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto, geologi. Osoite: Eräkuja 6 G 91, 00440 Helsinki 44.

Lindström, Matti Ilmari, DI, s. 1947—01—15. Rautaruukki Oy, Raahen Rautatehdas, tutkimuslaitos, tutkimusins. Osoite: Pajaniityntie 3 K 94, 92120 Raahelä 2.

Lobbas, Kari Knut *Kristian*, DI, f. 1946—01—29. Pargas Kalk Ab, kalk- och cementfabriken i Willmanstrand, driftsing. Adress: Paraistentie 12 B, 53650 Willmanstrand 65.

Meinander, Tor, TL, f. 1942—04—21. Helsingfors Tekniska Högskola, bergsindustriavdelningen, anrikningstekniska laboratoriet, laboratorieing. Adress: Gösvägen 17 A, 02070 Gäddvik.

Niemelä, Jouko Päiviö, FT, s. 1929—09—30. Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto, geologi. Osoite: Kalliotie 5, 02770 Espoo.

Pajunen, Jorma Oiva Alfred, DI, s. 1945—10—01. Rautaruukki Oy, Raahen Rautatehdas, tutkimuslaitos, tutkimusins. Osoite: Ollinsaarentie 41 A 4, 92120 Raahelä 2.

Pulkkinen, Kari Veijo Erik, DI, s. 1946—04—04. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, rikastamon prosessi-ins. Osoite: Tornitie 3 D, 86900 Pyhäkumpu.

Therman, Rolf Yrjö Arnold, DI, f. 1943—09—13. Ovako Oy, huvudkontoret, företagsplanerare. Adress: Vadgränden 2 C 31, 00200 Helsingfors 20.

Tuominen, Seppo Aatos, DI, s. 1936—11—29. Outokumpu Oy, Instrumenttitehdas, ventialuepäällikkö. Osoite: Vihherlaaksonranta 10 A 6, 02710 Vihherlaakso.

Tuutti, Paavo Juhani, DI, s. 1946—12—31. Ovako Oy, pääkonttori, yritysuunnittelija. Osoite: Olarintie, 02200 Niittykumpu.

Vartiainen, Nuutti Olavi, toim.joht., s. 1925—03—30. Murskauskone Oy, toimitusjohtaja. Osoite: Koulutie 9, 15860 Salpakangas.

Kokouksessa 1974—02—08 hyväksyttiin:

Nykänen, Osmo Veikko, FK, s. 1924—08—12. Geologinen tutkimuslaitos, kallioperäosasto, geologi. Osoite: Mäntyviita 4 A 42, 02100 Tapiola.

Paasivirta, Tuula Elina, FM, s. 1945—03—20. Geologinen tutkimuslaitos, malmiosasto, geofyysikko. Osoite: Tornitaso 1 as 14, 02120 Tapiola 2.

Kokouksessa 1974—03—12 hyväksyttiin:

Haavisto, Maija-Liisa, FK, s. 1945—12—18. Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto, geologi. Osoite: Katajajarjuntie 22 C 16, 00200 Helsinki 20.

Härkki, Jouko Juhani, DI, s. 1946—06—14. Helsingin Teknillinen Korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, metallurgian laboratorio, laboratorio-ins. Osoite: Maininkitie 9 E 59, 02320 Kivenlahti.

Kiiski, Erkki Juhani, DI, s. 1947—06—26. Oy Tampella Ab, Tampellan konepajan metallilaboratorion tutkimusins. Osoite: Rautatienkatu 7 B 12, 33100 Tampere 10.

Kytö, Seppo Markku Ilmari, DI, s. 1947—08—05. Helsingin Teknillinen Korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, metallurgian laboratorio, assistentti. Osoite: Nuijatie 17 A 4, 01650 Vapaala.

Laapas, Heikki Reino, DI, s. 1949—11—08. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, vuoriteknikan laboratorio, tutkija. Osoite: Neljäs Linja 14 C 70, 00530 Helsinki 53.

Lammi, Jarmo Jaakko, DI, s. 1946—11—12. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, tutkimusins. Osoite: Antinkatu 13 A 25, 28100 Pori 10.

Lehto, Kimmo, DI, s. 1948—01—05. Outokumpu Oy, Porin tehtaat, metallilaboratorion tutkimusins. Osoite: Eteläpuisto 11 B 19, 28100 Pori 10.

Leppänen, Yrjö Toivo Juhani, DI, s. 1945—07—11. Outokumpu Oy, Porin tehtaat, suolatehtaan ja kromaamon osastoin. Osoite: Gallen-Kallelankatu 11 D 66, 28100 Pori 10.

Liimatainen, Vilho, TL, s. 1938—02—22. Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivos, rikastusteknillisen laboratorion tutkimusins. Osoite: Happo B 29, 88200 Otanmäki.

Mattila, Jussi Lauri Juhani, DI, s. 1946—07—30. Metex Osuuskunta, metallurgisten laitteiden myynti-

osasto, vienti-ins. Osoite: Mannerheimintie 100 B 34, 00250 Helsinki 25.

Mattila, Pauli Viljo Tapani, DI, s. 1946—08—14. Outokumpu Oy, Metallurginen Tutkimus, tutkimus-ins. Osoite: Pohjoiskauppatori 3 C 27, 28100 Pori 10.

Mattsoff, Harry Georg, I, s. 1921—07—28. Oy Tampella Ab— Tamrock, vientipäällikkö. Osoite: Näyttelijäntie 1 B 7, 00400 Helsinki 40.

Nurmi, Hannu Untamo, I, s. 1942—12—25. Rautaruukki Oy, Raahan rautatehdas, valssaamon käyttö-ins. Osoite: Ollinsaarentie 41 B 11, 92120 Raaha 2.

Saarinen, Reino Tapio, DI, s. 1948—02—10. Louhintaliike Karppinen Oy, työpäällikkö. Osoite: Honkavaarankuja 1 N 97, 02710 Viherlaakso.

Sariola, Antti Pekka, DI, s. 1942—03—05. Orion-yhtymä, Normet, tuote- ja markkinointipäällikkö. Osoite: Kuutolankatu 4 A 5, 74100 Iisalmi.

Stenfors, Rauli, DI, s. 1947—07—02. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, metallilaboratorion tutkimusins. Osoite: Vanhakoivistontie 39, 28360 Pori 36.

Taskinen, Pekka, DI, s. 1949—06—12. Helsingin Teknillinen Korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, metallurgian laboratorio. Osoite: Jämeräntaival 6 A 18, 02150 Otaniemi.

Veistaro, Martti Aarne Harry, DI, s. 1946—09—30. Helsingin Teknillinen Korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, metallurgian laboratorio, assistentti. Osoite: Kuutamokatu 2 D 50, 02210 Ruomela.

Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen ry:n tutkimuselosteet, kirjat ja julkaisut

	hinta		hinta
Tutkimus- seloste n:o 1	"Kulutusta kestävä materiaali" loppunut	25 "Geofysikaaliset kenttätyöt I — Paino-	
2	"Malmiteknillinen näytteenotto" "	voimamittaukset" 20,—	
3	"Jatkotankoporaus" "	27 "Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen" 45,—	
4	"Öljypoltimet" 11,50	28 "Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa" 15,—	
5	"Maakairaus ja pliktaus" 11,50	29 "Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa" 50,—	
6	"Putket ja rännit" 11,50	31 "Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa: Selvitys normi- ja toimenpide-ehdotuksineen" 20,—	
7	"Jatkotankoporaussovellutus louhintaan" 11,50	32 "Seulonta" 40,—	
8	"Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä" 11,50	33 "Louhintaurakkasopimuksen laatimishohjeet" 15,—	
9	"Rikastamoiden jättealueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla" 11,50	Louhintaurakkasopimuskaavake 2,—	
10	"Kuulurakenteet" 11,50	34 "Geologisten joukkonäytteiden analysointi" 50,—	
Liite n:o 10:een	"Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta" 5,60	36 "Pakokaasukomitea — selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä" 15,—	
Tutkimus- seloste n:o 11	"Raakkulaimennus" 11,50	39 "ATK-menettelmien käyttö kallioperäkartoituksissa" 25,—	
12	"Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinärakenteet" 56,—	40 "Kaivosten jättealueet ja ympäristönsuojelu" 45,—	
Piirustusliite n:o 12:een	loppunut	"Kaivosten turvallisuusopas" loppunut	
Tutkimus- seloste n:o 13	"Vedenpoisto kaivoksesta" 11,50	(myös ruotsinkielisenä)	
14	"Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa" 17,—	"Räjätysopas" (2. painos) 4,—	
15	"Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä" loppunut	"Kaivosmiehen käsikirja" 5,—	
Kuvaliite n:o 15:een	loppunut	"Kaivossanasto" 8,—	
Tutkimus- seloste n:o 16	"Jauheiden kuivatus" 15,—	"Kalliomekaniikan päivät 1967" 35,—	
17	"Pölyn talteenotto" 11,50	"Kalliomekaniikan päivät 1968" 40,—	
18	"Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta" 50,—	"Kalliomekaniikan päivät 1969" 40,—	
19	"Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys 11,50	"Kalliomekaniikan päivät 1970" 40,—	
20	"Rikastamoiden instrumentointi" 20,—	"Kalliomekaniikan päivät 1971" 40,—	
21	"Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet" 27,—	"Kalliomekaniikan päivät 1972" 45,—	
22	"Tulenkestävät keraamiset materiaalit" 20,—	"Kalliomekaniikan sanasto" 10,—	
24	"Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus" 20,—		
		Koulutus- moniste INSKO 106—73	
		"Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä" 45,—	
		"Vuoriteollisuus — Bergshanteringen" -lehden aikaisempia irtonumeroita" 5,—	

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta TL Heikki Aulangolta osoitteella:

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
PL 27, 02101 TAPIOLA
tai puh. 90 - 421 3502.



HOLMAN

Holman tarkoittaa muutakin kuin kompressoria. Se tarkoittaa tunnetun tehtaan tarkoin suunniteltuja, perusteellisesti kokeiltuja mekaaniseen kallionirrotukseen tehtyjä laitteita. Näistä on uusin esimerkki Holman 3-puominen Jumbo, jolla YIT poraa kallioon louhittavaa Neste Oy:n Sköldvikin jalostamon öljysäiliötä.

Tekniset tiedot:

Porausala: korkeus 7 m, leveys 9 m. Syöttöpituus 4,8 m. Syöttöpalkin kiertoliike 180°. Porakoneet Holman SL-160. Kokonaisilmantarve 24 m³/min.

ME-osasto. Puh. 716 711 Telex 12-1819 amom sf
Teollisuuskatu 29 Helsinki PL 129 00101 Hki 10

MACHINERY OY



MICHIGAN

Mikä tahansa alusta ei täytä poraustyön asettamia vaatimuksia. Mutta Michigan Ranger on järeä ja ketterä. Sen ominaisuudet on testattu ankarissa maasto-olosuhteissa. Machineryn tehtävä oli yhdistää kaksi tunnettua tuotetta uudeksi tuotannolliseksi yksiköksi. Ja kaupan päälle saa asiakas täysipainoisen huollon samasta pisteestä, nopeasti ja vaivatta.

Tekniset tiedot:

Moottori Cummins V-504-C 183 hv, Power-shift vaihteisto, 3 vaihdetta eteen ja taakse, 4-pyöräveto.

MM-osasto Puh. 716 711 Telex 12-1819 amom sf
Teollisuuskatu 29 Helsinki PL 129 00101 Hki 10

MACHINERY OY

Tamrock tunnelin- ja peränajoon

Minirondo-kiskojumbo Minirondo-jumbo on ratkaisu jopa 1.8×1.8 m pientunneleiden porauksen mekanisointiin. Sen käyttö ei kuitenkaan rajoitu pientunneleihin ja -periin, vaan MR 500 puomeja komponentteina käyttäen voidaan rakentaa tehokkaita porausyksiköitä suuriakin tunneleita varten.

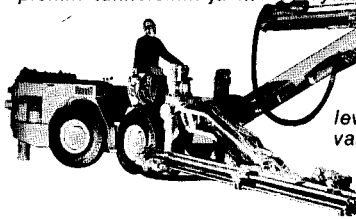
Itävallassa poraa jumbo, jossa on 6 kpl MR 500 puomia ja tunnelin pinta-ala on 23 m^2 .

MR 500 puomi sai arvostetun tunnustus-palkinnon, Blue Ribbonin 1973. Tänäpäin MR 500

puomi on itsenäinen, 360° pyörähtävä puomiyksikkö, joka kattaa 5 m läpimittaisen ympyrän alan.

Puomissa on Tamrockin kehittämä yhdensuuntaisuus-automaatiikka, erillispyöritysporakone Tamrock E 400 sekä porakoneen pysäytys—palautusautomaatiikka.

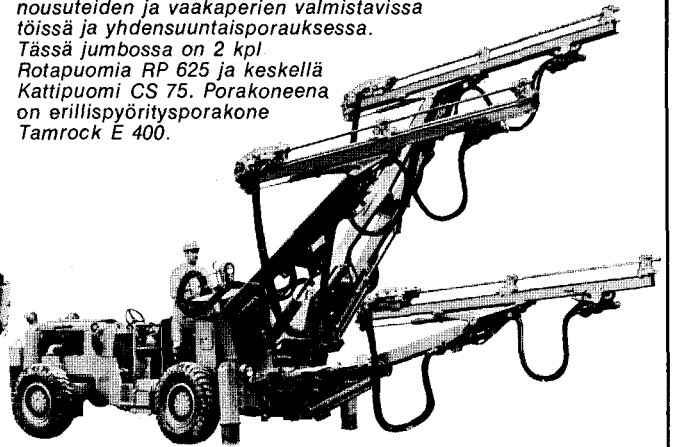
Minimatic Minimatic on kaksipuominen, nelipyörävetoinen, hydrostaattinen porausjumbo, suunniteltu erityisesti mitoillaan pieniin tunneleihin ja kaivoskäyttöön.



Alusta on runko-ohjattu, joten se selviää ahtaissaakin paikoissa mainiosti. Jumbon kokonaisleveys on 155 cm ja korkeuskin vain 178 cm. Luonnollisesti yksi mies riittää työskentelemään Minimaticilla.

Paramatic Paramatic-jumbo on parhaimmillaan nousuteiden ja vaakaperien valmistavissa töissä ja yhdensuuntaisporauksessa.

Tässä jumbossa on 2 kpl Rotapuomia RP 625 ja keskellä Kattipuomi CS 75. Porakoneena on erillispyöritysporakone Tamrock E 400.



Paramatic on suunniteltu 2.6×3.7 m suuruisia ja sitä suurempia perä sekä tunneleita varten.

Paramaticin puomi, RP 625 on täysin itsenäinen puomiyksikkö, joka kattaa 6.25 m läpimittaisen ympyrän alan. Se pyörähtää täydet 360° ja sillä voidaan porata yhdensuuntaisia reikiä. Takaamme, että poraatte 3-puomisella jumbolla 100 m/miestunti. Luonnollisesti yksi mies riittää hoitamaan myös kolmipuomisen jumbon. Paramatic.

Through the rock: Tamrock

Tampella-Tamrock, SF-33310 Tampere 31, Puh. 931-431411, telex 22193 rock sf

jatk. s:lta 51

- B-185 Vägledning vid val av slitmaterial
- B-186 Undersökning och utveckling av nötningstålliga material
- B-190 Kontroll av berggrörelser med långa trådar i borrhål enligt KTH Bergtekniks system
- C-56 Arbetsmiljön vid högmekaniserad borrhning
- C-58 Restbrytningsmetoder

Vuorimiesyhdistys on kuluneen vuoden aikana saanut seuraavat tutkimusraportit BVLI:ltä:

- TR-10/1 Skader og skadetillbud
- TR-19 Geofysiske metoder for detaljkartlegging av malmforekomster
- TR-23 Regulering av mating av fast gods
- TR-24/2 Forslag til reguleringsanlegg for Vinterbro Pulkverk A/S

- TR-25 Undersøkelsesboring og prøvetaking
- TR-26/1 Modelling and control of ball mill grinding
- TR-27 Radonmåliger i norske gruver

Nämä raportit on jaettu kannattaville jäsenille.

Vuorimiesyhdistys on vuoden aikana lähettänyt yhteenvedon tutkimusraporteista n:o 39 "ATK-menetelmien käyttö kallioperän tutkimuksessa" ja n:o 40 "Kaivosten jätealueet ja ympäristösuojelu" Ruotsiin ja Norjaan.

Tämä noudattaa tutkimusvaltuuskunnan päätöstä, jonka mukaan suomenkielisistä tutkimusraporteista tehdään ruotsin- tai englanninkielinen lyhennys lähetettäväksi Svenska gruvföreningenille ja BVLI:lle.

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta

Caj Holm
puheenjohtaja

Hans Allenius
sihteeri

Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. on luovuttanut tämän sivun mainostulot Vuoriteollisuusosaston IV-kurssille Unkariin ja Jugoslaviaan 2. 6.–18. 6. 1974 suuntautuvaa opintomatkaa varten.

OY ESAB

Kutomontie 13
00380 Helsinki 38
p. 90-550 171

INS.TSTO VESTO OY

Henry Fordin tie 5 F
00150 Helsinki 15
p. 90-11 556

OY FINNROCK AB

Aleksanterinkatu 21 A
00100 Helsinki 10
p. 90-653 872

KANSALLIS-OSAKE-PANKKI OY

Alvarinaukio 1
02150 Otaniemi
p. 90-465 568

GEOTEK OY

Valimontie 23 E
00380 Helsinki 38
p. 90-553 040

LOUHINTALIIKE VILHO PITKANEN

Harjukatu 19
70620 Kuopio 62
p. 971-20 283

HELSINGIN LAAKERI OY

Höylämöntie 3
00380 Helsinki 38
p. 90-553 155

**MAANRAKENNUSLIIKE
ARMAS KALLIO OY**

Moreenikuja 16
01700 Kivistö
p. 90-896 725

INS.TSTO POYSÄLÄ & SANDBERG

Hietalahdenkatu 8
00180 Helsinki 18
p. 90-643 107

**POHJOISMAIDEN
YHDYSPANKKI OY**

Alvarinaukio 1
02150 Otaniemi
p. 90-460 702

INS.TSTO SAANIO & LAINE

Mechelininkatu 27 B
00100 Helsinki 10
p. 90-445 949

RILKE OY

Tavaststjernankatu 11
00250 Helsinki 25
p. 90-413 344

INS.TSTO VESI-PEKKA OY

Fabianinkatu 32 A
00100 Helsinki 10
p. 90-13 733

OY VICTOR EK AB

Eteläranta 16
00130 Helsinki 13
p. 90-661 631

Kiitämme Vuorimiesyhdistystä ja ilmoittajia.

Vuoriteollisuusosaston IV kurssi.

maxpo 74 5.-9.9.



Maansiirto-, rakennus- ja metsäkoneiden suurnäyttely jälleen Keimolassa!

Maxpo 74 on toimiva erikoisnäyttely. Runsaasti työnäytöksiä, voitte nähdä koneet normaalityössään. Koko 37.000 m²:n näyttelyalue jo varattu täyteen alan uusinta koneistusta. Näyttelyn aikana järjestettävän neuvottelupäivän erikoisteenana alan koneiden työturvallisuus.

Sisäänpääsy näytteilleasettajien lähettämällä asiakaskorteilla.
Finnair-alennus kotimaassa 25%.

**Merkitkää muistiin:
Maxpo 74, 5.-9.9., Keimola!**



SUOMEN MESSUT

Messuhallit, PL 22, 00251 Helsinki 25, puh. 44 00 11

Rakennuskonealan näyttely-yhdistys ry:n toimeksiannosta

**VUORIMIESYHDISTYS -
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n**

Vuosikokous

pidetään Helsingissä 21—22. 3. 1975

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS -
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s**

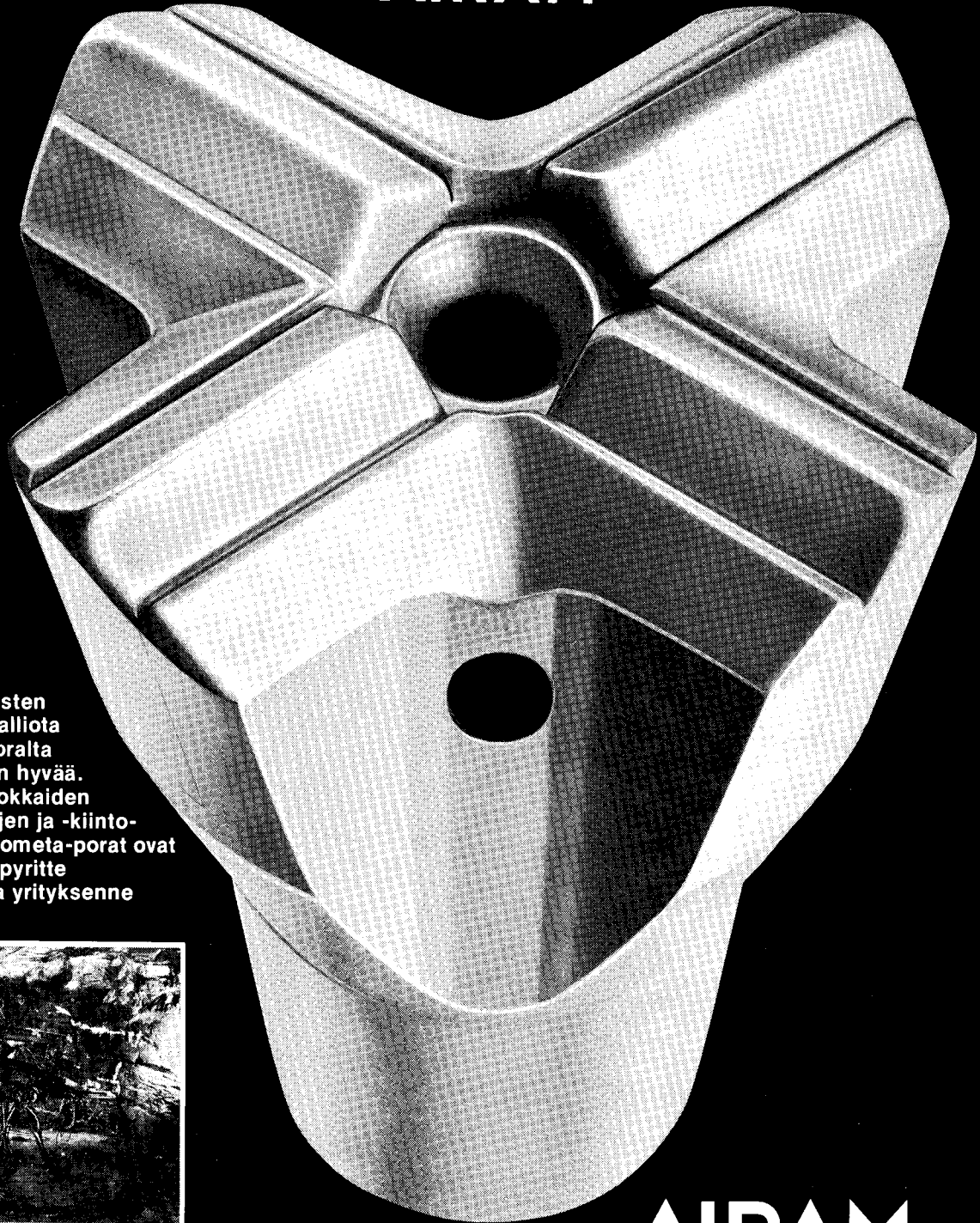
Årsmöte

hålles i Helsingfors den 21—22. 3. 1975

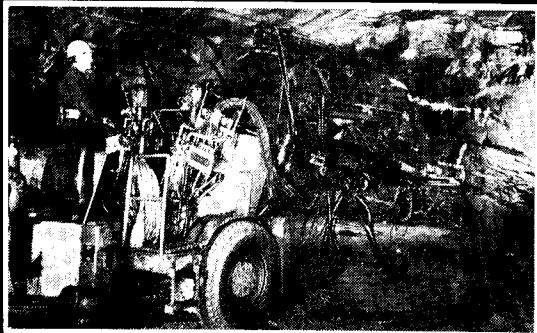
Närmare uppgifter meddelas i inbjudan som postas vid en senare tidpunkt.

Kovaan työhön Kometa

AIRAM



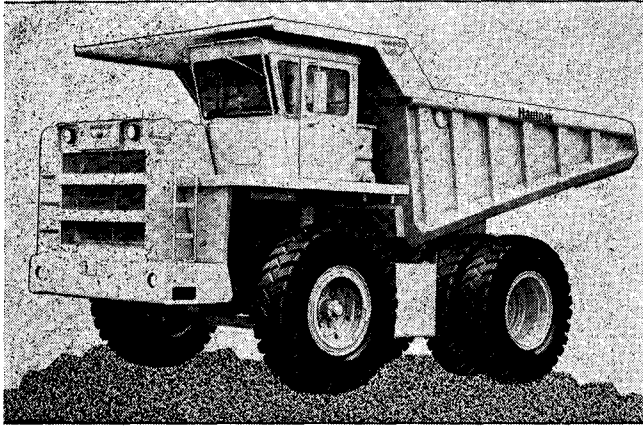
Poraaminen on kovien miesten kovaa työtä. Taistelussa kalliota vastaan vaaditaan myös poralta paljon. Vain paras on kyllin hyvää. Tämä on lähtökohtana tehokkaiden Kometa-jatkotankokalustojen ja -kiintoporien valmistamisessa. Kometa-porat ovat oikea ratkaisu silloin, kun pyritte taloudelliseen tulokseen ja yrityksenne menestymiseen.



KOMETA

Kiintoporat,
jatkotankokalustot,
tarvikkeet.

AIRAM
on paljon muutakin



Tämä on alku- peräinen WABCO- maansiirtoauto

**Eräs maailman eniten ostetuista
ja kopioituista.**

Paraskaan kopio ei ole yhtä hyvä kuin aito WABCO Haulpak.

WABCO tietää kokemuksesta mitä maansiirtoautoilta vaaditaan. Raskaissa töissä tarvitaan vahva runko — ei painava — pelkästään vahva. Joka kestää vääntöä ja väsytystä. Moottoreina WABCO Haulpak -maansiirtoautoissa on väkivahvat GM-dieselmoottorit, joilla saavutetaan hyvä tehopainosuhte.

WABCO:n alunperin kehittämässä V-tyyppisessä lavassa ei ole kuluva takaojan taitetta. Auton painopiste on matalalla ja kuormauskorkeus pieni. Lavan pakokaasulämmitys on vakiovarusteena.

WABCO:n varmuutta kuvastaa sekin, että etuja takapäin ilma/hydrauliselle jousitukselle annetaan 5000 tunnin erillinen takuu. WABCO:n jousitus lisää tuottavuutta, koska hyvä maastokelpoisuus merkitsee suurempaa ajonopeutta ja mukavuutta.

2-piiriset jarrut ovat itsetehostuvat molempiin suuntiin. Vahva ja yksinkertainen lukkoperä on WABCO:n suunnittelema ja valmistama.

Kääntösäde on pienempi kuin millään muulla vastaavanlaisella ajoneuvolla.

Laaja mallivalikoima 35—200 tonnin kantavuuksille.

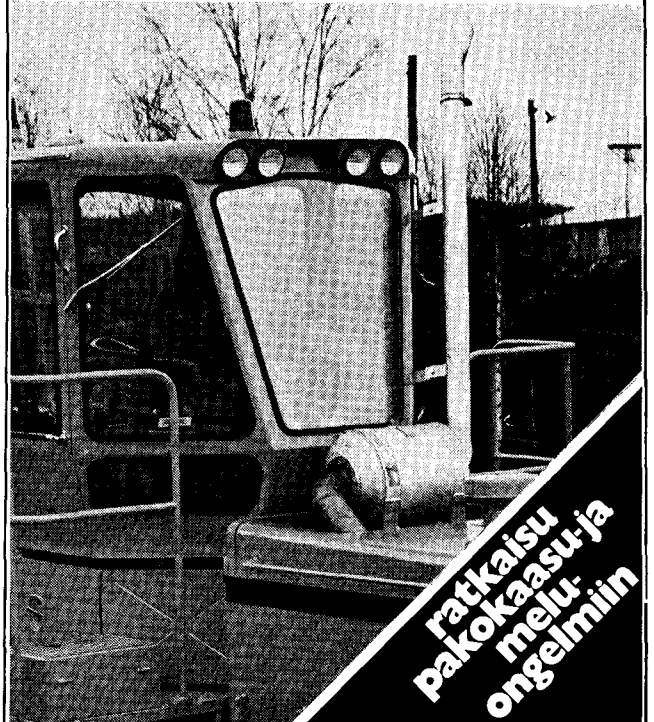
Varma varaosien saanti ja WABCO:n takaama huolto-, koulutus- ja laskentapalvelu.

Annamme mielellämme lisätietoja ja yksityiskohtaisia tarjouksia Teitä kiinnostavista malleista.

palsbo
OY HANS PALSBO AB

Pulttitie 20, Helsinki 81, puh. 782 100

KIIRUNA- kaasunpuhdistaja



**ratkaisu
pakokaasu- ja
melu-
ongelmiin**

Myrkylliset, pahanhajuiset ja likaavat dieselpakokaasut tekevät työympäristön epämiellyttäväksi ja terveydelle vaaralliseksi. Kiiruna-kaasunpuhdistaja on kehitetty vaikeitten pakokaasupulmien ratkaisemiseksi ajettaessa:

- maan uumenissa
- sisätiloissa, kuten varastoissa ja lastiruumissa
- autojonoissa ahtailla kaduilla
- paikallisessa ajossa kuormaajilla ja maansiirtokoneilla.

Kiiruna-kaasunpuhdistajan ansiosta käytännöllisesti katsoen kaikki hiilimonoksidi häviää ja myrkyllisten ärsyttävien hiilivetyjen pitoisuus laskee 80 % ja savuluku 50 %. Jälkipalaminen tapahtuu dieselpakokaasuissa olevalla ilmaylimäärällä sekä puhdisteessa olevan katalysaattorin (platina) ansiosta. Puhdistaja toimii samalla tehokkaana äänenvaimentimena ja kipinän sammuttimena ja korvaa siis tällaiset laitteet.

Kiiruna-kaasunpuhdistaja on alallaan omaa luokkaa käytövarmuutensa, luotettavuutensa ja taloudellisuutensa ansiosta.

Halutessanne tietoja määrätyn moottorin tai ajoneuvon kaasunpuhdistuksesta, kääntykää puoleemme.

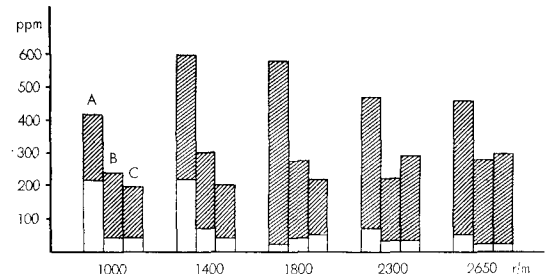


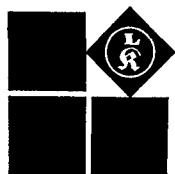
Diagramma osoittaa hiilimonoksidin määrän vähenemisen moottorin eri kierrosnopeilla ja rasituksilla. (A = tyhjäkäynti, B = puolirasitus, C = täysirasitus)

TIT - TRADING OY

Tampere - Puh. 931 - 27 860 - Telex 22 115

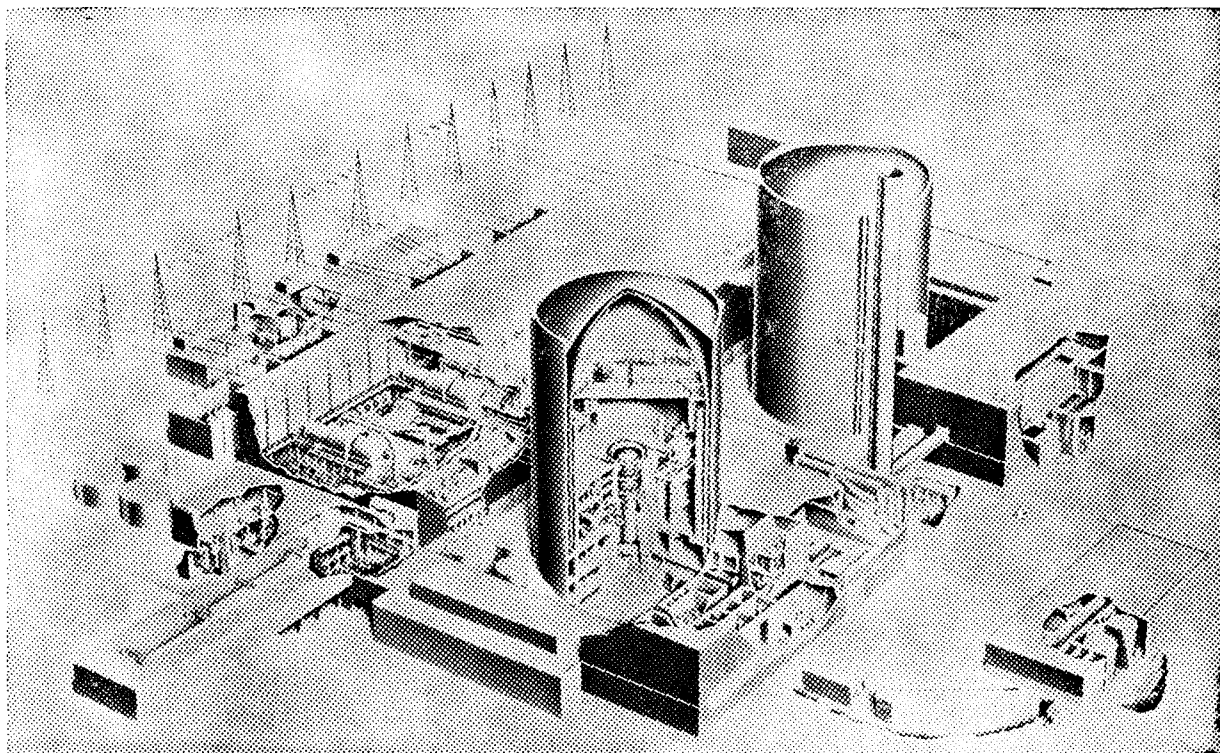
KUN TARVITSETTE

kvartsihiekkaa
luonnonhiekkaa
bentoniittia
kalkkia, kalkkikiveä
sementtiä



LOHJAN KALKKITEHDAS OY

08700 Virkkala, puh. 912 - 41 511



YDINVOIMAA LOVIISASTA VUONNA 1976 MAAN TEOLLISUUDEN
JA YLEISEN KULUTUKSEN KÄYTTÖÖN

IMATRAN VOIMA OSAKEYHTIÖ

Syväkairaukset
Rakennuspaikkatutkimukset
Geofysikaaliset mittaukset
Geologiset ja geokemialliset tutkimukset
Kallion jännitystilan määritykset
Louhintasuunnitelmat
Nostoköysien sähkömagneettiset tarkastukset
Nousunporaukset



SUOMEN MALMI OY

02150 OTANIEMI, puh. 460 633 Telex: 121856 smoy sf

Paineilmatoiminen korkeapainepesulaite -malli 99001

Paineilmatoiminen korkeapainepesulaite
teollisuuteen, laivatelakoille, laivoihin
sekä räjähdysherkkiin paikkoihin.

KORKEAPAINEPESULAITE — MALLI 99001

Puhdistaa tehokkaasti ja turvallisesti.
Nostaa syöttöpaineen 11 kertaiseksi.
Pesuaine sekoittuu pumpun alapäässä
veteen.

Kaikki veden tai pesuaineen kanssa kos-
ketukseen joutuvat osat ovat ruostumatto-
mia tai korroosionkestäviä.

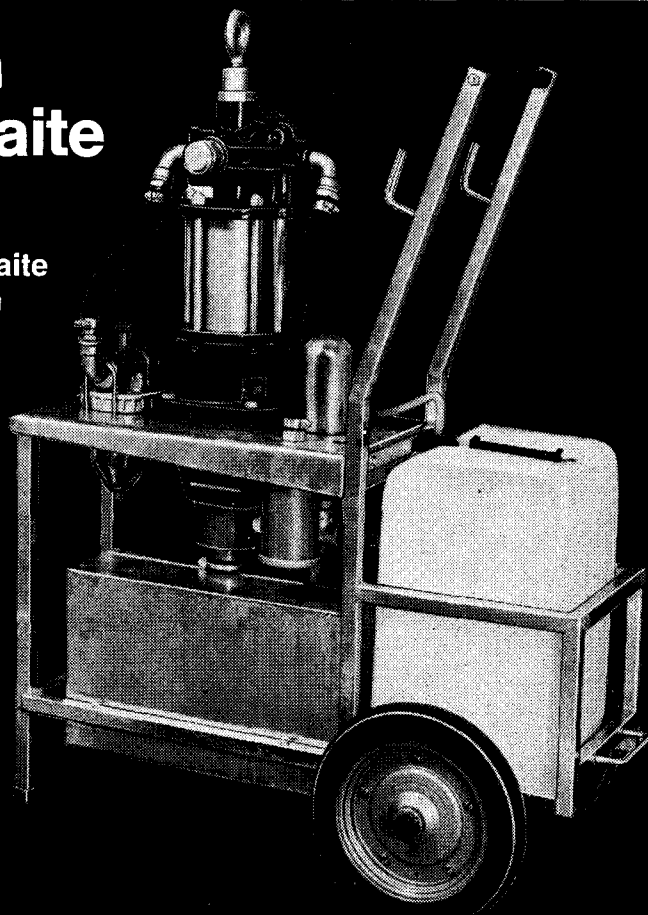
Laite on varustettu kahdella isolla kumi-
pyörällä siirtämisen helpottamiseksi.

Laite painaa 67 kg varusteineen.

Lisätietoja laitteesta antaa
Oy Tecalemit Ab:n maalaus-
ja aineensiirtojaosto.

 **TECALEMIT**

Henry Fordin katu 5, 00150 Helsinki 15, puh. 13 655





INTERTUB

teollisuusputket paineilmaa kuljettamaan

Intertub paineilmaputket on valmistettu korkealuokkaisesta raaka-aineesta. Täysvedettynä, kierresaumahitsattuna tai pituussaumahitsattuna. Tarkat paksuus- ja lämpömittatoleranssit.

Kaikki putkenosat ovat standardisoidut, jotta ne voidaan helposti vaihtaa. Erikoisosa valmistetaan tilauksesta.

LIITIN N:o 10

Valmistettu korkealuokkaisesta adusoidusta teräksestä. Pultti ja mutteri kuumasinkityt. Ruostumattomia pultteja toimitetaan tilauksesta.

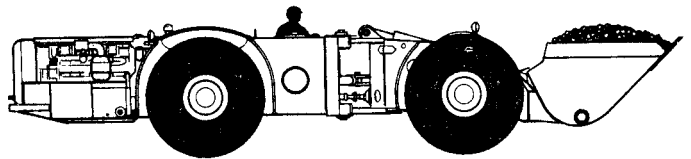
- Itsestään tiivistyvä
- Ehdottomasti tiivis jopa alhaisellakin paineella
- Joustava
- Yksinkertainen ja nopea liittää
- Kestää värinää, pituuden muutoksia ja vääntämistä

Intertub luo ilmasillan.

TALLBERG
VUORIKONEET

ALEKSANTERINKATU 21 00100 HELSINKI 10 PUH. 13 611

Wagner - kaivoskuor- maajilla vähennätte maanalaisia kustannuksia



Wagnerin kumipyöräisiä kaivoskoneita — kuormaajia, teleskooppitrukkeja, dumppe-reita ja kuljetusvaunuja on 34 vakiomallia. Ja erikoistapauksiin tehdään erikoismallit. Kaikki ne ovat vahvoja, tehokkaita ja luotettavia. Ne on alunperin suunniteltu työskentelemään nimenomaan maan alla. Siksi ne ovat matalia, kapeita ja ketteriä. Liikelle-panevana voimana on vähän-saastuttava Deutz-dieselmoottori. Osa malleista saatavana myös sähkökäyttöisenä.

Wagnerin kaivoskoneet on rakennettu kestämään raskaassa työssä ja vaikeissa olosuhteissa. Tästä syystä näitä koneita käytetään kaikkialla maailmassa siellä missä tunkeudutaan maan sisään tehokkaasti ja taloudellisesti. Suomessakin on käytössä jo n. 50 yksikköä.

Wagnerit ovat valmiit tulemaan myös tunneli- ja pientunnelitöihin. Niiden huolto- ja varaosapalvelu on järjestyksessä.

Kysykään ja pyytäkää tarjouksia.

palsbo

OY HANS PALSBO AB

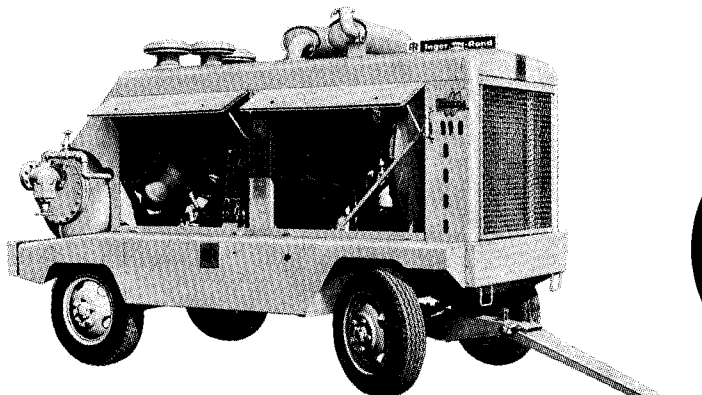
Pulttitie 20, 00800 Helsinki 80, puh. 782 100



Voittajamerkit.

Viekkä Ingersoll-Rand kompressorit sinne missä tarvitsette taloudellista paineilmaa - rakennustöihin, kaivoksiin, teollisuuteen.

Super Spiro-Flo sarjan siirrettävät ruuvikompressorit on suunniteltu kestävämmän. Uusi epäsymmetrinen roottorin poikkileikkausmuoto ja ruuvikompressorin yksinkertainen rakenne lisäävät hyötysuhdetta. Kaksoisvoitelujärjestelmä varmistaa roottorin pintojen ja laakereitten täysitehoisen voitelun riippumatta kierrosnopeudesta ja öljyn lämpötilasta. Ja Air Glide määräsäädin huolehtii vakiopaineesta - moottori ja kompressorit käyvät aina kulloisenkin ilmantarpeen vaatimalla kierrosluvulla. Ja säästävät samalla polttoainetta. Kun tarvitsette taloudellista paineilmaa, vertailkaa eri merkkien ominaisuudet ja päätykää voittajamerkkiin. Se on Ingersoll-Rand - siirrettävä ruuvikompressorit. Teidän voitoksenne. Saatte Super Spiro-Flo sarjan ilmakompressorit myös äänieristettynä sekä sähkökäyttöisenä.



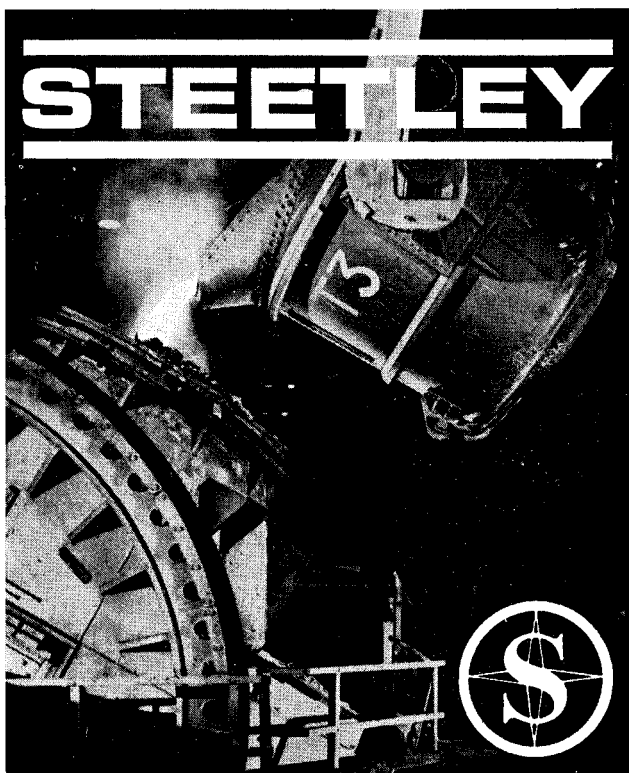
Super Spiro-Flo-kompressorisarjan ilmantuottoalueet:
21,3 - 56,6 m³/min.



Palveluksessanne

ROTATOR

Tampere puh. 931-65 33 11
Helsinki puh. 90-821 011



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.



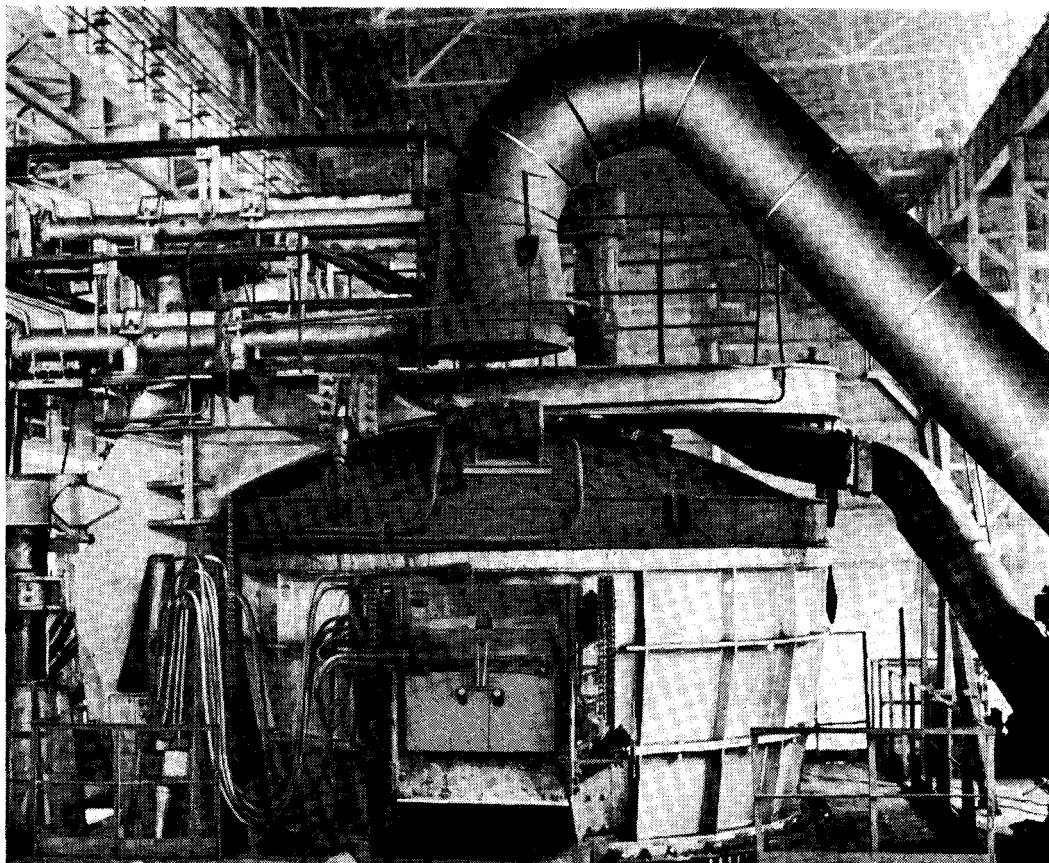
OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

00380 HELSINKI 38
KARVAAMOKUJA 6
PUHELIN 55 44 88

20100 TURKU 10
L. RANTAKATU 21
PUHELIN 33 77 55

90100 OULU 10
TORIKATU 43
PUHELIN 24 312

40300 JYVÄSKYLÄ 30
RUNKOTIE 26
PUHELIN 27 26 95



VALOKAARIUUNI DSP-25 TERÄKSEN SULATTAMISTA VARTEN, PANOS 25 t

Sähköuunit

Verkkokaksioinduktiouuneja IChT

Upokkaan vetoisuus, t	1	2,5	6	10	16	25	40	60
Syöttömuuntajan teho, kVA	360	1300	1300	2500	2500	4000	—	—
Sulatusteho, t/h	0,56	1,23	2,26	3,0	4,5	6,5	—	—

Keskijaksioinduktiouuneja IST

Upokkaan vetoisuus, t	0,06	0,16	0,4	1
Tehontarve, kW	50	100	250	500
Taajuus, Hz	2500	2500	2500	1000

Kuumanpituuneja IChTM

Upokkaan vetoisuus, t	1	2,5	6	10	16	25	40	60
Syöttömuuntajan teho, kVA	200	400	400	1300	1300	1300	—	—
Kuumanpito-teho, kW	54	162	173	176	—	—	—	—

Valokaariuuneja DSP

Uunin vetoisuus, t	1,5	3	5	12	25	50
Muuntajateho, kVA	1000	1800	4000	8000	12500	20000
Tehonkulutus sulatuksessa, kW	550	575	500	470	460	440

Lisäksi tarjoamme:

- Vastusuuneja
- kammiuuneja 12– 180 kW
- kuilu-uuneja 25–1000 kW
- suolakypyuuneja 15– 800 kW
- tyhiöuuneja, y.m.

Maahantuoja ja pääedustaja

oy koneisto ab

Pääkonttorin osoite: Lönnrotinkatu 25, 00180
Helsinki 18, puh. 645011, telex 12-1237
Ins. J. Mäkinen

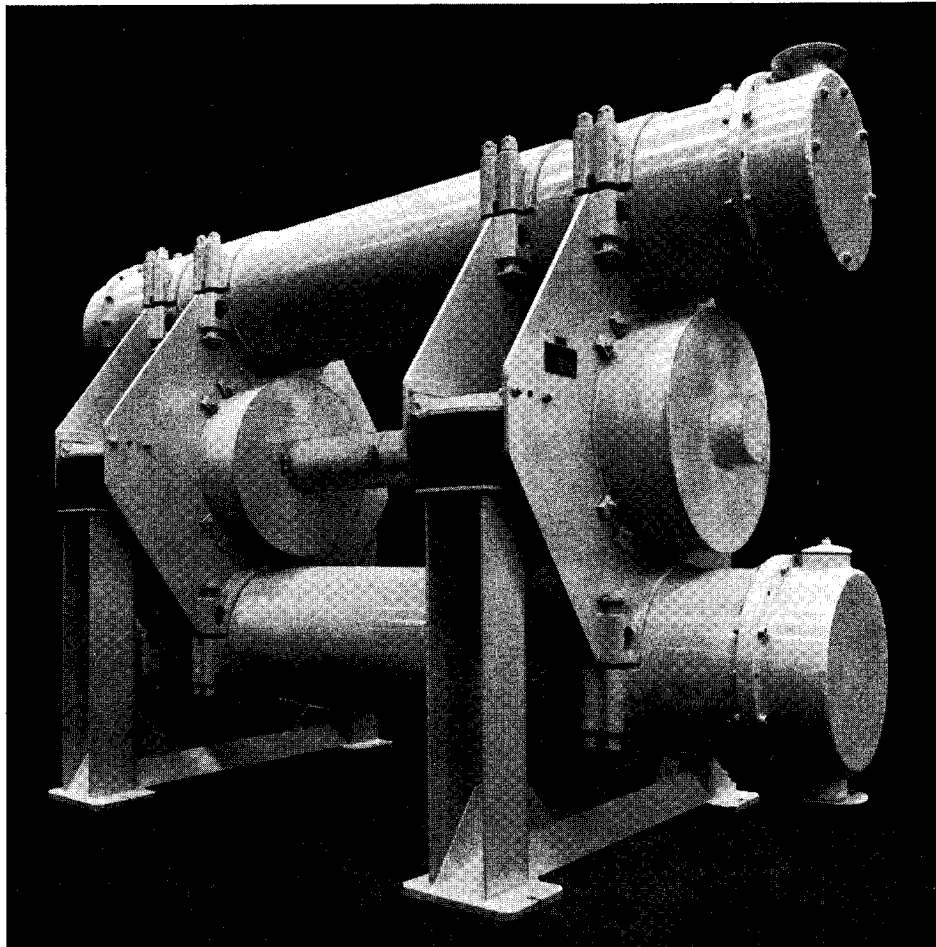
VIENTIYHTYMÄ:

V/O ENERGOMASHEXPOR

MOSKOVA, SNTL



Monipuoliset PALLA- tärymyllyt



PALLA-tärymyllyt ovat ajanmukaisen suunnittelun tulos hienojauhatuksen jatkuvaan tai panoskäyttöön. PALLAn jauhatusalue on 30 mm syötteen ja tuotteen alle 10 mikronia välillä. Nykyisten tyyppien suorituskyky on 15...20 t/h. Asennettu teho 110 kW:n asti merkitsee sitä, että PALLA kuuluu suuritehoisimpiin tärymyllyihin.

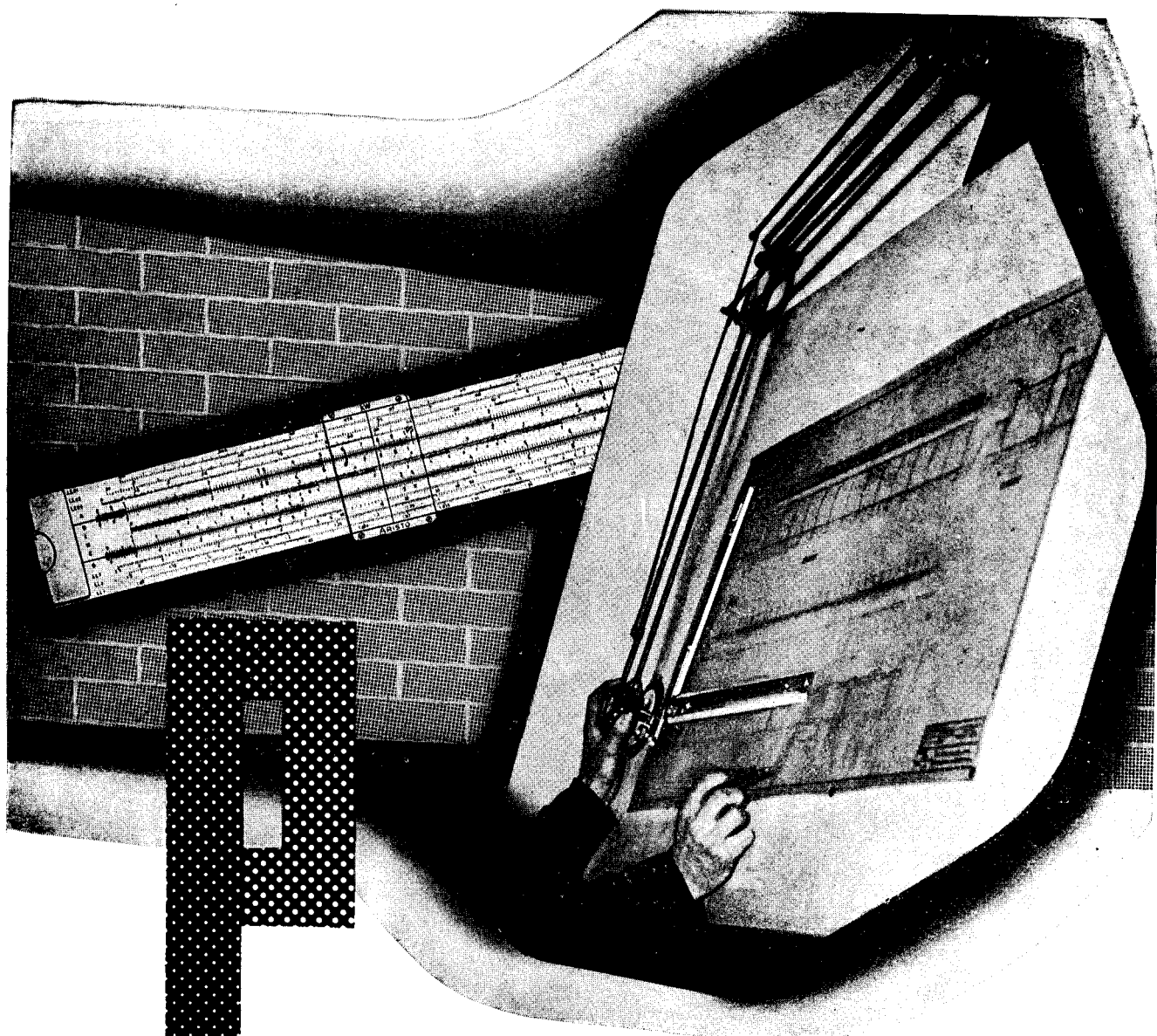
Erittäin korkea jauhatustilan hyväksikäyttö, jauhinkappaletäyttö 60...70%. Jokainen jauhinkappale työskentelee kaiken aikaa kiihtyvyyssarvoilla 7 g ja ylikin. Tämä mahdollistaa erikoisen tehokkaan hienonnuksen ja optimaalisen tehon. Pääasiassa iskevä hienonnuks merkitsee pientä kulumista. Ja tuote on aina samanmuotoista ja rakeisena kuitioista.

Edullinen hyöty/kuollutpainosuhte aiheuttaa vähäisen tehon tarpeen. Useiden erilaisten sovellusmahdollisuuksiensa takia PALLA on erinomainen moninaisissa jauhatus- ja sekoitustehtävissä.

PALLA jauhaa ja sekoittaa samalla kertaa. Märkänä tai kuivana. Normaalissa tai ylipaineessa.

Maailman teollisuus on jo kauan antanut tunnustuksena PALLA-tärymyllyille. Todistuksena tästä tuottavat PALLAt 31 maassa yli 100 erilaista valmistetta.

PALLA-tärymyllyjä rakentaa HUMBOLDT-WEDAG.



RÄZISION

ist im modernen Industrie-Ofenbau und bei der Fertigung feuerfester Steine eine wesentliche Voraussetzung für rationelle und qualitativ einwandfreie Erzeugung von Stahl und Metall.

RADENTHEINER MAGNESITERZEUGNISSE

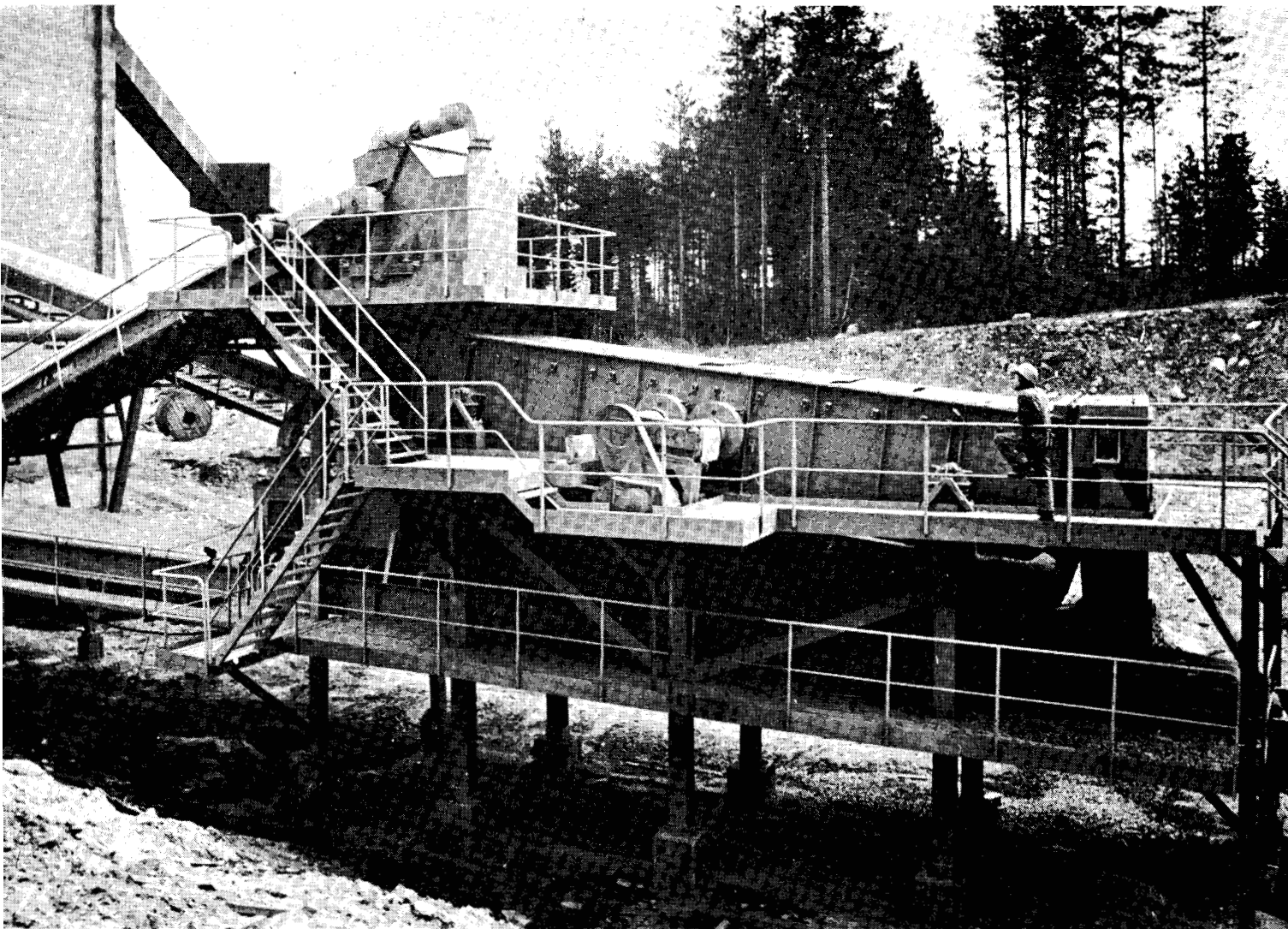
verdienen in dieser Hinsicht Ihr volles Vertrauen, denn sie haben sich seit langen Jahren im In- und Ausland — auch höchsten Ansprüchen gegenüber — hervorragend bewährt.

Oy Tulenkestävät Tiilet Ab

Eerikinkatu 14 A Helsinki 10. Puh. 645 341 — 645 342
Eriksgatan 14 A Helsingfors 10. Tel. 645 341 — 645 342



MURSKAUSKONE OY



Suuntaisvärähtelyseula SVS 23 x 90 (20 m²).
Kuva Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivokselta.

Murskauskone Oy:n toiminta-ajatuksena on palvella asiakkaitaan suunnitteluvoittoisena kokoomakonepajana murskaus- ja seulonta-alalla, rakennus-, kaivos- ja prosessiteollisuudessa, komponentti- ja kokonaistoimittajana.

Toimimme:

- suunnittelijana
- konsulttina
- valmistajana
- paikalleen asentajana
- toimituksen jälkeen kunnossapitäjänä ja huoltajana.

Murskauskone Oy:n Salpakankaan tehtaan kokonaistilavuus on yli 75.000 m³ ja Outokummun tehtaalla noin 8.500 m³.

KOKONAISTOIMITUKSIA AVAIMET KÄTEEN

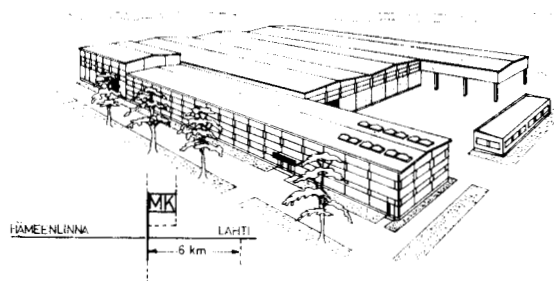


MURSKAUSKONE OY

15860 Salpakangas, puh. 918 - 801 311, telex 16-180
Outokummun tehdas:
83500 Outokumpu, puh. 97 351 - 5395, telex 46-167

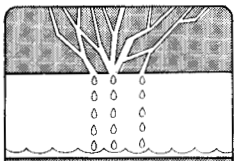
TUOTTEITAMME OVAT:

- iskukoneet
- syöttimet
- murskaimet
- seulat
- kuljettimet
- magneettiset erottimet
- luokittimet
- rännit ym. teräsrakenteet
- siilot
- kokonaistoimitukset

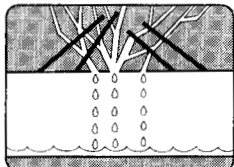




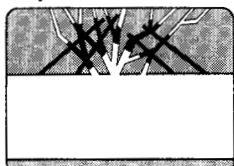
Siellä missä paikat eivät pidä on injektointi paikallaan



Kallioruhje tunnelissa



Injektioreitit porattuna ruhjeisiin



Injektointi on suoritettu

Injektoinnin tarkoitus on stabiloida ruhjeista 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, monomerialcrylamidin 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.

Osakeyhtiö Ekströmin Koneliikkeellä on menetelmään yksinoikeus Suomessa ja Ruotsissa.

OSAKEYHTIÖ

Ekströmin

KONELIIKE

00101 Helsinki 10 • PL 310
Puh. 90-11 421

Katastrofin jälkeenkkin injektointi

Kenen puolella olet suomalainen?

Kun on kysymys urheilusta, olet Suomen puolella. Kannatat omia.

Kun on kysymys kaupallisesta "maottelusta", kuuluu Sinun olla samoin omien puolella.

Esimerkiksi, kun katat taloasi, katso, että ostamasi kattopelti on varmasti kotimaista.

Suomalainen kateteräs, Ruukinkate on vähintään-



kin yhtä hyvää kuin vastaavat ulkolaiset kateaineet.

Se on Rautaruukin tekemää.

Sen valmistus työllistää tuhansia suomalaisia ja säästää miljoonia markkoja kotimaahan.

Kun käytät sitä, kannatat Suomea.

**Ruukinkate on suomalaista, sinkittyä kateterästä.
Kun katat, ole omien puolella. Ja samalla itsesi puolella.
Olethan suomalainen.**



Jälleenmyyjät:

Oy GHH Ab, Kesko Oy, Oy Kontino Ab, OTK, SÖK, Oy Starckjohann & Co Ab, Oy Julius Tallberg Ab, Valtameri Oy



RAUTARUUKKI OY

Lietteiden käsittely ei ole mikään yksinkertainen juttu.



Siksi meillä onkin oma "lieteneuvos"

Tallbergin Vuorikoneryhmä on kivenkova nimi kaikessa siinä mikä liittyy kaivostoiintaan ja kemian teollisuuteen. Ja tähän joukkoon kuuluu myös "lieteneuoksemme", asiantuntija, joka on ajan tasalla kaikessa siinä mikä koskee uusimpia lietteenkäsittelymahdollisuuksia.

Ulkomaisten hyvien yhteyksiemme avulla meidän on mahdollista saada aikaan alan kehitystä koskevat tiedot tuoreina. Ottamalla yhteyden Tallbergin Vuorikoneryhmään ne ovat Teidän käytävissä.

SALA

Paitsi että SALA valmistaa monenlaisia laitteita kaivos- ja kemianteollisuuden käyttöön, se edustaa myös suurta suunnitteluvoimaa. Yhtiö voi kauttamme toimittaa vaikkapa täydellisen kaivoksen "avaimet käteen" periaatteella.

IFE

Tämä tunnettu itävaltalainen yritys on erikoistunut erilaisten syöttimien valmistukseen. Niihin voidaan helposti tyristorihjauksen avulla kytkeä vaakoja ja muita koneita.

TRELLEBORG

Missä teräs ei kestä, siellä tarjoaa ratkaisun Trelleborgin kulutuskumituotteet. Kohteita ovat mm. myllynvuoraukset, trukinlavavuoraukset, kulutuskumielementit, seulakankaat, lietteenkuljetusletkut, kulutuskumikangas jne.

TALLBERG
VUORIKONEET

ALEKSANTERINKATU 21 00100 HELSINKI 10 PUH.13611